

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE’DE SEKTÖREL BAZDA ENERJİ YÖNETİM
SİSTEMİ UYGULAMALARININ ENERJİ VERİMLİLİĞİNE
ETKİLERİ**

ÖZGÜL KOÇAK

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

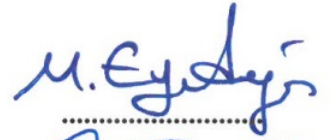
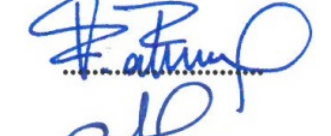
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DE SEKTÖREL BAZDA ENERJİ YÖNETİM
SİSTEMİ UYGULAMALARININ ENERJİ VERİMLİLİĞİNE
ETKİLERİ

ÖZGÜL KOÇAK

Dr. Öğr. Üyesi Muharrem EYİDOĞAN
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Fatma ÇANKA KILIÇ
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Ethem TOKLU
Jüri Üyesi, Düzce Üniversitesi


.....

.....

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 06.02.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Türkiye’de sektörel bazda enerji yönetim sistemi uygulamalarının enerji verimliliği üzerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen kendisinden her gün yeni bir şeyler öğrendiğim, değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Muharrem EYİDOĞAN’a kendi engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaştığı için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca görüşleri ile çalışmalarına katkıda bulunan, karşılaştığım her zorlukta desteğini ve zamanını esirgemeyen hocam Prof. Dr. Durmuş KAYA’ya teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana güç veren, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan, en büyük destekçilerim annem Zeliha KOÇAK, babam Hüseyin KOÇAK, amcam Cengiz KOÇAK’a, kardeşlerime ve sevgili dostlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak-2020

Özgül KOÇAK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	3
1.1. Enerjinin Dünyadaki Önemi.....	4
1.2. Enerjinin Türkiye’deki Önemi	9
1.3. Enerji Verimliliğinin Önemi	12
1.4. Sanayide Enerji Verimliliğinin Önemi.....	14
1.5. Enerji Yönetimi	16
1.6. Literatür Taraması	19
1.6.1 Enerji verimliliği ile ilgili önceki çalışmalar.....	19
1.6.2 Enerji yönetimi ile ilgili önceki çalışmalar	22
1.6.3 Sektörel bazda önceki çalışmalar	24
2. BİR KURULUŞA ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULUMU	29
2.1. Mevcut Durum Değerlendirmesi.....	29
2.2. Bağlam, İç ve Dış Hususlar	31
2.3. İlgili Taraflar ve Beklentileri.....	32
2.4. Kapsam ve Sınırların Belirlenmesi.....	34
2.5. Üst Yönetimin Taahhüdü	35
2.6. Enerji Politikası	36
2.7. Enerji Yönetim Ekibinin Oluşturulması.....	37
2.8. Riskler ve Fırsatların Tespiti	39
2.9. Amaç ve Enerji Hedeflerinin Belirlenmesi	43
2.10. Enerji Gözden Geçirmesi	45
2.11. Enerji Performans Göstergesi.....	47
2.12. Enerji Referans Çizgisi.....	47
2.13. Enerji Verilerinin Toplanması.....	49
2.14. Yetkinliğin ve Farkındalığın Artırılması	51
2.15. İletişim.....	55
2.16. Doküman Edilmiş Bilgi.....	55
2.17. İşletme Kontrollerinin Sağlanması.....	55
2.18. Tasarım ve Tedarik.....	59

2.19. İzleme, Ölçme, Analiz ve Değerlendirme	60
2.20. İç Denetim	61
2.21. Yönetim Gözden Geçirmesi	62
2.22. Uygunsuzluklar, Düzeltici Faaliyet	64
2.23. Sürekli İyileştirme	67
3. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ	68
3.1. Tekstil Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi	70
4. DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ	78
4.1. Demir-Çelik Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi	80
5. AĞAÇ SANAYİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ	90
5.1. Ağaç Sanayi Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi	92
6. GIDA SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ	102
6.1. Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir A İşletmesinde Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi	104
6.2. Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir B İşletmesinde Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi	108
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR	131
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	136
ÖZGEÇMİŞ	137

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 3E denkliği	3
Şekil 1.2. Dünyada gerçekleşen değişim süreci	3
Şekil 1.3. Dünyada bölgeler bazında toplam enerji tüketimleri	5
Şekil 1.4. Küresel birincil enerji talebinde yıllık değişim	5
Şekil 1.5. Sektörel bazda enerji verimliliği çalışmaları sonucu tasarruf miktarı	6
Şekil 1.6. Belirtilen politikalar senaryosunda elektrik kurulu gücü üretim kapasitesi	7
Şekil 1.7. Küresel boyutta yakıtın yanması sonucu açığa çıkan CO ₂ emisyonu	8
Şekil 1.8. Türkiye 1990 - 2018 yılları toplam enerji tüketimleri	9
Şekil 1.9. Türkiye’de kaynaklara göre enerji tüketimi.....	10
Şekil 1.10. Türkiye’de yapılan 2019 yılı enerji yatırımları	11
Şekil 1.11. Binalarda enerji tüketim payları.....	13
Şekil 1.12. Endüstriyel işletmelerde elektrik enerjisi tüketim payı	14
Şekil 1.13. Dünya’da yıllık enerji verimliliği yatırımları	15
Şekil 1.14. Bölgelere göre ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi sertifikaları	17
Şekil 1.15. PUKÖ döngüsü-sürekli iyileştirme.....	18
Şekil 1.16. Literatür taraması gerçekleştirilirken izlenilen yol	19
Şekil 2.1. Gap analizi ile örnek bir kuruluşun mevcut durumu	30
Şekil 2.2. Enerji Yönetim Sistemi’nin uygulanması ile hedeflenen ideal seviye	30
Şekil 2.3. Balık kılçığı tekniği ile kök neden analizi	65
Şekil 3.1. Tekstil sektörü üretim süreci.....	69
Şekil 3.2. Tekstil işletmesi elektrik kaynaklı yoğun tüketim alanları	69
Şekil 3.3. Tekstil işletmesi doğalgaz kaynaklı yoğun tüketim alanları.....	70
Şekil 3.4. Örnek bir tekstil fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi	71
Şekil 3.5. Enerji etüdü sonucu tespit edilen projelere yönelik önceliklendirme metodu	72
Şekil 3.6. Dokuma bölümü enerji haritası.....	73
Şekil 3.7. Dokuma bölümü önemli enerji kullanım alanlarının toplam tüketime payı	73
Şekil 3.8. Denim terbiye bölümü enerji haritası	73
Şekil 3.9. Denim terbiye bölümü önemli enerji kullanım alanları	74
Şekil 4.1. Demir çelik sektöründe enerji talebi ve yoğunluğu	78
Şekil 4.2. Ark ocaklı demir çelik sektörü proses akış şeması	79
Şekil 4.3. Bir demir-çelik fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi	81
Şekil 4.4. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için önemli enerji kullanım alanları	82
Şekil 4.5. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın spesifik enerji tüketimi.....	83

Şekil 4.6. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için çelikhane üretimi ve elektrik tüketimi trendi	84
Şekil 4.7. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için çelikhane üretimi ve kok tozu tüketimi trendi	85
Şekil 4.8. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için haddehane üretimi ve doğalgaz tüketimi trendi.....	86
Şekil 5.1. Yıllara göre MDF/HDF üretim miktarı	90
Şekil 5.2. Yıllara göre Yonga Levha/OSB üretim miktarı	91
Şekil 5.3. MDF üretim süreci	91
Şekil 5.4. Bir MDF üretim tesisi 2018 yılı toplam enerji tüketimi	92
Şekil 5.5. Bir MDF fabrikası önemli ısı enerjisi kullanımları	95
Şekil 5.6. MDF tesisi aylık bazda EnPG değerlerinin (doğalgaz) değişimi.....	96
Şekil 5.7. MDF tesisi aylık bazda EnPG değerlerinin (biyokütle) değişimi.....	97
Şekil 6.1. Gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin enerji tüketim aşamaları	102
Şekil 6.2. Bir kilogram gıda ürününün yaşam döngüsü boyunca enerji tüketimi....	103
Şekil 6.3. Bir gıda fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi (A işletmesi).....	105
Şekil 6.4. Gıda fabrikası yıllara göre enerji hedefi ve gerçekleşme oranı (A işletmesi).....	107
Şekil 6.5. Bir gıda fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi (B işletmesi).....	109
Şekil 6.6. Gıda fabrikası önemli elektrik enerjisi kullanımları (B işletmesi)	109
Şekil 6.7. Gıda fabrikası önemli ısı enerjisi kullanımları (B işletmesi).....	110
Şekil 6.8. Gıda fabrikası EnPG değerleri (B işletmesi)	111
Şekil 6.9. Gıda fabrikası 2017 yılı üretim ve elektrik tüketimi trend grafiği (B işletmesi).....	111
Şekil 6.10. Elde edilen formüle göre tahmin edilen elektrik tüketiminden sapma miktarı.....	115
Şekil 6.11. EnPG ile Enerji hedefi bağıntısı	115
Şekil 6.12. Gıda fabrikası 2017 yılı üretim ve ısı enerjisi tüketimi trend grafiği (B işletmesi).....	116
Şekil 6.13. Elde edilen formüle göre tahmin edilen ısı enerjisi tüketiminden sapma miktarı	117

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. 2019 yılı enerji yatırımlarının yakıt türleri ve kurulu güçleri.....	12
Tablo 1.2. Sektörler bazında enerji tüketimi ve enerji tasarruf potansiyeli	13
Tablo 1.3. Türkiye’de sektörel bazda teşvik politikaları ile gerçekleştirilen örnek verimlilik artırıcı projeler	16
Tablo 2.1. Bir kuruluş için örnek SWOT analizi	31
Tablo 2.2. Bir kuruluş için örnek PESTEL analizi	32
Tablo 2.3. İlgili taraflar ve beklentilerine yönelik örnekler	32
Tablo 2.4. Enerji Yönetim Sistemi kapsamındaki temel yasal gereklilikler.....	33
Tablo 2.5. Bir tekstil işletmesinde belirlenen kapsam ve faaliyet sınırları	34
Tablo 2.6. Risk için örnek FMEA yöntemi ile hata analizi	40
Tablo 2.7. Risk öncelik değeri tablosu.....	40
Tablo 2.8. 5x5 L tipi matris yöntemi ile risk puanı.....	41
Tablo 2.9. 5x5 L tipi matris yöntemi ile risk açıklaması	41
Tablo 2.10. 5x5 matris yöntemi ile örnek risk tespiti	41
Tablo 2.11. 5x5 L tipi matris yöntemi ile fırsat puanı	42
Tablo 2.12 5x5 L tipi matris yöntemi ile fırsat açıklaması	42
Tablo 2.13. Bir endüstriyel işletme için örnek amaç ve enerji hedefi.....	44
Tablo 2.14. Bir gıda fabrikası için önemli elektrik enerji kullanımları	45
Tablo 2.15. Önemli enerji kullanımlarının önceliklendirilmesi.....	46
Tablo 2.16. Gıda fabrikası önemli elektrik kullanımları ve öncelik sırası.....	46
Tablo 2.17. Nitelik listesi metodu ile personel yeterliliğinin belirlenmesi	53
Tablo 2.18. Yetkinlik matrisi metodu ile personel yeterliliğinin belirlenmesi	54
Tablo 2.19. Örnek polivalans tablosu	54
Tablo 2.20. Örnek polivalans yetkinlik değerlendirme puanı.....	54
Tablo 2.21. Bir endüstriyel işletme için örnek bir operasyonel kontrol planı.....	56
Tablo 2.22. Bir endüstriyel işletme için örnek kritik işletme parametreleri	57
Tablo 2.23. İç denetim planlaması yapılırken dikkat edilmesi gereken noktalar.....	62
Tablo 3.1. Türkiye tekstil sektörü ihracat miktarı ve ülkeler bazında payı	68
Tablo 3.2. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın uyguladığı projeler ile enerji tasarruf oranları	75
Tablo 4.1. Demir çelik sektöründe enerji tüketiminin gerçekleştiği bölümler ve faaliyetler	79
Tablo 4.2. Demir-çelik sektörü atık ısı geri kazanımı ile tüketilen enerjiden tasarruf oranı.....	87
Tablo 5.1. 2017 yılı MDF, yonga levha ve OSB üretim kapasitesi	90
Tablo 5.2. Bir MDF fabrikasının 2018 yılı toplam enerji tüketim miktarı	92
Tablo 5.3. MDF fabrikasının proje önceliklendirme matrisi	95
Tablo 5.4. 2017 ve 2018 yılı ısıtma derece gün sayıları	98

Tablo 6.1. Gıda ürünlerinde enerjinin kullanıldığı alanlar.....	104
Tablo 6.2. Elektrik-CDD ve üretimin eş zamanlı olarak bağıntısı.....	112
Tablo 6.3. B işletmesi tahmin edilen elektrik tüketimi ve sapma miktarı	113
Tablo 6.4. B işletmesi enerji yoğunluk indeksi ve kümülatif enerji tüketimi	114
Tablo 6.5. Belirtilen formülizasyona göre tahmin edilen ısıl enerji tüketimi ve sapma miktarı	117
Tablo 6.6. Gıda sektörü B işletmesi armatür değişimi uygulaması sonrası tasarruf oranı.....	118



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
m ³	: Metreküp
°C	: Derece santigrat

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
BAE	: Birleşik Arap Emirlikleri
CDD	: Cooling Degree Days (Soğutma Gün Dereceleri)
CO ₂	: Karbondioksit
CUSUM	: Cumulative Sum (Kümülatif Toplam)
EES	: Engineering Equation Solver (Mühendislik Denklem Çözücü)
EER	: Energy Efficiency Ratio (Enerji Verimlilik Oranı)
EII	: Energy Intesity Index (Enerji Yoğunluk İndeksi)
EJ	: Exa Joule
EN	: European Norm (Avrupa Normu)
EnPG	: Enerji Performans Göstergesi
EnRÇ	: Enerji Referans Çizgisi
EnYS	: Enerji Yönetim Sistemi
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EVYS	: Enerji Verimliliği Yükümlülük Sistemleri
FMEA	: Failure Mode and Effects Analysis (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
FTA	: Fault Tree Analysis (Hata Ağacı Analizi)
GES	: Güneş Enerji Santrali
GJ	: Giga Joule
GT	: Giga Ton
GW	: Giga Watt
GSYİH	: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
GZFT	: Güçlü Yönler-Zayıf Yönler-Fırsatlar-Tehditler
HDD	: Heating Degree Day
HDF	: High Density Fiberboard (Yüksek Yoğunluklu Sunta)
HES	: Hidroelektrik Enerji Santrali
HVAC	: Heating Ventilating and Air Conditioning (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme)
IEA	: International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
kg	: Kilogram
kW	: Kilo Watt
LCC	: Life Cycle Cost (Ömür Boyu Maliyet)

LED	: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
LNG	: Liquid Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğalgaz)
MDF	: Medium Density Fiberboard (Orta Yoğunluklu Sunta)
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: Mega Watt
O ₂	: Oksijen
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
OSB	: Oriented Strand Board (Yönlendirilmiş Yonga Levha)
ÖEK	: Önemli Enerji Kullanımı
RES	: Rüzgâr Enerjisi Santrali
PESTEL	: Politic-Economic-Social-Environmental-Legal (Politik-Ekonomik-Sosyal-Çevresel-Yasal)
PLC	: Programmable Logic Controllers (Programlanabilir Mantık Denetleyicisi)
PUKÖ	: Planla-Uygula Kontrol Et-Önlem Al
RCA	: Resource Consumption Accounting (Kaynak Tüketimi Muhasebesi)
SCADA	: Supervisory Control And Data Acquisition (Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama)
SES	: Slovenské Energetické Strojárne (Slovak Enerji MAKineleri)
SWOT	: Strengths- Weaknesses- Opportunities- Threats(Güçlü Yönler – Zayıf Yönler – Fırsatlar - Tehditler)
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TS	: Türk Standardı
USD	: United States Dollar (Amerikan Doları)
YGG	: Yönetim Gözden Geçirme

TÜRKİYE'DE SEKTÖREL BAZDA ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARININ ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ

ÖZET

Azalan enerji kaynakları ve mevcut enerji kaynaklarının etkin kullanılamaması enerji yönetimi ile birlikte enerji verimliliği kavramını önemli bir boyuta taşımaktadır. Enerji Yönetimi ürün kalitesinden, konfordan ve çevresel koşullardan ödün vermeden tüketilen enerjinin etkin bir biçimde kullanılmasını sağlamaya yönelik oluşturulan organize faaliyetler bütünüdür. İşletmelerde Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulması için sistemin gerektirdiği faaliyetleri uygulamak, yönetmek ve bu faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlamak gerekmektedir.

Bu çalışmada, tekstil, demir-çelik, ağaç sanayi ve gıda sektörlerinde Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulması, uygulanması ve enerji verimliliğine olan etkileri ele alınmıştır. Enerji Yönetim Sistemi kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlerin işletmeye olan faydaları ve enerji performansına olan pozitif etkileri incelenmiştir. Tekstil, demir-çelik, ağaç sanayi ve gıda sektörlerinde faaliyet gösteren endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen projelerin kuruluş getirileri hakkında değerlendirmeler ve analizler yapılmıştır.

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin Enerji Yönetim Sistemi kurulumu sonrası, enerji tüketiminde %1,04 azalma sağlanmıştır. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin Enerji Yönetim Sistemi kurulumu sonrası toplam enerji tüketiminde %2,00 azalış elde edilmiştir. Ağaç sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin enerji kurulumu sonrası biyokütle tüketimi 516,05 kWh/m² değerinden 498,23 kWh/m² değerine düşmüştür. Doğalgaz tüketimi ise 202,54 kWh/m² değerinden 181,71 kWh/m² değerine düşmüştür. Gıda sanayinde faaliyet gösteren bir A işletmesi spesifik enerji tüketiminde %1,99 iyileşme sağlanmıştır. Gıda sektöründe faaliyet gösteren bir B işletmesi için toplam enerji tüketiminde %1,06 azalma sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Enerji Yönetim Sistemi, ISO 50001

THE IMPACT ON THE ENERGY EFFICIENCY OF THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION ON SECTORAL BASIS IN TURKEY

ABSTRACT

Decreasing energy resources and the inability to use the existing energy resources effectively bring the energy efficiency concept together with the energy management to an important level. Energy Management is a set of organized activities aimed at ensuring the efficient use of energy consumed without sacrificing product quality, comfort and environmental conditions. In order to establish the Energy Management System in enterprises, it is necessary to implement and manage the activities required by the system and ensure the sustainability of these activities.

In this study, the establishment, implementation and effects of Energy Management System in textile, iron and steel, wood industry and food sectors are discussed. The benefits of the activities carried out within the scope of the Energy Management System and the positive effects of these activities on energy performance were examined. The evaluations of the projects realized in industrial organizations operating in textile, iron-steel, wood industry and food sectors were evaluated.

After the Energy Management System installation, a 1.04% reduction in energy consumption was achieved. After the installation of the Energy Management System of an enterprise operating in the iron and steel industry, the total energy consumption decreased by 2.00%. Biomass consumption has decreased from 516,05 kWh/m² to 498,23 kWh/m² after energy installation of an enterprise operating in wood industry. Natural gas consumption has decreased from 202,54 kWh/m² to 181,71 kWh/m². A company operating in the food industry achieved a 1.99% improvement in specific energy consumption. A total of 1.06% reduction in total energy consumption was achieved for a B enterprise operating in the food sector.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Management System, ISO 50001

GİRİŞ

Dünyada azalan enerji kaynakları, sanayileşme ve artan nüfus enerjinin etkin kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Enerjinin etkin kullanımını sağlamak için gerçekleştirilen çalışmalar her geçen gün önem kazanmaktadır. Enerji performansının artırılması, ithal yakıtlara bağılılığın azaltılması ve enerji arz güvenliğinin sağlanması için enerjinin optimum düzeyde kullanılması gerekmektedir. Dünya çapında bu kültürün oluşması ve sürekli iyileşmenin sağlanması gerekmektedir.

Enerjinin etkin kullanımı kültürünün oluşması için temel adımlardan bir tanesi enerji yönetimidir. Sanayide ve binalarda kurulabilecek Enerji Yönetim Sistemi ile bireyde oluşan bilincin enerji tüketimine etkisi incelenebilmektedir. Enerji yönetim sistemi bilinci ile kuruluşlar, sürekli iyileşmeyi hedeflemekte ve özellikle baz enerji tüketiminde azalmayı amaç haline getirmektedir. Sanayide ve binalarda enerji tüketiminin azaltılması için gerçekleştirilebilecek efektif yöntemlerden bir tanesi enerji verimliliği çalışmalarıdır. Kuruluşlar, enerji verimliliği çalışmaları ile enerji performansındaki artışı nicel olarak inceleyebilmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’de sektörel bazda Enerji Yönetim Sistemi’nin enerji verimliliğine etkileri incelenmiştir. Tekstil, demir çelik, ağaç sanayi ve gıda sektörlerinde Enerji Yönetim Sistemi ile birlikte enerji performansındaki iyileşme ölçülebilir veriler doğrultusunda ortaya koyulmuştur. Enerji tüketimindeki azalmanın enerji maliyetleri üzerindeki etkisi tespit edilmiştir. Enerji Yönetim Sistemi’nin, enerjinin verimli kullanılmasına yönelik sağladığı getirinin yanında izleme ve ölçmeye, tüketimi etkileyen parametreleri incelemeye dayalı getirileri de bulunmaktadır. Enerji Yönetim Sistemi’nin, teknik, insan ve taahhüt unsurları ile bütün halde kuruluşlara uygulanması, sistemin hem nitel hem de nicel olarak gelişme sürecinde olmasını gerekmektedir. Liderin taahhüdü ile başlayan bu süreç, kişisel farkındalık ve bilinç, teknik altyapının oluşturulması ile döngü haline gelmektedir.

Çalışmayı destekler nitelikte, dünyada ve ülkede enerji tüketimleri, enerji kaynaklarının kullanımındaki değişimler, çevresel etkiler ve ISO 50001 (International Organization for Standardization) sertifikasına sahip bölgelere yönelik araştırmalara yer verilmiştir.

Çalışmada, Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulma ve uygulama aşamaları ele alınmıştır. Enerji Yönetim Sistemi'nin gerekliliklerinden ve bu gerekliliklerin sağlanması amacıyla kuruluştan beklenen uygulamalardan bahsedilmiştir. Çalışmada, Enerji Yönetim Sistemi'ni uygulayan, dört farklı sektörde faaliyet gösteren işletmelerin enerji performans göstergeleri incelenmiştir. Tekstil, demir çelik, ağaç sanayi ve gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin, Enerji Yönetim Sistemi kapsamında gerçekleştirdiği uygulamalara yer verilmiştir. Bu işletmelerde, Enerji Yönetim Sistemi etkilerinin hem enerji tüketimine etkisi incelenmiş, hem de kuruluş çalışanlarına ait davranışların etkisi ortaya koyulmuştur.

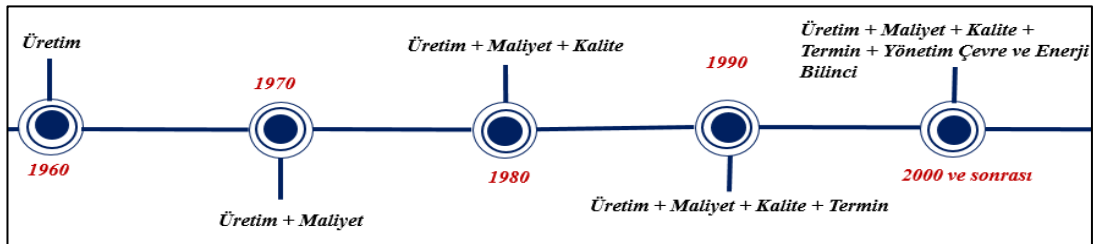
1. GENEL BİLGİLER

Enerji, bir ülkenin sosyo kültürel, konjonktürel ve en önemlisi ekonomik gelişimini ortaya koyan etkenlerin başında gelmektedir. 1980’li yıllar ile başlayan iklim değişimi nedeniyle enerji ve ekonomi ile birlikte çevre faktörü de gündeme gelmiştir. Gelişmekte olan ülkeler, ekonomik büyüme, çevrenin korunması ve enerji güvencesi (economic growth-environmental protection-energy security) güdümü ile 3E denkliğini amaçlamıştır. 3E denkliği Şekil 1.1’de verilmiştir [1].



Şekil 1.1. 3E denkliği

Dünyada gerçekleşen değişim süreci ile sürdürülebilir gelişme kavramı hayatımıza girmektedir. Sürdürülebilir gelişme ile enerji tüketimi sadece maliyet açısından değil, aynı zamanda çevresel zararın azaltılması, enerji verimliliğinin ve tasarrufunun öneminin benimsenmesi açısından da değerlendirilmektedir.



Şekil 1.2. Dünyada gerçekleşen değişim süreci [1]

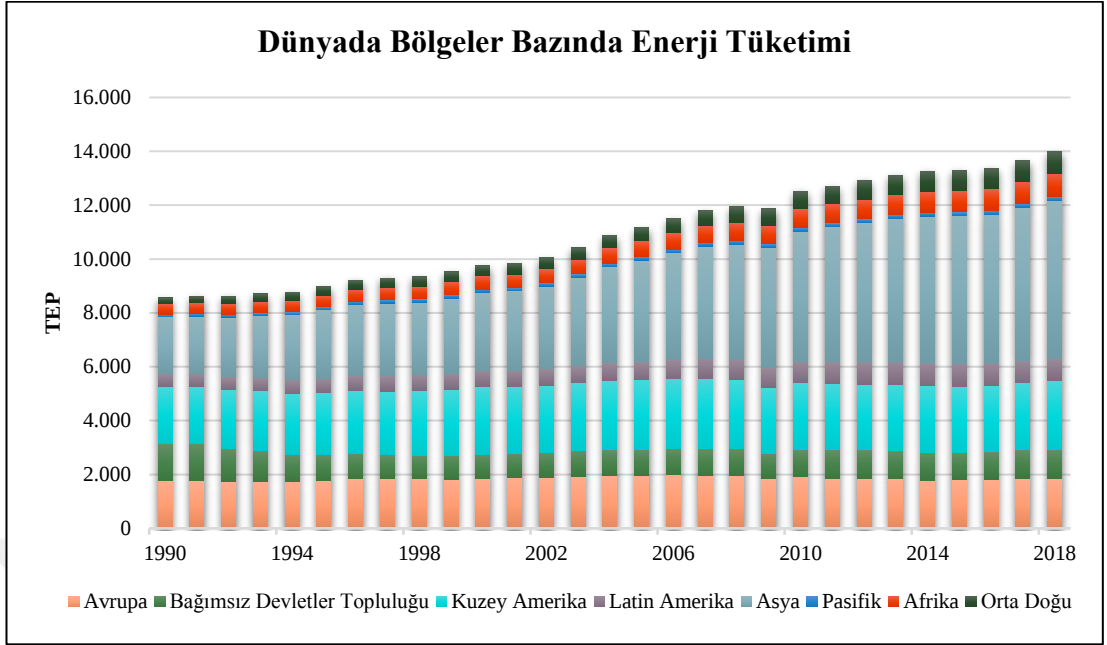
Şekil 1.2’de de görüldüğü gibi günümüzde enerji bilinci, dünyadaki değişim sürecinin mihenk taşı haline gelmiştir. Bu durum, dünyada ve ülkemizde enerjinin önemini artırmakta, ekonomik ve çevresel boyutları ile birlikte bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekliliğini göstermektedir.

1.1. Enerjinin Dünyadaki Önemi

Dünyada artan nüfus, sanayileşme ve üretim, enerji ihtiyacına ve doğal kaynaklara talebin artmasına neden olmaktadır. 2018 yılındaki global olarak enerji tüketiminin, dünyadaki ısıtma ve soğutma ihtiyacına bağlı olarak 2010 yılından bu yana takribi olarak iki katına çıktığı görülmektedir. Enerji tüketiminin artmasına paralel olarak 2018 yılı itibariyle CO₂ (Karbondiyoksit) emisyonlarında %1,70 artış görülmüştür. 2018’de daha yüksek enerji talebinin en büyük kaynağı yıllık ortalama %3,50’lik bir büyüme hızına sahip Çin başta olmak üzere Amerika Birleşik Devletleri ve Hindistan’tır. Bu ülkeler enerji talebindeki artışın yaklaşık %70’ini oluşturmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri’nde gaz tüketimi bir önceki yıla göre ortalama %10 artış göstermiştir. Yapılan araştırmalara göre, bir önceki yıla göre gaz talebinde %4,60 artış görülmektedir ki bu gazın enerji tüketimindeki payını gözler önüne sermektedir. Bunun yanı sıra petrol talebinin %1,30, kömür tüketiminin ise %0,70 artması fosil yakıtlı kaynaklarının öneminin günümüzdeki etkisinin hala sürdüğüne yönelik bir kanıt olarak karşımıza çıkmaktadır [2].

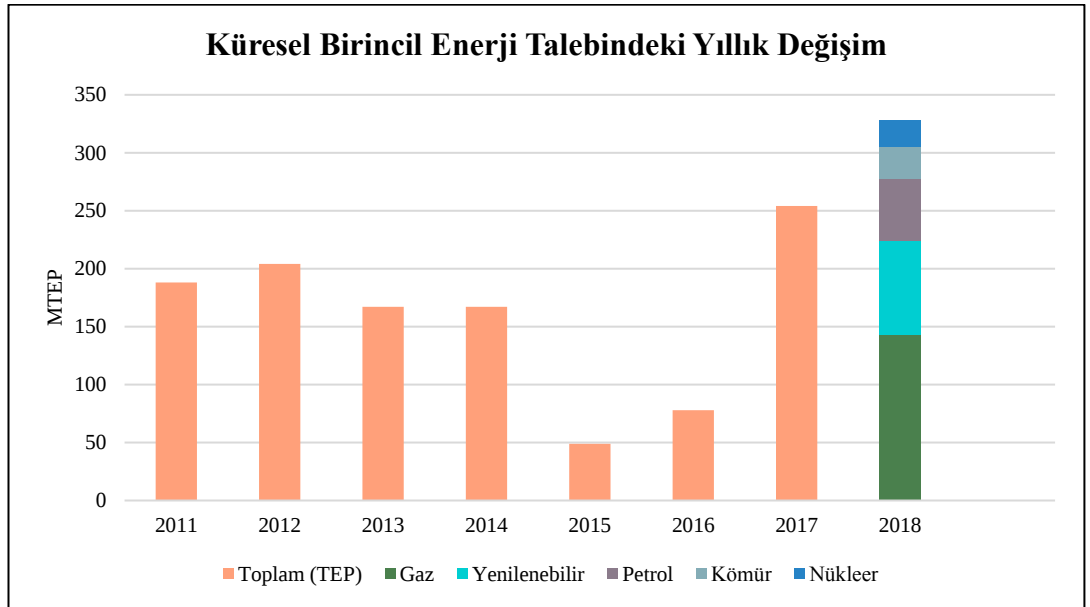
Japonya’da enerji tüketimini kontrol etmek için “Enerji Tasarruf Günü”, “Enerji Tasarruf Ayı” ve “Enerji Tasarruf Kontrol Günü” faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Diğer ülkelerde de bu ve buna benzer faaliyetler ile enerji tasarrufunun halk tarafından benimsenmesi sağlanmaktadır.

Dünyada bölgeler bazında enerji tüketimi sekiz kalemde incelenmiştir. Avrupa, Bağımsız Devletler Topluluğu, Kuzey Amerika, Latin Amerika, Asya, Pasifik, Afrika ve Orta Doğu bölgelerindeki yıl bazında enerji tüketimleri TEP cinsinden olmak üzere Şekil 1.3’te gösterilmiştir [3].



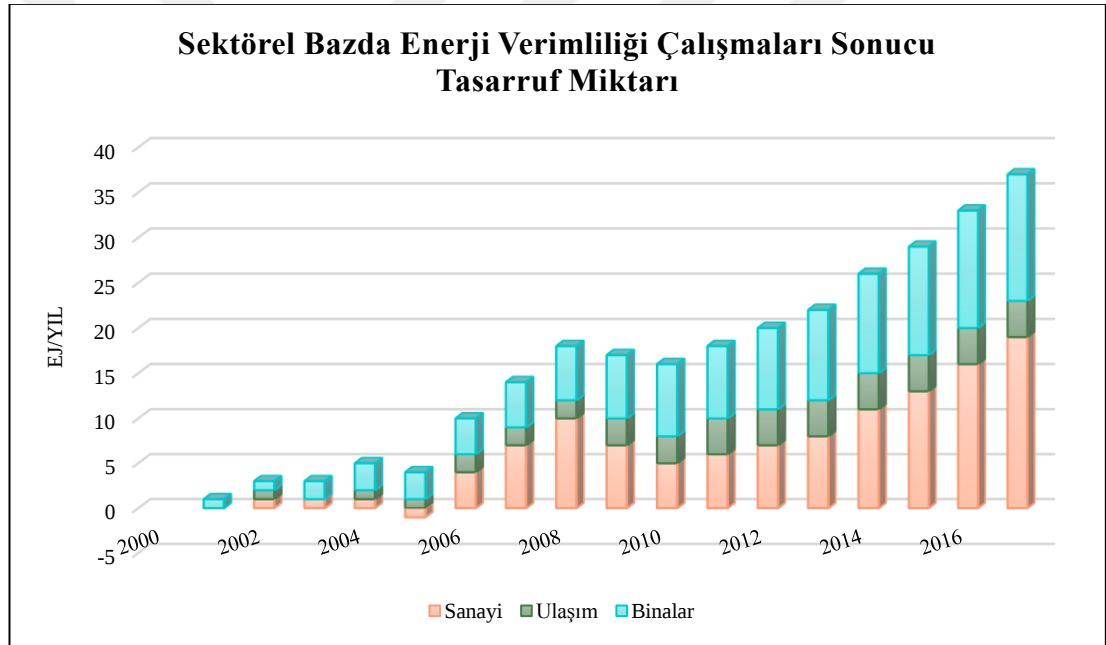
Şekil 1.3. Dünyada bölgeler bazında toplam enerji tüketimleri [3]

Grafikten görüldüğü üzere enerji tüketiminde en büyük paya Asya kıtası sahiptir. Dünya'daki enerji tüketiminde en büyük paya sahip ülkenin Çin olması, Asya kıtasının ortalama enerji tüketimini artırmaktadır. Dünyada enerji talebindeki artış, enerji kaynaklarının önemini bu veriler doğrultusunda bir kez daha karşımıza çıkarmaktadır.



Şekil 1.4. Küresel birincil enerji talebindeki yıllık değişim [2]

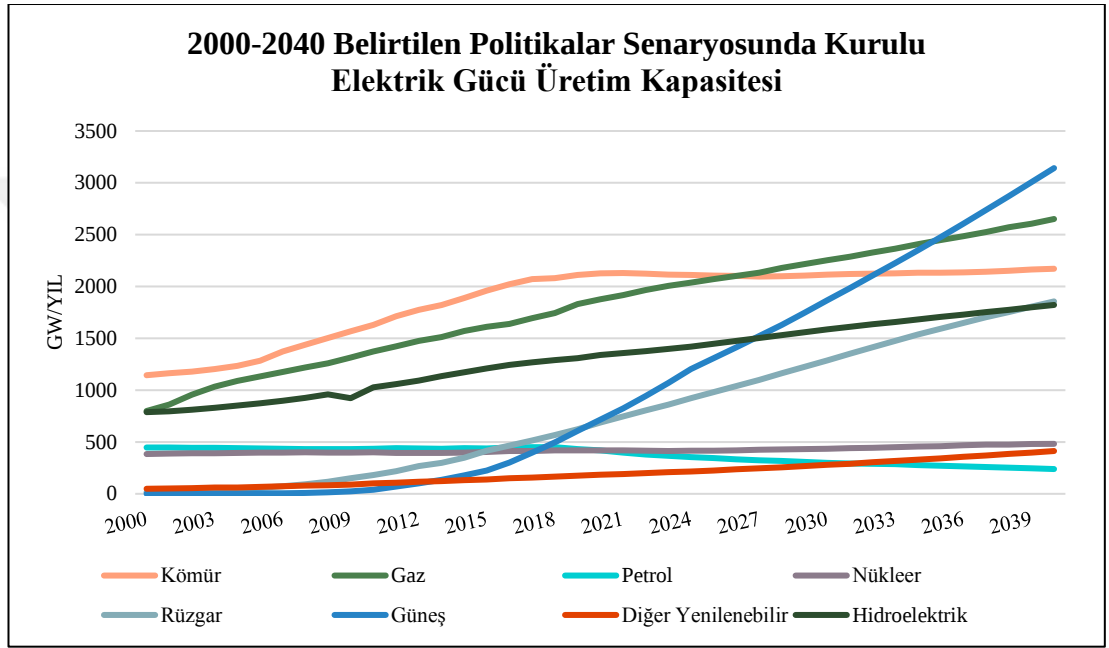
Şekil 1.4’te küresel birincil enerji talebinde yıllık değişim görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı çalışmalarına göre toplam birincil enerji talebinde 2018 yılı sonunda; petrol 54 MTEP (Milyon Ton Eşdeğer Petrol), kömür 27 MTEP, doğalgaz 143 MTEP, nükleer 23 MTEP ve yenilenebilir enerji kaynakları 81 MTEP olmak üzere toplam 328 MTEP miktarında artış tespit edilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma planına yönelik veriler incelendiğinde petrol ve kömürün toplam tüketimdeki payı azalırken, doğalgaz, biyoenerji, nükleer, hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının arttığı görülmektedir. Bu plandan çıkarılabilecek en net sonuç kömür ve petrol kaynaklı enerji temini ikame edilerek, enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenmesi amaçlanmaktadır [2].



Şekil 1.5. Sektörel bazda enerji verimliliği çalışmaları sonucu tasarruf miktarı [2]

Şekil 1.5’te görüldüğü gibi 2000 yılından 2017 yılına kadar sanayi, ulaşım ve binalarda gerçekleştirilen verimlilik çalışmaları ile sağlanan enerji tasarruf miktarları incelenmiş ve doğrusal olarak bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Dünyada, 2001 yılında yaklaşık 1 EJ (Exa Joule) olan enerji tasarruf miktarı, 2017 yılında 37 EJ miktarına ulaşmıştır. 2017 yılı enerji tasarruf miktarlarındaki en büyük payın sanayide olduğu görülmüştür. 2017 yılında sanayide yaklaşık 19 EJ olan enerji tasarruf miktarı, binalarda 14 EJ ve ulaşımında 4 EJ seviyesindedir. Bu durum her geçen gün enerji verimliliğine verilen önemin arttığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

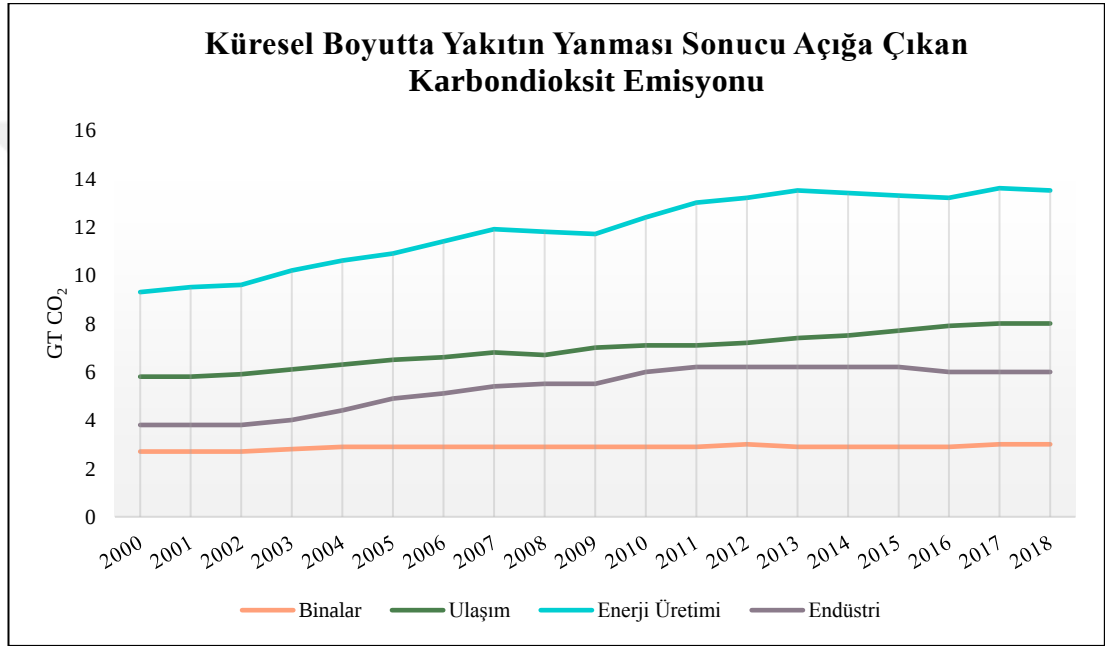
Enerji verimliliği, enerji tüketiminin azaltılmasında kullanılan en yaygın ve en etkin yöntemlerden bir tanesidir. Sanayi toplam giderlerinin en büyük payının enerji maliyetleri olduğu göz önünde bulundurulduğunda, tasarruf edilen enerji miktarının değerini gözler önünde sermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı istatistiklerine göre kalkınma senaryosu ile verimlilik sonucu tasarruf edilebilecek enerji miktarının sürekli artış göstereceği öngörülmektedir.



Şekil 1.6. Belirtilen politikalar senaryosunda elektrik kurulu gücü üretim kapasitesi [2]

Şekil 1.6’da 2018 yılı enerji kaynaklarına göre kurulu güç kıyaslamasında; kömürün 2.079 GW (Giga Watt), doğalgazın 1.745 GW, rüzgarın 566 GW, petrolün 450 GW, nükleerin 419 GW, güneşin 495 GW, hidroelektriğin 1.290 GW, diğer yenilenebilir enerjinin 166 GW olmak üzere toplam 7.210 GW kurulu güce sahip olduğu görülmektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Senaryosuna göre petrol kullanımı azaltılarak, diğer enerji kaynaklarının kurulu gücünün artırılması öngörülmektedir. 2018 yılı referans alındığında, 2040 yılında petrol tüketiminin 211 GW azalacağı ve yaklaşık 239 GW değerine ulaşabileceği düşeceği öngörülmüştür. Kurulu güç artışındaki en büyük pay, güneş ve rüzgar enerjisinde görülmektedir. 2018 yılı referans alındığında, 2040 yılında rüzgar enerjisi kurulu gücünün 1.290 GW artış göstererek 1.850 GW değerine ulaşması planlanmaktadır.

Aynı şekilde 2018 yılı referans alındığında, güneş enerjisinin 2.647 GW artış göstererek, kurulu gücün 3.142 GW olabileceği öngörülmektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Senaryosuna göre diğer enerji kaynaklarına ait kurulu güçteki artış ile toplam kurulu gücün, 2040 yılında 12.776 GW değerine ulaşması söz konusudur. Bu senaryoya göre temel prensip, fosil yakıtlı enerji kaynaklarının kullanımını azaltarak, yenilenebilir enerjinin kullanılabilirliğini artırmak ve çevresel zararın minimum seviyeye ulaşmasını sağlamaktır.

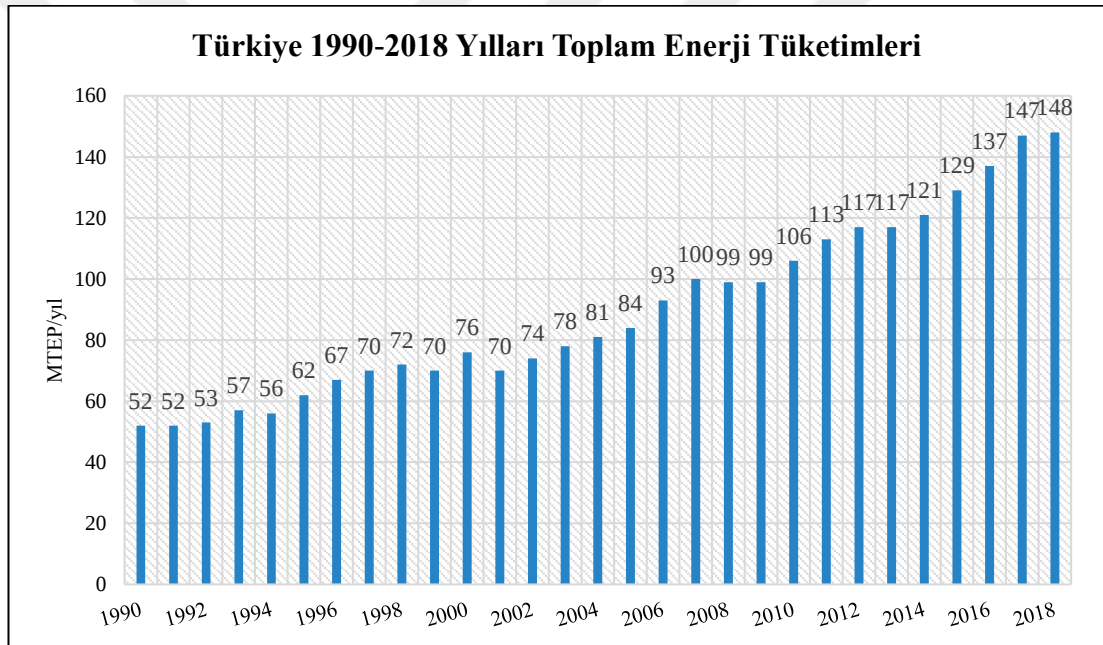


Şekil 1.7. Küresel boyutta yakıtın yanması sonucu açığa çıkan CO₂ emisyonu [2]

Enerji tüketimin artması ile birlikte CO₂ emisyonundaki artış da beklenen bir durumdur. Fakat mevcut fosil kaynaklı enerji kaynaklarının yerini yenilenebilir enerji kaynaklarının alması ile CO₂ emisyon salımı azaltılabilmekte ve çevresel etki en aza indirgenebilmektedir. Şekil 1.7’de görüldüğü gibi 2018 yılı CO₂ emisyon verileri incelenmiş ve bu emisyon miktarlarının binalarda 3 GT (Giga Ton), endüstride 6 GT, enerji üretiminde 13,50 GT ve ulaşımda 8 GT olduğu tespit edilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere, 2000 yılından beri CO₂ emisyonlardaki en büyük payın enerji üretimi sektöründe olduğu sonucuna varılmıştır. Enerji üretimi sektöründen sonra en büyük payın sırasıyla ulaşım, endüstri ve binalar olduğu görülmüştür.

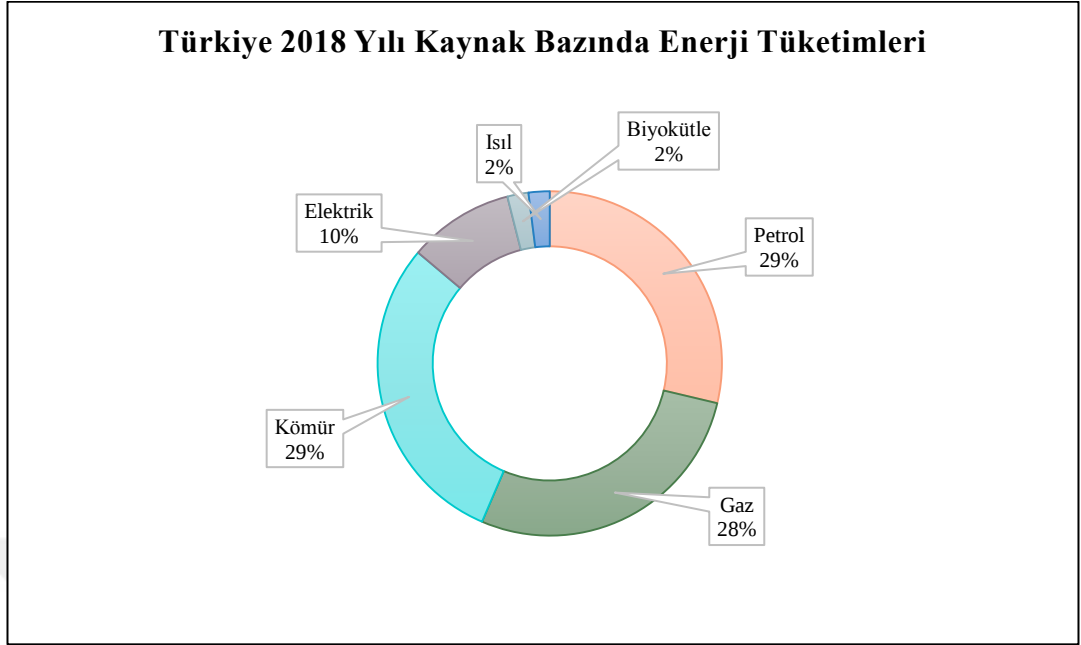
1.2. Enerjinin Türkiye’deki Önemi

Türkiye, 2018 yılı itibariyle dünyanın 13. büyük ekonomisi haline gelmiştir. Türkiye’de enerji, sürekli gelişmenin ve büyümenin en önemli parametresinden biridir. Ülkemizin jeopolitik konumunun enerji transferinde önem taşıdığı bilinmektedir. Türkiye; Mavi Akım, Hazar-Türkiye-Avrupa doğalgaz boru hattı, Bakü-Tiflis-Erzurum Doğalgaz boru hattı ve gaz ringi gibi önemli güzergâhların kesiştiği noktada bulunmaktadır. Türkiye, 2018 yılı itibariyle toplam 148 MTEP enerji tüketimi ile Avrupa kıtası toplam enerji tüketiminin %8’ini oluşturmaktadır [3]. Şekil 1.8’de Türkiye 1990-2018 yılları toplam enerji tüketim verileri gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Türkiye 1990 - 2018 yılları toplam enerji tüketimleri [3]

Türkiye’nin 1990 yılından 2018 yılına kadar enerji tüketimindeki toplam enerji grafiği incelenmiştir. Grafik incelendiğinde; Türkiye’de enerji tüketimlerinin, birkaç yıl dışında genel olarak önceki yıllara göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. 1990 yılında yaklaşık 52 MTEP olan toplam enerji tüketimi, 2017 ve 2018 yılında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. 2018 yılı itibariyle Türkiye’nin toplam enerji tüketimi 148 MTEP değerine ulaşmıştır. Türkiye’nin 2018 yılında enerji kaynağı bazında tüketimleri Şekil 1.9’da gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Türkiye 2018 yılı kaynak bazında enerji tüketimleri

Türkiye’deki enerji tüketimleri kaynak bazında incelendiğinde, petrol ve kömür tüketiminin %29 oran ile ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir. İkinci sırada %28’lik oran ile doğalgaz tüketimi yer almaktadır.

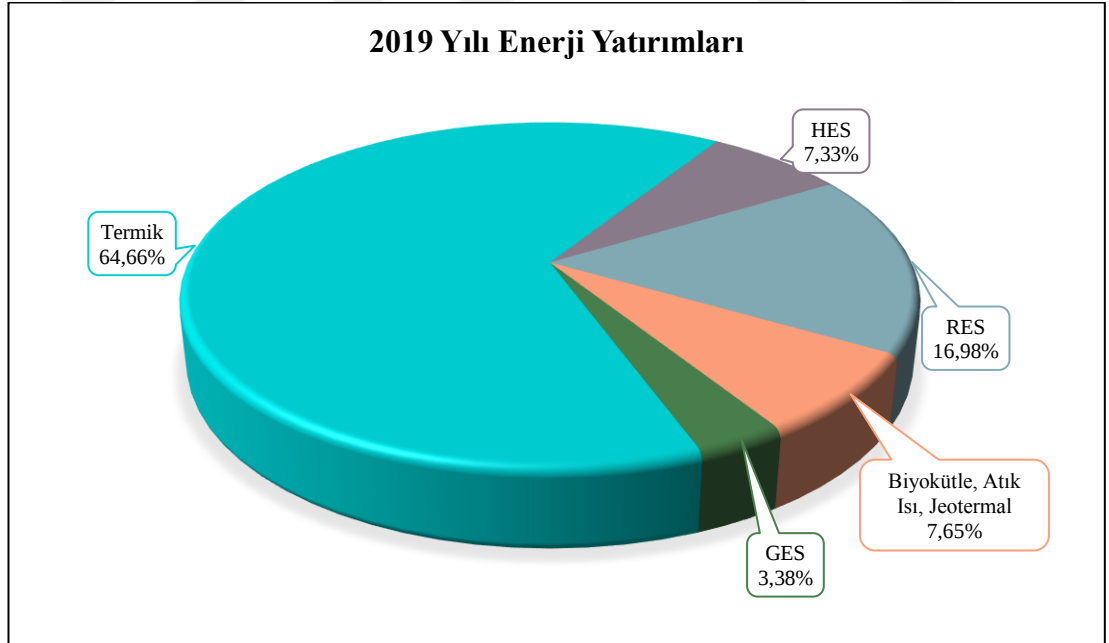
Türkiye, enerji arz güvenliğinin sağlanması adına yatırımlarını artırmaktadır. Enerji arz güvenliğinde kaynak çeşitliliğinin sağlanması en önemli kriterler arasındadır. Kaynak çeşitliliği hem enerji türünün çeşitliliği, hem de enerji tedarikinin sağlandığı bölge olarak çeşitliliği ifade etmekte ve bu kapsamda arz güvenliğinin sağlanması gerekmektedir.

Enerji tüketiminde arzın sağlanabilmesi için ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)’nin 2019 yılı için stratejik planında ele aldığı hususlar arasında;

- ◆ Doğalgaz gaz depolama ve üretim kapasitesinin artırılması,
- ◆ Enerji kesintilerine yönelik acil durum planlarının yapılması,
- ◆ Kömür kaynağının enerji üretim yatırımlarına dönüştürülmesi,
- ◆ Yerli kömürden elektrik üretiminin payının artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması, nükleer kaynakların enerji üretimine dahil edilmesi,
- ◆ Uranyum ve toryum kaynaklarının aranması,

- ◆ Puant talebin düşmesine yönelik piyasa bazlı katılım,
- ◆ Kayıp kaçak oranının azaltılması, yerinde üretimin yaygınlaştırılması,
- ◆ Enerji verimliliği teşviklerinin artırılması,
- ◆ Kamuoyu farkındalığının geliştirilmesi,
- ◆ Yatırım teşvikleri için alternatif finansman modellerinin geliştirilmesi gibi hedefleri bulunmaktadır.

Enerji arz güvenliğinin sağlanması için en büyük adım enerji ile ilgili yapılan yatırımlardır. Türkiye’de 2019 yılında yapılan enerji yatırımlarının büyük bir (%64,66) payı termik santrallere aittir. Enerji yatırımlarının geri kalan bölümünü ise (%35,34) yenilenebilir enerji kaynakları oluşturulmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları için yapılan yatırımlar incelendiğinde; %16,98 pay ile rüzgar enerji santralleri yatırımlarını, %7,65 pay ile biyokütle, atık ısı ve jeotermal yatırımlarının, %7,33 pay ile hidroelektrik santraller yatırımlarının ve %3,38’lik pay ile güneş enerji santralleri yatırımlarının takip ettiği görülmüştür. Şekil 1.10’da Türkiye’de 2019 yılında yapılan enerji yatırımları görülmektedir.



Şekil 1.10. Türkiye’de yapılan 2019 yılı enerji yatırımları [4]

Türkiye 2019 yılı enerji yatırımlarının yakıt türü bazında incelenmesi ve kurulu güç bilgileri Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1. 2019 yılı enerji yatırımlarının yakıt türleri ve kurulu güçleri

Yakıt Türü	Kurulu Gücü
	MW (Mega Watt)
Atık Isı	9,00
Doğalgaz	897,62
Biyokütle (Çöp Gazı)	12,66
Biyokütle (Hayv./Bitkisel Atık)	5,57
Biyokütle (Hayvansal Atık)	4,50
Biyokütle	21,00
GES (Güneş Enerji Santrali)	75,83
HES (Hidroelektrik Enerji Santrali)	164,65
İthal Kömür	40,00
Jeotermal	119,12
RES (Rüzgar Enerjisi Santrali)	381,33
Yerli Kömür	514,00
Toplam:	2.245,28

Yakıt türleri ve kurulu güçleri incelendiğinde, ilk sırada doğalgaz kaynaklı yatırımların yapıldığı ve bu yatırımların kömür gibi fosil yakıtlarla desteklendiği tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji kapsamında ise en büyük yatırım rüzgar enerji santralleri için yapıldığı görülmüştür.

1.3. Enerji Verimliliğinin Önemi

Enerji ihtiyacının her geçen gün artması, enerji verimliliği kavramını önemli bir boyuta taşımıştır. Enerji verimliliği, enerjinin üretimi ve atık aşamasına kadar yaşam döngüsündeki tüm aşamaları kapsayan çalışmalardır. Bu nedenle üretilen enerji ile daha fazla iş yapabilme yönünde gerçekleştirilen faaliyetler değer kazanmaktadır. Atık ısı, atık gaz ve diğer kayıpların minimum düzeyde tutulması ile ilgili stratejiler geliştirilmektedir [5].

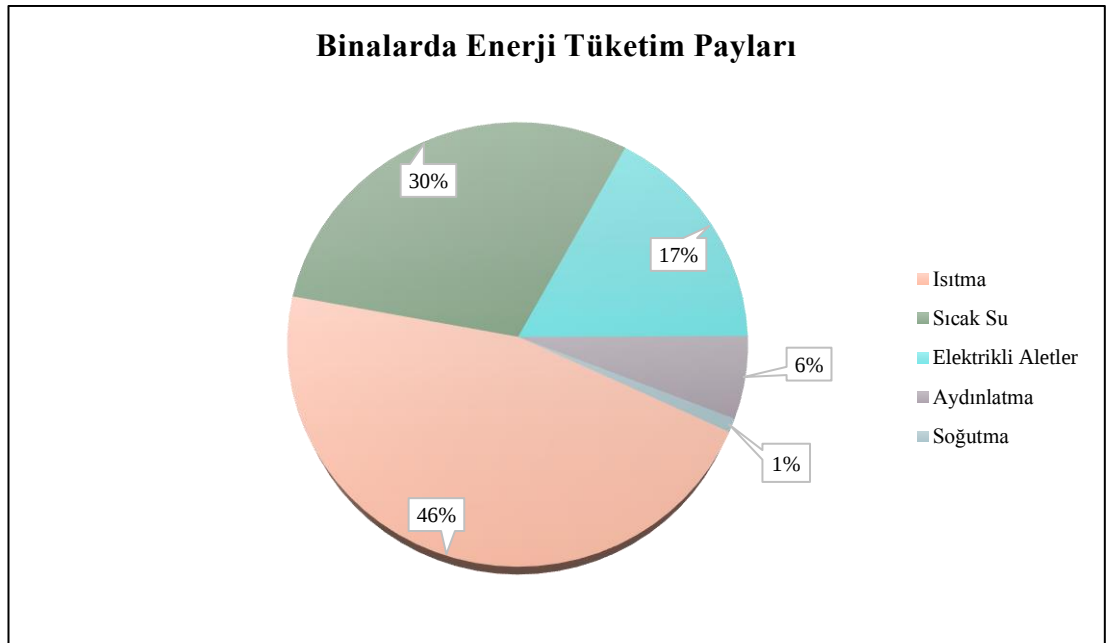
Enerji verimliliği adına çalışmalar gerçekleştirirken enerji yoğunluğunun yüksek olduğu alanları belirlenmekte ve bu alanları iyileştirme yönünde politikalar izlenmektedir.

Özyurt ve Karabalık yaptığı çalışmada ana sektörler bazında enerji tüketimi ve bu sektörlerde yapılabilecek iyileştirmeler ile tasarruf potansiyellerini Tablo 1.2’de belirlemiştir [6].

Tablo 1.2. Sektörler bazında enerji tüketimi ve enerji tasarruf potansiyeli

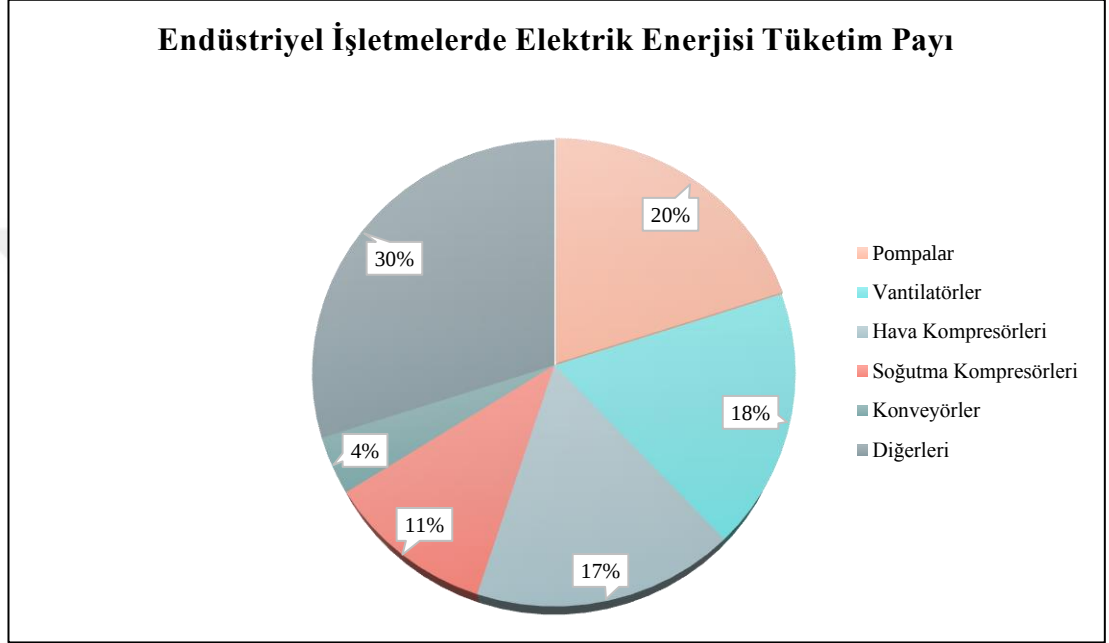
Sektör	Toplam Tüketimdeki Pay	Tasarruf Potansiyeli
Sanayi	39%	%20-%25
Binalar	30%	%30-%50
Ulaşım	21%	%15-%20
Tarım	5%	-
Enerji dışı	5%	-

Sektörel bazda enerji tasarruf potansiyelleri incelendiğinde en büyük payın binalara ait olduğu görülmektedir. Binalarda enerji verimliliği odaklarının belirlenmesi ile enerji tüketimi azaltılabilmekte ve kayıplar minimum düzeyde tutulabilmektedir. Binalarda, HVAC (Heating Ventilating and Air Conditioning) ve aydınlatmada kontrolün sağlanması sonucu %30 oranında tasarruf sağlayabilmek mümkündür. Binalarda enerji tüketim payları Şekil 1.11’de verilmiştir.



Şekil 1.11. Binalarda enerji tüketim payları

Sanayide tüketilen elektrik enerjisinin %70'ten fazlasının elektrik motorlarına ait olduğu bilinmektedir. Elektrik motorlarının ise %65'lik payı akışkan kontrolünde kullanılmaktadır. Fanlar, pompalar ve basınçlı hava sisteminde endüstriyel tesislerde elektrik tüketiminde önemli paya sahip alanlardır. Endüstriyel işletmelerde elektrik enerjisi tüketim payı Şekil 1.12'de verilmiştir.



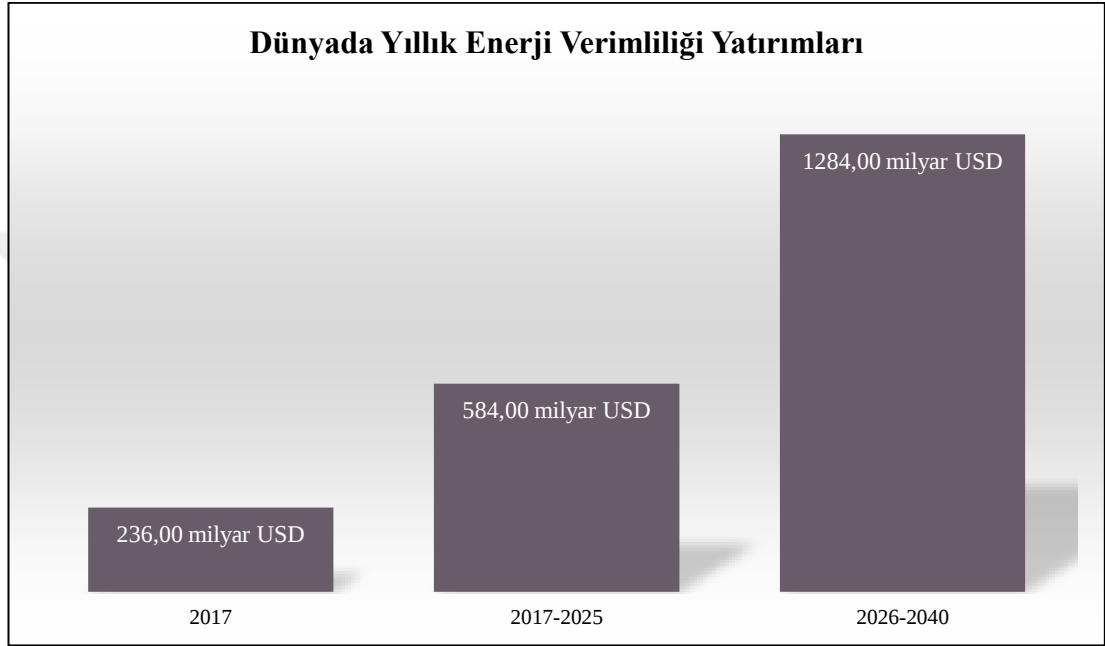
Şekil 1.12. Endüstriyel işletmelerde elektrik enerjisi tüketim payı [7]

Fan ve pompalarda sürücü ile hız kontrolü, fan ve pompa hatlarındaki direncin minimize edilmesi, basınçlı hava sistemindeki revizyonlar, atık ısı geri kazanım sistemleri, klima santrallerinde verimli ürünlerin kullanılması vb. uygulamalar ile enerji tüketiminden tasarruf edebilmek mümkündür. Enerji verimliliği projeleri geliştirilirken tüketim paylarını ve tasarruf odaklarını göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

1.4. Sanayide Enerji Verimliliğinin Önemi

Dünya'da enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar 1973-1979 yılları arasında gerçekleşen petrol krizi ile aktifleşmiştir. Petrol krizi sonrası ülkeler, ekonomik olarak büyümek fakat enerji için ayrılan bütçeyi de kısmak istemiştir.

Sosyal kalkınma, üretim miktarı ve konfordan ödün vermeden enerji tüketimini en aza indirmek, enerji verimliliği çalışmaları ile gerçekleştirilebilmektedir. Hem dünyada hem de Türkiye’de yürürlüğe giren enerji verimliliği kanunları ile bu kültürün oluşturulması ve teşvikler ile enerji verimliliğine bakış açısı kazandırılması amaçlanmıştır.



Şekil 1.13. Dünya’da yıllık enerji verimliliği yatırımları [2]

Şekil 1.13’te görüldüğü üzere Uluslararası Enerji Ajansı’nın verilerine göre, dünyada enerji verimliliğinin artırılması için yapılan yatırımlar her geçen gün artış göstermektedir.

2017 yılında 236 milyar USD (United States Dollar) miktarında olan enerji verimliliği yatırımlarının, 2025 yılına kadar ortalama 584 milyar USD olacağı öngörülmektedir. 2040 yılına kadar yıllık ortalama enerji verimliliği için yapılan yatırım giderlerinin 1.284 milyar USD olacağı ise diğer öngörüler arasındadır.

Türkiye’de enerji verimliliği çalışmalarının desteklenmesi, ağırlıklı olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın teşvik politikalarıyla sağlanmaktadır. ETKB’nin stratejik planları arasında enerji verimliliği çalışmaları da yer almaktadır.

Türkiye’de enerji verimliliği uygulamalarının aktif hale gelmesi ve bu konuda önemli girişimlerde bulunulması için yayımlanan bazı yasal şartlar bulunmaktadır. Enerji Verimliliği Kanunu, Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik, Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ve Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği’nde belirtilen yasal zorunluluklarla tebliğde bulunulmuştur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan Sanayide Enerji Verimli Teknolojiler çalışması, sektörel bazda enerji verimliliğine yönelik teknolojik gelişmeleri, enerji verimliliğine yönelik bazı önlemleri ve gerçekleştirilen verimlilik artırıcı projeleri sunmuştur. Türkiye’de sektörel bazda teşvik politikaları ile gerçekleştirilen örnek verimlilik artırıcı projeler Tablo 1.3’te verilmiştir.

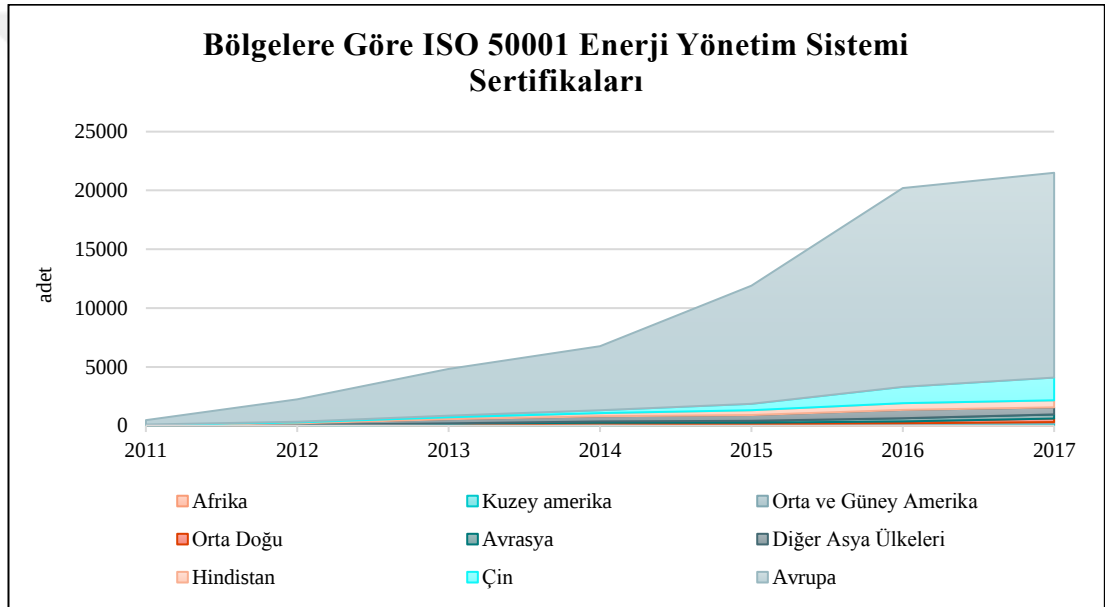
Tablo 1.3. Türkiye’de sektörel bazda teşvik politikaları ile gerçekleştirilen örnek verimlilik artırıcı projeler [8]

Tekstil Sektörü	Ağaç Sanayi Sektörü
◆ Büküm makinelerinin daha verimliliği ile değişimi sonucu enerji verimliliğinin sağlanması ◆ Klima nemlendirme pompalarında değişken hız sürücü uygulaması ◆ Ramöz bacası atık ısı geri kazanımı, kondensat kaçaklarının önlenmesi ◆ Kızgın yağlı ramöz makinelerinin brülörlü sisteme geçirilmesi vb. projelerdir.	◆ Fırın atık ısısının bir hat ile taşınarak havalı ayırıcıların girişine verilmesi ◆ Değirmen toz emiş fanlarının yüksek verimliliği ile değiştirilmesi ve hat revizyonu yapılması ◆ Kızgın yağ ve buhar hatlarında ısı ceketli uygulamasının sağlanması vb. projelerdir.
Demir-Çelik Sektörü	Gıda Sektöründe
◆ Hurda transfer sistemine revizyon yapılması ◆ Enerji tesisine ait fanlarda motor ve değişken hız sürücü uygulaması ◆ Hava temizleme fanlarında değişken hız sürücü uygulaması vb. projelerdir.	◆ Atık ısı enerjisinden sıcak su üretiminin sağlanması ◆ Amonyak soğutma sisteminde atık ısı geri kazanım sisteminin kurulması ◆ Isı pompasının kullanımı ◆ Nişasta kurutucularında ön ısıtmanın sağlanması vb. projelerdir.

1.5. Enerji Yönetimi

Enerji Yönetim Sistemi; ürün kalitesinden, güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakarlık etmeden ve üretim miktarını azaltmadan enerjinin verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş sistematik bir çalışmadır. Enerji Yönetim Sistemi sürekli iyileştirmeyi esas alan bir yönetim sistemidir. Sistemin organize bir çalışma ile yürütülmesi ile herkeste kültür oluşturulması hedeflenmiştir.

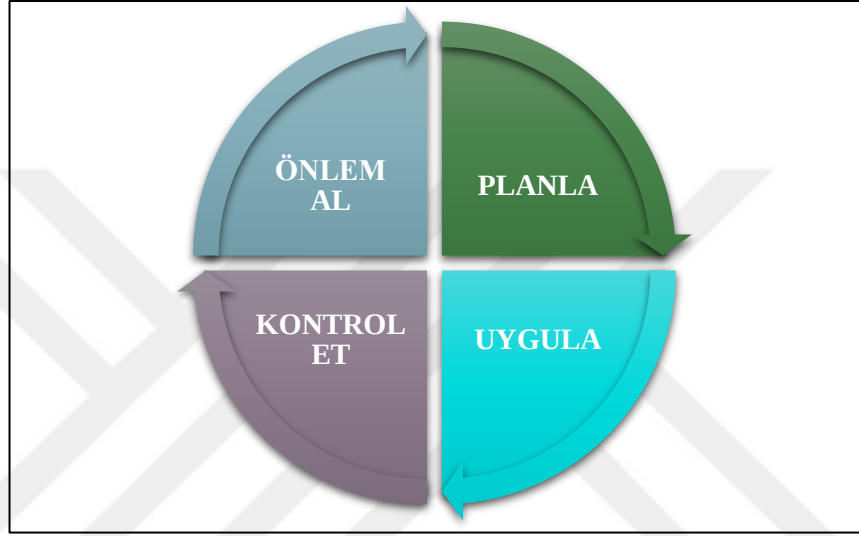
Endüstriyel işletmelere, ticari binalara, hizmet ve kamu binalarına Enerji Yönetim Sistemi kurulabilmektedir. Uluslararası Standart Kurumu (ISO), Enerji Yönetim Sistemi'ni standardize etmek için teknik ve idari üyelerden oluşan bir komite belirleyerek enerji verimliliğini artırmayı, tüketimi ve enerji giderlerini azaltmayı hedeflemiştir. Enerji Yönetim Sistemi EN (European Norm) 16001 standardında genel olarak ele alınmıştır. 2010 yılının sonunda çıkan TS EN ISO 50001 (Türk Standardı) Enerji Yönetim Sistemi standardı olarak önem taşımaktadır. Standart 2018 yılında Yüksek Seviye Yapıya (High Level Structure-Annex SL) çıkartılarak diğer yönetim sistemleri ile ortak bir çatı altında toplanmıştır.



Şekil 1.14. Bölgelere göre ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi sertifikaları

Şekil 1.14'te verilen ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi sertifikasına sahip bölgeler incelendiğinde geçmişten günümüze Avrupa ülkelerinde Enerji Yönetim Sistemi kültürünün oturmuş olduğu görülmektedir. Çin'de ise ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi'ne verilen önemin artış göstermekte olduğu tespit edilmiştir. 2017 yılı itibarıyla Avrupa'da 17.402 adet, Çin'de 1.942 adet, Hindistan'da 608 adet, Diğer Asya Ülkeleri'nde 601 adet, Avrasya'da 334 adet, Orta Doğu'da 294 adet, Orta ve Güney Amerika'da 132 adet, Kuzey Amerika'da 127 adet ve Afrika'da 61 adet ISO 50001 sertifikası bulunmaktadır. Bu grafik Enerji Yönetim Sistemi bilincinin her geçen gün arttığının bir göstergesidir.

Enerji Yönetim Sistemi, TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Standardı Kullanım Kılavuzu referans alınarak kurulmakta ve ilgili hususların sürekliliği sağlanmaktadır. TS EN ISO 50001 Standardında belirtilen maddeler PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al) döngüsüne dayanmaktadır. Yüksek seviye yapı kapsamında, standartta belirtilen aşamaların uygulanması sonucu döngü tamamlanmaktadır. PUKÖ döngüsü Şekil 1.15’te verilmiştir [9].



Şekil 1.15. PUKÖ döngüsü-sürekli iyileştirme

Sürekli iyileştirmeyi sağlamak için PUKÖ döngüsü adımları şu şekildedir;

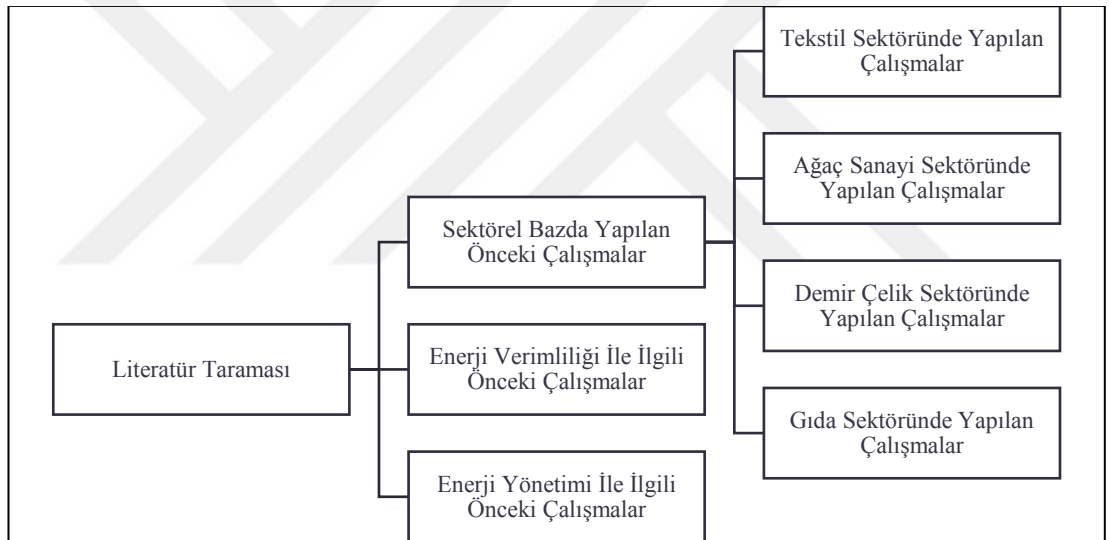
- ◆ Kuruluşun Bağlamı
- ◆ Liderlik
- ◆ Planlama
- ◆ Destek
- ◆ Operasyon
- ◆ Performans Değerlendirme
- ◆ İyileştirme

Döngüyü oluşturan faktörler incelendiğinde sistemin insandan, teknik altyapıdan ve yönetimin liderliğinden bağımsız oluşturulamayacağını, bunların sistem için anahtar unsurlar olduğunu görmekteyiz.

Enerji Yönetim Sistemi, kuruluşun enerji tüketiminin azaltılmasında, değişken enerji fiyatlarından daha az etkilenmede ve böylelikle enerji maliyetlerinin düşürülmesinde oldukça önemlidir. Enerji Yönetim Sistemi kurulması ve bu sistemin harici bir kuruluş ile belgelendirilmesi, kurumsal imajın oluşturulmasında önem taşımaktadır.

1.6. Literatür Taraması

Literatür taraması bölümünde, önceki yıllarda enerji yönetimi ve enerji verimliliği projeleri ile ilgili yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda çıkan bulgularla, önceki çalışmaların güçlendirilmesi ve bu çalışmalarda bulunan boşlukların tamamlanması amaçlanmıştır. Literatür taraması yöntemi Şekil 1.16’da verilmiştir.



Şekil 1.16. Literatür taraması gerçekleştirilirken izlenen yol

1.6.1. Enerji verimliliği ile ilgili önceki çalışmalar

Yavaş, çalışmasında Konya’da faaliyet gösteren işletmelerin enerji verimliliği çalışmaları adı altında istihdam oranları, faaliyet gösterdikleri süre, lisanslandırma faaliyetleri, enerji üretiminde bulunma oranı, harcanan enerji-maliyet oranı, yatırım çalışmalarındaki artış ve ödül sistemi vb. parametrelere yönelik anket hazırlamıştır. Anket sonucunda Konya’da faaliyet gösteren işletmelerin, enerjinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi amacıyla belirttiği parametrelere yönelik inceleme gerçekleştirmiştir. [10]

Cin, Enerji Verimliliği Yükümlülük Sistemleri üzerine incelemeler yapmıştır. Anket çalışması doğrultusunda Türkiye EVYS (Enerji Verimliliği Yükümlülük Sistemleri)'si üzerine bir sistem önerisi geliştirmiştir. Cin, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı sorumluluğunda, bir enerji ajansı yöneticiliğinde, enerji tedarikçi ve dağıtıcıların katılımcılığında, sisteme sertifika ticareti getirildiğinde ve finansal olarak destek sağlandığında, Türkiye'nin başarılı olabileceği sonucuna varmıştır [11].

Engin, çalışmasında enerji verimliliğine yönelik gerçekleştirilen projeleri incelemiştir. Parametrik olmayan yöntemlerden biri olan Veri Zarflama Analizini kullanarak 34 sanayi kuruluşu üzerinde enerji verimliliği projeleri etkinlik analizi gerçekleştirmiştir. Sanayi kuruluşlarının bu projeler ile toplam 33.160 TEP (Ton Eşdeğer Petrol) enerji tasarrufu sağladığını ve 175.486 ton karbon emisyonunu azalttığını tespit etmiştir. Bu çalışma ile varılan sonuç, sanayi kuruluşlarının toplam enerji tasarrufu oranının %10, enerji etkinlik skorunun %65 olduğudur [12].

Bayraktar, çalışmasında bir entegre demir çelik fabrikasında yüksek fırınlar ve kok fabrikalarına besleme yapan soğutma sistemi pompalarını incelemiştir. İnceleme sonucunda; dikey milli santrifüj pompaların yatay milli santrifüj pompalar ile değiştirilmesi sonucu enerji tüketiminden %20 oranında tasarruf edilebileceğini öngörmüştür. Ayrıca mevcut dikey santrifüj pompaların kapasitelerinin incelenmesi ve pompaları tahrik eden elektrik motorlarının daha verimli motorlar ile değiştirilmesi sonucu %20 enerji tasarruf edilebileceğini görmüştür. Pompa iç yüzeyinin sürtünme katsayısı oldukça düşük olan seramik malzeme ile kaplanması sonucu sürtünmenin en aza indirgenmesi ile %6-8 oranında enerji tasarrufu edilebileceği sonucuna ulaşmıştır [13].

Yalçınkaya, tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için enerji tasarrufu odaklarını belirlemiştir. Kazan veriminin artırılması, izolasyon kayıplarının önlenmesi, degazör ısıtılması ve elektrik motorlarının daha verimli motorlar ile değişimi projeleri sonucu 517,68 TEP/yıl miktarında enerji tasarrufu sağlanabileceği sonucuna varmıştır [14].

Değirmen, çalışmasında enerji verimliliğinde altı sigma metodolojisini incelemiştir. Tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol aşamaları ile istatistiksel teknik tanımlaması yapmıştır. Endüstriyel döner tip kurutucu sisteminde altı sigma araçları kullanılarak enerji verimliliğinde %17,70 oranında bir iyileştirme yapıldığını görmüştür [15].

Karadaş, çalışmasında pompalarda enerji verimliliğine etki edebilecek odakları tespit etmiştir. Ayrıca ömür boyu maliyet analizi ile değerlendirmeler yapmıştır. Ömür boyu maliyet analizi sonucu en büyük paya sahip parametrelerden birinin de enerji maliyeti olduğunu görmüştür. Bu nedenle ömür boyu maliyet analizi parametrelerinin her birinin çok önemli olduğu ve tam bir verimlilik sağlamak için ömür boyu maliyet analizi kalemlerinin tek tek değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varmıştır [16].

Toygarlar, çalışmasında bir jant fabrikasının tüm bölümlerinde incelemeler yapmıştır. İşletmede tespit edilen enerji verimliliği odaklarının hayata geçirilmesi sonucu elektrik tüketiminden 32,11 TEP, LNG (Liquid Natural Gas) tüketiminden 21,42 TEP olmak üzere toplamda 53,53 TEP enerji tasarrufu elde edilebileceğini görmüştür [17].

Turhan, çalışmasında yüksek fırın gazı, kok gazı ve kömür yakıtlı bir buhar kazanının verimi üzerinde incelemeler yapmıştır. Verimi %85,30 olan bir kazanın, fazla hava miktarının azaltılması sonucu toplamda 1.801,70 kW (Kilo Watt) birim enerji tasarrufu sağlanabildiği tespit edilmiştir. Tasarruf sonrası kazan veriminin %87,60 değerine ulaştığı görülmüştür [18].

Daloğlu, çimento sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için verimlilik potansiyellerini ve her potansiyele yönelik fizibilite çalışmalarını vermiştir. Çalışma sonucunda, enerji verimliliğini sağlama ve emisyon modelleri ile, daha verimli nakil sistemlerinin kullanılması, bilyeli değirmen önünde ezici presli ön öğütme sistemi kullanılması, bilyeli değirmenden Horomill'e dönüşüm, yüksek verimli seperatör kullanımı ve değirmenlerin iç yapısının iyileştirilmesi gibi verimlilik odaklarının araştırmasını gerçekleştirmiştir [19].

Haydaroglu, çalışmasında gıda, kağıt ürünleri ve basım, dokuma, giyim eşyası ve deri, içki ve tütün, orman ürünleri ve mobilya, kimya, petrokimya, kömür, kauçuk ve plastik ürünleri, taş ve toprağa dayalı ürünler, metal, metal eşya ve makine teçhizat ve imalat sanayinde enerji verimliliği değerlendirmesini yapmıştır. Çalışmada metal ana sanayi, kağıt sanayi ve taş toprağa dayalı sanayide enerji yoğunluğunun yüksek olduğu sonucuna varmıştır [20].

Hepbaşlı ve arkadaşları yaptığı çalışmada endüstriyel işletmelerde enerji etüdü yapılırken dikkat edilmesi gereken temel girdileri belirtmiştir. Etüt yapılırken ve etüt sonuçları raporlanırken teknik standardın ne olması gerektiği hakkında detaylı açıklamalar yapılmıştır. Çalışmasında, ısı dengliği üzerinde durmuş ve ısı dengliği metodolojisini örnek bir uygulama ile anlatmıştır [21].

1.6.2. Enerji yönetimi ile ilgili önceki çalışmalar

Vítor António da Silva Gonçalves ve Feliz José Mil-Homens dos Santos, çalışmasında ISO 50001:2011 standardının bazı maddelerinde değişiklik önerileri üzerine değerlendirme yapmıştır. Çalışmada, 6 adet değişiklik önerisi derlenmiş ve değişim önerisi 146 uzmanın görüşlerine sunulmuştur. 146 uzman seçiminde, bilimsel makale yayınlamış enerji yönetim uzmanları, belgelendirme firmaları dış denetçileri, Enerji Yönetim Sistemi danışmanları ve yöneticileri hedef popülasyon olarak belirlemiştir. 1. öneri, Enerji Yönetim Sistemi'nin oluşturulması ve kapsamına yönelik sunulan bir iyileştirme. 2. Öneri, kuruluşun teknolojik gelişmelere katılımını teşvik eden bir iyileştirme. 3. Öneri, tasarım projelerinde dikkat edilmesi önerilen parametreleri belirlemeye yönelik geliştirmiştir.

4. Öneri, kuruluştan kaynaklanan çevresel etkiye yönelik geliştirilen bir iyileştirme. 5. Öneri, enerji hedefleri ve amaçları belirlerken tüm değişkenlerin göz önünde bulundurulmasına yönelik bir iyileştirme. Son olarak 6. Öneri ise enerji risklerinin belirlenmesine yönelik bir iyileştirme. Küresel analiz sonucu standardın, %64,40 uyum ve %48,20 öneme sahip iyileştirme temeli olduğu görülmüştür [22].

Üstünsoy, çalışmasında enerji izleme sisteminin, enerji yönetimindeki önemini vurgulamıştır. Enerji Yönetim Sistemi ile enerji tüketimlerinin izlenilmesi sağlanabilmekte ve sistem üzerinden raporlaması yapılabilmektedir. İşletmede bir arıza durumu söz konusu olduğunda, arıza bildiriminde ve sonrası için aksiyon alınmasında etkin rol oynamaktadır. Çalışma sonucunda, enerji izleme sistemi ile anlık müdahalelerin kolaylaştırıldığı ve operasyonel kontrolün sağlanması için anlık müdahalelerin kritik öneme sahip olduğunu görmüştür. Çalışmada, PLC ve (SCADA Supervisory Control And Data Acquisition) sisteminin aktif halde kullanılmasıyla arızanın asgari düzeyde tutulması, enerji tüketim maliyetlerinin fazla olduğu zamanlardan az olduğu zaman aralığına kaydırılması sonucu daha ucuz ve kesintisiz enerji tüketiminin sağlanması amaçlanmıştır [23].

Kıyılmaz, gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için yapılan enerji etüdü çalışmasında enerji verimliliği kapsamında iyileştirme potansiyelleri belirlemiş ve analizlerini gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda iyileştirme potansiyellerinin hayata geçirilmesi ile 1.471.993 kWh/yıl enerji tasarrufunu sağlayabileceğini görmüştür [24].

Met, Kırklareli-Hamitabat Santrali, Zonguldak-Çatalağzı Santrali ve İstanbul-Ambarlı Santrali için enerji tüketimleri ve üretim verileri ile ilgili analizler yapmıştır. Analizleri gerçekleştirirken En Küçük Kareler yöntemi ve Matlab üzerinden regresyon analizi yöntemini kullanmıştır. Çalışma sonucunda, santrallerin enerji hedefinin belirlenmesi için bir metot ortaya koymuş ve üretilere yönelik beklenen enerji tüketim verilerinin hesaplanmasını sağlamıştır [25].

Özbakır, çalışmasında hali hazırda enerji yönetimi uygulaması gerçekleştiren 5 firma ile görüşme sağlamış ve enerji yönetiminin bir endüstriyel işletme için önemini belirtmiştir. Örnek olarak gaz beton şirketinde MS SQL veri tabanı ile veriler kategorize edilerek dağılımları gidermiş ve düzenlemeler yapmıştır. Çalışma sonucunda, veri tabanında düzenlenen teknik girdilerin analizi ile şirketin, birinci aşamada 746.000 USD, ikinci aşamada 56.200 USD ve üçüncü aşamada 132.000 USD tasarruf elde ettiği bulgusuna varmıştır [26].

1.6.3. Sektörel bazda önceki çalışmalar

Çınar, çalışmasında tekstil sektöründe faaliyet gösteren altı farklı işletmeyi ele almıştır. Altı farklı işletme için üretim miktarları ve üretime karşılık gelen enerji tüketimlerini analiz etmiştir. Her bir işletmede birim üretim için enerji tüketimi analiz ederek spesifik enerji tüketimleri ve üretim için gerekli olan kaynak bazlı enerji maliyetlerini ortaya koymuştur. Analiz sonucunda üretim ve enerji tüketimlerinin doğrusal bir ilişki içerisinde olduğunu görmüştür. İşletmelerde en yoğun enerji tüketimine sahip kazanlarda ve yakıt kullanılan diğer makinelerde yanma reaksiyonundaki O₂ (Oksijen) oranının ideal seviyeye düşürülmesi ile tasarruf edilebilecek enerji miktarını hesaplamıştır. Kazanlarda ve yakıt kullanımı olan diğer ekipmanlarda baca gazı analizi ile yanma reaksiyonun girdisi olan O₂ oranının ideal seviyeye düşürülmesi sonucu kazan verimindeki artışı tespit etmiştir. Kazan verimindeki artış doğrultusunda enerji tasarrufunu belirtmiş, böylelikle enerji hedefine ulaşma yolundaki alternatif eylemler ile ilgili çalışmalar yapmıştır [27].

Uçak, kurutma, apre ve fıkse amaçlı kullanılan ramöz makinelerinin hava debisinin minimum seviyeye düşürülmesi suretiyle farklı kumaşlar üzerinde deneyler yapmıştır. Ramöz makinelerinde tüketilen enerji miktarını minimuma indirmek için baca gazı fan motorunun frekansında değişiklik yapmıştır. Baca gazı fan motorunun frekansı düşürülerek ramöz makinesinde kullanılan havanın düşürülmesini amaçlamıştır. Bu çalışmada üretim ve kaliteden ödün vermemek amaçlandığı için frekans belirlerken optimum değeri seçmiştir. Çalışma sonucunda ramöz makinelerinde standart olarak kabul edilen 10.000 m³/h-12.000 m³/h hava debisinin 6.300 m³/h değerine düşürülmesi ile enerji tasarrufu sağlanabileceğini görmüştür [28].

Hasanbeigi ve Price, çalışmalarında tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için enerji verimliliği çalışmalarını incelemiştir. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren 184 işletmede, iplik üretiminde, ıslak işlemede ve sentetik elyaf üretimi işlemlerinde enerji verimliliği ölçümleri ve teknolojilerine yer vermiştir. Çalışmada birçok tekstil sektörü incelenmiş, enerji tasarrufu potansiyellerinin ve teknolojik gelişmelerin önemi vurgulanmıştır [29].

Öztürk, çalışmasında tekstil sektöründe gerçekleştirilen etüt çalışması ile enerji tasarrufu odaklarını araştırmıştır. İzolasyon, kondensat geri dönüş miktarının artırılması, buhar kazanı blöf sularının değerlendirilmesi, flaş buharın değerlendirilmesi, akışkan yataklı kazanların boru değişimi, su tüketimlerinin makine bazında ölçülerek kontrolü ve soğutma sularının geri dönüşünün sağlanması, kostik geri kazanım ünitesinden sıcak su kazanımı, ram makinalarının kızgın yağlı ısıtma sisteminden doğalgazlı ısıtma sistemine dönüşümü, hava kompresörlerinin soğutma havalarının işletmede ısıtma amaçlı kullanımı, hava fanlarında kasnak tadilatı, kojenerasyon buhar kazanları sistem randımanı artırma çalışması ve kostik geri kazanım ünitesi kostik geri kazanımı çalışmaları sonucu tasarruf miktarları hesaplamıştır. Etüt çalışması sonucu tespit edilen 12 adet projenin hayata geçirilmesi ile 3.369 TEP/ yıl enerji tasarrufu sağlanabileceğini öngörmüştür [30].

Gelir, tekstil sektöründe enerjinin en yoğun kullanıldığı ramöz makinelerinde modernizasyon uygulamasının enerji tüketimine etkilerini araştırmıştır. Ramöz makinelerinde ısı geri kazanım sistemi uygulamasıyla yakıt tüketiminin azaltılması hedeflenmiş ve uygulama sonrası havanın kurutma sonrası özellikleri incelenmiştir. Atık ısı geri kazanımı uygulaması, ramöz makinelerinin bacasından atılan sıcak havanın bir eşanjör ile makineye verilen soğuk havanın ısıtılmasında kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Ramöz makinelerine atık ısı geri kazanımı uygulaması ile yakıt tüketiminden %21,60 oranında enerji tasarrufu sağlanmıştır [31].

Selçuk, çalışmasında yonga kurutulması tekniğini incelemiştir. Yonga kurutulması için harcanan ısı enerjisi toplam üretim maliyetinin takribi %30-40'lık payını oluşturmaktadır. Kurutmada kullanılan klima sisteminin devreden çıkarılarak kurutma işleminin, ortam havası ve yanma odasından gelen sıcak gaz ile sağlanması sonucu harcanan enerji miktarının azaldığı görülmüştür [32].

Yıldırım, proses atığı olan ağaç kabukları ve üretim artıklarının yakılması sonucu açığa çıkan enerjinin elektrik üretiminde kullanılması ile tedarik edilen enerjinin maliyet azalışını değerlendirmiştir.

Çalışma sonucunda, ağaç kabuklarının ve üretim artıklarının Organik Rankine Çevrim sistemi ile değerlendirilmesi sonucu enerji tüketiminden tasarruf edilebileceğini ve elde edilen tasarrufun sistem için harcanan yatırım bedelini 1,40 yılda geri ödeyebileceğini görmüştür [33].

Ertem, çalışmasında demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir tesiste enerji tüketimini üretimin ana hatlarına dağıtmıştır. Tesiste en yoğun enerji tüketen bölümlere (%50-60 payın üzerindeki 4 ana üretim alanına) enerji denge analizi uygulamasını yapmıştır. Kok kuru söndürme tesisi atık ısı geri kazanım sistemi ile enerji tüketiminden tasarruf edilebileceği görülmüştür. Tasarruf potansiyellerinin hayata geçirilmesi ile 106.616 TEP/yıl enerji tasarrufu sağlanabileceği tespit edilmiştir [34].

Akbaba, Kardemir Demir Çelik işletmesindeki enerji tasarrufu yöntemlerinden biri olan atık ısı geri kazanımı üzerinde çalışmıştır. Çalışmada, ekserji analizi yapılmış ve EES (Engineering Equation Solver) programı ile sonuçların kontrolleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, ısı geri kazanım sisteminin ısı verimi ve sistemin etkinliği tespit edilmiştir [35].

Yıldız, çalışmasında Slovenské Energetické Strojárne (SES) buhar kazanındaki enerji kayıplarını incelemiştir. Kazandaki ısı ve ekserji kayıpları olmak üzere sırasıyla 4.174,21 kW ve 23.258,28 kW miktarında kayıp tespit etmiştir. Ayrıca tesis genel incelemesi sonucunda verimi en düşük ekipmanın %49,54 ekserji verim ile çalışan buhar kazanı olduğunu görmüştür. Çalışmalar sonucunda, kuvvet santralinde yapılabilecek karşı basınçlı turbo generatör uygulaması ile enerji üretimi gerçekleştirilebileceğini tespit etmiştir [36].

Şenol, çalışmasında demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin kullanılan pompaların verimleri üzerinde durmuştur. Soğutma işlemi için su tesisinde kullanılan pompaların operatör kontrolünde manuel çalıştırılması yerine PLC kullanılarak otomasyon sistemi ile çalıştırılması sağlanmıştır. Bu iyileştirme ile pompa, mevsimsel sıcaklık değişimlerine göre ayarlanmış set değerlerine göre çalıştırılmaktadır.

Pompalara frekans konvertörü uygulaması ile değişken debi ihtiyacı farklı frekanslar ile karşılanmakta, soğutma ihtiyacına göre otomatik belirlenmektedir. Pompaların PLC ve frekans konvertörü ile kontrolü uygulaması sonucu 2.241.000 kWh/yıl enerji tasarrufu sağlanmışır [37].

Üstündağ, gıda sektöründe faaliyet gösteren sekiz proses üzerine çalışmışır. Her proses ürün için tüketilen enerji miktarı belirlenmiş ve prosese göre geri kazanımı sağlanabilecek ısı miktarını hesaplamışır. Çalışma sonucunda gıda sektöründe pişirme, kurutma ve soğutma proseslerinde enerji geri kazanımı potansiyeli bulunduğu belirlenmiştir. Belirlenen enerji tasarruf potansiyellerinin hayata geçirilmesi ile %8 ila %22 oranında tüketimin azaltılabileceği sonucuna varmışır [38].

Güneş, çalışmasında gıda sektöründe kurutma ihtiyacını karşılamak amacıyla toprak kaynaklı ısı pompasının kullanılmasını araştırmışır. Çalışma, makarna üreten bir işletme kapsamında gerçekleştirmişır. Makarna üretim tesisinde döner tambur kurutucuları ve toprak kaynaklı ısı pompalarını karşılaştırmışır. Ön kurutma ünitesinden geçmiş makarna örneklerinin bir tanesi ısı pompası ile kurutulmuş, diğer makarna örneği işletmenin mevcut kurutma sistemi ile kurutulmuştur. Isı pompası ile kurutma işlemi sonucu, ekstrüder çıkışından ve ön kurutucu çıkışından alınan makarna örneklerinin ekserji verimliliği sırasıyla %39,21 ve %21,70, kurutma sistemi ile kurutma işlemi sonucu ekserji verimliliği %2,80 olarak tespit edilmiştir. [39].

Türkoğlu, çalışmasında bir bira fabrikasının arıtma çamurunun ve küспенin yakılması sonucu enerji tüketimini azaltılabileceğini tespit etmişır. Izgaralı ve buhar çevrimli santral ile arıtma çamurunun yakılması (%35 verim) sonucu 449.271 kWh, yakma sistemi ile yakılması (%50 verim) sonucu 641.816,50 kWh enerji ortaya çıkabileceğini tespit etmişır. Küspe yakılması sonucu ızgara ve buhar çevrimli santral ile (%35 verim) 14.945.898 kWh, yakma sistemi ile (%50 verim) 21.351.283 kWh miktarında enerji ortaya çıkabileceğini görmüşır [40].

Öztürk, çalışmasında marul, semizotu, karpuz, tavuk eti ve iceberg gibi gıda ürünlerinin soğutulması için gerekli olan soğutma sistemlerinin karşılaştırmasını yapmışır.

Çalışmada, vakum soğutma, klasik soğutma ve hava üflemeli soğutma arasında hız, enerji ve etki mukayesesi sonucunda vakum soğutma sisteminin hem hızlı, hem daha etkili hem de enerji tüketiminin daha düşük olduğu sonucuna varmıştır [41].

Taner, çalışmasında bir şeker fabrikasının enerji güç santralinde mevcut türbin gücünün artırılması sonucunda enerji ve ekserji kayıplarının azaltılabileceğini görmüştür. Şeker fabrikasının belirli süre boyunca enerji tüketim miktarlarını değerlendirmiş ve enerji yönetim biriminin kurulmasının enerji yönetiminde önemli bir katma değer sağlayacağını görmüştür [42].

Alta, çalışmasında bir mısır prosesinin enerjetik, ekserjetik ve eksergoekonomik bakımdan incelemelerini yapmıştır. Çalışma sonucunda, enerji verimi en düşük olan nokta bireysel hızlı dondurma (%40,17), mısır taneleme bölümünde ise en düşük ekserji (%0,87) olduğunu görmüştür. Motorların daha verimlileri ile değişimi, blanşör buharının geri kazanımının sağlanması ve motorlarda invertör kullanımı projeleri ile iyileştirme yönünde atılacak adımları belirtmiştir [43].

Çevik, çalışmasında gıda işletmesinde faaliyet gösteren bir işletmenin gofret hattında enerji verimliliği odaklarını analiz etmiştir. Etüt sırasında kazan, kazan iletim hattı, soğutma sistemi ve fırınlarda kayıpların yüksek olduğunu görmüştür. Bu çalışma ile, işletmeye sıcak hat ve yüzeylere izolasyon, elektrik motorlarına değişken hız sürücüsü, kazan hava yakıt oranının optimizasyonu, kazan baca gazı enerjisinin bir reküperatör ile geri kazanımı ve aydınlatma değişimi gibi enerji tasarruf odakları ile enerji tüketiminden tasarruf edilebilecek iyileştirme projelerine ulaşmıştır [44].

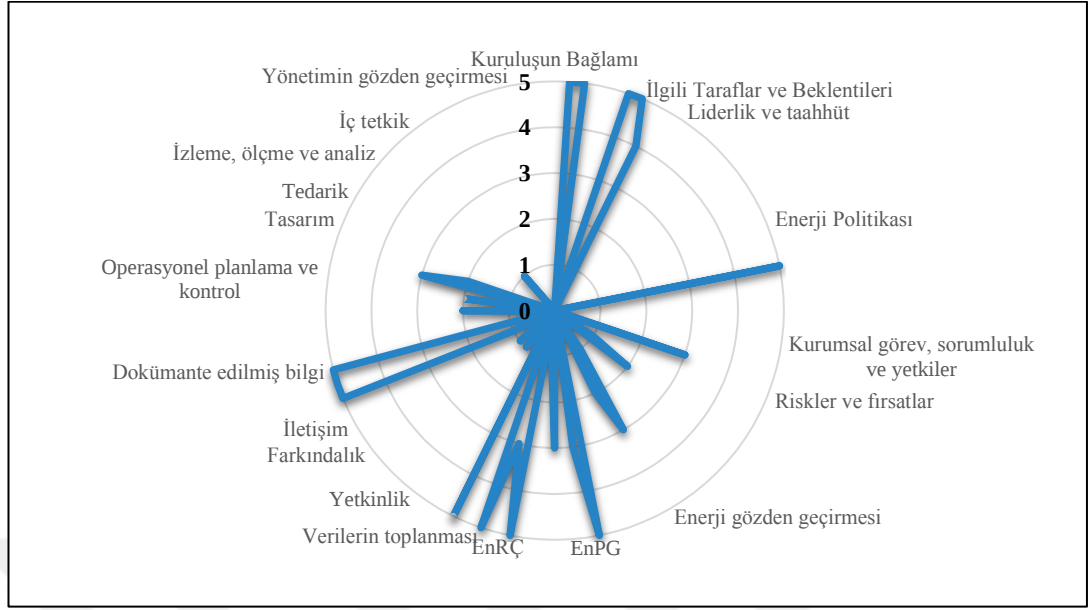
2. BİR KURULUŞA ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULUMU

2.1. Mevcut Durum Değerlendirmesi

Enerji Yönetim Sistemi kurmaya başlanırken kuruluş tarafından gerçekleştirilmesi gereken ilk faaliyet, mevcut durumun değerlendirilmesidir. Kuruluş, mevcut durumu bir takım sorular sorarak değerlendirebilir. Bu sorulardan alınan yanıtlar ile kuruluşun Enerji Yönetim Sistemi seviyesi belirlenmektedir.

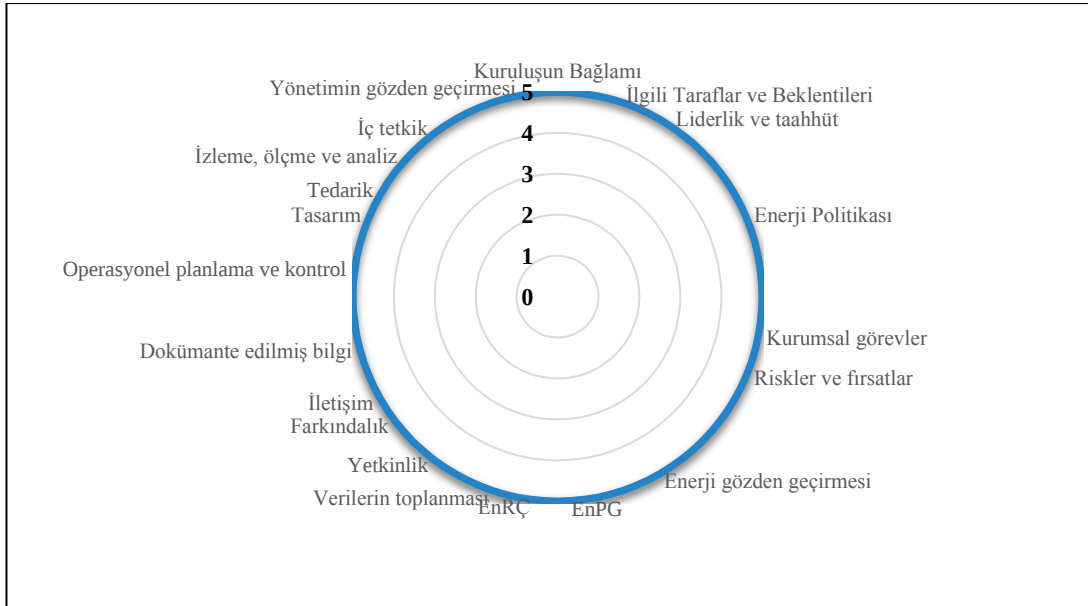
- ◆ Üst yönetimin, enerji verimliliğine yönelik uygulamalardan ve eğitim faaliyetlerinden bilgisi var mı?
- ◆ Kuruluş, ilerleyen süreçte enerji verimliliğini ve doğal kaynaklarının kullanımını artırmaya yönelik hedefler koymayı belirten bir vizyona veya politikaya sahip mi?
- ◆ Enerji Yönetim Sistemi ile ilgili gerçekleştirilen tüm faaliyetler ile doğrudan ilgilenecek personellere görev, yetki ve sorumluluklar tanımlandı mı?
- ◆ Yoğun bir şekilde kullanılan enerji kaynağı ve ekipman gibi enerji tüketimini önemli seviyede etkileyen faktörler belirlendi mi?
- ◆ Enerji performansını somut olarak ortaya koyan göstergeler ve ilerlemeyi kıyaslamak için referans noktaları belirlendi mi?
- ◆ Enerji hedefleri belirlenip, aksiyonlar planlandı mı?
- ◆ Toplantılarla gözden geçirme ve değerlendirme yapılarak, değerlendirme neticesinde belirli kararlar alındı mı?

Kuruluş, bahsi geçen değerlendirmeleri yaparak mevcut durumun fotoğrafını çekmekte, sisteme yönelik özet bir rapor oluşturmaktadır. Bu değerlendirme sonucunda, sistematik bir enerji yönetimi uygulaması için hangi konularda eksiklikler olduğunu ve iyileştirmeye yönelik uygulamaların neler olduğunu belirlemek için bir yol haritası çizilmektedir. Şekil 2.1’de örnek gap analizi ile kuruluşun mevcut durumu verilmiştir.



Şekil 2.1. Gap analizi ile örnek bir kuruluşun mevcut durumu

Şekil 2.1’de görülen radar grafiğinde bir kuruluşa ait mevcut durum analizi puanlama yöntemi ile belirlenmiştir. 5 ile puanlandırılan gereklilik ile ilgili kuruluş tam bir çalışma sergilemektedir. 0 ile puanlandırılan gereklilikler ile ilgili ise hiçbir çalışmanın olmadığı görülmektedir. Kuruluşa, Enerji Yönetim Sistemi’nin tam anlamıyla adapte edilmesi sonrasında tüm maddeler ile ilgili tam puan verilmekte ve radar grafiği hedeflenen seviyeye getirilmektedir. Hedeflenen ideal seviye Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. Enerji Yönetim Sistemi’nin uygulanması ile hedeflenen ideal seviye

Bu analiz, kuruluşun mevcut durumu için çekilmiş bir fotoğraf niteliği taşımaktadır. Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulması için gerekliliklerinin tespiti, zorlayıcı alanlarla ilgili çalışmaları, engellerin ortadan kaldırılmasına yönelik işlemleri ve boşlukların giderilmesi ile ilgili faaliyetleri içermektedir.

2.2. Bağlam, İç ve Dış Hususlar

Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi kapsamında amacını ve stratejik yönünü belirlemek için iç ve dış hususlarını belirlemektedir. İç ve dış hususlar bir kuruluş için üretim, makine, teknoloji, çalışan vb. faktörlerden oluşmaktadır. Kuruluş, hususlarını SWOT- Strengths- Weaknesses- Opportunities- Threats (GZFT- Güçlü Yönler-Zayıf Yönler- Fırsatlar-Tehditler) ve PESTEL (Politic-Economic-Social-Environmental-Legal) analizleri ile gerçekleştirebilmektedir. SWOT analizleri ile kuruluşun güçlü yönü, zayıf yönü, fırsatları ve tehditleri belirtilmekte, risk ve fırsat analizlerinin temel adımları atılabilmektedir. PESTEL analizleri ile dış faktörler tespit edilebilmektedir. Bir kuruluş için SWOT analizi Tablo 2.1'de, PESTEL analizi Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Bir kuruluş için örnek SWOT analizi

İç Hususlar	Üretim	G	Piyasa ihtiyacına göre esnek üretim yapısı
		G	Güçlü ihracat yapısı
	Makine-Teknoloji	G	Dijital dokümantasyon ve planlama sistemlerinin olması
		Z	Ekipman bakım maliyetlerinin yüksek olması
	Finansman	G	Güçlü bir yatırım programının olması
		G	Yasal mevzuat ve standart takibi kabiliyeti
	Yönetim-Arge	G	Üst yönetimin liderlik yapısının ve desteğinin güçlü olması
		G	Öneri ve ödül sisteminin olması
	Enerji	G	Enerji ölçüm ve izleme sisteminin bulunması
		G	ORC geri kazanım tesisi sayesinde buhardan elektrik üretimi
	Ulaşım	Z	Limana uzak olması nedeniyle yüksek taşıma maliyeti
	Çalışan	Z	Mavi yaka grubunda personel değişim oranının fazlalığı
		Z	Tecrübeli beyaz yaka personelinin azlığı

PESTEL analizleri genel kapsamda, kuruluşun dış hususlarını tespit etme amacıyla kullanılan analizlerdir. Bu analiz sonucunda kuruluş, politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, çevresel ve yasal olarak etkilendiği unsurların değerlendirmesini yapmaktadır.

Tablo 2.2. Bir kuruluş için örnek PESTEL analizi

Politik (P)	Doğalgaz tedarik edilen ülkeler ile politik ilişkilerden etkilenilmesi	Devletin üretim politikası
Ekonomik (E)	Yüksek enflasyon	Enerji maliyetlerindeki öngörülemeyen artışlar
Sosyal (S)	Tarımsal çalışmaların yoğun olduğu bölgede olunması	Tüketici sektör alışkanlıklarının değişmesi
Teknolojik (T)	Üretim teknolojisinin olması	Uzaktan izleme sistemi
Çevresel (E)	Deprem bölgesinde yer alması	Hava koşulları
Yasal (L)	Enerji mevzuatlarındaki değişimler	Standart değişimleri

2.3. İlgili Taraflar ve Beklentileri

Kuruluş, iç ve dış olmak üzere bilgi alış verişi içinde olduğu taraflarını ve bu tarafların kuruluştan beklentilerini beyan etmektedir. Paydaş analizi olarak da adlandırılabilen bu bilgiler kuruluşun sorumluluklarını da göstermektedir. İlgili taraflar ve beklentilerine yönelik örnekler Tablo 2.3’te verilmiştir.

Tablo 2.3. İlgili taraflar ve beklentilerine yönelik örnekler

İç Taraflar	Beklentileri
Holding Yönetim Grup Şirketler Çalışanlar	Misyonu ile enerji tüketimine duyarlı bir şirket Çalışanlarda aidiyet duygusu Ortak çıkarlar doğrultusunda hareket etmek Adil ücret politikası, motivasyon, iş-yaşam dengesi
Dış Taraflar	Beklentileri
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı OSB (Organize Sanayi Bölgesi) Yönetimi Belgelendirme Kuruluşu Tedarikçiler	Enerji tüketim bildirimleri, enerji etüdü bildirimleri Sözleşmeye uygun enerji kullanımının sağlanması Firmanın sahip olduğu standarda uyum-belgenin devamı Ödemelerin zamanında ve düzenli yapılması

Kuruluş iç ve dış taraflarının beklentilerini karşılamakla yükümlüdür. Bu beklentilerinin karşılanmaması durumu risklerin doğmasına sebep olabilmektedir. Kuruluş, beklentilerin ve gerekliliklerin karşılanması konusunda hassasiyet göstermekte ve oluşabilecek riskleri azaltma yönünde aksiyon almaktadır. Enerji yönetiminin en önemli gerekliliklerinden bir diğeri ise yasal şartların belirlenmesi ve bu şartlara uyumluluğun sağlanmasıdır. Endüstriyel işletmeler, binalar ve organize sanayi bölgeleri uyulması gereken yasal şartlarını belirlemektedir. Yasal şartları periyodik olarak takip etmekte, güncellemekte ve değişiklikleri kontrol etmektedir. Bülten, gazete, internet gibi kaynaklardan değişiklikler takip edilebilmektedir.

Endüstriyel işletmeler, binalar, enerji üretim santralleri ve organize sanayi bölgelerinin enerji tüketimleri baz alınarak belirlenen yasal gereklilikleri bulunmaktadır. Enerji Yönetim Sistemi kapsamındaki temel yasal gereklilikler Tablo 2.4’te verilmiştir.

Tablo 2.4. Enerji Yönetim Sistemi kapsamındaki temel yasal gereklilikler

Endüstriyel İşletmeler		Binalar		OSB	Elektrik Üretim Santralleri
≥1000 TEP	≥50000 TEP	>500 TEP veya >20.000 m ² Ticari ve hizmet binaları	>250 TEP veya >10.000 m ² Kamu binaları	>50 İşletme	>100 MW Kurulu Güç
Enerji Yöneticisi bulundurulmalı	Enerji Yöneticisi bulundurulmalı	Enerji Yöneticisi bulundurulmalı	Enerji Yöneticisi bulundurulmalı	-	-
Enerji Tüketim Bildirimleri yapılmalı	Enerji Tüketim Bildirimleri yapılmalı	-	-	-	-
Enerji Yönetim Sistemi kurulmalı	Enerji Yönetim Sistemi kurulmalı	Enerji Yönetim Sistemi kurulmalı	Enerji Yönetim Sistemi kurulmalı	Enerji Yönetim Sistemi kurulmalı	Enerji Yönetim Sistemi kurulmalı
Enerji Etüdü yaptırılmalı	Enerji Etüdü yaptırılmalı	Enerji Etüdü yaptırılmalı	Enerji Etüdü yaptırılmalı	-	-
-	Enerji Yönetim Birimi kurulmalı	-	-	Enerji Yönetim Birimi kurulmalı	-

Kuruluşun yasal şartlarını belirlerken, enerji tüketimi ve üretimi, önemli enerji kullanımlarını, enerji kaynakları vb. unsurlar göz önünde bulundurulmaktadır. Kuruluşta bulunan alternatif enerji kaynakları (biyogaz, kojenerasyon, mikrokojenerasyon, güneş enerjisi) takip edilmesi ve uygunluk beyanında bulunması gereken şartları barındırabilmektedir. Yasal şartlar belirlenirken;

- ◆ Yasal gereklilik, resmi gazete numarası, tarihi,
- ◆ Hükümleri ve ilgili maddeleri,
- ◆ Takip edildiği abonelik ve resmi siteleri,
- ◆ Revize edildiği takdirde revizyon tarihi ve konusu,
- ◆ Uygunluk beyanı ve kanıtı,
- ◆ Kontrol periyodu ve kontrol eden sorumlu kişi belirtilmektedir.

Uyulması gereken yasal şartlar belirlenmekte, ilgili maddeler beyan edilmekte ve sorumlu kişi tarafından düzenli olarak gözden geçirilmektedir. Ayrıca yönetim gözden geçirmelerinin temel girdilerinden biri de yasal şartlardır. Bu nedenle, YGG toplantılarında yasal şartlar ve uygunluk durumları da gözden geçirilmektedir.

2.4. Kapsam ve Sınırların Belirlenmesi

Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi'nin etkin olarak işletilebilmesi için kapsamını ve faaliyet sınırlarını belirlemektedir. Kapsam belirlenirken göz önünde bulundurulması gereken unsurlar şu şekildedir;

- ◆ Kuruluşta kullanılan enerji kaynakları,
- ◆ Üretim gerçekleştiren bir kuruluş ise üretim faaliyeti,
- ◆ Kuruluşun faaliyet sınırlarıdır.

Kuruluşta kullanılan enerji kaynakları kapsam dahilinde belirtmektedir. Kuruluş, tükettiği tüm enerji kaynaklarının takibini sağlamaktadır. Üretim gerçekleştiren kuruluş ise; faaliyet alanları, ilgili prosesler ve bölümleri ile birlikte tanımlanmaktadır.

Kuruluş, kapsam dahilinde olan faaliyetlerin fiziksel sınırlarını tanımlamaktadır. Birden fazla işletme ve şube bulunduran kuruluşlar, gerekli görülmesi halinde kapsam ve sınırlar dahilinde ilgili işletme ve şubeleri belirtmektedir. Kuruluşun adres bilgileri kapsam adı altında beyan edilmektedir.

Su, bir enerji kaynağı değildir. Fakat Enerji Yönetim Sistemi kapsamında su, azot ve diğer prosesleri gazlarının da yönetimi tercih edilebilmektedir. Örnek olarak, bir tekstil işletmesinde belirlenen kapsam ve faaliyet sınırları Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5. Bir tekstil işletmesinde belirlenen kapsam ve faaliyet sınırları

Üretim Faaliyeti	İplik, Boyalı İplik, Ham Kumaş, Boyalı Kumaş, Denim Kumaş ve Üretimi
Faaliyet Sınırları	Adres Bilgisi: 1. OSB 2. Parsel Örme Bölümü İplik Bölümü Dokuma Bölümü Katlama Bölümü Büküm Bölümü
Enerji Kaynakları	Elektrik, doğalgaz, kömür, motorin

2.5. Üst Yönetimin Taahhüdü

Üst yönetim, kapsam ve sınırları dahilinde tanımlanan kuruluşa liderlik etmektedir. Kuruluştaki Enerji Yönetim Sistemi'nin etkinliğini sağlamayı ve sürekli iyileştirmeyi taahhüt etmektedir. Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi kapsamında üst yönetimden beklentisini belirlemekte ve bu beklentiye üst yönetimin sorumluluğu altında tanımlamaktadır.

Üst yönetim, taahhüdünü bir politikayla beyan etmektedir. Üst yönetim tanımladığı politika ile Enerji Yönetim Sistemi ve enerji verimliliğine yönelik amaçlarını resmi olarak ortaya koymaktadır.

Üst yönetim, Enerji Yönetim Sistemi uygulamaları ile doğrudan ilgilenecek bir enerji yönetim ekibi ve ekip için bir lider tayin etmektedir. Teknik ve idari konularda deneyim sahibi, özellikle üst yönetim olmak üzere kuruluş çalışanları ile iyi diyalog kurabilen kişiler ekip lideri olarak tayin edilmektedir. Kuruluş bünyesinde Enerji Yönetim Sistemi kurmak ve sistemin işleyişine tüm kuruluş çalışanlarının dahil edilmesini sağlamak için Enerji Yönetim Ekip Lideri'ne destek olmak amacıyla bir Enerji Yönetim Ekibi atanmakta ve EnYS (Enerji Yönetim Sistemi) kapsamında görevleri tanımlanmaktadır. Enerji Yönetim Ekibinin mavi yaka ve beyaz yaka temsilcilerden oluşması önem taşımaktadır. Böylelikle, yönetim sistemi teknik ve idari çalışanları ortak bir çatı altında birleştirmekte ve karşılıklı fikir birliği sonucu bilgi paylaşımı sağlamaktadır.

Enerji Yönetim Sistemi'nin bir ekibin sorumluluğunda faaliyet göstermesi belirlenen hedeflere ulaşma sürecini hızlandırmakta, çalışanın sorumluluk duygusunu güçlendirmekte ve çalışana rekabet duygusu kazandırmaktadır.

Üst yönetim, Enerji Yönetim Sistemi'ne yönelik gerçekleştirilecek tüm faaliyetler için gerekli kaynakları tahsis etmektedir. Üst yönetimin, personele faaliyetleri gerçekleştirebilmesi için gerekli zamanı tanıması gerekmektedir. Tanınan bu zaman içerisinde personelin faaliyeti gerçekleştirebilmesi için gerekli finansal kaynağın da sağlanması gerekmektedir.

Bu faaliyetler,

- ◆ Enerji verimliliğine yönelik gerçekleştirilmesi planlanan projeler için gerekli yatırım,
- ◆ Kuruluş çalışanlarına verilmesi planlanan dış kaynaklı eğitimler,
- ◆ Danışmanlık hizmetleri,
- ◆ Dış kaynaklı bakım faaliyetleri vb. çalışmalar olabilmektedir.

Enerji Yönetim Sistemi'nin gözden geçirilmesi ve sürekli iyileştirmeye yönelik kararların alınması için her yıl en az bir kez Yönetim Gözden Geçirme toplantıları yapılmaktadır. Toplantı sonucunda alınan kararlara dair üst yönetime raporlama yapılmaktadır. Etkili bir Enerji Yönetim Sistemi için üst yönetimin kesin taahhüdü göz ardı edilemeyecek düzeyde önem taşımaktadır. Bu taahhüt, enerji politikasının onaylanmasının yanında sistemin kanıksanması ve hedeflere ulaşılması için gerekli çabanın gösterilmesidir.

2.6. Enerji Politikası

Üst yönetim, Enerji Yönetim Sisteminin oluşturulmasını, uygulanmasını ve sürekliliğinin sağlanmasına yönelik taahhütte bulunmaktadır.

Enerji politikası;

- ◆ Kuruluşun enerji kullanım özelliğine ve ölçeğine uygun,
- ◆ Sürekli iyileştirmeyi taahhüt eden,
- ◆ Amaç ve hedeflerin gerçekleştirilmesi için gerekli kaynağın sağlanacağı taahhüdünü içeren,
- ◆ Enerji performansının sürekli iyileştirilmesini amaçlayan,
- ◆ Yasal ve diğer şartları uyma konusunda kararlılık gösteren,
- ◆ Enerji verimli ürün, donanım, kaynak ve hizmet alma konusunda hassasiyet gösteren ifadeler içermektedir.

Özetle enerji politikası, üst yönetimin Enerji Yönetim Sistemi'ni iyileştirmeye yönelik gerçekleştirilecek her faaliyet için desteğini ve genel yaklaşımını gösteren bir belgedir.

Kuruluştta, Kalite Yönetim Sistemi, Çevre Yönetim Sistemi ve İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi vb. yönetim sistemleri bulunmakta ise Entegre/Bütünleşik Yönetim Sistemi oluşturulabilmektedir.

Kuruluşun, Enerji Yönetim Sistemi için taahhüdünü içeren Enerji Politikası diğer yönetim sistemleri ile entegre olarak da beyan edilebilmektedir. Enerji Yönetim Sistemi'nin belirlediği maddeler diğer yönetim sistemlerinin standart maddeleri ile tek bir doküman halinde beyan edilebilir.

Politikanın, üst yönetim desteğini ve genel yaklaşımını belirten bir doküman olması sebebiyle yönetim tarafından onaylanması beklenmektedir. Politika kuruluşun tüm seviyelerine duyurulmaktadır. Kuruluşun yapısına ve ölçeğine göre duyuru değişkenlik gösterebilmektedir.

Enerji Politikası;

- ◆ Kuruluşa ait web sitesinde,
- ◆ Dokümantasyon sisteminde,
- ◆ İlan ve duyuru panolarında,
- ◆ Kuruluşun her seviyesinin ulaşabileceği toplu konuşlanılan bölümlerde dokümante edilmiş halde (toplantı odaları, yemekhane vb.) yöntemler ile duyurulabilmektedir.

Enerji politikası, yönetim gözden geçirme toplantılarında düzenli olarak gözden geçirilmekte ve güncellenmektedir.

2.7. Enerji Yönetim Ekibinin Oluşturulması

Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi'ni kurabilmek ve sürdürülebilirliğini sağlamak için bir ekip atamaktadır.

Enerji Yönetim Ekibinde,

- ◆ Üretim
- ◆ Elektrik Bakım
- ◆ Mekanik Bakım
- ◆ İnsan Kaynakları

- ◆ Satın Alma
- ◆ Enstrüman
- ◆ Planlama
- ◆ Ar-Ge
- ◆ Ür-Ge bölümlerinden temsilcilerin bulundurulması tavsiye edilmektedir. Enerji yönetim ekibini oluşturan personeller kuruluşun ölçeğine ve büyüklüğüne göre değişkenlik gösterebilmektedir.

Enerji yönetim ekibinin Enerji Yönetim Sistemi kapsamında görev, yetki ve sorumlulukları tanımlanmaktadır. Görev, yetki ve sorumlulukların tanımlanması ve beyan edilmesi gerekmektedir. Enerji Yönetim Sistemi kapsamında ekip personellerine yönelik bir görev tanımı oluşturulabilmektedir. Genellikle unvan bazlı oluşturulan görev tanımlarının genişletilmesi ve Enerji Yönetim Sistemi'nin mevcut görev tanımlarına dahil edilmesi ile görev, yetki ve sorumluluklar tanımlanmaktadır.

Enerji Yönetim Ekibinde bulunması tavsiye edilen birimlerden yönetici ve sorumlu (beyaz yaka ve mavi yaka) personellerin Enerji Yönetim Sisteminde aktif rol oynaması gerekmektedir. Birimlerin her seviyesinden personelin ekibe dahil edilmesi idari ve teknik konuların bir bütün olarak ele alınmasını sağlamaktadır. (Örn; Üretim Bölümü: Üretim Şefi, Üretim Mühendisi, Üretim sorumlusu, Satın alma: Teknik Satın Alma Sorumlusu, Satın Alma Şefi İnsan Kaynakları: İnsan Kaynakları Sorumlusu, Eğitim Sorumlusu) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından Resmi Gazete'de 27 Ekim 2011 tarihinde yayımlanan Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik 9. Madde 1. Fıkrasına göre kuruluşların enerji yöneticisi bulundurma zorunluluğu bulunmaktadır. Yönetmelikte belirtilen kriterlere sahip olan kuruluşların atadığı enerji yönetim ekibinde enerji yöneticisinin de yer alması tavsiye edilmektedir.

Enerji Yönetim Ekibinin temel sorumlulukları şunlardır;

- ◆ Enerji performansının iyileştirmesi adına plan haline getirilen aksiyonların uygulanmasında aktif rol almak,
- ◆ Eylem planları oluşturarak iyileştirmeye yönelik kanıtların düzenli olarak üst yönetime rapor edilmesini sağlamak,

- ◆ Enerji Yönetim Sistemi'nin kontrolünü ve etkinliğini sağlamak amacıyla düzenli olarak gözden geçirmeleri organize etmek, organizasyon için gerekli yöntemleri beyan etmek.

2.8. Riskler ve Fırsatların Tespiti

Enerji Yönetim Sistemi'nin işleyişine engel olabilecek faktörler belirlenmekte, etki ve olasılık değerlendirmesi yapılmaktadır. Bu faktörler risk olarak tanımlanmakta, etki ve olasılık derecelerine göre aksiyon planlaması yapılmaktadır. Riskler, hem idari hem de teknik anlamda yönetim sisteminin işleyişine engel olabilecek türlü etkenlerden oluşmaktadır. Riskler, sistem riskleri ve süreç riskleri olarak belirlenebilmektedir. Sistem riskleri, genel olarak iç ve dış hususlardan, süreç riskleri ise operasyonel faaliyetlerden meydana gelmektedir. Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi'ni olumsuz yönde etkileyen etkenleri risk olarak belirlemekte, risklerin analiz yöntemleri beyan edilmekte, risk şiddetini belirlemekte ve risk giderici faaliyetler planlamaktadır. Risk analizi için kalitatif (nitel) ve kantitatif (nicel) olmak üzere birçok yöntem geliştirilmektedir.

Kalitatif Yöntemler (Nitel): Riskleri düşük, orta veya yüksek gibi terimlerle tanımlayan yöntemlerdir. Örneğin;

- ◆ Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA-Failure Mode and Effects Analysis)
- ◆ Olursa Ne Olur Metodu (What If Method)
- ◆ Hata Ağacı Analizi (FTA-Fault Tree Analysis) vb. kalitatif yöntemler kullanılabilmektedir [45].

Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA): Bir sistemin bölümleri ele alınarak yapılan analiz yöntemidir. FMEA yönteminin üç temel unsuru bulunmaktadır:

- a. İhtimal (İ): Riskin meydana gelme olasılığı (1-10 arasında bir değer)
- b. Şiddet (Ş): Riskin gerçekleşmesi halinde sisteme etkisi (1-10 arasında bir değer)
- c. Tespit Edilebilirlik (T): İstenilmeyen sonuçlara neden olmadan önlenibilme derecesi (1-10 arasında bir değer)

Risk Öncelik Değeri (RÖD): $\text{İ} \times \text{Ş} \times \text{T}$ formülü ile tespit edilmektedir. FMEA hata analizi yöntemi ile tespit edilen bir riskin puanlaması yapılmıştır [46]. Risk için örnek FMEA yöntemi ile hata analizi Tablo 2.6’da verilmiştir.

Tablo 2.6. Risk için örnek FMEA yöntemi ile hata analizi

Hata Türü	Hatanın Sonuçları	İ	Hatanın Nedeni	Ş	Kontrol Yöntemi	T	RÖD	İyileştirme
Enerji kaynağı arızası	Kompresörün çalışmaması	8	Enerji kaynağında kesinti	9	Jeneratör satın alımı	2	144	Enerji kesintisinin olduğu zamanlarda jeneratör ile beslemenin sağlanması

Risk öncelik değeri tablosu Tablo 2.7’de risk öncelik değeri verilmiştir.

Tablo 2.7. Risk öncelik değeri tablosu

Sıra	Risk Öncelik Değeri	Karar
1	1-50 arası	Düşük riskli
2	50-100 arası	Orta riskli
3	100-200 arası	Yüksek riskli
4	200-1000 arası	Çok yüksek riskli

Enerji kaynağında kesintinin yaşanması sonucu ortaya çıkabilecek riskler, FMEA hata analizi yöntemi ile ortaya koyulmuştur. Risk öncelik değeri incelendiğinde, risk önceliğinin 3 olduğu, yani yüksek riskli sınıfa girdiği görülmüştür.

Kantitatif Yöntemler (nicel): Riskler, sayısal hale getirilir. Olasılık matematiksel ve mantıksal metotlar ile proses takip edilerek hesaplanır.

Örneğin;

- ◆ X Tipi Matris
- ◆ L Tipi Matris vb. kantitatif yöntemle kullanılabilir [45].

L Tipi matris: Olasılık ve şiddet puanlaması ile risk derecesinin belirlendiği bu yöntem en sık kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Risk analizinin kolay yapılabilmesi nedeniyle kuruluşlar tarafından en çok tercih edilen yöntem 5x5 L tipi matris yöntemidir. 5x5 L tipi matris yöntemi ile risk puanı Tablo 2.8’de, 5x5 L tipi matris yöntemi ile risk açıklaması Tablo 2.9’da verilmiştir.

Tablo 2.8. 5x5 L tipi matris yöntemi ile risk puanı

5x5 L Tipi Matris		Şiddet				
		Önemsiz	Minör	Dikkate Değer	Majör	Kritik
Olasılık		1	2	3	4	5
Çok Düşük İhtimal	1	1	2	3	4	5
Hafif	2	2	4	6	8	10
Olası	3	3	6	9	12	15
Olması Muhtemel	4	4	8	12	16	20
Çok Muhtemel	5	5	10	15	20	25

Tablo 2.9. 5x5 L tipi matris yöntemi ile risk açıklaması

5x5 L Tipi Matris		Şiddet				
Olasılık		1	2	3	4	5
1	Anlamsız	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
2	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Orta
3	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
4	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek
5	Düşük	Orta	Yüksek	Yüksek	Tolere Edilemez	Tolere Edilemez

EnYS kapsamında kuruluşlarda en yaygın kullanılan risk analizi yöntemi L Tipi Matris yöntemidir. L Tipi Matris yöntemi ile 5x5 olasılık ve etki dereceleri belirlenmekte ve riskin şiddeti tespit edilmektedir. 5x5 matris yöntemi ile örnek risk tespiti Tablo 2.10'da verilmiştir.

Tablo 2.10. 5x5 matris yöntemi ile örnek risk tespiti

Risk	İlgili Belge	Etki	Olasılık	Risk Derecesi	Karar	Riski Giderici Faaliyet
Ölçüm cihazlarının doğru ölçüm yapmaması	Kalibrasyon Planı-Doğrulama Kayıtları	3	4	12 (Orta)	Riski azaltma	Ölçüm cihazlarının periyodik olarak doğrulanması

Riskler, süreçlerden, uygunsuzluklardan, kök nedenlerden, ilgili taraflardan, bağlamdan, iç hususlar ve dış hususlardan gelebilmektedir. EnYS kapsamında riskler belirlendikten sonra alınacak aksiyon planlaması yapılmaktadır. Riskin şiddetine göre risk giderici faaliyet belirtilmekte ve sorumlu kişi, termin tarihi belirlemesi yapılmaktadır.

5x5 L matris yöntemi ile fırsat değerlendirmesinde fırsat puanı 7 ve üzerinde olan dikkate alınması gereken ve son derece yüksek fırsatlar önceliklendirilir. 5x5 L tipi matris yöntemi ile fırsat puanı Tablo 2.11’de, 5x5 L tipi matris yöntemi ile fırsat açıklaması Tablo 2.12’de verilmiştir.

Tablo 2.11. 5x5 L tipi matris yöntemi ile fırsat puanı

5x5 L Tipi Matris		Şiddet				
		Çok Hafif	Hafif	Orta	Ciddi	Çok Ciddi
Olasılık		1	2	3	4	5
Beklenmez Fırsat	1	1	2	3	4	5
Mümkün Ancak Düşük Fırsat	2	2	4	6	8	10
Olası Fırsat	3	3	6	9	12	15
Yüksek, Mümkün Fırsat	4	4	8	12	16	20
Beklenir, Kesin Fırsat	5	5	10	15	20	25

Tablo 2.12 5x5 L tipi matris yöntemi ile fırsat açıklaması

5x5 L Tipi Matris		Şiddet				
Olasılık		1	2	3	4	5
1	Önemsiz	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
2	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Orta
3	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
4	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek
5	Düşük	Orta	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Ciddi Fırsat

Fırsatların şiddet değerlendirilmesi şu şekildedir;

Çok Hafif: Gerçek bir olumlu sonuç getiremeyecek, organizasyon ya da proje için önemli bir fırsat oluşturamayacak durumlardır.

Hafif: Olumlu sonuçlar doğurabilecek kadar az fırsat taşıyabilen ancak genel başarıyı önemli ölçüde etkilemeyecek fırsatlardır.

Orta: Potansiyel olarak olumlu sonuçlara neden olabilecek, proje veya organizasyon için orta derecede fırsat oluşturan durumlardır.

Ciddi: Organizasyonun veya projenin başarısını ciddi şekilde etkileyen önemli olumlu sonuçlar içeren fırsatlardır.

Çok Ciddi: Organizasyonun günlük operasyonlarını ciddi şekilde etkileyebilecek olumlu sonuçlara neden olan fırsatlardır.

Fırsatlar, olasılık ve şiddet dahilinde puanlandırılarak öncelik haline getirilebilmektedir. Yüksek veya ciddi fırsatlar konusunda kuruluş hemen aksiyon almakta ve fırsatı değerlendirmektedir.

2.9. Amaç ve Enerji Hedeflerinin Belirlenmesi

Kuruluş, enerji politikasını destekler şekilde amaç ve enerji hedeflerine uygun enerji planlaması yapmaktadır. Enerji planlaması, belirli aşamalardan oluşan ve birbiriyle ilintili olan enerji performansını iyileştirici faaliyetler bütünüdür. Enerji planlaması; enerji performansını iyileştirme yolunda atılacak adımları, personele yetkinlik sağlamak adına verilecek eğitimleri ve teknik projelerin oluşturulması için gerçekleştirilecek tüm faaliyetleri kapsamaktadır.

Kuruluş, amacını ve enerji hedefleri belirleyerek sürekli iyileştirmeyi sağlamaktadır. Enerji Yönetim Sistemi amacı ve hedefi belirlenirken bazı parametreler dikkate alınmaktadır.

Amaçlar;

- ◆ Ortalama süresi 2-3 yıl olarak belirlenmekte,
- ◆ Referans yıl referans alınmakta,
- ◆ Hedefe göre daha genel tanımlanmakta,
- ◆ Her bir enerji türü için oluşturulmaktadır.

Enerji Hedefleri;

- ◆ Ortalama süresi 1 yıl olarak belirlenmekte,
- ◆ Referans yıl temel alınmakta,
- ◆ Her bir önemli enerji kullanım alanı için oluşturulmakta,
- ◆ Her bir amaç için birden fazla hedef konulabilmekte,
- ◆ Amaca göre daha spesifik projelerden oluşturulmaktadır.

Amaç ve enerji hedefleri belirlenirken referans yılın temel alınması gerekmektedir. Amaç ve enerji hedeflerinin genellikle enerji performans göstergesi üzerinden konulmaktadır. Bir endüstriyel işletme için örnek amaç ve enerji hedefi Tablo 2.13'te verilmiştir.

Tablo 2.13. Bir endüstriyel işletme için örnek amaç ve enerji hedefi

EnPG	Amaç	Enerji Hedefi
155,80 kWh/kg	Enerji tüketimini en aza indirgeyerek, geri kazanım faaliyetlerini artırmak	Kompresör değişimi ile elektrik tüketiminden %1 tasarruf sağlanması ile 154,24 kWh/kg enerji tüketimini hedeflemek
		Mevcut mekanik chiller yerine absorpsiyonlu chiller uygulaması ile elektrik tüketiminde %1 iyileşme sağlayarak 152,70 kWh/kg enerji tüketimini hedeflemek

Yıllık periyotlar ile enerji hedeflerini gerçekleştirebilmek için yıllık enerji faaliyet planları hazırlanmaktadır. Faaliyet planlarında yıllık hedefe ulaşabilmek için belirtilen tüm planlar ve detayları belirtilmektedir.

Plan hazırlanırken;

- ◆ Faaliyetin içeriği,
- ◆ Enerji politikası ile uyumu,
- ◆ Hedeflenen tasarruf miktarı,
- ◆ Yatırım bedeli,
- ◆ Faaliyetin geri ödeme süresi,
- ◆ Faaliyetin gerçekleşmesi için gerekli kaynak,
- ◆ Sürecin takibi için sorumlu kişi,
- ◆ Faaliyet sonuçlarının doğrulanma yöntemi vb. girdiler ve çıktılar belirtilmektedir.

Kuruluş, faaliyet planlarını periyodik olarak gözden geçirmekte ve güncellemektedir. Faaliyet planları ile enerji hedefleri ve amaçlara ulaşmak için altyapı hazırlamakta ve sürdürmektedir.

2.10. Enerji Gözden Geçirmesi

Enerji gözden geçirme, enerji yönetim ekibi tarafından rutin periyotlar ile gerçekleştirilen bir toplantıdır veya enerji tüketim kontrolüdür. Bu toplantı veya kontrol ile enerji tüketimleri, enerji tahminleri ve iyileştirme fırsatları görüşülmekte ve toplantı sonuçları kayıt altına alınmaktadır. Enerji gözden geçirmeleri ekibin birlikte karar alabilmesi amacıyla sistematik olarak yapılan toplantılardır. Enerji gözden geçirmesinin temel konularından biri ise önemli enerji kullanım alanlarıdır. Kuruluş, yoğun enerji tüketiminde sahip proses, ekipman ve kaynaklarını belirlemektedir. Bu proses, ekipman ve kaynakların toplam enerji tüketimindeki payı tespit edilerek, planlar ve faaliyetler önemli enerji kullanımları dikkate alınarak yapılmaktadır. Önemli enerji kullanımları belirlenirken farklı yöntemler izlenebilmektedir. Sayaçlardan alınan veriler doğrultusunda toplam tüketimdeki en fazla paya sahip prosesler/ekipmanlar belirlenebilmektedir. Dijital izleme sistemine sahip kuruluşlar, izleme sistem üzerinden önemli enerji kullanımlarını tespit edebilmektedir. Örneğin bir gıda fabrikası için bölümler ve toplam enerji tüketimleri belirtilmiştir. Bölümlerin toplam tüketimdeki payı belirlenerek önemli enerji kullanımı ve önemli enerji kullanımı dışı olan noktalar tespit edilmiştir. Kuruluşun önemli enerji kullanım noktaları belirlenirken kaynak bazlı kısıtlımlar gösterilebilmektedir. Bir gıda fabrikası için önemli enerji kullanımları Tablo 2.14’te verilmiştir.

Tablo 2.14. Bir gıda fabrikası için önemli elektrik enerji kullanımları

Enerji Türü	Kullanılan Yer	Tüketim Miktarı	Bölümlerin Toplam Tüketime Oranı
		TEP/yıl	%
Elektrik	Ekstraksiyon	611,27	28,31
	Rafine	66,98	3,10
	Soğutma	591,88	27,41
	Yem	305,83	14,16
	Margarin	157,13	7,28
	Aydınlatma	18,57	0,86
	İdari Bina	31,90	1,48
	Buhar Santrali	137,99	6,39
	Yardımcı İşletmeler	237,76	11,01
Toplam		2.159,31	100,00

Önemli enerji kullanımları belirlenirken, metodolojisinin ortaya koyulması gerekmektedir. Metot belirlenirken proseslerin/ekipmanların enerji tüketimlerini değiştiren faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Bu faktörler belirtilirken matris ile önceliklendirme yapılabilmektedir. Önemli enerji kullanımlarının önceliklendirilmesi için kullanılan matris Tablo 2.15’te verilmiştir.

Tablo 2.15. Önemli enerji kullanımlarının önceliklendirilmesi

Elektrik Kullanılan Bölümler	
%Pay	Öncelik
%	
> %10	1
%10 - %5	2
< 5%	3

Yukarıda verilen matrise göre enerji tüketimleri hakkında yorum yapıldığında;

Ekstraksiyon bölümünün toplam enerji tüketimindeki payı %28,31 (>%10) olması nedeniyle öncelik puanı 1 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle ekstraksiyon bölümü için öncelik sırası 1’dir. Gıda fabrikası elektrik tüketimi için önemli enerji kullanımları ve öncelik sırası Tablo 2.16’da verilmiştir.

Tablo 2.16. Gıda fabrikası önemli elektrik kullanımları ve öncelik sırası

Kullanılan Yer	Öncelik
Ekstraksiyon	1
Rafine	3
Soğutma	1
Yem	1
Margarin	2
Aydınlatma	3
İdari Bina	3
Buhar Santrali	2
Yardımcı İşletmeler	2

Kuruluşun önemli enerji kullanım noktalarının tespiti, EnYS kapsamında yapılan faaliyetlerin önceliklendirilmesi konusunda ı ışık tutmaktadır.

Sıralamada en önde olan proseslerin ve ekipmanların; enerji verimliliğinde, tasarrufunda, izlemeye ve bakım faaliyetlerinde öncelik haline getirilmesi gerekmektedir. Gıda fabrikası için verilen örnekte ekstraksiyon bölümü için yapılan her faaliyet öncelik haline getirilebilmektedir. Öncelik derecelendirmesinde son sıralarda olan (<%5 ten az paya sahip) proses ve ekipmanlar önemli enerji kullanımı dışı olarak beyan edilebilmektedir. Gıda fabrikası için verilen örnekte aydınlatma bölümü önemli enerji kullanımı dışı olarak belirtilebilir.

2.11. Enerji Performans Göstergesi

Enerji performans göstergesi, kuruluşun enerji tüketimindeki iyileşmenin bir sembolüdür. Birçok fabrikada enerji performans göstergesi olarak spesifik enerji tüketimleri belirtilmektedir. Üretim yapan bir proseste bir birim ürün için tüketilen enerji miktarı, enerji performans göstergesi olarak değerlendirilebilmektedir (Örneğin; kWh/ton, Sm³/kg vb.). Binalar için ise bu performans göstergeleri alan veya hacim için tüketilen enerji olarak değerlendirilebilmektedir. (Örneğin; kWh/m³, kWh/m²)

Enerji tüketimleri, analiz edilmekte ve analiz sonucu enerji tahminlerinde bulunmaktadır. Enerji tahminleri için en sık kullanılan metot regresyon analizleridir. Regresyon analizleri doğrultusunda enerji tüketimleri tahmin edildikten sonra tahmin edilen enerji tüketimi ve gerçekleşen enerji tüketimi arasındaki oran enerji yoğunluk indeksini vermektedir. Enerji yoğunluk indeksinin “1”e yaklaşması, tahminde kullanılan yöntemin doğruluğunun bir göstergesidir.

2.12. Enerji Referans Çizgisi

Kuruluş, enerji tüketimlerini kıyaslayabilmek için bir referans çizgisi belirlemektedir. Enerji referans çizgisi, kıyaslama adına başlangıç noktası olarak kabul edilen bir dönem olarak belirtilmektedir. Enerji referans çizgisi tespit edilirken, kuruluş tüm yönleri ile değerlendirilmekte ve kuruluş en uygun zaman aralığı belirlenmektedir. Bu nedenle, EnRÇ tespitinde kullanılan yöntemler değişkenlik gösterebilmektedir.

Enerji referans çizgisi (EnRÇ) belirlenirken sıklıkla izlenilen yöntemler şu şekildedir;

- ◆ Geçmiş tüketimler değerlendirilmekte ve optimum enerji tüketiminin olduğu veriler enerji referans çizgisi olarak belirlenebilmektedir.
- ◆ Her yıl gerçekleşen enerji tüketimleri bir önceki yıl ile kıyaslanabilmektedir. Bu yöntemde enerji tüketimleri diğer değişkenler ile birlikte değerlendirilerek enerji referans çizgisi oluşturulabilmektedir.
- ◆ Son birkaç yılın ortalama tüketim değerleri enerji referans noktası olarak belirlenebilmektedir.
- ◆ Üretim projeksiyonu göz önünde bulundurularak her yılın ilk enerji gözden geçirme toplantısında EnRÇ belirlenebilmektedir.

Geçmiş enerji tüketimlerini değerlendirmek, enerji performansındaki değişiklikleri seyretnmek ve gelecek enerji tüketimlerinde öngöründe bulunmak için enerji referans çizgisi belirlenmektedir. Sürekli iyileştirme kültürü adı altında, mevcut durumda gerçekleşen tüketimi bir önceki dönemde gerçekleşen tüketim ile kıyaslayabilmek için belirtilen periyot enerji referans çizgisi olarak nitelendirilmektedir.

Enerji referans çizgisi işletmenin enerji tüketimini yansıtmayan bir duruma geldiğinde değiştirilebilmektedir. (Örn; sisteme eklenen proses ekipmanlarının enerji tüketimini artırması, işletmenin üretim kapasitesini düşürmesi sonucu enerji tüketimlerindeki azalma vb.)

Enerji tüketimleri, endüstriyel işletmelerde üretimden bağımsız olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Atmosferik şartlar, üretim çeşitliliği, malzeme özellikleri, ürünün proseste işlenme süresi vb. değişkenler enerji tüketimini etkileyebilmektedir. Enerji referans çizgisi belirlenirken ve referans çizgisine göre tüketim kıyaslaması yapılırken ilgili değişkenler göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılmaktadır.

Enerji tüketimini etkileyen unsurlar iki kalemde incelenmektedir;

- ◆ Statik Faktörler,
- ◆ İlgili Değişkenler,

Statik faktörler; uzun periyotlar dahilinde değişkenlik gösteren ya da değişkenlik göstermeyen fakat enerji tüketimi üzerinde etkisi olan faktörlerdir. (Örneğin; fırın büyüklüğü, bina hacmi vb.)

İlgili değişkenler; kısa periyotlar ile değişkenlik gösteren ve enerji tüketimi üzerinde etkisi olan faktörlerdir. (Örneğin; atmosferik şartlar, üretim miktarı vb.)

Enerji tüketimleri analiz edilirken, tüketim üzerinde etkisi olan faktörler incelenmekte ve değişkenlerin etkisine göre analiz edilmektedir. Bu incelemeler yapılırken, regresyon analizleri, CUSUM (Cumulative Sum) analizleri gibi yöntemler kullanılabilir.

Regresyon analizi, iki veya daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ve bağıntıyı ölçmek için kullanılan analiz metodudur. Regresyon analizinde, bir değişkenin başka bir değişken üzerinde etkili olduğunu söyleyebilmek için, o değişkeni en az %75-80 oranında etkilemesi gerekmektedir. Kuruluşun değişkenleri incelenirken ilk adımda üretim ve enerji tüketimlerinin birbiri ile bağıntısı incelenmektedir. Üretim ve tüketim arasında yeterli bir bağıntı bulunmadığı takdirde diğer değişkenler de göz önünde bulundurularak bağıntı tekrar incelenmektedir. Enerji tüketimlerini etkileyen değişkenler için bu analizler yapılarak bir sonraki dönem için tüketim öngörüsünde bulunabilmektedir.

CUSUM analizleri: Kuruluş, mevcut üretimleri ve bunlara karşılık gelen enerji tüketimlerine göre oluşan trende bağlı olarak ay bazında hedef noktalar belirlemektedir. Aylık gerçekleşen tüketimler ile hedef noktalar arasındaki farkları yani bu iki değer arasındaki sapma miktarları toplanarak, hedeften toplamda ne kadar sapma olduğu tespit etmektedir. Böylece hedef değerlerine bağlı kalarak kümülatif olarak sağlanabilecek enerji tasarruf potansiyeli belirlenmektedir.

2.13. Enerji Verilerinin Toplanması

Enerji tüketimlerini yorumlayabilmek, referans noktasına göre kıyaslayabilmek, hedeflenen enerji tüketimini öngörebilmek ve iyileştirmeleri doğrulamak için enerji verilerinin sağlıklı bir şekilde temin edilmesi gerekmektedir.

Enerji verileri,

- ◆ Enerji faturaları,
- ◆ Elektrik, doğalgaz, buhar vb. sayaçları,
- ◆ Enerji izleme sistemleri ile elde edilebilmektedir.

İzleme ve ölçme sürecinde kullanılan cihazlar belirtilmekte ve ölçüm cihazlarının doğru ölçümü gerçekleştirmesi sağlanmaktadır. Ölçüm cihazlarının doğru ölçüm yapması kalibrasyon ve doğrulamalar ile gerçekleştirilmektedir. Kuruluş, doğrudan veya dolaylı enerji tüketiminin ölçümünde kullanılan cihazlar belirtilmekte ve periyodik olarak kalibre edilmekte ya da doğrulanmaktadır.

Kalibre edilmesi gereken ölçüm cihazları;

- ◆ Cihazın teknik bilgileri,
- ◆ Cihazın kalibrasyon tarihi,
- ◆ Dış kaynaklı kalibrasyon hizmeti alınıyorsa ilgili firma,
- ◆ İç kaynaklı kalibrasyon gerçekleştiriliyorsa kalibrasyon yöntemleri beyan edilmektedir.

Doğrulama yapılan ölçüm cihazları;

- ◆ Referans ölçüm cihazının gösterdiği değer,
- ◆ Doğrulan ölçüm cihazının gösterdiği değer,
- ◆ Kabul edilebilir sapma değeri,
- ◆ İki cihaz arasındaki sapma yüzdesi ve uygunluk durumu belirtilmektedir.

İzleme ve ölçüm sonuçları kayıt altına alınmaktadır. Enerji verileri ölçüm cihazları aracılığıyla belirli periyotlar ile toplanmakta, değerlendirilmekte ve raporlanmaktadır. Birimlerden gelen enerji verileri ile enerji performansının takibi ve gözden geçirilmesi sağlanmaktadır. Kuruluş, kalibrasyon ve doğrulama yapacağı cihazları tespit ederken önemli enerji kullanımlarını göz önünde bulundurabilmektedir. ÖEK (Önemli Enerji Kullanımı) metodolojisi göz önünde bulundurulduğunda 1, 2 ve 3 numaralı kullanımlarda kalibrasyon ve/veya doğrulama kayıtları periyodu değişkenlik göstermektedir. Kalibrasyonlar akredite bir kuruluşa yaptırılmaktadır. Doğrulama kayıtlarında ise tolerans/sapma miktarlarına dikkat edilmektedir.

ÖEK Listesinde 1 numaralı olan kullanımlarda;

- ◆ Kalibrasyon Periyodu: 1 yıl
- ◆ Doğrulama Periyodu: 1 yıl
- ◆ Doğrulama Toleransı: Min.-%2

Max +%2 vb. metot kullanılabilir.

Doğrulama, ana sayaç ile alt branşmanlarda bulunan sayaçların karşılaştırılması ile yapılabilmektedir. Bu yöntem ile aylık bazda enerji kaynaklarına ait ana sayaç ve alt branşmanlardaki sayaçların toplamı karşılaştırılır ve tolerans aralığı içerisinde değerlendirilir. Tolerans aralığının üzerinde bir değer görüldüğü takdirde hatalı ölçümün hangi sayaç üzerinde kaynaklandığını tespit etmeye yönelik eyleme geçilir.

2.14. Yetkinliğin ve Farkındalığın Artırılması

Enerji Yönetim Sistemi'nin anahtar unsurlarından bir tanesi de insandır. Sistemin amacına ulaşabilmesi için kişilerde gerekli farkındalığın oluşturulması ve farkındalığın yanında sistemin gerektirdiği yetkinliklerin de sağlanması gerekmektedir.

Farkındalık, kuruluştaki çalışan mevcut personelin Enerji Yönetim Sistemi hakkında bilgi ve fikir sahibi olması amacıyla yapılan çeşitli faaliyetler bütünüdür. Farkındalığın artırılması; eğitimler, bilgilendirme çalışmaları ve araştırmaya teşvik edici uygulamalar ile gerçekleştirilebilmektedir.

Eğitim kapsamında;

- ◆ Sistem eğitimleri,
- ◆ Teknik eğitimler,
- ◆ Oryantasyon/iş başı eğitimleri vb. eğitimler verilebilmektedir.

Sistem eğitimleri: Enerji Yönetim Sistemi'nin maddelerinin ve gerekliliklerinin anlatıldığı eğitimlerdir. Ağırlıklı olarak yönetimi ilgilendiren hususlara değinilmekte olan sistem eğitimleri, kuruluşun belirlediği periyoda bağlı olmakla birlikte, çoğunlukla yıllık periyotlar ile personele verilmektedir.

Teknik eğitimler: İşletmenin ölçeğine ve iç yapısına göre teknik eğitimler verilmektedir. Teknik eğitimler; bakım eğitimleri, basınçlı hava eğitimleri, buhar sistemleri eğitimleri gibi personelin ihtiyacına göre belirtilen eğitimler de olabilmektedir. Kuruluş personeli, ihtiyaç duyduğu konu ile eğitim talebinde bulunabilmektedir.

Oryantasyon/İş başı eğitimleri: İşe yeni başlayan personele verilen eğitimlerdir. Kuruluşun Enerji Yönetim Sistemi kültürü de bu eğitimler ile yeni başlayan personele aktarılmaktadır.

Enerji Yönetim Sistemi kapsamında mavi yaka ve beyaz yaka eğitimlere tabi tutulmaktadır. Eğitimler, periyodik olarak planlanmaktadır. Eğitim yapıldığına ve değerlendirildiğine dair dokümente edilmiş bilgiler oluşturulmaktadır.

Eğitim planlarında;

- ◆ Belirlenen eğitim,
- ◆ Eğitimci,
- ◆ Eğitim kaynağı,
- ◆ Eğitim tarihi,
- ◆ Eğitim süresi,
- ◆ Eğitim grubu belirtilmektedir.

Eğitim sonrasında gerçekleştirilen eğitim, değerlendirmeye tabi tutulmaktadır. Eğitim değerlendirmesinde; eğitimci yetkinliği, eğitim ortamı, eğitimde kullanılan materyaller ve diğer etkenler değerlendirilmektedir. Ayrıca eğitim sonrası etkinlik değerlendirmesi yapılmaktadır. Eğitimin etkinliğinin değerlendirilmesi, eğitim sonrası sınavlar, eğitimden 1 ay sonra eğitimin işe yansması vb. gözlemler yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Böylelikle eğitimin hedefine ulaşması yönünde değerlendirme yapılmış olur. Personel bilgilendirme çalışmaları; tanıtım kitapçıkları/broşürler, tanıtım videoları/sunumları ile de gerçekleştirilebilmektedir.

Enerji Yönetim Sistemi konusunda personel farkındalığının artırılması için öneri ve inovasyon sisteminin kurulması önemli bir etkidir.

Öneri kutuları, öneri formları vb. yöntemler ile personel tarafından Enerji Yönetim Sistemi'ni iyileştirmeye yönelik öneriler gelebilmektedir. Öneriler ile sistemin iyileştirmesi, enerji tasarrufu ve verimliliğine yönelik fırsatların tespiti sağlanabilmektedir. EnYS kuruluş iç iletişimi kapsamında personelin önerilerini sunabileceği bir sistem geliştirilmesini gerektirmektedir. Teşvik edici uygulamalar kapsamında öneri ve inovasyon sistemi kurulabilmektedir. Bu sistem ile ödül ve terfi olanağı sağlanabilmekte ve personelin Enerji Yönetim Sistemi'ne duyarlılığı artırılabilir.

Eğitimler, personelde farkındalık yaratmanın dışında yetkinliğinin sağlanması amacıyla da verilebilmektedir. Kuruluş, mevcut personelinin yetkinliğini beyan etmektedir. Yetkinlik beyanı için farklı yöntemler kullanılabilmektedir.

Kuruluş, yetkinlik beyanı için;

- ◆ Nitelik Listeleri
- ◆ Yetkinlik Matrisleri
- ◆ Polivalans Tabloları vb. dokümanite edilmiş bilgileri kullanabilmektedir.

Nitelik Listesi: Kuruluş, mevcut pozisyon için yeterlilik bilgilerinin ve mevcut personel yetkinliğinin belirtildiği bir liste oluşturmaktadır. Nitelik listesi metodu ile personel yeterliliğinin belirlenmesi Tablo 2.17'de verilmiştir.

Tablo 2.17. Nitelik listesi metodu ile personel yeterliliğinin belirlenmesi

Pozisyon	İdeal	Gerçek
Enerji Yöneticisi	I- Kişisel Özellikler	I- Kişisel Özellikler
	1- Üniversite Mezunu,	1- (+)
	2- Bilgisayar kullanabilen	2- (+)
	3- İyi derecede İngilizce bilgisine sahip	3- (+)
	II- Mesleki Özellikler	II- Mesleki Özellikler
	2 yıllık mesleki tecrübeye sahip	1- 5 Yıl
	III- İletişim ve Yöneticilik	III- İletişim ve Yöneticilik
	1- Yönetim sistemleri hakkında eğitim almış	1- (+)
	2- Problem çözme tekniklerini kullanabilen	2- (+)
	3- Proje konusunda deneyim sahibi	3- (+)

Personel yeterliliğin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir başka yöntem olan yetkinlik matrisi Tablo 2.18’de verilmiştir.

Tablo 2.18. Yetkinlik matrisi metodu ile personel yeterliliğinin belirlenmesi

Unvanlar/Yetkinlikler	İletişim					İş Disiplini				Kriz Yönetimi	
	Sözel İletişim	Yazılı İletişim	Takım Çalışması	Sunum Teknikleri	Etkin Dinleme	Detaycılık	Disiplinli Çalışma	Kalite Standartları	Hatasız Çalışma	Baskı Altında Çalışma	Risk Alma
Makine Enerji Müdürü	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5

Kuruluş, farklı metotlar kullanarak personel yetkinliklerini belirlemekte ve ideal seviyeye ulaşılması için gerekli kaynak ve desteği sağlamaktadır. Kuruluş, kişi veya unvan bazında yetkinliğin takibini yapmakta ve dokümente edilmiş bilgi olarak saklamaktadır. Personel yetkinliğinin belirtilmesi için kullanılan bir diğer yöntem ise polivalans sistemidir. Polivalans (çok işlevsellik/çok yönlülük) ile personelin yetkinliği tanımlanmakta ve puanlandırma sistemi ile yeterlilik tayini yapılmaktadır. Örnek polivalans tablosu ve yetkinlik değerlendirme puanı Tablo 2.19 ve Tablo 2.20’de verilmiştir.

Tablo 2.19. Örnek polivalans tablosu

Kişi Bilgisi	Hedeflenen/Mevcut/Fark	8D Raporu Oluşturma ve Yanıtlama	İç Denetim Yapma
A kişisi	Hedeflenen	4	3
	Mevcut	4	2
	Fark	0	-1

Tablo 2.20. Örnek polivalans yetkinlik değerlendirme puanı

0	Hiç bilgisi yok
1	Teorik Bilgisi Vardır, İş Pratik Olarak Yapamaz
2	Gözetimli Olarak Teorik ve Pratik İş Yapabilme Yeteneği Vardır
3	Gözetimsiz Olarak Teorik ve Pratik İş Yapabilme Yeteneği Vardır
4	İş Gözetimsiz Yapabilir ve Eğitim Verebilir

A kişinin iç denetim yapma hususunda hedeflenen değere ulaşmasını sağlayabilmek adına gerekli eğitimler alınmakta ve kişi tarafından yetkinliğin kazanılması sağlanmaktadır.

2.15. İletişim

Kuruluş, hangi birimlerle, hangi konuda, hangi yöntemle ve hangi sıklıkta iletişime geçtiğini beyan etmektedir. İç ve dış iletişim hususunda çalışanlar, yönetim, dış kurumlar vb. paydaşlar ile iletişim metodunu beyan etmektedir. Buradaki aranan temel unsurlar, enerji bakanlığı, enerji tedarik edilen kuruluşlar, danışmanlar ve çalışanlar ile iletişim detaylarını dokümente etmektedir.

Kuruluş, personelin önerisini öğrenebileceği bir sistem geliştirmektedir. Öneri kutuları, KAİZEN gibi yöntemler kullanılmakta ve enerji tüketimini azaltmaya yönelik fikirler değerlendirilmektedir.

2.16. Dokümente Edilmiş Bilgi

Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi kapsamında dokümente ettiği tüm bilgilere, ilgili kişilerin erişimini sağlamaktadır. Dokümanlar belirli bir metoda göre numaralandırılmakta ve muhafaza edilmektedir.

Dokümanların erişimini ve dağıtımını sağlamak amacıyla yazılım, ortak ağ vb. sistemler kullanılabilmektedir. Doküman ve kayıtlar muhafaza edilirken yasal şartlarda belirtilen süreler göz önünde bulundurulmaktadır. Kuruluşlarda, genel olarak rastlanan sistemlerden biri olan her dokümanın ideal muhafaza süresi 3 yıl olarak belirlenmektedir. Enerji Yönetim Sistemi kapsamında yasal zorunluluk gereği enerji etüt raporları minimum 4 yıl saklanmaktadır. Dokümente edilmiş bilgi arşivde veya elektronik ortamda muhafaza edilebilmektedir.

2.17. İşletme Kontrollerinin Sağlanması

Kuruluş, üretim, yardımcı işletmeler ve bakım bölümlerinde operasyonel kontrolü sağlamak için düzenli aralıklarla incelemelerde bulunmaktadır. Operasyonel kontrol, işletmesel önlem ve düşük maliyetli bakımlar ile enerji verimliliğini artırabilmektedir.

Kontrollerin devamlılığı sağlandığında, hem enerji verimliliğinin artırılabilen hem de işletmesel risklerin tespiti kolaylaşmaktadır. Operasyonel kontrolün bir kontrol listesi ile sağlanması durumunda önemli enerji kullanımlarının olduğu noktalar ya da özel enerji tüketimleri öncelik haline getirilebilmektedir.

Operasyonel kontrol gerçekleştirilirken;

- ◆ Kontrol edilen önemli enerji kullanımı,
- ◆ Kontrol metodu,
- ◆ Kontrol edilen parametreler,
- ◆ Mevcut durum ve beklenen durum,
- ◆ Alınması gereken aksiyon/düzeltilici faaliyet belirtilmektedir.

Bir endüstriyel işletme için operasyonel kontrol planı Tablo 2.21’de verilmiştir.

Tablo 2.21. Bir endüstriyel işletme için örnek bir operasyonel kontrol planı

ÖEK	Kontrol Parametresi	Kontrol Metodu	Beklenen Durum	Alınacak Aksiyon/Düzeltilici Faaliyet
Buhar	Yalıtımsız borular, vanalar, kondensatörler, bağlantılar	Kızılötesi termometre, termal görüntüleme kamerası, yüzey sıcaklığı probu ile ölçülerek	Elinizi yalıtılmış bütün yüzeylerin üzerinde acı hissetmeden tutmak mümkün olmalıdır.	Yalıtım yapılması, mevcut yalıtımın değiştirilmesi vb.
Basınçlı hava	Kaçaklar	Ultrasonik sızıntı dedektörü ile kontrol ya da duyulabilir kaçak ses seviyesi	Basınçlı hava hatlarında kaçak olmaması	Bakım ve parça değişimleri ile kaçağın giderilmesi
HVAC	Fazla ısıtma veya soğutma	Oda/ofis sıcaklığının kontrolü	Soğutma süresince mümkün olduğunca yüksek ve ısıtma süresince mümkün olduğunca düşük olması	Ayar noktalarını, kalibrasyonları, kaçak yapan vanaların kontrol edilerek değişiminin yapılması
Ana Dağıtım Panoları	Şalter ve bağlantılarda fazla ısınma, herhangi bir arıza/gevşeklik	Termal kamera görüntülemesi	Sıcaklıkların 50°C değeri aşmaması, bağlantılarda gevşekliklerin olmaması	Bağlantıların kontrol edilmesi, değiştirilmesi

Kuruluş, enerji tüketimini önemli derecede etkileyecek, EnYS kapsamında risk oluşturabilecek tüm parametreleri belirlemektedir. Kritik işletme parametreleri, önemli miktarda enerji kullanan tüm ekipman ve sistemlerin, planlama aşamaları sırasında geliştirilen parametrelere ve prosedürlere uygun olarak verimli şekilde işletilmesidir. Üretimin aksamasına neden olabilecek, üretim kalitesini etkileyebilecek, enerji tüketimini artırabilecek, arızaya ve duruşa sebep olabilecek her çalışma parametresi belirlenmektedir. Çalışma parametreleri talimatlar ve kontrol kartları ile dokümanite edilmekte ve duyurulmaktadır. Bir endüstriyel işletme için kritik işletme parametreleri Tablo 2.22’de verilmiştir.

Tablo 2.22. Bir endüstriyel işletme için örnek kritik işletme parametreleri

ÖEK	Parametre	Birim	Alt Limit	Üst Limit	Ölçüm Cihazı
Kompresör	Basınç	bar	5,50	6,50	Kontrol paneli
Fırın	Egzoz gazı O ₂	%	2,00	3,50	Baca gazı analizörü
Buhar Kazanı	Buhar sıcaklığı	°C	190	240	Sıcaklık ölçer

Operasyonel kontrol planı ve kritik işletme parametrelerinin belirlenmesi ile işletmeye yönelik teknik kontrollerin sağlanması amaçlanmaktadır. Teknik kontrolü bakım faaliyetleri olmadan tamamlamak mümkün değildir. İşletmesel bakım, ekipmanların ve makinelerin korunması, mevcut işlevini yerine getirebilmesi için elden geçirilmesi ve faal durumunu koruması yöntemidir. Kuruluşun bakım faaliyetleri periyodik olarak planlanmakta ve önemli enerji kullanımlarını önceliklendirilmektedir.

Bakım faaliyetleri; proaktif ve reaktif bakım olmak üzere iki maddede incelenmektedir. Proaktif bakım, bakım ihtiyacı gerçekleşmeden önce yapılan koruyucu ve rutin olarak gerçekleştirilen bakım türüdür. Reaktif bakım, arıza anında müdahale ile gerçekleştirilen bakımdır. Proaktif bakım planlı olarak gerçekleştirilmektedir. Reaktif bakım ise arıza durumunda gerçekleştirilen bakımdır. Reaktif bakımda ekipman veya makine arıza yaptığı zaman bakımı gerçekleştirildiği için üretim kaybı fazla olmaktadır. Proaktif bakım; periyodik bakım, kestirimci bakım ve önleyici bakım olarak farklı kalemlerde incelenmektedir.

Periyodik bakım: Ekipman ve makinenin çalışma ömrünün artırılması için rutin olarak gerçekleştirilen bakımdır. Arıza yapmamış bir ekipman için üretimin durdurulması, çok sayıda bakım elemanına ihtiyaç duyulması, yedek parça stoğunun bulunması gibi dezavantajlarının yanında makine kullanılabilirlik oranının artması, arıza oranının azalması, daha az bakım masrafının olması ve ekipman kalitesinin artması gibi avantajları da bulunmaktadır.

Kestirimci bakım: İzleme ile gerçekleştirilen kestirimci bakım türünde belirli ölçme tekniklerine dayanan arıza oluşumunu engellemeye yönelik işlemler gerçekleştirilmektedir. Arızaların büyük ölçüde engellenmesinin yanında diğer sistemleri yıpratması da engellenmektedir. Makine duruşunun minimum düzeyde olması sebebi ile tercih edilebilir bir bakım yöntemidir.

Önleyici bakım: Makine arızasından önce, arıza çıkmasını önleyen nedenlerin giderilmesine yönelik gerçekleştirilen bakımdır. Üretimin duruş süresinin azaltılması, ıskarta ürün ve tekrar işleme durumlarında azaltma sağlanması gibi avantajları bulunmaktadır [47].

EnYS ile kuruluşlar bakım faaliyetleri gerçekleştirmekte ve kayıt altına almaktadır. Bakımlar yazılım üzerinden takip edilebilmekte ve kayıt altına alınabilmektedir. Yazılım dışında, doğrudan plan üzerinden gerçekleştirilen bakım faaliyetleri ise formlar ile kayıt altına alınmaktadır. Enerji Yönetim Sistemi kapsamında gerçekleştirilen bakım faaliyetlerinin temel girdileri şu şekildedir;

- ◆ Bakım yapılacak ekipman/makine bilgisi,
- ◆ Bakım yapılması planlanan zaman aralığı,
- ◆ Gerçekleşen bakımın zaman aralığı,
- ◆ Bakımdan sorumlu kişi,
- ◆ Bakımın yapıldığına dair dokümante edilmiş bilgi vb.

Enerji Yönetim Sistemi kapsamında yapılan bakım faaliyetlerinin genel faydaları;

- ◆ Yedek parça stoğu maliyetlerinin azalması,
- ◆ Üretim duruşunun engellenmesi,

- ◆ Fazla bakım personeli işçiliğinin önüne geçilmesi,
- ◆ Makine ve ekipman çalışma ömrünün uzaması,
- ◆ Ekipman ve makine veriminin artmasıdır.

Enerji Yönetim Sistemi'nin teknik uygulamalardan ve saha faaliyetlerinden bağımsız düşünülmemesi sebebiyle kuruluşlar, işletimin kontrolünün sağlanması adı altında işletmesel önlemlere, kritik işletme parametrelerine ve bakım faaliyetlerine fazlasıyla önem göstermektedir.

2.18. Tasarım ve Tedarik

Kuruluş, tasarım ve tedarik faaliyetlerini planlarken Enerji Yönetim Sistemi gerekliliklerine dikkat etmektedir. Tasarım faaliyetlerinde, Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmaları dikkate alınmaktadır. Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetlerinde enerji tüketiminin göz önünde bulundurulması sistemin temel gerekliliklerinden biridir. Tasarım faaliyetleri proses tasarımı ve modifiye edilecek tesisleri kapsamaktadır. Tasarım faaliyetleri gerçekleştirilirken değişim yönetimi ile hareket edilmesi önerilmekte, ilgili birimlerin onayının alınması ve kuruluş için oluşabilecek risklerin ele alınması gerekmektedir.

Değişim yönetimi gerçekleştirilirken şu hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir;

- ◆ Değişimin türü (Yeni tesis kurulması, mevcut tesisin ortadan kaldırılması, ar-ge faaliyetleri vb.)
- ◆ Değişimin nedeni (Enerji verimliliği, yasal gerekliliği karşılama, tesis verimini artırma vb.)
- ◆ Değişim için gerekli olan kaynaklar (Maddi kaynak, personel kaynağı, taşeron gerekliliği vb.)
- ◆ Değişimden elde edilebilecek fayda (Enerji tüketimini %2 azaltma, üretim kalitesini artırma vb.)
- ◆ Değişim sonucunda gerçekleşebilecek riskler (İSG riski, çevre boyutu vb.)
- ◆ Değişimi ilgilendiren birimlerden alınan onaylar (satın alma onayı, işletme onayı, üst yönetim onayı vb.) ele alınmaktadır.

Değişim gerçekleştirilirken bu parametrelere dikkat edilmektedir. Böylelikle değişimi kuruluş bünyesinde gerçekleştirilmekte ve birim bazında gerçekleştirilebilecek bağımsız çalışmalar önlenebilmektedir.

Enerji kaynağı ve enerji tüketen ekipman satın alımlarında enerji verimliliği, enerji performansı ve ömür boyu maliyet analizleri gerçekleştirilmektedir. Satın alınan ürün, donanım ve hizmetin enerji performansına olan etkisi araştırılmaktadır. Ömür boyu maliyet analizi, bir tesis ve ekipmanın yatırımı ve işletim süreci kapsamında tüm giderlerinin belirlenmesi ile gerçekleştirilmektedir [48].

Satın alma işlemlerinde ömür boyu maliyet analizi (LCC-Life Cycle Cost) yapılırken;

- ◆ İlk yatırım maliyeti (Initial Cost, Cic),
- ◆ Kurulum ve devreye alma maliyeti (Delivery and Installation Cost, Cin),
- ◆ Enerji maliyeti (Energy Cost, Ce),
- ◆ İşletme maliyeti (Operational Cost, Co),
- ◆ Bakım-onarım maliyeti (Maintenance Cost, Cm),
- ◆ Arıza ve üretim kaybı maliyeti (Downtime Cost, Cs),
- ◆ Çevresel maliyet (Cenv),
- ◆ Kapatma, hurda ve elden çıkarma maliyeti (Decommissioning Cost, Cd) göz önünde bulundurulmaktadır.

$$LCC = Cic + Cin + Ce + Co + Cm + Cs + Cenv + Cd$$

Kuruluş, enerji tüketen ekipman satın alımında tüm bu maliyetleri göz önünde bulundurarak satın alma işlemi gerçekleştirmektedir. Bilindiği üzere, enerji maliyeti bir ekipmanın ömür boyu maliyet analizinde en büyük paya sahip kalemdir.

2.19. İzleme, Ölçme, Analiz ve Değerlendirme

Kuruluş, yönetim sisteminin oluşumunda rol alan her verinin izlenmesini sağlamaktadır. İzlediği ve ölçtüğü tüm verilerin takip yöntemini belirlemekte ve değerlendirmektedir. Kuruluş enerji performansının seyrini gözlemleyebilmek için izleme ve ölçme yöntemlerini beyan etmektedir.

Enerji tüketimleri başta olmak üzere, enerji hedefleri, yasal ve diğer şartlar, önemli enerji kullanım noktaları, enerji performans gösterge değerleri, enerji tüketimini etkileyen ilgili değişkenler ve statik faktörler izleme ve ölçme sürecini oluşturmaktadır.

Enerji Yönetim Sistemi kapsamında;

- ◆ Enerji tüketim verileri,
- ◆ Üretim verileri,
- ◆ Yasal şartlar,
- ◆ Periyodik muayeneler (basınçlı kaplar, topraklama, paratoner vb.)
- ◆ Kalibrasyon,
- ◆ Riskler ve fırsatlar,
- ◆ Hedefler,
- ◆ Önemli enerji kullanımları vb. parametreler izlenmektedir.

İzlemenin ve ölçümün aracı belirtilmektedir. Resmi gazete, portal ve yazılım sistemi izleme yönteminde araç olarak kullanılabilir. Her izleme parametresi için bir sorumlu belirlenmektedir. Belirlenen sorumlu kişi, yükümlü olduğu parametrenin belirtilen metoda göre takibini sağlamaktadır. İzleme ve ölçme parametrelerinin periyodik kontrolü sağlanmakta ve değerlendirilmektedir.

2.20. İç Denetim

İç denetim, bir kuruluşun faaliyetlerini geliştirmek ve kuruluşa değer katma amacını güden bağımsız ve tarafsız bir güvence ve danışmanlık faaliyetidir. İç denetim, kuruluşun risk yönetim, kontrol ve yönetim süreçlerinin etkinliğini değerlendirmek ve geliştirmek amacına yönelik sistemli bir yaklaşım getirerek kuruluşun amaçlarına ulaşmasına destek olur [49].

Kuruluş tasarladığı Enerji Yönetim Sistemi'nin işleyip işlemediğinin kontrolünü rutin periyotlar ile oluşturduğu iç denetimler ile gerçekleştirilmektedir. İç denetim süreci beyan edilmekte ve bu süreç kapsamında denetim sıklığı, takip denetimi, denetçi yeterlilikleri vb. konular ele alınmaktadır.

İç denetimler bir plan haline getirilmekte ve ilgili bölümlere göre denetim gerçekleştirilmektedir. İç denetim, kuruluş içinden bir personel ya da dış kaynaklı bir yetkinliği kanıtlanmış denetçi tarafınca gerçekleştirilebilmektedir. İç denetim planlaması gerçekleştirilirken bir takım parametreler göz önünde bulundurulmaktadır. İç denetim planlaması yapılırken dikkat edilmesi gereken noktalar Tablo 2.23'te verilmiştir.

Tablo 2.23. İç denetim planlaması yapılırken dikkat edilmesi gereken noktalar

Parametre	Aksiyon
İç Denetim Gerçekleştirilecek Birim	İç denetimde birime yönelik sorular belirtilmekte ve ilgili kişilere bu sorular yöneltilmektedir.
İç Denetim Tarihi	Her bir birim için denetim tarihi ve saati belirtilmektedir.
İç Denetçi	İç denetçilik eğitimi almış yetkin bir personelin/dış kaynaklı denetçinin belirtilmesi gerekmektedir.
İlgili Standart Maddesi	Yönetim sistemi kurulumunda rehber olan standardın ilgili maddelerinin belirtilmesi gerekmektedir.
İlgili Doküman Edilmiş Bilgiler	Denetim sonucunda doküman edilmiş bilgilerin objektif kanıt olarak gösterilmesi gerekmektedir.

İç denetim planına uygun bir şekilde denetim gerçekleştirilmektedir. Denetim sırasında birimlere yöneltilecek sorular önceden belirlenmektedir. Denetim gerçekleştirildikten sonra ilgili birimlere ve üst yönetime raporlanmaktadır. Denetim raporunda sisteme yönelik minör/majör uygunsuzluklar, gözlemler ve iyileştirmeye açık alanlar belirtilmektedir. Uygunsuzluklara yönelik düzeltici faaliyet açılmaktadır. Uygunsuzluğun giderilmesine yönelik termin belirlenmektedir. Denetim sonucunda oluşturulan denetim raporu, soru listesi vb. doküman edilmiş bilgiler kayıt altına alınmakta ve belirtilen süre boyunca muhafaza edilmektedir.

2.21. Yönetim Gözden Geçirmesi

Kuruluş üst yönetiminin sorumluluğunda olan, mevcut durumun analiz edilmesi ve gelecekteki durumun planlanması amacıyla yönetim gözden geçirmeleri yapmaktadır. Yönetim gözden geçirmeleri kuruluşun periyodik olarak gerçekleştirdiği bir organizasyondur. Kuruluşun ölçeğine göre periyodu belirlenmekte olup genelde yılda bir kez gerçekleştirilmektedir. Üst yönetimin bu organizasyonun içerisinde olmasıyla yönetim sisteminin temel gereksinimleri konuşulmaktadır.

Enerji Yönetim Sistemi için gerçekleştirilen toplantılar diğer yönetim sistemleri ile entegre olarak da gerçekleştirilebilmektedir. YGG toplantıları planlanırken başta üst yönetim olmak üzere birim sorumlularına bilgi verilmesi gerekmektedir. Üst yönetimin bu toplantıda olması önem taşımaktadır. Yönetim sisteminin tüm gerekliliklerinin etkinliğinin sorgulanması bu aşama ile gerçekleştirilmektedir. Toplantıya üst yönetimin yanında birim yöneticileri katılım sağlamaktadır. Katılamayan birim yöneticileri için vekalet verilmekte ve yetkin bir çalışanın katılımı sağlanmaktadır.

Enerji Yönetim Sistemi kapsamında yönetim gözden geçirmelerinde konuşulması gereken bazı konular şu şekildedir;

- ◆ Kuruluşun SWOT, PESTEL vb. analizler ile tespit ettiği iç ve dış hususları,
- ◆ Enerji performansını ve EnYS'yi etkileyebilecek riskler ve fırsatlar,
- ◆ Enerji tüketimi, üretim miktarları vb. izleme ve ölçme sonuçları,
- ◆ İç denetim sonuçlarını,
- ◆ Denetim sonucunda ve denetim dışında tespit edilen uygunsuzluklar ve düzeltici faaliyetler,
- ◆ Uymakla yükümlü olduğu yasal mevzuat, yönetmelik ve kanunların gözden geçirilmesi ve uyumluluk kontrolü,
- ◆ Personelin nitelikleri ve farkındalığının artırılmasına yönelik faaliyetler,
- ◆ Enerji politikası,
- ◆ Kuruluşun amacı ve enerji hedefleri,
- ◆ EnPG'ler ve enerji performansının iyileştirilmesine yönelik konular,
- ◆ Enerji eylemlerinin durumu,
- ◆ EnYS için gerçekleştirdiği bir önceki yönetim gözden geçirme faaliyetlerinin takibi.

Kuruluş gündemini belirledikten sonra bir sonraki dönem için kararlar almakta ve program belirlemektedir. Kuruluş, alınan kararları dokümanite edilmiş bilgi olarak tutmalıdır. Dokümanite edilmiş bilgi kapsamında YGG tutanağı, YGG raporu ve YGG ile ilgili yapılan sunular kullanılabilir.

- ◆ Enerji performansının artırılmasına yönelik fırsatlar,
- ◆ Enerji politikası,
- ◆ Enerji performans göstergeleri ve enerji referans çizgisi,
- ◆ Bir sonraki dönem için amaçlar, enerji hedefleri, eylem planları,
- ◆ Enerji hedefi tutturulamamışsa gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler,
- ◆ İş prosesleri ile entegrasyonu artırma fırsatları,
- ◆ Planlanan faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için gerekli kaynakların tahsisi,
- ◆ Personel yetkinliği ve farkındalığının artırılması,
- ◆ Kuruluş içi iletişimin artırılması gibi kararlar almakta ve dokümente etmektedir.

Toplantı gündemi ve alınan kararlara yönelik tutanak oluşturulmaktadır. Tutanakta katılımcılar, alınan kararlara yönelik sorumlular ve termin tarihleri belirtilmektedir.

2.22. Uygunsuzluklar, Düzeltici Faaliyet

Enerji Yönetim Sisteminin gerekliliklerinin karşılanamaması durumu uygunsuzluklara neden olmaktadır. Kuruluş, enerji ile ilgili hedeflerini yerine getirebilmek ve Enerji Yönetim Sistemi'nin sürekliliğini sağlamak amacıyla belirli şartların yerine getirilmesini amaçlamaktadır. Kuruluşun, sisteminde beyan ettiği şartları yerine getirememesi durumu uygunsuzluklara yol açmaktadır. Uygunsuzlukların giderilmemesi durumunda sistemin gereklilikleri karşılanamamakta ve döngünün tamamlanması zorlaşmaktadır. Uygunsuzlukların giderilmesi için düzeltici faaliyet açılmakta ve kök neden analizi yapılmaktadır. Düzeltici faaliyet etkinliği başlatılırken uygunsuzluğun açılma nedeni beyan edilmektedir. Uygunsuzluklar; iç denetimler, belgelendirme denetimleri, izleme denetimleri ve diğer nedenler ile tespit edilebilmektedir. Düzeltici faaliyet gerçekleştirilirken uygunsuzluğu açan bölüm ve uygunsuzluk açılan bölüm beyan edilmektedir. Uygunsuzlukların kök nedeni belirtilmektedir.

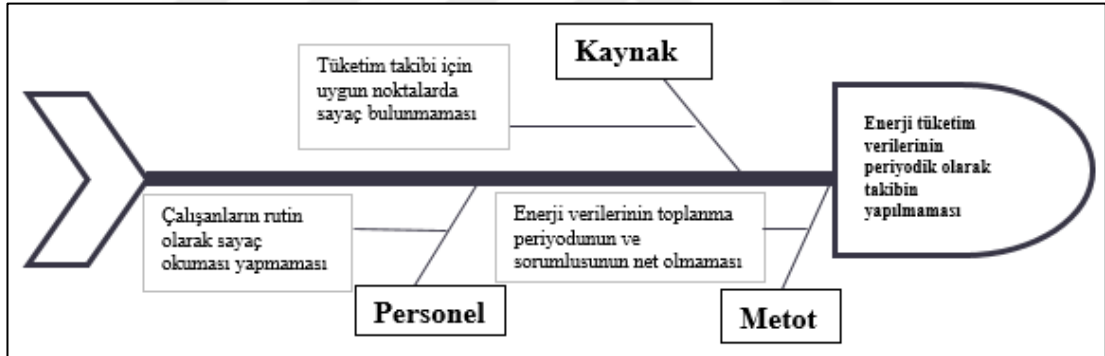
Kök neden analizi, kuruluştaki ortaya çıkan problemin sadece hata veya uygunsuzluk olarak tanımlanması yaklaşımı dışında, sorunun neden ortaya çıktığını tespit edebilmek için gerçekleştirilmektedir. Kök neden analizi için farklı yöntemler uygulanabilmektedir.

Kök neden analizi için kullanılan yöntemler şu şekildedir;

- ◆ Balık kılçığı
- ◆ 8D yöntemi
- ◆ Beş Neden Analizi

Örneğin; bir kuruluş için enerji tüketim verilerinin periyodik olarak takip edilmediği ve kayıtlara ulaşamadığı tespit edilmiştir. Uygunsuzluğun kök nedenini belirleyebilmek için farklı analizler gerçekleştirilebilmektedir.

Balık kılçığı yöntemi: Ishikawa diyagramı olarak da bilinen balık kılçığı yönteminde problem diyagramının sonuç kısmında verilmektedir. Problemin kaynakları belirtilir ve kaynağı etkileyen durumlar tespit edilir. Bu yöntem ile problemin kök nedeni belirlenerek düzeltme faaliyeti uygulanır. Balık kılçığı tekniği ile kök neden analizi Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Balık kılçığı tekniği ile kök neden analizi

8D Metodu: Kronik olarak meydana gelen uygunsuzluklarda kullanılan en etkili yöntemlerden biri 8 disiplin yöntemidir. Bu yöntem ile 8 aşamadan oluşan süreç ile uygunsuzluğun kök nedeni ortadan kaldırılır. Takım oluşturma, problemi tanımlama, geçici önleme faaliyeti, kök nedeni araştırma, kalıcı olarak düzeltici faaliyetlerin geliştirilmesi, kalıcı olarak düzeltici faaliyetlerin uygulanması, yinelenmesini önleme ve takımın tebrik edilmesi süreci ile tamamlanmaktadır.

Beş Neden Analizi: Uygunsuzluğa neden olan problemin geriye doğru nedensellik bağı ile incelenmesi yöntemiyle problemin kök nedenini tespit eden bir analiz yöntemidir. Öncelikle problem tanımlanmakta ve probleme yol açan ilk neden belirtilmektedir. Geriye doğru 5 kez neden sorusu sorularak kök neden tespit edilir. Neden sorusu 5 defadan az ya da fazla olabilmektedir.

Soru 1: Kuruluş enerji tüketim verilerinin neden periyodik olarak takip etmemektedir?

Cevap 1: Çalışanların periyodik olarak enerji tüketim verilerini toplama sorumluluğu bulunmamaktadır.

Soru 2: Çalışanların neden periyodik olarak enerji tüketim verilerini toplama sorumluluğu bulunmamaktadır?

Cevap 2: Enerji verileri toplama sorumluluğu atanmamış ve periyodu aktarılmamıştır.

Soru 3: Neden enerji verileri toplama sorumluluğu atanmamış ve periyodu aktarılmamıştır?

Cevap 3: Enerji verilerinin toplanma periyodu, sorumlusunu belirten bir metot belirlenmemiştir.

Kök neden: Enerji verilerinin toplanma metodunun belirlenmemesi ve beyan edilmemesidir.

Verilen bu yöntemler ile problemin kök sebebine inilmekte ve düzeltici faaliyet uygulanmaktadır. Gerçekleştirilen düzeltici faaliyet ve düzeltme faaliyeti ile uygunsuzluk ortadan kaldırılmaktadır. Düzeltme faaliyeti, uygunsuzluğun elimine edilmesi faaliyetidir. Yani verilen örnekte düzeltme faaliyeti periyodik takibin yapılması ve kaydedilmesidir. Düzeltici faaliyet ise uygunsuzluğun yinelenmemesi için kök neden analizinin yapılarak, kök nedenin ortadan kaldırılması suretiyle uzun vadeli/kesin çözüm sunan faaliyettir. Düzeltici faaliyetin kapatılmasını takip eden süreçte düzeltici faaliyet etkinliği gözden geçirilmekte ve takibi sağlanmaktadır.

2.23. Sürekli İyileştirme

Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi'nin tüm gerekliliklerini yerine getirmektedir. Fakat yönetim sisteminin sürekliliğinin sağlanabilmesi ve amacına ulaşabilmesi için sürekli iyileştirme kültürü kanıksanmakta ve bu kültürü destekleyici faaliyetler gerçekleştirmektedir. Kuruluş, EnYS gerekliliklerinden biri olan sürekli iyileştirme kültürünü destekleyici faaliyetleri kanıt niteliğinde muhafaza etmektedir.



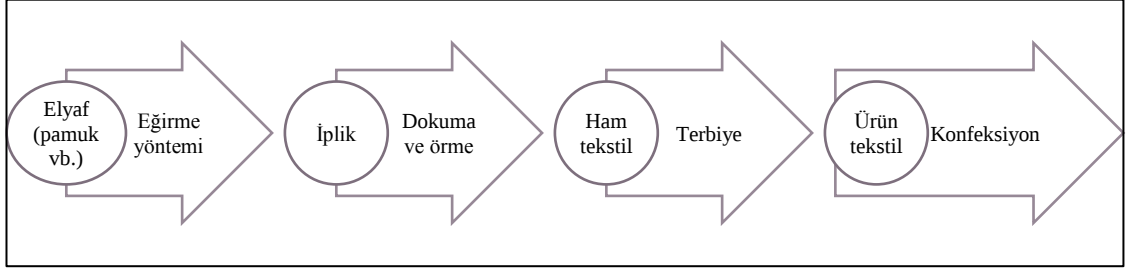
3. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Türkiye, gerek coğrafi konumu gerekse hammadde açısından zenginliği nedeniyle, tekstil sektöründe geçmişten günümüze kadar ihracat düzeyi artarak gelişme göstermektedir. Özellikle hazır giyim ile Türkiye'nin "lokomotif sektörü" haline getirilmesi sağlanmıştır. Sektördeki bu gelişme seviyesi ihracat ağırlıklı yapılan üretimin bir sonucudur. Ülke grupları itibarıyla tekstil sektörü ihracatı Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Türkiye tekstil sektörü ihracat miktarı ve ülkeler bazında payı [50]

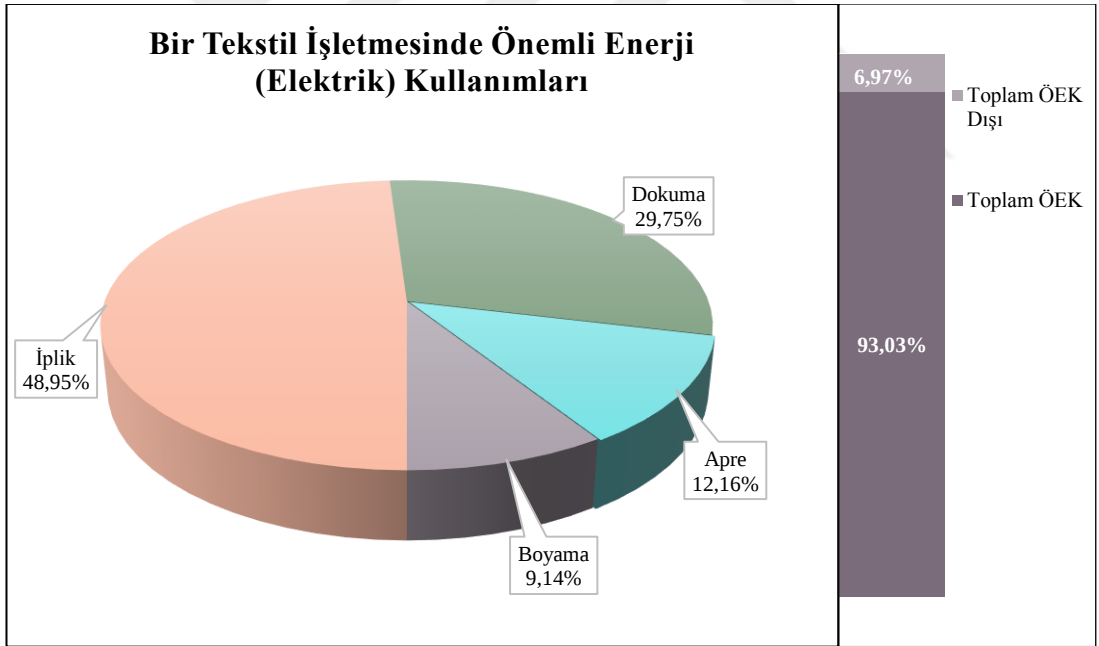
Ülke Grupları	2019 Ocak-Eylül	Pay
	1000 USD	%
AB (Avrupa Birliği) Ülkeleri	3.734.761	50,38
Eski Doğu Bloğu Ülkeleri Toplamı (Ukrayna, Rusya, Belarus vb.)	755.945	10,20
Afrika Ülkeleri Toplamı (Mısır, Fas, Libya vb.)	753.033	10,16
Ortadoğu Ülkeleri Toplamı (S. Arabistan, İsrail, BAE (Birleşik Arap Emirlikleri) vb.)	710.458	9,58
Amerika Ülkeleri Toplamı (Kanada, Brezilya, Meksika vb.)	566.668	7,64
Asya ve Okyanusya Ülkeleri (Japonya, Çin, Hong Kong vb.)	424.764	5,73
Türk Cumhuriyetleri Toplamı (Azerbaycan, Özbekistan vb.)	223.821	3,02
Serbest Bölgeler Toplamı	190.442	2,57
Diğer Avrupa Ülkeleri Toplamı (İsviçre, Norveç, İzlanda vb.)	53.489	0,72
Toplam	7.413.381	100,00

Tablo 3.1'de görüldüğü üzere Türkiye'nin en önemli gelir kaynaklarından biri olan tekstil sektöründeki her teknolojik gelişme ve iyileşme ülke temelinde büyük önem taşımaktadır. İyileşme sağlamanın yollarından biri de enerjinin etkin ve verimli kullanılması ile gerçekleştirilebilmektedir. Bunun için üretim süreci boyunca enerjinin tüketildiği alanlar tespit edilmekte ve bu alanlara yönelik verimli teknolojiler araştırılmaktadır. Tekstil sektörünün başlıca üretimleri ve üretim sürecine ait verileri Şekil 3.1'de görülmektedir.



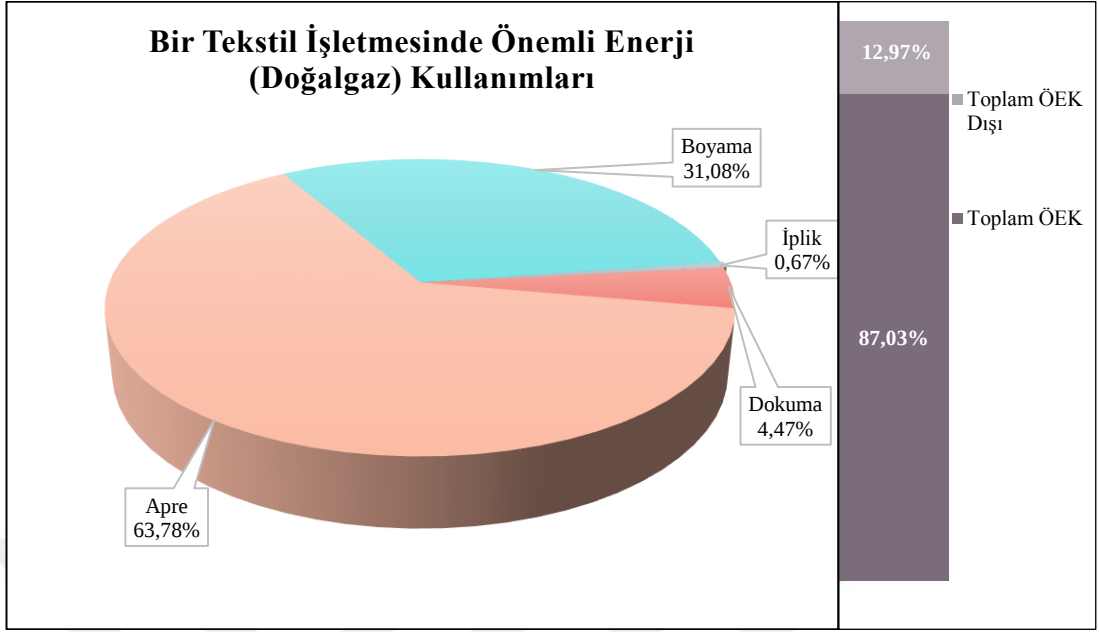
Şekil 3.1. Tekstil sektörü üretim süreci

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren kuruluşun, üretim sürecinde en yoğun enerji tüketiminin gerçekleştiği bölümlerde yapılan enerji verimliliği uygulamaları kuruluşa katkı sağlamakla birlikte ülkenin enerji yoğunluğunun azaltılmasını sağlamaktadır. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletme referans alınarak önemli enerji kullanım alanları belirtilmiştir. En yoğun enerji tüketimi gerçekleşen alanlar Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Tekstil işletmesi elektrik kaynaklı yoğun tüketim alanları

Kuruluşun elektrik tüketiminin en yoğun olduğu alanlar; iplik, dokuma, apre ve boyama bölümleridir. Bu bölümlerin toplam elektrik tüketimindeki payı %93,03 olarak tespit edilmiştir. Kuruluş, toplam elektrik tüketiminin %6,97'lik payını ise önemli enerji kullanım dışı olarak belirlemiştir.



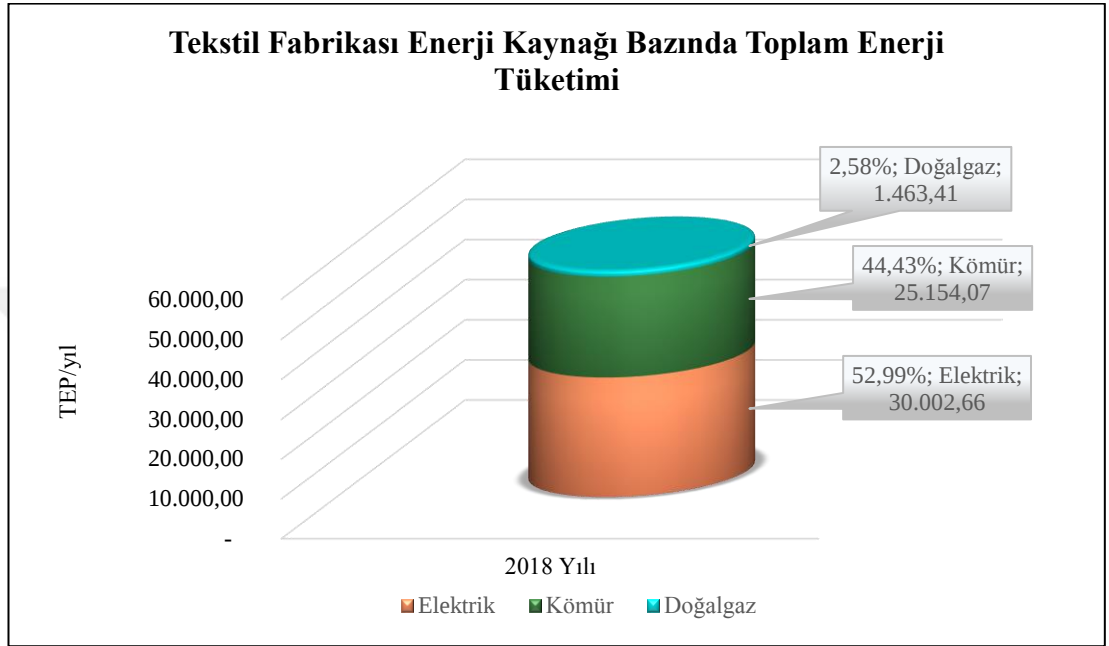
Şekil 3.3. Tekstil işletmesi doğalgaz kaynaklı yoğun tüketim alanları

Kuruluşun önemli doğalgaz kullanım alanlarının, toplam doğalgaz tüketimindeki payı %87,03 olarak tespit edilmiştir. Kuruluş, toplam doğalgaz tüketiminin %12,97’lik payını ise önemli enerji kullanım dışı olarak belirlemiştir. Tekstil işletmelerinde elektrik tüketiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği proseslerin, iplik ve dokuma bölümleri olduğu görülmektedir. İplik ve dokuma bölümünde, ring makineleri, klima santralleri, harman hallaç, tarak, cer, haşıl, çözgü ve basınçlı hava gibi temel elektrik tüketim alanları bulunmaktadır. Doğalgaz tüketiminin en yoğun olduğu prosesler ise boyama ve apre bölümleridir. Ramöz makineleri, boya kazanları, sanforlar, şardonlar, buhar kazanları ise ısı enerji tüketim alanlarıdır.

3.1. Tekstil Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi

İplik, boyalı iplik, ham kumaş, boyalı kumaş, denim kumaş ve üretimi kapsamında faaliyet gösteren bir tekstil fabrikası, Enerji Yönetim Sistemi uygulamaktadır. Tekstil fabrikası, üretim faaliyeti kapsamında elektrik, kömür ve doğalgaz tüketimi gerçekleştirmektedir.

Yapılan analizlere göre kuruluşun, 2018 yılı elektrik tüketiminin 30.002,66 TEP, kömür tüketiminin 25.154,07 TEP ve doğalgaz tüketiminin 1.463,41 TEP olmak üzere toplam enerji tüketiminin 56.620,14 TEP olduğu görülmüştür. Örnek bir tekstil fabrikasının enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi Şekil 3.4'te verilmiştir.



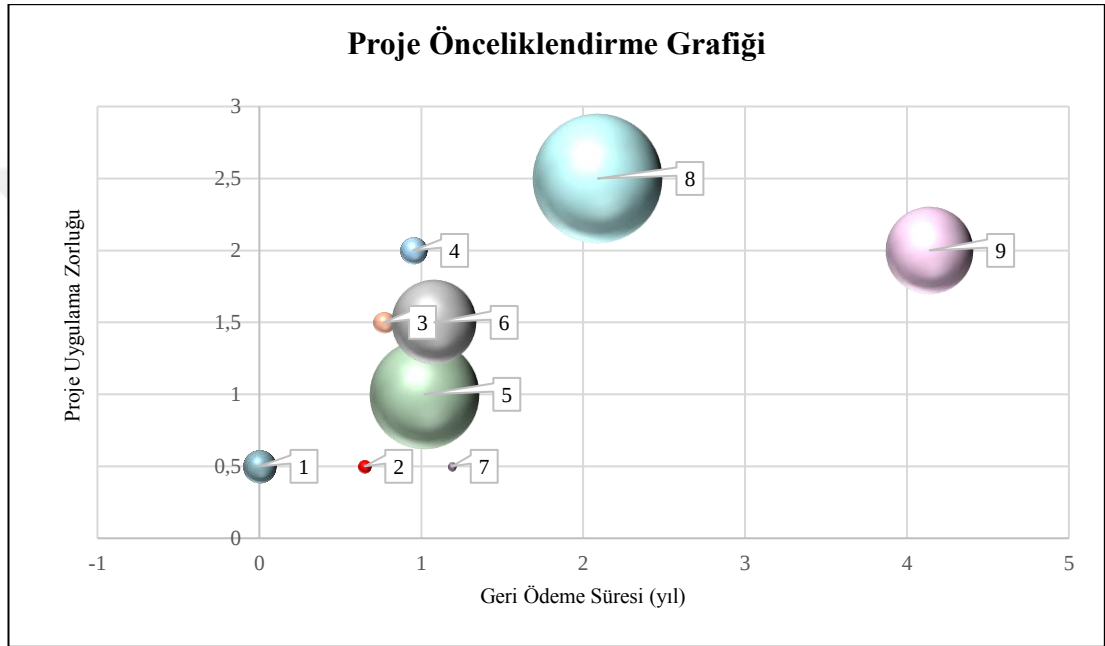
Şekil 3.4. Örnek bir tekstil fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi

Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi gerekliliklerinden biri olan yasal ve diğer gereklilikleri takip etmekte ve uyumluluğu sağlamaktadır.

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu referans alınmış ve 50.000 TEP üstü enerji tüketimine sahip endüstriyel işletmelerin uymakla yükümlü olduğu yasal zorunluluklar belirtilmiştir. Toplam enerji tüketimi 56.620,14 TEP (50.000 TEP ve üzeri) olan tekstil fabrikası, yasal zorunluluk gereği enerji yöneticisi bulundurmakta, her yıl enerji tüketim bildirimini yapmakta, enerji etüdü yaptırmakta ve enerji yönetim birimi kurmaktadır. Kuruluş, gerçekleştirilen enerji etüdü ile tasarruf potansiyellerini belirlemiştir. Enerji etüt çalışması sonucunda iyileştirme projeleri tespit edilmiş, bu projelere yönelik fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda bulgular belirli kriterlere göre önceliklendirilmiş ve Şekil 3.5'te verilmiştir.

Enerji etüdü sonucu tespit edilen enerji verimliliği projelerine bakıldığında;

- ◆ Basınçlı hava sistemi revizyonu,
- ◆ Atık ısı geri kazanım projeleri,
- ◆ Değişken debi ihtiyacı olan fan ve pompalara sürücü uygulamaları,
- ◆ Aydınlatma dönüşümleri vb. iyileştirmeler ile enerji tüketiminde azalma sağlanabileceği öngörülmüştür.



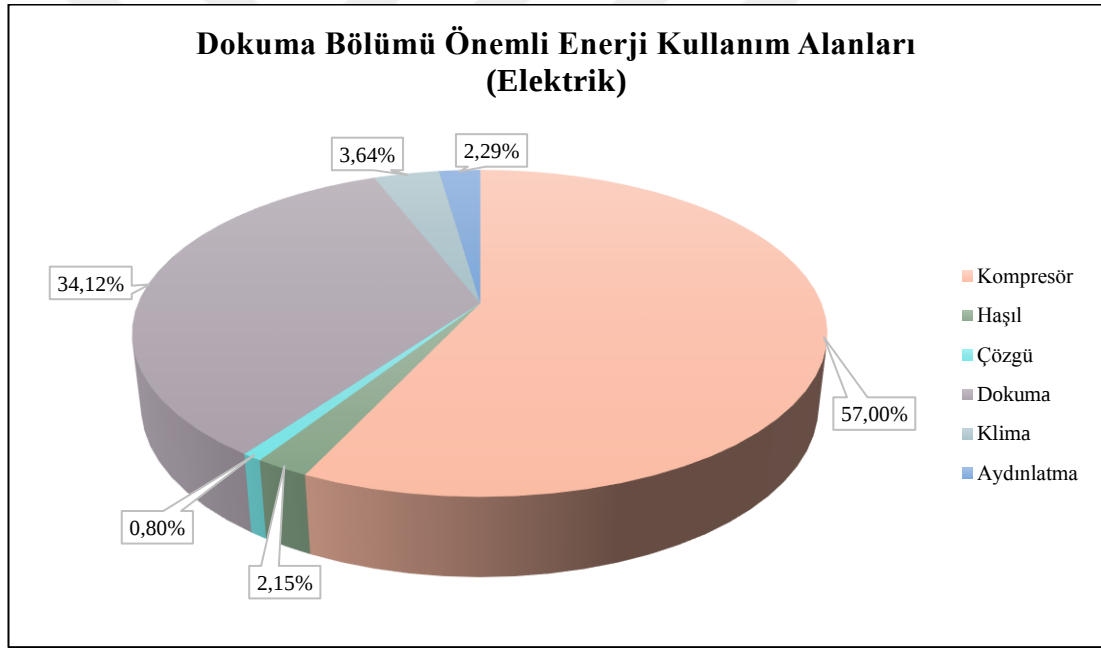
Şekil 3.5. Enerji etüdü sonucu tespit edilen projelere yönelik önceliklendirme metodu

Enerji etüdü sonucu tespit edilen projelere yönelik önceliklendirme metodu kullanılarak uygulamalar farklı kategoriler altında değerlendirilmiş ve projeler öncelik sırasına konulmuştur. Proje önceliklendirme grafiğinde görüldüğü gibi; dikey eksen projenin uygulama zorluk derecesini belirtmektedir. Bu derecelendirme metodu 0 ile 3 değerleri arasında (0,5 derece uygulaması kolay, 3 derece uygulaması zor) puanlar ile derecelendirilmektedir. Grafikteki yatay eksen projelerin basit geri ödeme süresini vermekte, kabarcık büyüklüğü ise projenin gerçekleşmesi durumunda elde edilebilecek mali tasarruf miktarını belirtmektedir. Enerji yönetim ekibi, Enerji Yönetim Sistemi'nin gerekliliklerinden biri olan önemli enerji kullanım alanlarını belirlemekte ve iyileştirme fırsatları belirlerken bu alanları göz önünde bulundurmaktadır.

Kuruluşun işletmeleri arasında toplam enerji tüketimine oranla en yoğun enerji tüketimine sahip olan ring işletmesi ve dokuma işletmesine yönelik enerji haritası oluşturulmuştur. Enerji haritası kapsamında önemli enerji kullanım alanları ve enerji kullanımlarının toplam tüketime oranları Şekil 3.6 ve Şekil 3.9 arasında verilmiştir.

DOKUMA		
Kompresör	Haşıl	Çözü
1.349.538 kWh/ay	50.862 kWh/ay	18.988 kWh/ay
Dokuma	Klima	Aydınlatma
807.689 kWh/ay	86.126 kWh/ay	54.253 kWh/ay

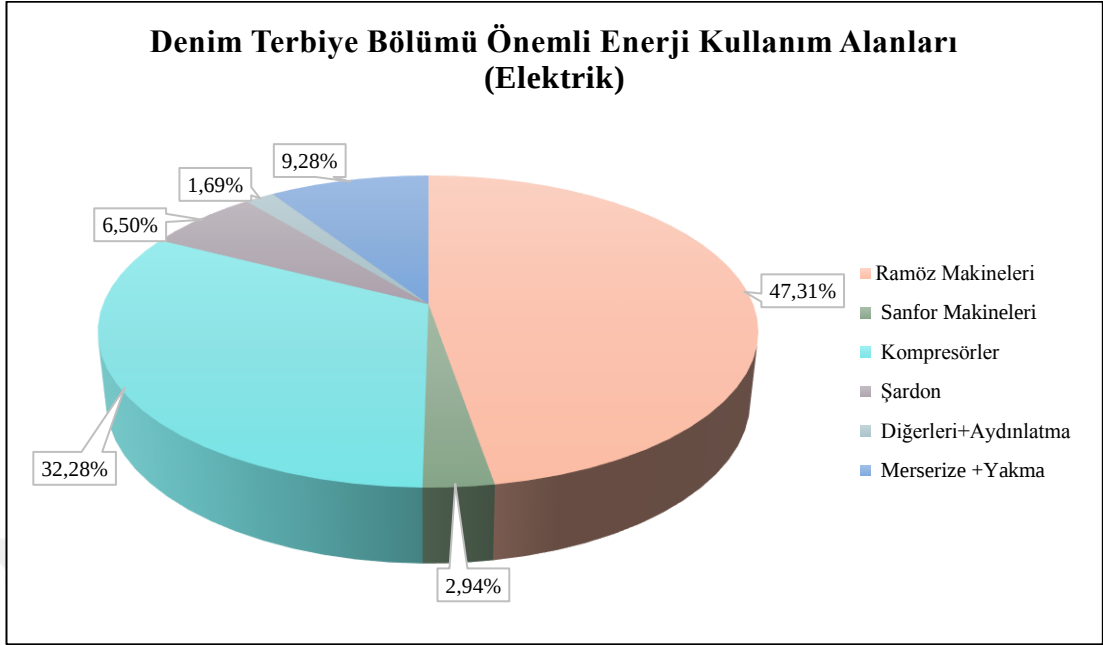
Şekil 3.6. Dokuma bölümü enerji haritası



Şekil 3.7. Dokuma bölümü önemli enerji kullanım alanlarının toplam tüketime payı

Denim Terbiye		
Ramöz Makineleri	Sanfor Makineleri	Kompresörler
274.425 kWh/ay	17.036 kWh/ay	187.261 kWh/ay
Şardon	Diğerleri+Aydınlatma	Merserize +Yakma
37.729 kWh/ay	9.855 kWh/ay	53.810 kWh/ay

Şekil 3.8. Denim terbiye bölümü enerji haritası



Şekil 3.9. Denim terbiye bölümü önemli enerji kullanım alanları

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren bu fabrika için dokuma ve denim terbiye bölümünün önemli enerji kullanım alanları incelenmiştir. Dokuma bölümü için elektrik tüketiminde en büyük paya sahip prosesler, %57'lik pay ile kompresörler ve %34,12'lik pay ile dokuma bölümüdür. Aynı şekilde denim terbiye bölümü de incelenmiş ve elektrik tüketiminde en yoğun paya sahip prosesler belirlenmiştir. Denim terbiye bölümünde ise %47,31'lik pay ile ramöz makineleri, %32,28'lik pay ile kompresörler ve %9,28 ile merserize ve yakma en yoğun enerji tüketimine sahip alanlardır.

Fabrikada bulunan iki işletme içinde incelemeler gerçekleştirildiğinde basınçlı hava sisteminin işletmeler için önem taşıdığı görülmektedir. Basınçlı hava üretimi için tüketilen enerji miktarının toplam enerji tüketimine payının fazla olması nedeniyle bu sistem üzerinde yapılacak her iyileştirmenin işletmeye olan katkısı da bu doğrultuda büyük olmaktadır. Etüt sonucunda çıkan bulgular enerji yönetim ekibi ve üst yönetim tarafından değerlendirilmiş ve 5 numaralı projenin hayata geçirilmesi konusunda fikir birliğine varılmıştır. 5 numaralı proje, mevcut kompresörlerin daha verimli kompresör ile değişimine yönelik hem tasarruf miktarı fazla, hem geri ödeme süresi kısa hem de kolay uygulanabilen projedir.

Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, etüt sonucunda da tespit edilmiş mevcut kompresörlerin daha verimli kompresörler ile değiştirilmesi projesinin getirisine dikkat çekilmektedir. Enerji yönetim ekibinin ve üst yönetimin değerlendirmesi sonucunda mevcut turbo kompresörlerin daha verimli kompresörlerle değişimi projesi uygulanmıştır. Uygulama sonucunda aktif olarak çalışmakta olan turbo kompresörler, aynı işletme şartlarını sağlayan daha verimli turbo kompresörler ile değiştirilmiştir. Bir birim hava üretimi için yaklaşık olarak 0,1548 kWh/Nm³ elektrik tüketen turbo kompresörler, aynı işlem için 0,1100 kWh/ Nm³ enerji tüketen turbo kompresör ile değiştirilmiştir. Bu değişim sonucunda 3.630.458,00 kWh/yıl enerji tasarrufu, 1.452.183,20 TL/yıl mali tasarruf sağlanmıştır.

Tablo 3.2. Tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın uyguladığı projeler ile enerji tasarruf oranları

Uygulanan Projeler	Tasarruf Edilen Elektrik Enerji Miktarı		Tasarruf Oranı	2018 Yılı Toplam Elektrik Tüketimi	
	kWh/yıl	TEP/yıl	%	kWh/yıl	TEP/yıl
Kompresör Değişimi Projesi	3.630.458,00	312,22	1,04	348.868.140,00	30.002,66

Tablo 3.2 incelendiğinde mevcut kompresörlerin daha verimli turbo kompresörler ile değişimi projesi sonucu fabrika toplamında 2018 yılı enerji tüketimleri referans alınarak enerji tüketiminden %1,04 oranında tasarruf sağlandığı görülmektedir.

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmeye kurulan Enerji Yönetim Sistemi ile birlikte enerji verimliliği çalışmaları sonucunda hedeflenen enerji performansına ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Enerji Yönetim Sistemi'nin kuruluşu, enerji performansındaki artışın beraberinde idari konularda ve izleme sistemlerinde getirileri olmuştur.

Kuruluş, her yıl periyodik olarak üst yönetimin de katılım sağladığı yönetim gözden geçirme toplantıları gerçekleştirmektedir. Toplantının gündeleri, EnYS gereklilikleri kapsamında belirlenmektedir. Bu gereklilikler, standartta belirtilen yönetim gözden geçirme gündelerini temel almaktadır.

EnYS girdileri ile birlikte her yıl üst yönetimin de katılım sağladığı bu toplantıda;

- ◆ Amaç ve enerji hedefleri,
- ◆ İyileştirme projeleri,
- ◆ Enerji performansını artırmak amacıyla gerçekleştirilen yetkinlik faaliyetleri gündeme getirilmektedir. Enerji hedefinin toplantı girdisi olarak her yıl gözden geçirilmesi ve enerji hedefine ulaşabilme amacıyla enerji verimliliği projelerinin belirlenmesi Enerji Yönetim Sistemi'nin katkılarından biridir.

Kuruluşun, önemli ısı enerji kullanım alanlarından bir tanesi kömür yakıtlı buhar kazanıdır. Kömür yakıtlı buhar kazanında üretilen buhar, prosesin ısı ihtiyacı olan buharlama, boyama vb. olmak üzere kuruluş bölümlerine iletilmektedir. EnYS kurulumu öncesinde kazan çıkışında tek bir buhar sayacıyla ile toplam buhar tüketimi takibi yapılabilirken, EnYS kurulumu sonrasında buharlama ve boyahane gibi alanların buhar tüketimleri ayrı olarak takip edilebilmektedir. Bu amaç için, kuruluşa bölüm bazında buhar sayacı eklemesi yapılmıştır. Sayaçlardan periyodik olarak veri alınması için ÖEK sorumlusu olarak adlandırılan ve önemli enerji kullanım alanlarında görev alan kritik personeller, bu amaç doğrultusunda yönlendirilmektedir. ÖEK sorumluları başta olmak üzere kuruluş personellerine, buhar tüketiminin yoğun olduğu alanlar ile ilgili bilinçlendirme sağlanmaktadır. Buhar tüketimi takibinin ayrı yapılması doğrultusunda, ÖEK alanlarında gerçekleştirilen iyileştirme fırsatlarının, enerji tüketimine olan etkisi sayısal verilerle ortaya konulabilmektedir.

Kuruluş bünyesinde, enerji tüketim takibinin lokasyon bazında yapılması enerji tüketimindeki azalmanın kaynağına net bir şekilde ulaşılmasının yanında anlık müdahaleler ile operasyonel kontrolün sağlanması kolaylaşmaktadır.

EnYS'nin tüm gereklilikleri yerine getirildiği takdirde, kuruluş ideal seviyeye ulaşabilecektir. Fakat kuruluşun sisteme uyum sağlayamadığı noktalar, sistemin devamlılığına ve etkinliğine yönelik risk oluşturabilmektedir. Bu etkiler şu şekildedir;

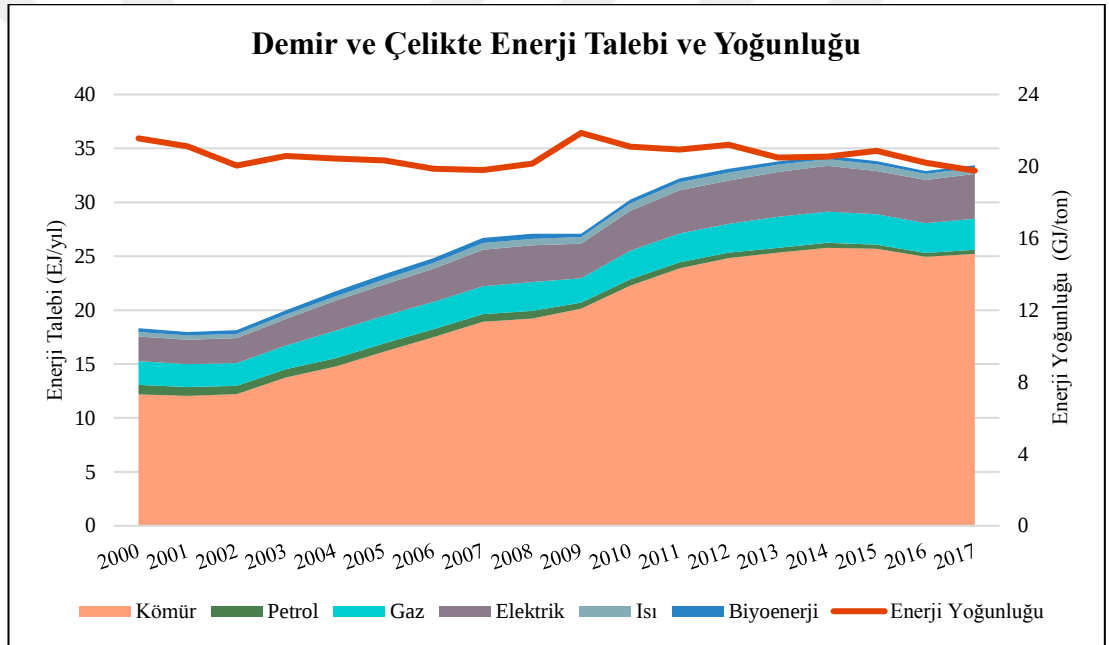
Enerji tüketimleri, ürün için kullanılan boyanın rengine göre değişkenlik göstermektedir. Üründe kullanılan koyu renk boya miktarı artış gösterdikçe, enerji tüketimi de bu doğrultuda artmaktadır.

Üretim miktarında artış olmamasına rağmen koyu renk boya miktarından kaynaklanan enerji tüketimindeki bu artış, enerji performans gösterge değerlerinde tutarsızlığa neden olmaktadır. Enerji tüketimleri değerlendirilirken, üründe kullanılan koyu renk boya verilerinin analize dahil edilmemesi hatalı sonuçlara yol açabilmektedir. Enerji tüketim analizlerindeki hatalı sonuçlar, değişkenlerin incelenmediğine dair risk oluşturmakla birlikte enerji hedefinin doğru belirlenememesine sebep olabilmektedir. Kuruluşun, enerji tüketimlerini analiz ederken koyu renk boya miktarlarını değişken olarak ele almaması sistem için potansiyel uygunsuzluk niteliği taşımaktadır. Bu nedenle enerji tüketim analizleri gerçekleştirilirken, üründe kullanılan koyu renk boya miktarının tüketime olan etkisinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Uygunsuzluğa neden olabilecek etkilere bir diğeri, doküman dağıtım sisteminin teknolojik güncelliğe sahip olmamasıdır. Doküman dağıtım sistemi, kuruluşun ortak ağ ile yönettiği bir sistem olup, revizyonlarda ve erişilebilirlikte kontrolsüzlüğe neden olabilmektedir. Doküman dağıtımında ortak ağın kullanılması, dokümanlardaki değişikliklere ait sorumlunun, gerçekleştirme tarihinin ve doküman imhasının tespitini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, mevcut durumda diğer yönetim sistemlerinde kullanılan doküman yönetimi yazılımının, Enerji Yönetim Sistemi için de aktif hale getirilmesi uygunsuzluğun gerçekleşmemesi adına alınabilecek aksiyonlar arasındadır. Bu kapsamda, doküman güncelliğinin kontrolünün sağlanması için mevcut yazılım kullanılabilir.

4. DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Demir-Çelik sektörü hem dünyada hem de ülkemizde en fazla enerji tüketimine sahip alanlardan biridir. Demir çelik sektörünün Türkiye toplam enerji tüketimi içerisindeki payı %7,50 ve sanayi toplam enerji tüketiminin içerisindeki payı ise %22,90 civarındadır. Demir çelik sektöründe enerji talebi ve yoğunluğu Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Demir çelik sektöründe enerji talebi ve yoğunluğu [2]

Demir çelik sektöründe enerji yoğunluğunun yıllara göre değişimini veren grafikte 2000 yılında 21,6 GJ/t (Giga Joule/ton) olan enerji yoğunluğu, 2017 yılında 19,8 GJ/t seviyelerine düşmüştür. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde kullanılan enerji kaynakları elektrik, doğalgaz, kömür vb.dir. Ark ocaklı demir çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde üretim akış şeması Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Ark ocaklı demir çelik sektörü proses akış şeması

Demir çelik sektöründe önemli enerji kullanım alanları,

- ◆ İndüksiyon ocakları,
- ◆ Ark ocakları,
- ◆ Pota ocakları,
- ◆ Tav fırınları,
- ◆ Soğutma sistemleri,
- ◆ Toz toplama sistemi,
- ◆ Isıl işlem ve meneviş fırınları vb. noktalardan oluşmaktadır.

Demir çelik sektöründe enerji tüketiminin gerçekleştiği bölümler ve faaliyetler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Demir çelik sektöründe enerji tüketiminin gerçekleştiği bölümler ve faaliyetler [51]

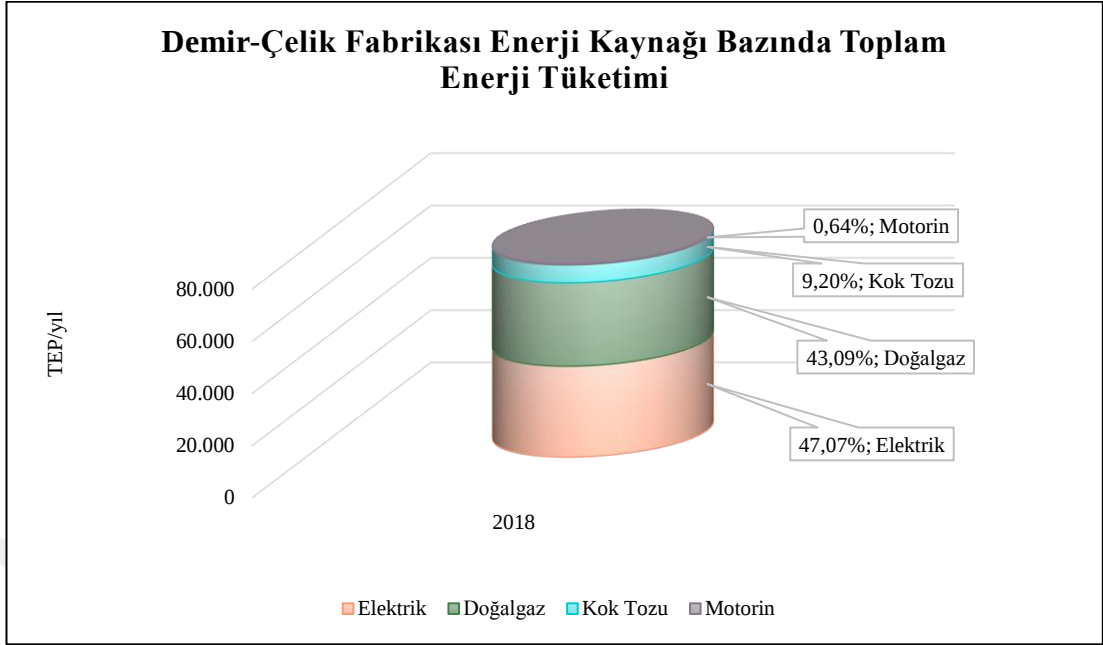
Enerji Girdisi	Enerji Tüketiminin Gerçekleştirildiği Bölüm	Enerji Tüketiminin Gerçekleştirildiği Faaliyet
Kömür	Yüksek fırın, sinter ve kok üretim tesisi	Kok üretimi, yüksek fırınlarda toz haline getirilmiş fırın,
Elektrik	Elektrikli ark ocakları, Haddehane bölümleri, motorlar	-
Doğalgaz	Fırınlar, buhar kazanları	Yüksek fırın enjeksiyonu, sıvı çelik

Demir elik sektöründe faaliyet gösteren işletmeler bu alanlarda yapılacak iyileştirmeler ile enerji tüketimini azaltabilmektedir. Demir elik sektöründe gider kalemlerinden ilk sırada hammadde giderleri, ikinci sırada ise enerji maliyetleri yer almaktadır. Son yıllarda üzerinde durulan enerji maliyetlerini azaltma hususunda yapılan projeler sayesinde ton ham elik için tüketilen enerji miktarı %18 oranında azaltılmıştır [52].

Enerji tüketimini etkileyen faktörlerden bir tanesi de hammadde kalitesidir. Demir elik sektöründe, taş, toprak ile kirletilen hurda, erimekte ve cürufa karışmaktadır. Crufta bazıklığı sağlamak için kireç kullanılmaktadır. Alüminyum, bakır, çinko vb. metalleri ihtiva eden hurda enerji tüketimini artırmakta, bununla birlikte üretim hızını azaltmaktadır. Hurda içerisinde bulunan metallerin, elik kalitesini düşürücü bir etkisi bulunmaktadır. Kok gazı, yüksek fırın gazı, konverter gazı gibi atık gazların yakılması suretiyle enerji geri kazanımı sağlanabilmektedir. Demir elik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde Enerji Yönetim Sistemi'ni uygulanmakta ve bu doğrulta enerji performansını artırıcı faaliyetler gerçekleştirilmektedir.

4.1. Demir elik Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi

Serbest kesme çelikleri, bor çelikleri, paslanmaz elik üretimi kapsamında faaliyet gösteren bir demir elik fabrikası Enerji Yönetim Sistemi uygulamaktadır. Demir elik fabrikası, üretim faaliyeti kapsamında elektrik, kok tozu, doğalgaz tüketimi gerçekleştirmektedir. Yapılan incelemeler doğrultusunda kuruluşta, 34.865,96 TEP elektrik, 31.911,71 TEP doğalgaz, 6.815,54 TEP kok tozu, 472,23 TEP motorin olmak üzere toplam yıllık 74.065,44 TEP enerji tüketimi söz konusudur. Bir demir-elik fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Bir demir-çelik fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi

Demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bu fabrika, uyması gereken yasal şartlar gereğince, yıllık toplam enerji tüketiminin 74.065,44 TEP olması nedeniyle enerji yöneticisi liderliğinde enerji yönetim birimi kurmuştur.

Demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bu fabrikanın kaynak bazında enerji tüketimleri incelendiğinde; toplam enerji tüketiminin %47,07'lik payının elektrik, %43,09'luk payının doğalgaz, %9,20'lik payının kok tozu, %0,64'lük payının ise motorin olduğu görülmüştür. Enerji tüketimlerinde sağlıklı bir inceleme yapabilmek için enerji kaynaklarının en yoğun kullanıldığı alanları tespit etmek gerekmektedir. Bu amaçla demir çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmenin elektrik ve doğalgaz tüketim alanları tespit edilmiştir. Yıllık bazda enerji ekipman ve proses enerji tüketimleri baz alınmış ve önemli enerji kullanım alanları belirlenmiştir. Kaynak bazında tespit edilen tüketim dağılımının detaylı incelemesi, enerji tüketiminin yoğun olduğu bu alanlarının tespiti ile yapılmıştır. Tüketimin, diğer enerji kaynaklarına kıyasla fazla olması nedeniyle, elektrik ve doğalgaz kullanım alanlarında inceleme yapılmıştır. Demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmenin enerji tüketiminin en yoğun olduğu alanlar Şekil 4.4'te verilmiştir.

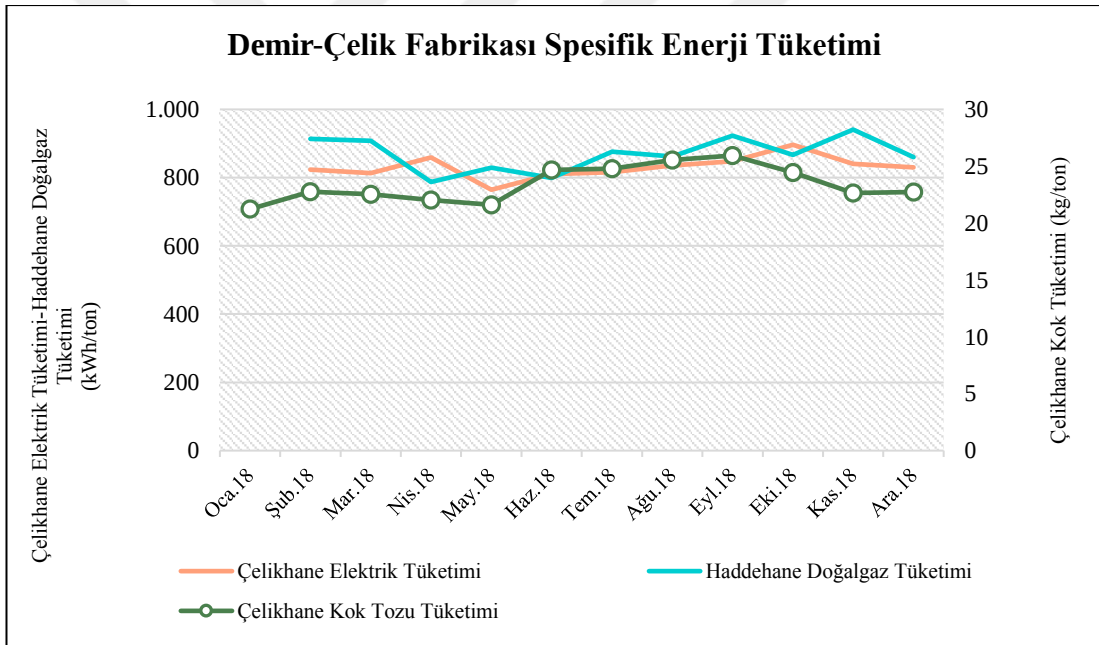
ÖEK-Elektrik		ÖEK-Doğalgaz	
Elektrikli Ark Ocağı	64,84%	Tav fırınları	65,14%
Pota Ocağı	11,69%	Elektrikli Ark Ocağı	15,64%
Soğutma Sistemi	7,40%	Isıl İşlem	7,17%
Hava Ayrıştırma Tesisi	5,46%	Pota	6,41%
Sürekli Döküm	4,09%	Sürekli Döküm	3,45%
Toz Toplama	2,85%	Meneviş	1,77%
Blok Hadde	1,87%	Diğer	0,41%
Kütük Hadde	1,27%	-	-
Diğer	0,53%	-	-
Toplam	100,00%	Toplam	100,00%

Şekil 4.4. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için önemli enerji kullanım alanları

Demir-çelik fabrikasında en yoğun enerji tüketen noktalar enerji kaynağı bazında incelenmiştir. ÖEK elektrik ve ÖEK doğalgaz olarak iki kalemde incelendiğinde; elektrikli ark ocağının elektrik tüketimindeki payının %64,84, tav fırınlarının ise doğalgaz tüketimindeki payının %65,14 olduğu görülmüştür.

Demir-çelik sektörü üretim faaliyeti iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamadan çıkan ürünler çelikhane bölümünün ürünleri olarak adlandırılır. İkinci aşamadan çıkan ürün ise haddehane bölümünden çıkan son üründür. Üretimde kullanılan hurdaya yönelik belirli sıcaklık değerine kadar ön ısıtma işlemi yapılmaktadır. Hurdanın sıcaklığı istenilen değerlere ulaştıktan sonra elektrikli ark ocaklarında ergitilmektedir. Ark ocağı sonrası ergitilen hurda, pota ocağına aktarılmaktadır. Pota ocağında gerekli alaşımlar eklenerek ısıtılmaya devam edilmektedir. Ergitilen hurda sürekli döküm yöntemi ile kontinü kalıplara dökülmektedir. Ergitilmiş hurda kontinü kalıplarda kütük haline getirilmektedir. Bu aşamadan çıkan ürünler çelikhane ürünleridir. Kütükler, sıcaklığının düşürülmesi amacıyla belirli bir süre bekletilmektedir. Bekleme sonrası tav fırınına aktarılan kütükler belirli sıcaklık değerlerine ulaşınca kadar tavlansaktadır. Kütükler, tavlama işleminden sonra haddeleme işlemine tabi tutulmaktadır. Haddeleme işlemi ile istenilen boyutlara getirilen kütük, son ürün haline dönüştürülmektedir. Bu aşamadaki ürünler haddehane ürünleri olarak nitelendirilmektedir.

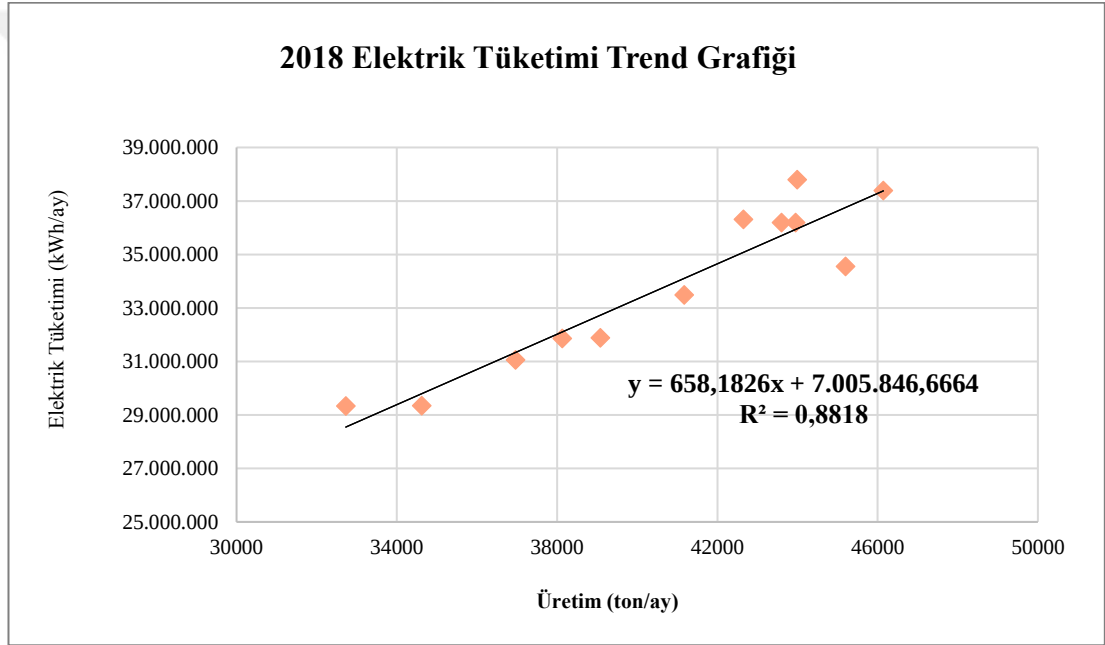
Üretim faaliyeti için enerji tüketimleri incelendiğinde; elektrikli ark ocaklarının çelikhane bölümünde bulunması nedeniyle, çelikhane üretilen ürünün elektrik tüketimini önemli bir seviyede etkilemesi beklenilmektedir. Aynı şekilde tav fırınlarının haddehane bölümünde bulunması nedeniyle, haddehane üretilen ürünlerin doğalgaz tüketimini önemli bir seviyede etkilemesi beklenilmektedir. Bu etkileri net bir şekilde ortaya koyabilmek için çelikhane üretilen ürünlerin ve buna bağlı elektrik tüketiminin, haddehane üretilen ürünlerin ve buna bağlı doğalgaz tüketimlerinin regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Regresyon, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla kullanılan analiz yöntemidir. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın ürün bazlı enerji tüketimleri Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın spesifik enerji tüketimi

Demir çelik sektöründe, spesifik enerji tüketimlerinin takibi, enerji performansını tespit etmek için kullanılan bir yöntemdir. İnceleme, çelikhane bölümü ürünleri ve haddehane bölümü ürünleri için kWh/ton birimi ile yapılmıştır. Haddehane bölümü ürün bazlı doğalgaz tüketimleri ile çelikhane bölümü ürün bazlı elektrik tüketimleri incelendiğinde, üretim ile enerji tüketimlerinin birbirileri ile doğrudan ilintili olduğu söylenememektedir.

Ayrıca spesifik enerji tüketimleri, tesisin baz elektrik, baz doğalgaz ve baz kok tüketimlerini göstermemektedir. Baz enerji tüketimleri, kuruluşa üretim gerçekleşmediğinde tüketilen enerji miktarını belirtmektedir. Enerji yönetimindeki asıl amaçlardan biri de bu baz enerji tüketimlerini düşürmektir. Bu nedenle işletmenin üretimi ile elektrik, doğalgaz ve kok tüketimleri arasındaki bağıntı incelenmiş ve baz enerji tüketimleri araştırılmıştır. Regresyon analizleri ile iki değişken arasındaki bağıntıyı net bir şekilde ortaya koymak gerekmektedir. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için çelikhane üretimi ve elektrik tüketimi trendi Şekil 4.6’da verilmiştir.



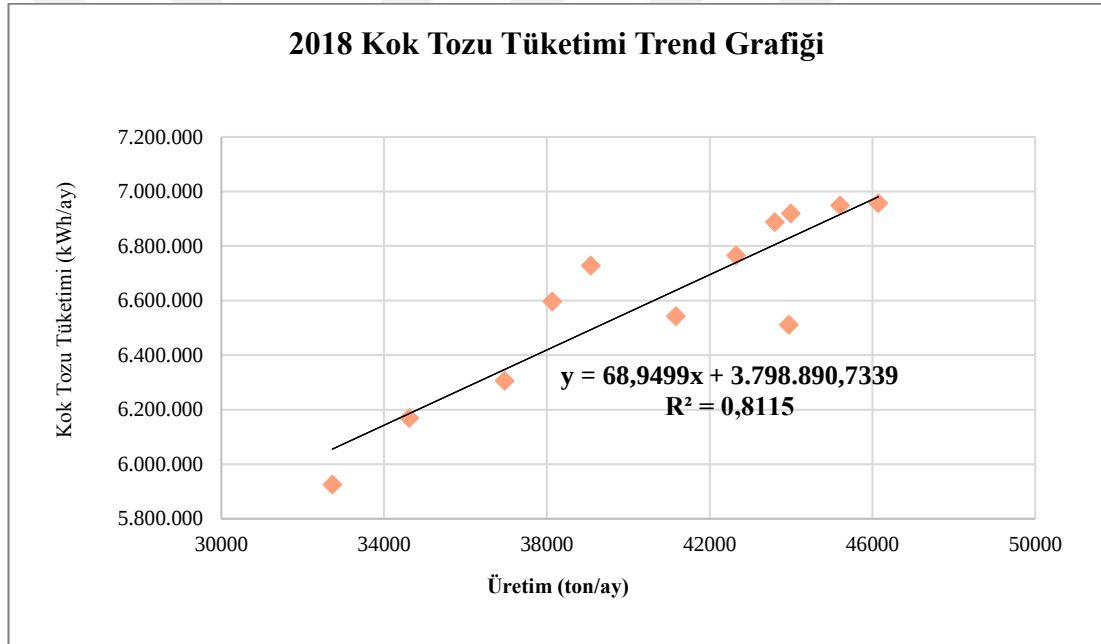
Şekil 4.6. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için çelikhane üretimi ve elektrik tüketimi trendi

Grafikteki lineer formülden de görüldüğü gibi, çelikhane üretimleri ve elektrik tüketimleri arasında %88,18 (R^2)’lik bir korelasyon bulunmaktadır. İki değişken arasında bir bağıntı olduğunu tespit edebilmek için bu analizlerde R^2 değerinin %75’in üzerinde olması beklenmektedir. Elektrik tüketimini ve üretim miktarının korelasyon değerinin ($R^2=88,18$) istenilen oranda olduğu tespit edilmiştir. Yani 2018 yılı çelikhane üretim miktarı, elektrik tüketimini büyük bir oranda açıklamaktadır. Bu durum elektrik enerji tüketimi ile üretim miktarı arasında güçlü bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Denklemden görülen “x” bileşeni üretim miktarını ifade etmektedir.

Denkleimde görülen “y” bileşeni ise enerji tüketimini ifade etmektedir. Yani gelecek aylara ait tüketim tahminlerinde x yerine tahmin edilen üretim miktarının koyulması ile enerji tüketimleri tahmini yapılabilir.

$$\text{Elektrik tüketimi (kWh)} = 658,1826 \times \text{Ç.hane Üretim Miktarı} + 7.005.846,6664 \quad (4.1)$$

Formül göz önünde bulundurulduğunda, çelikhane üretim söz konusu olmadığı durumda (x=0), fabrika baz elektrik yükünün 7.005.84,6664 kWh/ay olduğu görülebilmektedir. Aynı analizler kok tozu tüketimi için de gerçekleştirilmiştir. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için çelikhane üretimi ve kok tozu tüketimi trendi Şekil 4.7’de verilmiştir.



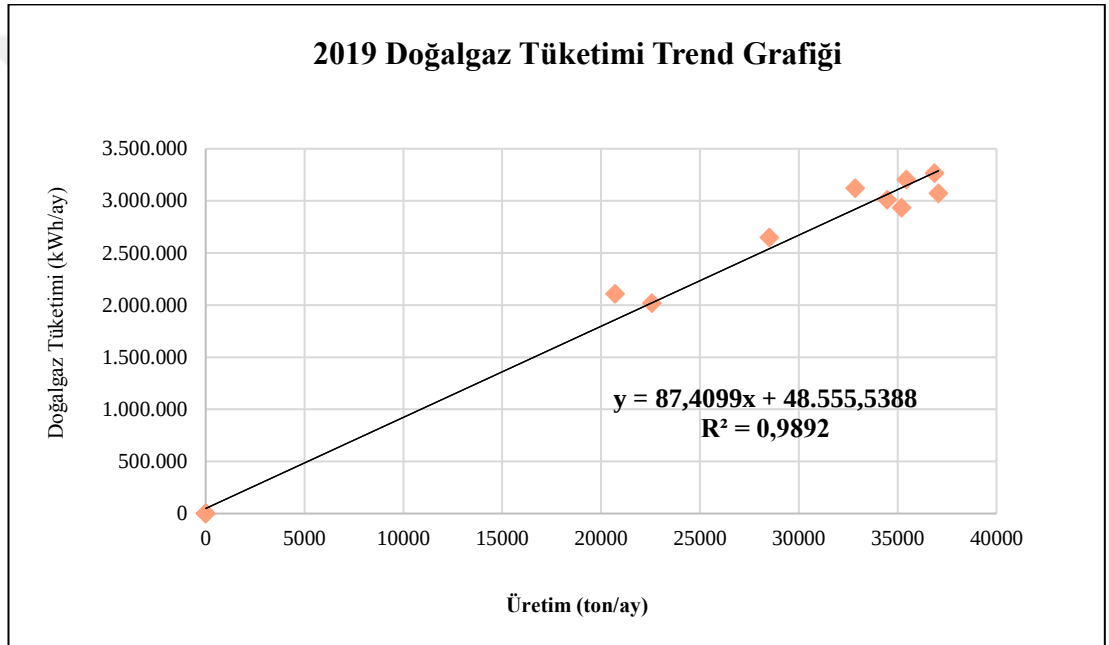
Şekil 4.7. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için çelikhane üretimi ve kok tozu tüketimi trendi

Kok tozu ve çelikhane üretim miktarları için oluşturulan lineer grafikten de görüldüğü üzere, çelikhane üretim miktarları ile kok tozu tüketimleri arasında %81,15 korelasyon oranı bulunmaktadır. Yani çelikhane üretimi, kok tozu tüketimini %81,15 oranında etkilemektedir. Bu güçlü bağıntı referans alınarak kok tozu tüketimleri aşağıdaki formüle göre tahmin edilebilmektedir.

$$\text{Kok tozu tüketimi (kWh)} = 68,9499 \times \text{Ç.hane Üretim Miktarı} + 3.798.890,7339 \quad (4.2)$$

Formül göz önünde bulundurulduğunda, çelikhanede üretim söz konusu olmadığı durumda ($x=0$), fabrika baz kok tozu yükünün 3.798.890,7339 kWh/ay olduğu görülebilmektedir.

Aynı analizler doğalgaz tüketimi için de gerçekleştirilmiştir. Haddehane üretiminin doğalgaz tüketimine olan etkisinin daha fazla olduğu öngörüsü ile regresyon analizleri yapılmıştır. Bu nedenle haddehane üretim miktarları ve doğalgaz tüketiminin korelasyonu incelenmiştir. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için haddehane üretimi ve doğalgaz tüketimi trendi Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir fabrika için haddehane üretimi ve doğalgaz tüketimi trendi

Doğalgaz tüketimi ve haddehane üretim miktarları için oluşturulan lineer grafikten de görüldüğü üzere, haddehane üretim miktarları ile doğalgaz tüketimleri arasında %98,92’lik korelasyon oranı bulunmaktadır. Bu güçlü bağıntı referans alınarak doğalgaz tüketimleri aşağıdaki formüle göre tahmin edilebilmektedir.

$$\text{Doğalgaz tüketimi (kWh)} = 87,4099 \times \text{Haddehane Üretim Miktarı} + 48.555,5388 \quad (4.3)$$

Formül göz önünde bulundurulduğunda, haddehane üretimi söz konusu olmadığı durumda ($x=0$), fabrika baz doğalgaz yükünün 48.555,5388 kWh/ay olduğu görülmektedir.

Tüm enerji tüketimleri ve kullanılan alanlar göz önünde bulundurulduğunda, doğalgaz tüketiminin en yoğun olduğu alanın tav fırınları olduğu görülmüştür.

Tav fırını, kütüklerin ortalama 1.200°C-1.600°C sıcaklıklarda tavlandığı doğalgaz yakıtlı brülörlerden oluşan ekipmandır. Tav fırınlarında yapılacak iyileştirmeler enerji tüketimini azaltmada önemli rol oynamaktadır. Enerji yönetim ekibinin görüşü doğrultusunda tav fırını baca gazı atık ısısının geri kazanımı ile doğalgaz tüketiminde azalma sağlanabilmektedir. Bu nedenle tav fırını atık ısı projesi geliştirilmiş ve projenin enerji performansına etkisi incelenmiştir. Tav fırınına eklenen bir reküperatör ile baca gazı atık ısısı geri kazanımı sağlanmıştır. Geri kazanılan ısı enerji ile tav fırını yakma havasının ön ısıtılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylelikle yakma havasının ısıtılması için tüketilen doğalgaz miktarında azalma sağlanmıştır. İşletmenin yıllık doğalgaz tüketimi ve tasarruf edilen enerji miktarı Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Demir-çelik sektörü atık ısı geri kazanımı ile tüketilen enerjiden tasarruf oranı

Uygulanan Proje	Tasarruf Edilen Doğalgaz Miktarı		Tasarruf Oranı	2018 Yılı Toplam Doğalgaz Tüketimi	
	kWh/yıl	TEP/yıl	%	kWh/yıl	TEP/yıl
Tav fırını atık ısı geri kazanımı	7.421.327,90	638,23	2,00	371.066.395,35	31.911,71

Tav fırını atık ısısı geri kazanımı ile toplam doğalgaz tüketiminden %2 oranında tasarruf edilmesiyle enerji hedefine ulaşmıştır.

Demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmeye kurulan Enerji Yönetim Sistemi ile birlikte enerji verimliliği çalışmaları sonucunda hedeflenen enerji performansına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Enerji Yönetim Sistemi’nin kuruluşu, enerji performansındaki artışın beraberinde enerji maliyetleri ve farkındalık noktasında da getirileri olmuştur.

İşletmede bulunan ark ocakları ve pota ocakları gibi önemli elektrik kullanım alanları göz önünde bulundurulduğunda, işletmenin elektrik maliyetleri önemli giderler arasındadır. İşletmenin bulunduğu konum itibarıyla güneş enerjisinden faydalanarak elektrik üretimi sağlaması mümkündür. Fotovoltaik paneller ile elektrik üreterek, sistemde üretilen elektriğin kullanılması enerji maliyetlerinin azaltılması hususunda yapılan çalışmalardan biridir.

Kuruluş, bu faaliyet ile hem enerji maliyetlerinin azalmasını hem de politikada taahhütte bulunduğu noktalardan biri olan enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının artırılmasını sağlamaktadır.

Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmenin EnYS kapsamında gerçekleştirdiği uygulamalardan bir diğeri ise değişim yönetimidir. Değişim yönetimi, kuruluşun hedefine başarılı bir şekilde ulaşmasını ve çalışma sonuçlarının doğru yönlendirilmesini sağlamak adına; çalışanların değişim için hazırlanmalarına ve değerlendirmelerine rehber olan sistematik bir yaklaşımdır. Değişim yönetimi uygulaması ile değişimden etkilenen her bireyin görüşü alınmış ve potansiyel riskler ortaya konulmuştur. Tav fırını atık ısısının geri kazanımı projesi, değişim yönetimi kapsamında ele alınmıştır. Değişimden etkilenen birimler, etkileri ile birlikte değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Değişim nedeni, gerekli olan maddi ve personel kaynağı ve risk etkileri göz önünde bulundurularak ve değişimden kaynaklanan riskler minimize edilerek değişiklik gerçekleştirilmiştir.

Tav fırını atık ısı geri kazanım sistemi projesinin gerçekleştirilmesi kapsamında değişim yönetimi ile elde edilen bulgular şu şekildedir;

- ◆ Değişimin nedeni: Atık ısı geri kazanımı ile doğalgaz tüketimlerinin azaltılması
- ◆ Değişim için gerekli olan kaynaklar: Sisteme eklenecek reküperatör yatırımı, kurulumu ve devreye alma maliyeti
- ◆ Değişim sonucunda elde edilebilecek fayda: Fırın yakma havasının ısıtılması amacıyla kullanılan doğalgaz tüketiminin azaltılması ve toplam doğalgaz tüketiminden %2 azalmanın sağlanması

- ◆ Değişim sonucunda gerçekleşebilecek riskler: Reküperatörde basınç kaybının yüksek olması nedeniyle fırın iç basıncının istenilen değerlere ayarlanamaması
- ◆ Değişimi ilgilendiren birimlerden alınan onay: Üst yönetim, satın alma birimi, makine enerji, bakım birimi ve İSG onayının alınmasıdır.

Kuruluşun güçlü yönlerinden bir diğeri ise kendi bünyesinde aynı üretime sahip üç farklı işletmenin bulunmasıdır. Yapılan benchmark ile işletmelerde gerçekleştirilen enerji verimliliği projeleri bir diğeri için örnek teşkil ederken, enerji performans göstergeleri kıyaslanabilmektedir.

Kuruluşun sistemin devamlılığına ve etkinliğine yönelik risk etkisi oluşturabileceği bazı hususlar bulunmaktadır. Bu hususlar şu şekildedir;

Satın alma prosedüründe de belirtildiği üzere satın alımı gerçekleştirilecek enerji performansını etkileyen ekipmanlarda, ömür boyu maliyet analizinin yapılması gerekmektedir. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmede, satın alma işlemlerinde sadece ilk yatırım ve devreye alma maliyetine dikkat edilmektedir. Bu faaliyet ile prosedüre uygunluk sağlanamamasının yanında satın alma işleminin enerji performansına olan etkisinin yeteri kadar araştırılmadığı sonucuna varılmaktadır.

Satın alımı gerçekleştirilecek bir ekipmana ömür boyu maliyet analizi yapılırken birden fazla parametrenin incelenmesi gerekmektedir. Yatırımın en önemli kalemi genellikle bakım ve enerji maliyetidir. Satın alma işlemlerinde bakım ve enerji maliyetlerinin göz önünde bulundurulmaması, EnYS gerekliliklerinin sağlanamamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, ekipman satın alma işlemini gerçekleştirirken satın alımı gerçekleştirilecek ekipmanın ilk yatırım maliyetinin, devreye alma maliyetinin yanında, bakım maliyeti, enerji maliyeti ve işletme maliyeti gibi kalemlerin üzerinde çalışılması gerekmektedir.

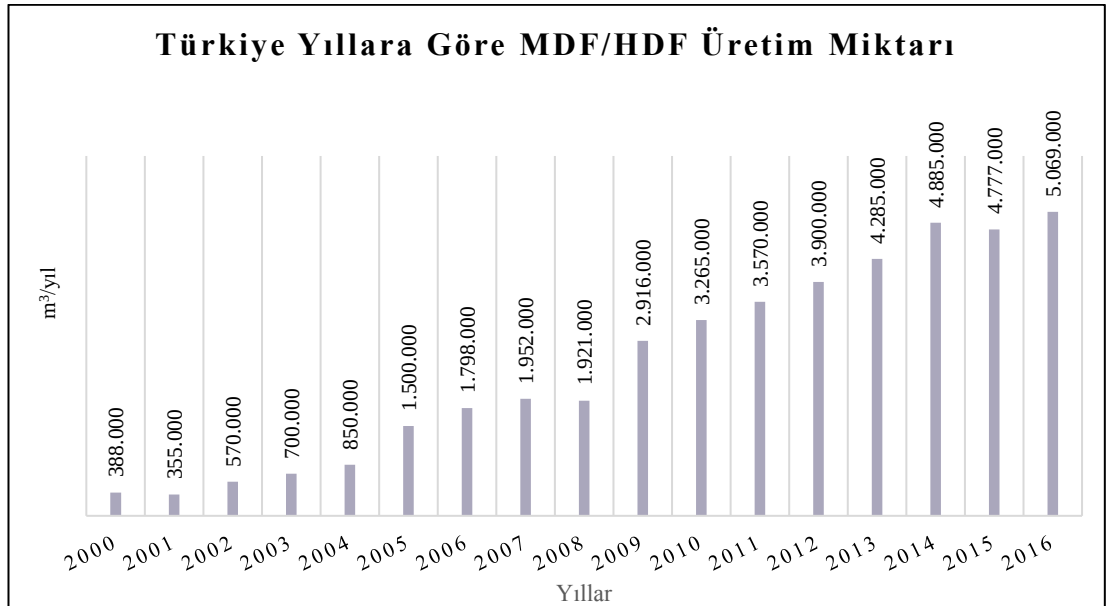
5. AĞAÇ SANAYİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Ağaç sanayi ve ağaç sanayi mamulleri endüstrisi Türkiye için önemli sanayi kollarından birisidir. Ağaç sanayi sektörü, orman ürünlerinden sağlanacak fayda gelişen teknoloji ile birlikte artış göstermiştir. Türkiye ekonomisine olan katkısı da bu artışla birlikte çoğalmıştır. Türkiye ağaç sanayi sektöründe MDF (Medium Density Fiberboard), yonga levha ve OSB (Oriented Strand Board) üretimi başta olmak üzere, kağıt, mobilya vb. sektörlerde faaliyet göstermektedir. 2017 yılı MDF, yonga levha ve OSB üretim kapasitesi Tablo 5.1’de verilmiştir.

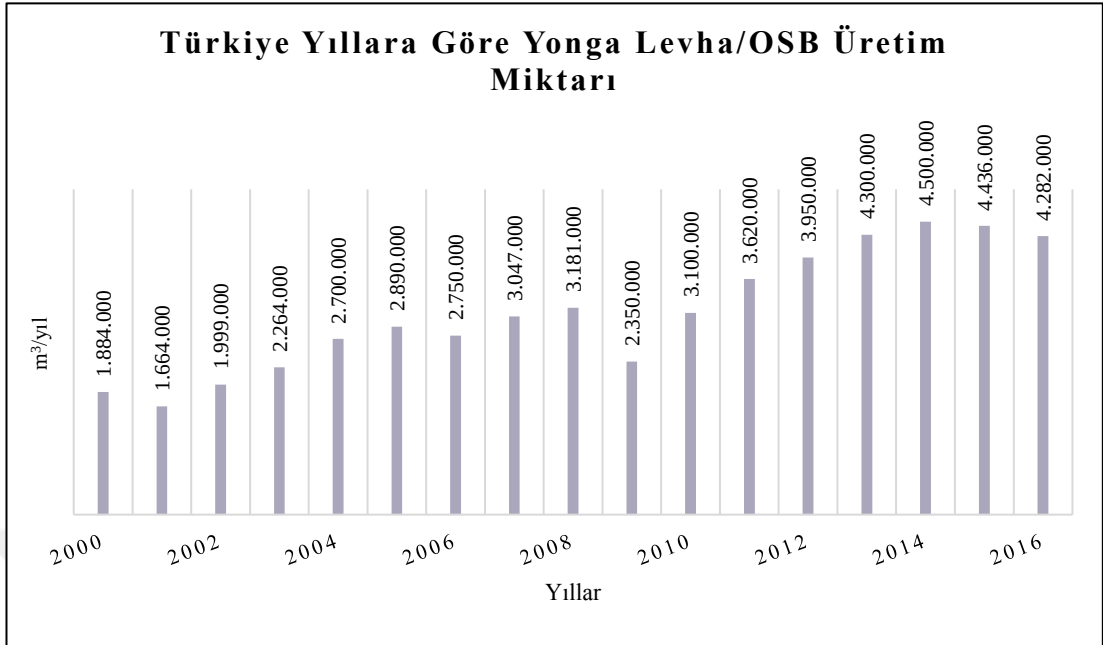
Tablo 5.1. 2017 yılı MDF, yonga levha ve OSB üretim kapasitesi [53]

2017 Yılı	Ürün	Birim	Kurulu Kapasite
	Yonga Levha	m ³ /yıl	5.113.920
	Lif Levha (MDF)	m ³ /yıl	6.779.200
	Yönlendirilmiş Yonga Levha (OSB)	m ³ /yıl	240.000

Türkiye yıllara göre MDF ve HDF (High Density Fiberboard) üretim miktarı Şekil 5.1’de, yonga levha ve OSB üretim miktarı Şekil 5.2’de verilmiştir.

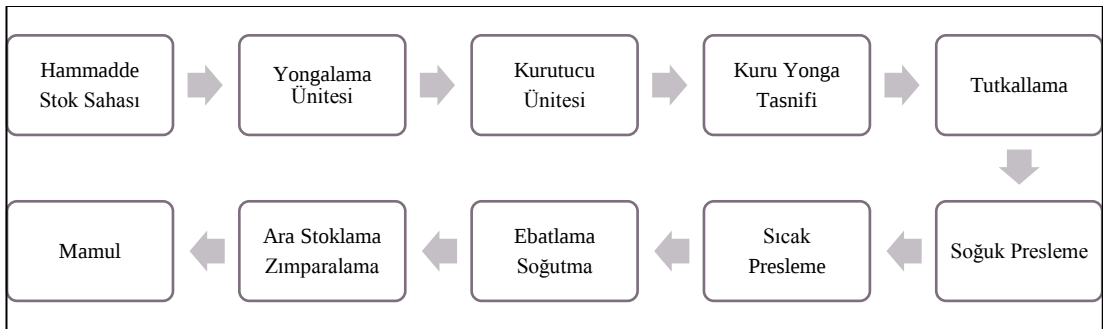


Şekil 5.1. Yıllara göre MDF/HDF üretim miktarı [53]



Şekil 5.2. Yıllara göre Yonga Levha/OSB üretim miktarı [53]

Grafik incelendiğinde, 2000 ve 2016 yılları arası MDF, HDF, yonga levha ve OSB üretiminin artış gösterdiği görülmektedir. Üretimin arttığı sektörde enerji tüketiminin de buna bağlı olarak arttığı söylenebilmektedir. Üretimde enerji tüketiminin artması enerji verimliliği çalışmalarını öne çıkarmıştır. Ağaç sanayi sektöründe üretim prosesinde ve yardımcı tesislerde enerjinin etkin kullanılabilmesi için yapılan çalışmaları önemli bir boyuta taşımıştır. Örnek olarak MDF üretim süreci Şekil 5.3'te verilmiştir.



Şekil 5.3. MDF üretim süreci [54]

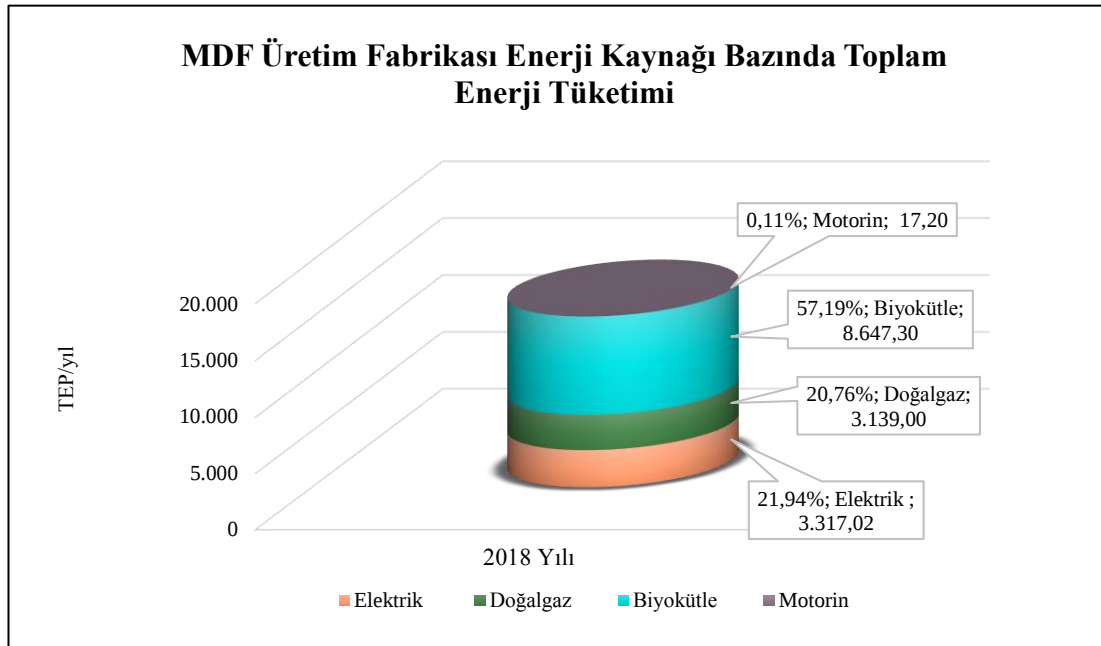
Yonga levha üretim süreci ve bu sürece yönelik enerji verileri incelendiğinde en yoğun enerjinin tüketildiği bölümlerin başında flaşlı kurutucu ve öğütücü bölümlerinin olduğu görülmüştür.

5.1. Ağaç Sanayi Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi

Melamin Yüzlü Kuru İşlemlı Lif Levhalar (MDF) üretimi kapsamında faaliyet gösteren bir ağaç sanayi fabrikası Enerji Yönetim Sistemi uygulamaktadır. Ağaç sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir MDF tesisi, üretim kapsamında elektrik, biyokütle (kabuk, zımpara tozu, talaş vb.), doğalgaz ve motorin tüketimi gerçekleştirmektedir. Ağaç Sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir MDF tesisinin yıllık toplam enerji tüketimi Tablo 5.2’de verilmiştir. Aynı işletmenin enerji tüketimleri Şekil 5.4’te grafik haline getirilmiştir.

Tablo 5.2. Bir MDF fabrikasının 2018 yılı toplam enerji tüketim miktarı

2018				
ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM			
	MİKTAR	BİRİM	TEP	% TOPLAM
Elektrik	38.570.000	kWh	3.317,02	21,94
Doğalgaz	36.500.000	kWh	3.139,00	20,76
Biyokütle	100.550.000	kWh	8.647,30	57,19
Motorin	200.000	kWh	17,20	0,11
TOPLAM	175.820.000	kWh	15.120,52	100,00



Şekil 5.4. Bir MDF üretim tesisi 2018 yılı toplam enerji tüketimi

Toplam enerji grafiği incelendiğinde en büyük paya sahip enerji kaynağının biyokütle olduğu görülmektedir. Ağağ sanayi sektöründe faaliyet gösteren bu fabrikanın kabuk, zımpara tozu ve talaş gibi enerji tüketimleri, biyokütle girdilerini oluşturmaktadır. Biyokütle kazanlarında yakılarak ısı enerji eldesi sağlanan biyokütle kaynağının, toplam tüketimdeki payı göz önünde bulundurulduğunda (%57,19), özel enerji tüketimi olarak nitelendirilmektedir. Kuruluşun ısı enerji üretiminde kullandığı bir diğer kaynak ise doğalgazdır. Biyokütlenin buhar üretiminde ya da diğer proses ısı enerji ihtiyağlarında yetersiz kaldığı durumlarda, doğalgaz yakıtlı buhar kazanından elde edilen buhar ile proseste alternatif ısı enerji timi sağlanmaktadır. Doğalgaz tüketimi incelendiğinde ve toplam tüketimindeki payı göz önünde bulundurulduğunda (%20,76), özel enerji tüketimi olarak nitelendirilmektedir. Bu bağlamda, kuruluşun ısı enerji tüketiminden tasarruf edebileceği potansiyel iyileştirme projelerinin önem taşıdığı tespit edilmiştir.

MDF retim fabrikasının yıllık toplam enerji tüketimi 15.120,52 TEP'tir. Yasal zorunluluk gereği kuruluş enerji yöneticisi bulundurmakta, her yıl enerji tüketim bildirimlerini yapmakta ve her dört yılda bir enerji etüdü yaptırılmaktadır. Ağağ sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikada gerçekleştirilen enerji etüdü kapsamında incelenen alanlar şu şekildedir;

- ◆ Atık Isı Analizleri (Kazan yakma havası n ısıtılması, kazan besı suyu n ısıtılması vb.)
- ◆ Basınçlı Hava Sistemi Analizleri (Kompresör atık ısı geri kazanımı, kompresör sürücü uygulaması, basınç düşümü, hava kaçaklarının giderilmesi)
- ◆ Pompa Analizleri (Verimli pompa değişimi, pompa sürücü uygulaması, vana kısıklığının giderilmesi vb.)
- ◆ Fan Analizleri (Verimli fan değişimi, fan sürücü uygulaması, fan klape kısıklığının giderilmesi vb.)
- ◆ İzolasyon İncelemeleri (Sıcak yüzeylerin, vanaların, buhar kapanlarının, pislik tutucu vb. yüzeylerin yalıtılması)
- ◆ Soğutma Kulesi İncelemeleri (Kule performansı incelemeleri, kule fanlarının incelenmesi vb.)

- ◆ Elektrik Motorları Analizleri (Verimli motor değişimi, bağlantı elemanının değişimi vb.)
- ◆ Aydınlatma Analizleri (LED- Light Emitting Diode) dönüşümü, lüks ölçümleri vb.)

Enerji verimliliği uygulamalarına yönelik fikirler çeşitli kaynaklardan gelebilmektedir. Benchmark yöntemleri ile sektörel bazda yapılan uygulamalar, enerji verimliliği etüt çalışmaları, kuruluş personelinin gelen fikirler veya fuar, kongre gibi faaliyetler sonucunda verimlilik artırıcı uygulamalar yapılabilmektedir.

Ağaç sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir işletme, herkesin efektif olarak Enerji Yönetim Sistemi'ne dahil olabilmesi için farkındalık kazandırma çalışmaları ve teşvik yöntemleri geliştirmektedir. Bilinçlendirme çalışmaları kapsamında rutin periyotlar ile personele idari/teknik eğitimler verilmektedir.

- ◆ Enerji Yönetim Sistemi Farkındalık ve Uygulama Eğitimleri
- ◆ Mekanik Sistemlerde Enerji Verimliliği Eğitimi

İşletme bünyesinde verilen eğitimler ile;

- ◆ Enerji verimliliğinin faydalarının anlaşılması,
- ◆ Günlük faaliyetlerin geliştirilmesi ile bilincin yerleşmesi,
- ◆ Kuruluşun her seviyesinin yönetim sisteminde efektif olması amaçlanmaktadır.

İşletmede aktif halde olan öneri sistemi ile personel tarafınca enerji verimliliğini artıran inovatif fikirler sunulmaktadır. Öneri sistemi ile personelden gelen fikirler şu şekildedir;

- ◆ Emprenye ünitesi baca gazı atık ısısı bir ekonomizer yardımı ile geri kazanımı
- ◆ Kompresörlere sürücü uygulaması vb.

Enerji Yönetim Sistemi ile birlikte personelden gelen fikirler, enerji gözden geçirme toplantılarında gündeme getirilmiş, fikirler ile ilgili fizibilite çalışmaları yapılmış, fizibilite çalışmalarının sonuçları değerlendirilmiş (tasarruf miktarı, amortisman süresi, tedarik edilen donanım vb.) ve projeler için faaliyete geçilmiştir.

Enerji Yönetim Ekibi, enerji etüdü sonucu tasarruf önlemlerini değerlendirmiş ve bulguları öncelik metodolojisine göre sıralamıştır. MDF fabrikasının proje önceliklendirme matrisi Tablo 5.3'te verilmiştir.

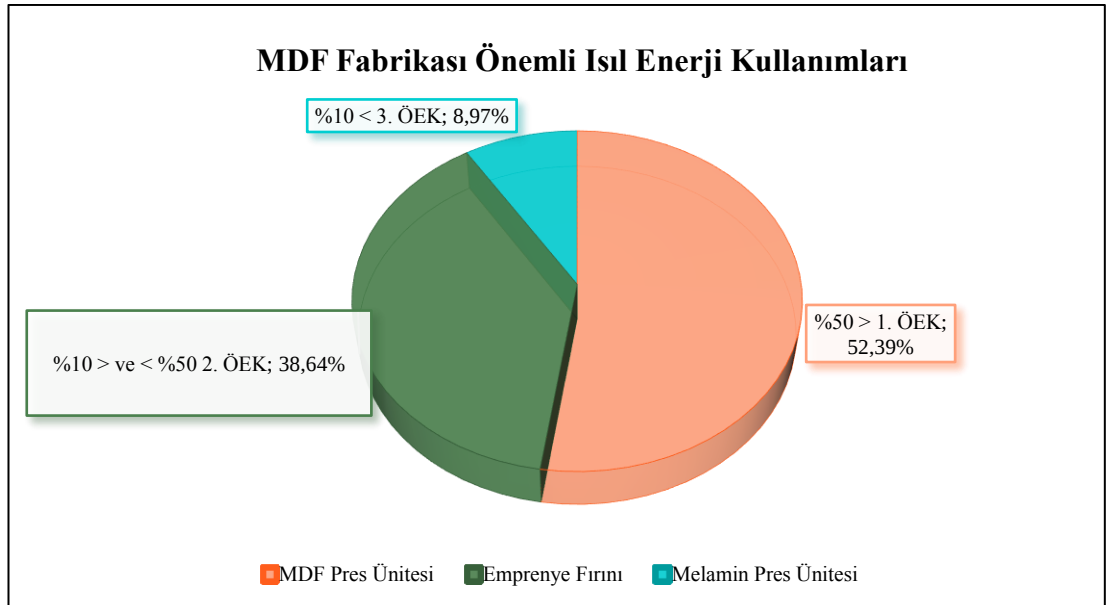
Tablo 5.3. MDF fabrikasının proje önceliklendirme matrisi

Proje Geri Ödeme Süresi		
Proje Geri Ödeme Süresi Kısa Olan	Proje Geri Ödeme Süresi Orta Olan	Proje Geri Ödeme Süresi Uzun Olan
(0-1 yıl)	(1-2 yıl)	(2 ve üzeri yıl)
1	2	3

MDF fabrikasının proje önceliklendirme matrisi;

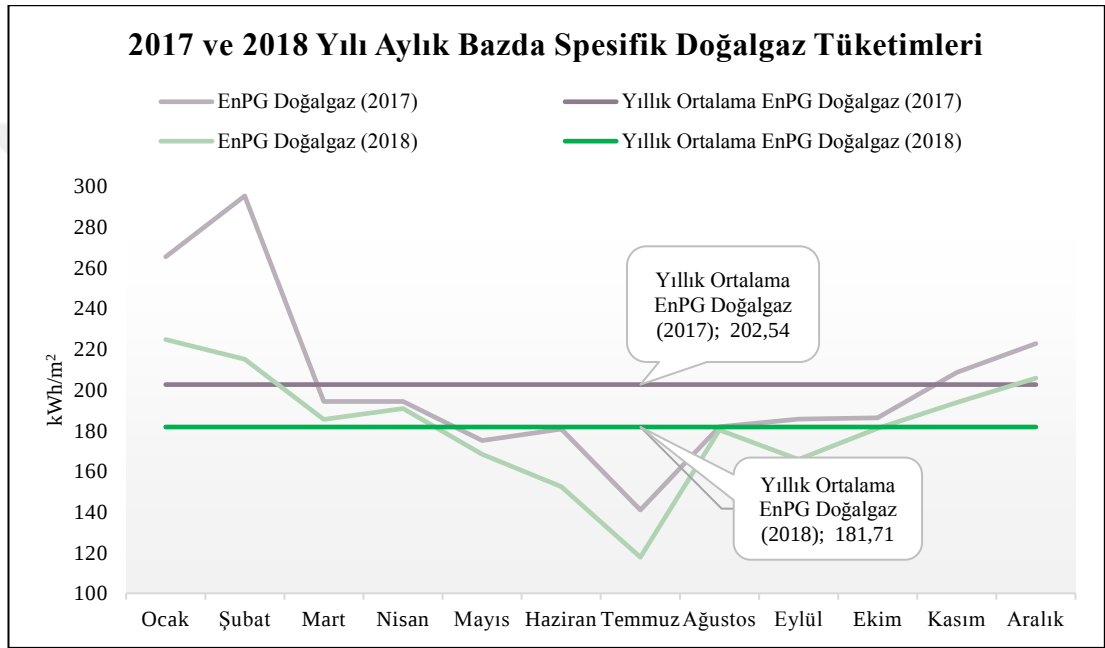
- ◆ Puanı 1 olan projeler: Kısa vadede yapılması önerilen projeler
- ◆ Puanı 2 olan projeler: Orta vadede yapılması önerilen projeler
- ◆ Puanı 3 olan projeler: Uzun vadede yapılması önerilen projeler

Projelerin önceliklendirilmesinde, projenin geri ödeme süresi önem taşımaktadır. Fabrikanın enerji tüketimleri kaynak bazında incelendiğinde biyokütle ve doğalgaz kaynaklı ısıl enerji tüketiminin en büyük paya sahip olması nedeniyle ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bir MDF fabrikası önemli ısıl enerji kullanımları Şekil 5.5'te verilmiştir.



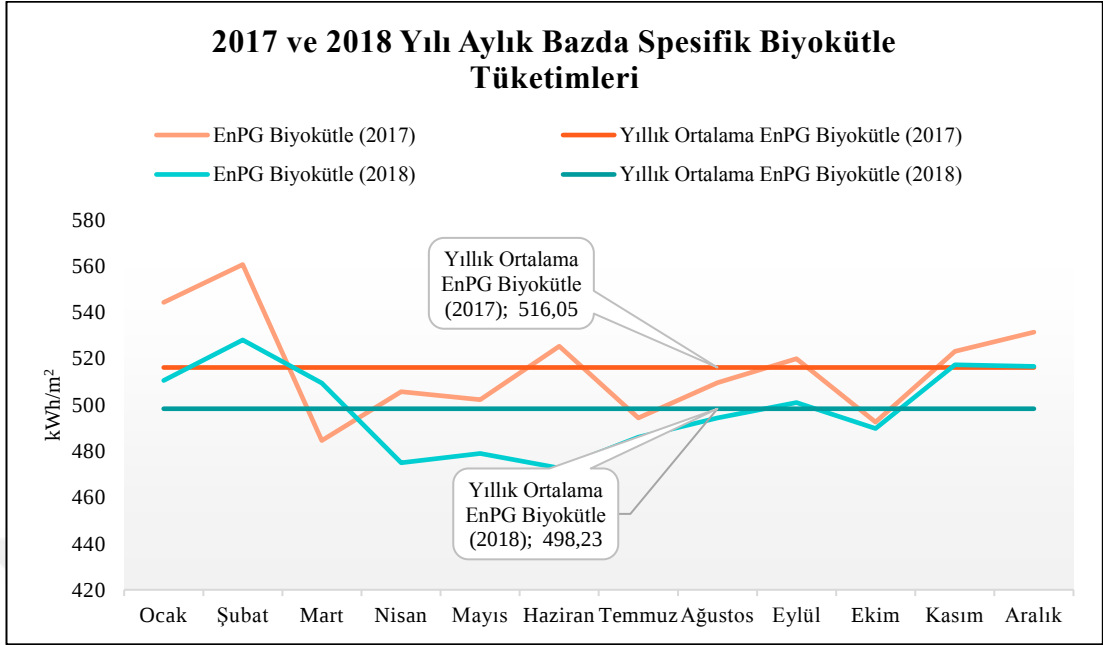
Şekil 5.5. Bir MDF fabrikası önemli ısıl enerji kullanımları

Enerji tüketiminden tasarruf etmek ve enerji performans göstergelerinde iyileşme sağlamak için 2017 yılında gerçekleştirilmek üzere projeler planlanmıştır. Projeler tespit edilirken enerji etüdü sonucunda tespit edilen bulgulara da yer verilmiştir. Etüt sonucu tespit edilen bulgulardan bir tanesi, emprenye fırının atık ısı geri kazanımının sağlanmasıdır. Emprenye fırını atık ısı geri kazanımı sonrası doğalgaz tüketiminde azalma sağlanmıştır. 2018 yılında gerçekleştirilen projeler sonucunda EnPG değerlerindeki değişim Şekil 5.6’da verilmiştir.



Şekil 5.6. MDF tesisi aylık bazda EnPG değerlerinin (doğalgaz) değişimi

Enerji etüdü kapsamında yapılan izolasyon ölçümlerinde, işletmede bulunan sıcak hatlar, vanalar ve yüzeyler termal kamera ile incelenmiştir. Termal kamera ile görüntüleme yöntemi sonucu gözle görülmeyen ısı enerjisi referans alınarak görüntünün renklendirilmesi sağlanmakta, böylelikle sıcaklığın yüksek olduğu noktalar belirlenmektedir. Yüzey sıcaklıkları yüksek olan vanaların, sıcak hatların ve yüzeylerin yalıtılması sonucu bu noktalardan gerçekleşen ısı enerjisi kayıpları minimize edilmiş ve biyokütle tüketiminden tasarruf edilmiştir. Sıcak hatlara, vanalara ve yüzeylere izolasyon uygulaması ile yaklaşık olarak 14.300.000 kWh/yıl enerji tasarrufu sağlanmıştır. EnPG’deki değişim Şekil 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.7. MDF tesisi aylık bazda EnPG değerlerinin (biyokütle) değişimi

Biyokütle ve doğalgaz tüketimini azaltan etmenlerden bir diğeri ise hava sıcaklıklarındaki değişim olabilmektedir. Spesifik enerji tüketimlerinde azalışın sebebinin iyileştirme projelerinden kaynaklandığını söyleyebilmek için işletmenin bulunduğu şehir için ısıtma ihtiyacı olan günlerin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analiz için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’nden elde edilen ısıtma derece gün sayılarına bakılmaktadır. Derece gün sayısı, 24 saatlik bir periyodun sıcak ve soğuk geçen gün sayısını ifade etmektedir.

Karşılaştırılabilir ve ortak bir kullanım oluşturmak için Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi (Eurostat) HDD (Heating Degree Day)’nin tespiti için aşağıdaki metodu kullanmaktadır.

$$HDD = (18^{\circ}\text{C} - T_m) \times \text{değer } T_m \leq 15^{\circ}\text{C} \text{ (ısıtma eşiği)}$$

$$HDD = 0 \text{ eğer } T_m > 15^{\circ}\text{C}$$

Burada; T_m = Günlük ortalama sıcaklık, d = Gün sayısıdır.

Hesaplama günlük bazda yapılır. Aylık ve yıllık gün dereceleri bunların toplanması ile bulunur. 2017 ve 2018 yılı ısıtma derece gün sayıları Tablo 5.4’te verilmiştir.

Tablo 5.4. 2017 ve 2018 yılı ısıtma derece gün sayıları

Aylar	2017		2018	
	HDD	T $\leq$ 15 °C	HDD	T $\leq$ 15 °C
Ocak	477	31	375	31
Şubat	338	28	270	27
Mart	266	31	196	28
Nisan	186	25	73	14
Mayıs	27	7	8	2
Haziran	0	0	0	0
Temmuz	0	0	0	0
Ağustos	0	0	0	0
Eylül	0	0	3	1
Ekim	134	27	54	9
Kasım	250	30	188	27
Aralık	307	27	376	31

Isıtma ihtiyacının olmadığı Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki spesifik doğalgaz tüketimindeki değişim incelendiğinde;

2017 yılı haziran ayı spesifik doğalgaz tüketimi 180,77 kWh/m²'iken 2018 yılı haziran ayı spesifik doğalgaz tüketimi 152,42 kWh/m² değerine düşmüştür.

2017 yılı temmuz ayı spesifik doğalgaz tüketimi 140,94 kWh/m²'iken 2018 yılı temmuz ayı spesifik doğalgaz tüketimi 117,73 kWh/m² değerine düşmüştür.

2017 yılı ağustos ayı spesifik doğalgaz tüketimi 181,76 kWh/m²'iken 2018 yılı ağustos ayı spesifik doğalgaz tüketimi 180,17 kWh/m² değerine düşmüştür.

Aynı şekilde ısıtma ihtiyacının olmadığı spesifik biyokütle tüketimleri incelendiğinde;

2017 yılı haziran ayı spesifik biyokütle tüketimi 525,30 kWh/m²'iken 2018 yılı haziran ayı spesifik biyokütle tüketimi 472,59 kWh/m² değerine düşmüştür..

2017 yılı temmuz ayı spesifik biyokütle tüketimi 494,24 kWh/m²'iken 2018 yılı temmuz ayı spesifik biyokütle tüketimi 485,91 kWh/m² değerine düşmüştür.

2017 yılı ağustos ayı spesifik biyokütle tüketimi 509,53 kWh/m²'iken 2018 yılı ağustos ayı spesifik biyokütle tüketimi 494,26 kWh/m² değerine düşmüştür.

Spesifik enerji tüketimlerdeki değişimler değerlendirildiğinde, enerji performansının dış etkenlerden bağımsız bir şekilde arttığı görülmüştür. Bu durum, işletmede enerji verimliliği adına gerçekleştirilen çalışmaların olumlu şekilde devam ettiğinin göstergesidir.

Ağaç-sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmeye kurulan Enerji Yönetim Sistemi ile birlikte enerji verimliliği çalışmaları sonucunda hedeflenen enerji performansına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Enerji Yönetim Sistemi'nin kuruluşu, enerji performansındaki artışın beraberinde satın alma ve mevzuat takibi noktasında da getirileri olmuştur.

Kuruluş, satın alınan ekipmanlara yönelik teknik şartname geliştirmiştir. Ağırlıklı olarak elektrik motorları, aydınlatma armatürleri ve soğutma ekipmanlarından oluşan bu şartnamede belirtilen özellikler şu şekildedir;

- ◆ Alımı yapılacak ve bünyesinde elektrik motoru bulunan ekipmanların (Ör; pompa, fan, kompresör vs.) tahrik motoru için verimlilik sınıfı en düşük IE3 – Premium olması,
- ◆ İç ve dış aydınlatma için alımı yapılacak aydınlatma armatürlerinin minimum etkinlik faktörü en az 100 lümen/Watt olması,
- ◆ Alımı gerçekleştirilecek olan soğutma ekipmanlarının istenilen yükteki minimum EER değerleri;
 - Pistonlu kompresörlü hava soğutmalı grupta EER=2,70
 - Pistonlu kompresörlü su soğutmalı grupta EER = 4
 - Vidalı kompresörlü hava soğutmalı grupta EER = 2,80
 - Vidalı kompresörlü su soğutmalı grupta EER= 5,50
 - Santrifüj kompresörlü su soğutmalı grupta EER = 6 değerinde olması gerektiği belirtilmiştir.

Enerji tüketimi gerçekleştiren ekipmanları tedarik ederken tedarikçi, belirtilen şartname ile bilgilendirilmektedir. Teknik şartnamenin oluşturulması ile satın alma birimindeki ilgili kişinin hata payı azaltılmakta ve enerji verim sınıfı düşük ekipman satın alma riski en aza indirgenmektedir.

Ağaç sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmenin EnYS kapsamında gerçekleştirdiği uygulamalardan bir diğeri ise mevzuat takibinde bülten aboneliğinin kullanılmasıdır. Kuruluş, EnYS kapsamında uyulması gereken kanun, tüzük, mevzuat, yönetmelik, tebliğ ve benzeri yasal düzenlemeleri takip etmektedir. Bu takibin yapılmasında kullanılan bültenler, yasal şartlarda değişim söz konusu olduğunda, ilgili konu hakkında kuruluşu bilgilendirmektedir. Bülten aboneliği kapsamında, güncellenen yasal şartlar ile ilgili bilgilendirmenin yapılması, takip eksikliğinden kaynaklanabilecek kişiye bağlı hataların asgari düzeyde tutulmasını sağlamaktadır. Yasal mevzuatın değişmesi durumunda, değişen mevzuat ile ilgili değerlendirme yapılarak kuruluşun etkilenmesi halinde, üst yönetime ve ilgili birimlere bilgilendirme yapılmaktadır. Böylelikle, yasal şartların rutin gözden geçirme periyodu dışında anlık olarak takip edilmesi, ilgili taraf gerekliliklerinin yerine getirilmesi adına önem taşımaktadır.

Kuruluştta, EnYS kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlerden bir diğeri enerji verimliliğinde finansman yönetiminin etkin olmasıdır. Enerji performansının artırılması kapsamında gerçekleştirilen projeler için finansman yöntemleri önem taşımaktadır. Kuruluş, uygulanabilir enerji verimliliği projelerinde hibe desteklerinden ve teşviklerden faydalanmaktadır. Enerji tüketimindeki azalmaya ve verimliliğin artırılmasına dair ölçülebilir sonuçlara dayalı projeler ile ilgili belirli kurumlardan mali destek sağlamaktadır.

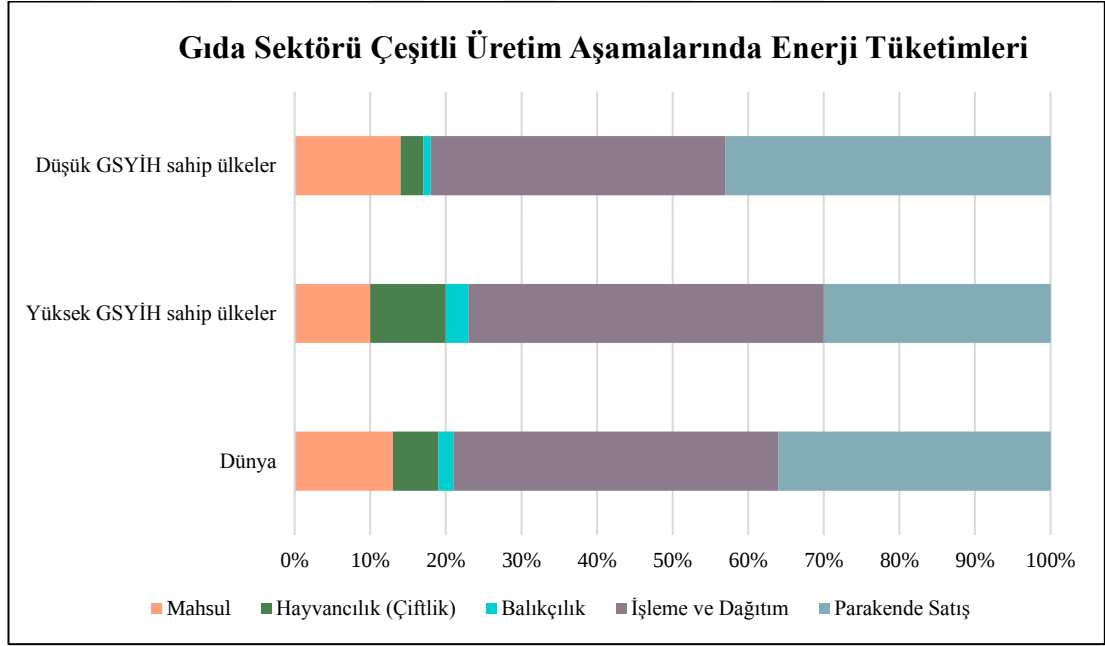
Ağaç sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmenin Enerji Yönetim Sistemi gerekliliklerine uyum sağlayamadığı faaliyetler tespit edilmiştir. Bu faaliyetlerin devamlılığı, yönetim sisteminin gerekliliklerinin karşılanamaması durumunu ortaya çıkarabilmektedir. Faaliyetler ve sisteme etkileri şu şekildedir;

Kuruluştta, Enerji Yönetim Sistemi'nin etkin bir şekilde sürdürülebilmesi için başta enerji yönetim ekibi olmakla birlikte kuruluşun her seviyesindeki personelin sisteme dahil edilmesi gerekmektedir. Bu durum, kuruluşun enerji yönetim ekibi dışındaki personellerin fikirlerinin ve katkılarının göz önünde bulundurulmasını sağlamaktadır.

Enerji yönetim sisteminin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla gerçekleştirilen tüm faaliyetler genellikle enerji yöneticisi ya da ekip liderleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Kuruluşta, enerji yönetimi için oluşturulan dokümanlar, iyileştirme projeleri, enerji gözden geçirme toplantıları ve eğitimler çoğu zaman birkaç kişinin sorumluluğunda ilerlemektedir. Bu durum, enerji yönetim ekibinin tamamının ya da ilgili kuruluş personelinin süreç boyunca aktif olmamasına neden olmakta ve sistem kişiye bağlı bir hale gelmektedir. Yönetim Sistemlerinin kurulumunda ve devamlılığının sağlanmasında kişiye bağlılığın asgari düzeyde tutulması önemsenmelidir. Kişiye bağlı bir yönetim sistemi, sistemin sürekliliğinin sağlanmasında risk oluşturmakta ve enerji performansını artırma amacıyla gerçekleştirilen iyileştirme faaliyetlerinde kopukluklara sebep olmaktadır. Bu nedenle, Enerji Yönetim Sistemi kapsamında yapılan enerji verimliliği çalışmaları, dokümantasyon, eğitimler ve toplantılar gibi temel faaliyetlerde ilgili çalışanın katılımı sağlanmalıdır. Enerji Yönetim Sistemi bilinci kuruluşun her seviyesinde oluşturulmalı ve çalışanın aktif olarak rol alması sağlanmalıdır.

6. GIDA SEKTÖRÜNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

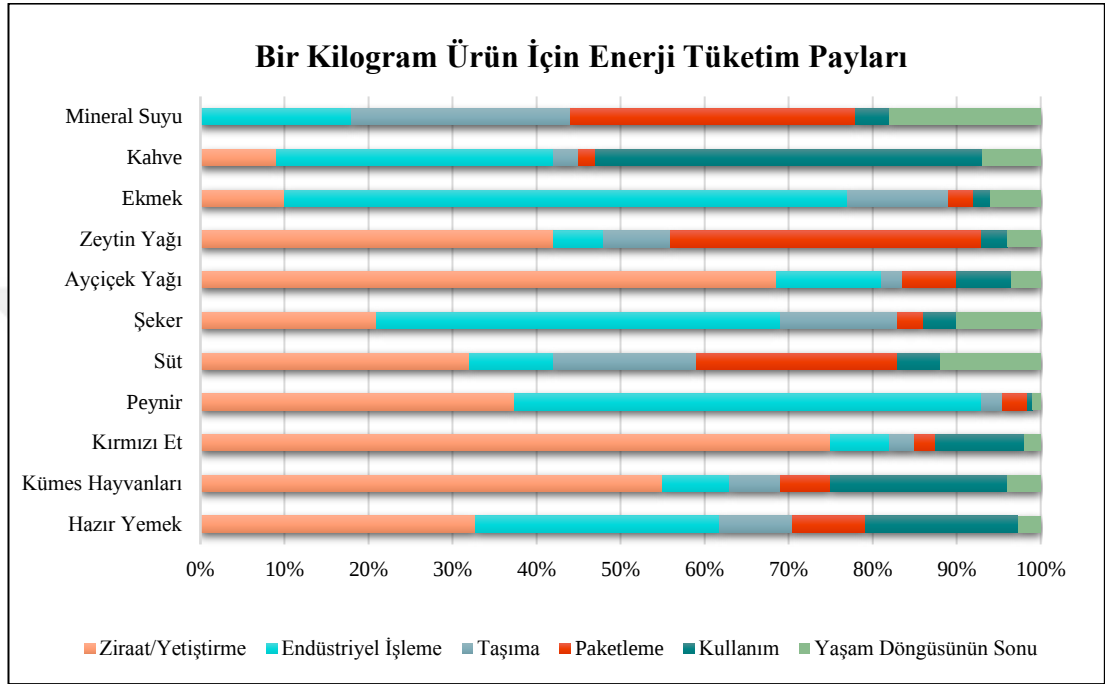
Türkiye'nin toplam enerji tüketiminde gıda sektörü önemli bir paya sahiptir. Gıda sektöründe üretim yapan işletmelerde ısıtma işlemleri, soğutma işlemleri, pişirme ve dondurma işlemleri enerji tüketiminin en yoğun olduğu prosesler arasındadır. Sektörde toplam enerji miktarının %29'luk payı ısıtma işlemleri, %16'lık payı ise soğutma ve dondurma amaçlı kullanılmaktadır. Genel olarak gıda sektöründe buhar veya sıcak sulu sistemler aktif bir şekilde kullanılmaktadır [55].



Şekil 6.1. Gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin enerji tüketim aşamaları [55]

Şekil 6.1’de verilen grafikte görüldüğü gibi gıda sektöründe en yoğun enerji tüketimi işleme ve dağıtım aşamasında görülmektedir. Dünya üzerinde gıda sektörü aşamalarının enerji tüketimleri değerlendirildiğinde, işleme ve dağıtım aşamasında ve perakende aşamasında tüketilen enerjinin en fazla paya sahip olduğu görülmektedir.

Avrupa ülkelerinin yaptığı araştırmaya göre, gıda sektöründe daha detaylı bir değerlendirme için 11 çeşit gıda ürünün, yaşam döngüsü boyunca tükettiği enerji miktarı araştırılmıştır. Her çeşit için bir kilogram üretim süresince tüketilen enerjinin payı belirtilmiş ve kümülatif olarak Şekil 6.2’de verilmiştir.



Şekil 6.2. Bir kilogram gıda ürününün yaşam döngüsü boyunca enerji tüketimi [55]

Avrupa ülkeleri gıda ürünlerinin yaşam döngüsü boyunca enerji tüketim aşamaları incelenmiş ve ürün çeşidine göre en fazla enerjinin tüketildiği basamağın değişkenlik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Üretim aşaması, ziraat/yetiştirme, endüstriyel proses, taşıma, paketleme, kullanım ve yaşam döngüsünün sonu olmak üzere altı başlık halinde incelenmiştir. Örneğin; şeker üretiminde en fazla enerjinin tüketildiği basamak endüstriyel işleme iken, ayçiçek yağı için ziraat, kahve için kullanım, mineral suyu için ise paketleme basamağı olduğu görülmüştür. Bu basamakların enerji tüketiminde aldığı rolde tüketim aşamasının alt kırılımı söz konusudur.

Ziraat/yetiştirme, endüstriyel proses, taşıma, paketleme, kullanım ve yaşam döngüsünün sonu olmak üzere 6 başlıktan oluşan üretim aşamaları enerjinin kullanıldığı alanlar adı altında tanımlanmıştır. Enerjinin kullanıldığı alanlar, bir kilogram ürünün üretimine göre farklılık gösterebilmektedir.

Ürüne göre öne çıkan enerji tüketim basamakları, enerjinin kullanıldığı alanlar kısıtlımı ile birlikte Tablo 6.1’de verilmiştir.

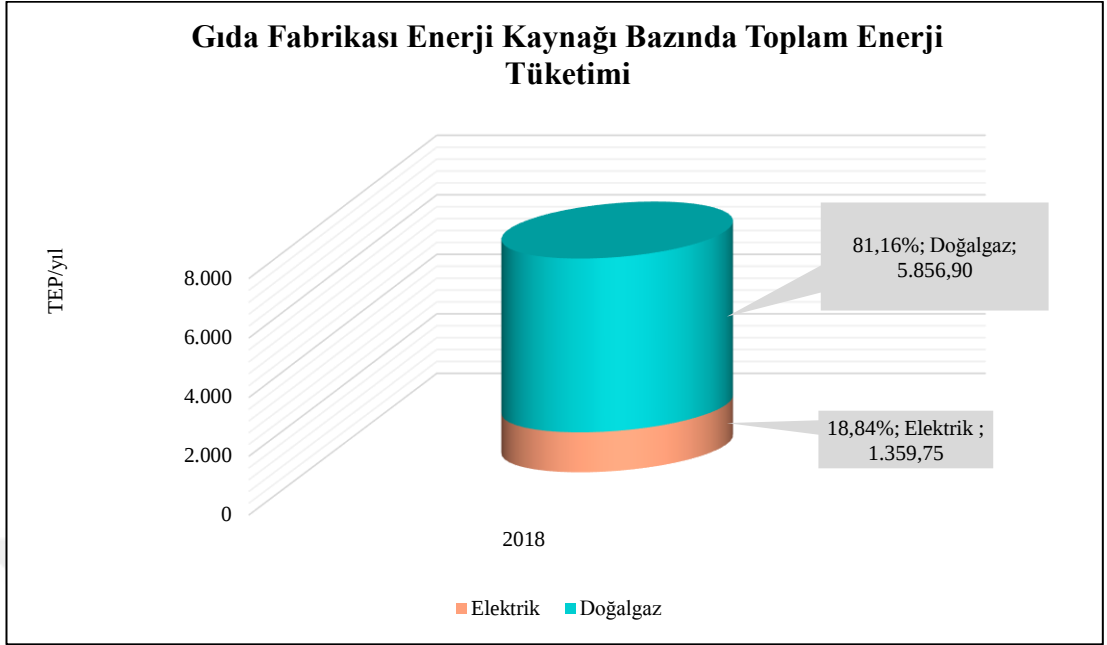
Tablo 6.1. Gıda ürünlerinde enerjinin kullanıldığı alanlar [55]

Üretim Aşaması	Enerjinin Kullanıldığı Alanlar
Ziraat/Yetiştirme	Bitki yetiştirme
	Hayvan yetiştirme
Endüstriyel Proses	Bileşenlerin işlenmesi
	Kesilmesi, işlenmesi, depolanması
	Soğutulmuş veya dondurulmuş saklama
Taşıma	Uluslararası ithalat
	Perakendeciye nakliye
	Tüketicieye nakliye
Paketleme	Ambalaj üretimi
	Ambalajın elden çıkarılması
Kullanım	Tüketicide depolama
	Pişirme
Yaşam Döngüsünün Sonu	Gıda atıklarının nihai olarak elden çıkarılması
	Atık su arıtma

6.1. Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir A İşletmesinde Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi

Fırınlanmış gıda ürünleri ve ekstrüzyon ürünlerinin üretimi ve paketlenmesi kapsamında faaliyet gösteren bir gıda fabrikası, Enerji Yönetim Sistemi uygulamaktadır. Gıda sektöründe faaliyet gösteren bu fabrikanın yıllık toplam enerji tüketim miktarı yaklaşık 7.216,65 TEP’tir.

Gıda fabrikasının 2018 yılı elektrik tüketimi 1.359,75 TEP ve doğalgaz tüketimi 5.856,90 TEP’tir. Gıda fabrikasında tüketilen enerji kaynakları özel enerji tüketimleri olarak adlandırılmaktadır. Özel enerji tüketimi, (SEC-Spesific Energy Consumption) olarak adlandırılan elektrik ve doğalgazdır. Elektrik ve doğalgaz tüketiminin yoğun olduğu bu fabrikada enerji kaynağı bazında toplam tüketim miktarları Şekil 6.3’te verilmiştir.



Şekil 6.3. Bir gıda fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi (A işletmesi)

Doğalgaz tüketiminin en yoğun olduğu bölümler, işletmenin buhar ihtiyacını karşılamak üzere kullanılan buhar kazanları ve ürünlerin pişirilmesi amacıyla kullanılan pişirme fırınlarıdır. Elektrik tüketiminin en yoğun olduğu bölümler ise basınçlı hava sistemi, soğutma sistemi ve üretim prosesinde kullanılan makinelerdir.

Doğalgaz tüketiminde önemli enerji kullanımları;

- ◆ Buhar kazanı (18,80%)
- ◆ Pişirme fırını-1 (42,68%)
- ◆ Pişirme fırını-2 (38,52%)

Elektrik tüketiminde önemli enerji kullanımları;

- ◆ Basınçlı Hava Sistemi (42,81%)
- ◆ Soğutma Sistemi (23,23%)
- ◆ Üretim Makineleri (27,54%)
- ◆ Diğer (Aydınlatma ve Ofisler) (6,42%)

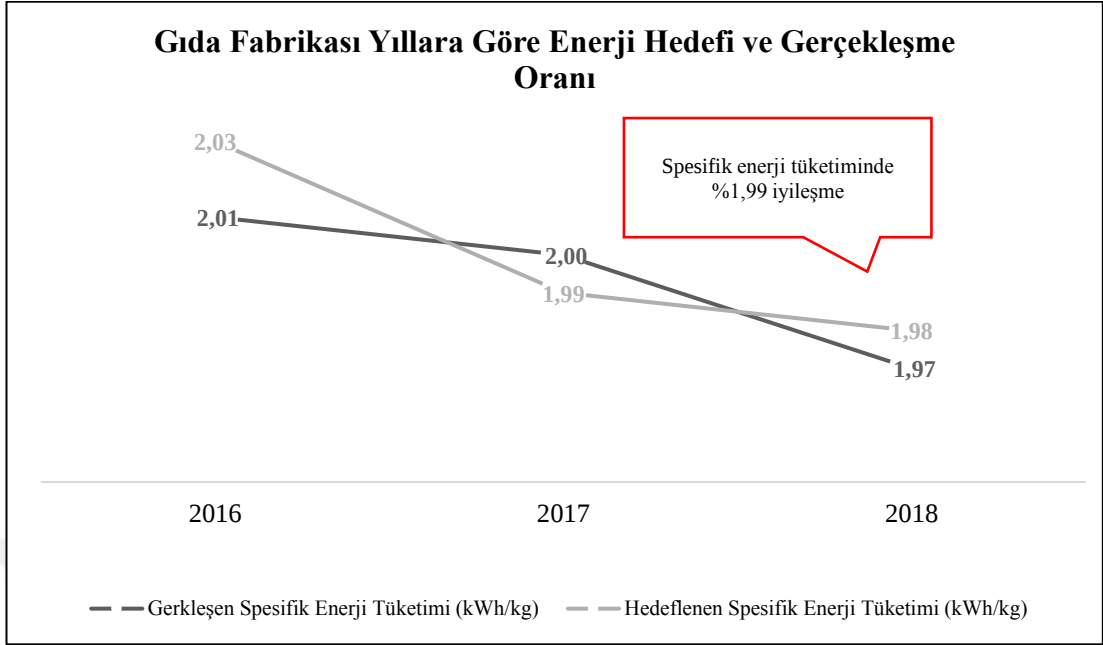
Gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmenin, 3 yıllık amacını spesifik enerji tüketiminde %1 iyileşme olarak hedeflemiştir.

3 yıllık amacına ulaşabilmek için her yıl yapacağı projeler ile spesifik enerji tüketimini 1,98 kWh/kg seviyesine düşürmeyi amaçlamaktadır.

Elektrik tüketimlerinde önemli bir paya sahip olan soğutma sisteminde 2017 yılında yapılan bir iyileştirme ile spesifik enerji tüketiminde azalma sağlanmıştır. Üretim prosesi makinelerinin ve ofislerin soğutulması amacıyla kullanılan hava soğutmalı chillerlerin, daha verimli su soğutmalı chiller ile değişimi sonucunda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Hava soğutmalı chillerin (EER-Energy Efficiency Ratio: 2,57), su soğutmalı chiller (EER: 5,30) ile değişimi sonrası işletmenin ihtiyacı olan soğutma gücünün daha az enerji tüketimi ile sağlanması mümkündür. Bu uygulama ile fabrikada tüketilen elektrik enerjisinde azalma sağlanmış ve fabrikanın toplam spesifik enerji tüketiminde iyileşme gözlenmiştir.

Fabrikanın 3 yıl için amacı spesifik enerji tüketiminde %1 iyileşme sağlamak iken, gerçekleşen tüketimler ve spesifik enerji tüketimindeki azalma incelendiğine azalmanın yaklaşık olarak %1,99 olduğu görülmüştür. 2016 yılında 2,03 kWh/kg hedeflemiş ve 2,01 kWh/kg enerji tüketimi gerçekleştirmiştir. 2017 yılında 1,99 kWh/kg enerji tüketimi hedeflenmiş fakat enerji verimliliğine yönelik çalışmaların azalması nedeniyle enerji hedefinin üzerinde bir tüketim gerçekleştirilmiştir. 2017 yılından 2,00 kWh/kg ile enerji hedefini tutturamayan işletme, soğutma sisteminde gerçekleştirdiği iyileştirme ile 3 yıllık amaçladığı enerji tüketimi seviyesine ulaşmış ve amaç olarak belirlenen iyileşme oranından (%1) daha fazla iyileşme oranına (%1,99) ulaşmıştır.

Gıda fabrikasının (A işletmesi) spesifik enerji tüketimindeki bu değişim, Enerji Yönetim Sistemi'nin sürekliliğinin önemini de vurgulamaktadır. 2016 ve 2018 yılında fabrika, hedeflediği değerlerin üzerinde bir iyileştirme gerçekleştirirken, 2017 yılında enerji tüketiminde hedeflediği iyileşmeye ulaşamamıştır. Enerji tüketimini azaltmaya yönelik çalışmalara verilen ara, 2017 yılı kuruluş spesifik enerji tüketimine ve hedefine olumsuz olarak yansımıştır. Gıda fabrikası (A işletmesi) yıllara göre enerji hedefi ve gerçekleşme oranı Şekil 6.4'te verilmiştir.



Şekil 6.4. Gıda fabrikası yıllara göre enerji hedefi ve gerçekleşme oranı (A işletmesi)

Gıda sektöründe faaliyet gösteren A işletmesinde kurulan Enerji Yönetim Sistemi ile birlikte enerji verimliliği çalışmaları sonucunda hedeflenen enerji performansına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Enerji Yönetim Sistemi'nin kuruluşu, enerji performansındaki artışın beraberinde enerji izleme ve personel yetkinliğinin sağlanması noktasında da getirileri olmuştur.

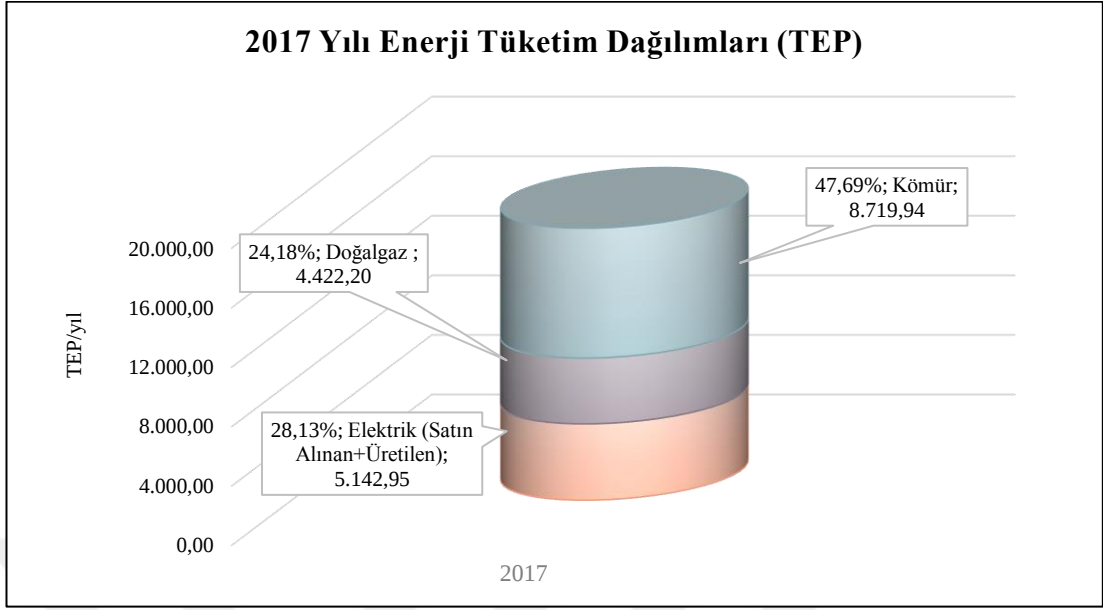
Kuruluş, enerji verilerinin toplanmasını periyodik sayaç okumaları ile gerçekleştirmekteyken, EnYS kurulumu sonrası online enerji izleme sistemi ile gerçekleştirmektedir. Sayaç okuma sistemi ile elektrik, doğalgaz tüketimleri günlük alınmakta, motorin tüketimleri ise aylık olarak takip edilmektedir. Enerji izleme sistemi ile her ekipmanın enerji tüketimleri anlık olarak okunabilmekte ve raporlanabilmektedir. İzleme ve ölçme kapsamında, online enerji izleme sistemi ile uzaktan haberleşme sağlanabilmekte ve anlık müdahaleler gerçekleştirilebilmektedir. Farklı fonksiyonların kullanılması ile enerji verilerinin toplanması, birim bazında enerji verilerinin kategorize edilmesi, üretim ve enerji kayıplarının azaltılması sağlanabilmektedir. Haberleşmenin ve operasyonel kontrolün sağlanması dışında, sayaç okuma için harcanılan zamandan da tasarruf edilebilmektedir. Enerji izleme sistemi ile enerji tüketimleri günlük olarak raporlanmakta, enerji tüketimleri ve maliyetleri hakkında üst yönetim bilgilendirilmektedir.

Kuruluş, personele gerekli yetkinliğinin kazandırılması amacıyla eğitimler vermektedir. Enerji tüketimlerini etkileyen cihazların ve sensörlerin doğrulanması amacıyla personele doğrulama eğitimleri verilmektedir. Enerji tüketimlerinin doğrulunun sağlanması amacıyla, periyodik olarak doğrulamalar yapılmaktadır. Doğrulamalar yapılırken, doğrulamayı gerçekleştiren çalışanın yetkinliğinin sağlanması önem taşımaktadır. Kuruluş, bu hususta belirli personellerin eğitim almasını ve yetkinlik kazanmasını sağlamaktadır. Eğitimin etkinliğini kontrol etmek amacıyla doğrulama yapan personel, eğitimi aldıktan bir ay sonra bir kez ve üç ay sonra periyodik olarak doğrulama işlemini gerçekleştirirken, yetkin başka bir personel tarafından kontrol edilmekte ve böylelikle eğitim bilgileri güncel tutulmaktadır.

6.2. Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir B İşletmesinde Enerji Yönetim Sisteminin Enerji Verimliliğine Etkisi

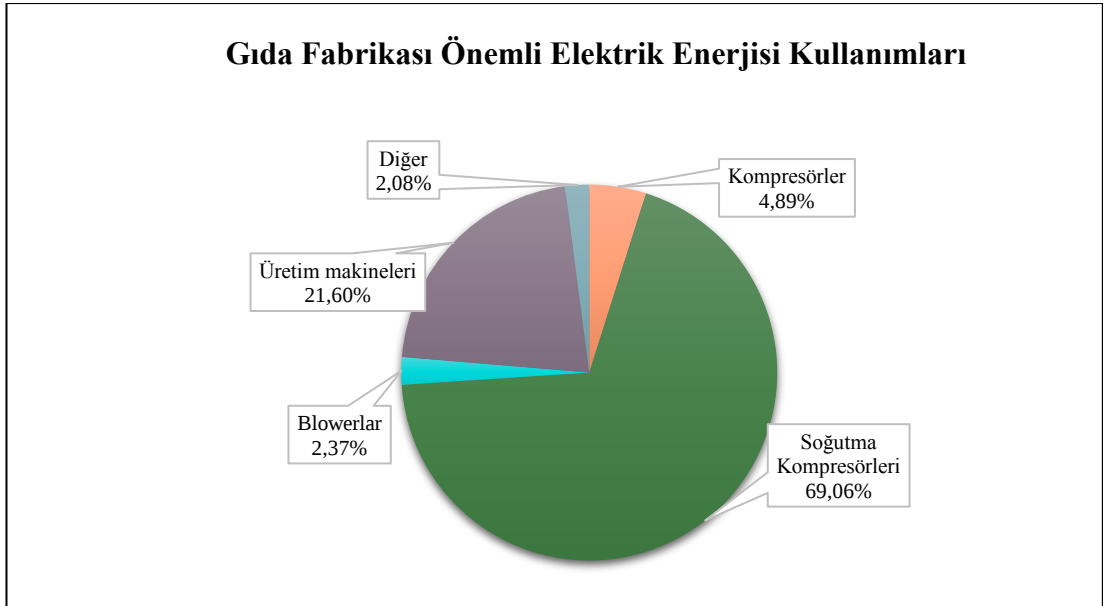
Kümes hayvanlarının işlenmesi, ileri işlenmiş kanatlı et ürünleri ve paketlenmesi kapsamında faaliyet gösteren bir fabrika, üretim için işletme bünyesinde elektrik, doğalgaz ve kömür tüketmektedir. Elektrik enerjisi, ağırlıklı olarak gıdaların soğutulmasında kullanılmaktadır. Gıdaların soğutulması için kullanılan soğutma kompresörleri, ürünlerin muhafaza edilmesini sağlamaktadır. Kömür, işletmenin buhar ihtiyacını karşılamak ve ileri işlenmiş kanatlı ürünlerin pişirilmesi için kullanılmaktadır. Doğalgaz ise işletmenin kojenerasyon santralinde kullanılmakta, gaz motorunda yakılan doğalgaz ile elektrik üretimi sağlanmaktadır. Kojenerasyon sisteminde üretilen elektrik enerjisi, proses içerisinde kullanılmaktadır. Grafikte, elektrik tüketimi üretilen ve şebekeden satın alınan olmak üzere toplam verilmiştir.

Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesinde, satın alınan ve üretilen elektrik tüketiminin toplam tüketimdeki payının %19,96 olduğu görülmüştür. Proseste kullanılan kömür tüketiminin toplam tüketime payının %47,96, doğalgaz tüketiminin ise %24,18 olduğu görülmüştür. Enerji kaynakları bazında yıllık toplam tüketim incelendiğinde, satın alınan ve üretilen elektrik tüketiminin toplam 5.142,95 TEP, kömür tüketiminin 8.719,94 TEP ve doğalgaz tüketiminin 4.422,20 TEP olmak üzere toplam enerji tüketiminin 18.285,09 TEP olduğu tespit edilmiştir. Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesinin tüketim dağılımı Şekil 6.5'te verilmiştir.

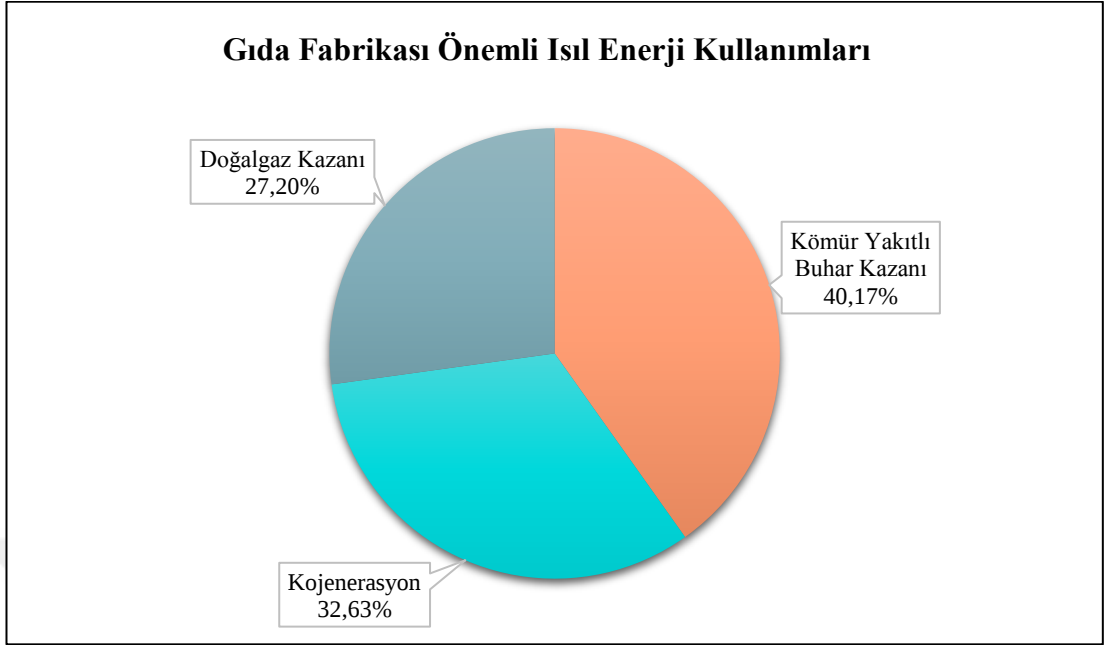


Şekil 6.5. Bir gıda fabrikası enerji kaynağı bazında toplam enerji tüketimi (B işletmesi)

Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesinin elektrik ve ısııl enerji tüketiminin yoğun olduğu alanlar incelenmiştir. Enerji tüketiminin en yoğun hangi bölümlerde gerçekleştiği, değişkenlerin belirlenmesinde yol gösterici olabilmektedir. Bu nedenle, önemli enerji kullanım alanlarının tespiti ile birlikte enerji tüketimini artıran/azaltan etkenler incelenmektedir. Gıda fabrikası B işletmesi önemli elektrik enerjisi kullanımları ve önemli ısııl enerji kullanımları Şekil 6.6 ve Şekil 6.7’de belirtilmiştir.



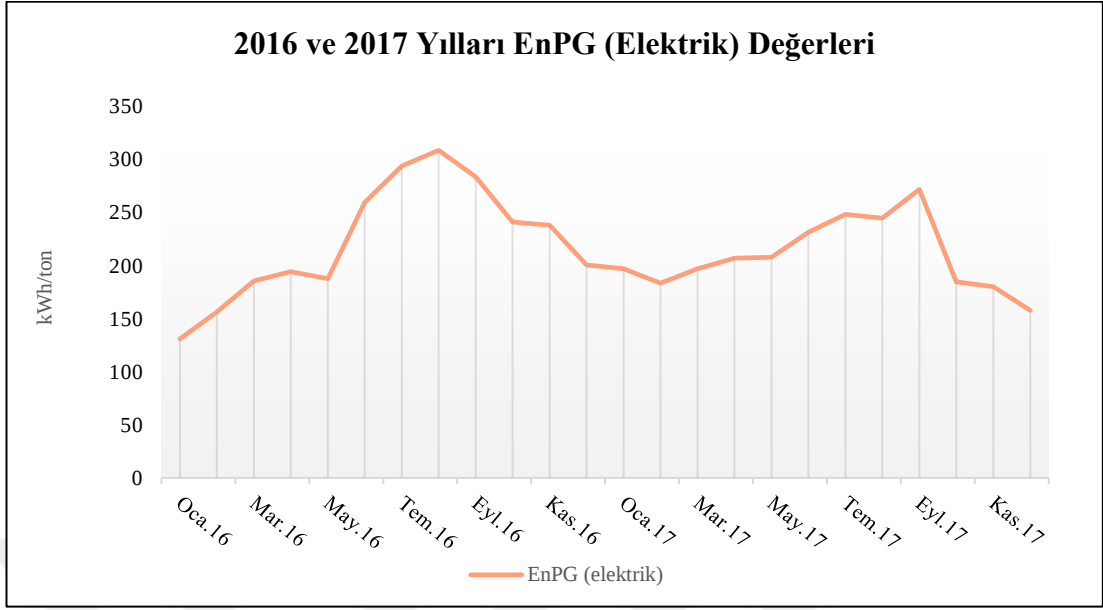
Şekil 6.6. Gıda fabrikası önemli elektrik enerjisi kullanımları (B işletmesi)



Şekil 6.7. Gıda fabrikası önemli ısı enerjisi kullanımları (B işletmesi)

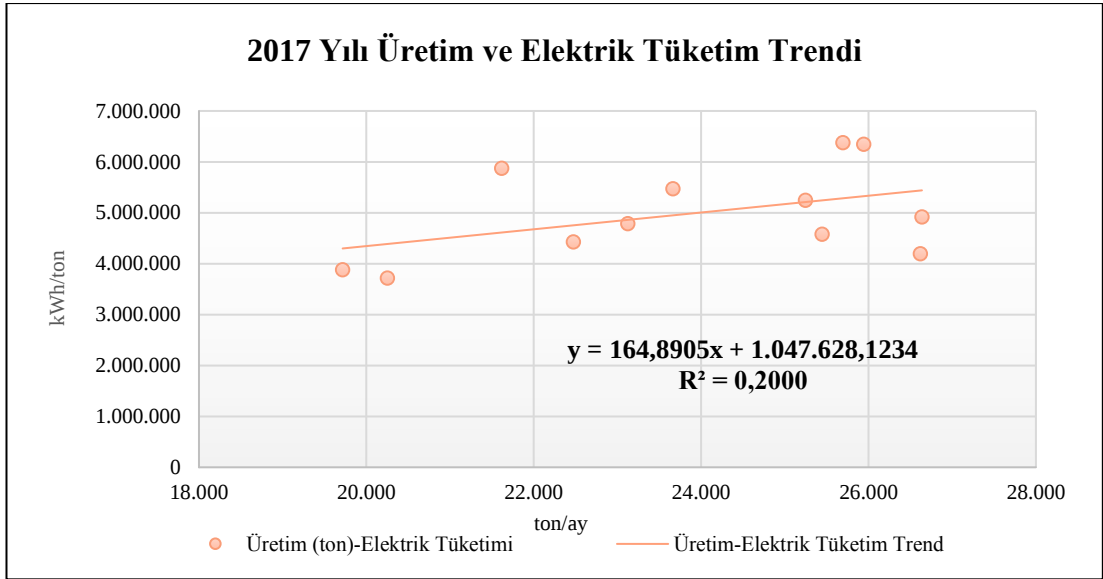
Gıda fabrikası önemli enerji kullanım alanları incelendiğinde elektrik enerjisinin en yoğun tüketildiği bölümün soğutma kompresörleri olduğu görülmüştür. Soğutma kompresörlerinin toplam enerji tüketimindeki payı göz önünde bulundurulduğunda, soğutma işleminin enerji tüketimini önemli derecede etkilediği söylenebilmektedir.

Fakat soğutma işleminin enerji tüketimine etkisinin analiz ve formülize edilebilmesi için detaylı enerji tüketim analizlerinin yapılması gerekmektedir. Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesinde, enerji tüketimlerini daha iyi analiz edebilmek için regresyon analizleri yapılmaktadır. Enerji tüketimini en çok etkileyen faktörlerden birinin üretim olması nedeniyle üretim ve enerji tüketimi arasındaki bağıntı incelenmiştir. Spesifik enerji tüketimlerinin takibi enerji performansını tespit etmek için kullanılan bir yöntemdir. Analiz gerçekleştirilirken öncelikli olarak spesifik enerji tüketimi yani işletme için enerji performans göstergesi üzerinde durulmuştur. Enerji performansını değerlendirebilmek için enerji performans göstergesi “kWh/ton” olarak belirlenmiştir. Gıda fabrikası (B işletmesi) 2016 ve 2017 yılları EnPG (elektrik) değerleri Şekil 6.8’de verilmiştir.



Şekil 6.8. Gıda fabrikası EnPG değerleri (B işletmesi)

Gıda fabrikası spesifik enerji tüketimleri, enerji tüketimini etkileyen direkt faktörün üretim miktarı olduğunu söyleyebilmek için yeteri kadar doğrusal değildir. Ayrıca bu değerlerde tesisin baz elektrik tüketimleri görülememektedir. Bu nedenle B işletmesi için üretim ve elektrik tüketimi arasındaki bağıntı incelenmiş ve baz elektrik tüketimi araştırılmıştır. Gıda fabrikası 2017 yılı üretim ve elektrik tüketimi trend grafiği (B işletmesi) Şekil 6.9’da verilmiştir.



Şekil 6.9. Gıda fabrikası 2017 yılı üretim ve elektrik tüketimi trend grafiği (B işletmesi)

Grafikteki lineer formülden de görüldüğü gibi, üretim ve elektrik tüketimleri arasında %20 (R^2)'lik bir korelasyon bulunmaktadır. İki değişken arasında bir bağıntı olduğunu tespit edebilmek için bu analizlerde R^2 değerinin %75'in üzerinde olması beklenmektedir. Elektrik tüketimi ve üretim miktarı korelasyon oranının (R^2 =%20) istenilen oranda olmaması sebebiyle elektrik tüketimini etkileyen diğer faktörlerin de incelenmesi gerekmektedir.

Enerji performans göstergesi incelendiğinde, değerlerin değişkenlik gösterdiği görülmüştür. EnPG elektrik değerlerinin belirtildiği grafikte, yaz ayları elektrik tüketiminde artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu gösterge doğrultusunda, elektrik tüketimini artıran faktörlerden bir tanesinin hava sıcaklıkları olabileceği düşünülmektedir. Fakat hava sıcaklıklarının elektrik tüketimini etkileyen bir değişken olduğunu söyleyebilmek için bu iki değişkenin birbiri ile olan bağıntısını tam anlamıyla incelemek gerekmektedir. Bu analiz kapsamında, dış hava sıcaklıkları ile ilgili veri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Yaz aylarında enerji tüketiminin arttığının gözlenmesi sebebiyle soğutma gerektiren günler (CDD-Cooling Degree Day) veri olarak kullanılmış ve analiz tekrarlanmıştır. Elektrik-CDD ve üretimin eş zamanlı olarak bağıntısı Tablo 6.2'de verilmiştir.

Tablo 6.2. Elektrik-CDD ve üretimin eş zamanlı olarak bağıntısı

ÖZET ÇIKIŞI								
Regresyon İstatistikleri								
Çoklu R	0,900728534							
R Kare	0,811311892							
Ayarlı R Kare	0,769381201							
Standart Hata	431142,8428							
Gözlem	12							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F			
Regresyon	2	7,1933E+12	3,59665E+12	19,34887977	0,000550618			
Fark	9	1,67296E+12	1,85884E+11					
Toplam	11	8,86626E+12						
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	2.589.199,34	1311942,951	1,973560922	0,079883176	-378621,8034	5557020,482	-378621,8034	5557020,482
Üretim	80,44	55,63538153	1,445840761	0,182129122	-45,41607447	206,2958792	-45,41607447	206,2958792
CDD	8.283,37	1533,951014	5,40001982	0,000432995	4813,327604	11753,40415	4813,327604	11753,40415

2017 yılı elektrik tüketimleri, üretim miktarı ve dış hava sıcaklıkları arasındaki bağıntı incelenmiştir. Elektrik tüketimi-üretim + CDD ilişkisi incelendiğinde, korelasyon değerinin (Ayarlı R^2 değeri referans alınır) istenilen oranda (%76,94) arttığı görülmüştür. Yani soğutma gerektiren günlerin, elektrik tüketimini etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle elektrik tüketimleri belirlenirken ve gelecek yıllara ait enerji tüketimleri tahmin edilirken soğutma gerektiren günlerin (CDD) de girdi olarak kullanılması gerekmektedir. Analiz sonucunda elektrik tüketiminin formülizasyonu şu şekildedir;

$$\text{Elektrik tüketimi (kWh)} = 80,44 \times \text{Üretim Miktarı (ton)} + 8.283,37 \times \text{CDD Değeri} + 2.589.199,34 \quad (6.1)$$

6.1 numaralı formül ile gelecek dönemlere yönelik tüketim tahminlerinde bulunulabilmektedir. Formülde üretim ve CDD değeri sabit olarak değerlendirildiğinde (yani üretim=0 ve CDD=0) baz elektrik yükünün yaklaşık olarak 2.589.199,34 kWh olduğu görülmektedir. Bu denklem ile gelecek dönem enerji tüketim tahminleri yapılmakta ve gerçekleşen tüketimden sapma miktarı Tablo 6.3'te görülmektedir.

Tablo 6.3. B işletmesi tahmin edilen elektrik tüketimi ve sapma miktarı

AYLAR	Üretim Miktarı	Soğutma Gerektiren Günler	Gerçekleşen Tüketim	Tahmin Edilen Tüketim
			Elektrik Tüketimi (satın alınan + üretilen)	
			kWh/ay	kWh/ay
Oca.18	23.481,00	0	3.888.775,00	4.478.008,69
Şub.18	23.086,11	0	4.349.863,00	4.446.243,77
Mar.18	23.121,11	0	4.115.987,00	4.449.059,17
Nis.18	24.770,04	7	4.523.659,00	4.639.682,50
May.18	24.648,50	52	5.534.332,00	5.002.657,30
Haz.18	23.099,19	98	6.125.497,00	5.259.065,78
Tem.18	23.602,30	204	6.086.236,00	6.177.572,69
Ağu.18	22.474,16	214	6.148.795,00	6.169.658,87
Eyl.18	25.838,41	88	5.987.645,00	5.396.574,71
Eki.18	24.661,47	0	5.069.875,00	4.572.965,58
Kas.18	24.811,20	0	4.583.531,00	4.585.009,85
Ara.18	25.365,25	0	4.589.986,00	4.629.577,57
TOPLAM	288.958,74	0	61.004.181,00	59.806.076,48

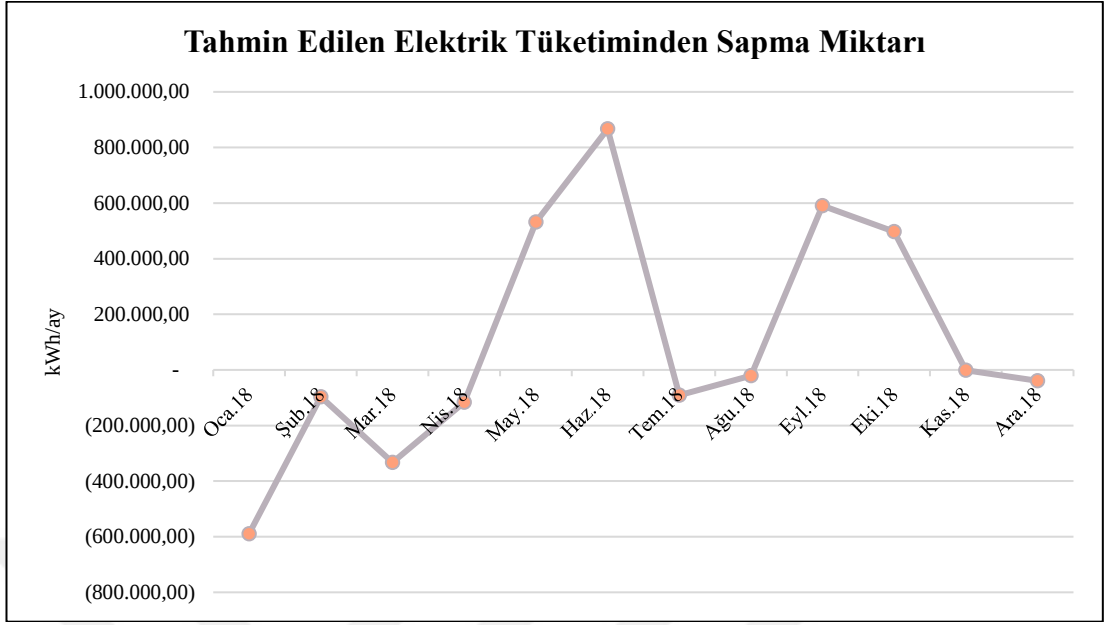
Tahmin edilen elektrik tüketimi, gerçekleşen enerji tüketimi referans alınarak enerji yoğunluk indeksi ve enerji hedefine göre kümülatif sapma miktarı belirtilmiştir. Sapma miktarını belirten grafik incelendiğinde Mayıs, Haziran, Eylül ve Ekim ayında tahmin edilen tüketiminin üstünde bir elektrik tüketimi olduğu görülmüştür. Enerji yoğunluk indeksi ve enerji hedefine kümülatif enerji tüketimi Tablo 6.4'te belirtilmiştir.

Tablo 6.4. B işletmesi enerji yoğunluk indeksi ve kümülatif enerji tüketimi

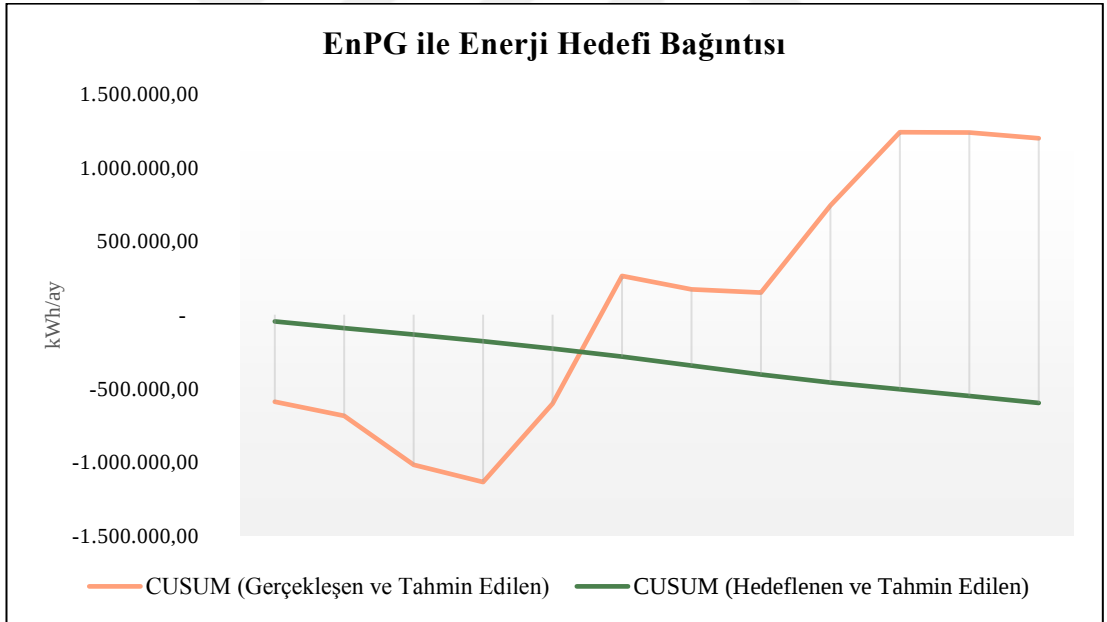
Tarih	Enerji Yoğunluk İndeksi (EII)	Sapma Miktarı	CUSUM (Kümülatif Sapma Miktarı)	Enerji Hedefi (%1 azalma)
		kWh/ay		kWh/ay
Oca.18	0,87	-589.233,69	-589.233,69	4.433.228,60
Şub.18	0,98	-96.380,77	-685.614,46	4.401.781,33
Mar.18	0,93	-333.072,17	-1.018.686,63	4.404.568,58
Nis.18	0,97	-116.023,50	-1.134.710,13	4.593.285,68
May.18	1,11	531.674,70	-603.035,43	4.952.630,73
Haz.18	1,16	866.431,22	263.395,79	5.206.475,12
Tem.18	0,99	-91.336,69	172.059,10	6.115.796,96
Ağu.18	1,00	-20.863,87	151.195,23	6.107.962,28
Eyl.18	1,11	591.070,29	742.265,52	5.342.608,96
Eki.18	1,11	496.909,42	1.239.174,94	4.527.235,92
Kas.18	1,00	-1.478,85	1.237.696,09	4.539.159,75
Ara.18	0,99	-39.591,57	1.198.104,52	4.583.281,79

Enerji yoğunluk indeksi, gerçekleşen elektrik tüketimi ve regresyon sonuçlarına göre tahmin edilen elektrik tüketimi arasındaki oranı ifade etmektedir. Bu değer 1'e yakın olması tahminin tutarlılığının ve doğruluğunun bir göstergesidir. Sapma miktarı, gerçekleşen ve tahmin edilen enerji tüketimi arasındaki farkı ifade etmektedir. Kümülatif sapma miktarı ise, bu sapmayı kümülatif olarak hesaplamaktadır. B işletmesi kümülatif sapma miktarına bakıldığında, yıl sonunda 1.198.104,52 kWh/ay beklenen tüketimden sapma tespit edilmiştir. Kuruluş, referans yıla göre enerji tüketim tahminlerinde bulunmaktadır. Enerji tüketiminde sapmaya neden olan, etkenler incelenmekte ve değerlendirilmektedir.

Tahmin edilen elektrik tüketiminden sapma miktarı Şekil 6.10'da, enerji hedefinin EnPG ile bağıntısı Şekil 6.11'de verilmiştir.



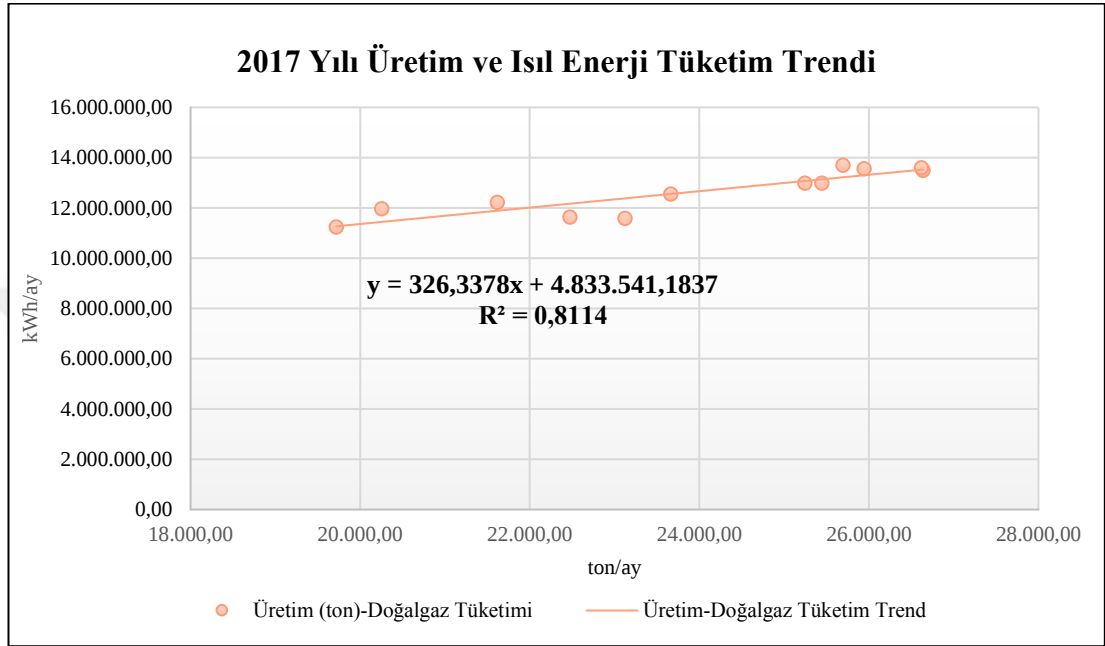
Şekil 6.10. Elde edilen formüle göre tahmin edilen elektrik tüketiminden sapma miktarı



Şekil 6.11. EnPG ile Enerji hedefi bağıntısı

EnPG ile enerji hedefi bağıntısı incelendiğinde, gerçekleşen ve tahmin edilen enerji tüketimleri arasındaki kümülatif sapma miktarını gösteren eğri ile hedeflenen ve tahmin edilen enerji tüketimleri arasındaki sapma miktarını gösteren eğri bağımsız seyretmektedir. Bu eğrilerin birbirine paralel seyretmesi enerji hedefine ulaşıldığının bir göstergesidir.

Aynı analiz ısı (doğalgaz + kömür) enerji tüketimi içinde yapılmıştır. Bu analizde de ısı enerji olarak doğalgaz ve kömür tüketiminin üretimle olan bağıntısı incelenmiştir. Gıda fabrikası 2017 yılı üretim ve ısı enerji tüketimi trend grafiği (B işletmesi) Şekil 6.12’de verilmiştir.



Şekil 6.12. Gıda fabrikası 2017 yılı üretim ve ısı enerji tüketimi trend grafiği (B işletmesi)

Üretim ve ısı enerji tüketimi trend grafiğinde görüldüğü üzere, üretim ve ısı enerji tüketimi arasında %81,14 ‘lük bir korelasyon bulunmaktadır. Yani 2017 yılı üretim miktarı ile ısı enerji tüketimini büyük bir oranda açıklamaktadır. Bu durum ısı enerji tüketimi ile üretim miktarı arasında güçlü bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Bu bağıntıyı ifade eden formül şu şekildedir;

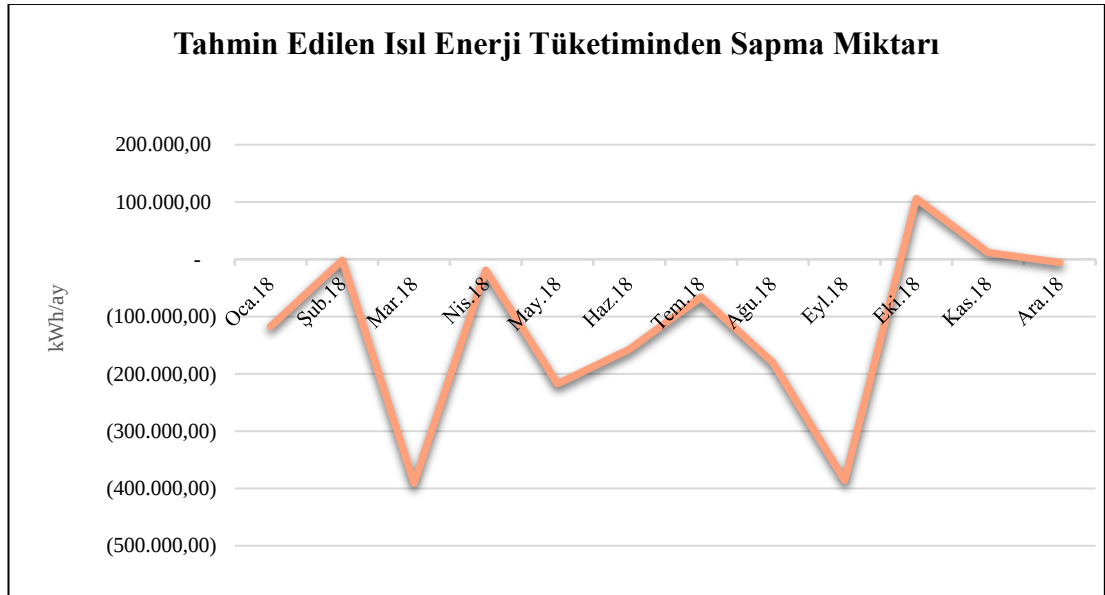
$$\text{Isıl Enerji Tüketimi (kWh)} = 326,3378 \times \text{Üretim Miktarı} + 4.833.541,1837 \quad (6.2)$$

Isıl enerji tüketimi için oluşturulan bu formül gelecek dönemde enerji tüketimlerinin tahminlerinde kullanılabilir. Ayrıca üretim olmadığı zamanda (Üretim=0), tesis baz doğalgaz yükünün 4.833.541,1837 kWh/ay olduğu görülmektedir. Bu formül ile gelecek dönem ısı enerji tüketimleri tahmin edilmekte ve tahminden sapma miktarı görülmektedir. Belirtilen formülizasyona göre tahmin edilen ısı enerji tüketimi ve sapma miktarı Tablo 6.5’te verilmiştir.

Tablo 6.5. Belirtilen formülizasyona göre tahmin edilen ısıl enerji tüketimi ve sapma miktarı

AYLAR	Üretim Miktarı	Gerçekleşen Tüketim	Tahmin Edilen Tüketim
		Isıl Enerji Tüketimi	
	ton/ay	kWh/ay	kWh/ay
Oca.18	23.481,00	12.378.956,00	12.496.279,93
Şub.18	23.086,11	12.365.876,00	12.367.412,38
Mar.18	23.121,11	11.987.853,00	12.378.834,21
Nis.18	24.770,04	12.897.962,00	12.916.942,46
May.18	24.648,50	12.659.896,00	12.877.279,36
Haz.18	23.099,19	12.214.579,00	12.371.680,88
Tem.18	23.602,30	12.469.879,00	12.535.864,71
Ağu.18	22.474,16	11.987.569,00	12.167.709,94
Eyl.18	25.838,41	12.879.563,00	13.265.592,01
Eki.18	24.661,47	12.987.653,00	12.881.511,96
Kas.18	24.811,20	12.941.956,00	12.930.374,52
Ara.18	25.365,25	13.105.684,00	13.111.182,00
TOPLAM	288.958,74	150.923.426,00	99.131.711,35

Sapma miktarını belirten grafik incelendiğinde, Ekim ve Kasım ayında tahmin edilen enerji tüketiminin üstünde bir ısıl enerji tüketimi olduğu görülmüştür. Elde edilen formüle göre tahmin edilen ısıl enerji tüketiminden sapma miktarı Şekil 6.13'te verilmiştir.



Şekil 6.13. Elde edilen formüle göre tahmin edilen ısıl enerji tüketiminden sapma miktarı

Kuruluş, yönetim gözden geçirme girdilerinden biri olan enerji hedeflerini belirlerken regresyon analizleri ve sonuçlarından faydalanmaktadır. EnPG ve enerji hedeflerini bu analizlere göre ortaya çıkarmaktadır.

Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesi, enerji performansını artırmak amacıyla her yıl enerji hedefi belirlemekte ve enerji tüketimini azaltmak için iyileştirme projeleri geliştirmektedir. B işletmesinin, gerçekleştirdiği projelerden biri aydınlatma armatürlerini daha verimli LED armatürler ile değiştirilmesidir. Bu uygulama sonucunda toplam enerji tüketiminden %1,06 tasarruf edilmiştir. Gıda sektörü B işletmesi armatür değişimi uygulaması sonrası tasarruf oranı Tablo 6.6'da verilmiştir.

Tablo 6.6. Gıda sektörü B işletmesi armatür değişimi uygulaması sonrası tasarruf oranı

Uygulanan Proje	Tasarruf Edilen Elektrik Enerji Miktarı		Tasarruf Oranı	2017 Yılı Toplam Elektrik Tüketimi	
	kWh/yıl	TEP/yıl	%	kWh/yıl	TEP/yıl
Armatür Değişimi Projesi	635.550,00	54,65	1,06	59.801.801,10	5.142,95

Tablo 6.6 incelendiğinde mevcut armatürlerin LED armatürler ile değişimi projesi ile fabrika toplamda %1,06 enerji tüketiminden tasarruf etmiştir.

Enerji Yönetim Sisteminin üzerinde durduğu noktalardan bir tanesi enerji tüketiminin en yoğun olduğu alanlarda yapılacak iyileştirmelerin öncelik haline getirilmesidir.

Fakat bazı uygulamalarda önemli enerji kullanım alanları dikkate alınmayıp enerji tüketim miktarı düşük olan aydınlatmada enerji verimliliği vb. uygulamalar ile karşılaşılabilir. Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesi için önemli enerji kullanımları dikkate alınmayıp, alışlagelmiş projelerden biri olan aydınlatmada enerji dönüşümü projesi uygulanmıştır. Uygulama öncesinde işletmedeki aydınlatma sisteminin eski olması nedeniyle bu proje ile toplam tasarruf oranı beklenen seviyenin üzerinde çıkmıştır.

Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesine kurulan Enerji Yönetim Sistemi ile birlikte enerji verimliliği çalışmaları sonucunda hedeflenen enerji performansına ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Enerji Yönetim Sistemi'nin kuruluşu, enerji performansındaki artışın beraberinde önemli enerji kullanım noktalarında farkındalık kazandırılması ve enerji verimliliği teşviklerinden yararlanılması gibi getirileri de olmuştur.

Kuruluşun en yoğun enerji tüketim alanı basınçlı hava sistemidir. Önemli enerji kullanım alanı olarak nitelendirilebilecek kompresörlerin, basınçlı hava üretimindeki ve iletimindeki kayıpların azaltılması enerji verimliliği adına önemli çalışmalardan biridir. Hemen hemen her işletmede olan, kronik problemlerden biri basınçlı hava kaçaklarıdır. Kompresör çalıştırılarak basınçlandırılan havanın atmosfere verilmesi enerji sarfiyatına neden olmaktadır. Basınçlı hava hattındaki kaçakların olduğu delikler, basınç miktarı ile birlikte eksponansiyel olarak artış göstermekte ve bu durum enerji performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Basınçlı hava kaçaklarının önlenmesi için periyodik kontrol ve bakım yapılması ile birlikte bu noktada basınçlı hava kullanıcılarının bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Kuruluş, EnYS kapsamında rutin basınçlı hava kaçakları kontrolü sağlamak ve kaçakların giderilmesi için periyodik faaliyette bulunmaktadır.

Kuruluşun Enerji Yönetim Sistemi'ne uyum sağlayamadığı birkaç nokta tespit edilmiştir. Bu noktaların üzerinde iyileştirme yapılamaması, sistemin sürekliliğine ve etkinliğine yönelik risk etkisi oluşturabilmektedir. Bu etkiler şu şekildedir;

Enerji Yönetim Sistemi kapsamında genellikle periyodik olarak temel eğitimler verilmektedir. Temel ve uygulama eğitimleri gibi sistem eğitimleri, standart temeline dayalı verilmesi gereken eğitimlerdir. Fakat eğitimler sadece sistem eğitimleri ile sınırlı tutulmamalı, eğitim planlamalarında teknik eğitimlerin de yer almasına önem verilmelidir. Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesinde EnYS kapsamında yapılan eğitim planlamalarında sadece sistem eğitimlerinin yer aldığı görülmektedir. Enerji Yönetim Sistemi, uygulamaya ve saha çalışmasına önem veren bir yönetim sistemidir. Bu nedenle verilebilecek teknik eğitimler ile mühendis ve operatör bazında çalışan personellere gerekli bilgilendirmenin yapılması önerilmektedir.

Enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla, ekipman ve sistemlerde gerçekleştirilebilecek iyileştirmelere yönelik bilinçlendirme enerji performansının artırılmasını sağlamaktadır. Bu iyileştirmeler, enerjinin kullanıldığı ekipman ve sistemlerde farklılık gösterebilmektedir.

Özellikle, önemli enerji kullanım alanlarından olan basınçlı hava sistemine ve kazanlara yönelik eğitimler verilmeli ve kuruluş personeline enerji verimliliği kültürünün oluşturulması sağlanmalıdır. Basınçlı hava sistemi kapsamında, kaçakların giderilmesi, kompresör çalışma basıncının kontrol edilmesi; kazanlar kapsamında ise yanma ayarlarının yapılması, yüzey izolasyonun sağlanması vb. uygulamaların enerji performansına etkisi konusunda farkındalığın sağlanması önerilmektedir.

Risk etkisi taşıyabilecek durumlardan bir diğeri ise, üst yönetimin Enerji Yönetim Sistemi'ne yeterli ilgiyi göstermemesi ve sistemin önemini kavrayamamasıdır. Üst yönetimin Enerji Yönetim Sistemi'nin önemini kavrayamaması, bu sistemin sürdürülebilirliğini sağlamak adına gerçekleştirilmesi planlanan enerji performansını artırma projelerinin, hayata geçirilmesini zorlaştırmaktadır. Üst yönetim desteğinin olmaması, görev ve sorumluluklarının net tanımlanmamasına, iyileştirme projelerinin kuruluş personeli tarafından sahiplenilmemesine neden olmaktadır.

Bu nedenle üst yönetim; stratejik yönünü, vizyonunu ve politikasını beyan etmeli, kuruluş personelinin görev ve sorumluluklarını tanımlamalı ve personele gerekli kaynağı sağlamalıdır.

Enerji Yönetim Sistemi'nde çalışanların iyileştirme önerilerinin sunulabileceği bir prosesin olması önem taşımaktadır. Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesinde kuruluş personelinin enerji verimliliğini artırma, enerji maliyetlerini azaltma vb. konularda fikirlerini beyan edebileceği bir öneri sisteminin bulunmaması, çalışanlar ile sağlanan iletişimin etkin olmadığının bir göstergesidir. Kuruluşun her seviyesindeki çalışanın fikrini sunabileceği bir sistemin oluşturulması ve bu sistemin düzenli takip edilerek, kuruluşa katma değer sağlayabilecek projelerin uygulanması önerilmektedir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Enerji Yönetim Sistemi, bir kuruluşun enerji performansında sürekli iyileşme ilkesini temel alarak oluşturduğu bir döngü halidir. Kuruluş, enerji performansındaki sürekli iyileşmeyi, enerji verimliliği projeleri ile desteklemektedir. Enerji verimliliği projeleri ile kuruluşun her seviyesinin enerji yönetiminde rol alması, enerji maliyetlerinin azaltılması ve çevre duyarlılığının artırılması sağlanmaktadır.

Enerji Yönetim Sistemi uygulamalarının enerji verimliliğine olan etkisinin incelendiği bu çalışmada, farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler ele alınmıştır. İşletmelerde Enerji Yönetim Sistemi kurulumu için gerçekleştirilen çalışmalar değerlendirilmiştir. Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulumu ile, kuruluşların tüm birimleri dahil edilerek ortak bir takım çalışması gerçekleştirilmiş ve sistemin işletmeye faydaları tespit edilmiştir. Bu çalışmada, tekstil, demir-çelik, ağaç sanayi ve gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde gerçekleştirilen Enerji Yönetim Sistemi uygulamalarının enerji verimliliğine olan etkileri incelenmiştir.

Enerji Yönetim Sistemi kuruluşu, enerji hedeflerinin belirlenmesinde ve bu hedeflere ulaşabilmek için gerekli aksiyonların alınmasında sistematik bir yaklaşım getirmektedir. Bu yaklaşım ile hareket eden kuruluşlarda, enerji performansının sürekli iyileştirilmesi bilinci ve kültürü oluşmuştur.

Sürdürülebilir enerji yönetimi yaklaşımıyla, enerji yönetimi faaliyetlerinde personellerde farkındalık oluşmaya başlamıştır. Oluşturulan farkındalık ile iyileştirme potansiyeli olan projeler tespit edilerek hayata geçirilmiştir. Personel fikrinin önemini vurgulamak ve bu fikirlerden faydalanmak amacıyla öneri/teşvik politikaları geliştirilmiştir. Böylelikle kuruluş bünyesindeki her çalışan yönetim sistemine dahil edilerek sistemin bütünsel olarak ele alınması sağlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada bir kuruluşta, Enerji Yönetim Sistemi uygulaması ve sistemin faydaları ele alınmıştır.

Tekstil, demir çelik, ağaç sanayi ve gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulumunun enerji performansındaki etkileri belirtilmiştir.

Tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, Enerji Yönetim Sistemi kurulumu ile toplam enerji tüketimindeki azalma gözlemlenmiştir. Enerji verimliliği kapsamında yapılan kompresör değişimi projesi ile enerji performansında iyileşme tespit edilmiştir.

Kuruluş bu proje sonucunda, toplam enerji tüketiminden %1,04 oranında enerji tasarrufu sağlamıştır. Enerji Yönetim Sistemi'nin, tekstil sektöründe faaliyet gösteren bu işletmeye uzun vadede sağladığı katkılara yönelik bilgiler şu şekildedir;

- ◆ Amaçlara, enerji hedeflerine ulaşmak için her yıl yönetim gözden geçirme toplantıları ile birlikte faaliyetler planlanmaktadır. Üst yönetimin de katılım sağladığı yönetim gözden geçirme toplantıları ile EnYS kapsamındaki tüm girdiler periyodik olarak gözden geçirilmektedir. Enerji hedefine, iyileştirme fırsatlarına, personel yetkinliğinin ve farkındalığının artırılmasına yönelik alınabilecek aksiyonlar toplantı gündemini oluşturmakta ve sonuçları raporlanmaktadır.
- ◆ Kömür yakıtlı buhar kazanından elde edilen buhar, proseste buhar ihtiyacı olan boyahane ve buharlama gibi önemli enerji kullanım alanlarına transfer edilmektedir. Kömür yakıtlı buhar kazanı çıkışında tek bir buhar sayacının olması nedeniyle her önemli enerji kullanım alanı için buhar tüketimi analiz edilememektedir. EnYS kapsamında buhar sayaçlarının artırılmasına yönelik aksiyon alınmakta ve önemli enerji kullanım alanlarının buhar tüketimlerinin izlenmesi sağlanmaktadır. Bu durum, önemli enerji kullanım alanlarında yapılabilecek iyileştirmelere yönelik etkilerin tespit edilmesinde ve operasyonel problemlerin giderilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Enerji tüketimindeki azalmayı doğru gözlemleyebilmek için enerji ölçüm noktalarında artış sağlanarak, enerji takibi kolaylaştırılmakta ve anlık müdahale için uygun altyapı oluşturulmaktadır.

Bu uygulamalar ile ilgili ÖEK sorumlularına bilinçlendirme çalışmaları gerçekleştirilmekte ve buhar tüketiminin EnYS kapsamındaki önemi vurgulanmaktadır.

Kuruluşun, EnYS'ye ait bazı gerekliliklerini yerine getirememesi risk oluşturabilmektedir.

◆ Tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletme, enerji tüketimlerinin analiz edilmesinde tüketimi etkileyen değişkenleri ele almamaktadır. Enerji tüketimini etkileyen değişkenlerden biri, üretimde kullanılan koyu renk boya miktarıdır. Üretimde kullanılan koyu renk boya miktarının artışı, enerji tüketimini de artırmaktadır. Koyu renk boyanın enerji tüketimindeki etkisinin değişken analizlerinde ele alınmaması, enerji performans gösterge değerlerinde açıklanamayan sapmalara neden olabilmektedir. Enerji performans gösterge değerlerindeki bu sapmalar, tüketimi etkileyen değişkenlerin analiz edilmemesi riski taşımakta ve enerji hedeflerinin konulmasında hatalı sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle kuruluş, enerji tüketim analizlerini gerçekleştirirken, kuruluşun tüketimi etkileyen değişkenleri ele alması ve enerji hedefini belirlerken değişken faktörünü göz önünde bulundurması önerilmektedir.

◆ EnYS için oluşturulan dokümanların dağıtılması amacıyla ortak ağ kullanılmaktadır. Kuruluş personeli, dokümanları ortak ağ üzerinden yönetmekte ve güncelliğini sağlamaktadır. Bu sistem ile, doküman revizyonlarının tarihi, sorumlusu ve dokümanların imhasının tespiti zorlaşmakta ve sistem kullanışlı olmayan bir hale gelmektedir. Ayrıca dokümanlardaki değişikliklerin takip edilememesi potansiyel uygunsuzluk niteliği taşımaktadır. Mevcut durumda diğer yönetim sistemlerinde kullanılan doküman yönetimi yazılımının EnYS için de aktif hale getirilmesi ve doküman güncelliğinin yazılım üzerinden sağlanması önerilmektedir.

Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, Enerji Yönetim Sistemi kurulumu ile toplam enerji tüketimindeki azalma incelenmiştir. Tav fırını atık ısı geri kazanımı uygulaması ile toplam doğalgaz tüketiminden %2,00 tasarruf sağlanmıştır.

Enerji Yönetim Sistemi'nin, demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bu işletmeye uzun vadede sağladığı katkılara yönelik bilgiler şu şekildedir;

- ◆ Üretim faaliyeti gereği, proseste ark ocağı ve pota ocağı gibi önemli elektrik kullanım alanları bulunmaktadır. Elektrik tüketiminin oldukça yüksek olduğu işletmede, elektrik maliyetleri de bu doğrultuda fazla olmaktadır. Kuruluş, elektrik maliyetlerinin azaltılması amacıyla fotovoltaiik paneller ile güneş enerjisinden elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. Fotovoltaiik paneller ile güneş enerjisinden faydalanarak elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payını artırılması amaçlanmıştır. Elektrik üretimi projesi, kuruluş enerji politikasında bahsi geçen, enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payını artırma, taahhüdünü destekler niteliktedir. Böylelikle şebekeden satın alınan elektrik enerjisi miktarında ve enerji maliyetlerinde azalma sağlanmaktadır.
- ◆ Kuruluş, enerji verimliliğinin artırılması amacıyla, tav fırını atık ısısının geri kazanımı ile fırın yakma havasının ön ısıtılması projesini gerçekleştirmiştir. Yakma havasının ısıtılması için sisteme reküperatör eklenmesi, projenin modifiye edilen bir sistem olarak ele alınmasına neden olmaktadır. EnYS kapsamında, modifiye edilen projelerin tasarım projesi olarak değerlendirilmesi sebebiyle, projenin değişim yönetimine tabi tutulması gerekmektedir. Proje değişim yönetimi kapsamında gerçekleştirilmiş ve yönetimin gerektirdiği tüm parametreler ile ele alınmaktadır. Değişimin nedeni, değişim için gerekli olan kaynaklar, değişim sonucunda elde edilebilecek fayda, değişim sonucunda gerçekleşebilecek riskler ve birimlerden alınan onaylar doğrultusunda değişim değerlendirilmektedir. Tav fırını atık ısı geri kazanımı projesi, ortaya çıkabilecek risklerin minimize edilmesi, ilgili birimlerden onay alınması ve projenin faydası gözetilerek uygulama gerçekleştirilmektedir.
- ◆ Kuruluş, kendi bünyesinde aynı üretime sahip üç farklı işletme bulundurmaktadır. İşletmeler arasında benchmark yapılmakta, enerji performansı kapsamında kıyaslamaya tabi tutulmaktadır. Bir işletmede gerçekleştirilen enerji verimliliği projesi bir diğeri için örnek teşkil ederken, enerji performans göstergeleri tüm işletmelerde kıyaslanabilmektedir.

Kuruluşun, EnYS'ye ait bazı gerekliliklerini yerine getirememesi risk oluşturabilmektedir.

- ◆ EnYS kapsamında, enerji tüketen ekipmana yönelik satın alma işlemlerinde enerji yönetim ekibindeki ilgili kişinin veya enerji yöneticisinin görüşünün alınması önemlidir. Bu doğrultuda, satın alınacak ekipmana yönelik ömür boyu maliyet analizi yapılması beklenmektedir. Ömür boyu maliyet analizi, ekipmanın ilk yatırımından itibaren ekipmanın elden çıkarılmasına kadar olan tüm maliyetlerin göz önünde bulundurulması ile yapılan analizdir. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmenin, ekipman satın alımlarında ömür boyu maliyet analizi gerçekleştirilmemektedir. Satın alma işlemlerinde sadece ilk yatırım ve devreye alma maliyetinin göz önünde bulundurularak, bakım ve enerji maliyetinin göz ardı edilmesi, enerji performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle kuruluşun, satın alma algoritması gözden geçirilmeli ve enerji tüketen ekipman satın alma işlemlerinde enerji yönetim ekibine yönlendirilmesi ve ömür boyu maliyet analizlerinin gerçekleştirilmesi yönünde faaliyette bulunulmalıdır.

Ağaç Sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için aynı incelemeler yapılmıştır. Kuruluşun 2017 yılında spesifik doğalgaz tüketimi 202,54 kWh/m² iken, emprenye ünitesi atık ısı geri kazanım projesi sonrası bu değerde azalma gözlemlenmiştir. 2018 yılı spesifik doğalgaz tüketiminin 181,71 kWh/m² değerlerine düştüğü gözlemlenerek, projenin enerji verimliliğine etkisi ortaya koyulmuştur.

Aynı işletmenin sıcak hatlara, vanalara ve sıcak yüzeylere izolasyon uygulaması sonrası biyokütle tüketiminde azalma tespit edilmiştir.

2017 yılında ortalama biyokütle tüketimi 516,05 kWh/m² değerlerinde iken, izolasyon projesi sonrası spesifik biyokütle tüketimi 498,23 kWh/m² değerine düşmüştür. Enerji Yönetim Sistemi'nin, ağaç sanayi sektöründe faaliyet gösteren bu işletmeye uzun vadede sağladığı katkılara yönelik bilgiler şu şekildedir;

- ◆ Kuruluş, satın alma işlemlerinde enerji performansına önem vermektedir. Bu kapsamda oluşturduğu teknik şartnameler ile belirlediği ölçütleri tedarikçiye bildirmektedir.

Elektrik motorları, aydınlatma armatürleri ve soğutma ekipmanlarına yönelik minimum verimlilik değerlerini belirlemekte ve bu şartnameye uygun satın alma işlemi gerçekleştirmektedir. Böylelikle, kuruluşun belirlediği ölçütler doğrultusunda satın alma işlemi yapılmakta ve satın alma birimindeki ilgili çalışanın hatalı satın alma işlemi gerçekleştirme riski en aza indirgenmektedir.

- ◆ Kuruluş, kanun, tüzük, mevzuat, yönetmelik, tebliğ ve diğer yasal şartların takibini bülten aracılığı ile gerçekleştirmektedir. Bülten aracılığı ile EnYS kapsamında takip edilen yasal şartlardaki değişime yönelik bilgi, kullanıcıya ulaştırılmaktadır. Böylelikle, yasal şartların anlık olarak takibi sağlanmakta ve EnYS kapsamındaki değişikliklere uyumluluk değerlendirilmektedir. Bülten aboneliği sayesinde, ilgili taraf gerekliliklerinin yerine getirilmesi hususunda takip eksikliği nedeniyle oluşabilecek hataların önüne geçilebilmektedir.
- ◆ Kuruluş, ulusal veya uluslararası teşviklerden ve enerji verimliliği projelerine verilen hibe desteklerinden yararlanmaktadır. Belirli kurumların desteklediği bu projeler ile finansman yönetimi dışında kurumsal prestij de sağlanmaktadır.

Kuruluşun, EnYS'ye ait bazı gerekliliklerini yerine getirememesi risk oluşturabilmektedir.

- ◆ Enerji Yönetim Sistemi'nin etkin bir şekilde devamlılığını sağlamak için kuruluşun tüm çalışanlarının katkısı olması gerekmektedir. Ağaç sanayi sektöründe faaliyet gösteren bu işletmede, yönetim sistemi ile ilgili enerji verimliliği çalışmaları, toplantılar, eğitimler ve dokümantasyon süreçleri enerji yönetici ve ekipteki ilgili birkaç kişi ile yürütülmektedir. Sistemin birkaç kişi ile yürütülmesi, kişiye bağlılığı artırmakla birlikte, yönetim sisteminin etkinliğini ve enerji performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Kişiye bağlılığın asgari düzeyde tutulması için, üst yönetimin belirlemiş olduğu enerji yönetim ekibinin, sistem gereği gerçekleştirilen tüm uygulamalarda aktif rol alması ve kuruluşun her seviyesinin ilgili faaliyetlerde fikir, destek veya iş gücü ile katılım sağlaması önerilmektedir.

Gıda sektöründe faaliyet gösteren ve Enerji Yönetim Sistemi'ni uygulayan bir işletmede enerji performansındaki artış incelenmiştir. Gıda sektöründe faaliyet gösteren bir A işletmesi için soğutma sisteminde gerçekleştirilen iyileştirme ile spesifik elektrik tüketimindeki azalma gözlemlenmiştir. 2017 yılında 2,00 kWh/kg olan spesifik elektrik tüketimi, 2018 yılında uygulama sonrası 1,97 kWh/kg değerlerine düşmüştür. Enerji Yönetim Sistemi'nin, gıda sektöründe faaliyet gösteren A işletmesine uzun vadede sağladığı katkılara yönelik bilgiler şu şekildedir;

- ◆ Enerji verilerinin toplanması sayaç okuma ile gerçekleştirilmekteyken, EnYS kurulumu sonrası online enerji izleme sistemine geçilerek, ekipman bazlı enerji tüketimleri anlık olarak tespit edebilmektedir. Uzaktan okuma ve haberleşme sistemi, izleme, alarm ve raporlama fonksiyonlarına sahip olması nedeniyle izleme ve ölçme sisteminin gerekliliklerini karşılayabilmektedir. Ayrıca, sayaç okuma için harcanan zamandan tasarruf edilerek, doğru ve kesin sonuçların elde edilmesi sağlanmaktadır. Online izleme sistemi ile enerji takibi, Enerji Yönetim Sistemi'nin temel gerekliliklerine cevap verebilmektedir.
- ◆ Personel yetkinliğini artırmak amacıyla, enstrüman bölümündeki ilgili personellere periyodik olarak kalibrasyon ve doğrulama eğitimleri verilmesi sağlanmaktadır. Enerji verilerinin doğruluğunun sağlanması için eğitim almış yetkin personeller tarafından doğrulamalar gerçekleştirilmektedir. Eğitimlerin etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla, eğitim verildikten belirli bir süre sonra eğitimin işe yansması kontrol edilmektedir. Eğitimlerin işe yansması kontrol edilirken, doğrulama faaliyetinde yetkin başka bir personel tarafından gözlem yapılmakta ve doğrulama yapan personelin bilgisi aktif tutulmaktadır.

Gıda sektöründe faaliyet gösteren bir B işletmesi incelendiğinde ise, soğutma ihtiyacının elektrik tüketimine etkisi incelenmiştir. Kurulusta gerçekleştirilen proje kapsamında mevcut armatürlerin LED armatürler ile değişimi sonrası toplam elektrik tüketiminde %1,06 iyileşme sağlandığı tespit edilmiştir. Enerji Yönetim Sistemi'nin, gıda sektöründe faaliyet gösteren bu işletmeye uzun vadede sağladığı katkıya yönelik bilgiler şu şekildedir;

- ◆ Önemli enerji kullanım alanlarından biri olan kompresörün enerji tüketimini azaltmak adına farkındalık kazandırılması hedeflenmektedir. Basınçlı hava kullanıcıları bu amaçla eğitilmekte ve kaçakların giderilmesinin enerji performansına olan etkisi ortaya konulmaktadır. Basınçlı hava kaçaklarına yönelik rutin kontrolü sağlamak için yöntem geliştirilmekte ve aylık periyotlar ile basınçlı hava kaçaklarının giderilmesi faaliyeti gerçekleştirilmektedir.

Kuruluşun, EnYS'ye ait bazı gerekliliklerini yerine getirememesi risk oluşturabilmektedir.

- ◆ Kuruluşun eğitim planı incelendiğinde, yeterli seviyede teknik eğitime rastlanılmamaktadır. Kuruluşta verilen eğitimler, temel ve uygulama eğitimleri gibi standart temelindeki eğitimler ile sınırlı tutulmamalıdır. EnYS kapsamında mühendis ve operatör bazında verilebilecek teknik eğitimler ile enerji performansının artırılması sağlanmalıdır. Özellikle önemli enerji kullanım alanları bu eğitimlerde öncelik haline getirilebilmektedir. Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesi önemli enerji kullanım alanları göz önünde bulundurulduğu takdirde basınçlı hava sistemi ve kazanlara yönelik verilen eğitimlerin kuruluşa katkı sağlayabileceği öngörülmektedir. Personele verilen teknik eğitimlerin etkinliğinin sağlanması ile enerji tüketimini azaltan ve yatırım gerektirmeyen projelerin tespiti kolaylaşmaktadır.
- ◆ Gıda sektöründe faaliyet gösteren B işletmesinde tespit edilen bulgulardan bir diğeri ise, üst yönetimin sistemin sürekliliğinin sağlanmasında destekleyici yaklaşıma sahip olmamasıdır. Üst yönetimin Enerji Yönetim Sistemi'ne gereken ilgiyi göstermemesi ve sistemin önemini kavrayamaması enerji performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Gerçekleştirilmesi planlanan enerji performansını artırma projeleri, ancak üst yönetimin desteği ile uygulanabilir hale gelebilmektedir. Bu kapsamda, üst yönetimin stratejik yönünü destekler nitelikte vizyona ve politikaya sahip olması gerekmektedir. Politikada taahhütte bulunulan uygulamaların hayata geçirilmesi için ilgili çalışanların görev ve sorumluluklarını belirtmesi gerekmektedir. Üst yönetimin, Enerji Yönetim Sistemi'nin sürekli iyileşmesi adına çalışana gerekli zamanı ve kaynağı sağlaması önerilmektedir.

- ◆ Enerji verimliliği ve enerji yönetimi kültürü kuruluşun her seviyesindeki çalışana aşılanmalıdır. Bunun için farkındalık oluşturma adımlarından biri olan öneri sistemi ve öneri sistemini daha etkin kılan ödül sistemi ile motivasyon sağlanmalıdır.

Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulması ve etkin bir şekilde sürdürülebilirliğinin sağlanması için yönetim sistemi bilincinin başta üst yönetim olmak üzere insanlar tarafından oluşturulması ve benimsenmesi gerekmektedir. İncelenen işletmelerdeki insan faktörü göz önünde bulundurulduğunda, kuruluşlardaki enerji giderlerinin azaltılması için bir takım önerilerde bulunulmuştur.

Enerji tüketiminde davranışların etkisi incelenmeli, kişi kaynaklı hataların giderilmesi için eğitimler verilmelidir. Bu eğitimlerin periyodik olarak tekrarlanması ile enerji verimliliği bilinci aktif tutulmalı ve kişi kaynaklı hatalar en aza indirgenmelidir.

Değişim yönetiminin, kuruluşa katkısı önemslenmeli ve yenilenecek sistem ve proses değişim yönetimi kapsamında ele alınmalıdır. Böylelikle, değişim tüm etkileri değerlendirilmeli ve fikir birliği doğrultusunda değişim gerçekleştirilmelidir.

Ulusal veya uluslararası teşviklerden faydalanılmalıdır. Bu durum, enerji performansında iyileşme sağlanması gibi pozitif etkisi beraberinde kurumsal prestiji getirmektedir.

Kuruluşun, sadece kendi bünyesinde bulunan enerji birimindeki çalışanları değil, objektif ve benchmark yapabilecek tecrübeye sahip üçüncü taraflarca incelenmesi sağlanmalıdır. Böylelikle, hem aynı sektördeki farklı işletmelerde yapılan çalışmalar ile ilgili fikir sahibi olarak enerji performansını ileri bir noktaya taşıyabilecek hem de nesnel bir şekilde iyileştirmelerin uygulanabilirliğini sorgulayabilecektir.

Enerji izleme sistemi, veri analizlerinin sağlıklı yapılabilmesi adına olmazsa olmaz etkenlerden bir tanesidir. Kuruluş, mümkün olduğunca enerji izlemede alt kırıma inebilmeli ve online enerji takibi yapmalıdır. Böylelikle anlık değişkenliklere hızlı cevap verilebilecek ve problemin kaynağının tespiti kolaylaşabilecektir.

Kuruluş, Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulmasına ve sürdürülmesine önem vermeli ve sistemin sürekliliği için mevcut çalışanlarına gerekli zamanı tanımalıdır. Yönetim Sistemi, başta üst yönetim tarafınca benimsenmeli ve enerji yönetim ekibinin belirli bir zamanını sistemin iyileştirilmesine ayırması için olanak sağlanmalıdır. Enerji Yönetim Sistemi, diğer tüm sistemler gibi sürekli iyileştirmeye vurgu yapmaktadır. Kuruluşta uygulanan Enerji Yönetim Sistemi, enerji yönetim ekibinin ve ilgili diğer kişilerin çalışmaları ile gerek teknik gerek idari konularda sürekli olarak daha iyi seviyeye taşınmalıdır.

Enerji Yönetim Sistemi ile ilgili çalışmalar yapılırken yalnızca denetim başarısına odaklanılmamalı, sistemin enerji verimliliğine olan pozitif etkileri göz önüne serilmelidir. Sistem için yapılan her çalışma, kuruluş personelinin ek işi olarak görülmemeli, kuruluşa katma değer sağlayabilmek için personelin ana görevlerinden biri olarak tanımlanmalıdır. Periyodik olarak sistem için çalışılmalı ve sistemin ileri bir noktaya taşınması esas alınmalıdır.

Enerji Yönetim Sistemi sonu olmayan bir döngüdür. Bu nedenle, Enerji Yönetim Sistemi kuruluşlar tarafından özümсенmeli ve maksimum fayda sağlayabilmek adına sistemin tüm gereklilikleri yerine getirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Hepbaşlı A., *Enerji Verimliliği ve Yönetim Sistemi*, 1. Baskı, Esen Ofset Matbaacılık, İstanbul, 2010.
- [2] URL-1: Uluslararası Enerji Ajansı, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts>, (Ziyaret Tarihi: 23 Aralık 2019).
- [3] URL-2: Global Enerji İstatistik Yıllığı 2019, <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>, (Ziyaret Tarihi: 06 Ekim 2019).
- [4] URL-3: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, <https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Enerji-Yatirimlari>, (Ziyaret Tarihi: 23 Aralık 2019).
- [5] Kaynak Ö. S., *Enerjinin Verimli Kullanımına Yaklaşımlar*, TMMOB Enerji Çalışma Grubu Adına, 501-524
- [6] Özyurt G. Karabalık K., *Enerji Verimliliği, Binalarda Enerji Performansı ve Türkiye'deki Durum*, TMH-457, (5), 2009, 32-34.
- [7] Yumurtacı, Z., Sarıgül, A., Santrifüj Pompalarda Enerji Verimliliği ve Uygulamaları, *TMMOB MMO Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 2011, sayı 122
- [8] Proje Destekleri Daire Başkanlığı Vap ve Ga Grup Koordinatörlüğü, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Sanayide Enerji Verimli Teknolojiler, https://www.enerji.gov.tr/file/?path=ROOT/1/Documents/Sanayide_Enerji_Verimli_Teknolojiler/Sanayide_Enerji_Verimli_Teknolojiler.pdf&version=1,00, (Ziyaret Tarihi: 23 Aralık 2019)
- [9] TS EN ISO 50001, Enerji Yönetim Sistemi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2019
- [10] Yavaş M. A., İşletmelerde Enerji Verimliliği ve Konya Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2018, 525754
- [11] Cin R., Türkiye'de Enerji Verimliliği Yükümlülükleri Sistemi'nin Yapılandırılması Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul, 2018, 512134

- [12] Engin P., Türkiye’de Enerji Yönetim Sistemi Uygulamalarının Sanayi Kuruluşları ve Sanayide Enerji Verimliliği Projeleri Açısından Etkinliklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2018, 505403
- [13] Bayraktar S. E., Soğutma Sistemi Pompalarının Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2018, 506371
- [14] Yalçinkaya F., Sanayi Etüdü Özelinde Bir Tekstil Fabrikasının Enerji Verimliliği, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2016, 424239
- [15] Değimen M., Endüstriyel İşletmelerde Enerji Verimliliği ve Enerji Verimliliği Optimizasyonunda Altı Sigma Metodolojisinin Kullanılması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 2015, 417610
- [16] Karadaş G., Pompalı Sistemlerde Enerji Verimliliği ve Ömür Boyu Maliyet Analizi İçin Yaklaşımlar, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014, 374525
- [17] Toygarlar H. A., Endüstriyel Tesiste Enerji Verimliliği Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2014, 410601
- [18] Turhan F., Endüstriyel Bir Buhar Kazanında Enerji Verimliliği ve Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2012, 316272
- [19] Daloğlu Ş., Endüstriyel Enerji Verimliliği Metodolojisi ve Çimento Sektöründe Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007, 201018
- [20] Haydaroğlu C., Türk Sanayinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2006, 191857
- [21] Hepbaşlı A., Günerhan H., Ülgen K., Enerji Yönetim Sisteminin Altın Anahtarları Enerji Balansı ve Enerji Tasarrufu Etüdü, *Termoklima Dergisi*, 2001, 0(112), 43-56.
- [22] Gonçalves V. A., Santos F. J., Energy Management System ISO 50001:2011 And Energy Management For Sustainable Development, *Energy Policy*, 10.1016
- [23] Üstünsoy F., Orta Ölçekli Bir Tesisin Scada ile Enerji Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2018, 510910

- [24] Kıyılmaz M. B., Sanayide Enerji Yönetimi Esasları ve Enerji Verimliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 2019, 558714
- [25] Met A, Termik Santrallerde Enerji Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010, 292192
- [26] Özbakır P., Enerji Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2016, 180523
- [27] Çınar T., Tekstil Sanayisinde Enerji Yönetimi ve Enerji Verimlilik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2008, 179483
- [28] Uçak F., Tekstil Terbiye İşletmelerinde Ramöz Makinasında Enerji Tasarrufu, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2010, 256429
- [29] Hasanbeigi A., Price Lynn., *Review of Energy Use and Energy Efficiency Technologies for the Textile Industry*, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Amerika, Haziran 2012,
- [30] Öztürk E., Tekstil Sektöründe Enerji Tasarrufu Olanaklarının Araştırılması ve Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2012, 312987
- [31] Gelir B. Ç., Tekstil Sektöründe Kullanılan Ramöz Makinelerinde Isı Geri Kazanımı İle Enerji Tasarrufu, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 2017, 476615
- [32] Selçuk Ö., Sunta Sanayisinde Yonga Kurutucusunun Isı Ekonomisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2003, 184255
- [33] Yıldırım F., Orman Ürünleri Sanayi Sektöründe Sürdürülebilir Enerji Verimliliği Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2017, 480600
- [34] Ertem M. E., Avrupa Birliği'ne Üyelik Sürecinde, Entegre Demir Çelik Tesislerinde Enerji Verimliliği ve Yönetimi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2006, 202672
- [35] Akbaba C. O., Demir-Çelik Fabrikalarında Isı Geri Kazanımı, Ekserji Analizi ve Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2015, 391959
- [36] Yıldız G., Bir Entegre Demir-Çelik Tesisi Kuvvet Santralindeki Ekipmanların Enerji ve Ekserji Analizlerinin Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2016, 424243

- [37] Şenol G. K., Pompa Sistemlerinde Enerji Tasarrufu ve Demir Çelik Sektöründe Örnek Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 2017, 463019
- [38] Üstündağ Y., Gıda Endüstrisinde Enerji Geri Kazanım Sistemlerinin İncelenmesi ve Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995, 046942
- [39] Güneş N., Gıda Kurutma Sistemlerinin Ekserji Analizi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2009, 256774
- [40] Türkoğlu M., Gıda Sanayii Biyokütle Atıklarının Enerji Potansiyeli ve Geri Kazanımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010, 269172
- [41] Öztürk H., Gıda Ürünlerinin Vakum Soğutma ve Klasik Soğutma Yöntemleri ile Soğutulmasının Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2011, 291040
- [42] Taner T., Gıda Sektöründe Enerji Verimliliği ve Enerji Yönetimi: Şeker Fabrikası Örneği, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2013, 330636
- [43] Alta Z. D., Dondurulmuş Gıda Üreten Bir İşletmede Enerji, Ekserji ve Eksergoekonomik Analiz Yöntemlerinin Uygulanması, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 2015, 427861
- [44] Çevik M. S., Bir Gıda Fabrikasında Enerji Verimliliği Performans Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman, 2018, 526767
- [45] Topal İ., Risk Değerlendirmesi Metotları, http://www.dataakademi.com.tr/wp-content/uploads/2017/02/12_RD_METOTLARI.pdf, (Ziyaret Tarihi: 23 Aralık 2019)
- [46] URL-4: http://www.emo.org.tr/ekler/3f3ee69344b1032_ek.pdf, (Ziyaret Tarihi: 25 Aralık 2019)
- [47] URL-5: http://web.bilecik.edu.tr/bulent-uran/files/2016/03/bakim_onarim.pdf, (Ziyaret Tarihi: 25 Aralık 2019)
- [48] URL-6: <https://www.innovarobotik.com/enerji-optimizasyonu>, (Ziyaret Tarihi: 25 Aralık 2019)
- [49] URL-7: <https://www.tide.org.tr/page/26/Ic-Denetimin-Tanimi>, (Ziyaret Tarihi: 25 Aralık 2019)

- [50] İtkib Genel Sekreterliği, Toplam Tekstil ve Hammaddeleri Sektörü 2018 Yılı Ocak Ayı İhracatı Performans Raporu, *İstanbul Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği Tekstil, Deri ve Halı Ar Ge Şubesi*, 4
- [51] URL-8: https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:f07b864c-908e-4229-9f92-669f1c3abf4c/fact_energy_2019.pdf, (Ziyaret Tarihi: 25 Aralık 2019)
- [52] URL-9: <http://celik.org.tr/>, (Ziyaret Tarihi: 25 Aralık 2019)
- [53] URL-10: <http://www.tuik.gov.tr/> , (Ziyaret Tarihi: 06 Ekim 2019)
- [54] Oral B., Yonga Levha Tesisinde Örnek Bir Absorbsiyon Chiller Uygulaması, Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, Kocaeli, Bahar, 2019
- [55] Monforti-F. and Pascua P., Energy use in the EU food sector: State of play and opportunities for improvement, *JRC Science and Policy Report*, İtalya, 2015

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Koçak Ö.**, Eyidoğan M., Kaya D., Türkiye’de Sektörel Bazda Enerji Yönetim Sistemi Uygulamalarının Enerji Verimliliğine Etkileri, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, Türkiye, 26-28 Nisan 2019



ÖZGEÇMİŞ

Özgöl Koçak 1993'te Niğde'de doğdu. Lise öğrenimini Niğde Atatürk Lisesi'nde tamamladı. 2012 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nden 2016 yılında mezun oldu. Aynı yıl içinde Kocaeli Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başladı. Yüksek lisans eğitiminde Enerji Yönetim Sistemi kurulumu konusunda çalışmaları bulunmaktadır.

