



EPTA METAL VE KABLO SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.

DETAYLI ENERJİ ETÜT RAPORU

Hazırlayanlar

Dr. Cem KARABAL (Makine Mühendisi, SEP Uzmanı, CMVP)

Serkan ODABAŞI (Makine Mühendisi, SEP Uzmanı, CMVP)

Aykut GÜRKAN (Makine Mühendisi, SEP Uzmanı)

Şubat 2023

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	7
1. YÖNETİCİ ÖZETİ	8
1.1. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ	9
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI	10
1.3. ÇALIŞMANIN KAPSAMI.....	10
1.4. ÇALIŞMANIN TARİHİ.....	11
1.5. ETÜT ÇALIŞMASINDA KULLANILAN CİHAZLAR VE ALINAN ÖLÇÜMLER.....	11
1.6. ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ	12
1.7. GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER	14
2. ENERJİ YÖNETİMİ.....	16
2.1. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ	16
2.2. PROSES BİLGİLERİ.....	17
2.3. ENDÜSTRİYEL İŞLETMENİN TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ	19
2.4. ÜRETİM TÜKETİM ANALİZLERİ	24
2.4.1. ÜRETİM-TÜKETİM DAĞILIMI GRAFİKLERİ.....	24
2.4.2. ÜRETİM-TÜKETİM TREND GRAFİKLERİ.....	26
2.4.3. KÜMÜLATİF TOPLAM DEĞERLER (CUSUM) GRAFİĞİ.....	32
2.5. ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMELERİ	34
2.6. ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ ÖNERİLER	34
2.7. REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ, REFERANS KOŞULLARI VE ÖLÇME VE ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ	35
2.7.1. REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ VE REFERANS KOŞULLARI	35
2.7.2. ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ.....	35
2.7.2.1. BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER ve RUTİN AYARLAMALAR.....	36
2.7.2.2. EVÖ-1, EVÖ-2, EVÖ-3, EVÖ4 OPSİYON A	37
2.7.2.3. EVÖ-6 OPSİYON N/A.....	37
2.8. ENERJİ DIŞI KAZANIMLAR	37
3. YARDIMCI İŞLETMELER	40
3.1. ISITMA	40
3.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ	40
3.2. BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİ.....	44
3.2.1. KOMPRESÖRLER.....	44
3.2.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ.....	44
3.2.1.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER	45
3.2.1.3. DEĞERLENDİRMELER ve HESAPLAMALAR	46
3.3. SOĞUTMA KULELERİ	49
3.3.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ	49
3.3.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER.....	52
4. ÜRETİM ÜNİTELERİ	55
4.1. FIRINLAR	55
4.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ	55
4.1.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER.....	61
4.1.3. DEĞERLENDİRMELER VE HESAPLAMALAR	63
4.1.4. ENERJİ TASARRUFU İMKANLARI VE MİKTARLARI	65
4.2. PRESLER	65
4.2.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ	65
4.2.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER.....	67
5. ELEKTRİK SİSTEMLERİ.....	71

5.1. ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİ	71
5.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFLERİ.....	71
5.1.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER.....	73
5.1.3. HESAPLAMALAR VE DEĞERLENDİRMELER	83
5.2. MOTORLAR	83
5.2.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ	83
5.2.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER, HESAPLAMALAR	84
5.2.3. MOTORLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖNERİLERİ.....	84
5.2.4. MEVCUT MOTORLARIN IE4 VERİMLİ MOTORLAR İLE DEĞİŞİMİ.....	85
5.3. AYDINLATMA	93
5.3.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFLERİ.....	93
5.4. TARİFE ANALİZİ	93
6. ENERJİ YÖNETİMİ.....	93
6.1. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ	93
6.1.1. ENERJİ TASARRUF İMKANLARI	95
7. YERİNDEN ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ	96
7.1. FOTOVOLTAİK PANEL UYGULAMASI İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ.....	96

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1 Enerji Verimlilik Önlemleri Tablosu.....	8
Tablo 2 Çalışmanın Tarihi ve Çalışan Kişiler	11
Tablo 3 Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar	11
Tablo 4 2020 Yılı Enerji Tüketim Değerleri.....	12
Tablo 5 2021 Yılı Enerji Tüketim Değerleri.....	12
Tablo 6 2022 Yılı Enerji Tüketim Değerleri.....	12
Tablo 7 Tasarruf Yöntemleri, Miktarları ve Geri Ödeme Süreleri	15
Tablo 8 2020 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Değerlerinin Aylara Göre Dağılımı.....	19
Tablo 9 2021 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Değerlerinin Aylara Göre Dağılımı.....	20
Tablo 10 2022 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Değerlerinin Aylara Göre Dağılımı.....	21
Tablo 11 2020 Yılı Üretim – SET	29
Tablo 12 2021 Yılı Üretim – SET	30
Tablo 13 2022 Yılı Üretim – SET	31
Tablo 14 3 Yıllık Ortalama Enerji Tüketim ve Maliyetleri (Referans Dönem).....	35
Tablo 15 Enerji Verimliliği Önlemleri ve IPMVP Opsiyonları.....	36
Tablo 16 Ayarlama Esasları	36
Tablo 17 Isıtma Cihazı Bilgileri.....	40
Tablo 18 Isıtma Cihazı Katalog Verileri.....	42
Tablo 19 Kompresör Etiket Bilgileri	44
Tablo 20 Mevcut Durumda Yüzey Sıcaklığı ve İzolasyon Sonrası Yüzey Sıcaklığı Tablosu.....	64
Tablo 21 Yüzeylerin Yalıtım Öncesi Mevcut Durum Enerji Tüketimi	64
Tablo 22 Yüzeylerin Yalıtım Sonrası Enerji Tüketimi	64
Tablo 23 Fırın Yüzeylerinin Yalıtılması İle Elde Edilecek Tasarruf Miktarı ve GÖS	65
Tablo 24 Trafo Listesi.....	83
Tablo 25 160 Ton Eksantrik Pres Motor Plaka Verileri.....	85
Tablo 26 160 Ton Eksantrik Pres Motor Ölçüm Verileri	85
Tablo 27 160 Ton Eksantrik Pres Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı	85
Tablo 28 160 Ton Eksantrik Pres Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı.....	86
Tablo 29 200 Ton Eksantrik Pres Motor Plaka Verileri.....	86
Tablo 30 200 Ton Eksantrik Pres Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı	87
Tablo 31 200 Ton Eksantrik Pres Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı.....	87
Tablo 32 320 Ton Eksantrik Pres Motor Plaka Verileri.....	87
Tablo 33 320 Ton Eksantrik Pres Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı	88
Tablo 34 320 Ton Eksantrik Pres Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı.....	88
Tablo 35 Hidrolik Presler Motor Plaka Verileri.....	89
Tablo 36 Hidrolik Presler Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı	89
Tablo 37 Hidrolik Presler Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı	90
Tablo 38 Kompresör 1 Motor Plaka Verileri	90
Tablo 39 Kompresör 1 Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı	91
Tablo 40 Kompresör 1 Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı	91
Tablo 41 Motor Değişim Analiz Tablosu.....	92
Tablo 42 Enerji Verimliliği Uygulaması Ekonomik Analizi Tablosu	93
Tablo 43 Önerilen Enerji İzleme Noktaları.....	95
Tablo 44 Uygulama Yatırım Maliyeti, Beklenen Tasarruflar ve GÖS	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 2020 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyetleri Yüzde Pay Grafikleri.....	13
Şekil 2 2021 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyetleri Yüzde Pay Grafikleri.....	13
Şekil 3 2022 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyetleri Yüzde Pay Grafikleri.....	14
Şekil 4 EPTA Bina Görseli.....	16
Şekil 5 Boru şekilendirme.....	17
Şekil 6 Kablo örme & gruplama.....	18
Şekil 7 Üretim Sahası.....	18
Şekil 8 2020 Yılı Enerji Tüketimlerinin Aylara Göre Dağılımı.....	21
Şekil 9 2021 Yılı Enerji Tüketimlerinin Aylara Göre Dağılımı.....	22
Şekil 10 2022 Yılı Enerji Tüketimlerinin Aylara Göre Dağılımı.....	22
Şekil 11 2020 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği.....	23
Şekil 12 2021 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği.....	23
Şekil 13 2022 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği.....	24
Şekil 14 2020 Yılı Üretim Tüketim İlişkisi.....	25
Şekil 15 2020 Yılı Üretim Tüketim İlişkisi.....	25
Şekil 16 2021 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği.....	26
Şekil 17 2020 Yılı Üretim-Tüketim Trend Grafiği.....	26
Şekil 18 2021 Yılı Üretim-Tüketim Trend Grafiği.....	27
Şekil 19 2022 Yılı Üretim-Tüketim Trend Grafiği.....	28
Şekil 20 2020 Yılı SET Grafiği.....	29
Şekil 21 2021 Yılı SET Grafiği.....	30
Şekil 22 2022 Yılı SET Grafiği.....	31
Şekil 23 2020-2021-2022 Yıllarına Ait Yıllık Spesifik Enerji Tüketimi (SET).....	32
Şekil 24 2020-2021-2022 Yılları CUSUM Grafikleri.....	33
Şekil 25 3 Yıllık Ortalama Enerji Tüketimlerinin ve Maliyetlerinin Yakıtlara Göre Dağılımı.....	35
Şekil 26 Isıtma Sistemi ve tesisatı.....	40
Şekil 27 Isıtma Cihazı Görseli ve Etiket Bilgisi.....	41
Şekil 28 Boyler tankı ve etiket bilgisi.....	41
Şekil 29 Isıtma sistemi Pompa Fotoğrafı ve Motor Bilgisi.....	42
Şekil 30 Üretim ofisi Isıtma sistemi.....	43
Şekil 31 Kompresör-1.....	44
Şekil 32 Kompresör-2.....	45
Şekil 33 Kompresör-1 45 kW.....	46
Şekil 34 Soğutma Kulesi 1.....	49
Şekil 35 Soğutma Kulesi 2.....	50
Şekil 36 Soğutma Kulesi 3.....	50
Şekil 37 Soğutma Kulesi 4.....	51
Şekil 38 Soğutma Kulesi 5.....	51
Şekil 39 Soğutma Kulesi 6 (Devrede Değil).....	52
Şekil 40 Soğutma Kulesi 1 Giriş – Çıkış Suyu Sıcaklık Ölçümü.....	52
Şekil 41 Soğutma Kulesi 2 Giriş – Çıkış Suyu Sıcaklık Ölçümü.....	53
Şekil 42 Soğutma Kulesi 3 Giriş – Çıkış Suyu Sıcaklık Ölçümü.....	53
Şekil 43 Dış Hava Sıcaklık Ölçümü.....	54
Şekil 44 Sürekli Fırın 1.....	55
Şekil 45 Fırın 1 Isıtma ve Soğutma Değerleri.....	56
Şekil 46 Fırın 1 Hat Elektrik Motoru.....	56
Şekil 47 Sürekli Fırın 2.....	56
Şekil 48 Fırın 2 Isıtma ve Soğutma Değerleri.....	57
Şekil 49 Fırın 2 Hat Elektrik Motoru.....	57

Şekil 50 Sürekli Fırın 3	58
Şekil 51 Fırın 3 Isıtma ve Soğutma Değerleri.....	58
Şekil 52 Fırın 3 Hat Elektrik Motoru.....	58
Şekil 53 Sürekli Fırın 4	59
Şekil 54 Fırın 4 Isıtma ve Soğutma Değerleri.....	59
Şekil 55 Sürekli Fırın 5	60
Şekil 56 Fırın 5 Isıtma ve Soğutma Değerleri.....	60
Şekil 57 Fırın 6	61
Şekil 58 Fırın Yüzeyleri Genel Termal Görüntüleme	63
Şekil 59 Eksantrik Pres 160 Ton	65
Şekil 60 Eksantrik Pres 200 Ton	66
Şekil 61 Eksantrik Pres 320 Ton	66
Şekil 62 Hidrolik Presler	66
Şekil 63 160 ton eksantrik pres motoru 11 kW.....	67
Şekil 64 200 ton eksantrik pres motoru 18,5 kW	68
Şekil 65 320 ton eksantrik pres motoru 37 kW	69
Şekil 66 Hidrolik pres motoru 11 kW x 2 Adet	70
Şekil 67 400 kVA Trafo 1	71
Şekil 68 Adp 1 ve Kompanzasyon.....	72
Şekil 69 400 kVA Trafo 2	72
Şekil 70 Adp 2 ve Kompanzasyon.....	73
Şekil 71 Trafo 1 – Adp 1 Termal Görüntüler.....	73
Şekil 72 Trafo 2 – Adp 2 Termal Görüntüleri	74
Şekil 73 ADP-1 Frekans ölçümü	75
Şekil 74 ADP-1 Faz Arası Gerilim Ölçümü.....	76
Şekil 75 ADP-1 Akım Ölçümü	77
Şekil 76 ADP-1 Güç Ölçümü	78
Şekil 77 ADP-2 Frekans ölçümü	79
Şekil 78 ADP-2 Faz Arası Gerilim Ölçümü.....	80
Şekil 79 ADP-2 Akım Ölçümü	81
Şekil 80 ADP-2 Güç Ölçümü	82
Şekil 81 Motor Verimlilik Sınıfı Karşılaştırmaları	84
Şekil 82 Motorlardaki İzolasyon Sınıflarına Göre Sıcaklıklar.....	84
Şekil 83 İşletmede Enerji İzleme Sisteminin Geliştirilmesiyle Ortadan Kalkacak Problemler	93
Şekil 84 Enerji İzleme Sistemi Örnek Görünüm	94
Şekil 85 İşletmenin uydu görünümü ve yaklaşık çatı alanı	96

REFERANS DEĞERLER TABLOSU

Anlamı	Birim	Değer
Doğalgaz alt ısı değeri	kcal/m ³	8250
Elektrik birim fiyatı (KDV hariç)	TL/kWh	3,908
Doğalgaz birim fiyatı (KDV hariç)	TL/kWh	0,792
Elektrik CO ₂ emisyon katsayısı	tCO _{2eq} /kWh	0,617
Doğalgaz CO ₂ emisyon katsayısı	tCO _{2eq} /kWh	0,234

SİMGELER VE KISALTMALAR

<i>TEP</i>	Ton eşdeğer petrol
<i>ETO</i>	Enerji tasarruf odağı
<i>T₁</i>	Standart koşullarda hava sıcaklığı
<i>T₂</i>	Ölçüm sırasındaki hava sıcaklığı
<i>O₂</i>	Bacagazında ölçülen oksijen miktarı
<i>Q</i>	Isı kaybı
<i>U_c</i>	Konveksiyonla ısı transfer katsayısı
<i>U_r</i>	Radyasyonla ısı transfer katsayısı
<i>T_s</i>	Boru yüzey sıcaklığı
<i>T_a</i>	Ortam sıcaklığı
<i>d₁</i>	Boru dış çapı
<i>E</i>	Emissivite katsayısı
<i>d₂</i>	Yalıtım sonrası boru çapı
<i>λ</i>	Yalıtım malzemesinin ısı iletkenliği

1. YÖNETİCİ ÖZETİ

EPTA işletmesinde enerji verimli ekipman ve sistem kullanımı, onarım, modifikasyon, rehabilitasyon ve proses düzenleme gibi yollarla tasarruf sağlanması, gereksiz enerji kullanımının, enerji kayıp ve kaçaklarının önlenmesi veya en aza indirilmesi ile birlikte atık enerjinin geri kazanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi konularda çözümleri içine alan enerji verimliliği önlemlerini içeren çalışma kapsamında; enerji maliyetlerinin ve tesis giderlerinin düşürülmesi, sağlığa, güvenliğe ve aynı zamanda iş verimliliğine katkıda bulunarak çevre kalitesinin artırılması amacıyla sistem ve ekipmanlarda öneriler sunulmuştur.

Yapılan detaylı enerji etüt çalışması sonucunda tespit edilen enerji verimlilik önlemleri aşağıdaki tabloda özet olarak verilmiştir.

Tablo 1 Enerji Verimlilik Önlemleri Tablosu

NO	PROJE	ENERJİ TÜRÜ	BİRİM	TASARRUF MİKTARI			NET YILLIK GELİRLER	EMİSYON AZALTMA MİKTARI (CO ₂)	YATIRIM MALİYETİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ
				ENERJİ TASARRUFU	ENERJİ TASARRUFU TEP/YIL	TL/YIL				
TOPLAM	Elektrik	kWh	127.966	11,01	500.091	500.091	79,0	760.159	1,52	
	Doğalgaz	kWh	281.427	24,20	222.890	222.890	65,9	1.250.000	5,61	
	Elk. + Doğ.	kWh	409.393	35,21	722.981	722.981	144,8	2.010.159	2,78	
TOPLAM ENERJİ TASARRUFU (Referans YILI ENERJİ TÜKETİMİNE GÖRE)									18,02%	
Referans Yılı Toplam Enerji Tüketim Değerleri (TEP)									195,40	

Yukarıdaki tabloya göre yapılan etüt çalışması sonucu yıllık 500.091 TL elektrik enerjisinden, 222.890 TL Doğalgaz enerjisinden tasarruf potansiyeli tespit edilmiştir. Bu tasarruf potansiyellerinin toplam yatırım maliyeti 2.010.159 TL olup toplam olarak düşünüldüğünde geri ödeme süresi 2,78 yıl olarak belirlenmiştir. Bu uygulamaların yapılması ile yıllık 144,8 tonCO₂ salımının azaltılması sağlanacaktır.

Bu detaylı etüt çalışması süresince saha çalışmalarının sağlıklı bir şekilde ilerletilmesinde ve etüt raporu için gerekli doküman vb. bilgilerin temin edilmesinde göstermiş oldukları ilgi ve destekleri için EPTA yöneticilerine ve teknik ekibine teşekkür ederiz.

1.1. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ

İŞLETME İLETİŞİM BİLGİLERİ			
1	İl	Eskişehir	
2	İlçe	Odonpazarı	
3	İletişim Adresi	Organize san böl 2002.cd no3	
4	Web Adresi	www.EPTA.com.tr	
İŞLETME YÖNETİMİ veya YETKİLİSİNE İLİŞKİN BİLGİLER			
5	Adı, Soyadı	Güven Terzioğlu	
6	Unvanı	Genel müdür	
7	Telefon (İş)	222 2362233	
8	E-Posta Adresi	guven.terzioglu@EPTA.com.tr	
ENERJİ YÖNETİCİSİ BİLGİLERİ			
9	Adı, Soyadı	Güven Terzioğlu	
10	Unvanı	Genel müdür	
11	Sertifika Numarası		
12	Telefon (Cep)	5336490066	
13	E-Posta Adresi	guven.terzioglu@EPTA.com.tr	
İŞLETME KARAKTERİSTİKLERİ			
14	Üretilen Ürünler / Sektör	Beyaz eşya	
15	Kuruluş Yılı	1984	Yıl
16	Kapalı Hacim	4850	m ³
17	İnşaat Alanı	6990	m ²
18	Kullanım Alanı	4000	m ²
19	Çalışan Sayısı	180	Kişi
20	İşletme Genel Yıllık Çalışma Saati	6.336	Saat/Yıl
21	ISO 50001 Belgesi	X	Var Tarihi/...../.....
22	Enver Portal Üyeliği	X	Var Tarihi/...../.....
23	Etüt Raporu Durumu (Var ise Rapor Tarihi)/...../.....	Yapılması Planlanıyor
24	Yerinde Enerji Üretimi Var mı?	YOK	
25	Toplam Yıllık Ortalama Enerji Tüketimi	195,4	TEP
26	2020 Yılı Toplam Enerji Tüketimi	177,3	TEP
27	2021 Yılı Toplam Enerji Tüketimi	227,7	TEP
28	2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimi	181,2	TEP

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Resmi Gazetede yayımlanan 2017–2023 yıllarını kapsayan Türkiye'nin birinci Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planında, enerji verimliliği alanındaki ulusal hedeflerimize ulaşmak için enerjinin üretiminden nihai tüketimine kadar olan bütün süreçlerde verimliliğin artırılması suretiyle enerji yoğunluğunun hem sektörel hem de makro düzeyde azaltılması hedeflenmektedir. Enerji tasarrufu ve verimliliği konusu; enerji arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılık risklerinin azaltılması, rekabetçilik, çevrenin korunması ve iklim değişikliği ile mücadelede gibi meselelerde doğrudan etkileri bulunmaktadır. Bu çalışma ülkemizin enerji verimliliği hedeflerine ulaşılması için bir araç teşkil etmektedir.

Çalışmanın amacı, yapılan detaylı enerji etüdü sonucunda, enerji tüketimlerinin incelenerek tasarruf potansiyelinin belirlenmesi, enerji verimliliğinin artırılmasına ve enerji tüketiminin ve maliyetlerinin azaltılmasına yönelik olarak alınabilecek önlemlerin ve projelerin sunulmasıdır.

Bu amaçlar doğrultusunda işletmenin ürün kalitesini düşürmeden enerji maliyetini azaltmasıyla birlikte işletme karlılığının artmasıyla işletme yönetiminin enerji tasarrufu için daha fazla kaynak ayırması raporda teşvik edilmiştir.

1.3. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Enerji verimliliği; sistemdeki gaz, ısı, hava ve elektriksel enerji kayıplarını engellemek, sistemden atık olarak uzaklaştırılan kaynakların geri kazanımı ve tekrar değerlendirilmesi veya üretim miktarını düşürmeden enerji tüketiminin azaltılması, daha verimli kaynakların kullanılması, gelişmiş endüstriyel süreçler, enerji geri kazanımı gibi verimlilik artırıcı önlemlerin tamamıdır. Enerji verimliliğinde esas olan herhangi bir tasarrufa veya kısıtlamaya gidilmeden enerjinin etkin bir şekilde kullanılarak tüketimin azaltılmasıdır. Üretim kapasitesi yüksek ve enerji tüketimi fazla olan sektörlerde enerjinin verimli bir şekilde kullanılması maliyetleri düşürdüğü gibi enerji eldesi için gerekli olan kaynak tüketimini de ciddi derecede azaltmaktadır.

Çalışma kapsamında; ısıtma, soğutma, havalandırma sistemleri, aydınlatma sistemi, elektrik motorları, mekanik ekipmanların yalıtım durumu, otomasyon sistemi, transformatörler gibi enerji tasarruf potansiyeli olabilecek sistemler incelenmiştir.

Özellikle enerji tasarruf potansiyeli yüksek olan elektrik motorları üzerinde ölçümler alınmış, detaylı incelemeler yapılmıştır. Elektrik motorlarının performanslarının belirlenmesi amacıyla güç analizörü vasıtasıyla çeşitli ölçümler yapılmıştır. Kazanların, fanlar ve sirkülasyon pompalarının verimlerinin belirlenebilmesi için debi ve güç ölçümleri yapılmıştır. İşletmede üretime direkt olarak etkisi olan bu ünitelere özgü olarak çeşitli ölçümler yapılmış ve tasarruf miktarları belirlenmiştir. Diğer tasarruf potansiyeli olan üniteler de detaylı olarak incelenmiş ve ilerleyen bölümlerde raporda detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

1.4. ÇALIŞMANIN TARİHİ

Saha ve raporlama çalışmaları 07.02.2022 – 18.02.2023 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2 Çalışmanın Tarihi ve Çalışan Kişiler

ÇALIŞMANIN TÜRÜ	TARİH	KİŞİ SAYISI	ÇALIŞAN
SAHA ÇALIŞMASI	07.02 – 08.02.2023	2	AYKUT GÜRKAN
			SERKAN BAYRAKTAROĞLU
RAPOR ÇALIŞMASI	12.02.2023 – 18.02.2023	3	CEM KARABAL
			SERKAN ODABAŞI
			B. BARKIN YEDEKÇİ

1.5. ETÜT ÇALIŞMASINDA KULLANILAN CİHAZLAR VE ALINAN ÖLÇÜMLER

İşletmede yapılan enerji etüt çalışmasında kullanılan cihazların tamamının kalibrasyonu akredite olmuş kurumlara yaptırılmıştır. Kullanılan cihazlar ve kalibrasyon merkezleri aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Tablo 3 Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar

No	Cihaz Adı	Seri No	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Kalibrasyon Bilgileri		Etüt Sırasında Kullanıldığı Yerler
					Geçerlilik Süresi	Yapan Kuruluş	
1	Termal Kamera (Fluke)	11040558	28.03.2022	28.03.2023	1 Yıl	Penta	Makine ve ekipmanlarda termal yüzey sıcaklık ölçümü
2	Güç Analizörü (Chauvin Arnoux)	305015	23.03.2022	23.03.2023	1 Yıl	Penta	Elektriksel güç ölçümü
3	Güç Analizörü (Chauvin Arnoux)	304531	29.03.2022	29.03.2023	1 Yıl	Penta	Elektriksel güç ölçümü
4	Kombine Ölçüm Cihazı (Testo)	0560 0410	02.02.2022	02.02.2023	1 Yıl	Testo	Hava hız -sıcaklık - nem ölçümleri
		0560 0510	02.02.2022	02.02.2023	1 Yıl	Testo	Pitot tüpü ile hız ölçümleri
5	Ultrasonik Debimetre (MI-TECH / TUF-2000H)	81201957H	30.03.2022	30.03.2023	1 Yıl	Enelsan	Boru içerisinden geçen sıvı akışkanların debi ölçümleri
6	Baca Gazı (Testo 300)	62256816	22.04.2022	22.04.2023	1 Yıl	Testo	Baca gazı sıcaklık, O ₂ , CO ₂ , CO değerleri ölçümü
7	16mm Pervaneli Anemometre (Testo)	05601410	02.02.2022	02.02.2023	1 Yıl	Testo	Hava hızı ölçümleri
8	Daldırma Sıcaklık Probu (Testo)	05604354	11.04.2022	11.04.2023	1 Yıl	Testo	Sıvı sıcaklık ölçümleri
		05021293					

1.6. ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ

Enerji tüketimlerinin son üç yıla ait verilerindeki değişimler incelenerek; tesisin enerji profilinin ortaya çıkarılması, tüketim oranlarının gözden geçirilmesi, geri kazanım sistemlerinin katkı oranlarının tespit edilmesi gibi unsurlarda yardımcı veri olarak kullanılması amaçlanmıştır. Tesis yöneticilerinden gelen elektrik ve doğalgaz tüketimleri kWh cinsinden hesaplara katılmıştır.

Aşağıdaki tablolarda tesise ait 2020, 2021 ve 2022 yılları enerji tüketim ve maliyet değerleri verilmiştir.

Tablo 4 2020 Yılı Enerji Tüketim Değerleri

2020							
ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birimi	TEP	% Toplam	TL	%Toplam	TL/TEP
Elektrik	1.484.162	kWh	127,6	72,0%	705.163	87,5%	5526
Doğalgaz	577.077	kWh	49,6	28,0%	101.025	12,5%	2037
TOPLAM	2.061.239	kWh	177,3	100,0%	806.188	100%	4547

Tablo 5 2021 Yılı Enerji Tüketim Değerleri

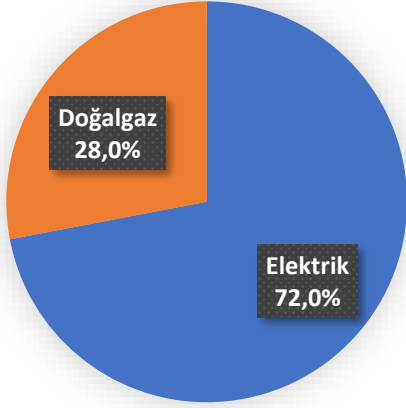
2021							
ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birimi	TEP	% Toplam	TL	%Toplam	TL/TEP
Elektrik	1.782.717	kWh	153,3	67,3%	1.316.228	85,2%	8586
Doğalgaz	865.346	kWh	74,4	32,7%	228.177	14,8%	3067
TOPLAM	2.648.063	kWh	227,7	100,0%	1.544.405	100,0%	6783

Tablo 6 2022 Yılı Enerji Tüketim Değerleri

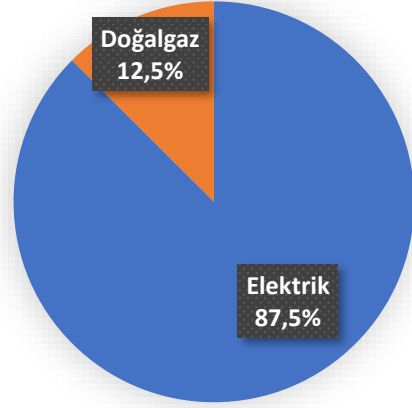
2022							
ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birimi	TEP	% Toplam	TL	%Toplam	TL/TEP
Elektrik	1.497.127	kWh	128,8	71,1%	4.576.090	89,8%	35529
Doğalgaz	609.541	kWh	52,4	28,9%	521.987	10,2%	9962
TOPLAM	2.106.668	kWh	181,2	100,0%	5.098.078	100,0%	28135

EPTA işletmesinde 2020, 2021 ve 2022 yıllarında ortalama 195,4 TEP enerji tüketilmiştir.

Enerji Tüketim % Payları



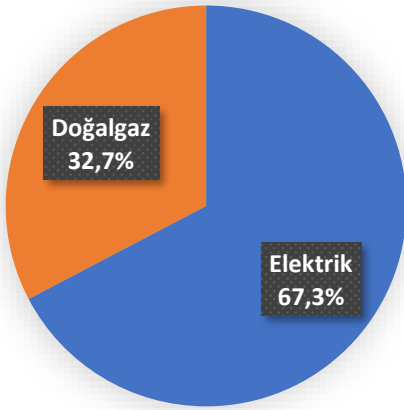
Enerji Maliyetleri % Payları



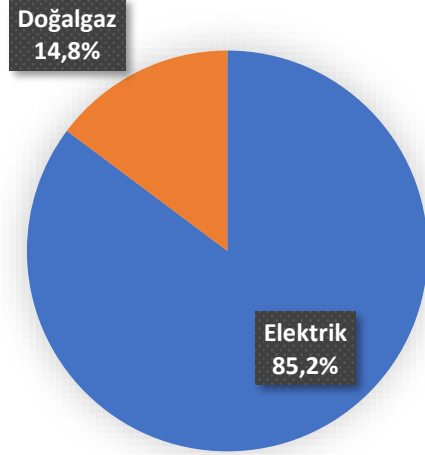
Şekil 1 2020 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyetleri Yüzde Pay Grafikleri

2020 yılındaki tüketim payları incelendiğinde, işletmede tüketimde %72,00 ve maliyette %87,5 ile elektriğin büyük bir paya sahip olduğu görülmüştür.

Enerji Tüketim % Payları



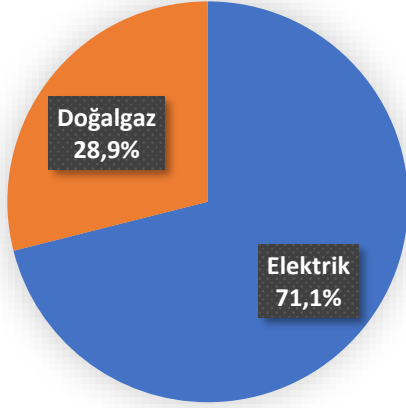
Enerji Maliyetleri % Payları



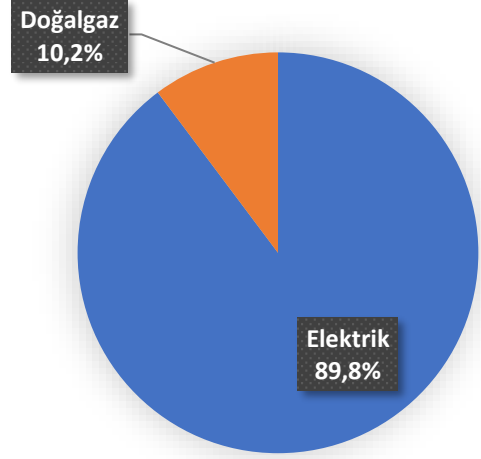
Şekil 2 2021 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyetleri Yüzde Pay Grafikleri

2021 yılındaki tüketim payları incelendiğinde, tüketimde %67,3 ve maliyette %85,2 ile elektrik büyük paya sahip olmuştur.

Enerji Tüketim % Payları



Enerji Maliyetleri % Payları



Şekil 3 2022 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyetleri Yüzde Pay Grafikleri

2022 yılındaki tüketim payları incelendiğinde, tüketimde %71,1 ve maliyette %89,8 ile elektriğin büyük paya sahip olduğu görülmüştür.

1.7. GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER

Genel olarak enerji tasarrufu yapılabilecek noktalar; Motorlar, kompresörler, fırınlar olarak sıralanabilir.

Enerji tasarruf miktarları, tasarruf tutarları, yatırım maliyetleri, geri ödeme süreleri aşağıdaki tabloda detaylı olarak belirtilmiştir.

Tablo 7 Tasarruf Yöntemleri, Miktarları ve Geri Ödeme Süreleri

NO	PROJE	ENERJİ TÜRÜ	BİRİM	TASARRUF MİKTARI			NET YILLIK GELİRLER	EMİSYON AZALTMA MİKTARI (CO ₂)	YATIRIM MALİYETİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ	NBD	IRR
				ENERJİ TASARRUFU	ENERJİ TASARRUFU TEP/YIL	TL/YIL						
1	Kompresör Motorunda Değişken Hız Kontrolü Uygulaması	Elektrik	kWh	89.400	7,69	349.375,20	349.375,20	55,2	180.000	0,52	4.377.067,83	209%
2	Kompresör Atık Isısından Enerji Eldesi	Doğalgaz	kWh	57.564	4,95	45.590,69	45.590,69	13,5	220.000	4,83	374.661,15	34%
3	Fırın yüzeylerine yalıtım uygulaması	Doğalgaz	kWh	202.675	17,43	160.518,60	160.518,60	47,4	450.000	2,80	1.643.720,87	50%
4	Yüksek verimli IE4 Motor dönüşümü	Elektrik	kWh	28.579	2,46	111.686,73	111.686,73	17,6	180.159	1,61	1.276.624,46	77%
5	Enerji izleme sisteminin kurulumu	Elektrik	kWh	9.987	0,86	39.029,20	39.029,20	6,2	400.000	17,56	-252.042,79	11%
		Doğalgaz	kWh	21.188	1,82	16.780,86	16.780,86	5,0	580.000			
TOPLAM		Elektrik	kWh	127.966	11,01	500.091	500.091	79,0	760.159	1,52	5.762.768,76	81%
		Doğalgaz	kWh	281.427	24,20	222.890	222.890	65,9	1.250.000	5,61	1.657.262,75	30%
		Elk. + Doğ.	kWh	409.393	35,21	722.981	722.981	144,8	2.010.159	2,78	7.420.031,51	50%
TOPLAM ENERJİ TASARRUFU (Referans YILI ENERJİ TÜKETİMİNE GÖRE)										18,02%		
Referans Yılı Toplam Enerji Tüketim Değerleri (TEP)										195,40		

NOT: NBD ve IRR hesaplamalarında iskonto oranı %15, enflasyon ve enerji fiyat artış oranı %15 olarak alınmıştır.

2. ENERJİ YÖNETİMİ

2.1. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ

EPTA, 4900 m2 kapalı alan ve 7000 m2 toplam alandan oluşan bir tesise sahiptir. EPTA, kurulduğu 1984 yılından bu yana dinamik ve tecrübeli çalışanları ile kendi üretim teknolojisini oluşturarak sürekli olarak büyümektedir. EPTA şu ana kadar aşağıdaki makine ve ekipmanları kendi teknik kadrosu ile tasarlamış ve devreye almıştır:

- 5 adet sert lehimleme fırını
- 48 adet yarı otomatik boru form verme makinesi
- 5 adet otomatik boru kesme makinesi
- Bitmiş ürünler için 11 farklı test ekipmanı

Ek olarak,

- 2 adet hidrolik pres
- 3 adet delik delme makinesi
- 18 adet kablo örgü makinesi
- Bakır tel aktarma makinesi
- Pimleme ve kıvrırma makineleri
- 1 adet otomatik kablo kesme makinesi



Şekil 4 EPTA Bina Görseli

2.2. PROSES BİLGİLERİ

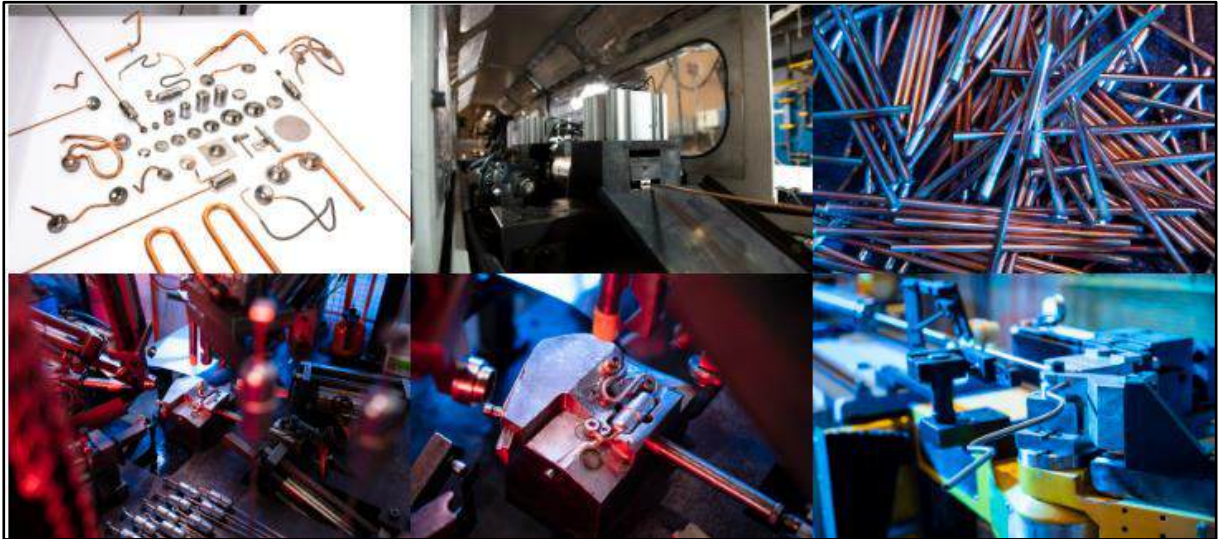
EPTA işletmesi bünyesinde eksantrik presler, hidrolik presler ve bakır kaynakları için sürekli fırınlar bulundurmaktadır. İlgili prosesler ile kaliteli ve hassas üretim teknikleriyle beyaz eşya, otomotiv ve metal sektörüne özel ürünler üretmektedir. Bu ürünlerin ana konusunda boru şekillendirme ve kablo örme & gruplama bulunmaktadır.

EPTA, çelik, paslanmaz çelik, alüminyum, bakır ve pirinç gibi birçok farklı malzemede kompleks boru ve profile form verme konusunda kapsamlı deneyime sahiptir.

Makine ve ekipmanları çelik, paslanmaz çelik, alüminyum gibi çeşitli malzemelerden yapılan kaynaklı ve dikişsiz boru ve profilleri bükülebilmektedir. Buna ek olarak yuvarlak, kare içi boş ve hatta eliptik profiller gibi farklı şekiller ve kaplamalı veya işlenmemiş borular gibi farklı işlem görmüş borular bükülebilmektedir. CNC kontrollü bükme makineleri 6–150 mm arasındaki boyutlarda mandrelli veya mandrelsiz ve sabit yarıçaplı veya yarı çapsız boru ve profillere istenilen formu verir.

Üretiminde boru bükme, profil bükme, uç şekillendirme ve 6–63 mm arası ölçülerde delik açma için otomatik makinalar ile çalışmaktadır.

Çoğu durumda, boru bükülmeden önce veya sonra uç şekillendirme işlemi gereklidir. Otomatik makinede uç şekillendirmenin bulunmadığı durumlarda, bu ayrı bir işlem olarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 5 Boru şekillendirme

EPTA, buzdolabı motorlarında kullanılan 10-20 AWG aralığında kamçı kablolarını üretmektedir. Otomatik kablo kesme, klemens çakma ve soyma makineleri ile; EPTA, müşterilerinin kalite gereksinimlerine göre gruplanmış kablolar üretir.



Şekil 6 Kablo Örne & Gruplama

İşletme üretim alanı ile ilgili genel görünümler aşağıda verilmiştir.



Şekil 7 Üretim Sahası

2.3. ENDÜSTRİYEL İŞLETMENİN TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ

Endüstriyel işletmede elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Aşağıdaki tablolarda ve şekillerde aylık bazda enerji tüketim değerleri incelenmiştir.

Tablo 8 2020 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Değerlerinin Aylara Göre Dağılımı

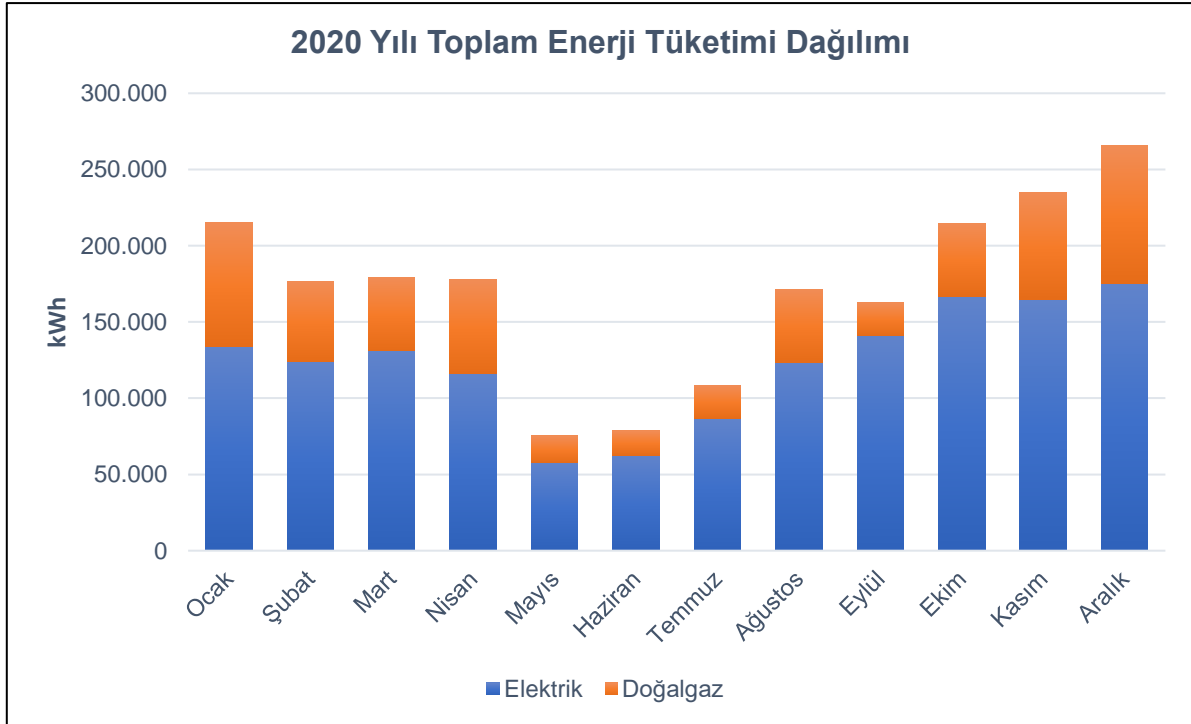
2020 Yılı Toplam Enerji Tüketimi Dağılımı						
Aylar	Elektrik		Doğalgaz	Toplam	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen				
	kWh	kWh				
Ocak	134.144		80.808	214.952	18,5	65.384 TL
Şubat	123.822		52.851	176.673	15,2	56.538 TL
Mart	131.143		48.354	179.497	15,4	62.882 TL
Nisan	115.942		61.811	177.753	15,3	59.313 TL
Mayıs	57.784		17.576	75.360	6,5	34.510 TL
Haziran	62.682		16.132	78.814	6,8	37.128 TL
Temmuz	86.851		21.633	108.484	9,3	46.808 TL
Ağustos	123.677		47.867	171.544	14,8	72.402 TL
Eylül	141.079		21.633	162.712	14,0	74.519 TL
Ekim	167.036		47.867	214.903	18,5	94.312 TL
Kasım	164.848		69.824	234.672	20,2	95.250 TL
Aralık	175.155		90.721	265.876	22,9	107.142 TL
Toplam	1.484.162	0	577.077	2.061.239	177,3	806.188 TL

Tablo 9 2021 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Değerlerinin Aylara Göre Dağılımı

2021 Yılı Toplam Enerji Tüketimi Dağılımı						
Aylar	Elektrik		Doğalgaz	Toplam	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen				
	kWh	kWh				
Ocak	174.902		95.623	270.525	23,3	103.650 TL
Şubat	157.673		86.347	244.020	21,0	91.485 TL
Mart	182.991		85.466	268.457	23,1	115.591 TL
Nisan	162.732		81.378	244.110	21,0	104.404 TL
Mayıs	163.840		70.221	234.061	20,1	117.520 TL
Haziran	169.158		70.998	240.156	20,7	122.750 TL
Temmuz	152.412		65.348	217.760	18,7	131.594 TL
Ağustos	151.513		67.775	219.288	18,9	135.429 TL
Eylül	118.797		64.269	183.066	15,7	103.997 TL
Ekim	38.935		39.092	78.027	6,7	50.211 TL
Kasım	162.283		66.844	229.127	19,7	216.869 TL
Aralık	147.481		71.986	219.467	18,9	250.904 TL
Toplam	1.782.717	0	865.347	2.648.064	227,7	1.544.405 TL

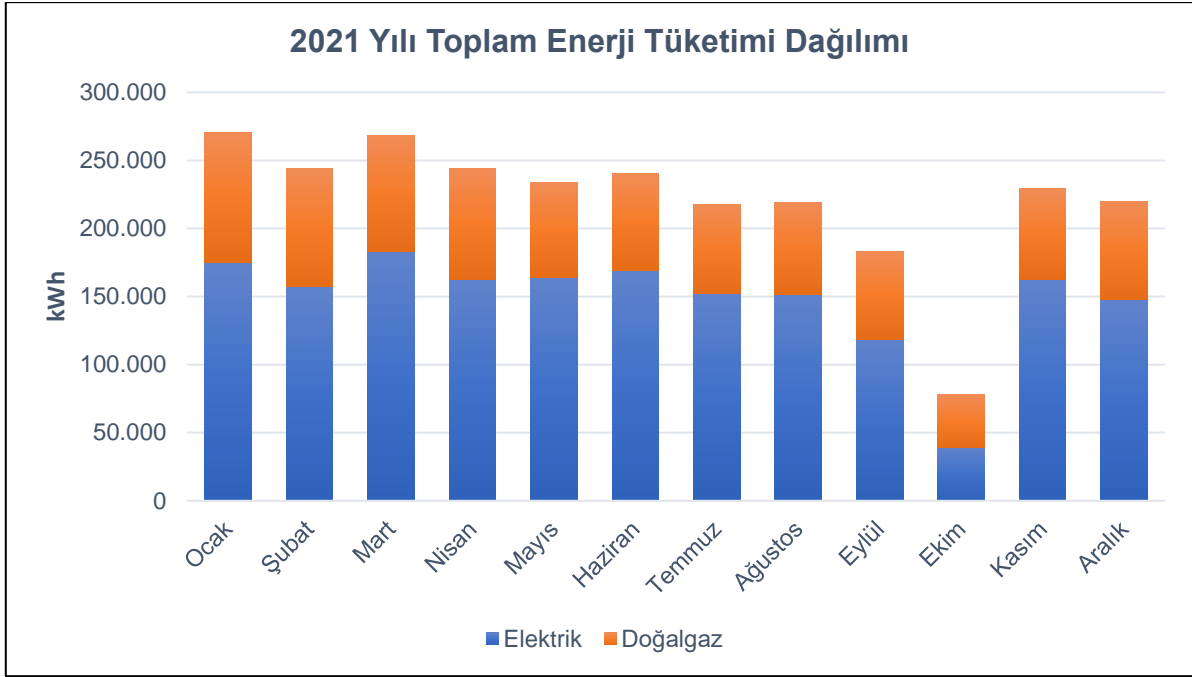
Tablo 10 2022 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Değerlerinin Aylara Göre Dağılımı

2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimi Dağılımı						
Aylar	Elektrik		Doğalgaz	Toplam	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen				
	kWh	kWh	kWh	kWh	TEP	TL
Ocak	163.388		80.917	244.305	21,0	341.065 TL
Şubat	150.863		68.772	219.635	18,9	338.326 TL
Mart	155.629		66.719	222.348	19,1	396.240 TL
Nisan	156.648		65.760	222.408	19,1	423.900 TL
Mayıs	119.363		40.367	159.730	13,7	295.528 TL
Haziran	118.502		30.535	149.037	12,8	361.398 TL
Temmuz	72.462		14.178	86.640	7,5	237.969 TL
Ağustos	92.342		32.482	124.824	10,7	358.926 TL
Eylül	104.034		40.818	144.852	12,5	515.798 TL
Ekim	115.188		53.318	168.506	14,5	564.451 TL
Kasım	128.473		52.282	180.755	15,5	629.410 TL
Aralık	120.235		63.391	183.626	15,8	635.066 TL
Toplam	1.497.127	0	609.539	2.106.666	181,2	5.098.078 TL



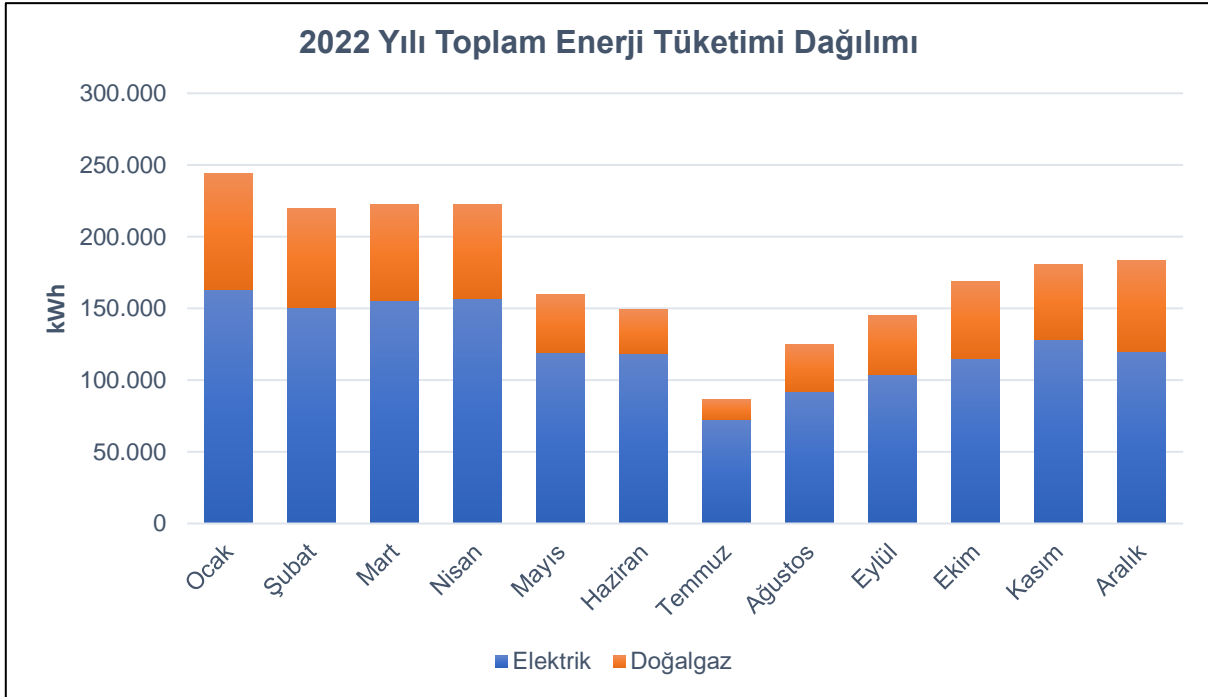
Şekil 8 2020 Yılı Enerji Tüketimlerinin Aylara Göre Dağılımı

Yukarıdaki grafiğe göre; 2020 yılında en fazla enerji tüketimi Aralık ayında, en az enerji tüketimi ise Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Bu yıldaki küresel salgından dolayı enerji tüketim dağılımları bu şekilde olmuştur.



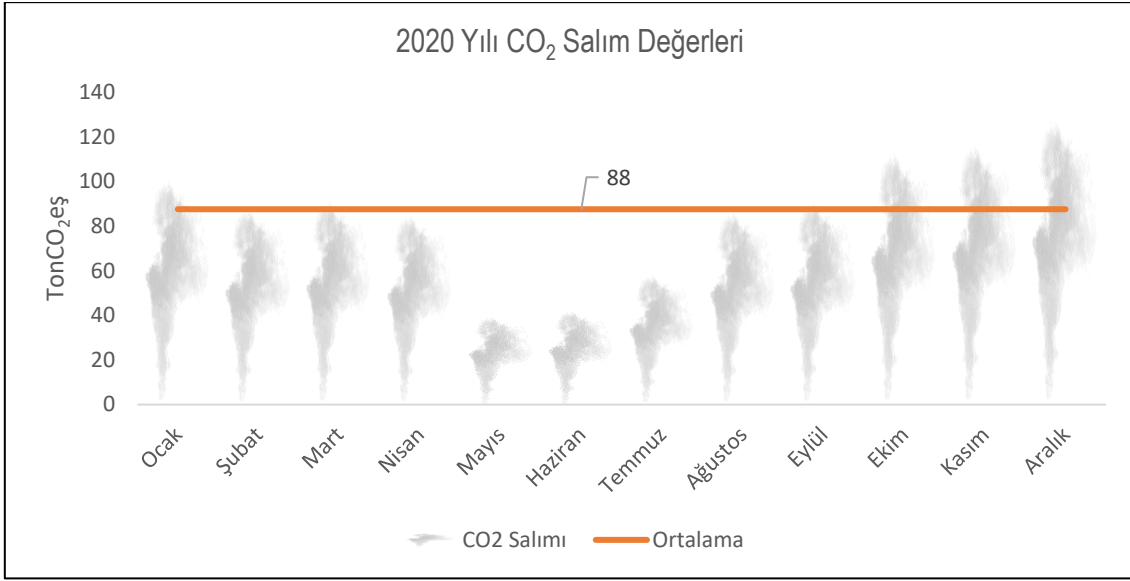
Şekil 9 2021 Yılı Enerji Tüketimlerinin Aylara Göre Dağılımı

Yukarıdaki grafiğe göre; 2021 yılında en fazla enerji tüketimi Mart ayında, en az enerji tüketimi ise Ekim ayında gerçekleşmiştir. Toplam enerji tüketimi 2020 yılına göre %28,5 oranında artmıştır.



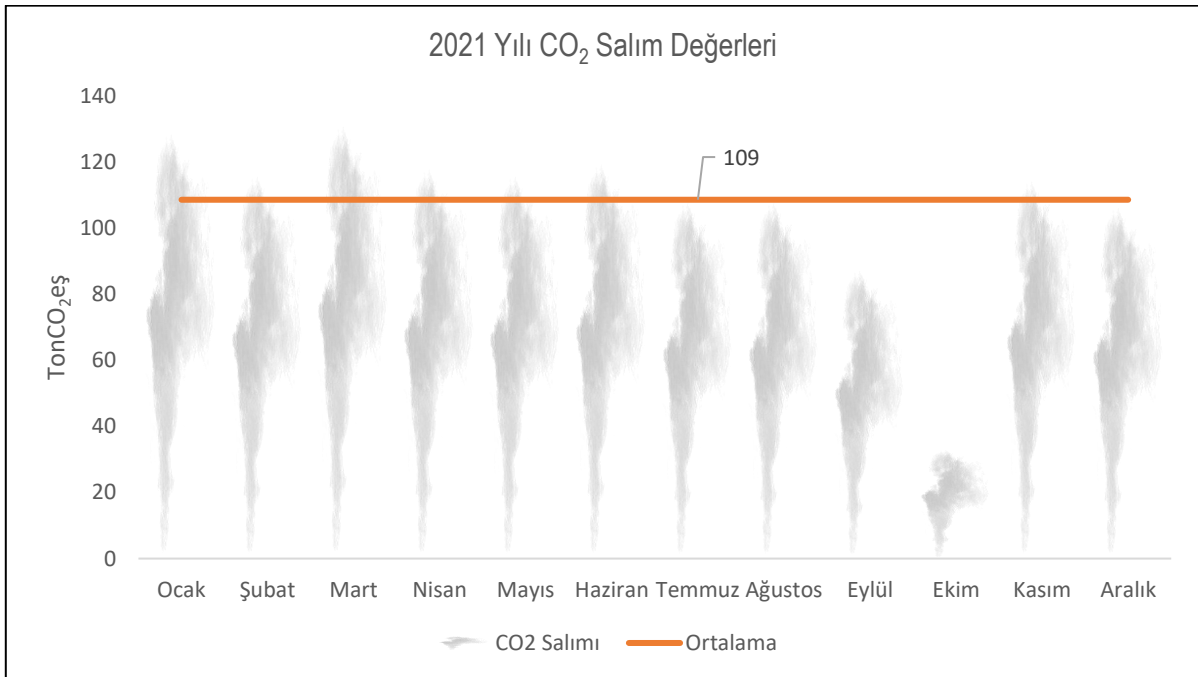
Şekil 10 2022 Yılı Enerji Tüketimlerinin Aylara Göre Dağılımı

Yukarıdaki grafiğe göre; 2022 yılında en fazla enerji tüketimi Ocak ayında, en az enerji tüketimi ise Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Toplam enerji tüketimi 2021 yılına göre %20,4 oranında azalmıştır.



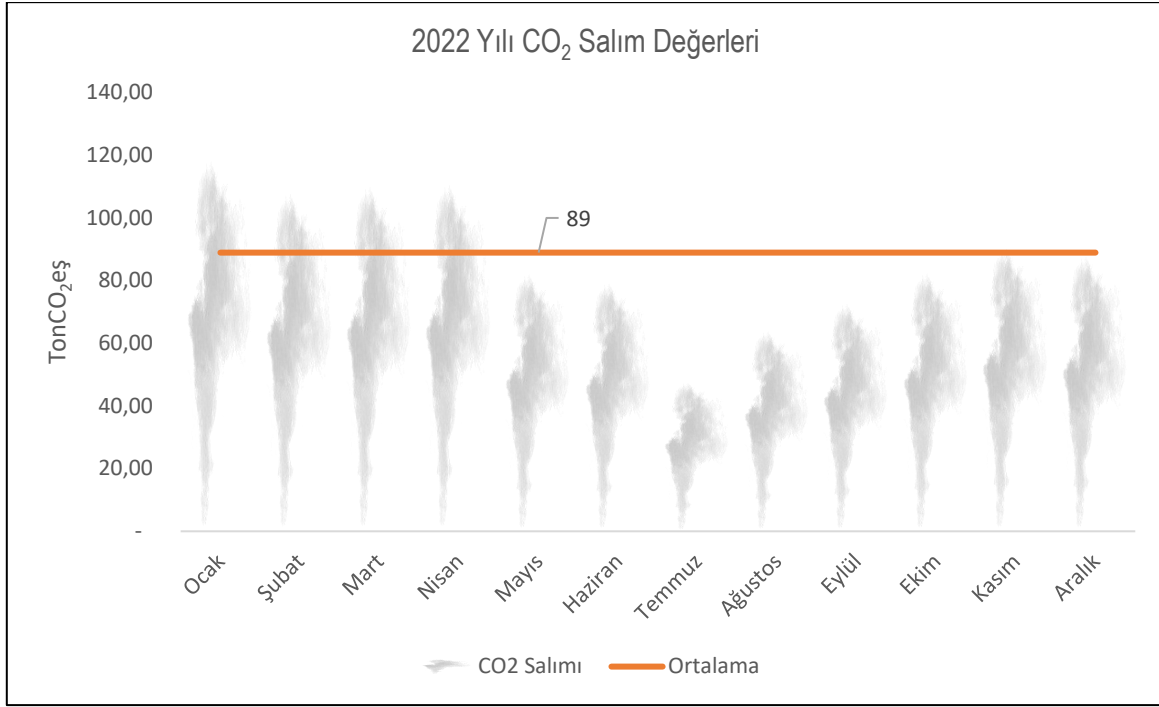
Şekil 11 2020 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği

Yukarıdaki 2020 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği ile aylık emisyon değişimleri görülmektedir. İşletmenin çevresel etkisini izleme açısından önemlidir. Grafikte ortalama değer çizgisinin üzerinde görülen aylarda üretim miktarının da yüksek olmasından dolayı salımların yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Emisyon değerini azaltmanın en önemli yolu enerji tasarrufu sağlayacak tedbirlerin alınması, kısacası enerji kullanımındaki verimliliğin artırılması ile mümkündür.



Şekil 12 2021 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği

Yukarıdaki 2021 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği ile aylık emisyon değişimleri görülmektedir. Ekim ayında üretimin düşmesinden kaynaklı emisyon değerinin düştüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 13 2022 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği

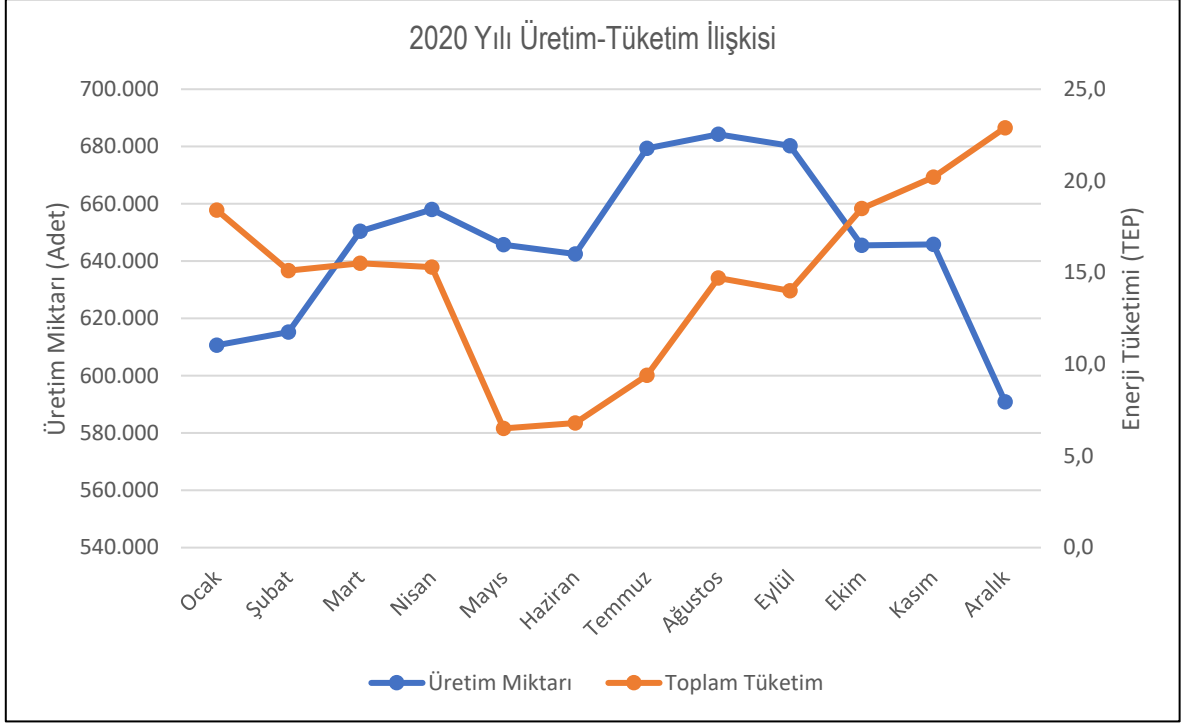
Yukarıdaki 2022 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği ile aylık emisyon değişimleri görülmektedir. Bu yılda Mayıs ayından Eylül ayına kadar düşük üretim adedinde olması emisyon salımının düştüğü gözlemlenmiştir. Yukarıdaki grafiklere bakıldığında toplam emisyon salım değerlerinin yıllar bazında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. 2022 yılında tesisin toplam emisyon salım değeri 1.066 TonCO₂eş olarak gerçekleşmiştir. 2022 Yılı ortalama emisyon salım değeri 89 TonCO₂eş iken, maksimum emisyon salımı Ocak ayında 120 ve minimum emisyon salımı da Temmuz ayında 48 TonCO₂eş olarak gerçekleşmiştir.

2.4. ÜRETİM TÜKETİM ANALİZLERİ

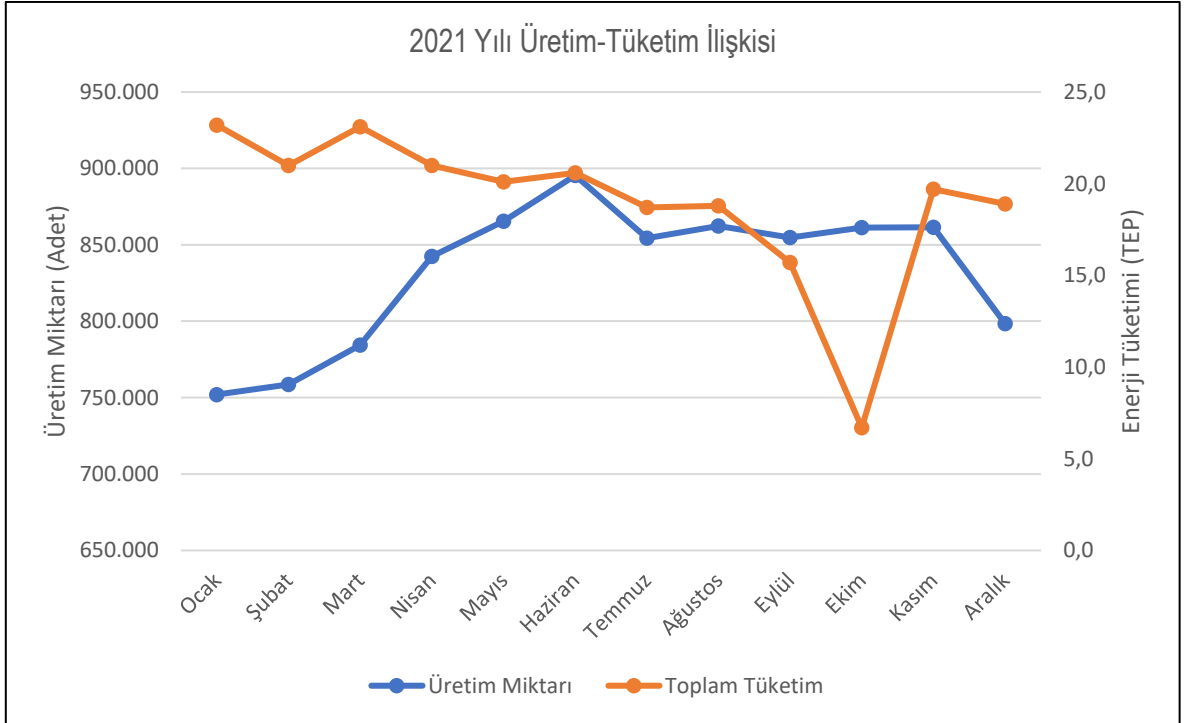
Enerji tüketimlerinin son üç yıla ait verilerindeki değişimler incelenerek; işletmenin enerji profilinin ortaya çıkarılması, tüketim oranlarının gözden geçirilmesi, geri kazanım sistemlerinin katkı oranlarının tespit edilmesi gibi unsurlarda yardımcı veri olarak kullanılması amaçlanmıştır.

2.4.1. ÜRETİM-TÜKETİM DAĞILIMI GRAFİKLERİ

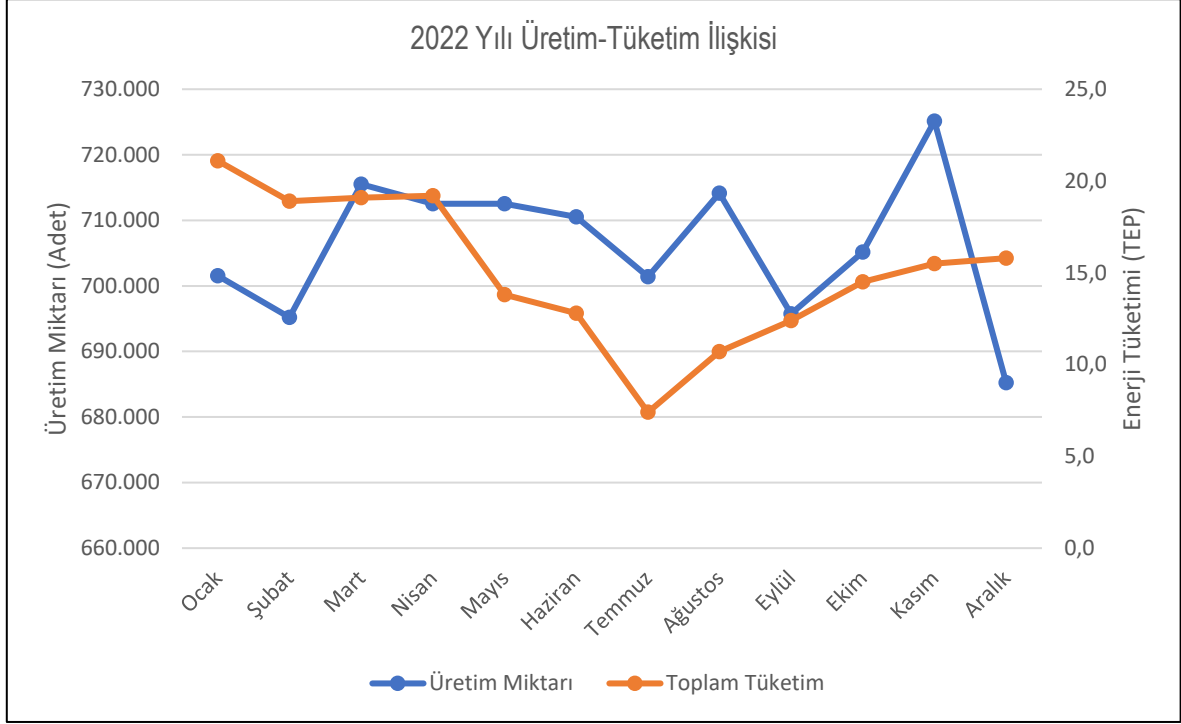
Bu grafikler aylık bazda tüketilen enerjilere karşı yapılan üretimleri göstermektedir.



Şekil 14 2020 Yılı Üretim Tüketim İlişkisi



Şekil 15 2020 Yılı Üretim Tüketim İlişkisi

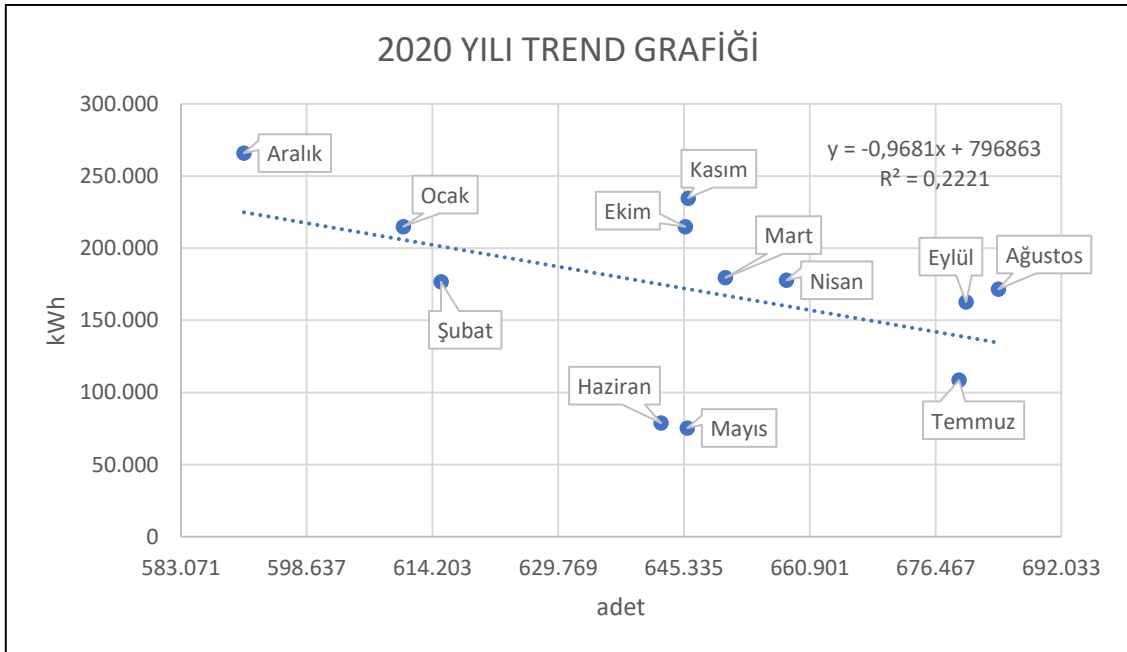


Şekil 16 2021 Yılı Aylık Emisyon Salım Grafiği

Yukarıdaki üretim – tüketim arasındaki ilişkileri gösteren grafikler incelendiğinde eğrilerin birbirleriyle bağımsız olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Üretim-tüketim verileri arasında tam bağımlılık gözlemlenmemiştir.

2.4.2. ÜRETİM-TÜKETİM TREND GRAFİKLERİ

Grafiklerde ortaya çıkan eğri, fabrikanın mevcut durumda üretim – tüketim trendini göstermektedir.

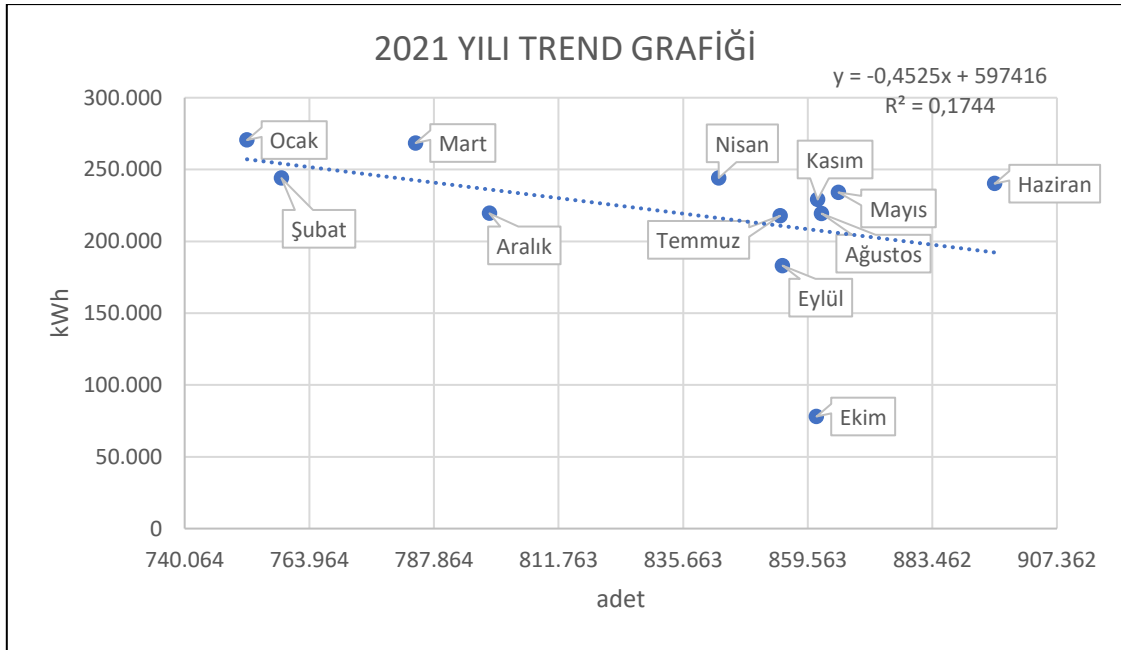


Şekil 17 2020 Yılı Üretim-Tüketim Trend Grafiği

Yukarıda 2020 yılı üretime karşı enerji tüketimi grafiği görülmektedir. Aylık bazlı üretim miktarları, enerji miktarına göre belli bir alan içinde dağılan birtakım noktaları oluşturmaktadır. Bu değerlerin incelenmesi ve aralarındaki ilişkinin bulunması sonucu elde edilen doğru standart doğru olarak isimlendirilir. Noktaların standart doğruya mümkün olduğunca yakın olması beklenir. Bu standart doğrunun altında kalan alan değerler en iyi verime sahip olan üretimleri göstermektedir. Hedef denklem regresyon analizi yapılarak $y = -0,9681x + 796.863$ bulunmuştur.

Üretim ve tüketim arasındaki korelasyonun gücünü matematiksel olarak tanımlamak için kullanılan R^2 değerinin 1'e yakın olması gerekmektedir. Regresyon analizinde elde edilen denklemin R^2 değerinin 0,2221 olduğu ve bu değer çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Değişkenler arasındaki bağlantının zayıflığı üretim verilerden kaynaklanabilmektedir. İlgili verilerin tüketime yönelik üretim birimleri olması gerekmektedir. İlgili verilerde bir problem veyahut rutin olmayan bir durum olduğu düşünülmektedir.

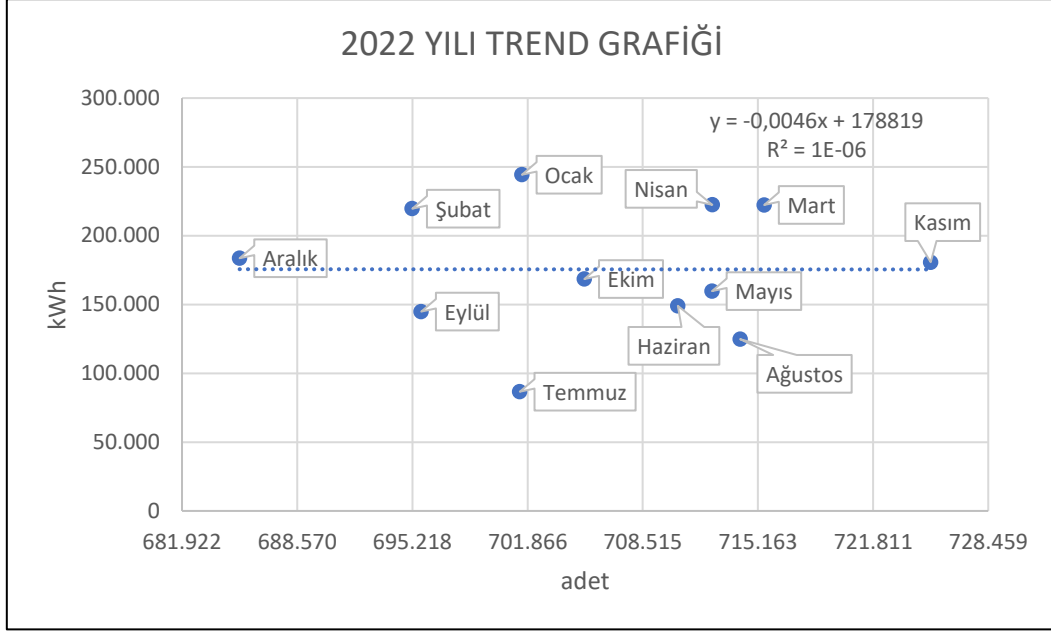
Trend grafikleri enerji performans göstergelerinin birbirleri ile olan ilişkisini değerlendirmektedir. Prosesi etkileyen diğer değişkenlerin işletme tarafından belirlenip tekrar değerlendirilmesi için yol göstermektedir. Bu nedenle geçmiş verilerin tekrar gözden geçirilip tüketimi etkileyen diğer parametrelerle birlikte trend grafiklerinin oluşturması önerilir.



Şekil 18 2021 Yılı Üretim-Tüketim Trend Grafiği

Yukarıda 2020 yılı üretime karşı enerji tüketimi grafiği görülmektedir. Aylık bazlı üretim miktarları, enerji miktarına göre belli bir alan içinde dağılan birtakım noktaları oluşturmaktadır. Bu değerlerin incelenmesi ve aralarındaki ilişkinin bulunması sonucu elde edilen doğru standart doğru olarak isimlendirilir. Noktaların standart doğruya mümkün olduğunca yakın olması beklenir. Bu standart doğrunun altında kalan alan ve değerler en iyi verime sahip olan üretimleri göstermektedir. Hedef denklem regresyon analizi yapılarak $y = -0,4525x + 597.416$ bulunmuştur.

Regresyon analizinde elde edilen denklemin R^2 değerinin 0,1744 ve değişkenler arasındaki bağlantının çok zayıf olduğu görülmüştür. Üretim ve tüketim değerlerinin işletme bazında kontrolü gereklidir.



Şekil 19 2022 Yılı Üretim-Tüketim Trend Grafiği

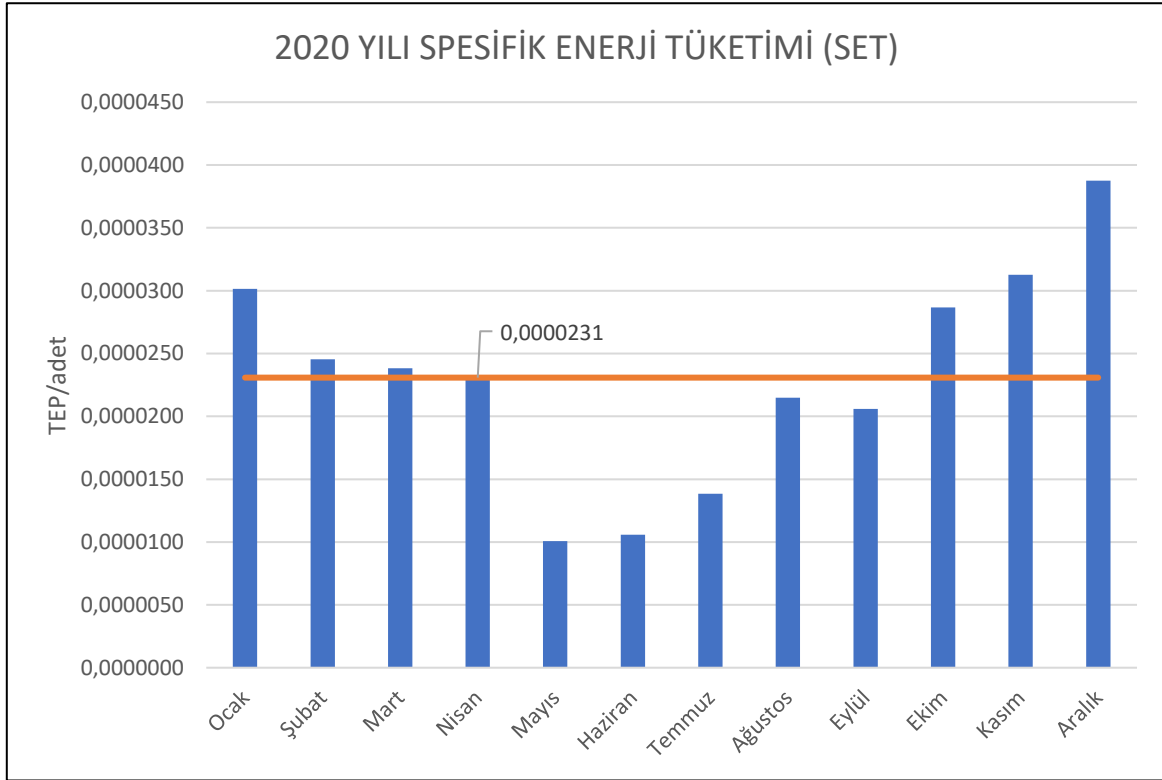
Yukarıda 2022 yılı üretime karşı enerji tüketimi grafiği görülmektedir. Aylık bazlı üretim miktarları, enerji miktarına göre belli bir alan içinde dağılan birtakım noktaları oluşturmaktadır. Bu değerlerin incelenmesi ve aralarındaki ilişkinin bulunması sonucu elde edilen doğru standart doğru idi. Noktaların standart doğruya mümkün olduğunca yakın olması beklenir. Bu standart doğrunun altında kalan alan ve değerler en iyi verime sahip olan üretimleri göstermektedir. Hedef denklem regresyon analizi yapılarak $y = -0,0046 x + 178.819$ bulunmuştur.

Regresyon analizinde elde edilen denklemin R^2 değerinin 0,000001 olduğu görülmüştür.

3 yıldaki trend grafiklerine bakıldığında üretim ile tüketim verileri arasında bir bağ olmadığı tespit edilmiştir. Üretim verilerinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Eğer üretim verileri satış verileri ise bağımlılığı yansıtmayabilir. Tüketim verilerinin düştüğü halde üretim verilerinin aynı stabilde kaldığı gözlemlenmiştir. İlgili verilerin kontrol edilmesi önerilir.

Tablo 11 2020 Yılı Üretim – SET

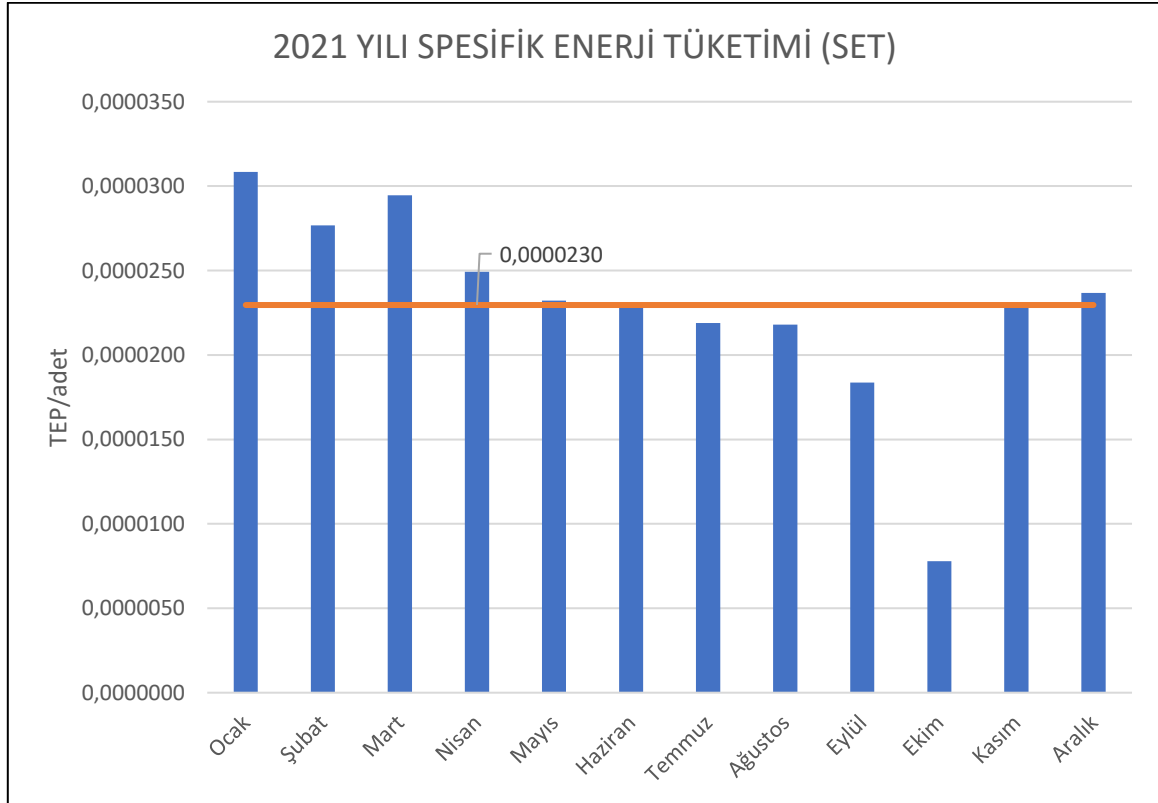
2020 YILI SPESİFİK ENERJİ TÜKETİMİ (SET)					
Aylar	Üretim Miktarı	Elektrik	Doğalgaz	Toplam Tüketim	SET
	adet	TEP	TEP	TEP	TEP/adet
Ocak	610.582	11,5	6,9	18,4	0,0000301
Şubat	615.245	10,6	4,5	15,1	0,0000245
Mart	650.457	11,3	4,2	15,5	0,0000238
Nisan	658.021	10,0	5,3	15,3	0,0000233
Mayıs	645.725	5,0	1,5	6,5	0,0000101
Haziran	642.501	5,4	1,4	6,8	0,0000106
Temmuz	679.385	7,5	1,9	9,4	0,0000138
Ağustos	684.250	10,6	4,1	14,7	0,0000215
Eylül	680.254	12,1	1,9	14,0	0,0000206
Ekim	645.485	14,4	4,1	18,5	0,0000287
Kasım	645.842	14,2	6,0	20,2	0,0000313
Aralık	590.854	15,1	7,8	22,9	0,0000388



Şekil 20 2020 Yılı SET Grafiği

Tablo 12 2021 Yılı Üretim – SET

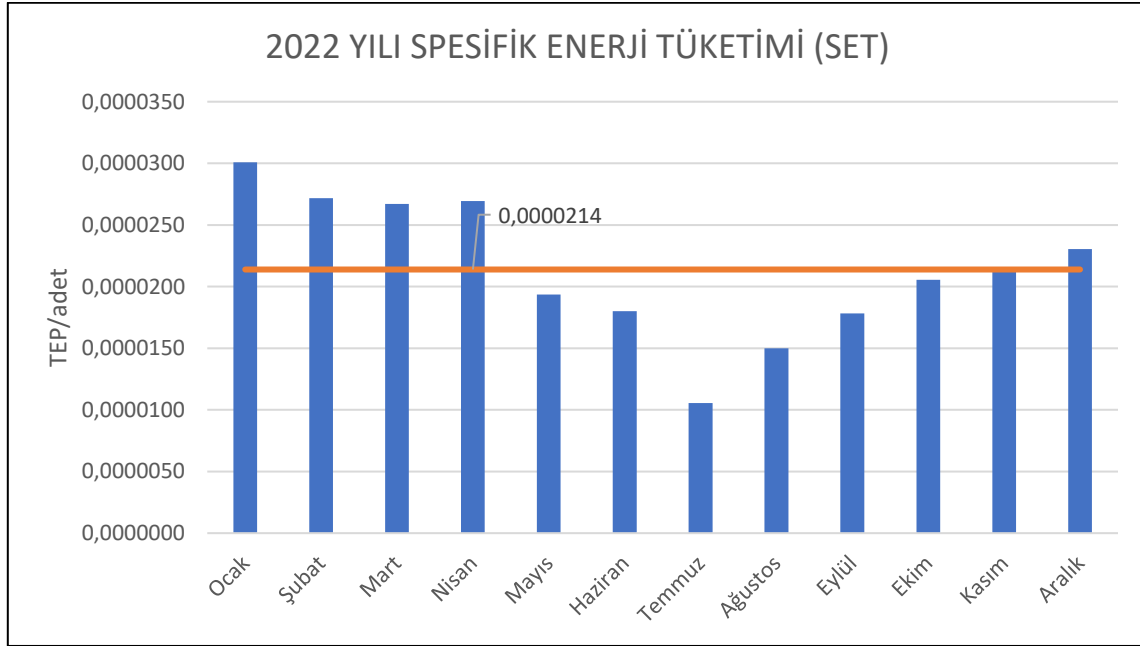
2021 YILI SPESİFİK ENERJİ TÜKETİMİ (SET)					
Aylar	Üretim Miktarı	Elektrik	Doğalgaz	Toplam Tüketim	SET
	adet	TEP	TEP	TEP	TEP/adet
Ocak	752.014	15,0	8,2	23,2	0,0000309
Şubat	758.623	13,6	7,4	21,0	0,0000277
Mart	784.356	15,7	7,4	23,1	0,0000295
Nisan	842.501	14,0	7,0	21,0	0,0000249
Mayıs	865.475	14,1	6,0	20,1	0,0000232
Haziran	895.412	14,5	6,1	20,6	0,0000230
Temmuz	854.265	13,1	5,6	18,7	0,0000219
Ağustos	862.245	13,0	5,8	18,8	0,0000218
Eylül	854.752	10,2	5,5	15,7	0,0000184
Ekim	861.253	3,3	3,4	6,7	0,0000078
Kasım	861.472	14,0	5,7	19,7	0,0000229
Aralık	798.524	12,7	6,2	18,9	0,0000237



Şekil 21 2021 Yılı SET Grafiği

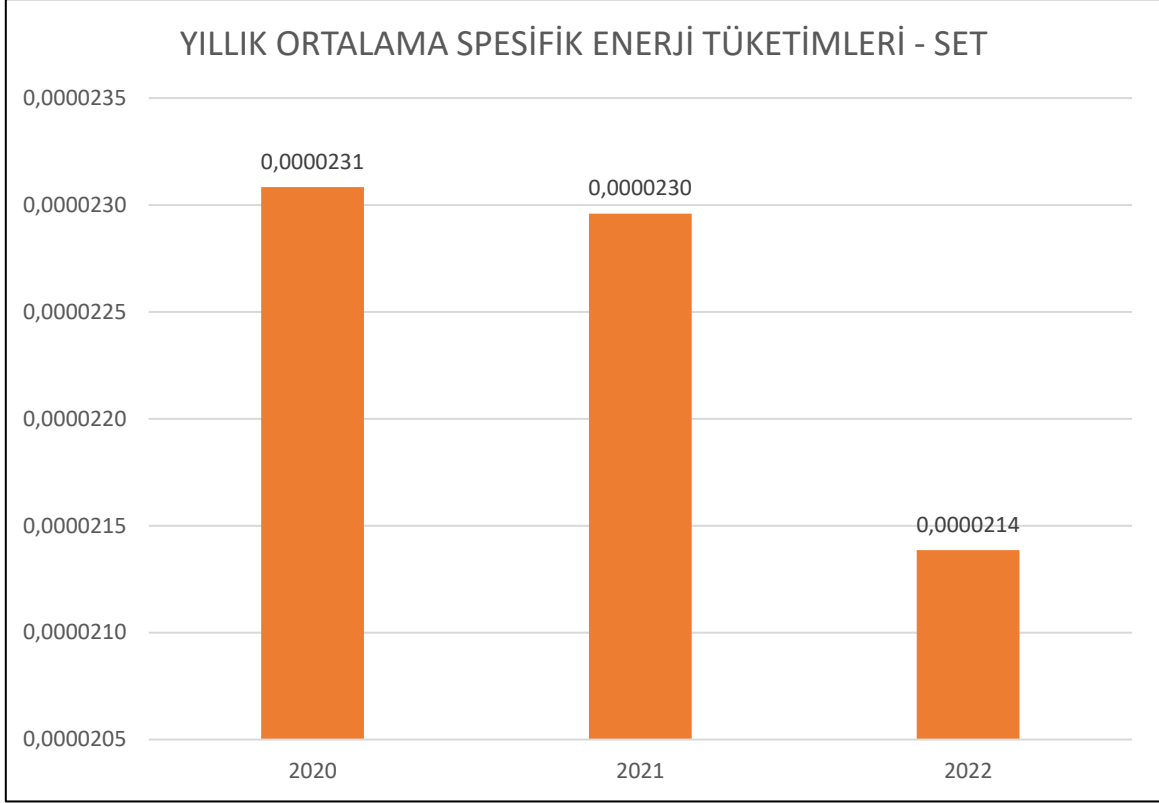
Tablo 13 2022 Yılı Üretim – SET

2022 YILI SPESİFİK ENERJİ TÜKETİMİ (SET)					
Aylar	Üretim Miktarı	Elektrik	Doğalgaz	Toplam Tüketim	SET
	adet	TEP	TEP	TEP	TEP/adet
Ocak	701.542	14,1	7,0	21,1	0,0000301
Şubat	695.214	13,0	5,9	18,9	0,0000272
Mart	715.523	13,4	5,7	19,1	0,0000267
Nisan	712.532	13,5	5,7	19,2	0,0000269
Mayıs	712.512	10,3	3,5	13,8	0,0000194
Haziran	710.542	10,2	2,6	12,8	0,0000180
Temmuz	701.422	6,2	1,2	7,4	0,0000105
Ağustos	714.135	7,9	2,8	10,7	0,0000150
Eylül	695.731	8,9	3,5	12,4	0,0000178
Ekim	705.145	9,9	4,6	14,5	0,0000206
Kasım	725.135	11,0	4,5	15,5	0,0000214
Aralık	685.246	10,3	5,5	15,8	0,0000231



Şekil 22 2022 Yılı SET Grafiği

Üretim miktarı genellikle aydan aya değişkenlik gösterdiğinden bir ay içinde kullanılan toplam enerji miktarı ile birlikte üretimdeki değişmelerin de dikkate alınması gerekir ve bunun için her aya ait "Spesifik Enerji Tüketimi" hesaplanmalıdır. Spesifik enerji tüketimi, bir birim ürün elde etmek için kullanılan enerji miktarıdır.



Şekil 23 2020-2021-2022 Yıllarına Ait Yıllık Spesifik Enerji Tüketimi (SET)

Eğer spesifik enerji tüketimi azaltılırsa, aynı miktarda ürün elde etmek için daha az enerji kullanılacaktır. Diğer bir deyişle enerji verimliliği artacaktır.

Yukarıdaki tablolara bakıldığında 2022 yılında spesifik enerji tüketiminde azalmış olduğu gözlemlenmiştir. Bu da işletmenin birim ürün başına enerji miktarını düşürdüğü anlamına gelmektedir.

2.4.3. KÜMÜLATİF TOPLAM DEĞERLER (CUSUM) GRAFİĞİ

Başka bir değerlendirme metodu olarak, Kümülatif Toplam Değerler (CUSUM) grafiğinin çizilmesi de bir tesisin enerji tüketim performansı durumunun görülebilmesi için uygun olmaktadır.

Enerji Performans Göstergelerinin belirlenmesinde, enerji performansını temsil edecek, ölçülebilir ve izlenebilir göstergelerin seçilmesi esas alınır. Tablolarda kullanılan göstergeler enerji tüketimleri ve üretim miktarlarıdır. Raporda enerji performans göstergeleri olarak; Spesifik Enerji Tüketimi (SET) ve Kümülatif Değerler Toplamı (CUSUM) olarak belirlenmiştir.

CUSUM, enerji performans göstergelerindeki zaman içerisindeki sapmaları değerlendirmek için kullanılan bir metottur. Gerçekleşen Enerji Tüketimi ile Beklenen Enerji Tüketimi arasındaki farkların (Enerji Tasarrufu) aylar bazında kümülatif toplamalarını ifade eder.

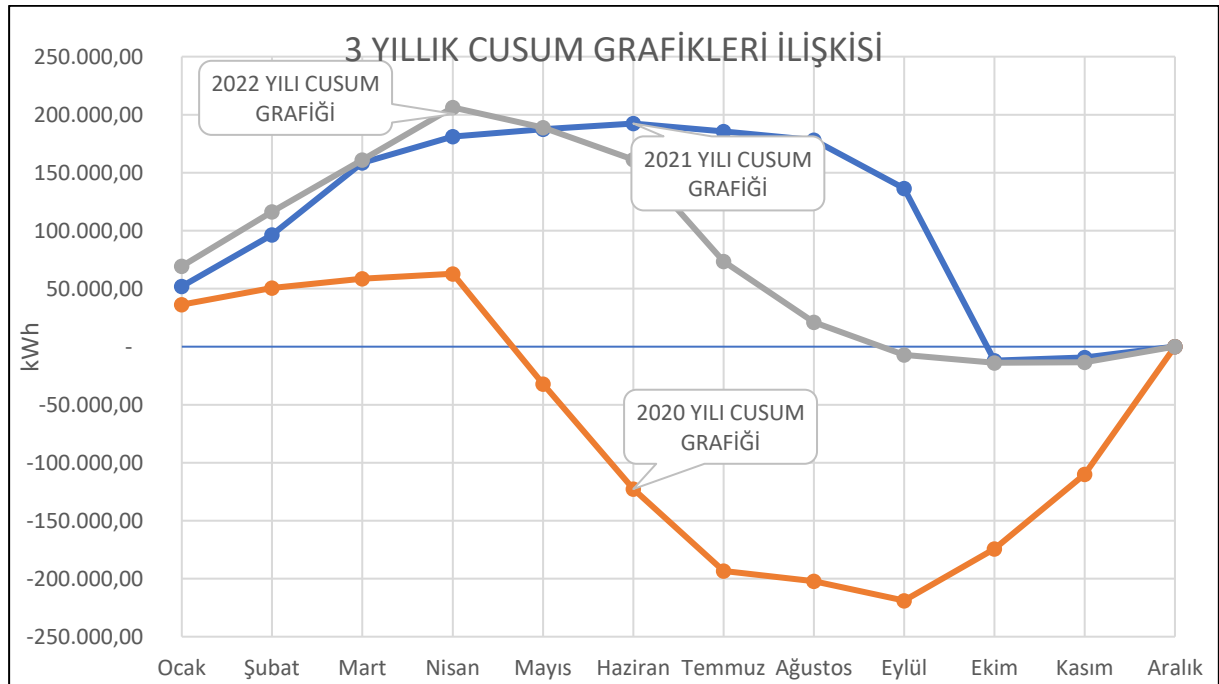
Enerji Tasarrufu değerlerinin eksi (-) olması enerji performansının iyileştiğini gösterirken, değer pozitif (+) olması enerji performansının kötüleşmesi demektir. Yani, (-) veya (+) işaretli sayısal değer, tasarruf edilen veya israf edilen enerjinin miktarıdır.

CUSUM, dönemsel olarak erişilen enerji performansı değerini gösterir. CUSUM değerlerinin eksi (-) olması, enerji tasarrufu miktarını gösterir ve ilgili enerji türünün performansının iyileştiği anlamını taşıırken, değerlerin pozitif (+) olması enerji performansının kötüleşmesi demektir.

Hedef değerden sapmaların mümkün olduğu kadar çabuk tespit edilmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması önemlidir. Kümülatif toplam teknikleri proses ortalamasında meydana gelen küçük kaymaları tespit ederek, projenin düzeltilmesi konusunda bilgi verir, prosesdeki hangi değişiklik nedeni ile başladığını tespit edilmesi için kullanılan bir kontrol metodudur. Grafik eğimindeki sapmalara bakılarak ortaya çıkan değişikliklerin zamanı hakkında bilgi verir.

Proses ortalamasında gerçekleşen değişimin, eğimde gerçekleşen bir değişimle grafik üzerinde görsel olarak kolaylıkla tespit edilebilmesi CUSUM kontrol grafiğinin sağladığı bir avantajdır. Proses ortalamasındaki kaymanın yerini belirlemek, kaymaların sebebinin bulmak için önemli ipuçları sağlar. Raporda da işletmelerin geriye dönük olarak proseslerine etki eden nedenlerin araştırılması önerilmiştir.

Enerji performans göstergesi olarak kullanılan SET ve CUSUM grafikleri; Enerji Performans Göstergeleri Hesaplama Tablosunda oluşturulur. Her bir enerji kaynağı için geçmiş 12 ayın enerji tüketim değerleri ile önemli enerji tüketiminde etkisi olan üretim miktarları kullanılmıştır.



Şekil 24 2020-2021-2022 Yılları CUSUM Grafikleri

Yukarıdaki CUSUM grafiğine göre;

Grafik değerlerinin negatif kaldığı bölümlerde işletmenin verimliliği iyi fakat pozitif kaldığı yerlerde iyi olmadığı görülmektedir. Üç yılın birleşik grafiklerine bakıldığında 2020 ve 2022 yılının daha verimli olarak geçtiği söylenebilir.

2.5. ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMELERİ

2 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 25 Ekim 2008 tarih ve 27035 sayılı Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik gereğince bazı kuruluşlar için "Enerji Yöneticisi" görevlendirilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Kanun kapsamında, Enerji Yöneticisi bulundurması gereken işletme veya binalar;

- Ticari ve Hizmet Binaları (Otel. AVM. Hastane. iş Merkezi. Okul vb): Toplam inşaat alanı 20.000 m² ve üzeri veya yıllık enerji tüketimi 500 TEP ve üzeri olan binalar.
- Kamu Binaları: Toplam inşaat alanı en az 10.000 m² veya yıllık enerji tüketimi en az 250 TEP olan binalar.
- Sanayi Tesisleri: Yıllık enerji tüketimi 1000 TEP ve üzeri olan endüstriyel işletmeler.
- 50'den fazla aktif işletme bulunan Organize Sanayi Bölge Müdürlükleri
- 100 MW ve üzerinde kurulu güce sahip elektrik üretim santralleri enerji yöneticisi atamak zorundadır.

İşletmede ortalama tüketim 195,4 TEP/yıl olarak hesaplanmıştır. EPTA işletmesi mevcut durumda enerji yöneticisi bulundurma şartına sahip değildir.

2.6. ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ ÖNERİLER

İşletme içerisinde çok sayıda yüksek güçlü ekipman yer almaktadır. İşletmelerde ekipmanların kontrol edilebilir ve izlenebilir olması, sistemin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Otomasyon ve izleme sistemleri ile ekipmanlar tek bir noktadan gözlem ve kontrol edilerek işletmelere, zaman, maliyet, kalite konularındaki avantajları ile sonuçta ciddi bir kâr sağlamaktadır. Otomasyon ve izleme Sistemlerinin işletme yapısına uygun bir şekilde geliştirilmesi önerilmekle birlikte özel durumlar için ilave sayaç ve/veya analizör konulabilir.

İşletmedeki tüketim değerlerinin aylık bazda takibi ve istatistiki analizler yapılması enerji performansının kontrolü açısından gereklidir.

Yapılan detaylı enerji etüt çalışması sonucunda ortaya çıkan enerji verimlilik önlemlerinin kademeli olarak uygulamaya geçirilmesi önerilmektedir. Enerji performans sözleşmesi (EPS), enerji verimliliği ya da yenilenebilir enerji projelerinin ilk yatırım maliyetlerinin sonraki yıllarda sağlanacak tasarruflar ile geri ödenmesine dayalı bir finansman mekanizmasıdır. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'nda enerji performans sözleşmeleri; "Uygulama projesi sonrasında sağlanacak enerji tasarruflarının garanti edilmesi ve yapılan harcamaların uygulama sonucu oluşacak tasarruflarla ödenmesi esasına dayanan sözleşme" olarak tanımlanmıştır. Aynı Kanun'un ek 1 inci maddesi gereğince Cumhurbaşkanlığı tarafından "Kamuda Enerji Performans Sözleşmelerine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar" yayımlanmış olup <https://enerji.gov.tr/evced-enerji-verimliliği-enerji-performans-sozlesmeleri> adresinden detaylara erişim sağlanabilmektedir.

2.7. REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ, REFERANS KOŞULLARI VE ÖLÇME VE ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ

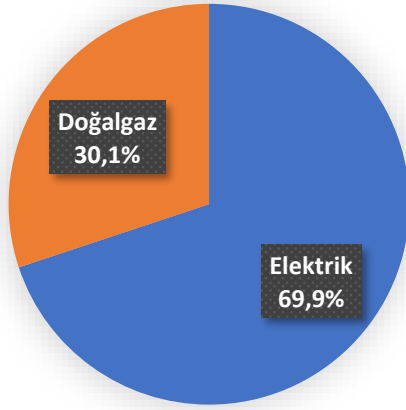
2.7.1. REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ VE REFERANS KOŞULLARI

Son üç yıllık enerji tüketimlerinin ortalama değerleri alınarak oluşturulan referans dönem enerji tüketim tablo ve grafikleri aşağıda yer almaktadır:

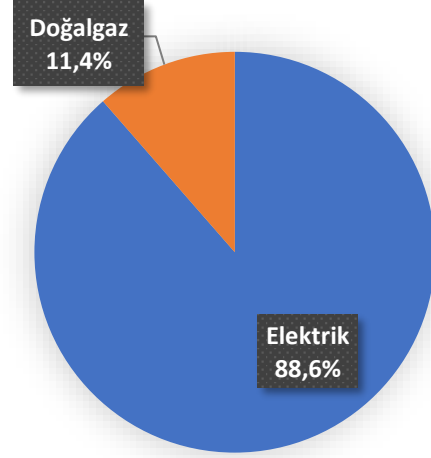
Tablo 14 3 Yıllık Ortalama Enerji Tüketim ve Maliyetleri (Referans Dönem)

3 Yıllık Ortalama Enerji Tüketim ve Maliyetleri (Referans Dönem)							
ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birimi	TEP	% Toplam	TL	%Toplam	TL/TEP
Elektrik	1.588.002	kWh	136,6	69,9%	2.199.160	88,6%	16099
Doğalgaz	683.988	kWh	58,8	30,1%	283.730	11,4%	4825
TOPLAM	2.271.990	kWh	195,4	100,0%	2.482.890	100,0%	12707

Enerji Tüketim % Payları



Enerji Maliyetleri % Payları



Şekil 25 3 Yıllık Ortalama Enerji Tüketimlerinin ve Maliyetlerinin Yakıtlara Göre Dağılımı

2.7.2. ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ

EPTA işletmesi genelinde elektrik tüketimine yönelik enerji verimliliği önlemler tespit edilmiştir. Bu önlemlere yönelik ölçme ve doğrulama metodolojisi aşağıda yer almaktadır.

Tablo 15 Enerji Verimliliği Önlemleri ve IPMVP Opsiyonları

Önlem	Enerji Türü	Enerji Türü	Ö&D	Güven Düzeyi	Hassasiyet	Tasarruf Miktarı			
			Opsiyonu			Miktar	Birim	TEP/Yıl	
EVÖ-1	Kompresör motorunda VSD uygulaması	Elektrik	A	90%	10%	89.400	kWh	7,69	
EVÖ-2	Kompresör Atık Isısından Enerji Eldesi	Elektrik	A			57564	kWh	4,95	
EVÖ-3	Fırın yüzeylerine yalıtım uygulaması	Elektrik	A			202.675	kWh	17,43	
EVÖ-4	Mevcut Motorların IE4 Verimli Motor ile Değişimi	Elektrik	A			28.579	kWh	2,46	
EVÖ-6	Enerji izleme sisteminin kurulumu	Elektrik	N/A			31.175	kWh	2,68	
						Elektrik	127.966	kWh	11,01
						Doğalgaz	281.427	kWh	24,20
						Toplam	409.393	kWh	35,21

Süreç içerisinde rutin ve rutin olmayan ayarlamaların yapılması gerekebilir. Tüm metodoloji aşağıda yer alan ayarlama esaslarına dayanacaktır:

Tablo 16 Ayarlama Esasları

Enerji Tasarrufu	Referans Dönem Enerji Tüketimi (±) Raporlama Dönemi Koşullarına Göre Rutin Ayarlamalar (±) Raporlama Dönemi Koşullarına Göre Rutin Olmayan Ayarlamalar (-) Raporlama Dönemi Enerji Tüketimi

2.7.2.1. BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER ve RUTİN AYARLAMALAR

Ölçme ve doğrulama çalışmalarında enerji tüketimine etki eden bağımsız değişkenler belirlenir ve süreç içerisinde takip edilirler. Burada önerilen enerji verimliliği önlemleri içerisinde opsiyon B ve Opsiyon A seçenekleri

önerilmektedir. Opsiyon B seçeneği sınırlı bir operasyon içerisindeki enerji miktarının tespitine dayalı tüm parametrelerin ayrı ayrı ölçülmesi veya bir enerji analizörü veya sayaç aracılığıyla kWh değerinin belirlenmesine dayanmaktadır. Hem ısı pompası uygulamasında hem de yerinde enerji üretimi uygulamalarında doğrudan sayaç üzerinden ölçüm alınacağı için diğer parametrelerin ölçümüne gerek yoktur. Opsiyon A seçeneğinin kullanılacağı aydınlatma ve motor değişimi uygulamalarında ise sadece temel parametre olan güç ölçümü yapılarak tahmini yıllık çalışma süresiyle çarpımı neticesinde tasarruf doğrulanacaktır. Tüm önlemlere yönelik rutin ayarlamaların ne şekilde yapılacağı aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır.

2.7.2.2. EVÖ-1, EVÖ-2, EVÖ-3, EVÖ4 OPSİYON A

Bu seçenek doğrultusunda mevcut ekipmanların ölçümleri demontaj öncesinde alınacak ve yenileme sonrasında ölçümler tekrar edilecektir. Yıllık çalışma süresi için tahmin oluşturularak güç azaltımı ve tahmini yıllık çalışma süresi üzerinden hesaplama yapılacaktır. Bu uygulamaların raporlama dönemi kısa sürelidir.

2.7.2.3. EVÖ-6 OPSİYON N/A

Tüm tesisin opsiyon C seçeneği ile irdelenmesi durumunda bu grubun içerisine dahil edilebilirdi. Ancak diğer elektrik tasarruf önlemleri opsiyon A ve B olarak değerlendirildiği için ve bu sistemin getirini hesaplamaya yönelik konservatif bir yaklaşım olmadığından dolayı değerlendirmeye alınmayacaktır. Enerji izleme sistemi bakış açısını değiştirmek ve bu konulara kanalize etmeye imkan sağlayan daha çok finansal olmayan faydaları içeren sosyo- teknik bir önlemdir.

2.8. ENERJİ DIŞI KAZANIMLAR

Enerji verimliliği çalışmalarında enerji dışı faydaların etkilerinin değerlendirilmesi, son dönemlerde gelişmiş ekonomilerde yaygınlaşan bir yaklaşımdır. İşletmelerde enerji dışı faydaların dikkate alınarak analizlerin yapılması, üst yönetimin dikkatini çekerek enerji verimliliği projelerinin sayısını artıracak ve bu projelerin uygulanmasında itici güç olacaktır.

İşletmelerde yapılan enerji verimliliği çalışmalarının;

- Mevzuata uyum,
- Üretim miktarlarında ve ürün kalitesinde artış,
- İşletme maliyetlerinin azalması, finansman yükünün hafiflemesi,
- Ekipman performanslarında iyileşme (bakım maliyetlerinde düşüş) ve ekipman ömürlerinin uzaması,
- Üretim maliyetlerinde azalma, rekabet edebilirliğin artması,
- Ortam konforunda artış (gürültü seviyesindeki azalma, hava kalitesinin artması, optimal ortam sıcaklığı, uygun aydınlatma, vb.) nedeniyle personel motivasyonunun yükselmesi
- Azalan iş kazaları ve artan iş güvenliği

- Sağlık giderlerinde azalma,
- Su tüketiminde azalma,
- Atık (kirlı su, emisyon, fire vb.) miktarında düşüş ve daha iyi atık yönetimi

Tüm bu avantajlarla birlikte prestij artışını getirdiği açıktır.

Uluslararası literatüre göre enerji dışı kazanımlar aşağıda tanımlanmış beş farklı sınıfta gruplandırılmıştır:

Sınıf 1-> Rekabetçilik NEB (yani CO2 ayak izi, kurumsal imaj, geliştirilmiş itibar ile artan pazar payı)

Sınıf 2-> Üretim NEB (yani kapasite kullanımı, geliştirilmiş ürün kalitesi)

Sınıf 3-> Çalıştırma ve Bakım NEB (yani, iyileştirilmiş çalışma, daha az bakım ihtiyacı, daha az arıza sayısı)

Sınıf 4-> Çalışma Ortamı NEB (yani, geliştirilmiş saha çevre kalitesi, Artan işçi sağlığı ve güvenliği)

Sınıf 5-> Çevre NEB (yani hava kirliliğinin ve emisyonların azaltılması, Katı atıkların azaltılması, Atık su azaltılması)

İşletmeler tükettikleri enerjiyi ne kadar azaltılabilirse, o kadar emisyon azalımı gerçekleştirilmiş olacaktırdır. Bu sayede işletmeler çevresel etkileri en aza indirmekle birlikte maliyet azalımı da yapmış olacaktır. Bu azalımlar aynı zamanda hem üreticiler hem de hizmet sağlayıcılarının piyasa koşullarında rekabet edebilmesini sağlayarak müşteri ve yatırımcılara da avantajlar sağlamaktadır. Günümüzde karbon ayak izini azaltmak isteyen işletmeler ürün ve hizmet alımlarında da düşük emisyonlu olan ürün ve hizmet sağlayan şirketlerin ürünlerin tercih etmektedirler.

Yakın gelecekte emisyon azalımı belgelendirilmesinde kullanılacak sertifikaların işletmeye sağlayacağı katkıları da göz ardı etmemek gerekir. Enerji verimliliği projelerinden sağlanacak karbon azalım sertifika geliri işletme için bir finansman kaynağı olacaktır. Bu projeler hem bölgesel kalkınmaya katkı sağlayacak hem enerjide dışa bağımlılığı azaltacak hem enerji birim maliyetlerini aşağı çekecek hem de emisyon azalım ile çevresel katkı sağlayacaktır. Enerji maliyetlerinin yüksekliğinin önlenmesi sayesinde uluslararası pazarlarda rekabet eden üreticilerimizin maliyetlerini aşağı çekerek, onları daha kolay rekabet eder hale gelmesini sağlayacaktır.

Tüm bunlar ile birlikte değişimi düşünölen sistem, proses veya ekipmanların izlenmesi, olası problemlerin önceden görölebilmesi, kestirimci bakım çalışmalarına sağlayacağı katkı, yıllık çalışma sürelerinin takibi ve enerji tüketiminin izlenmesine yönelik bir örgüt kültürünün oluşturulması açısından enerji izleme sisteminin kurulması ve etkin şekilde yönetiminin sağlanması oldukça önem arz etmektedir. Bu konuyla ilgili tüm tesis ele alınabileceği gibi sadece bu çalışma kapsamında yer verilen tasarruf potansiyelleri özelinde de sistem kurulumu yapılabilir. Enerji izleme sistemlerinin enerji verimliliğine doğrudan katkısını ölçmeye yönelik olarak herhangi bir ampirik hesaplama bulunmamaktadır. Ancak genel deneyimler ve örnek olaylar ışığında %2-%10 arasında daha verimli enerji kullanımına yönelik katkı sağladığı bilinmektedir.

Yıllık çalışma süresi, enerji tüketimi, ilgili trend analizleri ve hepsinin izlenebilirliğinin sağlandığı bir yazılıma entegre sistemin kurulumu işletmenin enerji verimliliği kültürünün de gelişmesine olanak sağlayacaktır.

Enerji verimliliği çalışmaları zamanla şirketlerin iř yapış biçimine doneğinden tüm çalışanların karar, uygulama ve çalışmalarını da etkileyerek enerji tüketiminde %6-10 arasında düşmesine sebep olacaktır. (*UNIDO TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Eđiticilerin Eđitimi*)

3. YARDIMCI İŞLETMELER

3.1. ISITMA

3.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ

İşletmede idari bina ısıtması için 1 adet gaz yakıtlı yoğuşmalı duvar tipi kombi kullanılmaktadır. Isıtma için yılda ortalama 1.500 saat çalışmaktadır. Ayrıca tüm yıl boyunca kullanma sıcak suyu için boylere enerji sağlamaktadır.

Tablo 17 Isıtma Cihazı Bilgileri

No	Marka	Model	İmal Yılı
1	Demirdöküm	Maxi Condense H65 (H-TR)	2020



Şekil 26 Isıtma Sistemi ve tesisatı



Şekil 27 Isıtma Cihazı Görseli ve Etiket Bilgisi



Şekil 28 Boyler tanki ve etiket bilgisi



Şekil 29 Isıtma sistemi Pompa Fotoğrafi ve Motor Bilgisi

Tablo 18 Isıtma Cihazı Katalog Verileri

Açıklamalar	Birim	MAXİCONDENSE 65
Isıl Yük (HS) (Min. - Maks.)	kW	11,3-60
Isıl Güç (80/60°C)	kW	11,0-58,7
Isıl Güç (60/40°C)	kW	11,8-61,7
Isıl Güç (50/30°C)	kW	12,2-63,5
Doğalgaz (G20) tüketimi	m ³ /h	1,196 - 6,3
Verim (80°C-60°C)	%	97,80%
Verim %30 Yükte (50°C-30°C)	%	105,90%
Verim %30 Yükte (40°C-30°C)	%	109,50%
Sezonsal Isıtma Verimi	%	93,87%
Enerji Sınıfı		A
Boyutlar (Y*G*D)	mm	720x440x473
Net Ağırlık	kg	47,2
Gaz giriş bağlantısı	inch	1"
Atık gaz çıkış çapı	mm	80/125
NOx Sınıfı (EN 297)	mg/kWh	16,5 / 29,1
Tesisat Sıcaklık Ayar Aralığı	°C	30 - 80
İşletme Basıncı (Min. - Maks.)	bar	0,5 - 4

İşletmedeki üretim ofisleri için doğalgaz yakıtlı ısıtma kanal sistemleri kullanılmaktadır.



Şekil 30 Üretim ofisi Isıtma sistemi

3.2. BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİ

3.2.1. KOMPRESÖRLER

3.2.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ

İşletmede 2 adet kompresör bulunmaktadır. Kompresör 1 sürekli olarak çalışmaktadır. Kompresör-2 işletmede yedek olarak bulunmaktadır. Kompresörler basınçlı hava ihtiyacına göre devreye girmektedir. Kompresörler ile ilgili bilgiler tabloda verilmiştir.

Tablo 19 Kompresör Etiket Bilgileri

NO	MARKA	MODEL /TİP	MAX BASINÇ (bar)	MAX FAD (m ³ /dk)	MOTOR GÜCÜ (kW)	İMAL YILI	SERİ NO
1	SARMAK	ROBOT 160	7,5	15,4	90	2007	16007015
2	YİĞİTSAN	-	7,5	-	-	-	-



Şekil 31 Kompresör-1

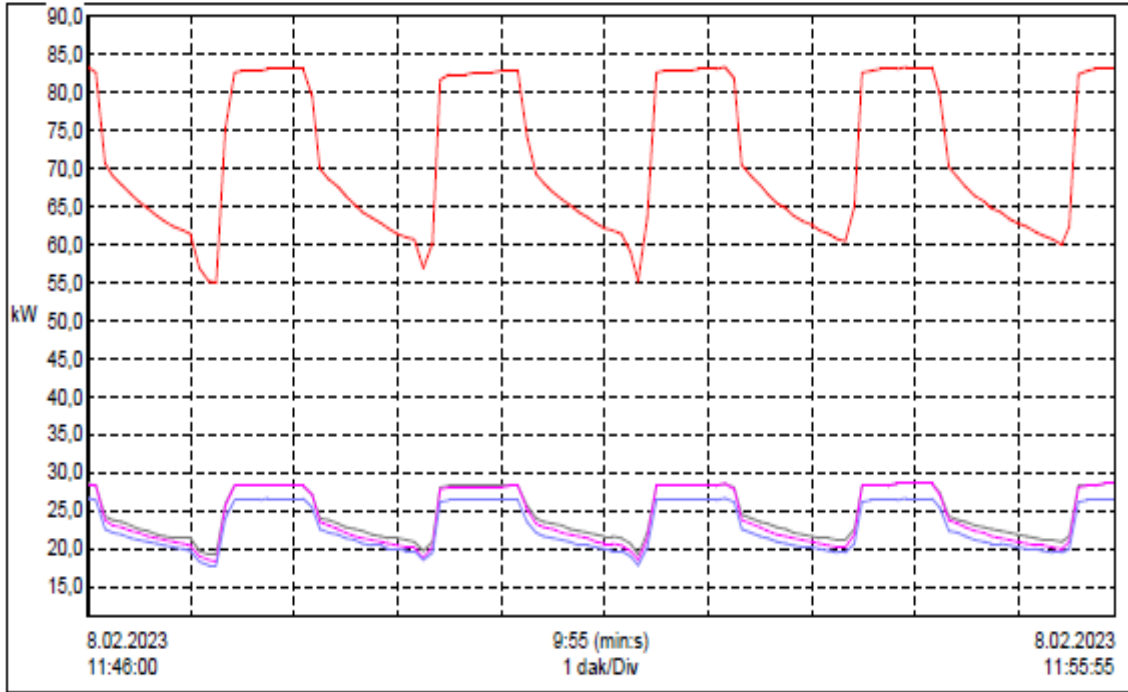


Şekil 32 Kompresör-2

3.2.1.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER

Kompresör-2 yedek olarak kullanıldığından ve saha ziyareti sırasında çalışmadığından dolayı, kompresör-1'e ait güç ölçümü gerçekleştirilmiştir. Kompresör-1'e ait güç ölçümü aşağıda paylaşılmıştır.

Isim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
W Toplam	8.02.2023	11:48:00	71,38	55,01	83,42	kW	10:00	(min:s)
W1	8.02.2023	11:48:00	24,54	19,07	28,42	kW	10:00	(min:s)
W2	8.02.2023	11:48:00	24,05	18,30	28,52	kW	10:00	(min:s)
W3	8.02.2023	11:48:00	22,79	17,85	26,58	kW	10:00	(min:s)



Şekil 33 Kompresör-1 45 kW

3.2.1.3. DEĞERLENDİRMELER ve HESAPLAMALAR

Kompresörün enerji tüketimi incelenmiş, değişken hız sürücüsüne sahip olmadığı için on-off olarak çalışmaktadır. Bu nedenle kompresörün daha verimli çalışması için değişken hız sürücüsü önerilmiştir.

Kompresörün hız kontrolü, genellikle VSD olarak bilinen değişken hız ünitesi tarafından düzenlenir. Bu seçenek, kompresörden yalnızca gerektiği kadar talepte bulunarak kompresörün hızını uygun şekilde kontrol eden değişken hız ünitesi teknolojisini kullanır. İntertörlü kompresörün büyük avantajı, enerji maliyetini azaltması, güç dalgalanmalarını en aza indirmesi ve yapılan iş için gereken basıncı daha düzenli sağlamasıdır. Minimum hava talebi olduğunda kompresör daha az elektrik kullanarak daha yavaş çalışır. Talep daha yüksek olursa VSD tam açık çalışır veya sistemin hava ihtiyacına bağlı olarak herhangi bir aralıktta çalışabilir. Sabit hızlı hava kompresörü olarak bilinen, VSD içermeyen kompresör, yükte veya boşta çalışır. Yükteyse ihtiyaca bakmadan tam kapasite çalışır.

Kompresör Gücü	90	kW
Kompresör Elektrik Motor Verimi	93,6%	%
Elektrik Birim Fiyatı	3,908	TL
Günlük Çalışma Saati	20	Saat
Haftalık çalışma günü	6	Gün
1 Yılda hafta sayısı	52	Hafta
Toplam Yıllık Çalışma Saati	6.240	Saat

Kapasite Oranı	Kontrol Tipi Tüketimleri (TL)		Yıllık Tasarruf	
	Yükte/Boşta	VSD		
20%	1.125.504	609.648	515.856	46%
30%	1.383.432	797.232	586.200	42%
40%	1.617.912	984.816	633.096	39%
50%	1.782.048	1.195.848	586.200	33%
60%	1.922.736	1.383.432	539.304	28%
70%	2.039.976	1.617.912	422.064	21%
80%	2.133.768	1.805.496	328.272	15%
90%	2.204.112	2.039.976	164.136	7%
100%	2.344.800	2.462.040	-117.240	-5%
Kapasite Oranı	Çalışma Saati Oranı	Çalışma Saati	Tasarruf (kW)	Tasarruf (TL)
20%	0%	0	0	0
30%	5%	312	7.500	29.310
40%	5%	312	8.100	31.655
50%	20%	1.248	30.000	117.240
60%	15%	936	20.700	80.896
70%	10%	624	10.800	42.206
80%	10%	624	8.400	32.827
90%	20%	1.248	8.400	32.827
100%	15%	936	-4.500	-17.586
TOPLAM	100%	6.240	89.400	349.375

Ekonomik Analiz - Kompresörde Değişken Hız Kontrolü Uygulaması			
A	Yatırım Maliyeti	180.000	TL
B	Tasarruf Miktarı	89.400	kWh
C		7,69	TEP
D	Elektrik Birim Fiyatı	3,908	TL/kWh
E=DxB	Tasarruf Tutarı	349.375	TL
I=A/E	Geri Ödeme Süresi	0,52	Yıl

Ayrıca kompresör yağındaki atık ısıdan faydalanarak sıcak su elde edilebilir. Elde edilecek enerji ile ilgili hesaplar aşağıda verilmiştir.

KOMPRESÖR - 1 - ROBOT 160				GÜÇ	A	90	kW
				YILLIK ÇALIŞMA	B	6240	Saat
GÜÇ ORANI	ÇALIŞMA SAAT ORANI	GÜÇ	ÇALIŞMA SÜRESİ	ENERJİ GERİ KAZANIM			
		kW	Saat	kWh-Elektrik	%	kWh-Isı	
C	D	E=AxC	F=BxD	G=ExF	H	I=GxH	
20%	0%	18	0	0	65%	0	
30%	5%	27	312	8.424	65%	5.476	
40%	5%	36	312	11.232	65%	7.301	
50%	20%	45	1248	56.160	65%	36.504	
60%	15%	54	936	50.544	65%	32.854	
70%	10%	63	624	39.312	65%	25.553	
80%	10%	72	624	44.928	65%	29.203	
90%	20%	81	1248	101.088	65%	65.707	
100%	15%	90	936	84.240	65%	54.756	
TOPLAM GERİ KAZANILAN ENERJİ						149.666	

Kompresör atık ısısından elde edilecek bu enerji sıcak suyun tam kullanımı esnasındaki enerjidir.

Fakat bu enerji ile idari bina ısıtma sezonunda kombi sistemi ve ayrıca boyler sistemi desteklenebilir. Bu durumda ortalama yıllık çalışma saatine göre;

KOMPRESÖR - 1 - ROBOT 160				GÜÇ	A	90	kW
				YILLIK ÇALIŞMA	B	2400	Saat
GÜÇ ORANI	ÇALIŞMA SAAT ORANI	GÜÇ	ÇALIŞMA SÜRESİ	ENERJİ GERİ KAZANIM			
		kW	Saat	kWh-Elektrik	%	kWh-Isı	
C	D	E=AxC	F=BxD	G=ExF	H	I=GxH	
20%	0%	18	0	0	65%	0	
30%	5%	27	120	3.240	65%	2.106	
40%	5%	36	120	4.320	65%	2.808	
50%	20%	45	480	21.600	65%	14.040	
60%	15%	54	360	19.440	65%	12.636	
70%	10%	63	240	15.120	65%	9.828	
80%	10%	72	240	17.280	65%	11.232	
90%	20%	81	480	38.880	65%	25.272	
100%	15%	90	360	32.400	65%	21.060	
TOPLAM GERİ KAZANILAN ENERJİ						57.564	

Ekonomik Analiz – Kompresör Atık Isıdan Enerji Eldesi			
A	Yatırım Maliyeti	220.000	TL
B	Tasarruf Miktarı	57.564	kWh
C		4,95	TEP
D	Elektrik Birim Fiyatı	0,792	TL/kWh
E=DxB	Tasarruf Tutarı	45.591	TL
I=A/E	Geri Ödeme Süresi	4,83	Yıl

3.3. SOĞUTMA KULELERİ

3.3.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ

İşletmedeki üretim proseslerinde fırınlardaki soğutma sularının karşılanması amacı ile 6 adet soğutma kulesi bulunmaktadır.



Şekil 34 Soğutma Kulesi 1



Şekil 35 Soğutma Kulesi 2



Şekil 36 Soğutma Kulesi 3



Şekil 37 Soğutma Kulesi 4



Şekil 38 Soğutma Kulesi 5



Şekil 39 Soğutma Kulesi 6 (Devrede Değil)

3.3.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER

Soğutma kulelerindeki gidiş ve dönüş sıcaklıkları ve dış hava sıcaklık ölçümleri alınmış olup aşağıda paylaşılmıştır.



Şekil 40 Soğutma Kulesi 1 Giriş – Çıkış Suyu Sıcaklık Ölçümü



Şekil 41 Soğutma Kulesi 2 Giriş – Çıkış Suyu Sıcaklık Ölçümü



Şekil 42 Soğutma Kulesi 3 Giriş – Çıkış Suyu Sıcaklık Ölçümü

Ölçüm

Tarih/Saat	927 [°C]	927 [%rF]	927 Çiğleşme noktası sıcaklığı [°C]	927 Yaş termometre sıcaklığı [°C]
8.02.2023 10:34:00	1,9	51,9	-6,9	-1,1
Toplam ortalama	1,9	51,9	-6,9	-1,1
Minimum toplam	1,9	51,9	-6,9	-1,1
Maksimum toplam	1,9	51,9	-6,9	-1,1

Şekil 43 Dış Hava Sıcaklık Ölçümü

4. ÜRETİM ÜNİTELERİ

4.1. FIRINLAR

4.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ

Kaynak birleştirmeleri metodları için sürekli fırın sistemi kullanılmaktadır. Bu fırınlarda ürün yapılarına göre ısıtma ve uygun şartlarda soğutma yapılmaktadır. İşletmede bulunan fırınlar ile ilgili görseller aşağıda paylaşılmıştır.



Şekil 44 Sürekli Fırın 1



Şekil 45 Fırın 1 Isıtma ve Soğutma Değerleri



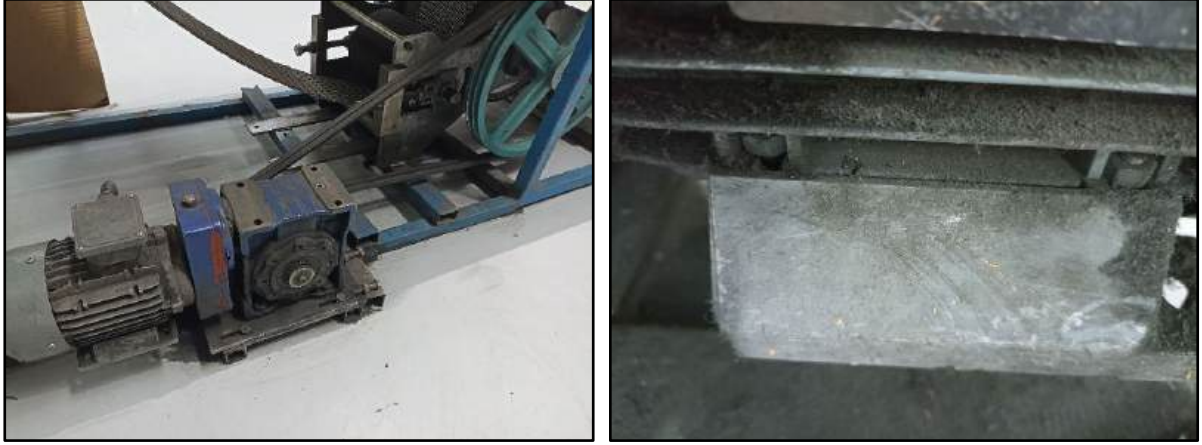
Şekil 46 Fırın 1 Hat Elektrik Motoru



Şekil 47 Sürekli Fırın 2



Şekil 48 Fırın 2 Isıtma ve Soğutma Değerleri



Şekil 49 Fırın 2 Hat Elektrik Motoru



Şekil 50 Sürekli Fırın 3



Şekil 51 Fırın 3 Isıtma ve Soğutma Değerleri



Şekil 52 Fırın 3 Hat Elektrik Motoru



Şekil 53 Sürekli Fırın 4



Şekil 54 Fırın 4 Isıtma ve Soğutma Değerleri



Şekil 55 Sürekli Fırın 5



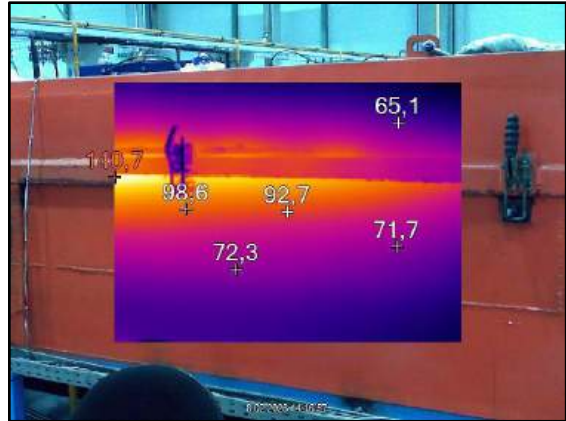
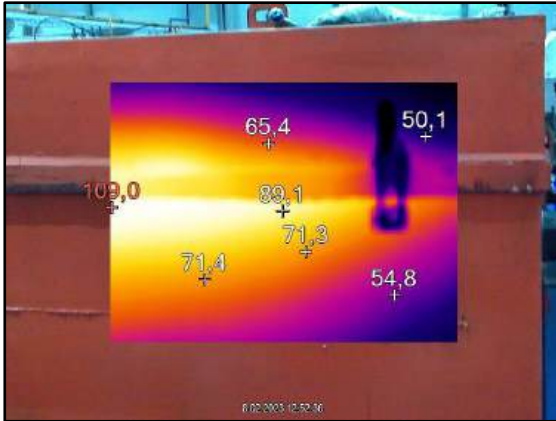
Şekil 56 Fırın 5 Isıtma ve Soğutma Değerleri

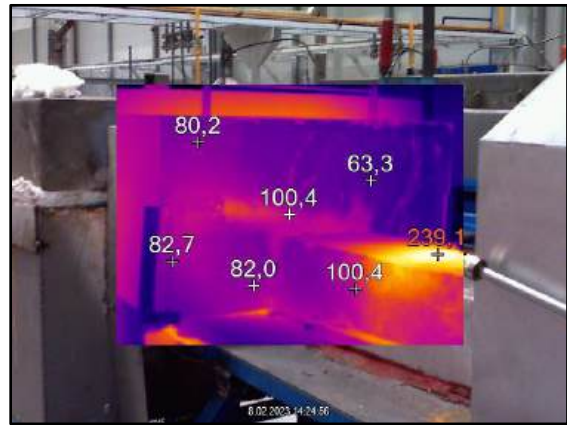
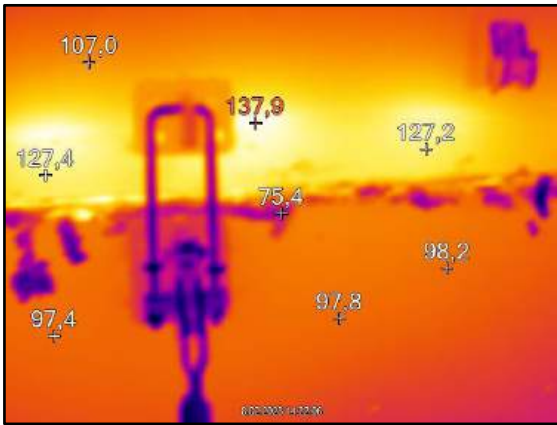
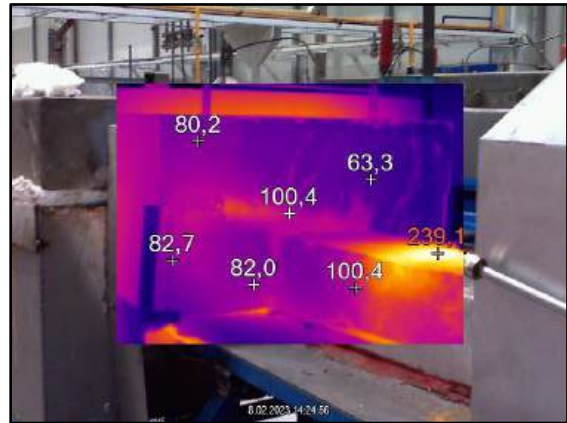
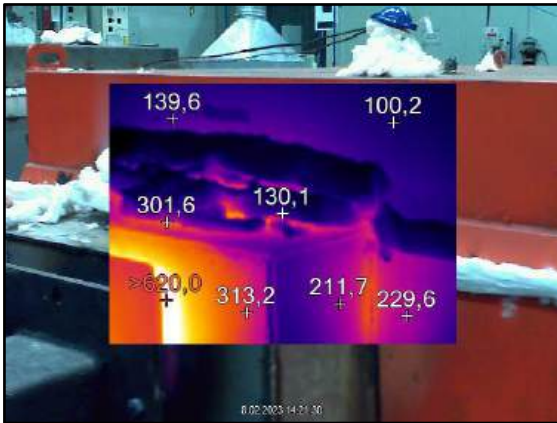
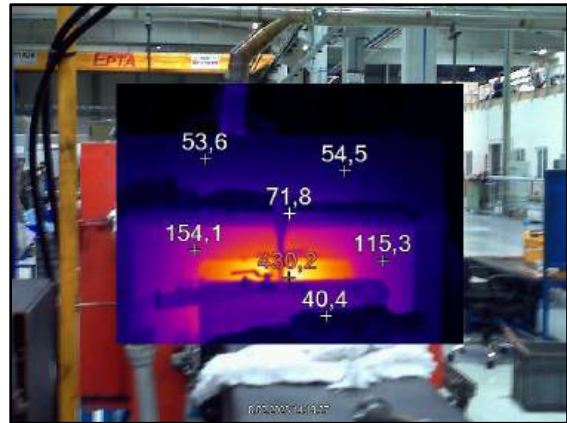
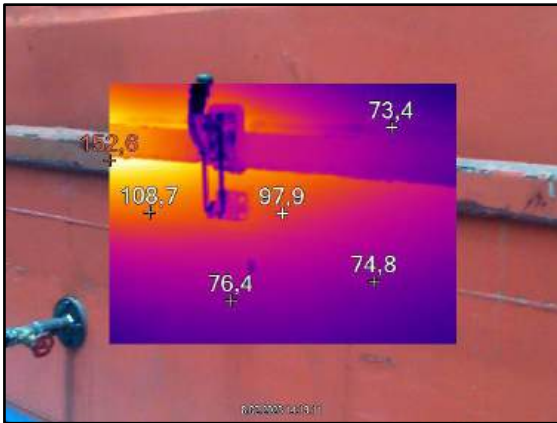
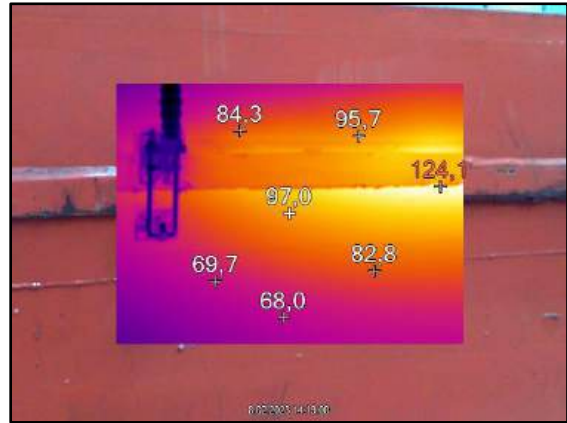
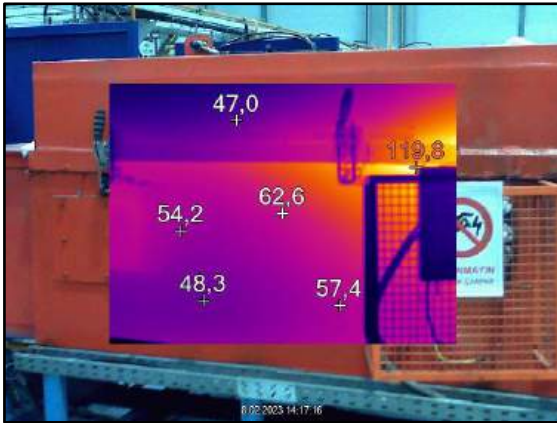


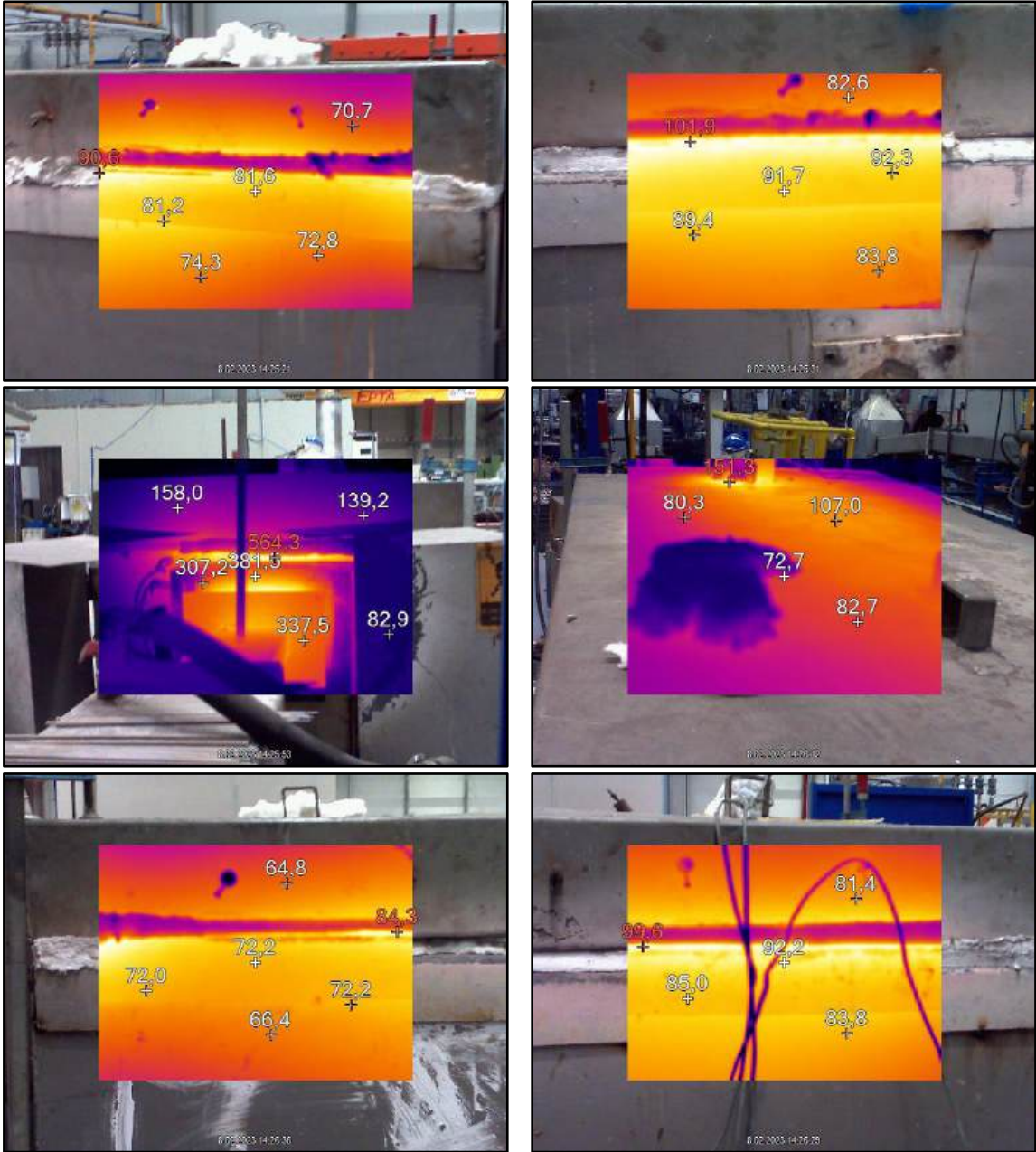
Şekil 57 Fırın 6

4.1.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER

Fırınlara genelinde termal görüntüleme yapılmıştır. Yapılan termal görüntülemelerde ısı kayıplarının olduğu tespit edilmiştir. Termal görüntülemeler aşağıda verilmiştir.







Şekil 58 Fırın Yüzeyleri Genel Termal Görüntüleme

4.1.3. DEĞERLENDİRMELER VE HESAPLAMALAR

Fırınlara uygun sıcaklıklarda olması için doğalgazlı ısıtıcılar kullanılmaktadır. Termal incelemelerdeki ısı kayıplarının, fırınların yüzeylerinin yalıtılması ile giderilerek enerji tasarrufu sağlanabilecektir.

Temas edilen yüzeylerin sıcaklıkları düşürülerek işçi sağlığı açısından ciddi tehlikeler meydana getirmekte, aynı zamanda önemli miktarda doğalgaz sarfiyatına neden olmaktadır.

Yalıtılma ait izolasyon öncesi ve izolasyon uygulandıktan sonraki yüzey sıcaklığı tablosu aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 20 Mevcut Durumda Yüzey Sıcaklığı ve İzolasyon Sonrası Yüzey Sıcaklığı Tablosu

FIRINLAR	YALITIM MALZEMESİ				İZOLASYON VERİLERİ				
	Isı İletkenlik katsayısı	Kalınlığı	Emissivite	B Katsayısı	Mevcut Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	İzolasyon Sonrası Yüzey Sıcaklığı	Q _{kondüksiyon}	Q _{rad.+konveksiyon}
	W/m°C	mm	E		°C	°C	°C	W/m ²	W/m ²
Fırın 1	0,033	40	0,92	1,45	89	18,5	25,32	52,54	52,54
Fırın 2	0,033	40	0,92	1,45	76	18,5	24,15	42,77	42,77
Fırın 3	0,033	40	0,92	1,45	78	18,5	24,34	44,27	44,27
Fırın 4	0,033	40	0,92	1,45	84	18,5	24,87	48,78	48,78
Fırın 5	0,033	40	0,92	1,45	78	18,5	24,34	44,27	44,27

Tablo 21 Yüzeylerin Yalıtım Öncesi Mevcut Durum Enerji Tüketimi

FIRINLAR	UYGULAMA ÖNCESİ MEVCUT DURUM										
	Toplam Alan	Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	Mevcut Yüzey Malzemesi Emissivite Katsayısı	Ur	Qr	Uc	Qc	Qkayıp	Mevcut Isı Ünitesi Verimi	Yakıt Tüketimi
	m ²	°C	°C		W/m ² °C	W	W/m ² °C	W	kWh	%	kWh
Fırın 1	9,28	89	18,5	0,85	6,81	4455,37	4,2	2747,81	7,2	90%	8,00
Fırın 2	8,80	76	18,5	0,85	6,39	3233,34	3,99	2018,94	5,25	90%	5,83
Fırın 3	9,00	78	18,5	0,85	6,46	3459,33	4,03	2158,07	5,62	90%	6,24
Fırın 4	9,20	84	18,5	0,85	6,65	4007,29	4,13	2488,74	6,5	90%	7,22
Fırın 5	11,00	78	18,5	0,85	6,46	4228,07	4,03	2637,64	6,87	90%	7,63
TOPLAM	47,28										34,92

Tablo 22 Yüzeylerin Yalıtımı Sonrası Enerji Tüketimi

FIRINLAR	UYGULAMA SONRASI DURUM										
	Toplam Alan	Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	Yüzey Malzemesi Emissivite Katsayısı	Ur	Qr	Uc	Qc	Qkayıp	Mevcut Isı Ünitesi Verimi	Yakıt Tüketimi
	m ²	°C	°C		W/m ² °C	W	W/m ² °C	W	kWh	%	kWh
Fırın 1	9,28	25,32	18,5	0,92	5,36	339,21	2,34	148,09	0,49	90%	0,54
Fırın 2	8,80	24,15	18,5	0,92	5,33	265,21	2,24	111,46	0,38	90%	0,42
Fırın 3	9,00	24,34	18,5	0,92	5,33	279,91	2,25	118,16	0,40	90%	0,44
Fırın 4	9,20	24,87	18,5	0,92	5,35	313,74	2,3	134,88	0,45	90%	0,50
Fırın 5	11,00	24,34	18,5	0,92	5,33	342,12	2,25	144,42	0,49	90%	0,54
TOPLAM	47,28										2,44

4.1.4. ENERJİ TASARRUFU İMKANLARI VE MİKTARLARI

Tablo 23 Fırın Yüzeylerinin Yalıtılması İle Elde Edilecek Tasarruf Miktarı ve GÖS

Saatlik Tasarruf	32,48	kWh
Devrede Kalma Süresi	6.240	Saat
Yıllık Tasarruf	202.675	kWh
Enerji Birim Fiyatı	0,792	TL/kWh
Mali Tasarruf	160.519	TL
Yatırım Bedeli	450.000	TL
Geri Ödeme Süresi	2,80	Yıl

Yüzeylerin yalıtımı ile saatlik tasarruf miktarı 32,48 kWh hesaplanmıştır. Yalıtımın uygulanması ile yıllık tasarruf miktarı 202.675 kWh ve mali tasarruf 160.519 TL'dir. Yatırımın geri ödeme süresi 2,80 yıldır.

4.2. PRESLER

4.2.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ

Proseste soğuk metal şekillendirme, sıvama işlemleri için eksantrik ve hidrolik presler bulunmaktadır. Makinalar ile ilgili görseller aşağıda verilmiştir.



Şekil 59 Eksantrik Pres 160 Ton



Şekil 60 Eksantrik Pres 200 Ton



Şekil 61 Eksantrik Pres 320 Ton



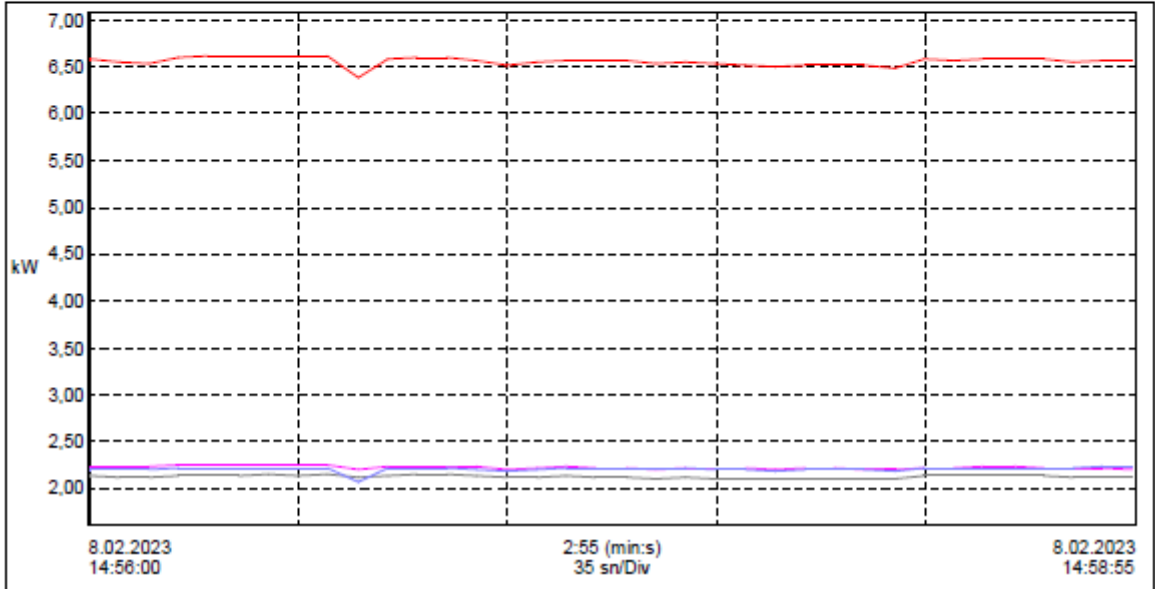
Şekil 62 Hidrolik Presler

4.2.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER

Preslerdeki motorlarda enerji analizörü ile güç ölçümleri yapılmıştır. İlgili motor ve ölçümler aşağıda verilmiştir.



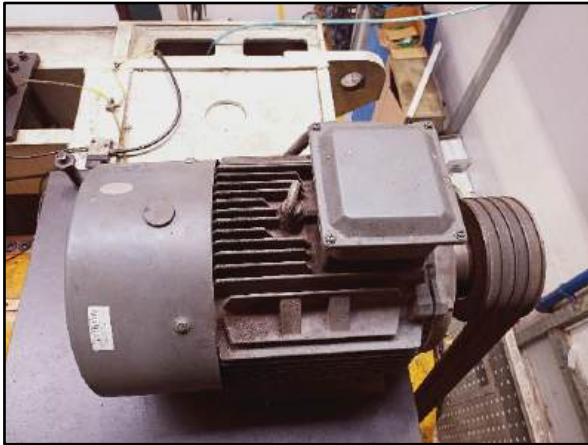
İsim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
W Toplam	8.02.2023	14:56:00	6,559	6,382	6,624	kW	3:00	(min:s)
W1	8.02.2023	14:56:00	2,125	2,096	2,149	kW	3:00	(min:s)
W2	8.02.2023	14:56:00	2,226	2,196	2,255	kW	3:00	(min:s)
W3	8.02.2023	14:56:00	2,208	2,063	2,235	kW	3:00	(min:s)



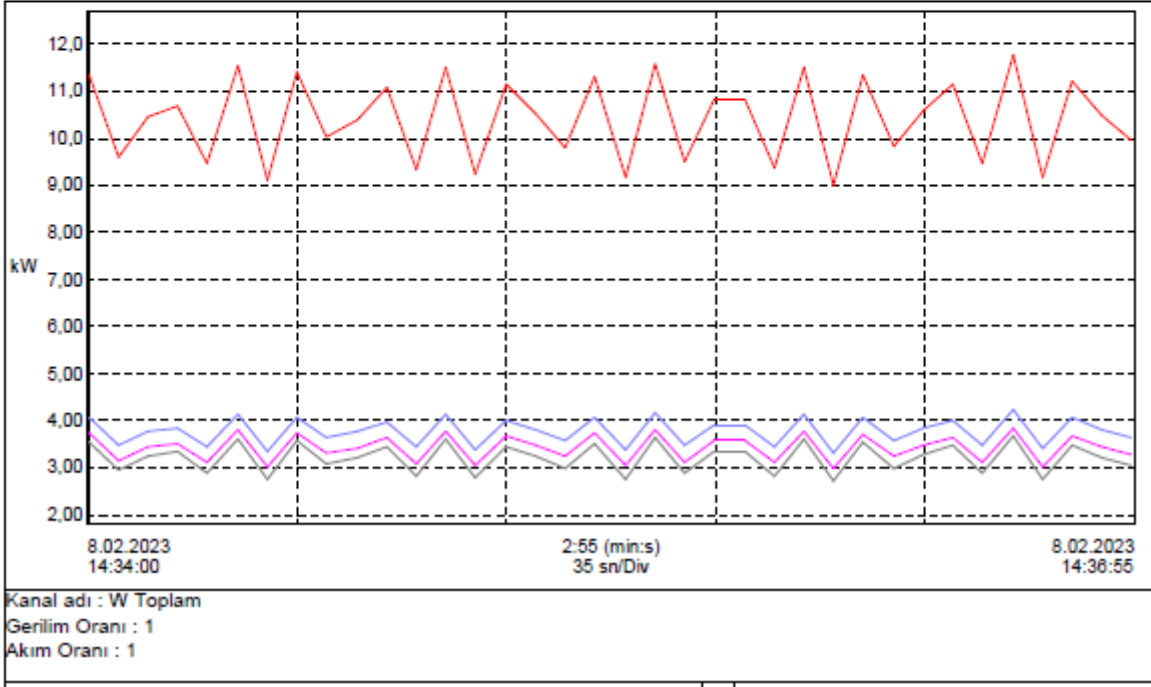
Şekil 63 160 ton eksantrik pres motoru 11 kW



Şekil 64 200 ton eksantrik pres motoru 18,5 Kw



İsim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
W Toplam	8.02.2023	14:34:00	10,40	8,995	11,77	kW	3:00	(min:s)
W1	8.02.2023	14:34:00	3,207	2,708	3,688	kW	3:00	(min:s)
W2	8.02.2023	14:34:00	3,424	2,969	3,852	kW	3:00	(min:s)
W3	8.02.2023	14:34:00	3,771	3,320	4,235	kW	3:00	(min:s)



Şekil 66 Hidrolik pres motoru 11 kW x 2 Adet

Yapılan bu ölçümlere göre motorların verimli motorlar ile değişimi analizi MOTORLAR bölümünde yapılmıştır.

5. ELEKTRİK SİSTEMLERİ

5.1. ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİ

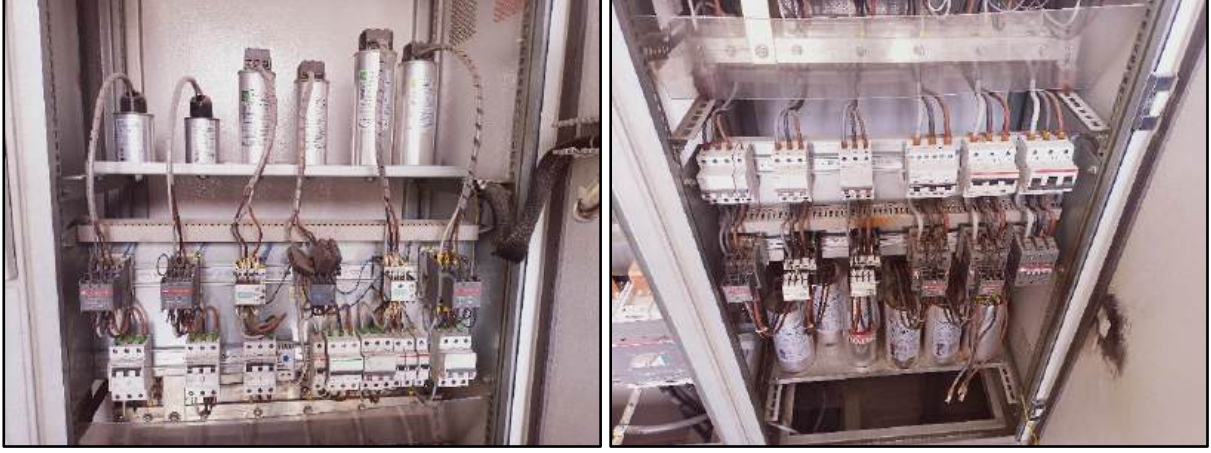
5.1.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFLERİ

EPTA / ESKİŞEHİR işletmesine ait 2 adet 400 kVA güçlerinde hermetik tip transformatörler bulunmaktadır. İşletme 475 KW sözleşme gücüne sahip orta gerilim abonesidir. Tesisteki transformatörün alçak gerilim enerji ana dağıtım noktalarında ana dağıtım şalterleri mevcut olup işletme içerisine bu noktalardan enerji dağılımı sağlanmaktadır. Transformatörleri besleyen kompanzasyon sistemi mevcuttur. Tesisin reaktif cezaya girmemesi için, elektrik sayacının aktif, endüktif reaktif ve kapasitif reaktif enerji değerlerinin takibi sürekli olarak yapılmaktadır. Elektrik sistemlerine ilişkin incelemeler genel olarak; elektrik motorları, aydınlatma sistemi, kompanzasyon sistemi konularında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 67 400 kVA Trafo 1



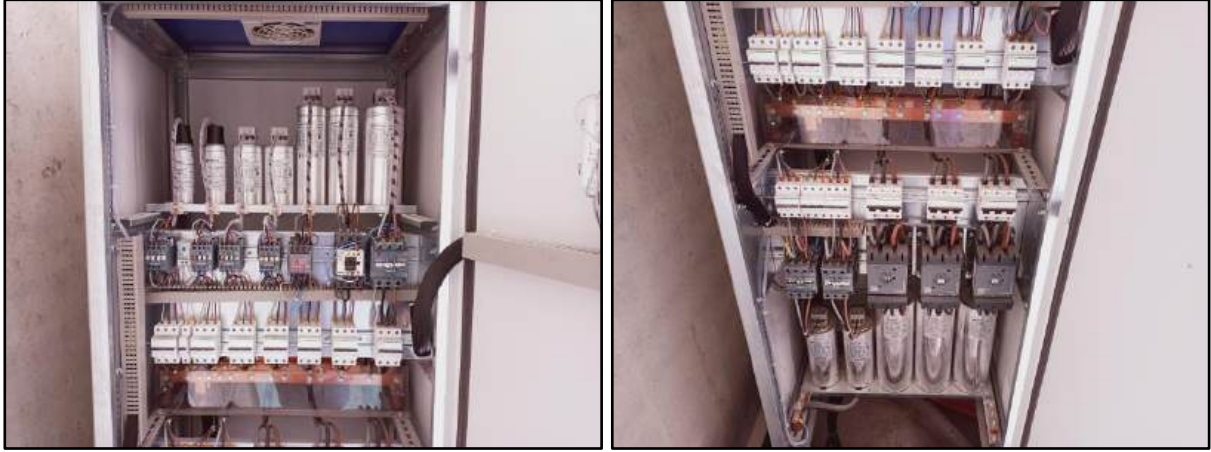


Şekil 68 Adp 1 ve Kompanzasyon



Şekil 69 400 kVA Trafo 2

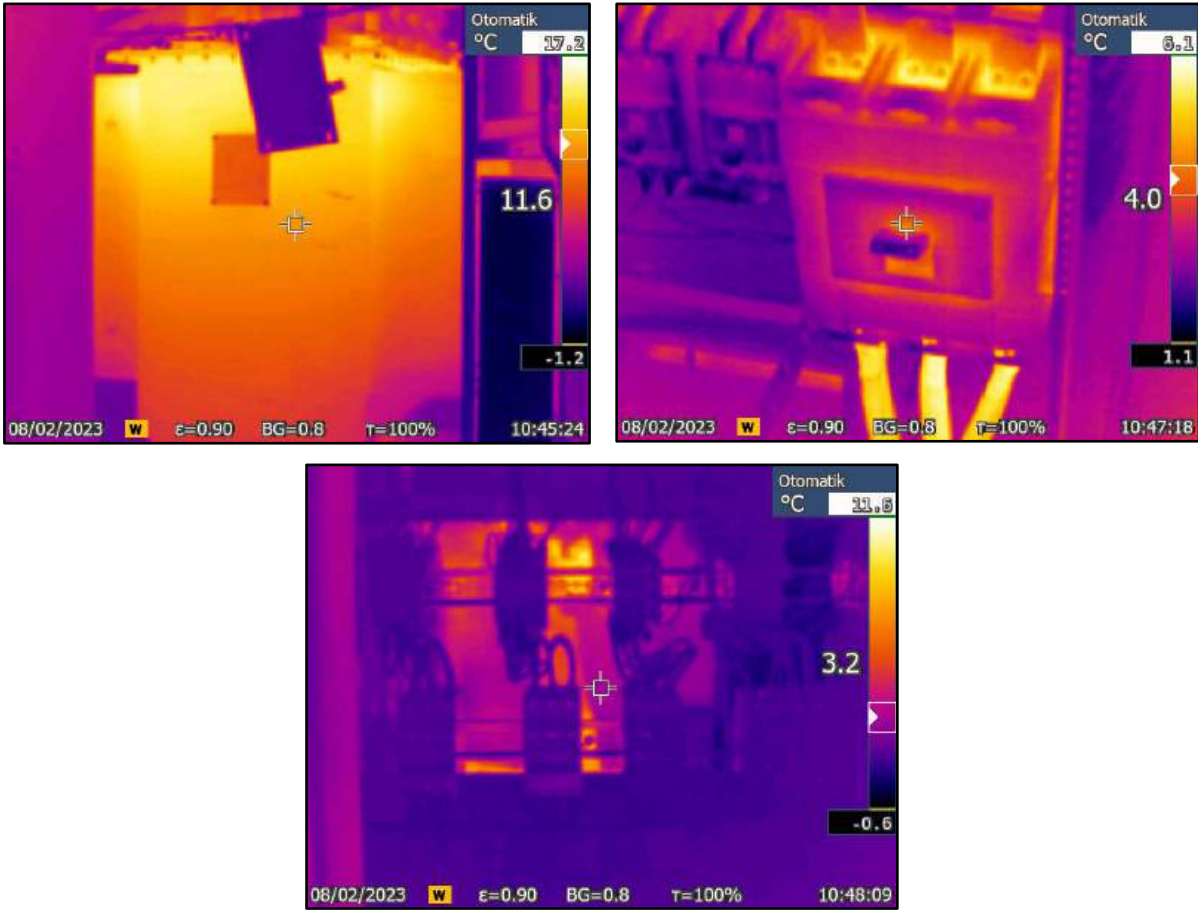




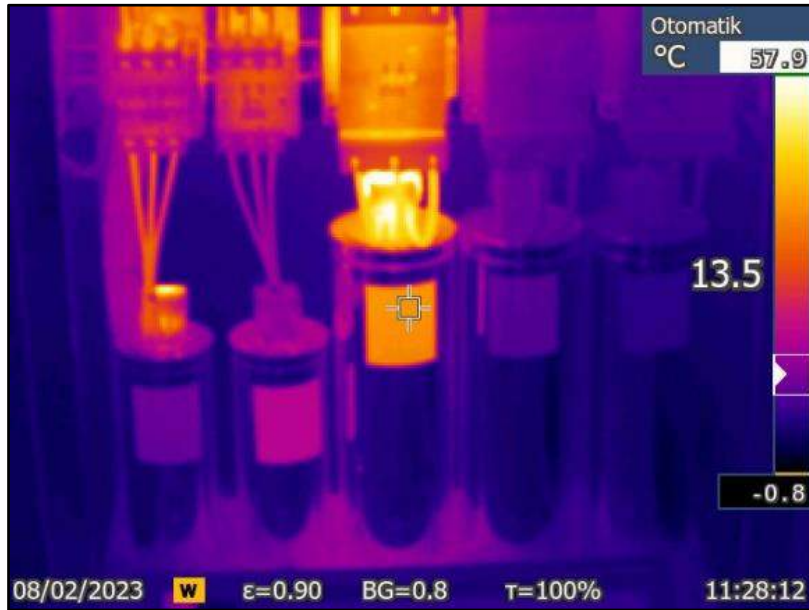
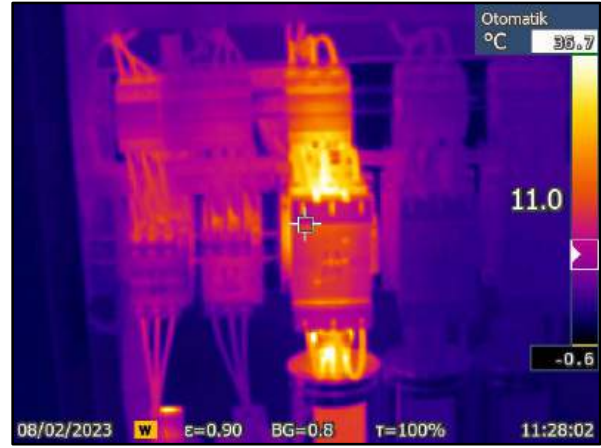
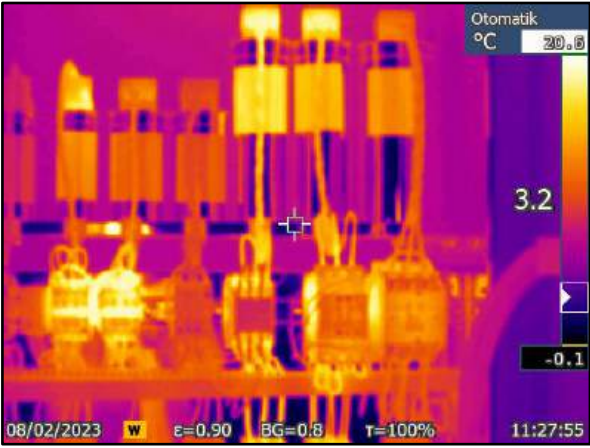
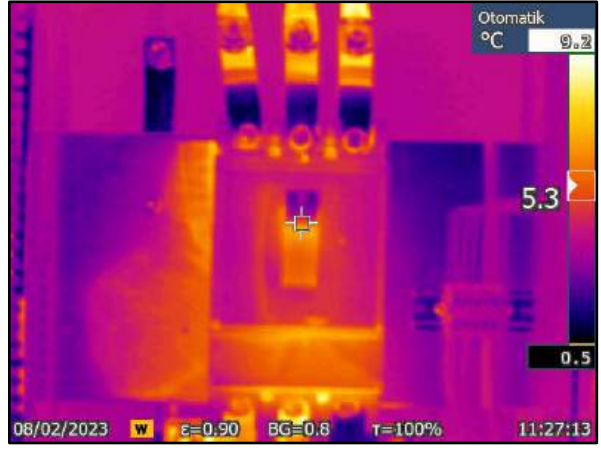
Şekil 70 Adp 2 ve Kompanzasyon

5.1.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER VE ALINAN DEĞERLER

Trafo1ın termal ölçümleri alınarak aşırı ısınma olup olmadığı kontrol edilmiştir. Ayrıca enerji analizörü ile trafolardaki frekans, faz arası gerilim, akım ve güç ölçümleri yapılmıştır.

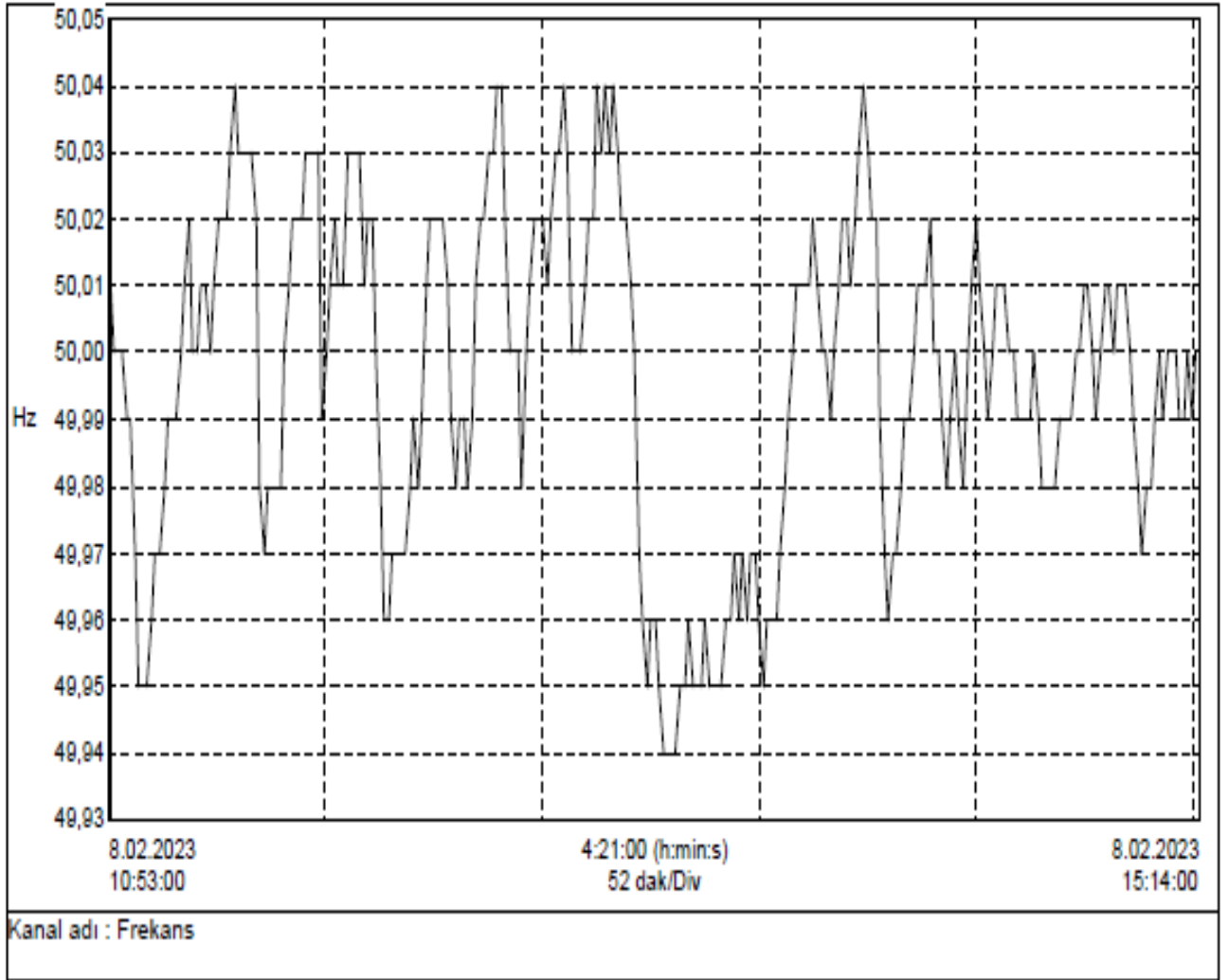


Şekil 71 Trafo 1 – Adp 1 Termal Görüntüler



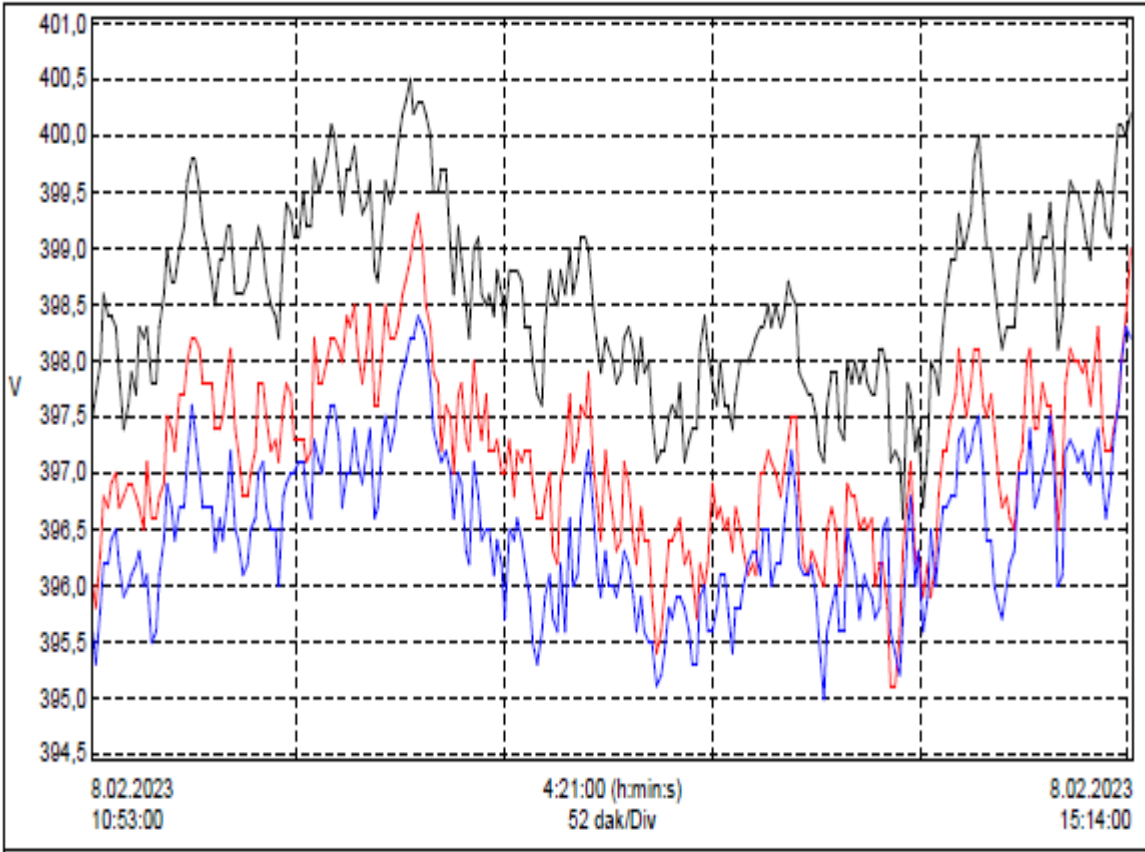
Şekil 72 Trafo 2 – Adp 2 Termal Görüntüleri

İsim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Örnekler	Süre	Birimler
Frekans	8.02.2023	10:53:00	50,00	49,94	50,04	262	4:22:00	(h:min:s)



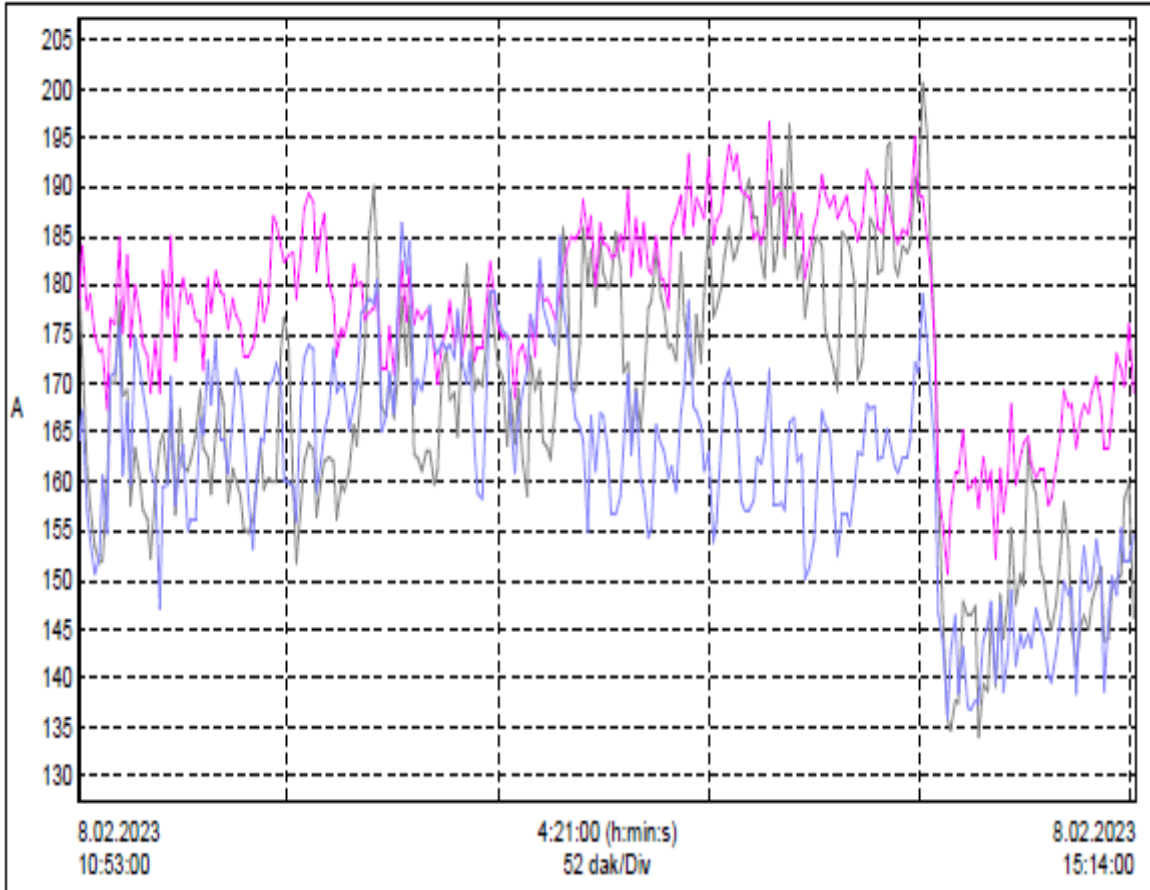
Şekil 73 ADP-1 Frekans ölçümü

İsim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
U1 RMS	8.02.2023	10:53:00	398,6	396,6	400,5	V	4:22:00	(h:min:s)
U2 RMS	8.02.2023	10:53:00	397,1	395,1	399,3	V	4:22:00	(h:min:s)
U3 RMS	8.02.2023	10:53:00	396,5	395,0	398,4	V	4:22:00	(h:min:s)



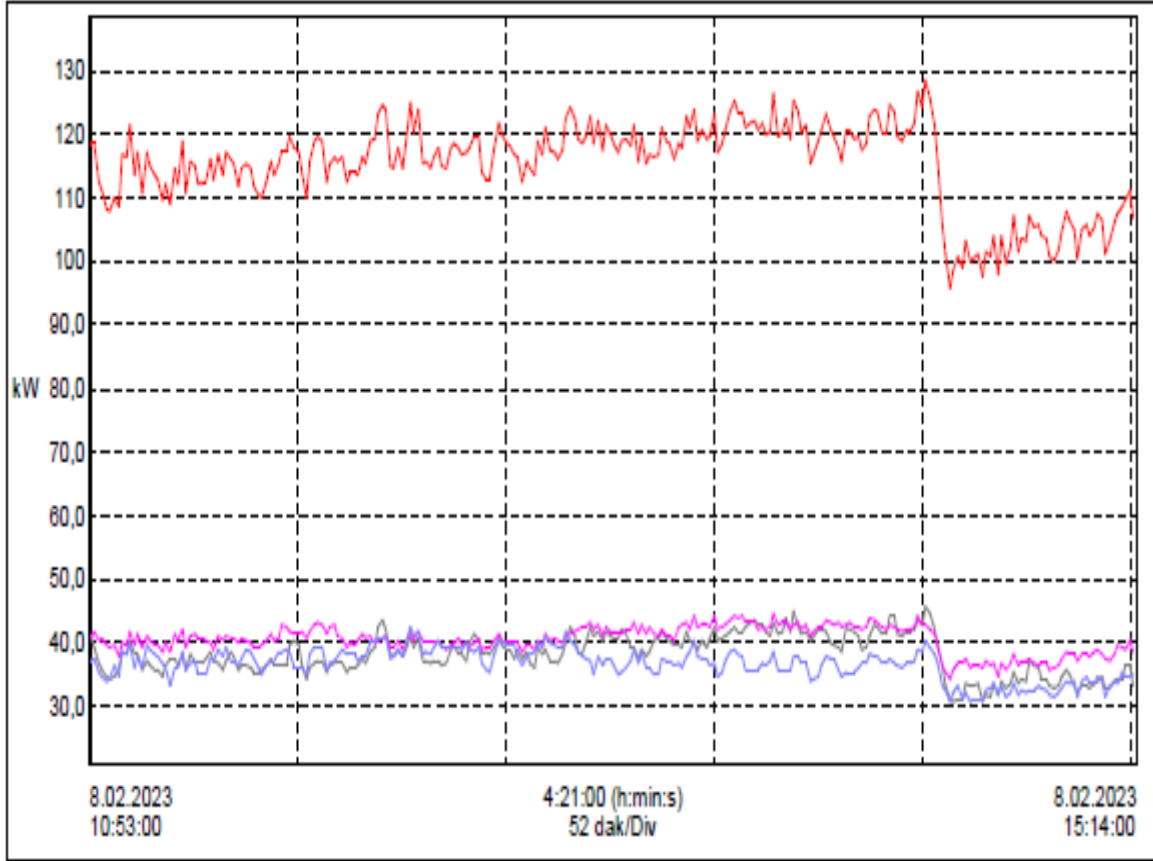
Şekil 74 ADP-1 Faz Arası Gerilim Ölçümü

Isim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
A1 RMS	8.02.2023	10:53:00	167,6	134,1	200,5	A	4:22:00	(h:min:s)
A2 RMS	8.02.2023	10:53:00	178,0	150,7	198,6	A	4:22:00	(h:min:s)
A3 RMS	8.02.2023	10:53:00	162,2	135,8	188,4	A	4:22:00	(h:min:s)



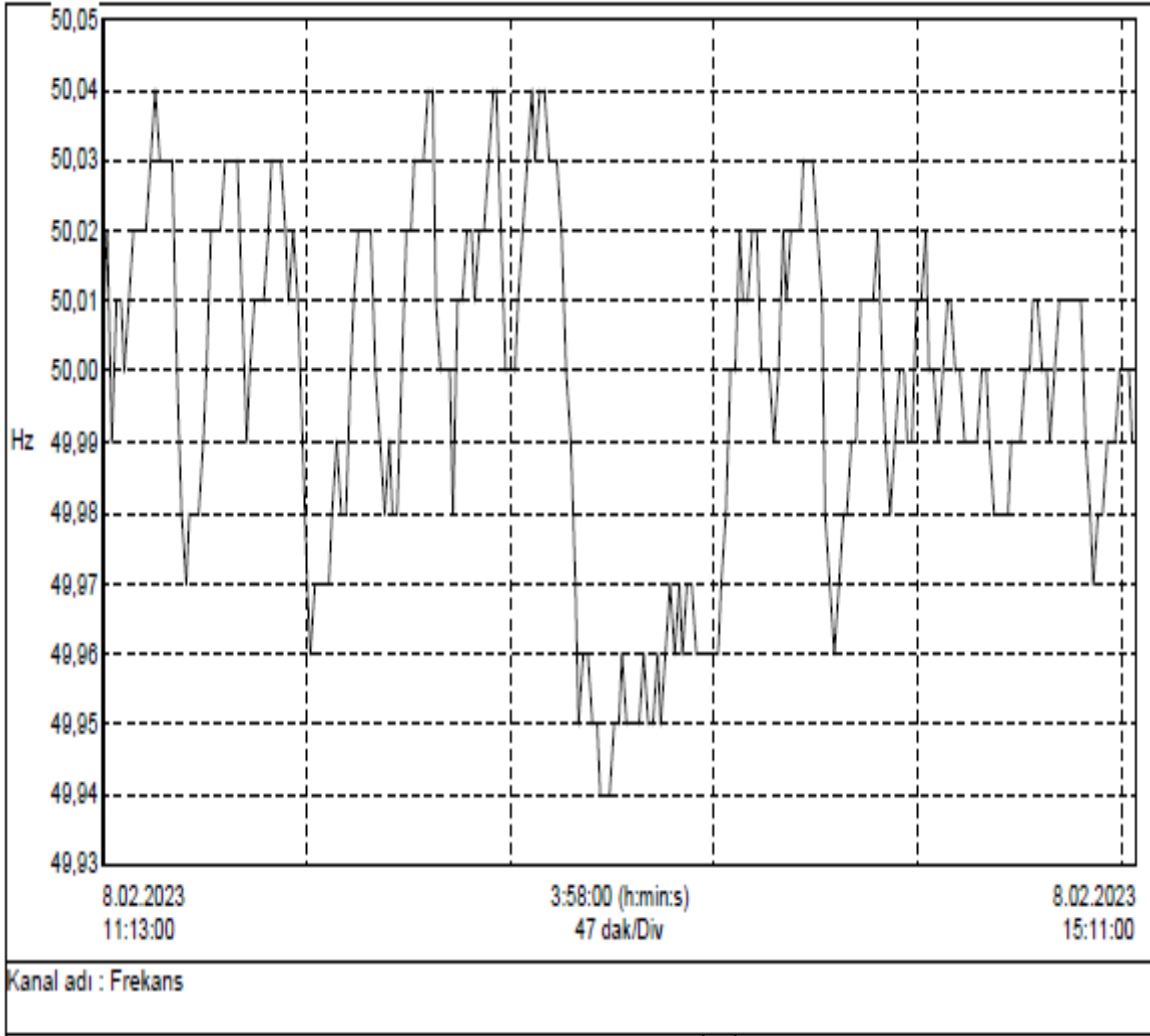
Şekil 75 ADP-1 Akım Ölçümü

Isim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
W Toplam	8.02.2023	10:53:00	115,3	95,82	128,8	kW	4:22:00	(h:min:s)
W1	8.02.2023	10:53:00	38,13	30,55	45,58	kW	4:22:00	(h:min:s)
W2	8.02.2023	10:53:00	40,52	34,29	44,73	kW	4:22:00	(h:min:s)
W3	8.02.2023	10:53:00	36,62	30,63	42,35	kW	4:22:00	(h:min:s)



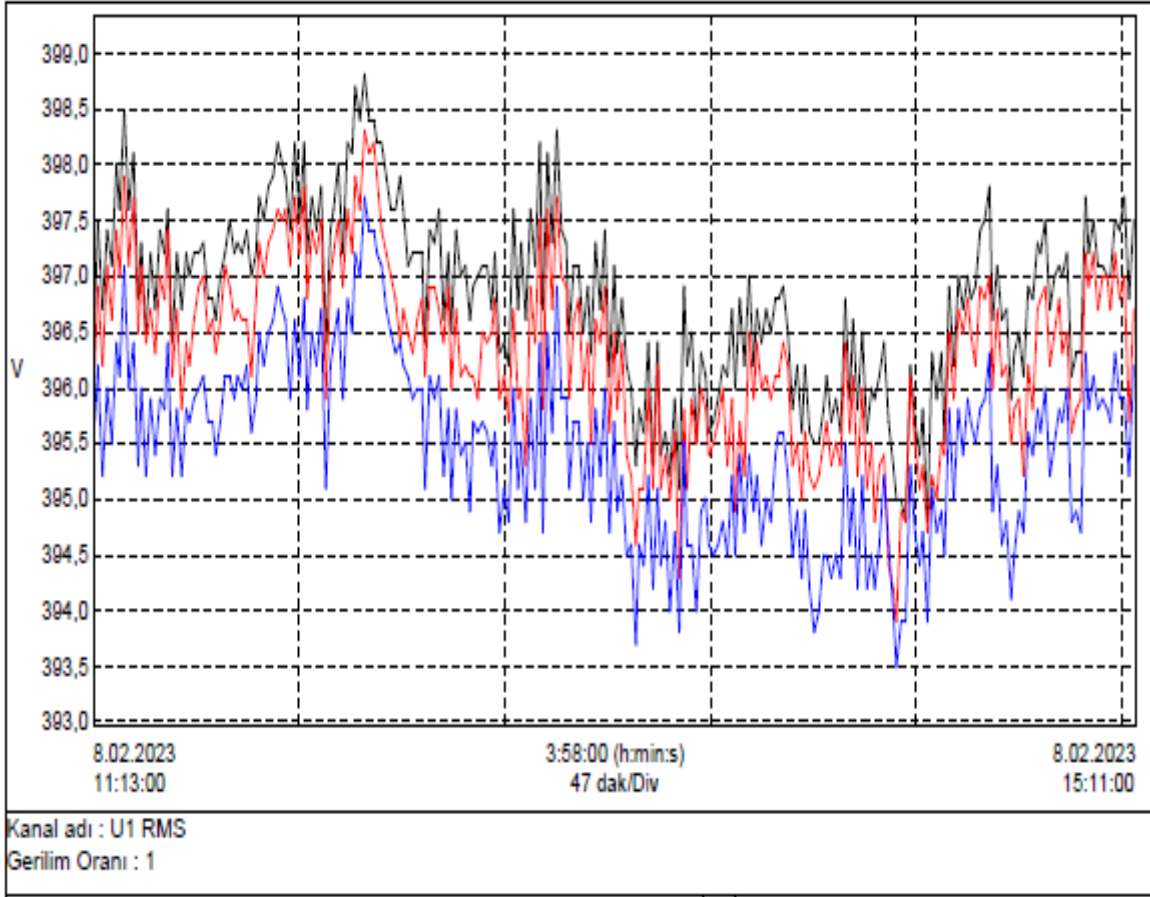
Şekil 76 ADP-1 Güç Ölçümü

İsim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Örnekler	Süre	Birimler
Frekans	8.02.2023	11:13:00	50,00	49,94	50,04	239	3:59:00	(h:min:s)



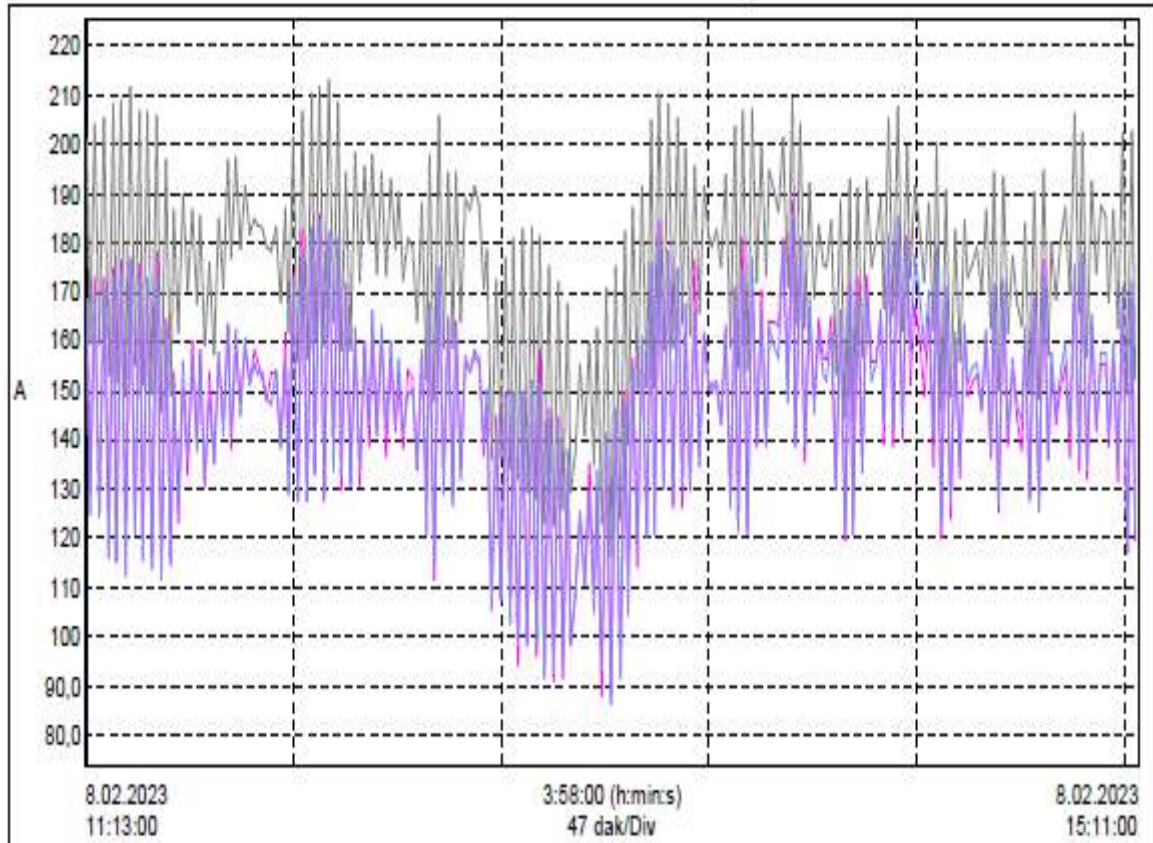
Şekil 77 ADP-2 Frekans ölçümü

İsim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
U1 RMS	8.02.2023	11:13:00	396,8	394,8	398,8	V	3:59:00	(h:min:s)
U2 RMS	8.02.2023	11:13:00	396,3	393,9	398,3	V	3:59:00	(h:min:s)
U3 RMS	8.02.2023	11:13:00	395,4	393,5	397,7	V	3:59:00	(h:min:s)



Şekil 78 ADP-2 Faz Arası Gerilim Ölçümü

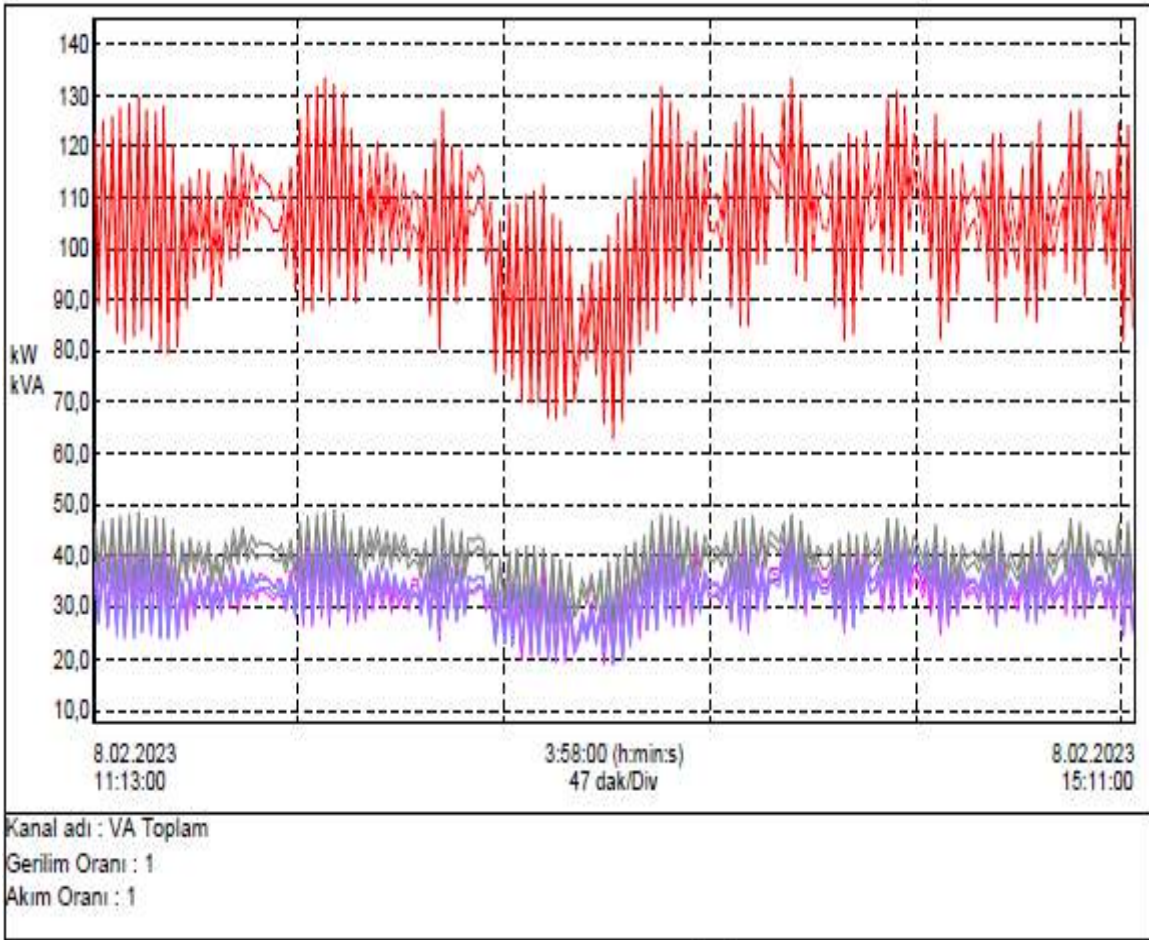
Isim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
A1 RMS	8.02.2023	11:13:00	175,5	116,8	212,9	A	3:59:00	(h:min:s)
A2 RMS	8.02.2023	11:13:00	146,7	88,30	188,8	A	3:59:00	(h:min:s)
A3 RMS	8.02.2023	11:13:00	146,9	86,80	188,1	A	3:59:00	(h:min:s)



Kanal adı : A1 RMS
Akım Oranı : 1

Şekil 79 ADP-2 Akım Ölçümü

İsim	Tarih	Zaman	ORT	MIN.	MAKS	Birimler	Süre	Birimler
VA Toplam	8.02.2023	11:13:00	107,3	66,88	133,4	kVA	3:59:00	(h:min:s)
VA1	8.02.2023	11:13:00	40,23	26,81	48,91	kVA	3:59:00	(h:min:s)
VA2	8.02.2023	11:13:00	33,56	20,24	43,05	kVA	3:59:00	(h:min:s)
VA3	8.02.2023	11:13:00	33,54	19,80	42,40	kVA	3:59:00	(h:min:s)
W Toplam	8.02.2023	11:13:00	101,1	63,14	127,0	kW	3:59:00	(h:min:s)
W1	8.02.2023	11:13:00	38,10	25,43	46,80	kW	3:59:00	(h:min:s)
W2	8.02.2023	11:13:00	31,27	18,80	40,85	kW	3:59:00	(h:min:s)
W3	8.02.2023	11:13:00	31,73	18,80	40,43	kW	3:59:00	(h:min:s)



Şekil 80 ADP-2 Güç Ölçümü

5.1.3. HESAPLAMALAR VE DEĞERLENDİRMELER

Trafodan ölçümler alınmış olup ortalama değerleri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 24 Trafo Listesi

TRAFO	Güç kW	Akım A	Gerilim V	Frekans Hz	Güç Faktörü CosF
TRAFO 1 -400 kVA	115,3	169,3	397,4	50	0,988
TRAFO 2 -400 kVA	101,1	156,4	396,2	50	0,946

Yapılan incelemelerde trafo, pano sıcaklıklarında olumsuzluklara rastlanmamıştır. Trafodaki diğer değerlerinde normal aralıklar içinde olduğu gözlemlenmiştir.

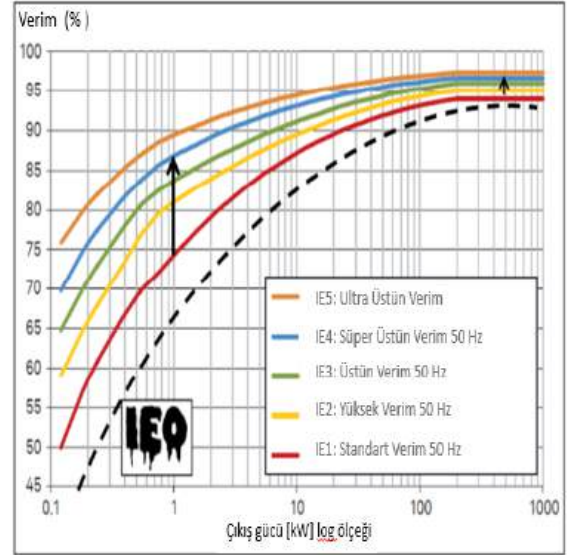
5.2. MOTORLAR

5.2.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFİ

Yerleşke genelindeki prosese bağlı makine, pompa ve fan motorları incelenmiş olup elektrik motorlarının bazılarının IE1-IE2 verim sınıflı motorlar olduğu görülmüş, verimlilik sınıfı daha yüksek olan IE3-IE4 sınıfı motorlarla yenilenmesi durumunda enerji tasarrufu sağlanacağı hesaplar neticesinde tespit edilmiştir.

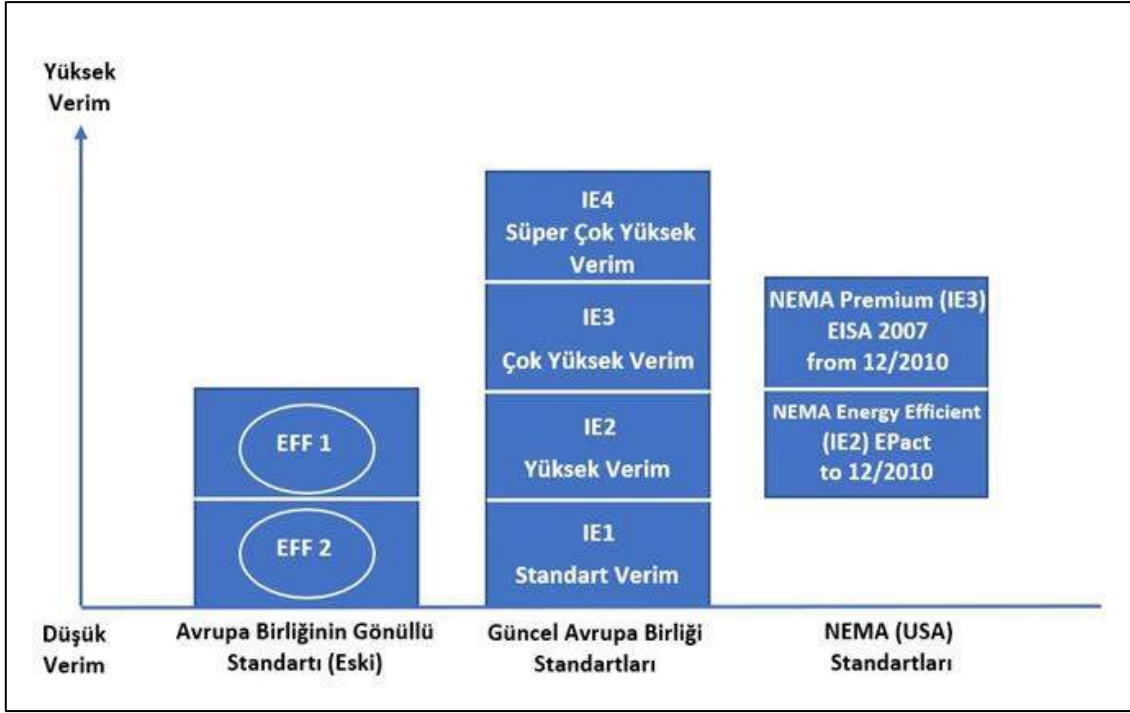
Yüksek verimli motorların sahip oldukları özellikler şunlardır:

- Sargıda %20 –60 daha fazla bakır
- Gövdede %35 daha fazla çelik
- Daha ince çelik laminentler
- Yüksek kalitede elektriksel çelik
- Daha verimli rotor tasarımı
- Düşürülmüş sargı ve sürtünme kayıpları ve ek kayıplar
- Daha uzun gövdeden dolayı düşürülmüş direnç(I2R) kayıpları
- Rotor ve stator arasında optimum hava boşluğu
- Daha az mekanik tolerans



Aşağıda uluslararası standartlar doğrultusunda hazırlanmış

olan motor verim sınıflarının karşılaştırması bilgilendirme amacıyla verilmiştir:



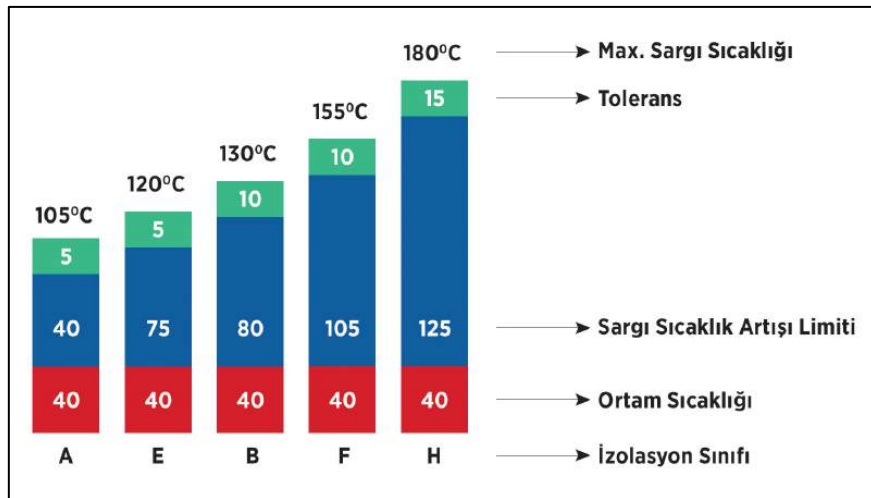
Şekil 81 Motor Verimlilik Sınıfı Karşılaştırmaları

5.2.2. YAPILAN ÖLÇÜMLER, HESAPLAMALAR

İşletmede enerji tasarruf potansiyeli yüksek olan elektrik motorları incelenmiş ve detaylı ölçümleri yapılmıştır. Motorların yıllık çalışma süreleri tesisten alınmıştır. Motorların görselleri ve ölçümleri çalışma bölümlerinde verilmiştir.

5.2.3. MOTORLARDAKİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖNERİLERİ

EPTA İşletmesinde bulunan motorlarda yapılan ölçüm sonuçlarına göre enerji verimliliği ile ilgili öneriler sunulmuştur. Öncelikle motorların termal görüntülemelerinden çıkan yüzey sıcaklıklarının normal seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Motorlardaki izolasyon sınıfına göre maksimum sargı sıcaklıkları ile ilgili grafik verilmiştir.



Şekil 82 Motorlardaki İzolasyon Sınıflarına Göre Sıcaklıklar

5.2.4. MEVCUT MOTORLARIN IE4 VERİMLİ MOTORLAR İLE DEĞİŞİMİ

Tesisteki düşük verimli motorların güç ölçümleri yapılmış olup, daha yüksek verimli IE3-IE4 motorlar ile değişimleri sonucunda oluşacak enerji verimliliği ile ilgili hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 25 160 Ton Eksantrik Pres Motor Plaka Verileri

MOTOR TANITIM ETİKETİ			
Marka	Tip / Model		COS ϕ
WAT	-		-
Güç (kW)	Anma Gerilimi (V)	Anma Akımı (A)	HZ
11	380	22,6	50
Kutup Sayısı	Devir (d/dk)	Yıl	Verimlilik Sınıfı
4	1460	2013	IE2

Tablo 26 160 Ton Eksantrik Pres Motor Ölçüm Verileri

ÖLÇÜM VERİLERİ					
A	Akım Ölçümü I1 (A)	9,68	H	Gerilim Ölçümü V1 (Volt)	394,0
B	Akım Ölçümü I2 (A)	10,22	I	Gerilim Ölçümü V2 (Volt)	392,8
C	Akım Ölçümü I3 (A)	10,12	J	Gerilim Ölçümü V3 (Volt)	394,5
$D=(A+B+C)/3$	Ortalama Akım I (A)	10,01	$K=(H+I+J)/3$	Ortalama Gerilim V (Volt)	393,8
E	Maksimum Güç (kW)	6,62	L	Devir (d/dk)	1.500
F	Minimum Güç (kW)	6,38	M	Maks. Yüzey Sıcaklığı (°C)	31,8
G	Ortalama Güç (kW)	6,56	N	Min. Yüzey Sıcaklığı (°C)	30,0

Tablo 27 160 Ton Eksantrik Pres Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı

MEVCUT MOTOR			
A	Güç (kW) - Etiket	11	kW
B	Motor Devri -Etiket	1.460	d/dk
C	Güç (kW) - Ölçüm	6,56	kW
D	Motor Devri -Ölçüm	1.500	d/dk
E	Verimlilik Sınıfı	IE2	
F	Motor Verimi	92,0	%
$G = C.F/A$	Çalışma Yüğü	54,9	%
ϕ	Cos ϕ	0,96	
YÜKSEK VERİMLİ MOTOR			
H	Güç	11	kW
I	Motor Devri	1.500	d/dk
J	Verimlilik Sınıfı	IE4	
K	Motor Verimi	93,3	%

ENERJİ TASARRUFU			
L	Yıllık Çalışma Süresi	6.240	saat
$M = C - (H.G/K)$	Güç Tasarrufu	0,09	kWe
N	Motor Miktarı	1	adet
$O = M.L.N$	Enerji Tasarrufu	562	kWh
$P=O.(0,503)/1000$	Emisyon Azaltma Miktarı	0,28	Ton.CO ₂ eşd.

Tablo 28 160 Ton Eksantrik Pres Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı

FORMÜL	AÇIKLAMA	HESAPLAR
A	Enerji Tasarrufu kWh	562
B	Elektrik Enerji Fiyatı (TL/kWh)	3,908
$C=A.B$	Toplam Tasarruf (TL)	2.196
D	Yeni Motor Fiyatı (TL)	14.603
F	Motor Miktarı (adet)	1
$G=D.F$	Toplam Yatırım Maliyeti (TL)	14.603
$H=G/C$	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)	6,6

Tablo 29 200 Ton Eksantrik Pres Motor Plaka Verileri

MOTOR TANITIM ETİKETİ			
Marka	Tip / Model		COS ϕ
Siemens	1TL0001-1EB2		0,85
Güç (kW)	Anma Gerilimi (V)	Anma Akımı (A)	HZ
18,5	380	36,5	50
Kutup Sayısı	Devir (d/dk)	Yıl	Verimlilik Sınıfı
4	1465	2018	IE2

ÖLÇÜM VERİLERİ					
A	Akım Ölçümü I1 (A)	20,08	H	Gerilim Ölçümü V1 (Volt)	394,0
B	Akım Ölçümü I2 (A)	20,44	I	Gerilim Ölçümü V2 (Volt)	392,8
C	Akım Ölçümü I3 (A)	19,71	J	Gerilim Ölçümü V3 (Volt)	394,5
$D=(A+B+C)/3$	Ortalama Akım I (A)	20,08	$K=(H+I+J)/3$	Ortalama Gerilim V (Volt)	393,8
E	Maksimum Güç (kW)	16,50	L	Devir (d/dk)	1.500
F	Minimum Güç (kW)	10,60	M	Maks. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-
G	Ortalama Güç (kW)	12,60	N	Min. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-

Tablo 30 200 Ton Eksantrik Pres Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı

MEVCUT MOTOR			
A	Güç (kW) - Etiket	18,5	kW
B	Motor Devri -Etiket	1.465	d/dk
C	Güç (kW) - Ölçüm	12,60	kW
D	Motor Devri -Ölçüm	1.500	d/dk
E	Verimlilik Sınıfı	IE2	
F	Motor Verimi	91,2	%
$G = C.F/A$	Çalışma Yüğü	62,1	%
φ	Cos φ	0,92	
YÜKSEK VERİMLİ MOTOR			
H	Güç	18,5	kW
I	Motor Devri	1.500	d/dk
J	Verimlilik Sınıfı	IE4	
K	Motor Verimi	94,2	%
ENERJİ TASARRUFU			
L	Yıllık Çalışma Süresi	6.240	saat
$M = C - (H.G/K)$	Güç Tasarrufu	0,40	kWe
N	Motor Miktarı	1	adet
$O = M.L.N$	Enerji Tasarrufu	2.496	kWh
$P=O.(0,503)/1000$	Emisyon Azaltma Miktarı	1,26	Ton.CO ₂ eşd.

Tablo 31 200 Ton Eksantrik Pres Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı

FORMÜL	AÇIKLAMA	HESAPLAR
A	Enerji Tasarrufu kWh	2.496
B	Elektrik Enerji Fiyatı (TL/kWh)	3,908
$C=A.B$	Toplam Tasarruf (TL)	9.754
D	Yeni Motor Fiyatı (TL)	21.975
F	Motor Miktarı (adet)	1
$G=D.F$	Toplam Yatırım Maliyeti (TL)	21.975
$H=G/C$	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)	2,3

Tablo 32 320 Ton Eksantrik Pres Motor Plaka Verileri

MOTOR TANITIM ETİKETİ			
Marka	Tip / Model		COS φ
Siemens	1TL0001-2BB0		0,86
Güç (kW)	Anma Gerilimi (V)	Anma Akımı (A)	HZ
37	380	71	50
Kutup Sayısı	Devir (d/dk)	Yıl	Verimlilik Sınıfı
4	1475	2015	IE2

ÖLÇÜM VERİLERİ					
A	Akım Ölçümü I1 (A)	48,28	H	Gerilim Ölçümü V1 (Volt)	395,1
B	Akım Ölçümü I2 (A)	48,99	I	Gerilim Ölçümü V2 (Volt)	394,0
C	Akım Ölçümü I3 (A)	46,86	J	Gerilim Ölçümü V3 (Volt)	393,4
$D=(A+B+C)/3$	Ortalama Akım I (A)	48,0	$K=(H+I+J)/3$	Ortalama Gerilim V (Volt)	394,2
E	Maksimum Güç (kW)	34,04	L	Devir (d/dk)	1.475
F	Minimum Güç (kW)	15,54	M	Maks. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-
G	Ortalama Güç (kW)	28,86	N	Min. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-

Tablo 33 320 Ton Eksantrik Pres Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı

MEVCUT MOTOR			
A	Güç (kW) - Etiket	37	kW
B	Motor Devri -Etiket	1.475	d/dk
C	Güç (kW) - Ölçüm	28,86	kW
D	Motor Devri -Ölçüm	1.475	d/dk
E	Verimlilik Sınıfı	IE2	
F	Motor Verimi	92,7	%
$G = C.F/A$	Çalışma Yüğü	72,3	%
φ	Cos φ	0,88	
YÜKSEK VERİMLİ MOTOR			
H	Güç	37	kW
I	Motor Devri	1.475	d/dk
J	Verimlilik Sınıfı	IE4	
K	Motor Verimi	95,2	%
ENERJİ TASARRUFU			
L	Yıllık Çalışma Süresi	6.240	saat
$M = C - (H.G/K)$	Güç Tasarrufu	0,76	kWe
N	Motor Miktarı	1	adet
$O = M.L.N$	Enerji Tasarrufu	4.742	kWh
$P=O.(0,503)/1000$	Emisyon Azaltma Miktarı	2,39	Ton.CO ₂ eşd.

Tablo 34 320 Ton Eksantrik Pres Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı

FORMÜL	AÇIKLAMA	HESAPLAR
A	Enerji Tasarrufu kWh	4.742
B	Elektrik Enerji Fiyatı (TL/kWh)	3,91
$C=A.B$	Toplam Tasarruf (TL)	18.532
D	Yeni Motor Fiyatı (TL)	36.875
F	Motor Miktarı (adet)	1
$G=D.F$	Toplam Yatırım Maliyeti (TL)	36.875
$H=G/C$	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)	2,0

Tablo 35 Hidrolik Presler Motor Plaka Verileri

MOTOR TANITIM ETİKETİ			
Marka	Tip / Model		COS ϕ
WAT	QU 160M4B		0,84
Güç (kW)	Anma Gerilimi (V)	Anma Akımı (A)	HZ
11	380	23	50
Kutup Sayısı	Devir (d/dk)	Yıl	Verimlilik Sınıfı
4	1450	-	IE1

ÖLÇÜM VERİLERİ					
A	Akım Ölçümü I1 (A)	15,29	H	Gerilim Ölçümü V1 (Volt)	393,6
B	Akım Ölçümü I2 (A)	16,16	I	Gerilim Ölçümü V2 (Volt)	392,5
C	Akım Ölçümü I3 (A)	17,67	J	Gerilim Ölçümü V3 (Volt)	394,1
$D=(A+B+C)/3$	Ortalama Akım I (A)	16,37	$K=(H+I+J)/3$	Ortalama Gerilim V (Volt)	393,40
E	Maksimum Güç (kW)	11,77	L	Devir (d/dk)	1.450
F	Minimum Güç (kW)	8,99	M	Maks. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-
G	Ortalama Güç (kW)	10,40	N	Min. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-

Tablo 36 Hidrolik Presler Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı

MEVCUT MOTOR			
A	Güç (kW) - Etiket	11,0	kW
B	Motor Devri -Etiket	1.450	d/dk
C	Güç (kW) - Ölçüm	10,40	kW
D	Motor Devri -Ölçüm	1.450	d/dk
E	Verimlilik Sınıfı	IE1	
F	Motor Verimi	87,6	%
$G = C.F/A$	Çalışma Yüğü	82,8	%
ϕ	Cos ϕ	0,84	
YÜKSEK VERİMLİ MOTOR			
H	Güç	11,0	kW
I	Motor Devri	1.480	d/dk
J	Verimlilik Sınıfı	IE4	
K	Motor Verimi	93,3	%
ENERJİ TASARRUFU			
L	Yıllık Çalışma Süresi	6.240	saat
$M = C - (H.G/K)$	Güç Tasarrufu	0,64	kWe
N	Motor Miktarı	2	adet
$O = M.L.N$	Enerji Tasarrufu	7.987	kWh
$P=O.(0,503)/1000$	Emisyon Azaltma Miktarı	4,02	Ton.CO ₂ eşd.

Tablo 37 Hidrolik Presler Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı

FORMÜL	AÇIKLAMA	HESAPLAR
A	Enerji Tasarrufu kWh	7.987
B	Elektrik Enerji Fiyatı (TL/kWh)	3,908
C=A.B	Toplam Tasarruf (TL)	31.213
D	Yeni Motor Fiyatı (TL)	14.603
F	Motor Miktarı (adet)	2
G=D.F	Toplam Yatırım Maliyeti (TL)	29.206
H=G/C	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)	0,94

Tablo 38 Kompresör 1 Motor Plaka Verileri

MOTOR TANITIM ETİKETİ			
Marka	Tip / Model		COS ϕ
LEROY SOMER	PLS250MP-T		0,87
Güç (kW)	Anma Gerilimi (V)	Anma Akımı (A)	HZ
90	380	168	50
Kutup Sayısı	Devir (d/dk)	Yıl	Verimlilik Sınıfı
2	2955	-	IE1

ÖLÇÜM VERİLERİ					
A	Akım Ölçümü I1 (A)	115,10	H	Gerilim Ölçümü V1 (Volt)	395,0
B	Akım Ölçümü I2 (A)	112,50	I	Gerilim Ölçümü V2 (Volt)	394,7
C	Akım Ölçümü I3 (A)	110,30	J	Gerilim Ölçümü V3 (Volt)	394,1
$D=(A+B+C)/3$	Ortalama Akım I (A)	112,63	$K=(H+I+J)/3$	Ortalama Gerilim V (Volt)	394,60
E	Maksimum Güç (kW)	83,42	L	Devir (d/dk)	2.955
F	Minimum Güç (kW)	55,01	M	Maks. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-
G	Ortalama Güç (kW)	71,38	N	Min. Yüzey Sıcaklığı (°C)	-

Tablo 39 Kompresör 1 Daha Verimli Motor İle Değişim İçin Enerji Tasarrufu Hesabı

MEVCUT MOTOR			
A	Güç (kW) – Etiket (Önerilen 55kW)	90,0	kW
B	Motor Devri -Etiket	2.955	d/dk
C	Güç (kW) - Ölçüm	71,38	kW
D	Motor Devri -Ölçüm	2.955	d/dk
E	Verimlilik Sınıfı	IE1	
F	Motor Verimi	93,0	%
$G = C.F/A$	Çalışma Yüğü	73,8	%
φ	Cos φ	0,87	
YÜKSEK VERİMLİ MOTOR			
H	Güç	90,0	kW
I	Motor Devri	2.960	d/dk
J	Verimlilik Sınıfı	IE4	
K	Motor Verimi	95,8	%
ENERJİ TASARRUFU			
L	Yıllık Çalışma Süresi	6.240	saat
$M = C - (H.G/K)$	Güç Tasarrufu	2,05	kWe
N	Motor Miktarı	1	adet
$O = M.L.N$	Enerji Tasarrufu	12.792	kWh
$P=O.(0,503)/1000$	Emisyon Azaltma Miktarı	6,43	Ton.CO ₂ eşd.

Tablo 40 Kompresör 1 Motor Daha verimli motorla değişimin finansal hesabı

FORMÜL	AÇIKLAMA	HESAPLAR
A	Enerji Tasarrufu kWh	12.792
B	Elektrik Enerji Fiyatı (TL/kWh)	3,908
$C=A.B$	Toplam Tasarruf (TL)	49.991
D	Yeni Motor Fiyatı (TL)	77.500
F	Motor Miktarı (adet)	1
$G=D.F$	Toplam Yatırım Maliyeti (TL)	77.500
$H=G/C$	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)	1,55

Tablo 41 Motor Değişim Analiz Tablosu

DAHA YÜKSEK VERİMLİ IE4 MOTOR DEĞİŞİMİ ANALİZ TABLOSU															YATIRIM			
No	Görev	Plaka Gücü (kW)	Miktar	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Verim	Ölçülen Tüketim Gücü (kW)	Mevcut Motor Yüğü (%)	Önerilen Motor Verimi	Yeni Motor Verimi	Verimli Motor Tüketim Gücü (kW)	1 Saatlik Tasarruf (kWh)	Çalışma Saati (h)	Yıllık Tasarruf (kWh)	Yıllık Tasarruf (TL)	Birim Yatırım Bedeli	Toplam Yatırım Bedeli	GÖS (Yıl)
1	160 Ton EP	11	1	4 (n=1500)	IE2 (EFF1)	92,0%	6,56	54,87%	IE4	93,3%	6,47	0,09	6.240	562	2.196	14.603	14.603	6,65
2	200 Ton EP	18,5	1	4 (n=1500)	IE2 (EFF1)	91,2%	12,60	62,11%	IE4	94,2%	12,20	0,40	6.240	2.496	9.754	21.975	21.975	2,25
3	320 Ton EP	37	1	4 (n=1500)	IE2 (EFF1)	92,7%	28,86	72,31%	IE4	95,2%	28,10	0,76	6.240	4.742	18.532	36.875	36.875	1,99
4	Hidrolik Pres	11	2	4 (n=1500)	IE1 (EFF2)	87,6%	10,40	82,82%	IE4	93,3%	9,76	0,64	6.240	7.987	31.213	14.603	29.206	0,94
5	Kompresör 1	90	1	2 (n=3000)	IE1 (EFF2)	93,0%	71,38	73,76%	IE4	95,8%	69,29	2,05	6.240	12.792	49.991	77.500	77.500	1,55
TOPLAM			6				130				126	4		28.579	111.686		180.159	1,61

*Etiket değerleri ve benzer çalışma profiline sahip motorlar ile aynı yük oranında kabul edilip tasarruf hesaplamaları yapılmıştır.

Tablo 42 Enerji Verimliliği Uygulaması Ekonomik Analizi Tablosu

Ekonomik Analiz - Verimli Motor Uygulaması			
A	Yatırım Maliyeti	180.159	TL
B	Tasarruf Miktarı	28.579	kWh
C		2,46	TEP
D	Elektrik Birim Fiyatı	3,908	TL/kWh
E=DxB	Tasarruf Tutarı	111.686	TL
F=A/E	Geri Ödeme Süresi	1,61	Yıl

5.3. AYDINLATMA

5.3.1. ÜNİTE VE SİSTEM TARİFLERİ

Tesis içerisinde bulunan armatürler ile ilgili saha incelemeleri gerçekleştirilmiş olup mevcut aydınlatmaların daha yüksek verimli led aydınlatmalar ile değişiminin yapıldığı tespit edilmiştir.

5.4. TARİFE ANALİZİ

İşletmede tek zaman OG sanayi tek terimli tarife kullandığından tarife analizi yapılmaya gerek görülmemiştir.

6. ENERJİ YÖNETİMİ

6.1. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ

Günümüz rekabet ortamında işletmelerin en önemli giderlerinden biri de enerji maliyetleridir. Makro çevrede geliştirilen sürdürülebilir stratejiler, işletmelerin gelişmelere uyum sağlama çabaları ve kaynakları daha etkin ve verimli kullanma zorunluluğu ekseninde, enerji ve enerji verimliliğine bakış açıları da şekillenmektedir. Etkili bir enerji yönetimi için tüketilen enerjinin ölçülmesi, izlenmesi ve yorumlanarak verimsizlik profillerine müdahale edilmesi gerekmektedir. Enerji İzleme Sistemi ile İşletmelerde sıklıkla karşılaşılan aşağıdaki problemlere çözüm getirilmektedir:



Şekil 83 İşletmede Enerji İzleme Sisteminin Geliştirilmesiyle Ortadan Kalkacak Problemler

Binadaki başlıca enerji kullanım düzeylerinin bilinmemesi, verimi artırmak ve maliyetleri düşürmek isteyenlerin de yanlış noktalara eğilmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle doğru izleme noktalarının seçilmesi kritik önem taşımaktadır. Enerji izleme sistemi ile Isıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, prizler, makine ve ekipmanlar, reaktif, su, proses, vb izleme noktalarında çözümler üretilmektedir.

Diğer yandan, mevcutta hiçbir otomasyonu olmayan binalarda, yerel olarak bulunan işletme ve bakım personelinin yeterlilikleri de göz önünde bulundurularak ileride kullanım ve işletme anlamında zorluklar çıkmaması ve bakım anlamında maliyetleri çok yukarı çekmemesi için temel seviyede izleme sağlayabilecek sistemler önerilmektedir. Böylelikle, konusunda yüksek seviyede ehliyete sahip olmayan işletme personeli veya yetkililerinin kolaylıkla kullanabileceği bir sistem var olacaktır. Ancak bu çalışma kapsamında sadece enerji izleme sistemi önerilmiştir. Enerji izleme sistemiyle, genel işletme seviyesinde enerji tüketimleri kayıt altına alınacaktır. Böylelikle, ileride enerji verimliliğine dair yapılacak çalışmalarda ölçüm ve doğrulamaya basit şekilde de olsa imkân tanıyacak bir altyapı olacaktır. Ayrıca reaktif ceza oluşumunun önüne geçilebilmesi ve bu yolla ortaya çıkan kayıpların oluşmaması için de önemli bir takip noktası oluşturacaktır.



Şekil 84 Enerji İzleme Sistemi Örnek Görünüm

Konuyla ilgili enerji tasarrufu hesaplanmamış olup kesin bir değer belirlemek oldukça zordur. Ancak enerji izleme sisteminin kurulmasıyla, işletmedeki farkındalığın artacağı ve enerji giderlerinin takip edilerek verimsizlik profillerinin önceden tespit edilerek müdahale edilmesine imkân sağlanmaktadır. Genel geçer kabul olarak iyi bir izleme sistemi ile işletmenin enerji giderlerinde %2-%10 arasında bir maliyetin oluşmadan önlenmesi başarılmaktadır. Bu çalışma kapsamında temel bir izleme sistemi ile toplam enerji maliyetinde %5'lik bir tasarruf elde edileceği öngörülmüştür. İlgili sisteme yönelik uygulama noktaları, analiz ve değerlendirmeler aşağıda yer almaktadır:

Tablo 43 Önerilen Enerji İzleme Noktaları

NO	ÖLÇÜM NOKTALARI	İZLENECEK VERİ
1	Ana dağıtım panosu	Toplam elektrik enerjisi ölçülecektir
2	Aydınlatma	Aydınlatma panoları üzerinden enerji ölçülecektir.
3	Fırın Isıtma	Fırınların tüketimleri ölçülecektir.
4	GES	GES analizörü ile enerji üretimi ölçülecektir.
5	İdari Bina Isıtma	Isıtma sistemlerinin enerji tüketimleri ölçülecektir.

Bu şekilde bir izleme sistemi ile giren ve çıkan enerji tüketimi ilişkisi tüketilen enerjinin anlık izlemesinin yapılması, olası enerji kayıplarının varlığı/yokluğu üzerine yorum geliştirebilecek alarmların oluşturulması işletme için katkı sağlayacaktır. Ayrıca ısıtma enerjisinin de izlenmesi bu noktada tüketilen enerjinin daha verimli kullanımına yönelik algoritmalarla işletmecilere bilgilendirme yapılabilecektir.

Bunlara ilave olarak tesiste yer alan elektrik motorları, pompalar, otomatik kontrol sistemi gibi temel enerji tüketen ekipmanların daha verimli bir işletme sağlanabilmesi amacıyla verimli işletme koşullarına yönelik eğitimler organize edilmesi işletme için faydalı olacaktır. Bu sayede çalışanlar enerji verimliliği farkındalığıyla kaynakları daha verimli işletme bakış açılarında sahip olacaklardır.

Enerji verimliliği çalışmaları işletmelerin sürekli iyileştirme kapsamında düzenli olarak irdelemeleri gereken önemli bir içerik ve fırsatlar sunmaktadır. Bu fırsatların irdelenmesi ve faydaya dönüştürülebilmesi için sadece ekipman yatırımı değil entelektüel sermayeye de yatırım yapılarak farkındalık ve duyarlılık üst seviyelerde tutulmalıdır. Böylece işletme düzeyinde fayda elde edilirken makro düzeyde ülke ekonomisine de katkı sağlanmış olacaktır.

6.1.1. ENERJİ TASARRUF İMKANLARI

Yukarıda da belirtildiği üzere eğitilmiş bir uzman, iyi bir enerji izleme sistemiyle çok daha verimli bir işletme gerçekleştirecektir. Bu bağlamda yukarıda belirtilen dar kapsamdaki enerji izleme sistemi kurulsa dahi farkındalık artacaktır.

Referans dönem elektrik enerjisi tüketimi	:	1.588.002 kWh
Referans dönem doğalgaz enerjisi tüketimi	:	683.988 kWh
GES ile üretilebilecek elektrik miktarı (900 kWp)	:	1.270.283 kWh
Enerji verimlilik uygulaması ile elektrik tasarrufu	:	117.979 kWh
Enerji verimlilik uygulaması ile doğalgaz tasarrufu	:	260.239 kWh

Diğer enerji verimliliği önlemlerinden elde edilecek kazanımlar düştükten sonra, konservatif bir yaklaşımla böyle bir sistemin işletmenin enerji tüketimine %5 değerinde bir verim artışı sağlayacağı kabul edilerek aşağıdaki tasarruf hesaplanmıştır.

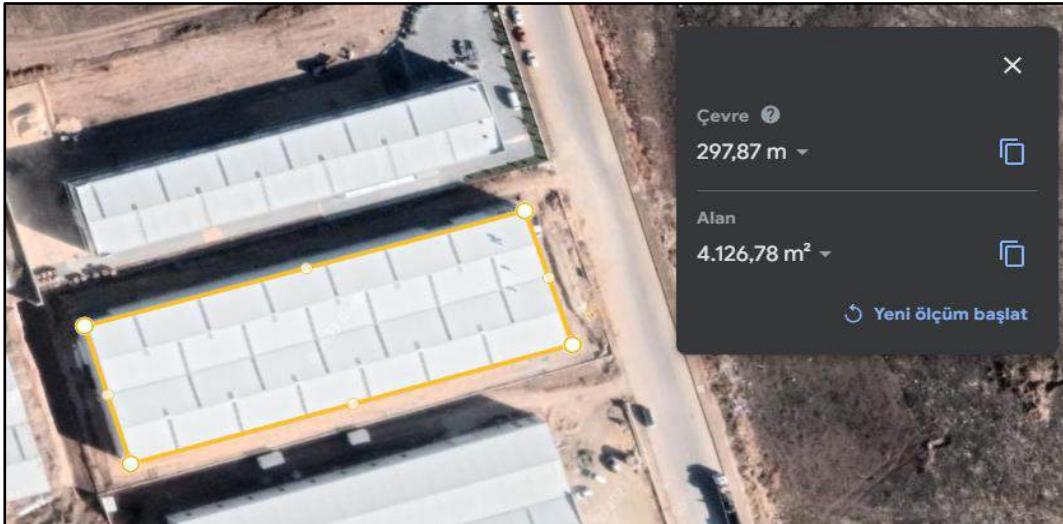
Tablo 44 Uygulama Yatırım Maliyeti, Beklenen Tasarruflar ve GÖS

ENERJİ İZLEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ			
A	Yatırım Maliyeti	980.000	TL
B	Tasarruf Miktarı (Elektrik)	9.987	kWh
C		0,86	TEP
D	Elektrik Birim Fiyatı	3,908	TL/kWh
E	Tasarruf Miktarı (Doğalgaz)	21.187,95	kWh
F		1,82	TEP
G	Doğalgaz Birim Fiyatı	0,792	TL/kWh
E=B*D+E*G	Toplam Tasarruf Tutarı	55.810,05	TL
F=A/E	Gerİ Ödeme Süresi	17,56	Yıl

7. YERİNDEN ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ

7.1. FOTOVOLTAİK PANEL UYGULAMASI İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ

Mevcut durumda işletmede fotovoltaik panel uygulamasının kurulmasına başlanmıştır. Bu uygulama ile işletme elektrik tüketiminin bir bölümünü PV ile karşılayarak enerji verimliliğini sağlamış olacaktır.



Şekil 85 İşletmenin uydu görünümü ve yaklaşık çatı alanı

ALANDAN ALINABİLECEK ENERJİ		
Fabrika alanı	4000	m ²
1 panel	2	m ² /adet
Pv Panel sayısı	2000	adet
Elektrik Gücü	0,45	kW/adet
Toplam Elektrik Gücü	900	kW