



TÜRKİYE CUMHURİYETİ YÜKSEKÖĞRENİM KURULU
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ AVŞAR YERLEŞKESİ
ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜT RAPORU



Hazırlayanlar

Bülent PARLAR BEP-441

Ülkühan SAROĞLU BEP-299

Ağustos 2025

ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜDÜNÜN AİT OLDUĞU İDARE BİLGİLERİ

Kurum Adı	: Türkiye Cumhuriyeti Yükseköğretim Kurulu
Birim Adı	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi
İrtibat Kişisi	: Selçuk ARIK
E-posta	: selcukarik3838@gmail.com
Tel/Fax	: 0530 040 04 73
Web	: https://www.ksu.edu.tr/

ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK ŞİRKETİ BİLGİLERİ

Şirketin Adı/Unvanı	: Asya Mavi Enerji Verimliliği Danışmanlık San. Ve Tic. LTD. ŞTİ.
Adres	: Değirmiş Mahallesi Şehit Mehmet Öter Cad. Yüncüler İş Merkezi K:4 N:61 Şehitkâmil /GAZİANTEP
E-Posta	: asya.mavienerji@hotmail.com
Tel/Fax	: 0850 812 21 01
Web	: www.asyamavienerji.com.tr
Etüt-Proje Uzmanı ve Sertifika No	: Bülent PARLAR BEP-441 Ülkühan SAROĞLU BEP-299
EKB Uzmanı ve Sertifika No	: Emine KOCAOĞLU MMO – 27-0290
Etüt-Proje Ekibi (Ad/Mesleği/Sert No/Oda Sicil No)	Bülent PARLAR BEP-441 Ülkühan SAROĞLU BEP-299 Gülçin CENGİZ EMO-87214 Şeyhmus DAMAR EMO-91034 Alihan CANARSLAN EMO- 93098 Serdar ÇELEBİ MMO-137517 Emine KOCAOĞLU EMO - 97055

İÇİNDEKİLER

1. YÖNETİCİ ÖZETİ.....	- 1 -
1.1. BİNA BİLGİLERİ	- 2 -
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI.....	- 3 -
1.3. ÇALIŞMANIN KAPSAMI	- 3 -
1.4. ÇALIŞMANIN TARİHİ.....	- 3 -
1.5. ÖLÇÜM CİHAZLARI VE ALINAN ÖLÇÜMLER.....	- 4 -
1.6. ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ	- 5 -
1.7. GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER.....	- 6 -
2. ENERJİ TÜKETİMİ	- 12 -
2.1. BİNA BİLGİLERİ	- 12 -
2.2. TÜKETİM VERİLERİ.....	- 13 -
2.2.1. Elektrik Tüketimleri.....	- 13 -
2.2.2. Doğalgaz Tüketimleri	- 17 -
2.2.3. Toplam Enerji Tüketimi.....	- 20 -
2.3. TÜKETİM ANALİZLERİ	- 21 -
2.3.1. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) Grafiği	- 23 -
2.3.2. Aylara Göre Birim Alan Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği	- 23 -
2.3.3. Aylara Göre Kişi Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği.....	- 24 -
2.3.4. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) Grafiği	- 24 -
2.3.5. Aylara Göre Birim Alan Başına Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Grafiği	- 25 -
2.3.6. Aylara Göre Kişi Başına Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Grafiği.....	- 25 -
2.3.7. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Isıtma–Soğutma Derece Gün Sayıları (HDD+CDD) Grafiği -	26 -
2.3.8. Aylara Göre Birim Alan Başına Toplam Enerji Tüketimi Grafiği.....	- 26 -
2.3.9. Aylara Göre Kişi Başına Toplam Enerji Tüketimi Grafiği	- 27 -
2.3.10. Yıllık Elektrik Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı.....	- 27 -
2.3.11. Yıllık Isı Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı.....	- 27 -
2.3.12. Yıllık Elektrik Tüketiminin Binalara göre Dağılımı	- 28 -
2.3.13. Yıllık Isı Enerjisi Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı.....	- 31 -
2.3.14. Yıllık Toplam Enerji Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı	- 35 -
2.4. Referans Enerji Tüketimi Değerleri, Referans Koşulları ve Ölçme Doğrulama Yöntemleri	- 36 -
2.4.1. Ölçme Doğrulama Yöntemleri	- 36 -
3. ENERJİ PERFORMANSI	- 38 -
4. YAPISAL SİSTEMLER.....	- 39 -
4.1. MİMARİ YAPI.....	- 39 -
4.2. ISI YALITIMI DURUMU	- 41 -
4.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri	- 41 -
4.2.2. Ölçümler ve Tespit.....	- 42 -
4.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 44 -
4.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 44 -
4.3. Duvar, Çatı ve Zemin.....	- 45 -
4.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri	- 45 -
4.3.2. Ölçümler ve Tespit.....	- 46 -

4.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 47 -
4.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 47 -
4.4.	Kapı-Pencere Sistemleri	- 51 -
4.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 51 -
4.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 53 -
4.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 55 -
4.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 55 -
5.	ISI SİSTEMLERİ	- 56 -
5.1.	ISITMA	- 56 -
5.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 56 -
5.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 57 -
5.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 59 -
5.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 61 -
5.2.	SOĞUTMA	- 63 -
5.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 63 -
5.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 63 -
5.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 64 -
5.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 64 -
5.3.	HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME.....	- 67 -
5.3.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 67 -
5.3.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 67 -
5.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 70 -
5.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 71 -
5.4.	TESİSAT	- 73 -
5.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 73 -
5.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 73 -
5.4.3.	Isıtma Hattı Tesisatı Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 77 -
5.4.4.	Isıtma Hattı Tesisatı Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 77 -
5.4.5.	Soğutma Hattı Tesisatı Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 79 -
5.4.6.	Soğutma Hattı Tesisatı Enerji Verimliliği Önlemleri	- 79 -
6.	ELEKTRİK SİSTEMLERİ	- 81 -
6.1.	KOMPANZASYON SİSTEMLERİ	- 81 -
6.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 81 -
6.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 81 -
6.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 83 -
6.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 84 -
6.2.	DAĞITIM SİSTEMLERİ.....	- 85 -
6.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 85 -
6.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 86 -
6.2.3.	Kış Dönemi Rektörlük Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 92 -
6.2.4.	Kış Dönemi Tıp Fakültesi (TR1) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 94 -
6.2.5.	Kış Dönemi Tıp Fakültesi (TR6) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 96 -
6.2.6.	Kış Dönemi Ağız Ve Diş Sağlığı Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 98 -
6.2.7.	Kış Dönemi Ziraat Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 100 -

6.2.8.	Kış Dönemi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 102 -
6.2.9.	Kış Dönemi Fen Edebiyat Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 104 -
6.2.10.	Kış Dönemi Yunus Emre Kültür Ve Kongre Merkezi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 106 -
6.2.11.	Kış Dönemi Merkezi Yemekhane Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 108 -
6.2.12.	Yaz Dönemi Tıp Fakültesi (TR3) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 113 -
6.2.13.	Yaz Dönemi Tıp Fakültesi (TR6) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 115 -
6.2.14.	Yaz Dönemi Yunus Emre Kültür Ve Kongre Merkezi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 117 -
6.2.15.	Yaz Dönemi İlahiyat Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 119 -
6.2.16.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 120 -
6.3.	POMPA	- 123 -
6.3.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 123 -
6.3.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 123 -
6.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 124 -
6.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 126 -
6.4.	İÇ VE DIŞ AYDINLATMA	- 128 -
6.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 128 -
6.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 129 -
6.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 131 -
6.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 133 -
6.5.	TARİFE ANALİZİ.....	- 135 -
6.5.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 135 -
6.5.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 136 -
6.5.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 138 -
6.5.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 138 -
7.	ENERJİ YÖNETİMİ.....	- 139 -
7.1.1.	Enerji Yönetim Sisteminin Faydaları.....	- 140 -
7.1.2.	Enerji Yönetim Sisteminin Uygulama Süreci	- 140 -
7.2.	BİNA OTOMASYONU	- 141 -
7.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 141 -
7.2.2.	Ölçüm ve Tespit.....	- 141 -
7.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 141 -
7.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 142 -
8.	YERİNDE ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ	- 146 -
8.1.	GES Sistemi	- 146 -
8.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 146 -
8.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 147 -
8.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirme	- 148 -
8.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 150 -
8.2.	Güneş Kolektörü Sistemi	- 153 -
8.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 153 -
8.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 155 -
8.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 156 -
8.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 159 -
9.	EKLER.....	- 160 -

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Kısaltmalar Tablosu	xi
Tablo 2: Kabuller Tablosu	xii
Tablo 3: Enerji Tüketim Bilgileri	- 1 -
Tablo 4: Bina Bilgileri Tablosu	- 2 -
Tablo 5: Ölçüm Cihazları Tablosu.....	- 4 -
Tablo 6: 2024 Yılı Enerji Tüketim Tablosu.....	- 5 -
Tablo 7: İşletmede Alınacak Önlemler ve Yatırım Maliyetleri	- 6 -
Tablo 8: Tasarruf Edilen Miktarlar ve Parasal Değerleri	- 11 -
Tablo 9: 2024 Elektrik Tüketim Tablosu.....	- 13 -
Tablo 10: Elektrik Birim Fiyat Tablosu	- 16 -
Tablo 11: 2024 Doğalgaz Tüketim Tablosu	- 17 -
Tablo 12: 2024 Toplam Enerji Tüketim Tablosu.....	- 20 -
Tablo 13: Son 3 Yıllık Tüketim Analizleri Tablosu	- 21 -
Tablo 14: 2024 Yılı HDD-CDD Tablosu.....	- 22 -
Tablo 15: IPMVP Opsiyonu ve Ölçüm Sınırlarının Belirleme Tablosu	- 37 -
Tablo 16: Bina Kullanım Alanları Tablosu.....	- 39 -
Tablo 17: Bina Mantolama Durum Tablosu	- 41 -
Tablo 18: TS 825'e Göre U Değeri Gereksinimleri Tablosu	- 45 -
Tablo 19: Duvar U Değeri Hesaplama Tablosu	- 46 -
Tablo 20: Isı Yalıtım Malzemelerinin Teknik Özellikleri	- 48 -
Tablo 21: Bina Pencere Durum Tablosu.....	- 51 -
Tablo 22: Cam Alanların U Değeri Hesaplama Tablosu	- 53 -
Tablo 23: Kazan Bilgileri Tablosu.....	- 56 -
Tablo 24: Baca Gazı Ölçüm Sonuçları	- 57 -
Tablo 25: Baca Gazı Ölçüm Sonuçlarına Göre Sınır Dışı Değerler	- 61 -
Tablo 26: Kazan Brülör Bakımı Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu	- 62 -
Tablo 27: Ortam CO ₂ Ölçüm Değerleri Tablosu	- 68 -
Tablo 28: Yalıtımsız Isıtma Mekanik Tesisat Elemanları Tablosu.....	- 74 -
Tablo 29: Yalıtımsız Soğutma Mekanik Tesisat Elemanları Tablosu.....	- 74 -
Tablo 30: Yalıtımsız Mekanik Tesisat Ekipmanları Yıllık Tasarruf Miktarları	- 77 -
Tablo 31: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtım Projesi	- 78 -
Tablo 32: Yalıtımsız Mekanik Tesisat Ekipmanları Yıllık Tasarruf Miktarları	- 79 -
Tablo 33: Soğutma Hattı Ekipman Yalıtım Projesi	- 80 -
Tablo 34: Elektrik Sistemleri Listesi	- 85 -
Tablo 35: Elektrik Motorları Verim Bilgileri	- 124 -
Tablo 36: Motor Revizyon Tablosu	- 125 -
Tablo 37: Aydınlatma Değişim Tablosu.....	- 128 -
Tablo 38: Ortam Lüks Ölçüm Değerleri Tablosu.....	- 130 -
Tablo 39: Mevcut Aydınlatma Enerji Tüketimi Tablosu	- 131 -
Tablo 40: Aydınlatma Değişim Sonrası Enerji Tüketimi Tablosu.....	- 131 -
Tablo 41: EN 12464-1: 2011 Standardına Göre Binalarda En Az Aydınlik Düzeyleri Tablosu	- 133 -
Tablo 42: Aydınlatma LED Revizyonu	- 134 -
Tablo 43: 1 Temmuz 2024 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler Tablosu	- 136 -
Tablo 44: 2025 Yılı Ocak Ayı Gündüz, Puant ve Gece Elektrik Tüketim Bilgileri	- 137 -
Tablo 45: Tarife Analizi Tasarruf Çalışması Tablosu.....	- 138 -
Tablo 46: GES Kurulum Alanı	- 147 -
Tablo 47: Çatı GES Kurulumu Projesi	- 151 -
Tablo 48: Otopark GES Kurulumu Projesi	- 152 -
Tablo 49: Üngüt Su Deposu Çatı GES Kurulumu Projesi	- 152 -

Tablo 50: : Günlük Su İhtiyacı	- 157 -
Tablo 51: Gerekli Isı Enerjisi ve Doğalgaz İhtiyacı	- 157 -
Tablo 52: Güneş Kolektörü Sayısı Hesaplamaları.....	- 157 -
Tablo 53 : Güneş Kolektörü Kurulum Projesi	- 158 -

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: 2024 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Dağılımı Grafiği	- 5 -
Grafik 2: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Grafiği	- 14 -
Grafik 3: 2024 Yılı Elektrik Maliyet Grafiği	- 14 -
Grafik 4: Son 3 Yılın Elektrik Tüketim Grafiği	- 15 -
Grafik 5: Son 3 Yılın Elektrik Maliyet Grafiği	- 15 -
Grafik 6: Son 3 Yılın Elektrik Birim Fiyat Grafiği	- 16 -
Grafik 7: 2024 Yılı Doğalgaz Tüketim Grafiği	- 18 -
Grafik 8: 2024 Yılı Doğalgaz Maliyet Grafiği	- 18 -
Grafik 9: Son 3 Yılın Doğalgaz Tüketim Grafiği	- 19 -
Grafik 10: Son 3 Yılın Doğalgaz Maliyet Grafiği	- 19 -
Grafik 11: 2024 Yılı Toplam Tüketim Grafiği	- 20 -
Grafik 12: Son Üç Yılın Kişi Sayısı	- 21 -
Grafik 13: 2024 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi ve HDD Grafiği	- 23 -
Grafik 14: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi Grafiği	- 23 -
Grafik 15: 2024 Yılı Aylık Kişi Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi Grafiği	- 24 -
Grafik 16: 2024 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi ve CDD Grafiği	- 24 -
Grafik 17: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Elektrik Tüketimi Grafiği	- 25 -
Grafik 18: 2024 Yılı Aylık Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi Grafiği	- 25 -
Grafik 19: 2024 Yılı Aylık Toplam Enerji Tüketimi ve HDD+CDD Grafiği	- 26 -
Grafik 20: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği	- 26 -
Grafik 21: 2024 Yılı Aylık Kişi Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği	- 27 -
Grafik 22: Rektörlük (Genel) Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 28 -
Grafik 23: Rektörlük (Genel) Doğalgaz Tüketim Maliyetleri	- 28 -
Grafik 24: Rektörlük (Sulama) Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 29 -
Grafik 25: Rektörlük (Sulama) Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri	- 29 -
Grafik 26: Tıp Hastanesi Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 30 -
Grafik 27: Tıp Hastanesi Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri	- 30 -
Grafik 28: Rektörlük (Genel) Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 31 -
Grafik 29: Rektörlük (Genel) Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri	- 31 -
Grafik 30: Diş Hekimliği Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 32 -
Grafik 31: Diş Hekimliği Fakültesi Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri	- 32 -
Grafik 32: Spor Fakültesi Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 33 -
Grafik 33: Spor Fakültesi Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri	- 33 -
Grafik 34: Yemekhane (Tıp) Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 34 -
Grafik 35: Yemekhane (Tıp) Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri	- 34 -
Grafik 36: Kapılı Spor Salonu Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 35 -
Grafik 37: Yemekhane Binası Doğalgaz Tüketimleri	- 35 -
Grafik 38: Isıtma Hattı Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği	- 78 -
Grafik 39: Soğutma Hattı Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği	- 80 -
Grafik 40: Kış Dönemi Güç Ölçümleri Grafiği (S-P-Q)	- 86 -
Grafik 41: Kış Dönemi Faz-Nötr Gerilim Grafiği	- 87 -
Grafik 42: Kış Dönemi Faz Dengesi Grafiği	- 88 -
Grafik 43: Kış Dönemi THDF Grafiği	- 89 -
Grafik 44: Kış Dönemi Frekans Ölçüm Grafiği	- 90 -
Grafik 45: Kış Dönemi Güç Faktörü Grafikleri	- 91 -
Grafik 46: Yaz Dönemi Güç Ölçümleri Grafiği (S-P-Q)	- 110 -
Grafik 47: Yaz Dönemi Faz-Nötr Gerilim Grafiği	- 110 -
Grafik 48: Yaz Dönemi Faz Dengesi Grafiği	- 111 -
Grafik 49: Yaz Dönemi THDF Grafiği	- 111 -
Grafik 50: Yaz Dönemi Frekans Ölçüm Grafiği	- 112 -
Grafik 51: Yaz Dönemi Güç Faktörü Grafikleri	- 112 -

Grafik 52: Aydınlatma LED Revizyonu Ekonomik Analiz Grafiği	- 134 -
Grafik 53: Kahramanmaraş Global Radyasyon ve Güneşlenme Süreleri	- 149 -
Grafik 54: Çatı, Otopark ve Üstes Su Deposu Çatı Alanının Yıllık Enerji Üretimi Grafiği	- 149 -
Grafik 55: Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği.....	- 151 -
Grafik 56: Otopark GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği	- 152 -
Grafik 57: Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği.....	- 152 -
Grafik 58 : Tesis Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği	- 158 -

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi Uydu Görüntüsü.....	- 12 -
Şekil 2: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi Görüntüleri.....	- 40 -
Şekil 3: Bina Dış Yalıtım Görünümleri	- 42 -
Şekil 4: TS825'e göre İklim Bölgeleri.....	- 45 -
Şekil 5: Kapı- Cam Doğrama Görünümü	- 51 -
Şekil 6: Yalıtımsız – Yalıtımlı Cam Doğrama Görüntüleri	- 55 -
Şekil 7: Isı Merkezi-Sıcak Su Kazanları	- 56 -
Şekil 8: Soğutma Sistemleri Görüntüleri	- 63 -
Şekil 9: Soğutma Sistemleri Tesisatları	- 66 -
Şekil 10: Havalandırma Santrali Görüntüleri.....	- 67 -
Şekil 11: Ortam CO ₂ Ölçümleri.....	- 68 -
Şekil 12: Ortam CO ₂ Sınır Değerleri	- 71 -
Şekil 13: Isıtma Mekanik Tesisatı	- 73 -
Şekil 14: Kompanzasyon Panosu.....	- 81 -
Şekil 15: Enerji Analizörü Ölçümü.....	- 85 -
Şekil 16: Hidrofor Ölçümleri	- 123 -
Şekil 17: Elektrik Motoru Verimlilik Standartlarının Karşılaştırılması	- 126 -
Şekil 18: İç - Dış Aydınlatma Görüntüleri.....	- 128 -
Şekil 19: Aydınlik Düzeyi Lüks Ölçümleri.....	- 129 -
Şekil 20: Penceresi Bulunmayan Alanlar	- 130 -
Şekil 21: Işığın İnsan İşleyişi Üzerindeki Potansiyel Etkileri Şeması	- 132 -
Şekil 22: Ocak 2025 Tarihli Elektrik Faturası	- 137 -
Şekil 23: ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi	- 140 -
Şekil 24: Örnek Scada Arayüz.....	- 141 -
Şekil 25: Aydınlatma Otomasyon Planı	- 144 -
Şekil 26: Varlık ve Gün Işığı Detektörü	- 145 -
Şekil 27: Türkiye GES Haritası	- 147 -
Şekil 28: Çat ve Otopark GES Çalışma Alanı Uydu Görüntüleri	- 148 -
Şekil 29: Türkiye Güneş Radyasyon Haritası	- 148 -
Şekil 30: Türkiye Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi.....	- 149 -
Şekil 31: Güneş Kolektörü Panelleri	- 153 -
Şekil 32: Güneş Kolektörü İç Yapısı	- 154 -

Tablo 1: Kısaltmalar Tablosu

KISALTMALAR	AÇIKLAMALAR
BAR	Basınç Birimi
BEP	Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
CDD	Soğutma Derece Gün Sayısı $T > 22\text{ }^{\circ}\text{C}$
COP	Verimlilik Performans Katsayısı
ÇŞB	Çevre Şehircilik Bakanlığı
DHS	Değişken Hız Sürücüsü
EER	Enerji Verimlilik Oranı
EVÇED	Enerji Verimliliği Çevre Daire Başkanlığı
EN-VER	Enerji Verimliliği
EN-YÖN	Enerji Yönetimi
GÖS	Geri Ödeme Süresi
HDD	Isıtma Derece Gün Sayısı $T \leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
HVAC	Isıtma + Havalandırma + Hava Şartlandırma Sistemlerinin Genel Adı
IE1	Standart Verimli Motor (Eski Sınıflandırmada EFF2)
IE2	Yüksek Verimli Motor (Eski Sınıflandırmada EFF1)
IE3	Premium Verimli Motor (Eski Sınıflandırmada Karşılığı Bulunmuyor)
IE4	Süper Premium Verimli Motor
İKO	İç Karlılık Oranı
kVA	Kilo Volt Amper
kVAR	Kilo Volt Amper Reaktif
kWh	Kilowatt-Saat
KV	Kısa Vade, 1 Yıldan Kısa Süre
LED	Işık Yayan Diyot
MWh	Megawatt-Saat
NBD	Net Bugünkü Değer
OV	Orta Vade, 1 Yıldan Uzun, 3 Yıldan Kısa Süre
PPM	Milyondaki Parça Miktarı
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
UV	Uzun Vade, 3 Yıldan Uzun, 5 Yıldan Kısa Süre
VAP	Verimlilik Arttırıcı Proje

Tablo 2: Kabuller Tablosu

REFERANS ALINAN KONU	ALINAN REFERANS DEĞER
² 2025 Ocak Ayı Elektrik Birim Fiyatı	3,99 TL/kWh
¹ Elektrik Kalorifik Değeri	860 kcal/kWh
² 2025 Ocak Ayı Doğalgaz Birim Fiyatı 2024	1,31 TL /kWh
² 2025 Ocak Ayı Doğalgaz Birim Fiyatı 2024	12,54 TL /m ³
¹ Doğalgaz Kalorifik Değeri	8.250 kcal/m ³
Elektrik CO ₂ Emisyon Katsayısı	0,439 kg.CO ₂ /kWh
Doğalgaz CO ₂ Emisyon Katsayısı	0,200 kg.CO ₂ /kWh
³ Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı (2024 T≤15 °C)	156 Gün
³ Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı (2024 T>22 °C)	149 Gün
⁴ Dolar/TL Kuru (06.05.2025)	38,53
⁴ Euro/TL Kuru (06.05.2025)	43,64

¹ Enerji kaynaklarının alt ısııl değerleri ve petrol eşdeğerine çevrim katsayıları tablosu referans alınmıştır.

² Elektrik birim fiyatı 2025 Ocak ayı, Doğalgaz birim fiyatı 2025 Ocak ayı rektörlük binası faturaları üzerinden referans alınmıştır.

³ Meteoroloji'nin paylaştığı 2024 Kahramanmaraş Isıtma-Soğutma Gün Derece Sayıları esas alınmıştır.

⁴ 06.05.2025 saat 15:30 Merkez Bankası Döviz Kuru değerleri esas alınmıştır.

1. YÖNETİCİ ÖZETİ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesinde gerçekleştirilen enerji etüdü kapsamında enerji tüketimleri, enerji maliyetleri ve önlemleri enerji tüketim noktaları incelenmiştir. Yapılan bu incelemeler sonucunda, enerji tüketim ve maliyet analizleri, enerji tasarruf potansiyelleri tespit edilmiş ve tespit edilen tasarruf potansiyellerine yönelik özet bilgiler bu başlık altında sunulmuştur.

Tüketim referans değerleri olarak 2024 yılı tüketimleri referans alınmıştır. Doğalgaz faturaları olmadığı için doğalgaz maliyetleri değerlendirmeye alınamamıştır.

Tablo 3: Enerji Tüketim Bilgileri

Yıllar	ENERJİ TÜKETİMLERİ					
	Elektrik			Doğalgaz		
	kWh	TL	TEP	kWh	TL	TEP
2022	21.597.437	66.041.612	1.857,38	33.477.330	50.169.830	2.879,03
2023	24.559.495	77.387.449	2.112,12	31.912.167	60.745.334	2.744,42
2024	24.646.775	96.459.798	2.119,62	29.647.195	47.274.618	2.549,64

Yapılan incelemeler sonucunda enerji tasarrufu sağlayacak olan verim artırıcı projeler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- Kazan Brülör Bakımı
- Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı
- Soğutma Hattı Ekipman Yalıtımı
- Aydınlatma LED Dönüşümü
- Çatı GES Kurulumu
- Otopark GES Kurulumu
- Üngüt Su Deposu Çatı GES Kurulumu
- Güneş Kolektör Kurulumu

Yapılan bu projelerle alakalı ölçümler ve hesaplamalar ilgili başlıklarda verilmiştir. Bu projelerin GÖS, NBD, tasarruf ve yatırım miktarları Genel Bulgular ve Öneriler başlığında tablo halinde verilmiştir.

1.1. BİNA BİLGİLERİ

Tablo 4: Bina Bilgileri Tablosu

1. Binanın Adı / Bina Grubunun Adı	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi
2. İnşaat Yılı	: 2003
3. Kullanım Amacı	: Eğitim Binaları
4. Bina Grubu İçerisindeki Bina Sayısı	: 38
5. Kapalı Alan	: 353.665 m ²
6. İnşaat Alanı	: -
7. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı 2024	: 353.665 m ²
8. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı 2024	: 149
9. Isıtma/Soğutma Sistemi	: -
10. Yalıtım Durumu	: -
11. Çalışan Sayısı (2024)	: -
12. Tesiste Bulunan Kişi Sayısı (2024)	: 41.934
13. Adresi	: Avşar Yerleşkesi Onikişubat Merkez
14. Bina Sahibi, Yöneticisi veya Sorumlusu	: -
14.1. Posta Adresi	: Batı Çevre Yolu Bulvarı No:251/A Onikişubat/Kahramanmaraş
14.2. Telefon No	: 0 (344) 300 12 51
14.3. Faks No	: 0 (344) 300 12 56
14.4. Elektronik Posta Adresi	: yapiisleri@ksu.edu.tr
15. Görevlendirilen / Hizmet Alınan Enerji Yöneticisi	: Selçuk ARIK
16.1. Sertifika No	: 8570
16.2. Telefon No (İş / Gsm)	: 0 (530) 040 04 73
16.3. Faks No	: 0 (344) 300 12 56
16.4. Elektronik Posta Adresi	: selcukarik3838@gmail.com
17. Toplam Yıllık Ortalama Enerji Tüketimi (TEP)	: 4.754,07
Yıllar	Tüketimler (TEP)
2022	: 4.736,41
2023	: 4.856,54
2024	: 4.669,26

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Tesis genelinde tüketilen enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına yönelik önlemlerinin alınması, teknik açıdan enerji harcayan sistemlerin verimli işletilmesi, hizmet kalitesi ve miktarından ödün vermeden tesisin daha az enerji tüketiminin sağlanmasına yönelik iyileştirme projelerinin oluşturulması amaçlanmaktadır.

1.3. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Tesisin enerji tüketim noktalarının tamamı dikkate alınarak yapılan çalışmada, tesis yapısı, ısı ve elektrik sistemleri incelenmiştir. Tesis kullanımı ve sistemlerin çalışması hakkında bilgiler alınmıştır. Bu kapsamda tesis genelinde belirlenen; ısıtma sistemi, mekanik tesisat sistemi, iklimlendirme ve havalandırma sistemi, soğutma sistemi, elektrik dağıtım sistemi, aydınlatma sistemi ve elektrik motorlarında detaylı ölçümler yapılmıştır. Kayıp, kaçak ve verimsiz kullanımlar, ölçümler ve incelemeler neticesinde belirlenmiştir. Tesisin son üç yılla ait enerji tüketim değerleri de analiz edilerek bu doğrultuda hizmet kalitesi ve miktarından ödün vermeden tesisin daha az enerji tüketiminin sağlanmasına yönelik iyileştirme projeleri oluşturulmuştur.

1.4. ÇALIŞMANIN TARİHİ

Tesis genelindeki enerji etüdü saha çalışmaları ilk ölçüm için 4 kişilik bir ekip ile 13.03.2025 – 14.03.2025 tarihleri arasında, ikinci ölçüm için ise 3 kişilik bir ekip ile 14.04.2025 – 16.04.2025 tarihleri arasında yapılmıştır. Ofis çalışmaları ve enerji etüdü raporunun hazırlanması işleri ise 06.05.2025 - 09.08.2025 tarihleri arasında tamamlanmıştır.

1.5. ÖLÇÜM CİHAZLARI VE ALINAN ÖLÇÜMLER

Yapılan enerji etüdü çalışmalarında, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kalibrasyonu yapılmış ve etiketlenmiş cihazlar kullanılmış olup, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlardan alınmış belgeler raporun ekinde verilmiştir.

Tablo 5: Ölçüm Cihazları Tablosu

Cihaz Adı	Seri No	Kalibrasyon Bilgileri			Etüt Sırasında Kullanıldığı Yerler
		Tarihi	Geçerlilik Süresi	Yapan Kuruluş	
Baca Gazı Analizörü Testo Marka 320 LX	3187702	26.03.2025	1 Yıl	Testo Kalibrasyon Laboratuvarı	Kazan Baca Gazı Analizi Ölçümleri
Testo-868 Termal Kamera	61038082	18.09.2024	1 Yıl	Anka Kalibrasyon Laboratuvarı	Termal Görüntüleme Ölçümleri
P01160511 C.A 8331 3 Fazlı Portatif Enerji	00004706	19.07.2024	1 Yıl	CHAUVIN ARNOUX	Elektrik Panolarında Enerji Kalitesi Ölçümleri
Geratech DT-3808 Lüks Metre	160713375	18.09.2024	1 Yıl	Anka Kalibrasyon Laboratuvarı	Aydınlatma Lüks Ölçümleri
AZ-77535 El Tipi CO ₂ Hava Kalitesi Ölçer	2206240	11.03.2024	1 Yıl	Az. Instrument Corp.	Hava Kalitesi Ölçümleri
UT-325 Göstergeli Sıcaklık Ölçer	S0818UT3 251006	11.09.2024	1 Yıl	Ulusal Kalibrasyon Laboratuvarı	Yüzey Ortam Sıcaklık Ölçümleri
AZ-8361 PH Metre-İletkenlik Sıcaklık Ölçer	367013	11.09.2024	1 Yıl	Ulusal Kalibrasyon Laboratuvarı	Kazan Suyu Sıcaklık Ölçümleri

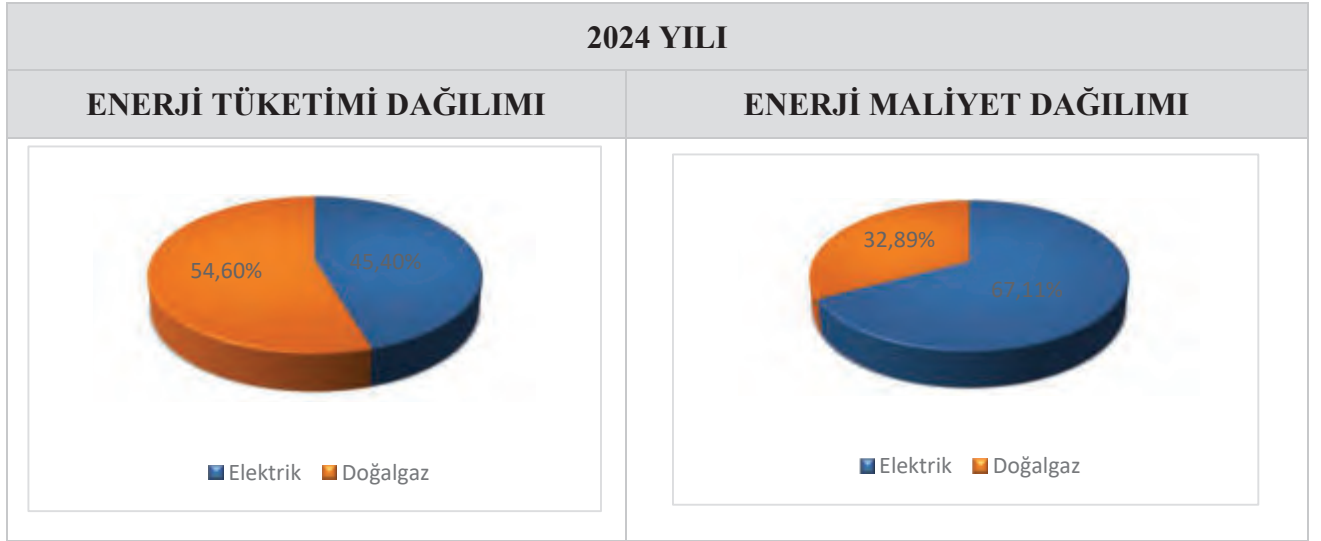
Testo marka 320 LX model analizörü ile kazanlardan gaz sıcaklığı, ortam sıcaklığı, O₂ oranı, CO ve CO₂ miktarı ölçülerek hava fazlalık katsayısı, yanma verimi, çiğ noktası değerleri hesaplanarak ölçümler alınmıştır. Testo marka 868 model termal kamera ile mekanik hatlarda termal kamera çekimleri yapılarak bu yüzeylerden gerçekleşen ısı kayıpları, elektrik panoları ve motorlardaki aşırı ısınmalar tespit edilmiştir. Chauvin Arnoux Marka güç analizörü ile alçak gerilim panosunda akım, gerilim, güç, frekans, güç faktörü, gerilim ve akım harmoniği ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Geratech marka DT-3808 model lüks metre ile iç ortamlardaki aydınlatma seviye ölçülmüştür. AZ marka 77535 model el tipi CO₂ hava kalitesi ölçer ile ortamın karbondioksit, sıcaklık ve nem değerleri ölçülmüştür. Testo marka UT325 model göstergeli sıcaklık ölçer ile yüzey ve ortam sıcaklıkları ölçülmüştür.

1.6. ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ

2024 yılı itibarıyla enerji tüketim verileri incelendiğinde, toplam 54.293.970 kWh enerji tüketilmiş olup, bu tüketimin 16.749,37 ton CO₂ emisyonuna ve 4.669,26 TEP (ton eşdeğer petrol) enerji tüketimine yol açtığı görülmektedir. Tesiste enerji kaynağı olarak elektrik ve doğalgaz kullanılmaktadır. Tesise ait doğalgaz faturalarına ulaşamadığı için maliyeti hesaplanamamıştır. Doğalgaz tüketim verileri kurumdan gönderilen tüketim miktarları göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Maliyet verilerine ise kurumdan gelen bilgiye göre ulaşamamıştır.

Tablo 6: 2024 Yılı Enerji Tüketim Tablosu

Enerji Tipi	2024 Yılı Enerji Tüketimleri				Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar(kWh)	CO ₂ (Ton)	TEP	%Toplam	TL	%Toplam	
Elektrik	24.646.775	10.819,93	2.119,62	45,40%	96.459.798	67,11%	45.508,01
Doğalgaz	29.647.195	5.929,44	2.549,64	54,60%	47.274.618	32,89%	18.541,70
Toplam	54.293.970	16.749,37	4.669,26	100%	143.734.416	100%	30.783,12



Grafik 1: 2024 Yılı Enerji Tüketim ve Maliyet Dağılımı Grafiği

1.7. GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER

Tablo 7: İşletmede Alınacak Önlemler ve Yatırım Maliyetleri

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı			CO ₂ Azalma Miktarı	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önlem Ömrü
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl						
EVÖ 1: Kazan Brülör Bakımı	Doğalgaz	2.673.090	229,89	9,0%	3.494.708	150.000	0,04	Kısa Vade	44.936.098	2597%	1
EVÖ 2: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	Doğalgaz	867.692	74,62	2,93%	1.134.392	653.108	0,58	Kısa Vade	13.914.428	203%	20
EVÖ 3: Soğutma Hattı Ekipman Yalıtımı	Elektrik	11.279	0,97	0,05%	45.020	178.720	3,97	Uzun Vade	1.111.440	48%	20
EVÖ 4: Aydınlatma LED Dönüşümü	Elektrik	1.139.374	97,99	4,62%	4.547.976	11.606.850	2,55	Orta Vade	82.822.754	67%	15
EVÖ 5: Çatı GES Kurulumu	Elektrik	3.458.633	297,44	14,03%	13.805.639	62.124.863	4,50	Uzun Vade	289.205.765	42%	20
EVÖ 6: Otopark GES Kurulumu	Elektrik	3.632.766	312,42	14,74%	14.500.714	102.567.812	7,07	Uzun Vade	244.062.257	30%	20
EVÖ 7: Üngüt Su Deposu Çatı GES Kurulumu	Elektrik	262.700	22,59	1,07%	1.048.605	4.718.344	4,50	Uzun Vade	21.967.129	42%	20
EVÖ 8: Güneş Kolektörü Kurulum Projesi	Doğalgaz	73.055	6,28	0,25%	95.510	474.585	4,97	Uzun Vade	1.293.236	24%	20

2024 yılı itibarıyla enerji tüketim verileri incelendiğinde, toplam 54.293.970 kWh enerji tüketilmiş olup, bu tüketimin 16.749,37 ton CO₂ emisyonuna ve 4.669,26 TEP (ton eşdeğer petrol) enerji tüketimine yol açtığı görülmektedir. Elektrik enerjisi, 24.646.775 kWh tüketilmiştir ve bu kullanım sonucunda 10.819,93 ton CO₂ emisyonu meydana gelmiştir. Elektrik tüketim maliyeti 96.459.798 TL olarak hesaplanmaktadır. Doğalgaz tüketimi ise 29.647.195 kWh miktarında kullanılmıştır, bu kullanım sonucu 5.929,44 ton CO₂ emisyonu ortaya çıkmış ve doğalgaz tüketim maliyeti 47.274.618 TL olarak hesaplanmaktadır.

Enerji Kimlik Belgesi, 5/12/2008 tarihli ve 27075 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği kapsamında (Toplam kullanım alanı 50 m²’nin üzeri ve iklimlendirmesi yapılan) olan her bir bina için düzenlenmesi gerekmektedir. Yapı ruhsatı bulunmayan kurumlar Enerji Kimlik Belgesinden muaftır. Tesise ait Enerji Kimlik Belgesi bulunmamaktadır.

TS825 İklim Bölgeleri’ne göre tesisin bulunduğu Kahramanmaraş ili 2. bölge grubunda yer almaktadır. TS 825 U değeri gereksinimleri tablosunda 2. bölgede U değeri gereklilikleri maksimum duvarlarda 0,60 W/(m²*K°), çatıda 0,40 W/(m²*K°), zeminde ise 0,60 W/(m²*K°) olarak verilmiştir. Duvarlarda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Tesiste yüzeylerden kaynaklı ısı kayıplarının olup olmadığı termal ölçümlerle ortaya konulmuştur. Tesise ait duvar, çatı ve zemin U değerleri yukarıdaki tabloda verilmiş olup bazı binaların U değerlerine ulaşılamamıştır.

Termodinamiğin ikinci yasası, iç ve dış sıcaklık farklarının ısı transferine yol açtığını ve bu durumun enerji kaybına neden olduğunu açıklar. Yetersiz yalıtım ve termal köprüler, iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkını artırarak ısı kaybını hızlandırır, bu da iç mekânda konforsuzluk ve verimlilik düşüşüne yol açabilir.

Isı yalıtım önlemleri, ısı kaybını azaltmak için önerilmektedir. Yalıtım malzemeleri olarak cam yünü, taş yünü, ekstrüde ve ekspande polistren gibi çeşitli seçenekler sunulmaktadır. Uygulamalarda, malzeme seçimi ve detaylı uygulama önemli rol oynamaktadır.

Kahramanmaraş ili TS 825 İklim Bölgeleri’ne göre 3. bölge grubunda yer almakta ve bu bölgede pencere U değeri gereksinimleri maksimum 2,4 W/(m²*K) olarak belirlenmiştir. Önerilen iyileştirme ile ısı yalıtımlı camlara geçiş yapılmalıdır. Alüminyum profillerin yüksek ısı iletkenliği nedeniyle, yalıtımlı profiller kullanmak, iç ve dış alüminyum profiller arasındaki ısı transferini keserek enerji verimliliğini %80 oranında artırır. Bu iyileştirme, kış aylarında ısınma maliyetlerini düşürürken yaz aylarında aşırı ısınmayı önler ve enerji tasarrufu sağlar. Ayrıca, enerji verimliliği iyileştirmeleri, yatırımın geri dönüş süresini kısaltır ve çevresel etkiyi azaltarak karbon ayak izini düşürür. Sonuç olarak, yeni pencere ve cam sistemleri hem kısa vadede enerji tasarrufu hem de uzun vadede maliyet avantajı sağlayarak iç mekan konforunu artırır ve enerji verimliliğini önemli ölçüde iyileştirir.

Yapılan baca gazı analiz ölçümlerinde CO₂ ve verim değerleri normal değerler arasında çıkmıştır. Kazan 6 (Diş Hekimliği), Kazan 7 (Diş Hekimliği) ve Kazan 9 (Morfoloji Binası) için baca gazı sıcaklıkları standart değerlerin üstünde çıkmıştır. Kazan 1 (Yüzme Havuzu), Kazan 2 (Yüzme Havuzu), Kazan 6 (Diş Hekimliği) ve Kazan 7 (Diş Hekimliği) için O₂ oranları standart değerlerin üstünde çıkmıştır. Kazan 1 (Yüzme Havuzu), Kazan 6 (Diş Hekimliği), Kazan 7 (Diş Hekimliği) ve Kazan 9 (Morfoloji Binası) için verim oranları standart değerlerin altında çıkmıştır. Kazan 8 için CO değeri standart değerlerin üstünde çıkmıştır. Bu sonuçlara göre Kazan 1 (Yüzme Havuzu), Kazan 2 (Yüzme Havuzu), Kazan 6 (Diş Hekimliği), Kazan 7 (Diş Hekimliği), Kazan 8 (Morfoloji Binası) ve Kazan 9 (Morfoloji Binası) için brülör bakımı gerekmektedir.

VRF sistemlerinin verimlilik ve performans ölçümü, cihazların etkin çalışmasını ve enerji tasarrufunu sağlamak için kritik öneme sahiptir. Verimlilik ölçümünde, öncelikle cihazın enerji verimlilik sınıfı dikkate alınır; bu sınıf, cihazın enerji tüketimi ile performansını gösterir ve genellikle A+++'dan D'ye kadar bir skala üzerinde değerlendirilir. Ayrıca, Soğutma Verimlilik Oranı (EER) ve Isıtma Performans Katsayısı (COP) gibi parametreler, klima ve VRF sistemlerinin enerji tüketimi karşısında sağladığı performansları belirler. Bu ölçümler, cihazın ne kadar enerji tasarrufu sağladığını ve maliyetlerin ne kadar etkilenebileceğini gösterir. Performans ölçümünde ise, VRF sistemlerinde belirtilen kapasitesinin (BTU) odanın büyüklüğüne uygun olup olmadığına bakılır ve iç ile dış ünite arasındaki sıcaklık farkı değerlendirilir. Termostatın doğruluğu, oda sıcaklığının ne kadar doğru ölçüldüğünü belirlerken, hava akışının ve sıcaklık dağılımının odanın tüm bölgelerine eşit olarak ulaşım ulaşmadığı kontrol edilir.

Tesisin mekanik tesisatında yapılan termal kamera görüntülemesi, yalıtımsız ve kötü yalıtılmış elemanların belirlenmesini sağlamıştır. Özellikle galeri hattındaki yalıtımsız borular ve yalıtımın bozulduğu bölgeler tespit edilmiş ancak çökme riski nedeniyle detaylı ölçüm yapılamamıştır. Kötü yalıtım, tesisatın verimliliğini ve dayanıklılığını olumsuz etkileyebilir; bu durum, enerji maliyetlerini artırabilir, kazan dairesinin aşırı ısınmasına yol açabilir ve iş güvenliği risklerini yükseltebilir. Yalıtımın etkin bir şekilde yapılması, ısı kaybını azaltarak enerji tasarrufu sağlar ve tesisatın dış ortam koşullarından daha az etkilenmesini sağlar. Isı köprülerinin önlenmesi de enerji verimliliğini artırır ve tesisatın daha stabil çalışmasına yardımcı olur. Isıtma ve soğutma sistemlerinde, pompa gövdeleri ve vanaların yalıtılması gereken ekipmanlar arasında yer alır; bu tür ekipmanlar için cam yünü, taş yünü gibi malzemeler kullanılmalı ve yüzeylerin yoğuşma riskine karşı alüminyum folyo veya buhar kesici kaplamalarla korunmalıdır. Ayrıca, vanaların ve pompaların uygun şekilde yalıtılması önerilmektedir. Yapılan hesaplamalar, yalıtım önlemlerinin doğalgaz tüketimini yıllık 867.692 kWh azaltacağı, 1.134.392 TL enerji tasarrufu sağlayacağı ve 173,54 ton CO₂ emisyonunu engelleyeceğini göstermektedir.

Yatırım maliyeti 653.108 TL olup, geri ödeme süresi 0,58 yıl ve net bugünkü değer 13.914.428 TL'dir. İç karlılık oranı ise %203'dür. Bu öneriler, tesisatın enerji verimliliğini artırarak maliyetleri düşürür ve çevresel etkileri azaltır.

Kompanzasyon sistemi elektrik mühendisleri tarafından tasarlanır ve projelendirilir. Proje işletmenin ihtiyacı doğrultusunda elektrik mühendisleri tarafından hesaplanarak projelendirilir. Pano imalatçısı bu projeye uygun panoyu imal ederek devreye alır. Tesise ait kompanzasyon bilgileri dağıtım sistemleri başlığı altında tabloda verilmektedir.

Tesisin ana dağıtım panosunun enerji girişlerine enerji analizörü bağlanarak, akım, gerilim, güç, frekans ve harmonik değerler dakikada bir ölçülüp kaydedilmiştir. Bu kapsamlı veri toplama süreci, enerji sisteminin performansını ve kalitesini detaylı bir şekilde değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları grafikler aracılığıyla sunulmuş, böylece sistemdeki yük değişimleri, gerilim dalgalanmaları, güç tüketimi ve harmonik distorsiyonlar zaman içindeki seyriyle izlenebilmiştir. Ayrıca, termal görüntüleme yöntemi kullanılarak ana dağıtım panoları ve hatlar üzerindeki sıcaklık profilleri değerlendirilmiştir. Bu yöntem, olası aşırı ısınma bölgelerini ve potansiyel enerji kayıplarını tespit etmek için kritik öneme sahiptir. Elde edilen termal görüntüler, enerji sisteminin güvenilirliği ve verimliliği hakkında daha derinlemesine bilgi sunarak, bakım ve iyileştirme stratejilerinin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Harmonik raporu ve termal görüntüleme raporları EK kısmında detaylı bir şekilde sunulmuş ve analiz edilmiştir.

Enerji verimliliğini artırmak için trafo bakımı, akım harmoniklerini azaltmak amacıyla harmonik filtreleme, yük ve ekipman düzenlemeleri, sistem tasarımı iyileştirmeleri ve sürekli izleme gibi önlemler önerilmiştir. Bu stratejiler, sistem performansını artırarak enerji verimliliğini sağlamak ve ekipman ömrünü uzatmak için kritik öneme sahiptir.

2008 yılında hazırlanan IEC 60034-30:2008 standardına göre elektrik motorları için verimlilik sınıfları 0.75 kW ile 375 KW arasına genişletilmiş, verimlilik sınıflarına IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiştir. Bu yeni tanımlamaya göre IE1 sınıfı EFF2'nin, IE2 sınıfı ise EFF1'in karşılığı olup, IE1 standart verimli sınıf, IE2 yüksek verimli sınıf, IE3 çok yüksek verimli sınıf ve IE4 süper çok yüksek verimli sınıf motorlar olarak tanımlanmıştır. Bu durum neticesinde 0,75 kW gücü altındaki pompalar hesaplamalara dâhil edilmemiştir. Elektrik motorları 1998 yılında CEMEP tarafından hazırlanan standartlara göre 1,1 kW ile 90 kW arasında EFF3, EFF2 ve EFF1 olmak üzere üç temel verimlilik değerine göre sınıflandırılmıştır. EFF3 verimsiz sınıf, EFF2 orta verimli sınıf, EFF1 yüksek verimli sınıf olarak belirlenmiştir. 2008 yılında hazırlanan IEC 60034-30:2008 standardına göre elektrik motorları için verimlilik sınıfları 0.75 kW ile 375 KW arasına genişletilmiş, verimlilik sınıflarına IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucu motorların geri ödeme süreleri 5 yıldan fazla olduğundan dolayı verimlilik artırıcı proje olarak değerlendirilmemiştir.

Bu sebeple tesisinizde bulunan IE2 verimli motorların arıza yapmaları durumunda IE3 Premium Verimli Motorlar ile değiştirilmesini önermekteyiz.

Tesiste mevcut aydınlatma armatürleri çeşitlilik göstermektedir. Tesiste bulunan armatürler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Çeşitli armatür tipleri, merkezin farklı alanlarında aydınlatma ihtiyaçlarını karşılamak üzere kullanılmaktadır. Mevcut aydınlatma envanter bilgileri projelerden alınmıştır ve ekte verilmiş olup değişim tablosu aşağıda verilmiştir.

Kuruluşlar, değişen mevzuat ve piyasa koşullarını yakından takip etmek zorundadır. Mevzuata uygunluğu sağlamak ve rekabet avantajı elde etmek için tedarikçilerin sunulan hizmetlerini, tarifelerini ve sözleşme şartlarını düzenli olarak gözden geçirmeleri önemlidir. Ayrıca, enerji piyasasındaki değişiklikleri izlemek, işletmenin maliyetlerini optimize etmek ve verimliliği artırmak için kritik bir rol oynar. Kuruluşlar, enerji tedarikçileri arasında rekabet avantajı elde etmek ve en uygun fiyatları, hizmetleri ve sözleşme şartlarını seçmek için dikkatli bir araştırma yapmalıdır.

Bu süreçte, mevcut ve potansiyel tedarikçilerin sunduğu fırsatları değerlendirmek ve uzun vadeli stratejik ortaklıklar kurmak da önemlidir. Böylece, kuruluşlar mevzuata uygunluğu sağlayabilir, maliyetleri optimize edebilir ve rekabet avantajı elde edebilirler. Bundan dolayı sözleşme döneminin sonunda bu çalışmanın tekrarlanarak yeni çalışmanın sonuçlarına göre en uygun tarife ile mevcut tarifenin değiştirilmesi önerilir.

TEDAŞ 2024 güncel birim fiyatları ve tesisin satın aldığı özel tedarikçi birim fiyatları ile uygulanan mevcut indirim oranına göre hesaplanmıştır. Tarife analizi tasarruf çalışması sonuçlarına göre tesis için en uygun tarifenin “Tek Terim Tek Zaman” olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tasarruf çalışmasına göre en uygun tarifenin hali hazırda kullanılan “Tek Terim Tek Zaman” olduğu tespit edilmiştir.

Kahramanmaraş iline düşen yıllık ışıınım miktarı 1 m² alana yılda ortalama 1.600-1.750 kWh/m²-yıl'dır. Ülke ortalamasının 1.527 kWh/m²-yıl olduğu düşünülürse Kahramanmaraş, ışıınım miktarı ülke ortalamasının altında kalmasına rağmen GES sisteminin avantajları göz önüne alındığında güneş enerjisi alanında yatırım yapmak cazip bir hale gelmektedir.

GES kurulması için ön fizibilite çalışması yapılmış ve elde edilebilecek tasarruf miktarları tabloda verilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre 540 Watt gücünde toplam 9.072 panel ile 4.899 kWp kurulum gücüne sahip GES kurulumu yapılabileceği tespit edilmiştir. Çatı Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 3.458.633 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 1.518,34 ton CO₂ emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 62.124.863 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi 4,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 289.205.765 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %42 olup, proje ömrü 20 yıldır. Otopark Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 3.632.766 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 1.594,78 ton CO₂ emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 102.567.812 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi 7 yıl olarak hesaplanmıştır.

Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 244.062.257 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %30 olup, proje ömrü 20 yıldır. Üngüt Su Deposu Çatı Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 262.700 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 115,33 ton CO2 emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 4.718.344 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi 4,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 21.967.129 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %42 olup, proje ömrü 20 yıldır. Bu veriler, projenin ekonomik ve çevresel faydalarını açıkça ortaya koymaktadır.

Tesise ait yemekhane binasında bulunan kolektörlerin etiket bilgilerine ulaşılamamıştır. Fakat aşağıda verilen verileri standart olarak kabul edersek sistemin aktifleşmesi durumunda elde edilebilecek sıcak su miktarı aşağıdaki gibidir.

Tesisin sıcak su ihtiyacını güneş kolektöründen karşılamak için gerekli hesaplamalar yapılmış olup aşağıda tablo şeklinde verilmiştir. Sıcak su ihtiyacı için rektörlük binası günlük 100 kişi, spor salonu binası 100 kişi ve toplamda ise 200 kişilik güneş kolektör sistemi kurulması düşünülmüştür. Kişi başına gerekli su miktarı günlük 50 litre, tesisin çalışma gün sayısı 300 gün ve şebeke suyu sıcaklığı ile güneş ışıınım değeri ise Kahramanmaraş ili için aralık ayı ortalama değer olarak esas alınmıştır.

Yapılan hesaplamalar neticesinde tesise 31 adet güneş kolektöründen oluşan bir sistem kurulduğunda günlük yaklaşık olarak 8.000 litre sıcak su elde edilebilir. Bu sayede tesisin 2024 yılı tüketimi esas alındığında doğalgaz tüketiminin yaklaşık %0,25'üne karşılık gelen bir enerji tasarrufu sağlanmış olunur. Bu hesaplamalar teorik olarak yaklaşık kişi sayısı ve günlük su ihtiyacı üzerinden yapılmıştır. Projeye karar verilmesi durumunda bir güneş kolektörü firmasıyla görüşülerek detaylı bir fizibilite çalışması yapılabilir. Güneş kolektörü kurulumu geri ödeme süresi yaklaşık 5 yıl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 8: Tasarruf Edilen Miktarlar ve Parasal Değerleri

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı			Enerji Tasarruf Oranı (%)
	Miktar (kWh / Yıl)	Enerji (TEP / Yıl)	Maliyet (TL / Yıl)	
Elektrik	1.150.653	98,96	4.592.996	4,67%
Doğalgaz	3.540.782	304,51	4.629.100	11,93%
Çatı GES	3.458.633	297,44	13.805.639	14.03%
Otopark GES	3.632.766	312,42	14.500.714	14,74%
Güneş Kolektörü Kurulum Projesi	73.055	6,28	95.510	0,25%
Üngüt Su Deposu Çatı GES	262.700	22,59	1.048.605	1,07%
Toplam	12.118.589	1.042,20	38.672.564	

2. ENERJİ TÜKETİMİ

2.1. BİNA BİLGİLERİ



Şekil 1: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi Uydu Görüntüsü

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi uydu görünümü Şekil 1’de verilmiştir. Tesis 38 binadan oluşup eğitim tesisi olarak kullanılmaktadır. Tesis 2003 ve sonraki yıllarda inşa edilmiştir. Kapalı alanı 353.665 m²’dir. 2024 Kahramanmaraş ısıtma gün sayısı meteorolojiden alınan verilere göre ısıtma gün sayısı $T \leq 15$ °C için 156 gün soğutma gün sayısı ise $T > 22$ °C için 149 gün olarak belirlenmiştir. Tesiste başlıca enerji türü olarak elektrik ve doğalgaz kullanılmaktadır. Isıtma sistemleri merkezi, Soğutma sistemi genel olarak kullanılmayıp bazı binalarda VRF ve Chiller olarak bulunmaktadır. Tesiste bir adet ısıtma merkezi ve burada 64 adet kazan bulunmaktadır.

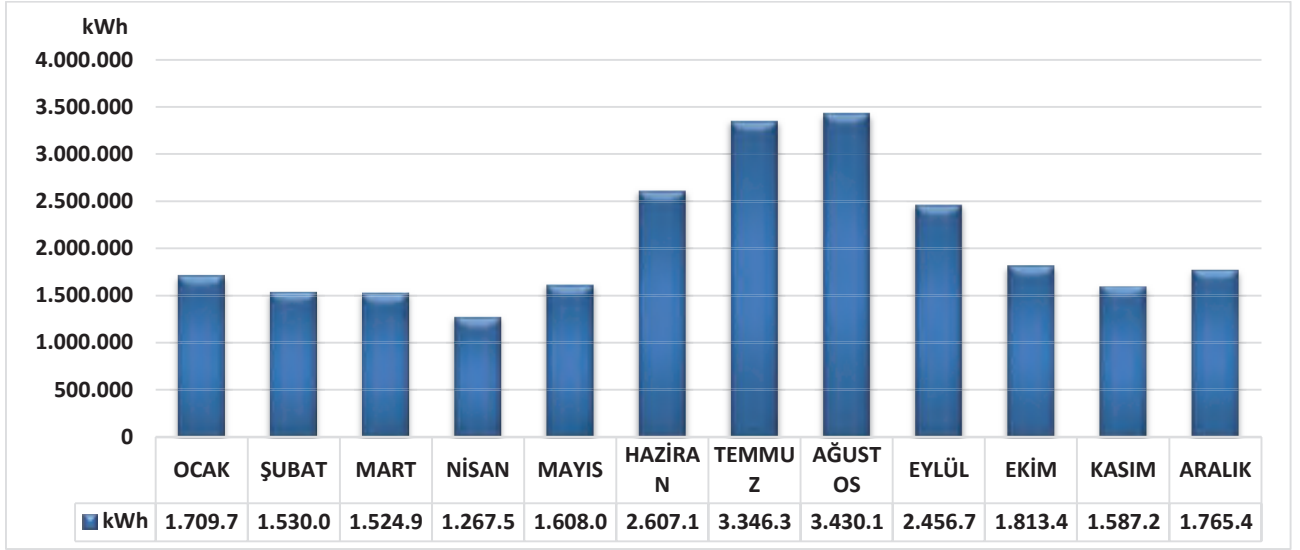
2.2. TÜKETİM VERİLERİ

2.2.1. Elektrik Tüketimleri

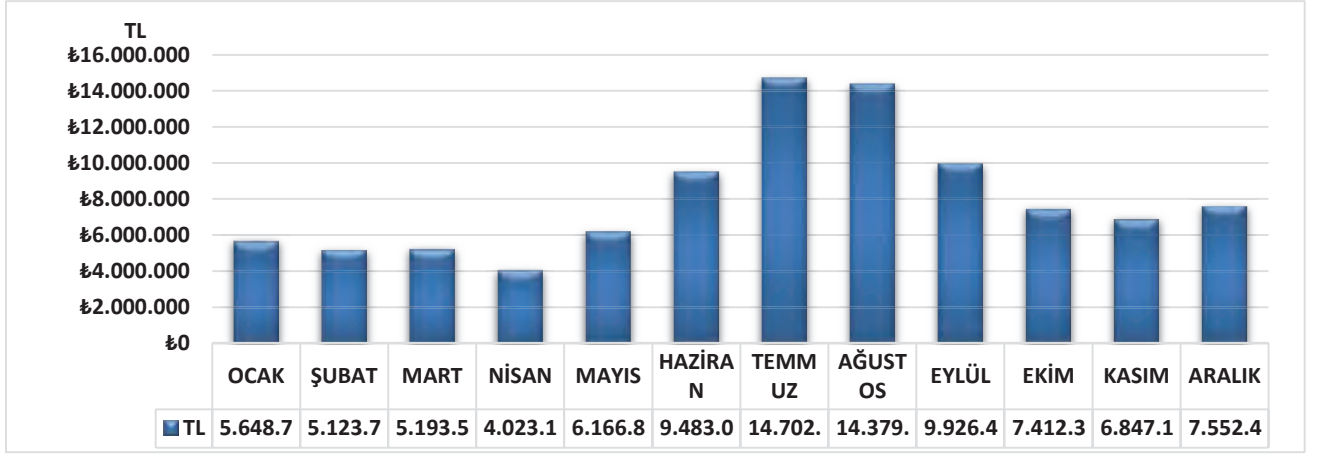
2024 yılında elektrik tüketimleri aylık bazda incelendiğinde, toplamda 25.483.684 kWh elektrik tüketilmiştir. Tüketim miktarlarına bağlı olarak maliyetler de farklılık göstermiş; toplam maliyet 96.459.798 TL olarak hesaplanmıştır. Elektrik tüketiminin toplam enerji tüketimi ise 2.191,60 TEP olarak belirtilmiştir. Genel olarak, yıl içinde elektrik tüketiminde mevsimsel değişim ve buna bağlı maliyet dalgalanmaları gözlemlenmiştir.

Tablo 9: 2024 Elektrik Tüketim Tablosu

2024 Yılı Elektrik Tüketimleri			
Aylar	Tüketim		Maliyet
	kWh	TEP	TL
OCAK	1.709.700	147,03	5.648.770
ŞUBAT	1.530.047	131,58	5.123.726
MART	1.524.964	131,15	5.193.508
NİSAN	1.267.583	109,01	4.023.197
MAYIS	1.608.023	138,29	6.166.849
HAZİRAN	2.607.141	224,21	9.483.098
TEMMUZ	3.346.312	287,78	14.702.861
AĞUSTOS	3.430.155	294,99	14.379.399
EYLÜL	2.456.767	211,28	9.926.429
EKİM	1.813.465	155,96	7.412.393
KASIM	1.587.211	136,50	6.847.134
ARALIK	1.765.406	151,82	7.552.435
Toplam	24.646.775	2.119,62	96.459.798

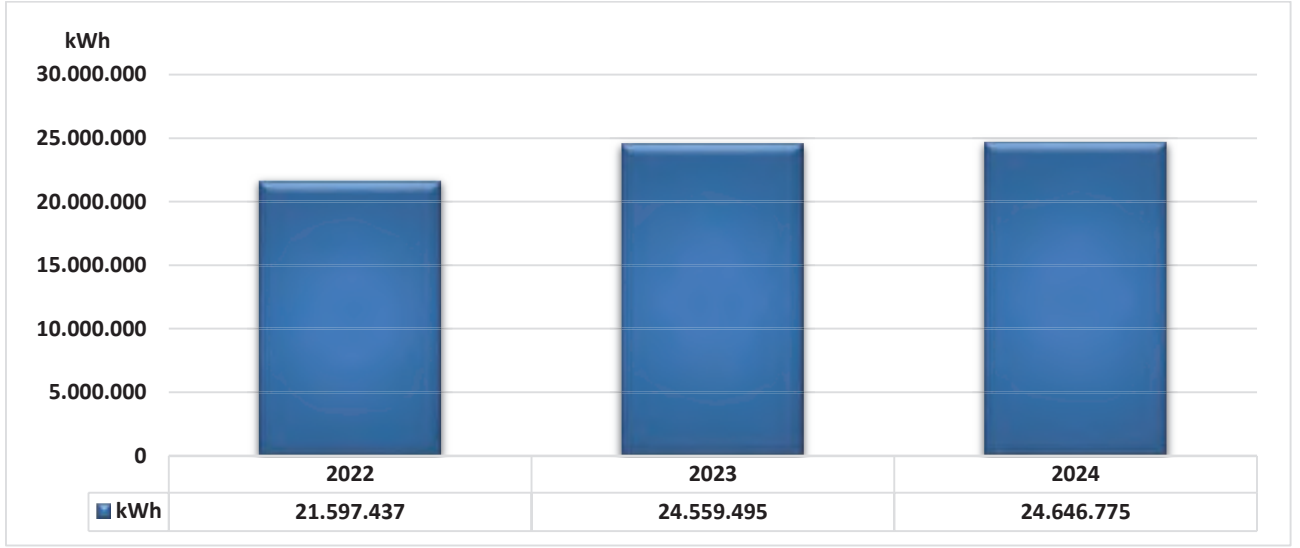


Grafik 2: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Grafiği



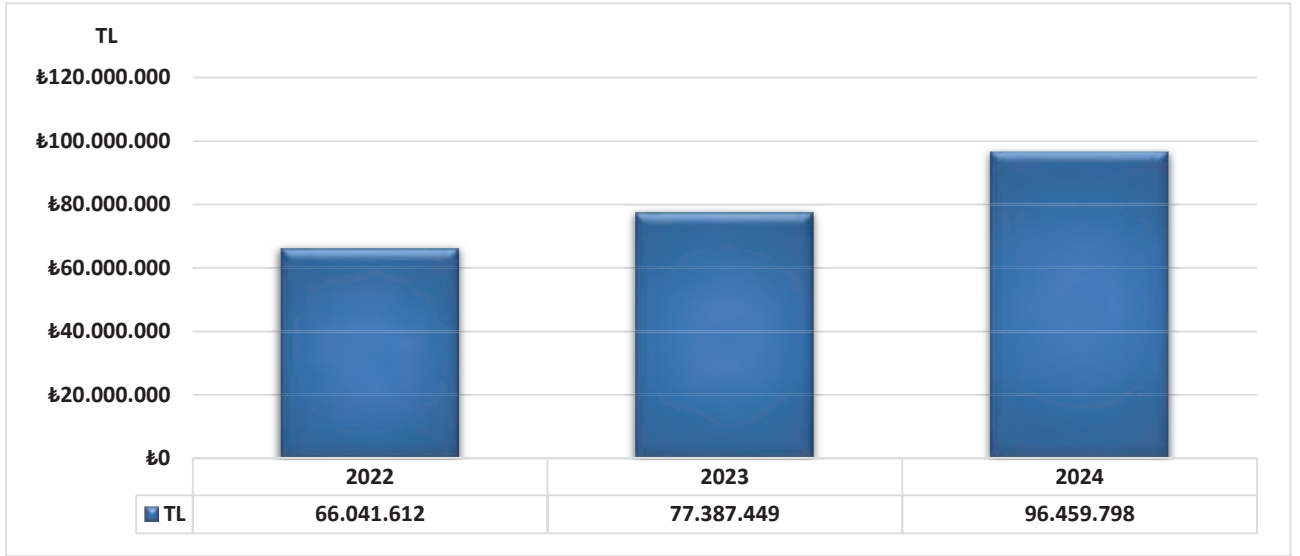
Grafik 3: 2024 Yılı Elektrik Maliyet Grafiği

2024 yılı itibarıyla tesisin toplam elektrik tüketimi 24.646.775 kWh olarak gerçekleşmiş ve bu tüketim için toplam maliyet 96.459.798 TL olmuştur. Yıl içinde en yüksek elektrik tüketimi ağustos ayında gerçekleşmiş olup, 3.430.155 kWh tüketim yapılmışken en yüksek maliyet temmuz ayında 14.702.861 TL olarak hesaplanmıştır. En düşük elektrik tüketimi ise nisan ayında meydana gelmiş ve 1.267.583 kWh olarak kaydedilmiştir; bu ayda maliyet 4.023.197 TL'dir.



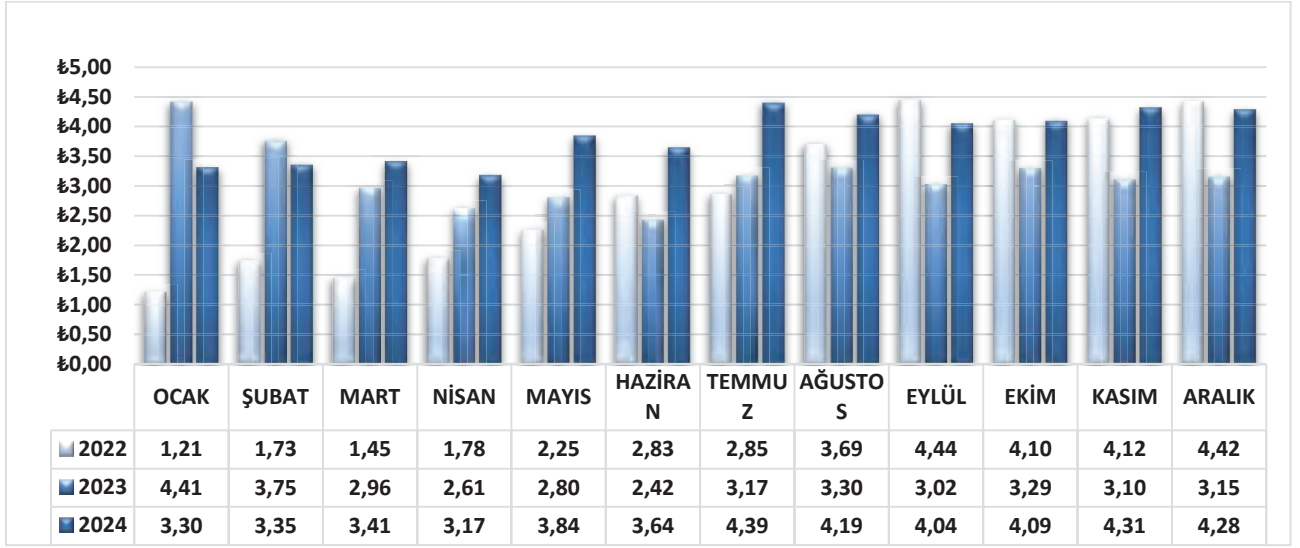
Grafik 4: Son 3 Yılın Elektrik Tüketim Grafiği

Son 3 yıla ait elektrik tüketimlerini incelediğimizde tüketimler 2022 yılında 21.227.318 kWh ile gerçekleşmiştir. Elektrik tüketimi 2023 yılında 2022 yılına göre %13,71 oranında artarken, 2024 yılında 2023 yılına göre %0,36 oranında artmıştır.



Grafik 5: Son 3 Yılın Elektrik Maliyet Grafiği

Son 3 yıla ait elektrik maliyetini incelediğimizde tüketimin artmasıyla beraber maliyetin giderek arttığı görülmektedir. Maliyet artış oranı 2022-2023 yılları arasında %17,18 olarak gerçekleşirken, 2023-2024 yılları arasındaki artış ise %24,65 oranında gerçekleşmiştir.



Grafik 6: Son 3 Yılın Elektrik Birim Fiyat Grafiği

Elektrik birim fiyatı 2022 yılında ortalama 2,91 TL/kWh, 2023 yılında ortalama 3,16 TL/kWh, 2024 yılında ise ortalama 3,83 TL/kWh olarak gerçekleşmiştir. Son 3 yılın ortalama elektrik birim fiyatındaki değişikliği incelediğimizde 2022-2023 yılları arasında %8,89 oranında, 2023-2024 yılları arasında ise yaklaşık %21,17 oranında artış gerçekleşmiştir.

Tablo 10: Elektrik Birim Fiyat Tablosu

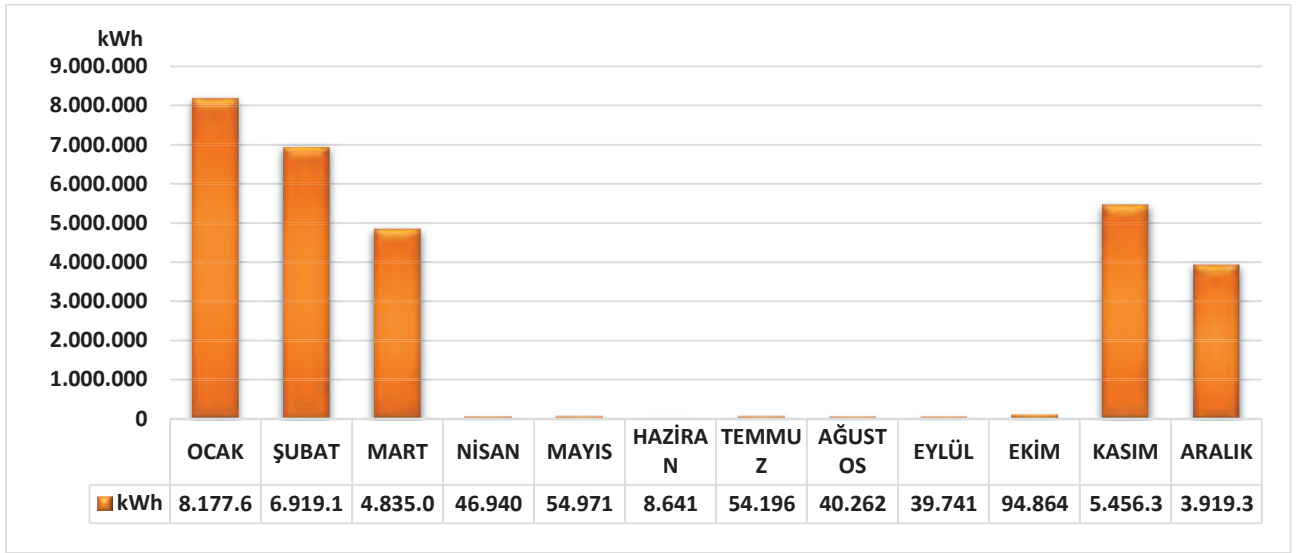
2022 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	2,91	TL/kWh (KDV Hariç)
2023 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	3,16	TL/kWh (KDV Hariç)
2024 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	3,83	TL/kWh (KDV Hariç)

2.2.2. Doğalgaz Tüketimleri

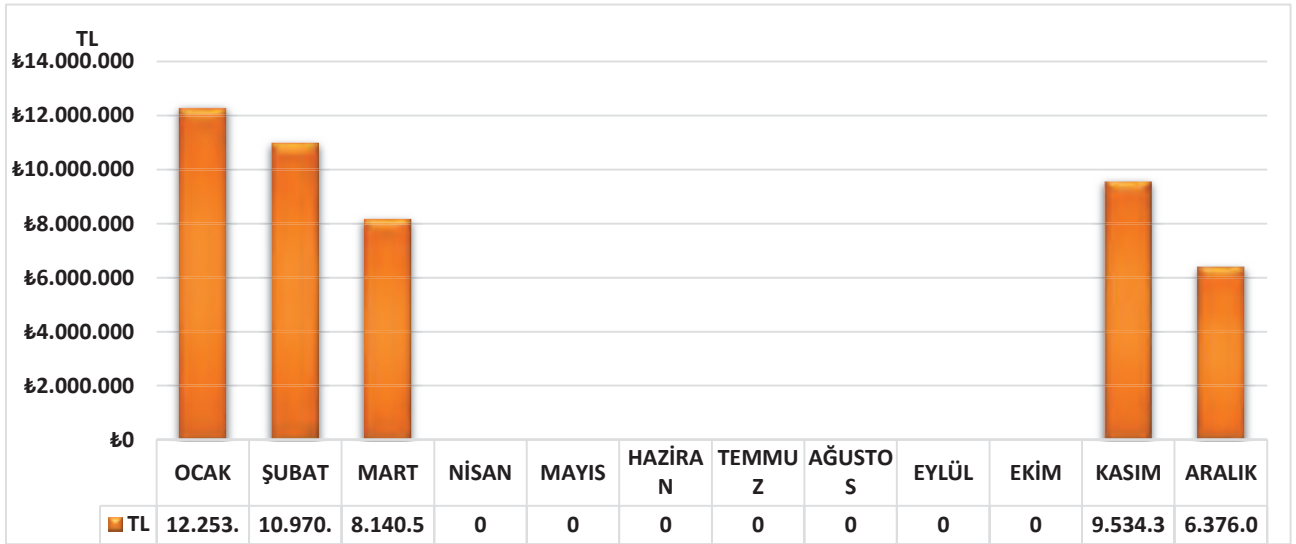
Tesiste ısıtma ve sıcak su için doğalgaz kullanılmaktadır. Bu bölümde doğalgazın faturaları bulunmadığı için maliyet hesaplanamamıştır. Fakat aylık tüketim, TEP gibi değerleri ele alınmıştır. Tesisin doğalgaz maliyet bilgilerine ulaşılammıştır.

Tablo 11: 2024 Doğalgaz Tüketim Tablosu

2024 Yılı Doğalgaz Tüketimleri				
Aylar	Tüketim			Maliyet
	kWh	TEP	Sm ³	TL
OCAK	8.177.666	703,27	852.453	12.253.472
ŞUBAT	6.919.132	595,04	721.261	10.970.209
MART	4.835.068	415,81	504.015	8.140.597
NİSAN	46.940	4,04	4.893	0
MAYIS	54.971	4,73	5.730	0
HAZİRAN	8.641	0,74	901	0
TEMMUZ	54.196	4,66	5.650	0
AĞUSTOS	40.262	3,46	4.197	0
EYLÜL	39.741	3,42	4.143	0
EKİM	94.864	8,16	9.889	0
KASIM	5.456.368	469,24	568.780	9.534.304
ARALIK	3.919.347	337,06	408.559	6.376.035
Toplam	29.647.195	2.549,64	3.090.471	47.274.618

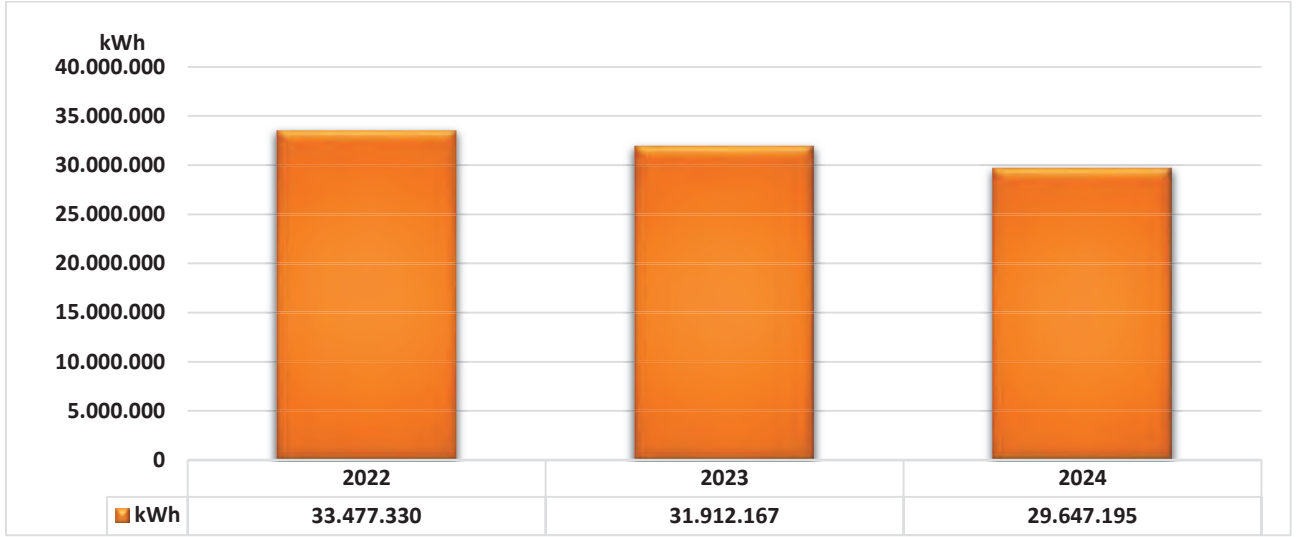


Grafik 7: 2024 Yılı Doğalgaz Tüketim Grafiği



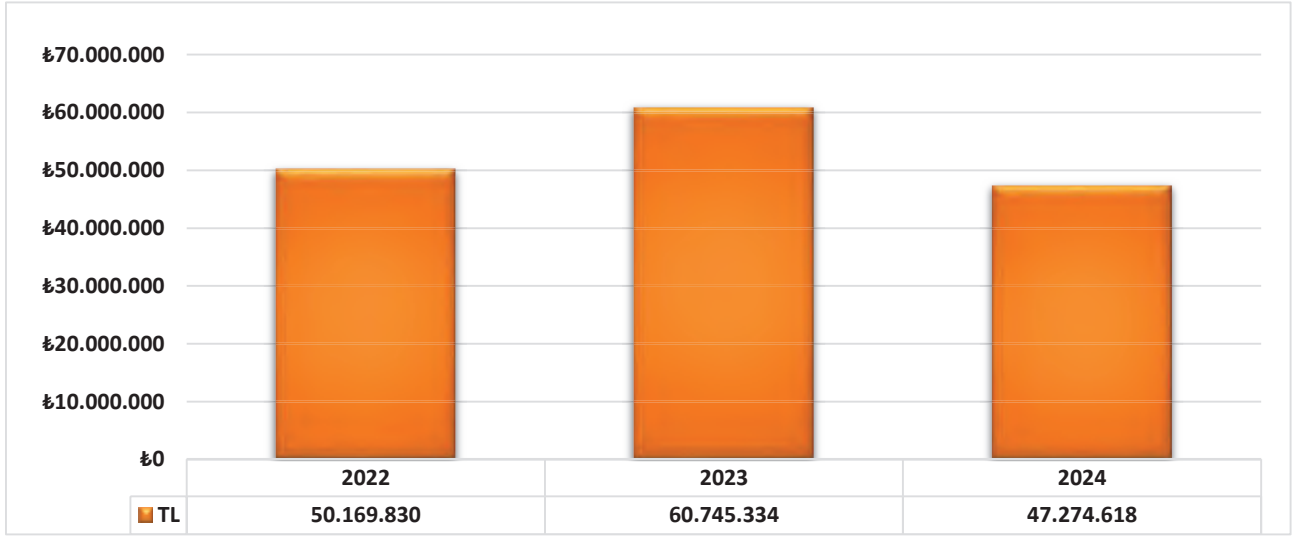
Grafik 8: 2024 Yılı Doğalgaz Maliyet Grafiği

Tesise ait doğalgaz tüketim verileri incelendiğinde, 2024 yılına ait doğalgaz tüketimlerini incelediğimizde en yüksek tüketimin ocak ayında 8.177.666 kWh olduğu görülmektedir. Bununla birlikte en yüksek maliyet 12.253.472 TL ile ocak ayıdır.



Grafik 9: Son 3 Yılın Doğalgaz Tüketim Grafiği

Yerleşkenin son 3 yılına ait doğalgaz tüketimlerini incelediğimizde tüketimler giderek azalmıştır. En yüksek tüketim ise 2022 yılında 33.477.330 kWh ile gerçekleşmiştir. Tüketim 2022-2023 yılları arasında %4,68 oranında azalırken, 2023-2024 yılları arasında %7,10 oranında azalmıştır.



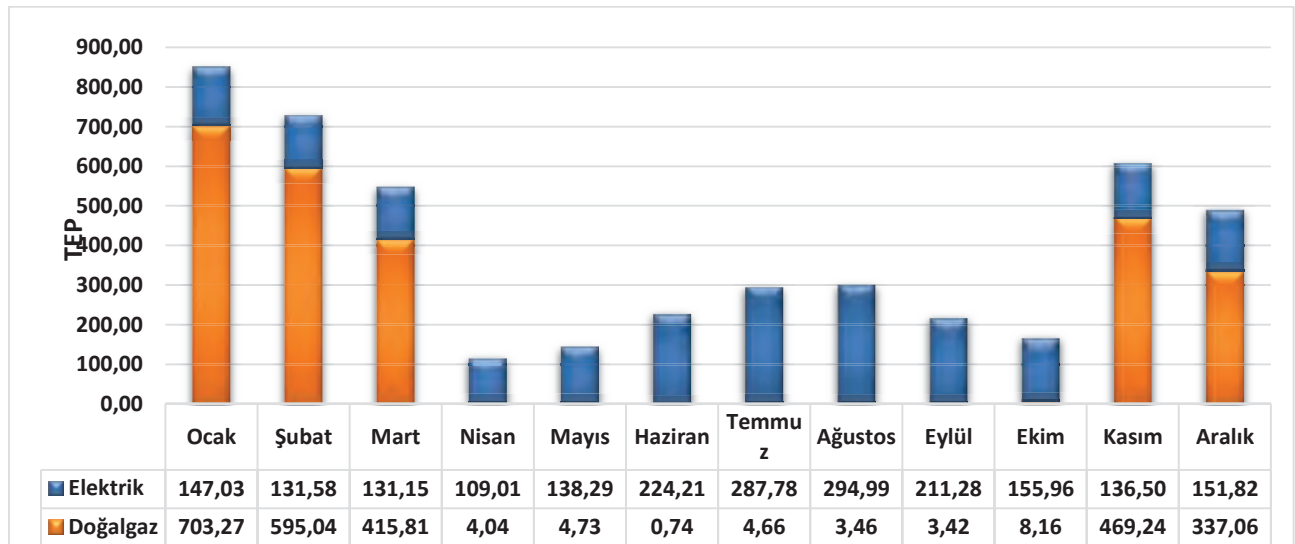
Grafik 10: Son 3 Yılın Doğalgaz Maliyet Grafiği

Tesise ait son 3 yılın tüketimlerini incelediğimizde tüketim maliyeti 2022 yılına göre 2023 yılında %21,08 arttığını, 2023 yılına göre 2024 yılında ise %22,18 azaldığını görmekteyiz.

2.2.3. Toplam Enerji Tüketimi

Tablo 12: 2024 Toplam Enerji Tüketim Tablosu

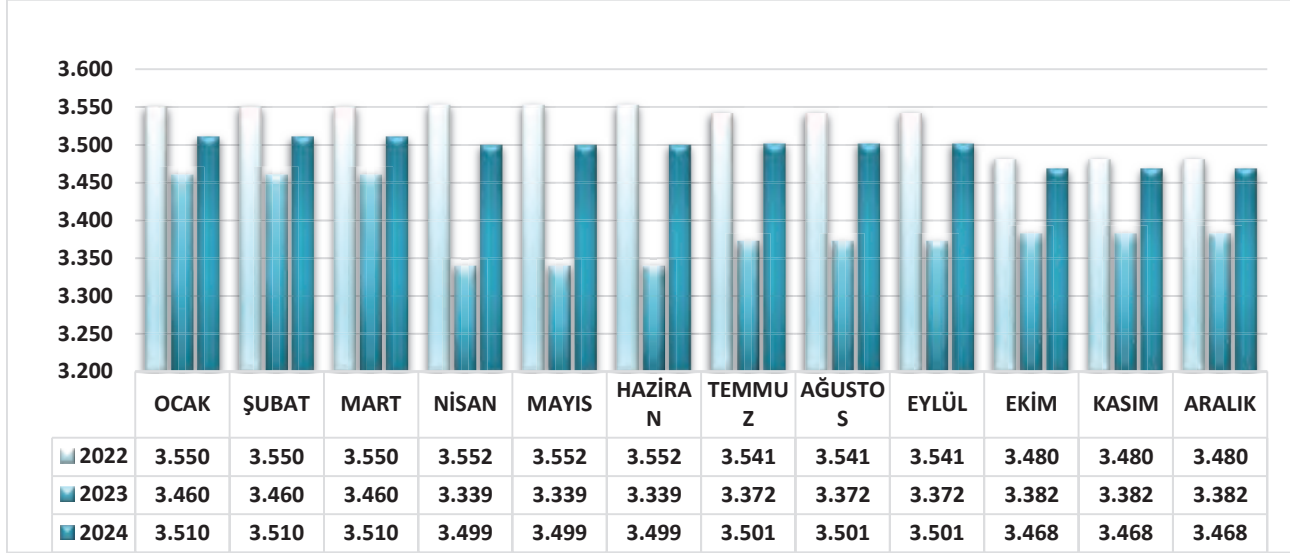
Toplam Enerji Tüketimi							
Aylar	Elektrik		Sıvı Yakıtları	Katı Yakıtlar	Gaz Yakıtları	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen					
	TEP	TEP					
Ocak	147,03				703,27	850,31	17.902.242
Şubat	131,58				595,04	726,62	16.093.935
Mart	131,15				415,81	546,96	13.334.105
Nisan	109,01				4,04	113,05	4.023.197
Mayıs	138,29				4,73	143,02	6.166.849
Haziran	224,21				0,74	224,96	9.483.098
Temmuz	287,78				4,66	292,44	14.702.861
Ağustos	294,99				3,46	298,46	14.379.399
Eylül	211,28				3,42	214,70	9.926.429
Ekim	155,96				8,16	164,12	7.412.393
Kasım	136,50				469,24	605,74	16.381.438
Aralık	151,82				337,06	488,89	13.928.470
Toplam	147,03				703,27	850,31	17.902.242



Grafik 11: 2024 Yılı Toplam Tüketim Grafiği

2.3. TÜKETİM ANALİZLERİ

Tesisin değişken değerlere göre enerji tüketim karakteristiğini anlayabilmek ve yorulmayabilmek için, tesise ait elektrik, HDD, CDD, metrekare, kişi sayısı gibi değerler ile karşılaştırılmış olup bu değişkenlerin enerji tüketimleri ile arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla regresyon analizleri yapılmıştır.



Grafik 12: Son Üç Yılın Kişi Sayısı

Tablo 13: Son 3 Yılın Tüketim Analizleri Tablosu

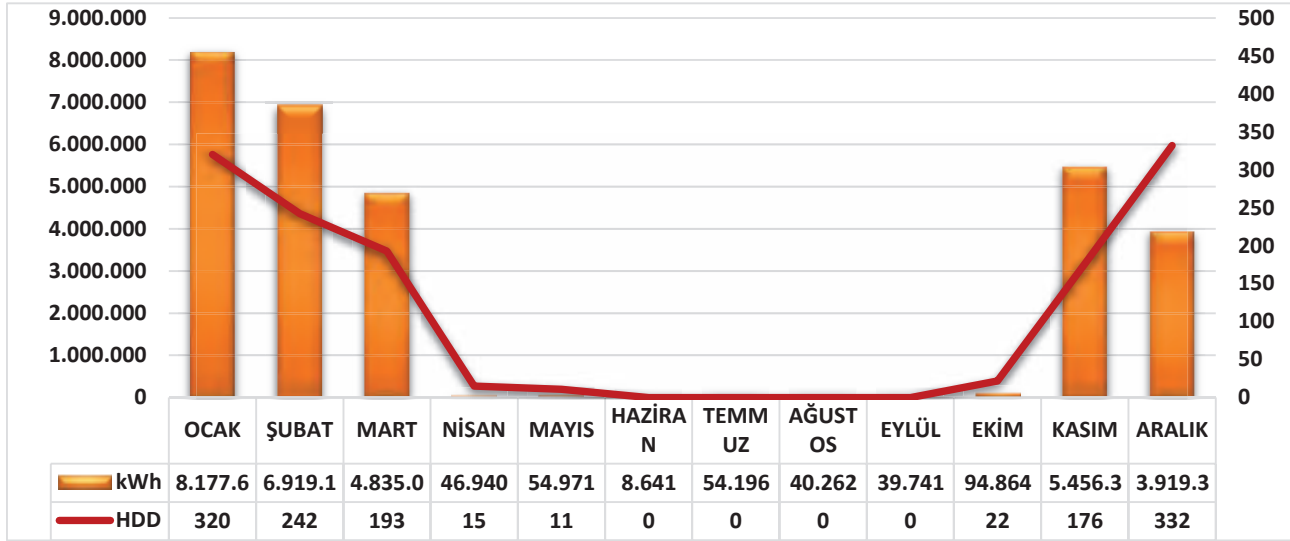
Göstergeler	Birimi	2022 Yılına Ait Değer	2023 Yılına Ait Değer	2024 Yılına Ait Değer	Ortalama
m2 Başına Toplam Tüketim	kWh/m2	155,7	159,7	153,5	156,3
m2 Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/m2	328,6	390,6	406,4	375,2
m2 Başına Toplam Elektrik Tüketimi	kWh/m2	61,1	69,4	69,7	66,7
m2 Başına Toplam Doğalgaz Tüketimi	kWh/m2	94,7	90,2	83,8	89,6
Kişi Başına Toplam Tüketim	kWh/kişi	1.299,9	1.388,9	1.294,7	1.327,8
Kişi Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/kişi	2.742,8	3.397,3	3.427,6	3.189,3
Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi	kWh/kişi	509,7	604,0	587,8	567,2
Kişi Başına Toplam Doğalgaz Tüketimi	kWh/kişi	790,1	784,9	707,0	760,7
m2 Başına Toplam Emisyon	Ton CO2 eşd./ m2	0,046	0,049	0,047	0,047
Kişi Başına Toplam Emisyon	Ton CO2 eşd./ kişi	0,382	0,422	0,399	0,401

Isıtma gün-dereceleri, 24 saatlik periyodun ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir. Isıtma Gün Dereceleri (Heating Degree Days - HDD): Belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğğun şiddetini açıklar. Soğutma Gün Dereceleri (Cooling Degree Days - CDD): Belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. Resmi olarak belirlenmiş bir eşik sıcaklık olmamakla birlikte inşaat sektörü enerji yönetim pratiklerinde eşik sıcaklık 22°C olarak alınır. Günlük ortalama sıcaklık 15°C'nin üzerinde ise ısıtma gereksizdir. Tesise ait doğalgaz faturalarına ulaşamadığı için son 3 yılın doğalgaz maliyeti hesaplanamamıştır.

Tablo 14: 2024 Yılı HDD-CDD Tablosu

G/D	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
HDD	320	242	193	15	11	0	0	0	0	22	176	332
T≤15°C	31	29	27	3	2	0	0	0	0	7	26	31
CDD	0	0	0	18	13	239	254	245	112	22	0	0
T>22°C	0	0	0	7	8	30	31	31	28	14	0	0

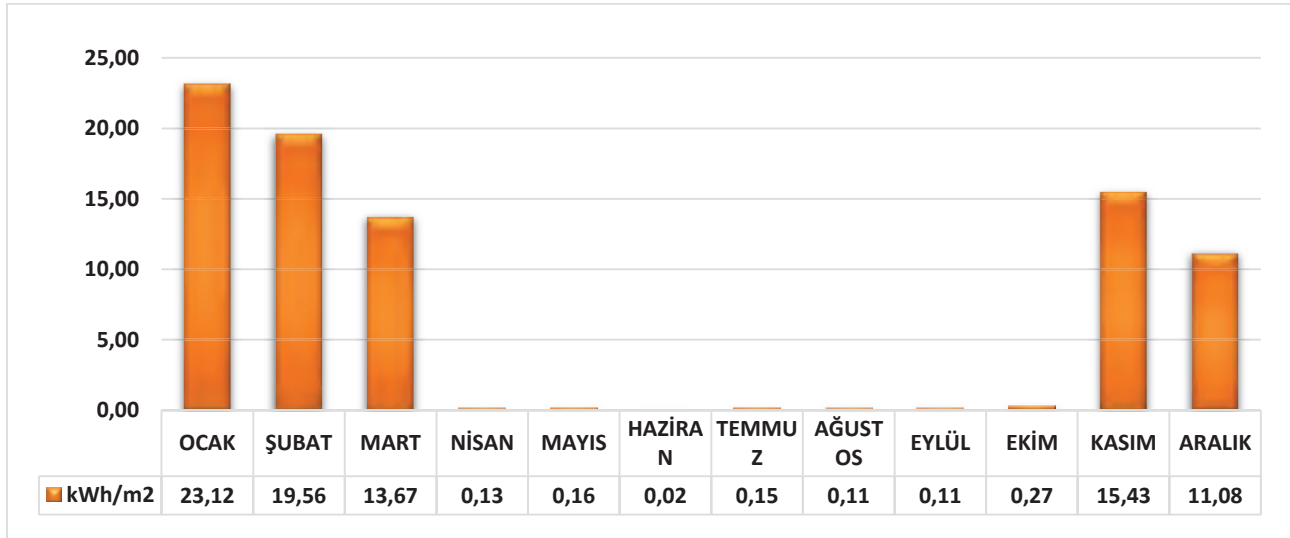
2.3.1. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) Grafiği



Grafik 13: 2024 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi ve HDD Grafiği

Tesise ait 2024 yılı doğalgaz tüketimlerini tesise en yakın meteoroloji istasyonundan alınmış aylık HDD değerleri ile kıyasladığımızda ısıtmaya ihtiyaç duyulan doğalgaz tüketiminin HDD değerlerindeki değişim ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi tesisin sürekli aktif çalışmadığından aylar ve günler içerisinde yoğunluğu değiştiği için tüketimin ısıtma gün derecesine göre değil, kapasite yoğunluğunda göre artış ve azalışındandır.

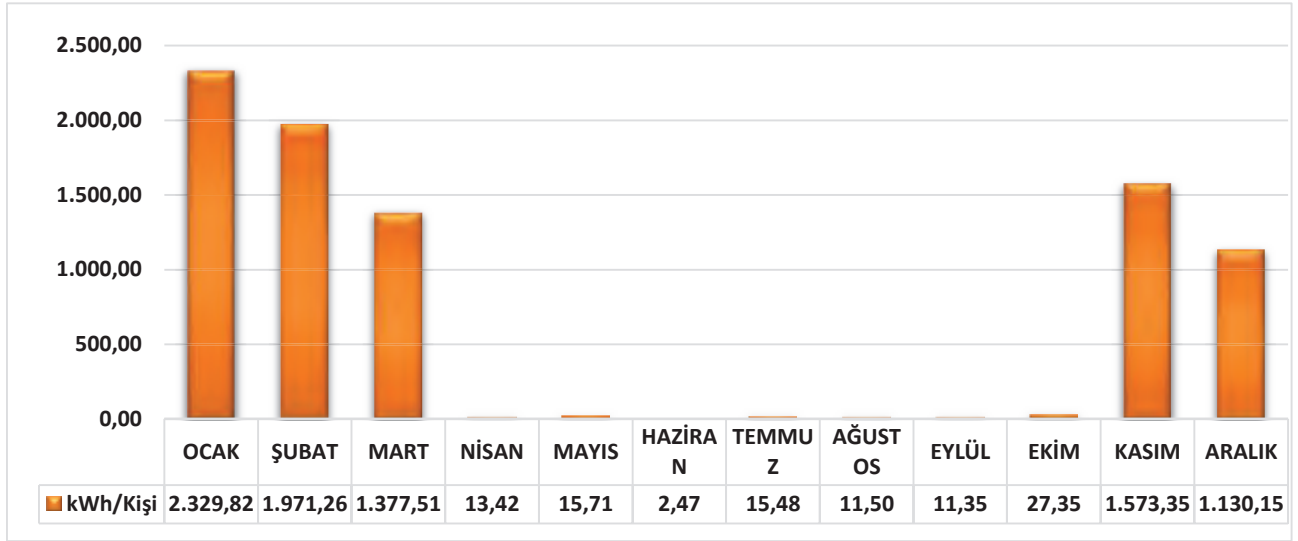
2.3.2. Aylara Göre Birim Alan Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği



Grafik 14: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi Grafiği

Tesise ait 2024 yılı birim alan metrekare başına düşen doğalgaz tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değerinin ocak ayında 23,12 kWh/m² olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun sebebi kış aylarında ısıtmaya daha fazla ihtiyaç duyulmasından ve tesisin kış ayı içerisinde ki en yoğun kapasiteye ulaştığı ay olmasından kaynaklanmaktadır.

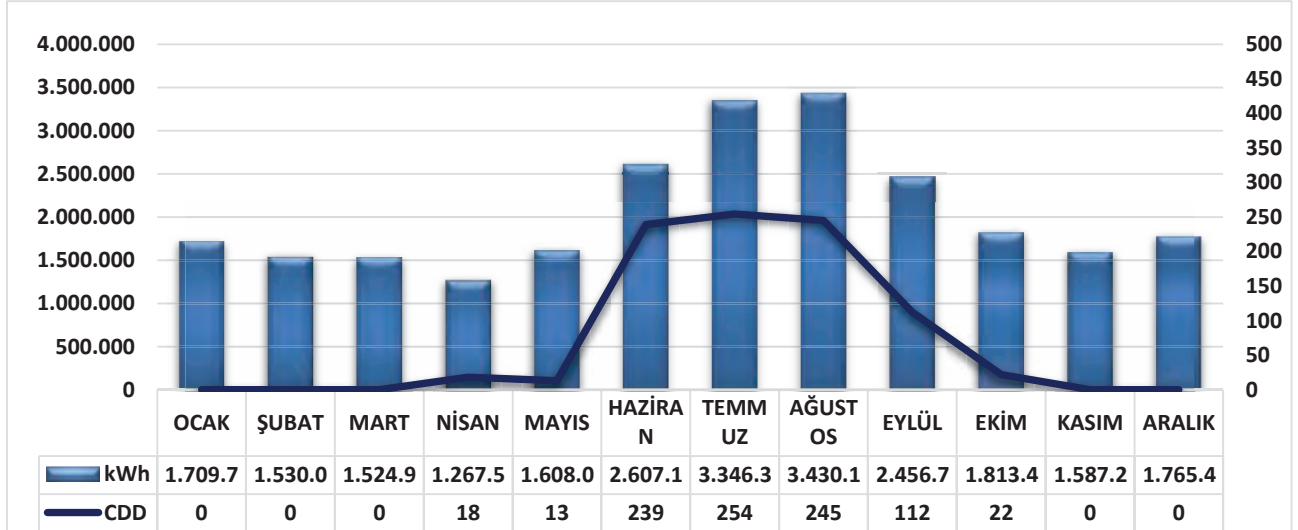
2.3.3. Aylara Göre Kişi Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği



Grafik 15: 2024 Yılı Aylık Kişi Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi Grafiği

Tesise ait 2024 yılı kişi başına düşen doğalgaz tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değerinin ocak ayında 2.329,82 kWh/kişi olarak gerçekleştiği görülmektedir. Ocak ayı tesiste çalışan toplam kişi sayısı 3.510 kişi olarak görülmektedir.

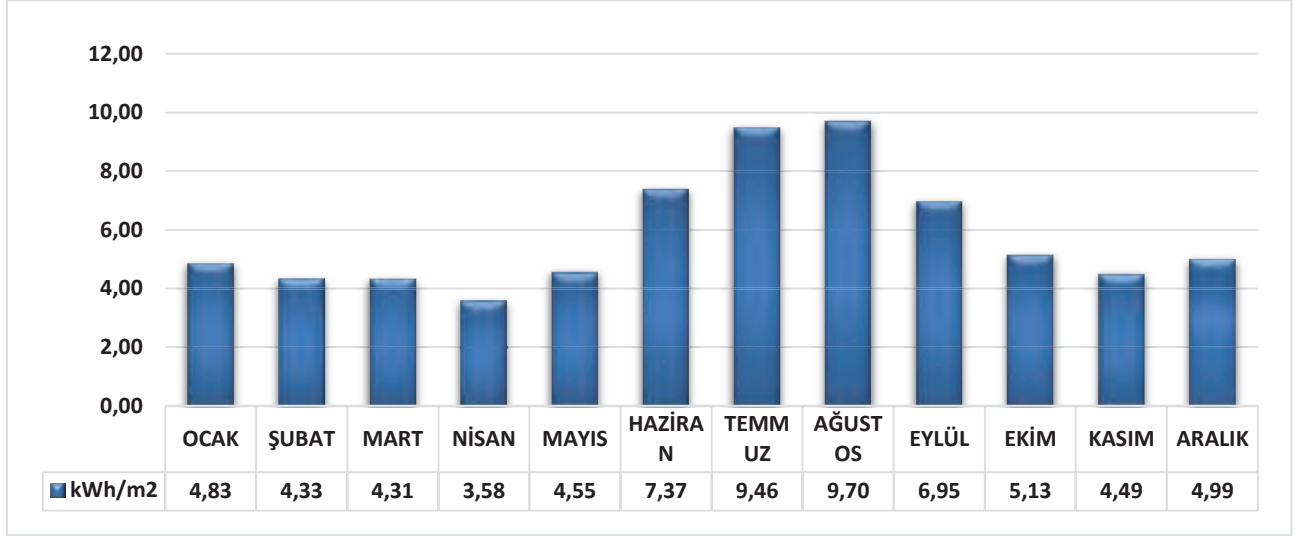
2.3.4. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) Grafiği



Grafik 16: 2024 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi ve CDD Grafiği

Tesise ait 2024 yılı elektrik tüketimlerini tesise en yakın meteoroloji istasyonundan alınmış olan 2024 yılı aylık CDD değerleri ile kıyasladığımızda soğutmaya ihtiyaç duyulan aylardaki elektrik tüketiminin CDD değerlerindeki değişim ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi tesisin üniversite olmasından dolayı elektrik sadece soğutma için değil bilgisayar ve sistemlerin çalıştığı için de kullanılmasından dolayıdır.

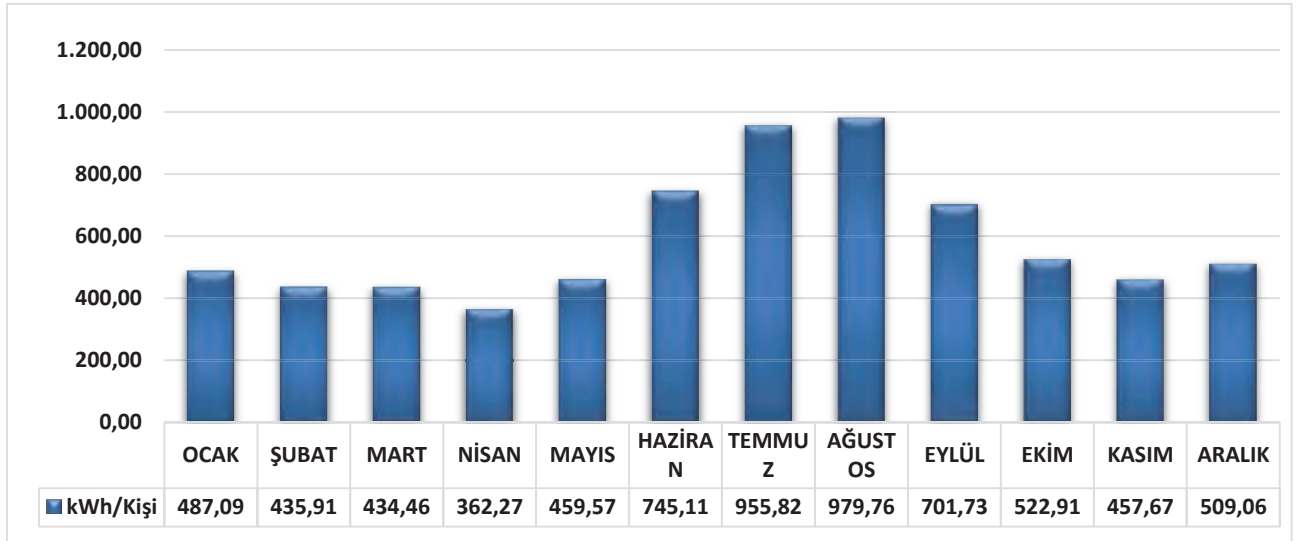
2.3.5. Aylara Göre Birim Alan Başına Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Grafiği



Grafik 17: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Elektrik Tüketimi Grafiği

Tesise ait 2024 yılı birim alan metrekare başına düşen elektrik tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değerinin ağustos ayında 9,70 kWh/m² olarak gerçekleştiği görülmektedir.

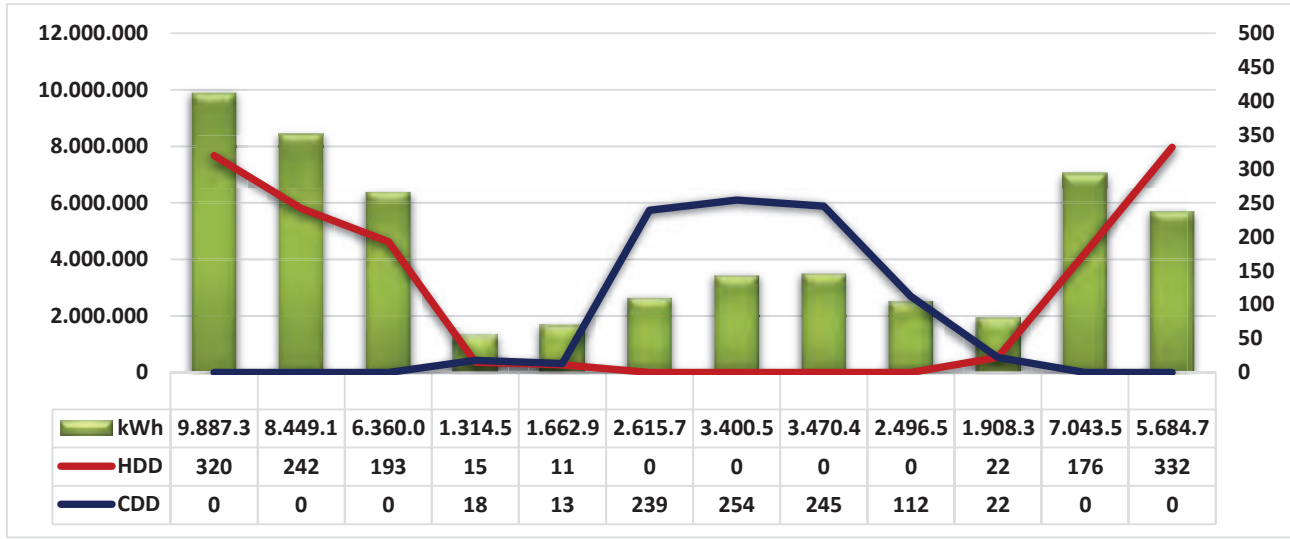
2.3.6. Aylara Göre Kişi Başına Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Grafiği



Grafik 18: 2024 Yılı Aylık Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi Grafiği

Tesise ait 2024 yılı kişi başına düşen elektrik tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değerinin ağustos ayında 979,76 kWh olarak gerçekleştiği görülmektedir. Temmuz ve ağustos aylarındaki yükseliş, tesiste bulunan kişi sayılarında çok fazla bir değişme olmamasına rağmen bu aylarda soğutma ihtiyacının artmasından kaynaklanmaktadır.

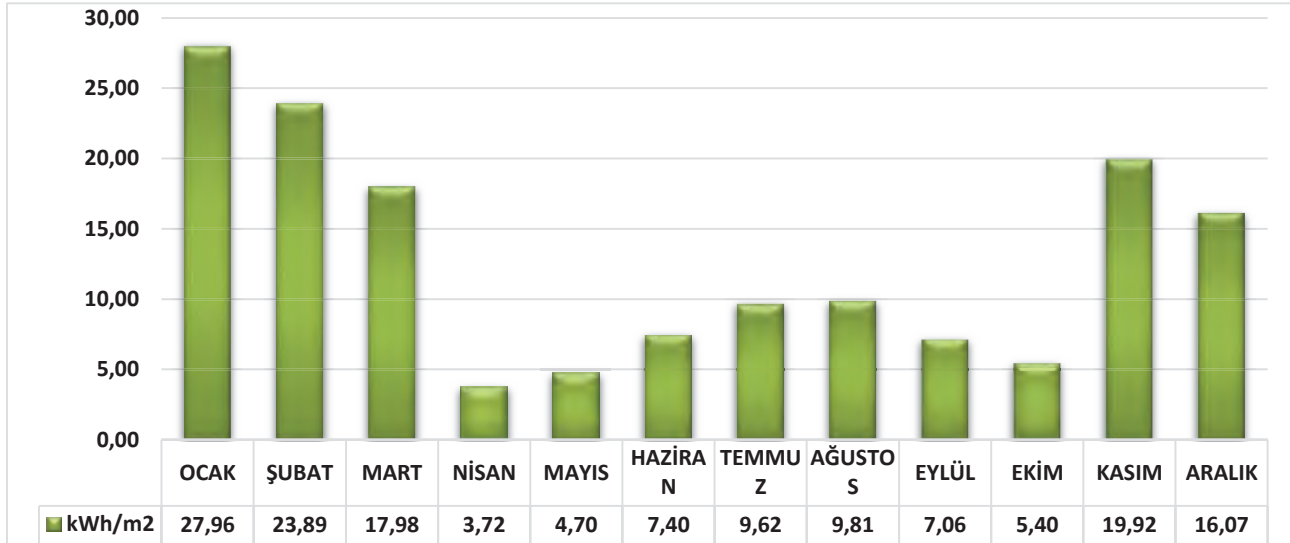
2.3.7. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Isıtma–Soğutma Derece Gün Sayıları (HDD+CDD) Grafiği



Grafik 19: 2024 Yılı Aylık Toplam Enerji Tüketimi ve HDD+CDD Grafiği

Tesise ait 2024 yılı toplam enerji tüketimlerini tesise en yakın meteoroloji istasyonundan alınmış olan 2024 yılı aylık HDD+CDD değerleri ile kıyasladığımızda iklimlendirmeye ihtiyaç duyulan aylardaki toplam enerji tüketiminin HDD+CDD değerlerindeki değişim ile uyumlu olmadığı görülmektedir.

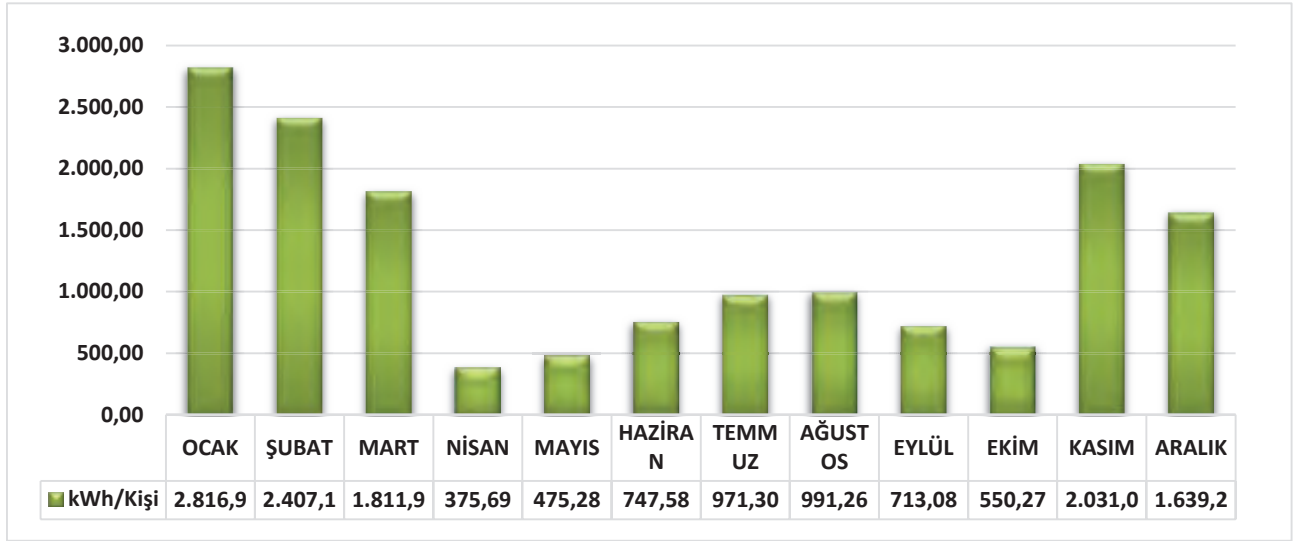
2.3.8. Aylara Göre Birim Alan Başına Toplam Enerji Tüketimi Grafiği



Grafik 20: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği

Tesise ait 2024 yılı aylara göre birim alan metrekare başına düşen toplam enerji tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değerinin ocak ayında 27,96 kWh/m² olarak gerçekleştiği görülmektedir.

2.3.9. Aylara Göre Kişi Başına Toplam Enerji Tüketimi Grafiği



Grafik 21: 2024 Yılı Aylık Kişi Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği

Tesise ait 2024 yılı aylara göre kişi başına düşen toplam enerji tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değerinin ocak ayında 2.816,9 kWh/kişi olarak gerçekleştiği görülmektedir.

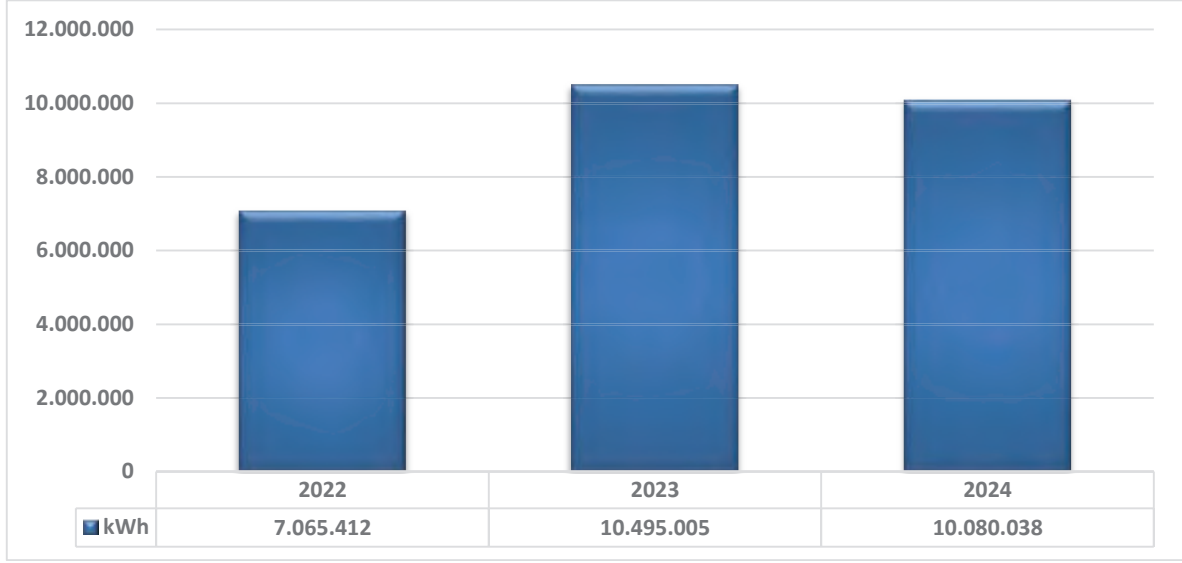
2.3.10. Yıllık Elektrik Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı

Tesiste elektrik tüketimleri sistem bazında izlenmemektedir.

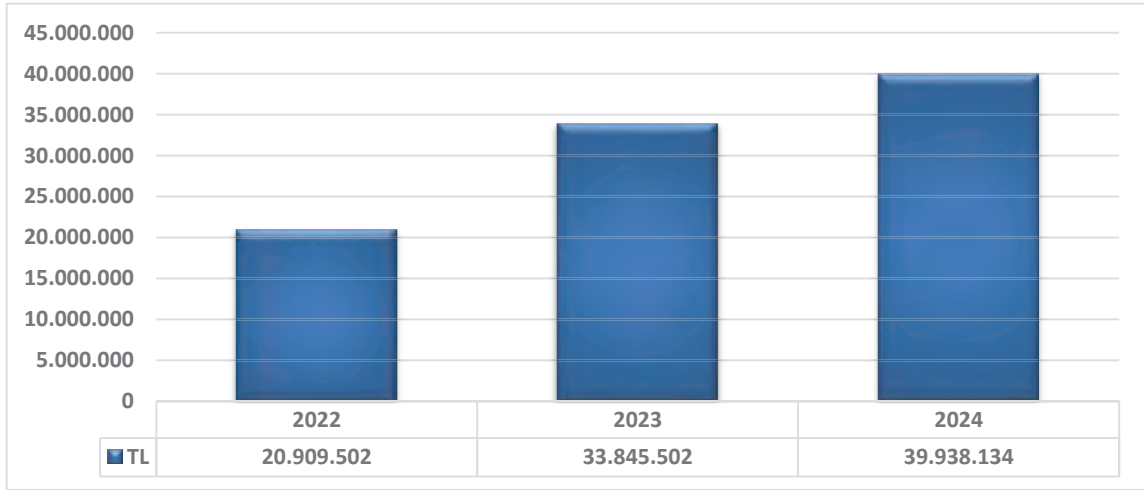
2.3.11. Yıllık Isı Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı

Tesiste doğalgaz tüketimleri sistem bazında izlenmemektedir.

2.3.12. Yıllık Elektrik Tüketiminin Binalara göre Dağılımı

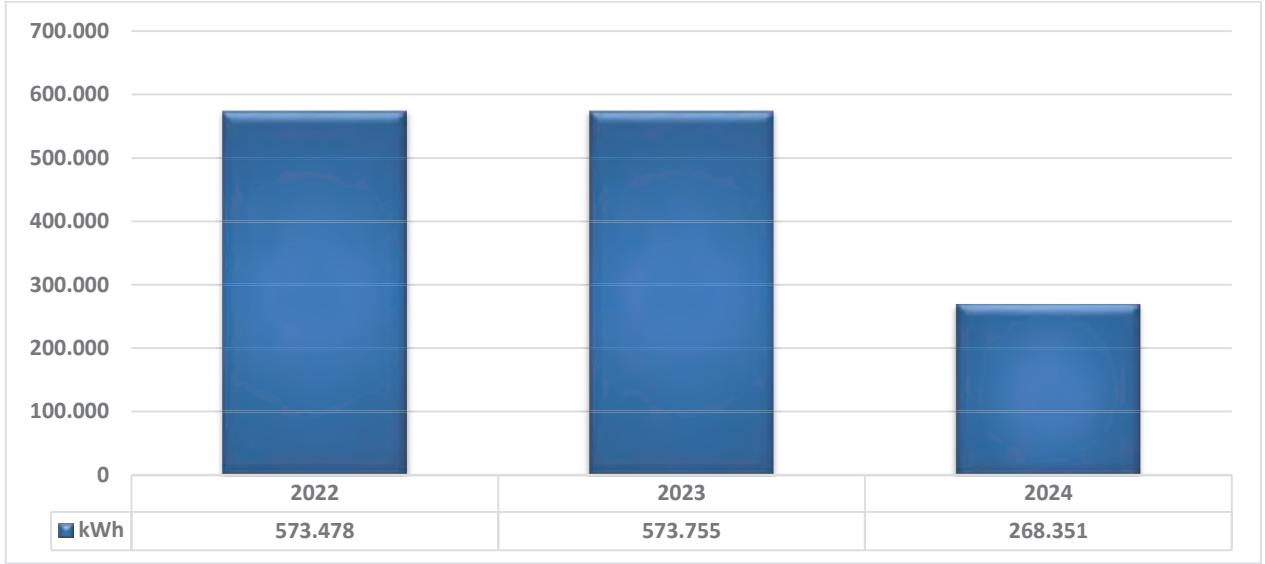


Grafik 22: Rektörlük (Genel) Binası Doğalgaz Tüketimleri

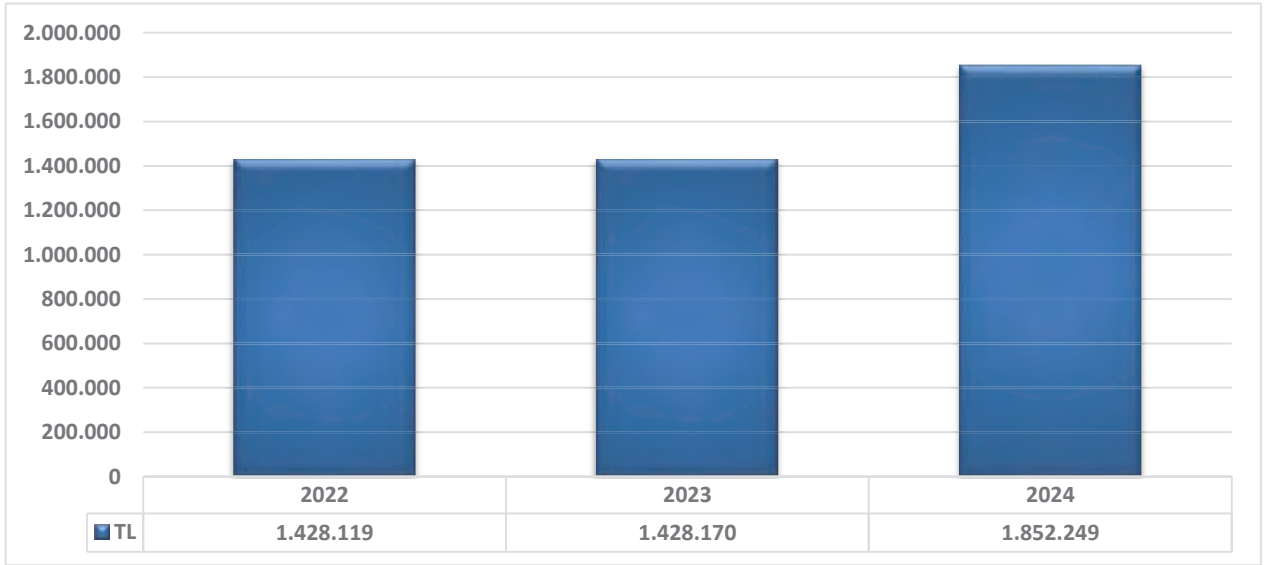


Grafik 23: Rektörlük (Genel) Doğalgaz Tüketim Maliyetleri

Son 3 yıla ait Rektörlük (Genel) Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında 7.065.412 kWh doğalgaz tüketimi ve 20.872.687 TL doğalgaz tüketim maliyeti meydana gelmiştir. 2023 yılında, 2022 yılına göre %48,54 artmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2022 yılına göre %62,15 artmıştır. 2024 yılında, 2023 yılına göre elektrik tüketimleri %3,95 azalmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2024 yılına göre %18,00 artmıştır.

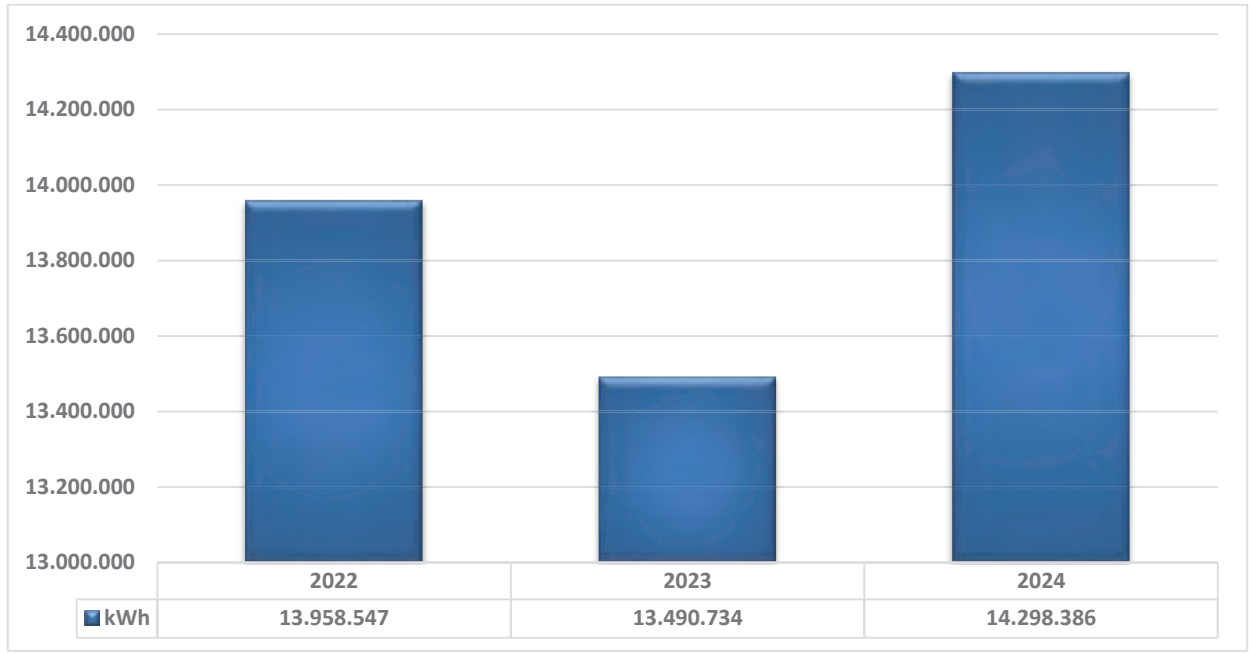


Grafik 24: Rektörlük (Sulama) Binası Doğalgaz Tüketimleri

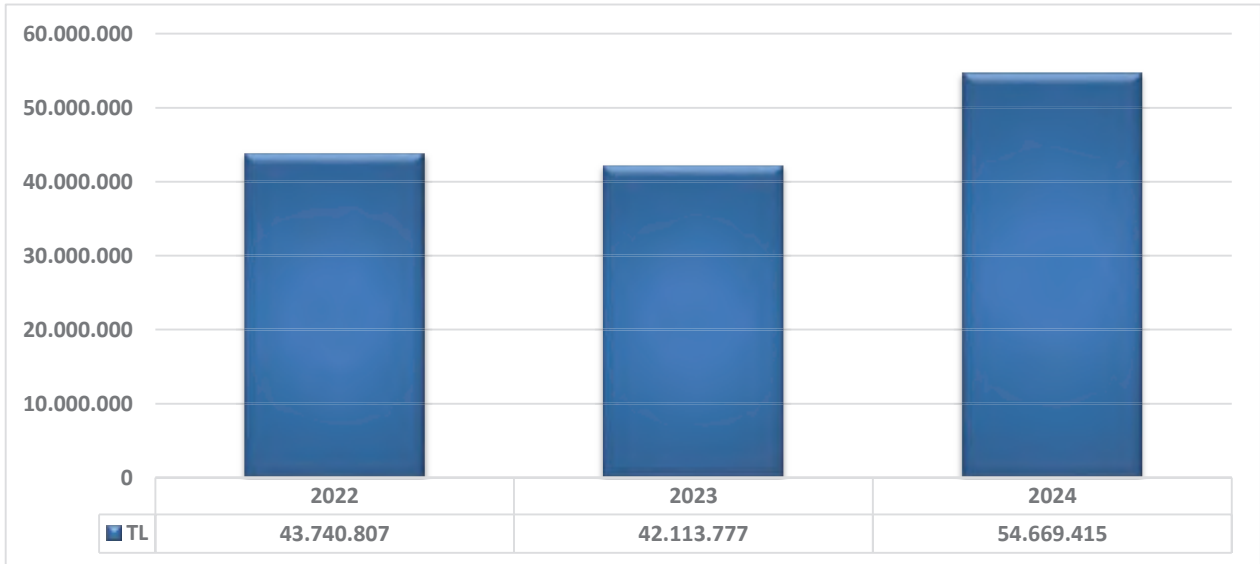


Grafik 25: Rektörlük (Sulama) Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri

Son 3 yıla ait Rektörlük (Sulama) Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında 573.478 kWh doğalgaz tüketimi ve 1.428.119 TL doğalgaz tüketim maliyeti meydana gelmiştir. 2023 yılında, 2022 yılına göre elektrik tüketimlerinde ve maliyetlerinde kayda değer bir değişim olmamıştır. 2024 yılında, 2023 yılına göre %53,73 azalmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2024 yılına göre %29,69 artmıştır.



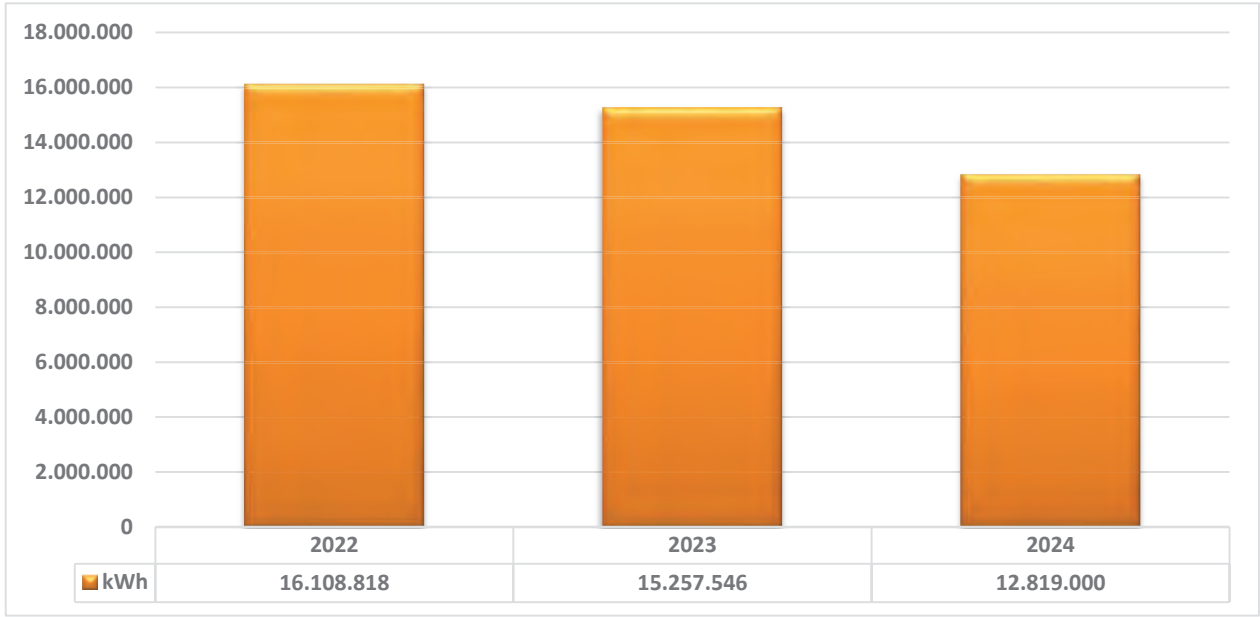
Grafik 26: Tıp Hastanesi Binası Doğalgaz Tüketimleri



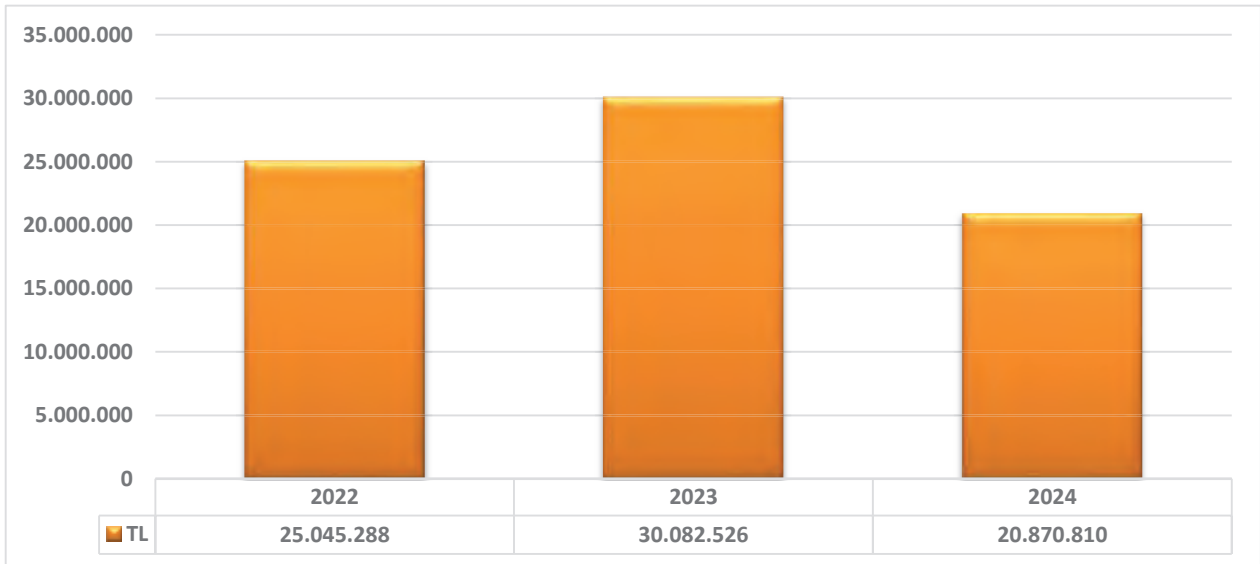
Grafik 27: Tıp Hastanesi Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri

Son 3 yıla ait Rektörlük (Genel) Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında 13.958.547 kWh doğalgaz tüketimi ve 43.740.807 TL doğalgaz tüketim maliyeti meydana gelmiştir. 2023 yılında, 2022 yılına göre %3,35 azalmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2022 yılına göre %3,72 azalmıştır. 2024 yılında, 2023 yılına göre %5,99 artmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2024 yılına göre %29,81 artmıştır.

2.3.13. Yıllık Isı Enerjisi Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı

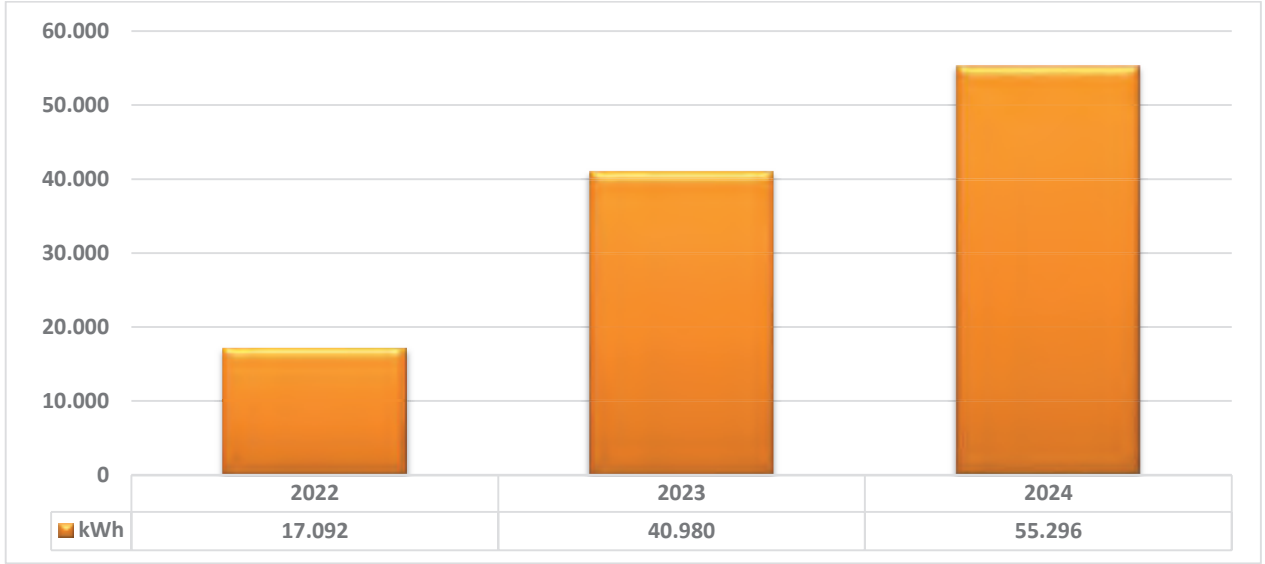


Grafik 28: Rektörlük (Genel) Binası Doğalgaz Tüketimleri

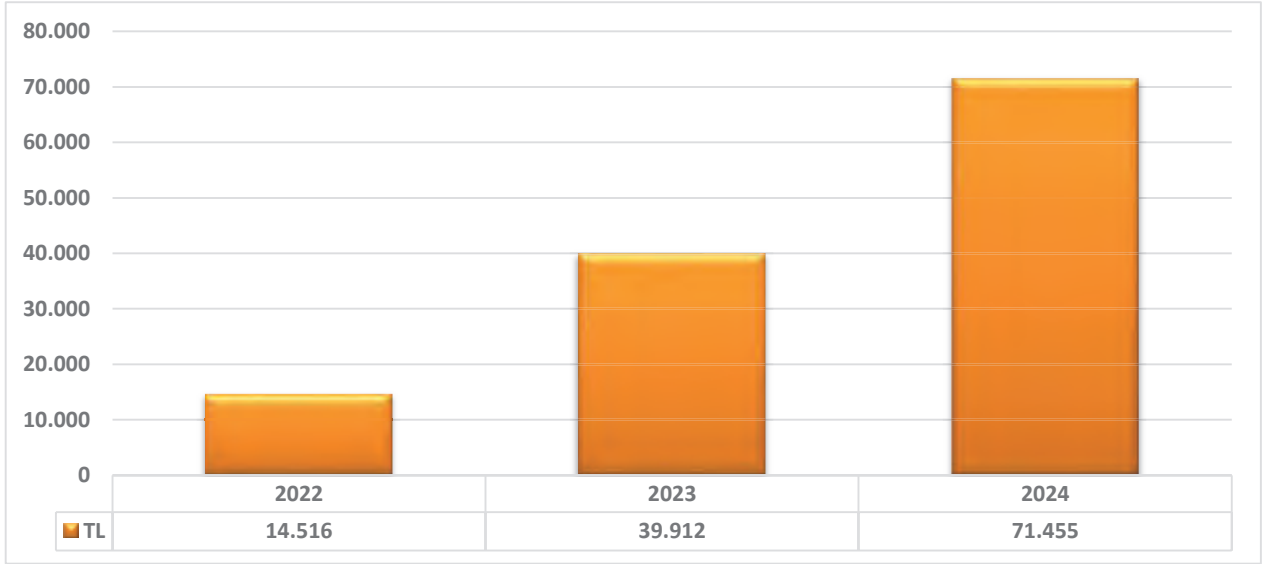


Grafik 29: Rektörlük (Genel) Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri

Son 3 yıla ait Rektörlük (Genel) Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında 16.108.818 kWh doğalgaz tüketimi ve 25.045.288 TL doğalgaz tüketim maliyeti meydana gelmiştir. 2023 yılında, 2022 yılına göre %5,28 azalmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2022 yılına göre %20,11 artmıştır. 2024 yılında, 2023 yılına göre %15,98 azalmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2024 yılına göre %30,62 azalmıştır.

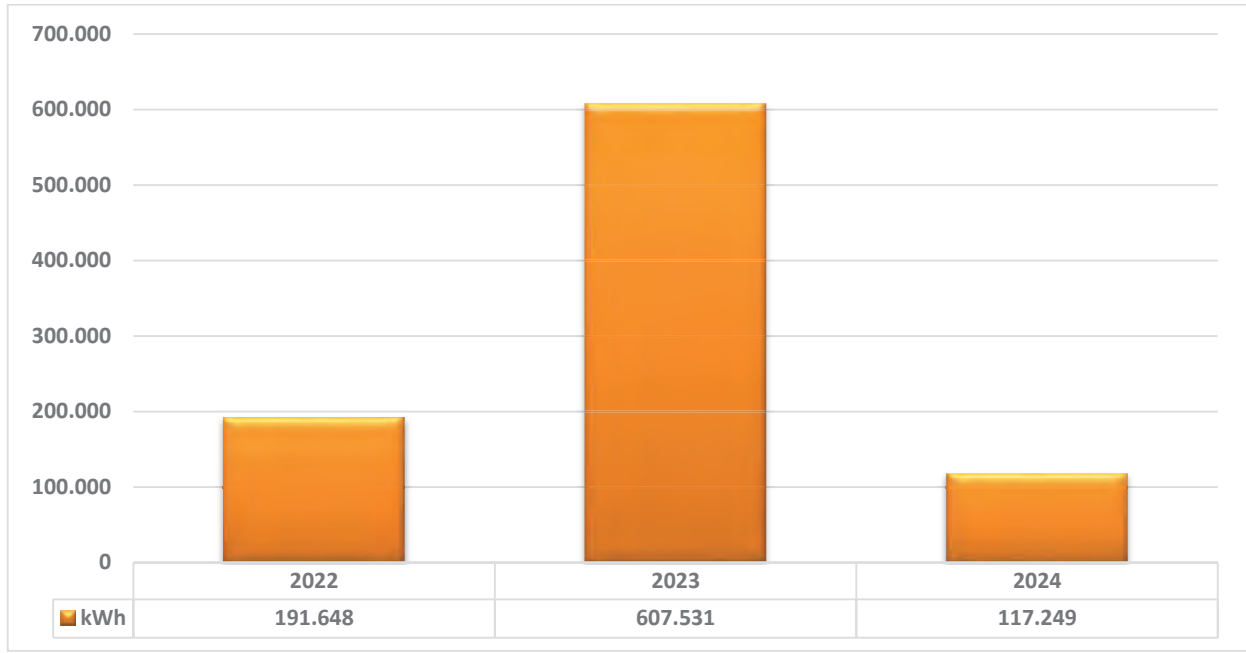


Grafik 30: Diş Hekimliği Binası Doğalgaz Tüketimleri

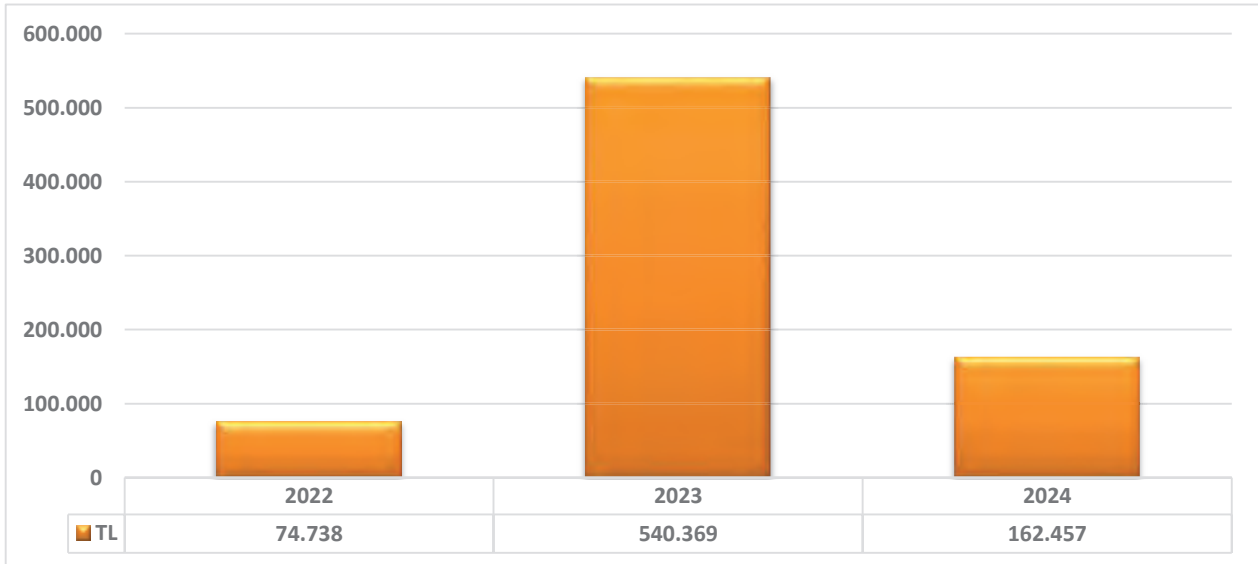


Grafik 31: Diş Hekimliği Fakültesi Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri

Son 3 yıla ait Diş Hekimliği Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında 17.092 kWh doğalgaz tüketimi ve 14.516 TL doğalgaz tüketim maliyeti meydana gelmiştir. 2023 yılında, 2022 yılına göre %139,76 artmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2022 yılına göre %174,95 azalmıştır. 2024 yılında, 2023 yılına göre %34,93 artmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2024 yılına göre %79,03 artmıştır.

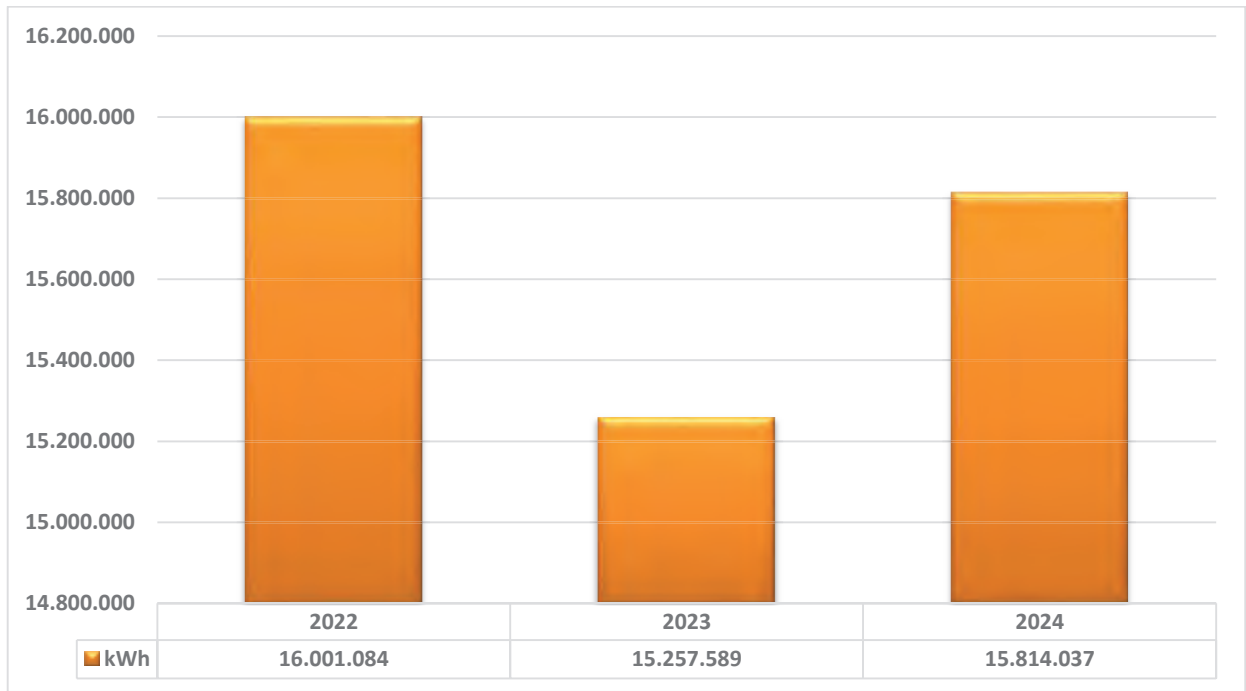


Grafik 32: Spor Fakültesi Binası Doğalgaz Tüketimleri

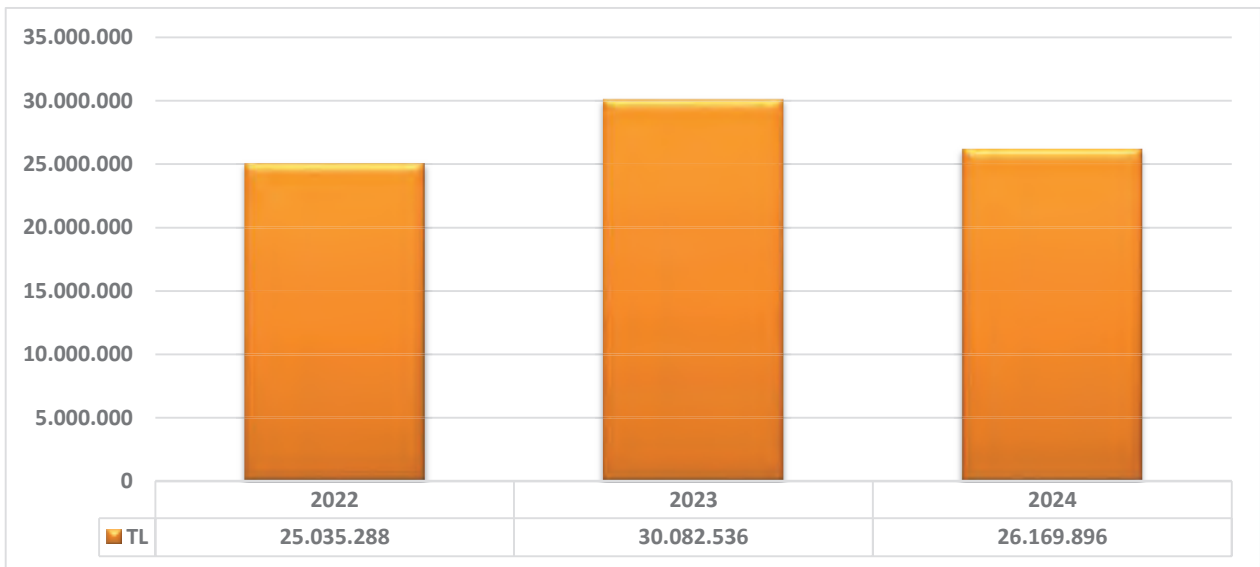


Grafik 33: Spor Fakültesi Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri

Son 3 yıla ait Spor Fakültesi Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında 191.648 kWh doğalgaz tüketimi ve 74.738 TL doğalgaz tüketim maliyeti meydana gelmiştir. 2023 yılında, 2022 yılına göre %217,00 artmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2022 yılına göre %623,02 azalmıştır. 2024 yılında, 2023 yılına göre %80,70 artmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2024 yılına göre %69,94 azalmıştır.

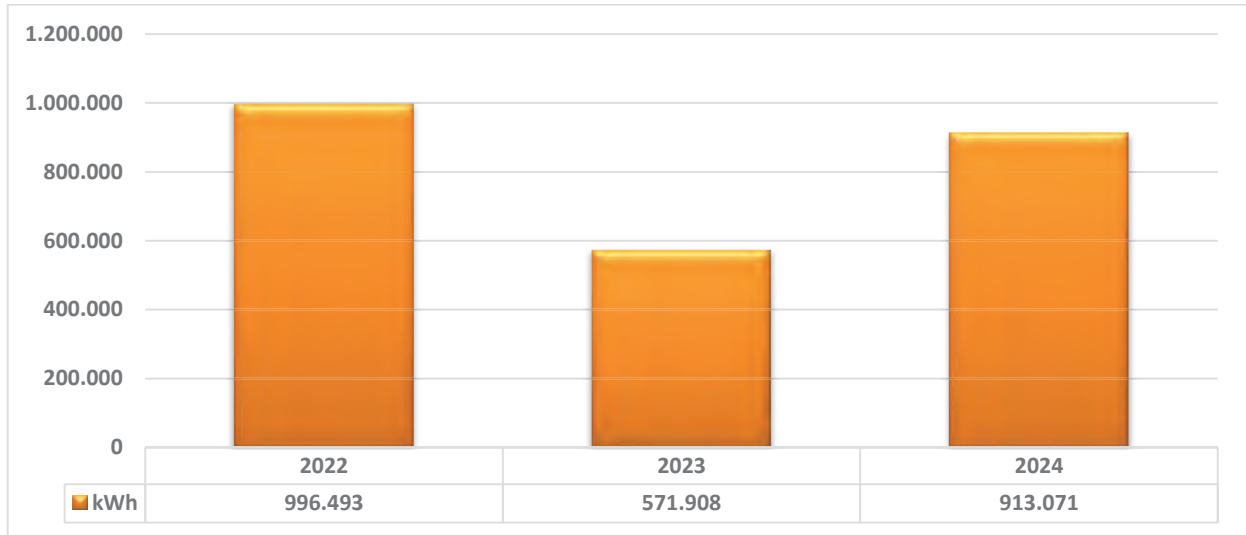


Grafik 34: Yemekhane (Tıp) Binası Doğalgaz Tüketimleri



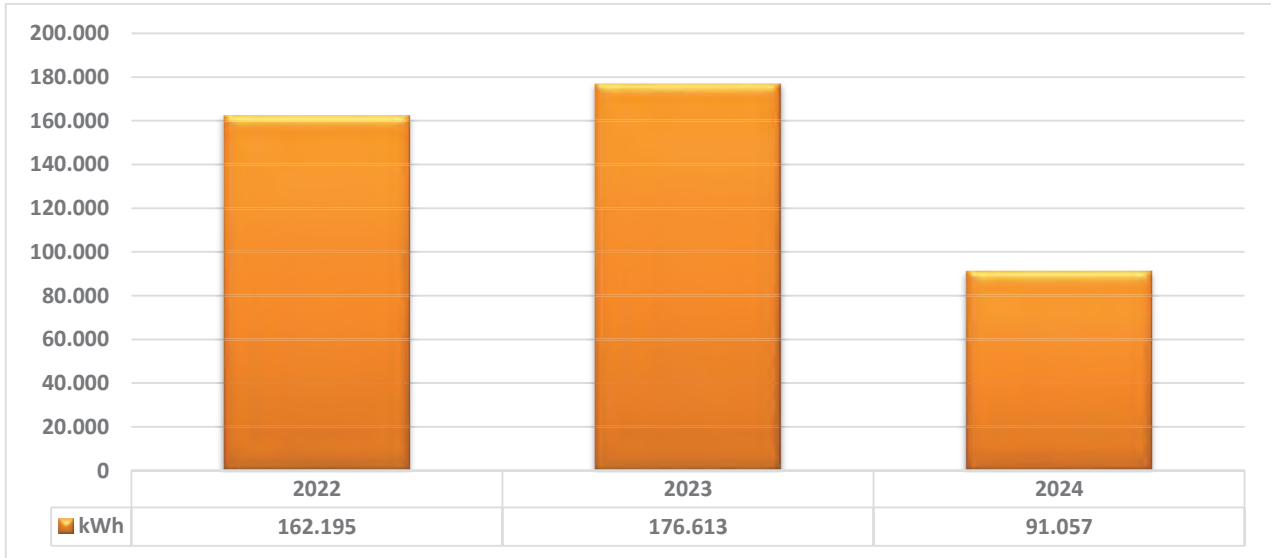
Grafik 35: Yemekhane (Tıp) Binası Doğalgaz Tüketim Maliyetleri

Son 3 yıla ait Yemekhane (Tıp) Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında 22.047.975 kWh doğalgaz tüketimi ve 25.035.288 TL doğalgaz tüketim maliyeti meydana gelmiştir. 2023 yılında, 2022 yılına göre %4,65 azalmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2022 yılına göre %20,16 azalmıştır. 2024 yılında, 2023 yılına göre %3,65 artmıştır. Tüketim maliyetleri incelendiğinde 2023 yılında, 2024 yılına göre %13,01 azalmıştır.



Grafik 36: Kapılı Spor Salonu Binası Doğalgaz Tüketimleri

Son 3 yıla ait Kapılı Spor Salonu Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında doğalgaz tüketimi 996.493 kWh olarak gerçekleşmiştir. 2023 yılı doğalgaz tüketimleri, 2022 yılına göre %42,61 azalmıştır. 2024 yılı doğalgaz tüketimleri, 2023 yılına göre %59,65 artmıştır. Binaya ait doğalgaz tüketim maliyetlerine ulaşamamıştır.



Grafik 37: Yemekhane Binası Doğalgaz Tüketimleri

Son 3 yıla ait Yemekhane Binası tüketimleri incelendiğinde 2022 yılında doğalgaz tüketimi 162.195 kWh olarak gerçekleşmiştir. 2023 yılı doğalgaz tüketimleri, 2022 yılına göre %8,89 artmıştır. 2024 yılı doğalgaz tüketimleri, 2023 yılına göre %48,44 azalmıştır. Binaya ait doğalgaz tüketim maliyetlerine ulaşamamıştır.

2.3.14. Yıllık Toplam Enerji Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı

Tesise ait toplam 3 adet elektrik sayacı ve 8 adet doğalgaz sayacı bulunmaktadır. Sayaç sayıları uyuşmadığı için toplam enerji tüketimleri bina bazında incelenememiştir.

2.4. Referans Enerji Tüketimi Değerleri, Referans Koşulları ve Ölçme Doğrulama Yöntemleri

Bu bölümde enerji performans sözleşmelerinde kullanılmak üzere etüt yapılan bina, tesis veya hizmet için ISO 50006 standardına uygun olarak belirlenmiş referans enerji tüketimi değerleri ve referans koşullar ile Uluslararası Performans Ölçüm ve Doğrulama Protokolüne (IPMVP'ye) uygun olarak ölçme doğrulama yöntemleri tanımlanmıştır.

Referans Enerji Tüketimi Değerleri ve Referans Koşulları

Ö&D bir Uygulama Alanında (Proses, Bina, Sistem, Ekipman veya Bileşen) yapılan bir enerji tasarrufu projesinden sağlanacak gerçekleşen tasarrufu güvenilir bir şekilde tespit edebilmek amacıyla yürütülen iş ve işlemlerdir. Ö&D aynı zamanda garanti edilen tasarruf miktarının gerçekleşip gerçekleşmediğini doğrulamak amacıyla da uygulanır. Enerji tasarrufu mevcut şartlar korunduğunda tüketilmesi gereken enerji miktarının yapılan iyileştirmeler sonucunda bir miktar azaltılması anlamına gelmekte olup bu miktarın doğrudan ölçülmesi mümkün değildir. Ö&D, ölçümlere ve gerçek verilere dayanan proje uygulama öncesi ve sonrası enerji tüketimlerinin kullanılarak ve gerçekleşen şartlara uygun düzeltmeler yapıldıktan sonra enerji tasarruf miktarını belirli bir doğrulukla tespit etme işidir. Düzeltme yapılmasını gerektiren bazı şartlar daha önce Yüklenici tarafından öngörülmüş olağan etkenlere bağlı iken bazıları da proje ile doğrudan ilgisi olmayan, olağan dışı etkenlere bağlıdır.

Bu formatta seçilen IPMVP Opsiyon C kapsamında RDET Dönemi EVÖ'lerin uygulanmasından önceki 12 aylık dönemi kapsar. Tasarruf edilen enerji miktarı ve tutarı yıllık olarak raporlanacaktır. Tasarruf miktarı ve tutarı raporlama yapılan dönemin şartları esas alınarak belirlenir. Uygulama öncesi dönemde belirlenen RDET raporlama dönemi koşullarına göre düzeltilecek ve tasarruflar bu formatta seçilen IPMVP-Opsiyon C için aşağıdaki formülle hesaplanacaktır.

Formül 1

Tasarruf Edilen Enerji Miktarı = RDET (+/- Raporlama Dönemi koşulları altındaki Olağan Düzeltmeler +/- Raporlama Dönemi koşulları altındaki Olağan Dışı Düzeltmeler) – Raporlama Döneminde Gerçekleşen Enerji Tüketimi

2.4.1. Ölçme Doğrulama Yöntemleri

Bu formatta gerçekleşen tasarrufların belirlenmesinde IPMVP Opsiyon C, (Bina / Tesisin Bütününe Yönelik Yaklaşım) kullanılmıştır. Projede birden fazla EVÖ birlikte kullanıldığından, bu EVÖ'lerin birbiri ile etkileşimli olduğu düşünüldüğünden ve projeden elde edilecek tasarrufun toplam enerji tüketiminin %10'undan fazla olması beklendiğinden dolayı Opsiyon C tercih edilmiştir. Bu yaklaşım uluslararası kabul gören standartlara ve protokollere uygundur.

Tablo 15: IPMVP Opsiyonu ve Ölçüm Sınırlarının Belirleme Tablosu

EVÖ Önerilen Sistem	IPMVP veya ISO 50015'e göre Ö&D Opsiyonu	Güven Düzeyi (%)	Hassasiyet (%)	Projenin Etki Ettiği Toplam Kullanım Alanı (m ²)	Tasarruf Miktarı			
					Miktar (kWh)	Enerji Türü	TEP/Yıl	TL/Yıl
EVÖ 2: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	C	%90	%10	353.665 m ²	867.692	Doğalgaz	74,62	1.134.392
EVÖ 3: Soğutma Hattı Ekipman Yalıtımı	C	%90	%10	353.665 m ²	11.279	Elektrik	0,97	45.020
EVÖ 4: Aydınlatma LED Dönüşümü	C	%90	%10	353.665 m ²	1.139.374	Elektrik	97,99	4.547.976
EVÖ 5: Çatı GES Kurulumu	C	%90	%10	353.665 m ²	3.458.633	Elektrik	297,44	13.805.639
EVÖ 6: Otopark GES Kurulumu	C	%90	%10	353.665 m ²	3.632.766	Elektrik	312,42	14.500.714
EVÖ 7: Üngüt Su Deposu Çatı GES Kurulumu	C	%90	%10	353.665 m ²	262.700	Elektrik	22,59	1.048.605
EVÖ 8: Güneş Kolektörü Kurulumu	C	%90	%10	353.665 m ²	73.055	Doğalgaz	6,28	95.510

3. ENERJİ PERFORMANSI

Enerji Kimlik Belgesi, 5/12/2008 tarihli ve 27075 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği kapsamında (Toplam kullanım alanı 50 m²’nin üzeri ve iklimlendirmesi yapılan) olan her bir bina için düzenlenmesi gerekmektedir. Tesise ait Enerji Kimlik Belgesi bulunmamaktadır.

4. YAPISAL SİSTEMLER

4.1. MİMARİ YAPI

Tesis bünyesinde bulunan bina ve kapalı kullanım alanlarına ilişkin bilgiler aşağıda tablo olarak verilmiştir. Tesise ait Enerji Kimlik Belgesi bulunmamaktadır.

Tablo 16: Bina Kullanım Alanları Tablosu

Bina No	Bina Adı	Kullanım Alanı	Ruhsat Tarihi	EKB Sınıfı
1	Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	7.800	2024	-
2	Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	9.750	2024	-
3	Teknik Bilimler MYO Elektrik ve Tasarım Atölyesi	1.685	2024	-
4	Teknik Bilimler MYO Mobilya ve Makine Atölyesi	1.685	2024	-
5	Teknik Bilimler MYO İnşaat ve Tekstil Atölyesi	1.685	2024	-
6	Teknik Bilimler MYO Otomotiv Atölyesi	840	2024	-
7	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derslikler	7.640	2015	-
8	Makine Mühendisliği Bölümü Atölyesi	380	2019	-
9	İlahiyat Fakültesi	5.642	2015	-
10	Isı Merkezi Kompleksi	2.180	2009	-
11	Ziraat Fakültesi	17.100	2012	-
12	Merkezi Yemekhane Binası	7.565	2009	-
13	Yunus Emre Kültür ve Kongre Merkezi Binası	15.372	2021	-
14	Kütüphane Binası	7.471	2021	-
15	Yeni Camii	2.232	2020	-
16	Fen ve Eğitim Fakülteleri Dekanlığı A blok	4.365	2011	-
17	Fen Fakültesi B Blok	5.935	2011	-
18	İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi C Blok	5.960	2014	-
19	İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi D Blok	3.785	2014	-
20	Eğitim Fakültesi E Blok	5.900	2011	-
21	Üskim Binası F Blok	5.776	2011	-
22	Orman Fakültesi Dekanlık G blok	3.945	2011	-
23	Orman Fakültesi P Blok	5.902	2011	-
24	Güzel sanatlar Fakültesi H Blok	5.902	2014	-
25	Rektörlük Binası	5.560	2007	-
26	Öğrenci İşleri ve Mediko Binası	2.791	2007	-
27	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	17.770	2009	-

Bina No	Bina Adı	Kullanım Alanı	Ruhsat Tarihi	EKB Sınıfı
28	Hidrofor Dairesi ve Depoları	834	2000	-
29	Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi	3.716	2009	-
30	Kapalı Spor Salonu	4.165	2012	-
31	Spor Bilimleri Fakültesi	3.085	2012	-
32	Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi	83.305	2013	-
33	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Hilal Bina	12.500	2023	-
34	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Yıldız Bina	8.844	2023	-
35	Kapalı Havuz Tesisi Binası	6.335	2019	-
36	Ali Özge Camii	1.385	2013	-



Şekil 2: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi Görüntüleri

Batı Çevre Yolu Bulvarı No: 251/A Onikişubat/Kahramanmaraş konumunda bulunan gerçek görüntüleri Şekil 2’de verilmiştir. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi 353.665 m² kapalı alana sahiptir. 2003 yılında inşa edilmiş ve farklı kullanım amaçları için tasarlanmıştır.

4.2. ISI YALITIMI DURUMU

4.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Verilen bilgiler, binaların dış cephe mantolama durumlarını detaylandırmaktadır ve binaların enerji verimliliği ile ilgili ek bir perspektif sunmaktadır. Tesise ait bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 17: Bina Mantolama Durum Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Mantolama Durumu
1	Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	EPS
2	Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	EPS
3	Teknik Bilimler MYO Elektrik ve Tasarım Atölyesi	Taşıyünü
4	Teknik Bilimler MYO Mobilya ve Makine Atölyesi	Taşıyünü
5	Teknik Bilimler MYO İnşaat ve Tekstil Atölyesi	Taşıyünü
6	Teknik Bilimler MYO Otomatik Atölyesi	Taşıyünü
7	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Hilal Bina	EPS
8	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Yıldız Bina	EPS
9	Yunus Emre Kültür ve Kongre Merkezi Binası	XPS
10	Kütüphane Binası	EPS
11	Yeni Cami	XPS
12	Makine Mühendisliği Bölümü Atölyesi	EPS
13	Kapalı Havuz Tesisi Binası	XPS
14	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derslikler	EPS
15	İlahiyat Fakültesi	EPS
16	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (C Blok)	EPS
17	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (D Blok)	EPS
18	Güzel Sanatlar Fakültesi (H Blok)	EPS
19	Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi	EPS
20	Ali Özge Cami	XPS
21	Ziraat Fakültesi	EPS
22	Kapalı Spor Salonu	Taşıyünü
23	Spor Bilimleri Fakültesi	Taşıyünü
24	Fen ve Edebiyat Dekanlığı (A Blok)	EPS
25	Fen Fakültesi (B Blok)	EPS
26	Eğitim Fakültesi (E Blok)	EPS
27	Üskim Binası (F Blok)	Taşıyünü
28	Orman Fakültesi Dekanlığı (G Blok)	EPS
29	Orman Fakültesi (P Blok)	EPS
30	Isı Merkezi Kompleksi	EPS
31	Merkezi Yemekhane Binası	EPS
32	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	-
33	Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi	EPS
34	Rektörlük Binası	EPS
35	Öğrenci İşleri ve Mediko Binası	EPS
36	Hidrofor Dairesi ve Depoları	-



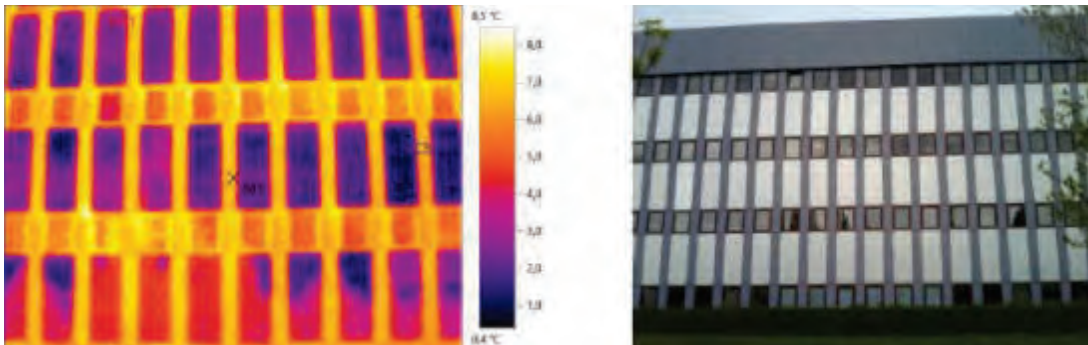
Şekil 3: Bina Dış Yalıtım Görünümleri

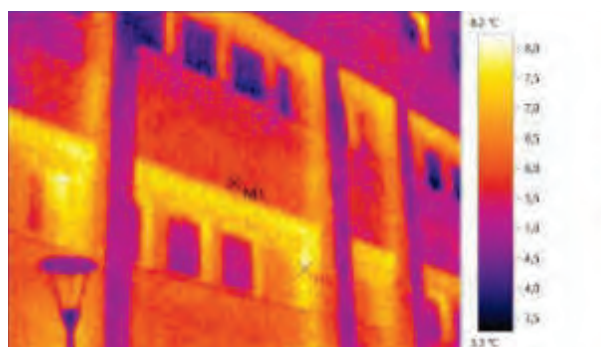
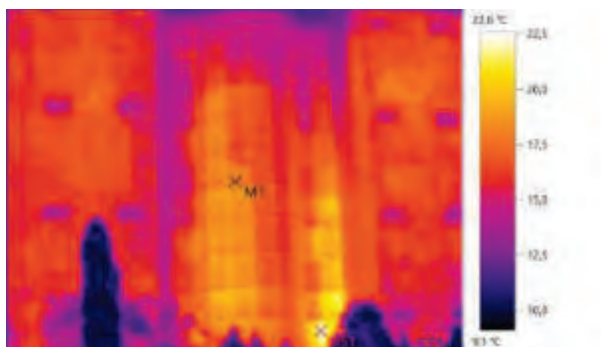
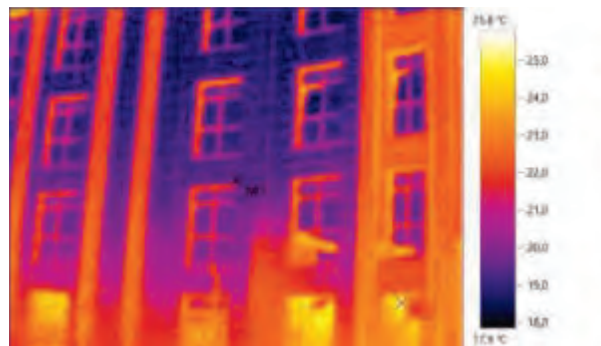
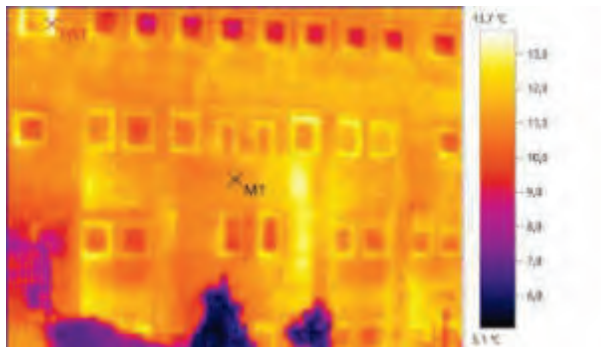
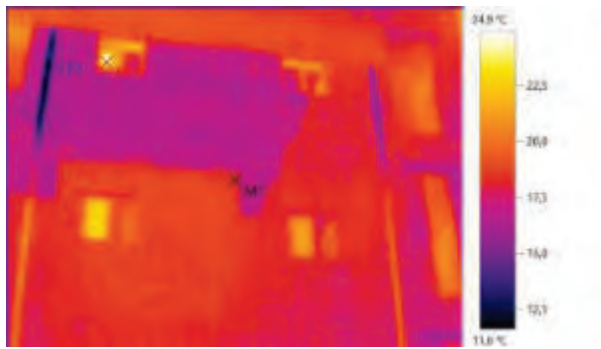
4.2.2. Ölçümler ve Tespit

Termal görüntüler, bina dış cephesindeki potansiyel sorunları belirleyerek onarım ve bakım ihtiyaçlarını tespit etmede yardımcı olur. Bu, binanın uzun vadeli sağlamlığı ve enerji verimliliği açısından önemlidir. Binanın dış cephesindeki ısı kaçaklarını ve termal köprüleri tespit etmede çok etkilidir. Isı kaçakları, binanın ısı yalıtımında eksiklikler veya bozulmalar olduğunu gösterir ve enerji kaybına neden olur. Termal köprüler ise yapısal detaylardaki ısı izolasyonu eksikliklerini belirtebilir. Isı kayıplarının miktarı, binanın enerji verimliliği seviyesini belirlemede önemli bir göstergedir. Termal görüntülerde belirlenen ısı kayıpları, bina sahiplerine veya yöneticilerine, enerji verimliliğini artırmak için hangi alanlarda iyileştirmeler yapılması gerektiği konusunda bilgi sağlar.

Tesisteki bina dış cephelerinde termal görüntüleme yapılmıştır. Örnek görüntüler aşağıda paylaşılmış olup detaylı termal kamera raporu ekte sunulmuştur.

Termal Kamera Görüntüleri:





4.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesiste yapılan termal görüntülemelerde bina kolon kirişlerinde oluşan ısı farkı açıkça görülmektedir. Dış duvar yüzey sıcaklığının ortam ısısından farkı ne kadar fazla olur ise binada oluşan ısı kaybı o derecede büyüktür.

4.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Termodinamiğin ikinci yasası, bir sistemin düzensizlik veya entropisinin zamanla artması gerektiğini ifade eder. Bu yasa, ısı transferi ve enerji dönüşümleriyle ilgilidir ve bina ısı kayıplarıyla ilişkilendirildiğinde şu şekilde yorumlanabilir:

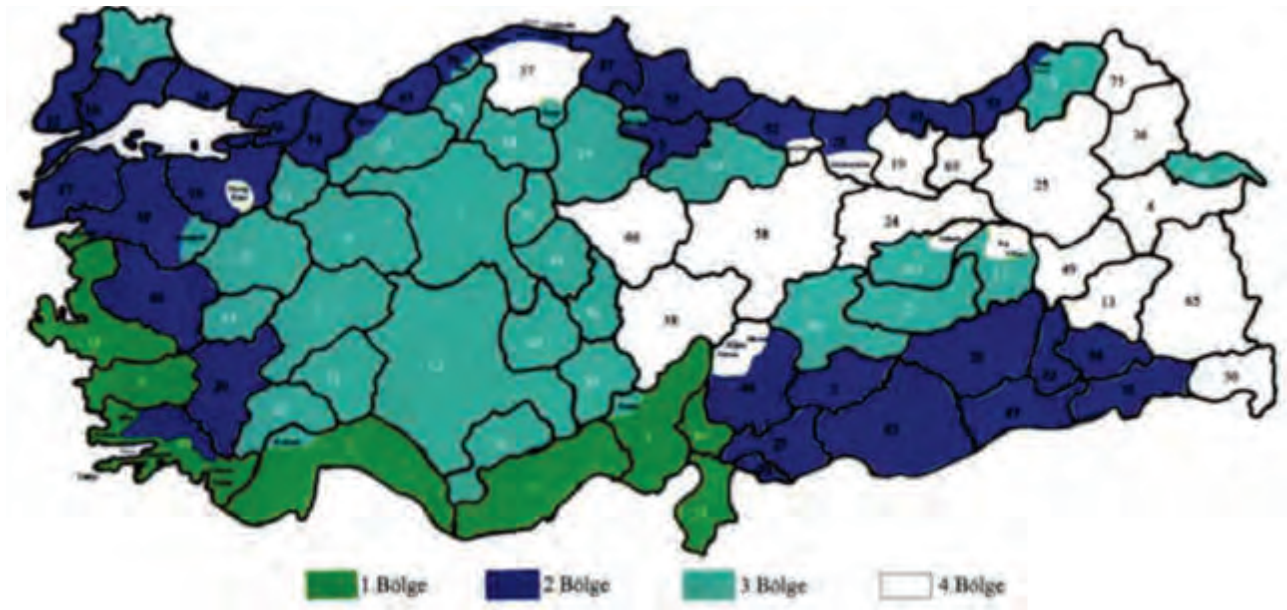
Bir binanın içindeki sıcaklık ile dışındaki sıcaklık arasındaki fark, binadan dışarıya ısı transferine neden olur. Bu ısı transferi, binanın içindeki düzenli ve düşük entropili bir durumdan, dış çevrede daha düzensiz ve yüksek entropili bir duruma doğru bir süreci temsil eder. Bina yalıtımındaki eksiklikler veya termal köprüler, bu ısı transferinin artmasına neden olur. Bu durumda, iç mekânın sıcaklığı ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı, termal direnç eksikliği nedeniyle daha hızlı bir şekilde dengelenir ve iç mekânın entropisi artar. İnsanların çalışma verimlerini, bulundukları ortamın sıcaklığı büyük oranda etkilemektedir. Çalışma ortamının ısı şartları, insanların bedensel ve zihinsel üretim hızını etkilemektedir. Isıl konfor ve iç hava kalitesi, bireyin bir ortamdaki ısı şartları içinde kendisini rahat hissetmesi ve bu şartlardan doğan sağlık sorunları ile karşılaşmayacağı bir ortamın özellikleridir. İnsan sağlığı, iş verimini doğrudan etkileyen bir faktördür. Eğer insan bulunduğu ortamın sıcaklığı nedeniyle hasta oluyorsa ya işe gidemeyecek, işi tamamen aksayacak ya da işte bulunduğu ortamda daha verimsiz çalışacaktır. Ortam sıcaklığı ile duvar iç yüzey sıcaklığı arasındaki fark, konfor hissini yakından ilgilendirmektedir. Duvar iç yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark ne kadar fazla ise konforsuzluk o kadar fazla olur. Duvar iç yüzey sıcaklığının ortam sıcaklığından uzaklaşmasının en önemli etkeni de duvarın yalıtımsız oluşudur. Hava hızı, pencere ve kapıların yeterince hava sızdırmaz olmamasından ve duvarın yalıtımsızlığından kaynaklanır. Soğuk bir kış günü pencereye veya yalıtımsız dış duvara yaklaşan bir kişi, orada bir esinti olduğunu kolayca fark eder. Konforsuzluğa neden olacak hava hızları pencere ve kapıların yeterince sızdırmaz olmamasının yanı sıra iç yüzey ve ortam sıcaklığı arasındaki farkın 3 °C'den büyük olmasından da kaynaklanmaktadır. Konfor sıcaklığını sağlayacak ısı geçirgenlik direnci değerleri verilmiş duvar kullanıldığında, konforlu bir ısınmanın yanı sıra yoğuşmaya da engel olunabilmektedir.

4.3. Duvar, Çatı ve Zemin

4.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Türkiye'deki bina sektörünün enerji tüketimindeki artışı sınırlamak için binalardaki ısıtma enerjisi ihtiyacının tayin edilerek izin verilen sınır değerlerle mukayese edilmesine yönelik hesaplama kurallarını tanımlayan ve en son versiyonu 2008'de yayınlanan TS 825 standardı (TSE, 2008) yürürlüğe konulmuştur. Bu bağlamda, TS825 ayrıca yeni binaların ve tadil edilecek binaların çatı, cephe, pencere ve döşemelerine yönelik U-değerleri için minimum gereksinimleri açıklamaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve TSE'nin (Türk Standartları Enstitüsü) Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen bir derece-gün metodunu kullanarak Türkiye'nin iklim bölgelerini "Isı Yalıtım Bölgeleri" olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırmaya göre Türkiye dört yalıtım bölgesine ayrılmış ve bu bölgeler TS 825 (Binalarda Isı yalıtım kuralları standardı) standardında tüketim değerlerini ve yalıtım gereksinimlerini tespit etmek üzere tayin edilmesi için kullanılmıştır. Aşağıda bu dört iklim (yalıtım) bölgesinin konumunu ve Türkiye üzerindeki dağılımını gösterilmiştir.



Şekil 4: TS825'e göre İklim Bölgeleri

Her bir bölge için TS 825 standardına göre maksimum U değeri gereklilikleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 18: TS 825'e Göre U Değeri Gereksinimleri Tablosu

TS 825 İklim Bölgesi	Duvar $W/(m^2 \cdot K^\circ)$	Çatı $W/(m^2 \cdot K^\circ)$	Zemin $W/(m^2 \cdot K^\circ)$	Pencere $W/(m^2 \cdot K^\circ)$
1	0,70	0,45	0,70	2,40
2	0,60	0,40	0,60	2,40
3	0,50	0,30	0,45	2,40
4	0,40	0,25	0,40	2,40

4.3.2. Ölçümler ve Tespit

TS825 programı, binalarda ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri) gibi termal performans parametrelerinin hesaplanması için kullanılan bir yazılımdır. Öncelikle, bina tasarımında kullanılan duvar, pencere, çatı gibi yapı elemanlarının malzeme özellikleri ve kalınlıkları belirlenir. Bu bilgiler, TS825 programında giriş verileri olarak kullanılır. Program, bu giriş verileriyle birlikte bina elemanlarının ısı iletkenlik katsayılarını (λ) dikkate alarak hesaplama yapar. Her yapı elemanı için belirlenen malzeme ve kalınlıklar doğrultusunda, ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri) hesaplanır. U değeri, malzemenin ısı yalıtım yeteneğini gösterir; ne kadar düşük olursa, ısı yalıtımı o kadar iyi demektir. Programın çıktısı, bina elemanlarının ve bütünüünün ısı geçirgenlik katsayıları ile bina enerji performansının değerlendirilmesine olanak tanır. Bu değerlendirme, bina tasarımında enerji tasarrufu ve konforun artırılması için önemli bir adımdır. Tesise ait bazı binaların bilgilerine ulaşılammıştır.

Tablo 19: Duvar U Değeri Hesaplama Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Duvar U Değeri W/(m ² *K°)	Çatı U Değeri W/(m ² *K°)	Zemin U Değeri W/(m ² *K°)
1	Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	0,585	0,778	0,358
2	Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	0,585	0,778	0,358
3	Teknik Bilimler MYO Elektrik ve Tasarım Atölyesi	0,435	0,610	2,099
4	Teknik Bilimler MYO Mobilya ve Makine Atölyesi	0,435	0,610	2,099
5	Teknik Bilimler MYO İnşaat ve Tekstil Atölyesi	0,435	0,610	2,099
6	Teknik Bilimler MYO Otomotiv Atölyesi	0,435	0,610	2,099
7	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Hilal Bina	0,562	0,778	0,358
8	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Yıldız Bina	0,562	0,778	0,358
9	Yunus Emre Kültür ve Kongre Merkezi Binası	0,585	0,778	0,358
10	Kütüphane Binası	0,585	0,778	0,351
11	Yeni Cami	0,383	0,503	1,175
12	Makine Mühendisliği Bölümü Atölyesi	0,585	0,778	0,358
13	Kapalı Havuz Tesisi Binası	0,585	0,778	0,358
14	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derslikler	0,585	0,778	0,358
15	İlahiyat Fakültesi	0,585	0,778	0,358
16	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (C Blok)	0,585	0,778	0,358
17	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (D Blok)	0,585	0,778	0,358
18	Güzel Sanatlar Fakültesi (H Blok)	0,585	0,778	0,358
19	Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi	0,725	0,778	0,358
20	Ali Özge Cami	0,383	0,503	1,175
21	Ziraat Fakültesi	0,585	0,778	0,358
22	Kapalı Spor Salonu	0,389	0,520	1,990
23	Spor Bilimleri Fakültesi	0,451	3,567	2,190
24	Fen ve Edebiyat Dekanlığı (A Blok)	0,585	0,778	0,358
25	Fen Fakültesi (B Blok)	0,585	0,778	0,358
26	Eğitim Fakültesi (E Blok)	0,585	0,778	0,358
27	Üskim Binası (F Blok)	0,446	3,522	0,715
28	Orman Fakültesi Dekanlığı (G Blok)	0,585	0,778	0,358
29	Orman Fakültesi (P Blok)	0,585	0,778	0,358
30	Isı Merkezi Kompleksi	0,585	0,778	0,358

Sıra No	Bina Adı	Duvar U Değeri W/(m ² *K°)	Çatı U Değeri W/(m ² *K°)	Zemin U Değeri W/(m ² *K°)
31	Merkezi Yemekhane Binası	0,719	0,778	0,358
32	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	1,737	0,629	1,693
33	Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi	0,585	0,778	0,358
34	Rektörlük Binası	0,725	0,778	0,358
35	Öğrenci İşleri ve Mediko Binası	0,719	0,778	0,358
36	Hidrofor Dairesi ve Depoları	1,737	0,629	1,693

4.3.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

TS825 İklim Bölgeleri'ne göre tesisin bulunduğu Kahramanmaraş ili 2. bölge grubunda yer almaktadır. TS 825 U değeri gereksinimleri tablosunda 2. bölgede U değeri gereklilikleri maksimum duvarlarda 0,60 W/(m²*K°), çatıda 0,40 W/(m²*K°), zeminde 0,60 W/(m²*K°) pencerelerde ise 2,4 W/(m²*K°) olarak verilmiştir. Duvarlarda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Tesiste yüzeylerden kaynaklı ısı kayıplarının olup olmadığı termal ölçümlerle ortaya konulmuştur. Tesise ait duvar, çatı ve zemin U değerleri yukarıdaki tabloda verilmiş olup bazı binaların U değerlerine ulaşamamıştır.

4.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Isı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalı ve ısı köprüsü oluşturabilecek profil gibi tespit elemanlarından kaçınılmalıdır. İçten ısı yalıtımı için çeşitli malzemeler kullanılabilir, bunlar arasında ekspande polistren levhaları, ekstrüde polistren levhaları, taş yünü ısı yalıtım levhaları, iki yüzü ahşap yünü arası ekspande yalıtım plakaları ve cam yünü ısı yalıtım levhaları bulunur. Uygulama sırasında yapıştırılan levhaların birleşim derzlerine sıva filesi yapıştırılmalı ve ardından ısı yalıtımı üzerine 7-10 mm kalınlıkta fileli alçı sıva yapılmalıdır. Alçı sıvalı yalıtım uygulamalarında sıcak tarafa buhar kesici yerleştirilemediğinden yoğunlaşma tahkiki yapılmalı ve oluşmayan kalınlıklarda ısı yalıtım levhaları uygulanmalıdır. Cam yünü veya taş yünü gibi ısı yalıtım malzemeleri, rijit olmadıkları için genellikle alçıpan, sunta veya OSB arkasında profiller arasına yerleştirilirler. Yalıtım levhaları, boşluk kalmayacak şekilde bu profiller arasına yerleştirilir ve ardından ahşap veya alçı plakalar profillere tespit edilerek uygulama tamamlanır. Bu malzemeler doğrudan veya dolaylı olarak suya dayanıklı olmadıklarından, suya karşı korunmaları gerekmektedir. Bu nedenle sıcak taraftan yoğunlaşmanın önlenmesi amacıyla buhar kesici kullanılmalıdır. Çatı katlarında, eğimli betonarme döşemeler veya ahşap çatı konstrüksiyonları bulunabilir. Eğimli betonarme döşemelerin üzerine ısı yalıtımı, genellikle çatı altı ahşap kadronları arasına yerleştirilir. Bu kadronların arasına mineral yünlü veya polistren malzemeleri gibi uygun ölçülerde kesilmiş ısı yalıtım malzemeleri döşenir. Eğimli betonarme döşemeler üzerine yapılan ısı yalıtımında, ısı yalıtımının dış yüzeyinin havalandırılması tavsiye edilir. Bu havalandırma genellikle saçaktan hava girişi ve mahyadan hava çıkışı detayları ile sağlanır. Üzerine su yalıtımı amaçlı örtü serilerek çatı kaplaması yapılır.

Ahşap konstrüksiyonlu çatı katlarında ise, ısı yalıtımı mertek üzerinden, mertek arasından ve mertek altından yapılmaktadır. Mertek aralıklarına yapılan uygulamalarda, genişlikleri mertek aralıklarına uygun kesilmiş yalıtım malzemeleri yerleştirilir. Ardından iç yüzeyde buhar kesici örtü ve üstüne ahşap, sunta veya alçı esaslı malzemelerle kaplama yapılır. Mertek arası uygulamalar için özel olarak üretilen alüminyum folyo kaplı camyünü şilteler kullanılabilir. Bu şilteler, ısı yalıtımı ve buhar kesici işlevlerini bir arada sağlar. Mertek yüksekliklerinin uygun hesaplanması, yalıtım malzemelerinin ezilmemesi ve ek yerlerinde boşluk bırakılmaması gibi detaylara dikkat edilmelidir. Özetle, çatı katlarında yapılan ısı yalıtım uygulamalarında, malzeme seçimi ve uygulama detaylarına özen gösterilmelidir. Isı yalıtımının yanı sıra buhar kesici örtülerin doğru kullanımı da önemlidir ve ısı köprüleri oluşturacak boşlukların önlenmesine özen gösterilmelidir.

Tablo 20: Isı Yalıtım Malzemelerinin Teknik Özellikleri

Isı Yalıtım Malzemesi	Isı İletim Katsayısı (W/mK)	Yoğunluk (kg/m³)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Yangın Sınıfı (DIN 4102 BS 476)	Mekanik Dayanım (ton/m²)	Su Emme
Cam Yünü (TS 901 EN 11162)	0,04	14-100	-50 / +250 °C	DIN 4102 'ye göre A sınıfı yanmaz	1,5-6,5	%3-10
Taş Yünü (TS 901 EN 13162)	0,04	30-200	-50 / +750 °C	DIN 4102 'ye göre A sınıfı yanmaz	1,5-6,5	%2,5- 10
Ekstrüde Polistren (TS 11989 EN 13164)	Pürüzsüz 0,028 Pürüzlü 0,031	25-45	-50 / +80 °C	DIN 4102 'ye göre B1 sınıfı zor alev alan	10-50	max. %0-0,5
Ekspande Polistren (TS 7316 EN 13163)	0,04	15-30	-180 / +75 °C	DIN 4102 'ye göre B1 sınıfı zor alev alan ve B2 Sınıfı normal alev alan	5-15	%1,1- 2,5
Odun Talaşı Levhalar (TS 405)	0,09-0,15	360-570	max. +110 °C	BS476 'ya göre Class 1	20	10%
Fenol Köpüğü (TS 2193 EN 13166)	Ortalama 0,036	30-50	-180 / +150 °C	BS476 'ya göre Class 1	10-15	-
Mantar Levhalar (TS 304)	0,04-0,55	80-500	-180 / +110 °C	BS476 'ya göre Class 3	-	Su emmez
Poliüretan (TS 2193-10981 EN 13165)	Ortalama 0,035	30-200	-200 / +110 °C	DIN 4102 'ye göre B1, B2, B3	10-40	%3-5
Cam Köpüğü (EN 13167)	+20°C için 0,052	100-200	-260 / +430 °C	BS476 'ya göre Class 0	48-880	Su emmez

Isı yalıtım malzemelerinin özellikleri, kullanım alanları ve avantajları oldukça çeşitlidir. Cam yünü ve taş yünü, düşük ısı iletim katsayıları ve geniş kullanım sıcaklığı aralıkları ile öne çıkar. Cam yününün ısı iletim katsayısı 0,04 W/mK olup, ısıya dayanıklılığı -50°C'den +250°C'ye kadar uzanabilir ve yangın güvenliği açısından A sınıfı yanmazlık özellikleri taşır. Taş yünü ise benzer şekilde 0,04 W/mK ısı iletim katsayısına sahiptir, ancak daha yüksek sıcaklık toleransı ile dikkat çeker, +750°C'ye kadar dayanabilir ve aynı yangın sınıfına sahiptir.

Ekstrüde polistren, daha düşük ısı iletim katsayısına (0,028-0,031 W/mK) sahip olup, genellikle 80°C'ye kadar olan sıcaklıklarda kullanılır ve B1 sınıfı zor alev alan malzeme olarak sınıflandırılır. Bu malzeme su emme özelliği ile de avantaj sağlar, su emme oranı %0-0,5 ile oldukça düşüktür. Ekspande polistren ise biraz daha yüksek bir ısı iletim katsayısına (0,04 W/mK) sahip ve daha düşük sıcaklıklara dayanıklıdır, +75°C'ye kadar kullanılabilir ve su emme oranı %1,1-2,5'tir.

Odun talaşı levhalarının ısı iletim katsayısı daha yüksektir (0,09-0,15 W/mK) ve maksimum +110°C sıcaklıklarda kullanılabilir. Yangın güvenliği açısından Class 1 olarak sınıflandırılır, ancak su emme oranı yüksektir (%10). Fenol köpüğü ise ortalama 0,036 W/mK ısı iletim katsayısına sahip olup, -180°C'den +150°C'ye kadar dayanabilir ve yangın güvenliği açısından Class 1 olarak sınıflandırılır. Mantar levhalarının ısı iletim katsayısı değişkendir (0,04-0,55 W/mK) ve su emmezler. Poliüretan ise ortalama 0,035 W/mK ısı iletim katsayısına sahip olup, çok geniş bir sıcaklık aralığında kullanılabilir (-200°C'den +110°C'ye kadar) ve farklı yangın sınıflarına göre (B1, B2, B3) sınıflandırılır. Cam köpüğü ise yüksek ısı dayanıklılığı ve düşük ısı iletim katsayısı ile (0,052 W/mK) dikkat çeker, +430°C'ye kadar dayanabilir ve su emme özelliği yoktur.

Ekstrüde Polistren Köpük (XPS) kullanmanın birçok avantajı ve nedeni vardır. XPS köpüğün yalıtım malzemesi olarak tercih edilmesinin başlıca sebepleri:

1. Düşük Isı İletim Katsayısı

XPS köpük, düşük ısı iletim katsayısına (0,028-0,036 W/m.K) sahip olduğu için mükemmel bir ısı yalıtımı sağlar. Bu, enerji tasarrufu sağlamak ve iç mekânların sıcaklık konforunu artırmak için önemlidir.

2. Yüksek Basınç Dayanımı

Yüksek basınç dayanımı (0,20-0,70 N/mm²) sayesinde XPS köpük, ağır yükler altında bile dayanıklı kalır. Bu özellik, özellikle zemin ve temel yalıtımı gibi yüksek basınca maruz kalan uygulamalarda avantaj sağlar.

3. Su Geçirmeme Özelliği

Kapalı gözenekli yapısı sayesinde XPS köpük su emmez. Bu, malzemenin nemden etkilenmemesi ve yapıların su hasarından korunması anlamına gelir. Su geçirmeme özelliği, yer altı ve suyla temas eden alanlarda yalıtımın etkinliğini artırır.

4. Yüksek Buhar Geçirgenlik Direnci

XPS köpük, yüksek buhar geçirgenlik direncine sahip olduğu için neredeyse su buharını geçirmeyen bir bariyer oluşturur. Bu, yapı içinde nem kontrolünü ve korozyon riskini azaltır.

5. Güneş Işınlara Dayanıklılık

XPS köpüğün iç kısmı, UV ışınlarından etkilenmediğinden, yüzeyde meydana gelen solma dış etkenlerle sınırlıdır. Bu, estetik kaygılar ve uzun ömür açısından avantaj sağlar.

6. Kimyasal Dayanıklılık

XPS köpük, kimyasal çözücüler, yapıştırıcılar ve mineral yağlar gibi bazı kimyasal maddelere karşı dayanıklı değildir. Ancak, çoğu uygulama için bu malzemenin kimyasal etkilerle sınırlı olması sorun teşkil etmez.

7. Biyolojik Dayanıklılık

XPS köpük, biyolojik etkilere karşı dayanıklıdır ve çürümez. Bu, uzun süreli kullanımda malzemenin performansını ve dayanıklılığını korur.

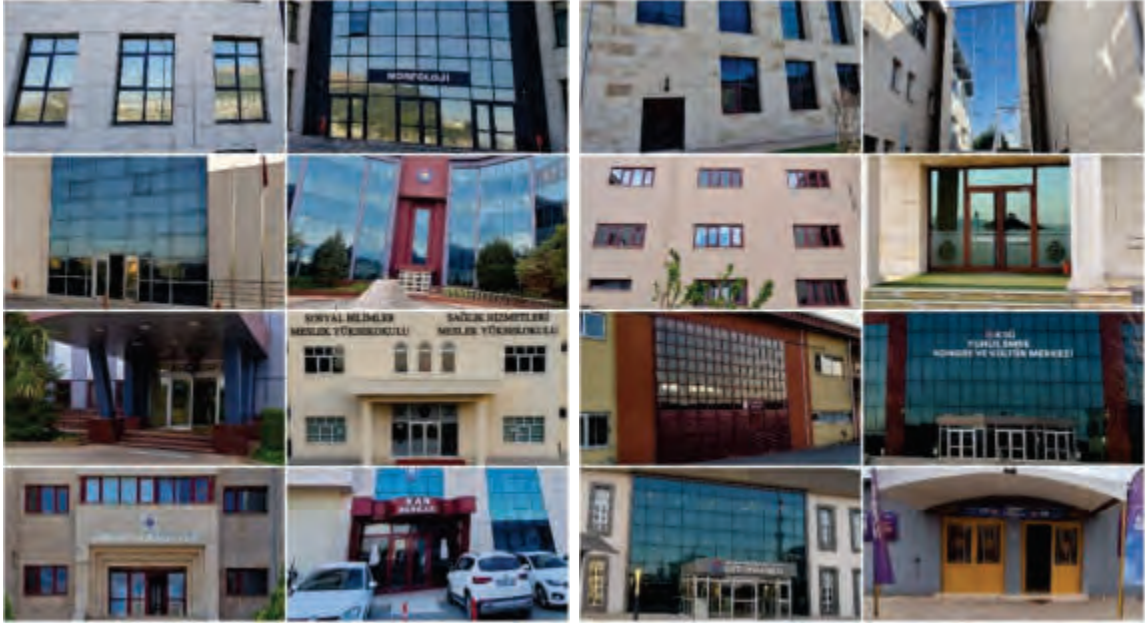
8. Yangın Dayanımı

XPS köpük, yangın dayanımı açısından B1 ve B2 sınıflarında yer alır, bu da malzemenin zor alevlenici ve normal alevlenici özelliklere sahip olduğunu gösterir. Yangın güvenliği standartlarını karşılamak için uygun bir malzemedir.

Sonuç olarak, XPS köpük, düşük ısı iletim katsayısı, yüksek basınç dayanımı, su geçirmeme özelliği ve kolay uygulama gibi özellikleri sayesinde etkili bir yalıtım malzemesi olarak tercih edilir. Ayrıca, biyolojik dayanıklılığı ve uzun ömürlü performansı, onu çeşitli yalıtım uygulamalarında ideal bir seçenek haline getirir.

4.4. Kapı-Pencere Sistemleri

4.4.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 5: Kapı- Cam Doğrama Görünümü

Tablo 21: Bina Pencere Durum Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Cam Tipi	Doğrama Tipi
1	Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	12 mm Isıcam K Serisi Çift Cam	Alüminyum Doğrama
2	Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	12 mm Isıcam K Serisi Çift Cam	Alüminyum Doğrama
3	Teknik Bilimler MYO Elektrik ve Tasarım Atölyesi	12 mm Isıcam K Serisi Çift Cam	Alüminyum Doğrama
4	Teknik Bilimler MYO Mobilya ve Makine Atölyesi	12 mm Isıcam K Serisi Çift Cam	Alüminyum Doğrama
5	Teknik Bilimler MYO İnşaat ve Tekstil Atölyesi	12 mm Isıcam K Serisi Çift Cam	Alüminyum Doğrama
6	Teknik Bilimler MYO Otomotiv Atölyesi	12 mm Isıcam K Serisi Çift Cam	Alüminyum Doğrama
7	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Hilal Bina	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
8	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Yıldız Bina	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
9	Yunus Emre Kültür ve Kongre Merkezi Binası	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
10	Kütüphane Binası	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
11	Yeni Cami	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
12	Makine Mühendisliği Bölümü Atölyesi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
13	Kapalı Havuz Tesisi Binası	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama

Sıra No	Bina Adı	Cam Tipi	Doğrama Tipi
14	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derslikler	10 mm Isı Yalıtımlı Çift Cam	Alüminyum Doğrama
15	İlahiyat Fakültesi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
16	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (C Blok)	12 mm Isı Yalıtımlı Çift Cam	Alüminyum Doğrama
17	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (D Blok)	12 mm Isı Yalıtımlı Çift Cam	Alüminyum Doğrama
18	Güzel Sanatlar Fakültesi (H Blok)	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
19	Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
20	Ali Özge Cami	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
21	Ziraat Fakültesi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
22	Kapalı Spor Salonu	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
23	Spor Bilimleri Fakültesi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
24	Fen ve Edebiyat Dekanlığı (A Blok)	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
25	Fen Fakültesi (B Blok)	12 mm Isıcam C Serisi Çift Cam	Alüminyum Doğrama
26	Eğitim Fakültesi (E Blok)	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
27	Üskim Binası (F Blok)	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
28	Orman Fakültesi Dekanlığı (G Blok)	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
29	Orman Fakültesi (P Blok)	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
30	Merkezi Yemekhane Binası	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
31	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
32	Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
33	Rektörlük Binası	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
34	Öğrenci İşleri ve Mediko Binası	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
35	Hidrofor Dairesi ve Depoları	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama
36	Isı Merkezi Kompleksi	12 mm Çift Cam	Alüminyum Doğrama

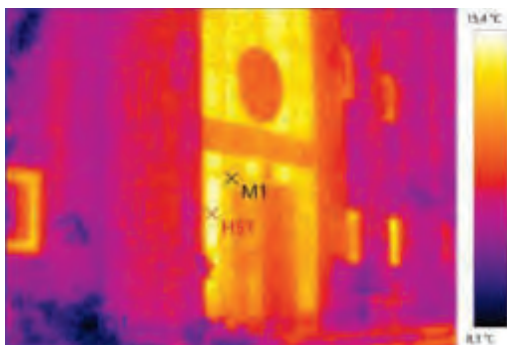
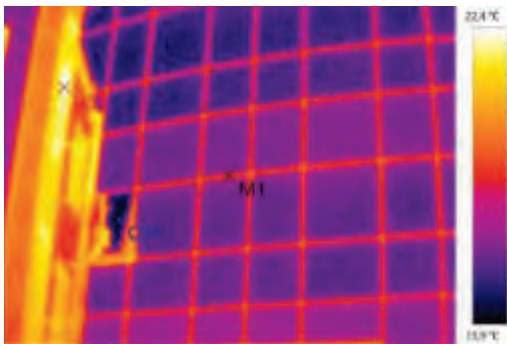
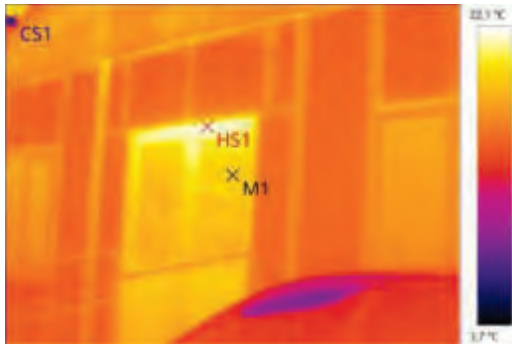
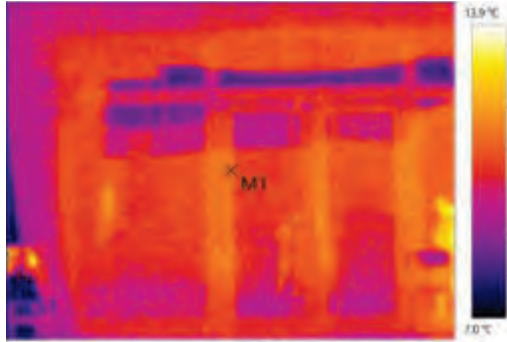
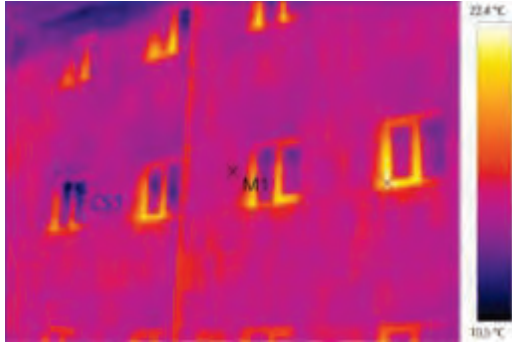
4.4.2. Ölçümler ve Tespit

Tesisteki binaların cam kesit bilgilerine göre TS 825 standardına uygun U değeri hesabı yapılmıştır. Bina cam alanlarına ait hesaplanan U değerleri aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır. Örnek görüntüler aşağıda paylaşılmış olup detaylı termal kamera raporu ekte sunulmuştur.

Tablo 22: Cam Alanların U Değeri Hesaplama Tablosu

Sıra No	Bina Adı	U Değeri W/(m ² *K°)
1	Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu	1,9
2	Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	1,9
3	Teknik Bilimler MYO Elektrik ve Tasarım Atölyesi	1,9
4	Teknik Bilimler MYO Mobilya ve Makine Atölyesi	1,9
5	Teknik Bilimler MYO İnşaat ve Tekstil Atölyesi	1,9
6	Teknik Bilimler MYO Otomotiv Atölyesi	1,9
7	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Hilal Bina	3,0
8	Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Yıldız Bina	3,0
9	Yunus Emre Kültür ve Kongre Merkezi Binası	3,0
10	Kütüphane Binası	3,0
11	Yeni Cami	3,0
12	Makine Mühendisliği Bölümü Atölyesi	3,0
13	Kapalı Havuz Tesisi Binası	3,0
14	Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derslikler	2,2
15	İlahiyat Fakültesi	3,0
16	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (C Blok)	2,2
17	İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi (D Blok)	2,2
18	Güzel Sanatlar Fakültesi (H Blok)	2,2
19	Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi	3,0
20	Ali Özge Cami	3,0
21	Ziraat Fakültesi	3,0
22	Kapalı Spor Salonu	3,0
23	Spor Bilimleri Fakültesi	3,0
24	Fen ve Edebiyat Dekanlığı (A Blok)	3,0
25	Fen Fakültesi (B Blok)	2,1
26	Eğitim Fakültesi (E Blok)	3,0
27	Üskim Binası (F Blok)	3,0
28	Orman Fakültesi Dekanlığı (G Blok)	3,0
29	Orman Fakültesi (P Blok)	3,0
30	Isı Merkezi Kompleksi	3,0
31	Merkezi Yemekhane Binası	3,0
32	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	3,0
33	Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi	3,0
34	Rektörlük Binası	3,0
35	Öğrenci İşleri ve Mediko Binası	3,0
36	Hidrofor Dairesi ve Depoları	3,0

Termal Kamera Görüntüleri:

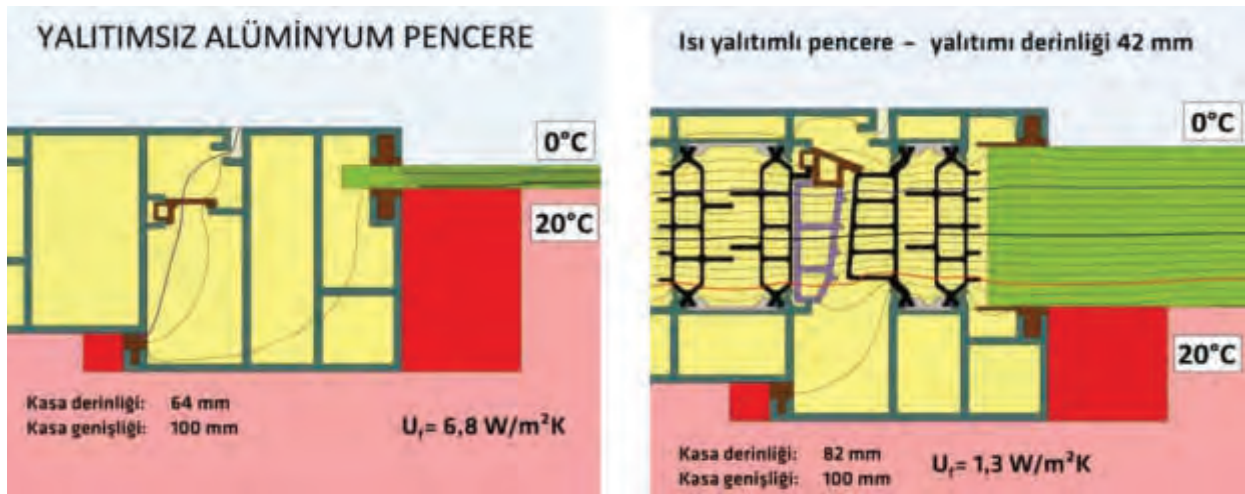


4.4.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

TS825 İklim Bölgeleri'ne göre tesisin bulunduğu Kahramanmaraş ili 2. bölge grubunda yer almaktadır. TS 825 U değeri gereksinimleri tablosunda 2. bölgede U değeri gereklilikleri maksimum pencerelerde 2,4 W/(m²*K°) olarak verilmiştir.

4.4.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Alüminyum profiller, yüksek ısı iletkenliğine sahip metal malzemelerdir. Bu özellikleri nedeniyle, iç mekân ve dış mekan arasında ısı transferini kolaylaştırır, bu da kış aylarında iç mekândan ısı kaybına ve yaz aylarında ise aşırı ısınmaya yol açabilir. Bu nedenle, alüminyum profillerin enerji verimliliği açısından yalıtımsız olarak kullanılmaları önerilmez. Isı yalıtımlı alüminyum profiller, bu sorunu çözmek için özel olarak tasarlanmış ısı yalıtım bariyerleri kullanır. Bu bariyerler, genellikle yüksek performanslı plastik çubuklardan oluşur ve iç ve dış alüminyum profiller arasındaki termal köprüleri keser. Bu termal ayrım sayesinde, alüminyum profiller arasındaki ısı transferi önemli ölçüde azalır, bu da iç mekanın sıcaklığını korur ve enerji verimliliğini artırır. Isı yalıtımlı alüminyum profiller, bu yöntem sayesinde enerji verimliliğini %80'den fazla oranda iyileştirebilir. Bu tür profiller, pencere, kapı ve cephe sistemlerinde daha etkili ısı yalıtımı sağlar, enerji tüketimini azaltır ve iç mekân konforunu artırır.



Şekil 6: Yalıtımsız – Yalıtımlı Cam Doğrama Görüntüleri

Yapılan hesaplamalara göre standartların altında kalan bölgelerin bakımı ve onarımı, üstünde kalan bölgelerin bakımı, onarımı ve Isıcam S Serisi camlar ile değiştirilmesi önerilmektedir. Hesaplamalar İZODER TS825 programında yapılmıştır.

5. ISI SİSTEMLERİ

5.1. ISITMA

5.1.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 7: Isı Merkezi-Sıcak Su Kazanları

Tesiste beş adet ısı merkezi bulunmaktadır. Isı merkezlerinde ısınma ve sıcak kullanım suyu için 13 adet kazan bulunmaktadır. Bu kazanların bilgileri aşağıda verilmiştir. Bunlarla birlikte 2 adet termosifon bulunmaktadır fakat etiket bilgilerine ulaşılammıştır.

Tablo 23: Kazan Bilgileri Tablosu

Kazan No	Marka	Üretim Yılı	Kapasite	Beslediği Mahal	Kullanım Amacı	Brülör Kapasite Aralığı
1	Mimsan	2012	930 kW	Yüzme Havuzu	Isınma – Sıcak Su	300 – 2.000 kW
2	Mimsan	2012	930 kW	Yüzme Havuzu	Isınma – Sıcak Su	250 – 1.500 kW
3	Mimsan	2012	930 kW	Yüzme Havuzu	Isınma – Sıcak Su	300 – 2.000 kW
4	Alarko	2018	1.450 kW	Kapalı Spor Salonu	Isınma – Sıcak Su	300 – 2.000 kW
5	Alarko	2018	1.450 kW	Kapalı Spor Salonu	Isınma – Sıcak Su	300 – 2.000 kW
6	Alarko	2007	348 kW	Diş Hekimliği	Isınma – Sıcak Su	250 – 580,2 kW
7	Alarko	2010	348 kW	Diş Hekimliği	Isınma – Sıcak Su	250 – 580,2 kW
8	Aktes	2021	583 kW	Morfoloji Binası	Isınma – Sıcak Su	1.500 – 10.850 kW
9	Aktes	2021	1.454	Morfoloji Binası	Isınma – Sıcak Su	414 – 2.150 kW
10	Viessmann	2014	8 mW	Isı Merkezi	Isınma – Sıcak Su	1.500 – 10.850 kW
11	Viessmann	2008	8 mW	Isı Merkezi	Isınma – Sıcak Su	1.500 – 10.850 kW
12	Viessmann	2008	8 mW	Isı Merkezi	Isınma – Sıcak Su	1.500 – 10.850 kW
13	Viessmann	2009	8 mW	Isı Merkezi	Isınma – Sıcak Su	1.500 – 10.850 kW

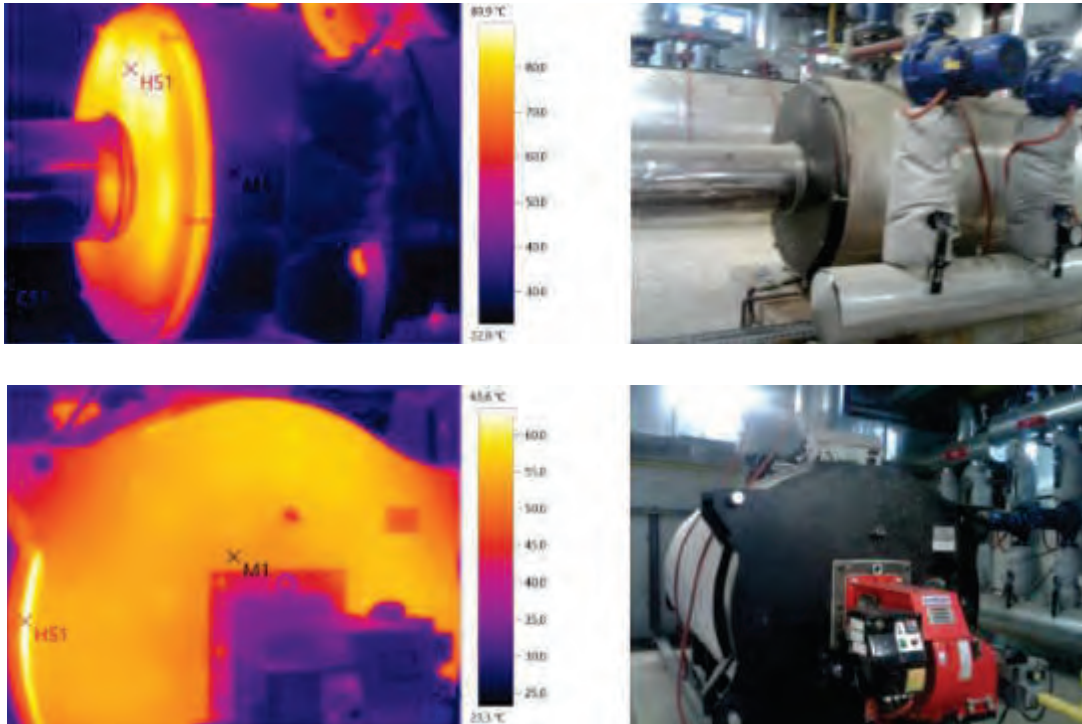
5.1.2. Ölçümler ve Tespit

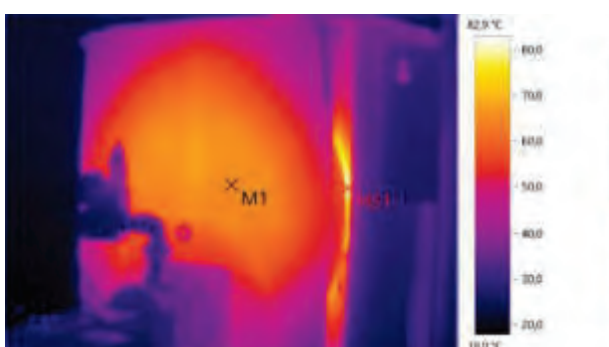
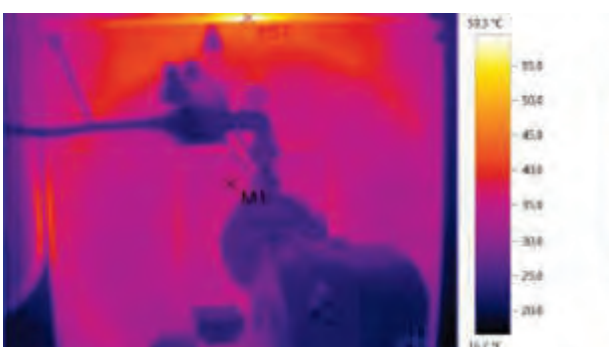
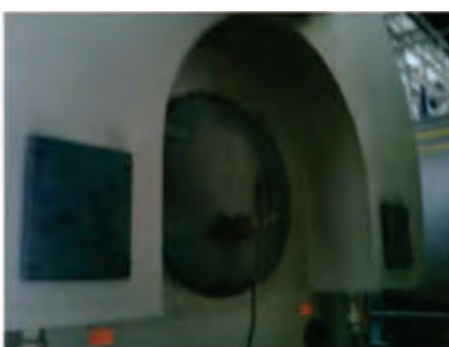
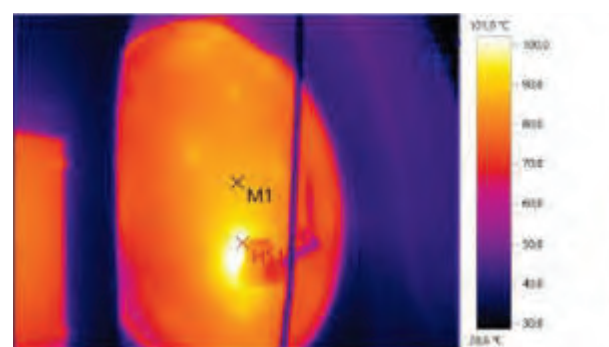
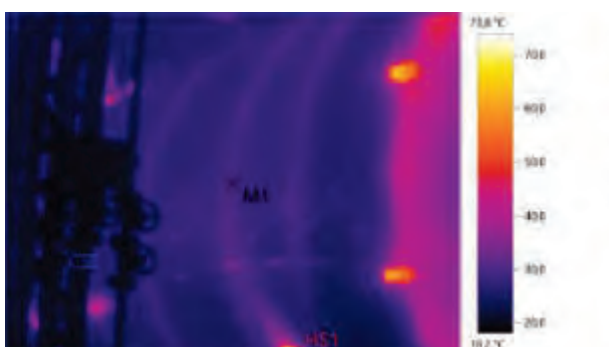
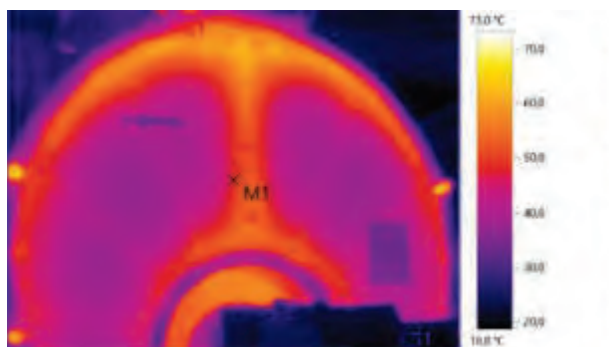
14.11.2024 tarihinde tesiste bulunan kazanlardan sıcak su ihtiyacı için çalışan kazanda baca gazı analiz ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca kazan yüzeylerinden kaynaklı ısı kayıplarının tespiti için ısı merkezinde termal görüntüleme yapılmıştır. Örnek görüntüler aşağıda paylaşılmış olup detaylı termal kamera raporu ekte sunulmuştur.

Tablo 24: Baca Gazı Ölçüm Sonuçları

Kazan No	Baca Gazı Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	O ₂	Verim	CO ₂	CO	Kayıplar
	°C	°C	%	%	%	ppm	%
1	130,1	27,2	7,95	93,9	7,4	0	6,1
2	68,6	26,9	6,88	97,7	8	3	2,3
3	Kazan Arızalı Olduğu İçin Ölçüm Alınamadı.						
4	Kazan Bakımda Olduğu İçin Ölçüm Alınamadı.						
5	Kazan Bakımda Olduğu İçin Ölçüm Alınamadı.						
6	232,7	24,4	9,94	85,7	6,3	2	14,3
7	168,7	25,9	6,11	92,4	8,4	0	7,6
8	127,4	25,9	1,39	95,7	11,1	333	4,3
9	158,6	30,4	3,68	94,0	9,8	3,68	6,0
10	139,5	21,1	2,81	94,6	10,3	0	5,4
11	118,6	25,2	3,04	95,7	10,2	0	4,3
12	150,4	24,7	2,78	94,3	10,3	0	5,7
13	131,0	26,7	3,5	95,1	9,9	0	4,9

Termal Kamera Görüntüleri:

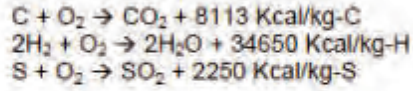




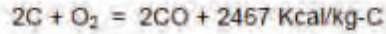
5.1.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Baca gazı analizlerinin değerlendirilmesine başlamadan önce yanmanın kimyasal denklemlerini hatırlamak yararlı olacaktır. Yakıt tamamen yandığında, içerisindeki karbon (C) karbondioksit (CO₂), hidrojen (H₂) su buharına (H₂O), kükürt (S) kükürt dioksit (SO₂) dönüşmektedir.

Tam Yanma [1] ;



Eksik Yanma [1] ;



Buradan da görülebileceği gibi, yetersiz oksijen sonucu karbonun karbondioksit dönüşmeden, karbon monoksit halinde kalmasıyla kaybedilen enerji miktarı %70 mertebesinde olmaktadır. Bu kaygıyla, mükemmel yanmanın sağlanması için, genel bir kural olarak yakıt verilen hava belirli oranda artırılmaktadır. Buna hava fazlalık katsayısı denilmektedir. Yakıt cinsine bağlı olarak değişen bu katsayının gereğinden az olması halinde, karbon monoksit oluşmakta, üretilen enerji azalmakta, ısılık başlamakta, yanma verimi düşmekte, söz konusu hava fazlalık katsayısının gereğinden fazla olması halinde ise, karbon monoksit azalırken, yanmaya iştirak etmeyen hava ocakta ısıtılarak bacadan atılmakta, yanma bozulmakta, yanma verimi düşmektedir.

Bu nedenle, yanmanın optimizasyonu için baca gazı analizörleri yardımıyla, baca gazı analizleri kolayca elde edilip değerlendirilebilmekte, brülör ve kazanlara anında müdahale edilebilmektedir. Aşağıda baca gazı analizlerinin belli başlı parametreleri irdelenmektedir.

a) Oksijen (O₂):

Yakıt cinsine ve hava fazlalık katsayısına bağlı olarak, karbon monoksit oluşumuna neden olmayacak şekilde, baca gazları içerisinde oksijen oranının mümkün olduğunca düşük olması istenmektedir.

Doğalgazda %4-5, sıvı yakıtta %6-7, katı yakıtta %8-9 oksijen oranı baca gazı analizleri için ideal değerler olarak kabul edilmektedir.

b) Karbondioksit (CO₂):

Yakıt cinsine bağlı olarak karbondioksitin baca gazları içerisinde yüksek oranda bulunması tercih nedeni olmaktadır. Doğalgazda %11, sıvı yakıtta %14, katı yakıtta %14 karbondioksit değerleri, baca gazı analizleri için uygun mertebeler olarak söylenebilmektedir.

Konumuzla direkt ilgili olmamakla birlikte, iyi bir yanmanın doğal sonucu olarak baca gazlarında yüksek oranda arzu edilen karbondioksit atmosferde neden olduğu sera etkisiyle son yıllarda emisyon kabul edilmektedir. Burada çözüm, düşük karbon oranlı, yüksek hidrojen ihtiva eden yakıtların yaygınlaşması ve fosil yakıt kullanımının zaman içerisinde sınırlandırılmasıyla mümkün görülmektedir.

c) Karbon monoksit (CO):

Neden olduğu enerji kaybı ve ısılilik sonucu kirlenme nedeniyle karbon monoksit, baca gazları içerisinde arzu edilmemekte ve emisyon kabul edilmektedir. Yakıtta verilen oksijen artırılarak, eksik yanma tamamlanmak suretiyle karbon monoksit mutlaka karbondioksite dönüştürülmelidir. Baca gazı analizlerinde karbon monoksit miktarı 100 ppm değeriine kadar normal kabul edilebilmektedir.

e) Azot oksitler (NO_x):

Yakıt cinsine bağılı olarak, ocağı verilen havanın fazlalık katsayısı ile ocak dizaynından kaynaklanan nedenlerle oluşan azot oksitler, çevre açısından emisyon kabul edilmektedir. Yakıt hava ayarının elverdiği oran dışında azot oksitlere müdahale imkânı bulunmamakta, kazan alımı sırasında dikkate alınması gereken bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde sıkça konu edilen ‘Baca Gazları Resirkülasyon Sistemi’nin yanı sıra ‘Düşük NO_x Brülörleri’ azot oksitlerle mücadelede etkin yöntemler olarak kabul edilmektedir.

f) Baca gazı Sıcaklığı (T):

Kazanı terk eden baca gazlarının, yakıt cinsine ve içerisindeki kükürt oranına bağılı olarak, mümkün mertebe düşük sıcaklıkta olması istenmektedir. Gereğinden fazla yakıt debisi, yetersiz kazan ısıtma yüzeyi ile duman borularındaki kirlilik, yüksek baca gazı sıcaklığına neden olmaktadır.

Burada dikkat edilmesi gereken önemli husus, kazan testinin, dolayısıyla baca gazı analizlerinin kazan anma gücüne uygun yakıt debisinde yapılmasıdır. Zira düşük kazan kapasitelerinde baca gazı sıcaklığının da düşük çıkması beklenen bir durum olmaktadır. Yüksek baca gazı sıcaklığı verim kaybı demektir. Baca gazı sıcaklıklarında düşülebilecek minimum değerler, baca gazlarının yoğunlaşma (çiğlenme) sıcaklığı ile ilgilidir. Yoğunlaşma sıcaklığı ise baca gazındaki kükürt dioksit (SO₂), dolayısıyla yakıt içindeki kükürt (S) miktarına bağılıdır. Doğalgaz kullanımında yer tipi kazanlarda 130-150 °C, duvar tipi kazanlarda 55-65 °C, katı ve sıvı yakıt kullanımında 130-175 °C baca gazı sıcaklıkları uygun değerler olarak kabul edilebilmektedir. Yüksek baca gazı sıcaklıklarında, brülör ve kazana mutlaka müdahale edilmeli, kısmen kapasite düşürülerek veya kazan borularına türbülötörler ilave edilerek, baca gazı sıcaklığı düşürülmelidir. Her 20 °C baca gazı sıcaklık düşümü, verimde %1 artışa neden olmaktadır.

g) Yanma Verimi (η_Y):

Baca gazı analizörü tarafından, baca gazlarında ölçülen, oksijen, karbondioksit, baca gazı sıcaklığı ve ortam sıcaklığı gibi parametreler değerlendirilmek suretiyle, yanma verimi otomatik olarak hesaplanabilmektedir. İşletmeci tarafından yanma verimi üzerinde yorum yapılırken, sonuca etki eden faktörler kolayca görülebilmektedir.

Yanma veriminden yola çıkarak, kazan veriminden söz ederken, kazan radyasyon kayıpları, yanmamış hidrokarbonlar, kül kayıpları gibi ölçülemeyen değerler için yakıt cinsine bağlı olarak, yanma veriminden belirli bir oranda azaltma yapmak gerekmektedir. TS 4041’de kazan radyasyon kayıpları, kapasite ve yakıt cinsine bağlı olarak %0,7-3,0 arasında verilmektedir. Baca gazında is ve kurum ile küldeki yanmamış karbon (C) dikkate alındığında, yaklaşık kazan verimini belirlerken yanma veriminden radyasyon ve kül kayıpları olarak düşülmesi gereken miktar, yaklaşık olarak, doğalgazda %2-3, fueloilde %5-6, kömürde ise %8-10 olarak kabul edilmektedir.

DEĞERLENDİRME:

Tesiste yapılan baca gazı ölçümlerine göre sınır değerlerin üzerinde ölçülen değerler aşağıdaki tabloda kırmızı yazı fontu ile gösterilmiştir. Katalog değerlerine göre yanma verimi %95 değerine çıkabilmekteyken baca gazı sıcaklığının 130-150 °C aralığında olması ve O₂ oranı %4-5 arasında olması gerekmektedir. Ölçümlere göre sınır dışında kalan değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 25: Baca Gazı Ölçüm Sonuçlarına Göre Sınır Dışı Değerler

Kazan No	Baca Gazı Sıcaklığı °C	Ortam Sıcaklığı °C	O ₂ %	Verim %	CO ₂ %	CO ppm	Kayıplar %
1	130,1	27,2	7,95	93,9	7,4	0	6,1
2	68,6	26,9	6,88	97,7	8	3	2,3
6	232,7	24,4	9,94	85,7	6,3	2	14,3
7	168,7	25,9	6,11	92,4	8,4	0	7,6
8	127,4	25,9	1,39	95,7	11,1	333	4,3
9	158,6	30,4	3,68	94,0	9,8	3,68	6,0

5.1.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Yapılan baca gazı analiz ölçümlerinde CO₂ ve verim değerleri normal değerler arasında çıkmıştır. Kazan 6, Kazan 7 ve Kazan 9 için baca gazı sıcaklıkları standart değerlerin üstünde çıkmıştır. Kazan 1, Kazan 2, Kazan 6 ve Kazan 7 için O₂ oranları standart değerlerin üstünde çıkmıştır. Kazan 1, Kazan 6, Kazan 7 ve Kazan 9 için verim oranları standart değerlerin altında çıkmıştır. Kazan 8 için CO değeri standart değerlerin üstünde çıkmıştır. Bu sonuçlara göre Kazan 1, Kazan 2, Kazan 6, Kazan 7, Kazan 8 ve Kazan 9 için brülör bakımı gerekmektedir.

Isı geri kazanım sistemleri kurulumu geri ödeme süresi 5 yılın üzerinde çıkmaktadır. Bu yüzden verimlilik artırıcı proje olarak sunulamamış fakat sistemin kurulması önerilmektedir. Isı geri kazanım sistemleri genellikle **ekonomizör** ve **reküperatör** gibi ısı değiştiriciler kullanılarak çalışır.

- **Ekonomizörler:** Kazan bacasından çıkan sıcak gazların ısını, kazana giren soğuk besleme suyuna aktarır. Böylece suyun sıcaklığı artar ve kazan içindeki suyun kaynama noktasına gelmesi için daha az enerji harcanır.
- **Reküperatörler:** Yüksek sıcaklıktaki baca gazlarının ısını, yanma için kullanılan soğuk havaya aktarır. Önceden ısıtılmış hava, yanma verimini artırarak yakıt tüketimini düşürür.

Kısacası, kazanlarda kullanılan **ısı geri kazanım sistemleri**, temelde atık olarak dışarı atılan enerjiyi tekrar sisteme kazandırarak **enerji verimliliğini önemli ölçüde artırır**. Kazanlar çalışırken yanma sonucu oluşan sıcak gazlar (baca gazları), yüksek bir enerji potansiyeli taşır. Bu sistemler, bu atık ısının boşa gitmesini engeller ve farklı amaçlarla tekrar kullanılmasını sağlar.

Bu sistemlerin enerji verimliliğine başlıca etkileri şunlardır:

- **Yakıt Tasarrufu:** Atık ısı geri kazanımı sayesinde, kazanın besleme suyu veya yakma havası gibi bileşenler önceden ısıtılır. Bu durum, kazanın aynı miktarda buhar veya sıcak su üretmek için daha az yakıt tüketmesini sağlar. Baca gazı sıcaklığındaki her 21 derecelik düşüşün, kazan veriminde yaklaşık %1'lik bir artışa denk geldiği belirtilir.
- **Artırılmış Kazan Verimliliği:** Isı geri kazanım sistemleri, kazanın genel verimini doğrudan yükseltir. Yoğuşma teknolojisine sahip sistemler, baca gazındaki su buharının yoğunlaşmasıyla ortaya çıkan gizli ısıyı da kullanarak verimi daha da artırabilir. Bazı uygulamalarda bu sistemlerin kazanın toplam verimini %5'ten fazla artırdığı görülmüştür.
- **Düşük İşletme Maliyetleri:** Daha az yakıt tüketimi, işletmelerin enerji maliyetlerini önemli ölçüde azaltır. Bu durum, ısı geri kazanım sistemlerinin ilk yatırım maliyetini kısa sürede amorti etmesine yardımcı olur.
- **Çevresel Faydalar:** Fosil yakıt tüketiminin azalması, çevreye salınan karbon dioksit (CO₂) ve diğer zararlı emisyonların da düşmesini sağlar. Bu sayede işletmelerin karbon ayak izi küçülür ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunulur.

Tablo 26: Kazan Brülör Bakımı Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Kazan Brülör Bakımı	Doğalgaz	3.535.988	304,09	9,0%	4.622.832	707,20
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	150.000	0,03	Kısa Vade	59.522.591	3433%	1

5.2. SOĞUTMA

5.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 8: Soğutma Sistemleri Görüntüleri

Soğutma amaçlı Chiller, VRF ve split klimalar sistemleri kullanılmaktadır. Tesiste bulunan soğutma sistemleri ve bilgileri ekte verilmiştir.

5.2.2. Ölçümler ve Tespit

VRF sistemlerinin verimlilik ve performans ölçümü, cihazların etkin çalışmasını ve enerji tasarrufunu sağlamak için kritik öneme sahiptir. Verimlilik ölçümünde, öncelikle cihazın enerji verimlilik sınıfı dikkate alınır; bu sınıf, cihazın enerji tüketimi ile performansını gösterir ve genellikle A+++'dan D'ye kadar bir skala üzerinde değerlendirilir. Ayrıca, Soğutma Verimlilik Oranı (EER) ve Isıtma Performans Katsayısı (COP) gibi parametreler, klima ve VRF sistemlerinin enerji tüketimi karşısında sağladığı performansı belirler. Bu ölçümler, cihazın ne kadar enerji tasarrufu sağladığını ve maliyetlerin ne kadar etkilenebileceğini gösterir. Performans ölçümünde ise, VRF sistemlerinde belirtilen kapasitesinin (BTU) odanın büyüklüğüne uygun olup olmadığına bakılır ve iç ile dış ünite arasındaki sıcaklık farkı değerlendirilir. Termostatın doğruluğu, oda sıcaklığının ne kadar doğru ölçüldüğünü belirlerken, hava akışının ve sıcaklık dağılımının odanın tüm bölgelerine eşit olarak ulaşp ulaşmadığı kontrol edilir.

5.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Soğutmada EER Değeri

- 3,20+ A Enerji Sınıfı
- 3,00 – 3,20 B Enerji Sınıfı
- 2,80 – 3,00 C Enerji Sınıfı
- 2,60 – 2,80 D Enerji Sınıfı
- 2,40 – 2,60 E Enerji Sınıfı
- 2,20 – 2,40 F Enerji Sınıfı

$$COP = \frac{\text{Isı Transferi (Isıtma veya Soğutma)}}{\text{Gerekli Enerji Tüketimi}} \quad EER = \frac{\text{Soğutma Kapasitesi (BTU/saat)}}{\text{Elektrik Tüketimi (Watt)}}$$

Her iki ölçüt de klima sistemlerinin enerji verimliliğini değerlendirmek için kullanılır. Yüksek EER ve COP değerlerine sahip Klimalar için, daha az enerji tüketerek daha etkili bir soğutma sağlar, bu da işletme maliyetlerini düşürür ve enerji tasarrufu sağlar. Bu nedenle, klima seçimi yaparken EER ve COP değerlerine dikkat etmek önemlidir. EER (Energy Efficiency Ratio), bir iklimlendirme sisteminin belirli bir anda ne kadar verimli olduğunu ölçen bir standarttır. EER, soğutma kapasitesinin anlık olarak elektrik tüketimine oranı olarak hesaplanır.

$$EER = \frac{\text{Soğutma Kapasitesi (kW)}}{\text{Soğutma Elektrik Tüketimi (kW)}}$$

Genel anlamda değerlendirdiğimizde, chiller, VRF ve Split Klima sistemlerinin enerji verimliliği ve performansını kW cinsinden analizi bir örnek olarak verecek olursak:

1. Örnek VRF Sistemi Performansı

- **Soğutma Kapasitesi:** 45 kW
- **Soğutma İçin Çekilen Güç:** 14 kW
 - **EER:** 45/14=3,21
- **Isıtma Kapasitesi:** 50 kW
- **Isıtma İçin Çekilen Güç:** 13 kW
 - **EER:** 50/13=3,85

5.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Enerji verimliliği, klima sistemleri ve VRF sistemleri için maliyetleri azaltmanın ve çevresel etkileri minimize etmenin önemli bir yoludur. İşte klima sistemlerinde ve VRF sistemlerinde enerji verimliliğini artırmak için alabileceğiniz çeşitli önlemler:

1. Doğru VRF Sistemi ve ya Klima Seçimi

- **Enerji Verimlilik Etiketleri:** Enerji verimliliği yüksek olan klimaları seçin. Genellikle, **SEER** (Seasonal Energy Efficiency Ratio) ve **EER** (Energy Efficiency Ratio) gibi göstergeler, cihazın ne kadar verimli olduğunu belirtir.

- **Kapasite Seçimi:** İhtiyacınız olan kapasitede bir klima ve ya VRF sistemi seçin. Çok büyük ya da çok küçük bir klima ve ya VRF sistemi, enerji israfına neden olabilir. Bu nedenle, mekânınızın büyüklüğüne ve yalıtım durumuna uygun seçilmelidir.

2. Bakım ve Temizlik

- **Filtre Temizliği:** Sistemlerin filtrelerini düzenli olarak temizleyin. Kirli filtreler hava akışını engeller ve cihazın verimliliğini düşürür. Filtrelerinizi her 1-3 ayda bir kontrol edin ve temizleyin veya değiştirin.
- **Dış Ünite Temizliği:** Dış üniteyi toz, yaprak ve diğer kirleticilerden temiz tutun. Kirli dış üniteler, sistemlerin verimliliğini azaltabilir.

3. Termostat Kullanımı

- **Akıllı Termostat:** Akıllı termostatlar kullanarak sistemlerinizi daha verimli şekilde yönetebilirsiniz. Bu termostatlar, ortamda olup olmadığınızı algılayabilir ve enerjiyi sadece ihtiyaç duyduğunuzda kullanabilir.
- **Otomatik Zamanlayıcı:** Sistemlerin sadece gerekli olduğu saatlerde çalışmasını sağlamak için zamanlayıcılar kullanın. Özellikle gece yatmadan önce ya da evde kimse yokken klimayı kapatabilirsiniz.

4. Yalıtım ve Sızdırmazlık

- **İyi Yalıtım:** Ortamınızın iyi yalıtılmış olması, sistemlerin performansını artırır. Pencere ve kapılar arasındaki sızıntıları kapatmak, enerjiyi korur ve klimanın yükünü azaltır.
- **Güneş Işığı Kontrolü:** Pencereye güneşlikler veya perdeler kullanarak doğrudan güneş ışığını engelleyin. Bu, iç mekânın aşırı ısınmasını engelleyerek sistemlerin daha az çalışmasını sağlar.

5. Enerji Tasarruflu Cihazlar

- **Inverter Teknolojisi:** Inverter teknolojisine sahip sistemler, enerji verimliliğini artırabilir çünkü motorun hızını ihtiyaca göre ayarlar. Bu, enerji tüketimini optimize eder ve enerji maliyetlerini düşürür.
- **Enerji Sınıfı:** A+++ veya A++ gibi yüksek enerji sınıfına sahip sistemler tercih edin. Bu sistemler daha düşük enerji tüketimi sağlar ve uzun vadede maliyetlerinizi azaltır.

6. Kullanım Alışkanlıkları

- **Sıcaklık Ayarı:** Sistemin sıcaklık ayarını makul bir seviyede tutun. 24-26°C gibi bir sıcaklık, genellikle hem konforlu hem de enerji verimli bir ortam sağlar. Aşırı düşük sıcaklıklar enerji tüketimini artırır.
- **Gereksiz Kullanım:** Sistemi gereksiz yere açmayın veya sürekli çalıştırmayın. Oda yeterince soğuduğunda veya ısındığında, klimayı kapatmayı unutmayın.

7. Ekstra Önlemler

- **Hava Akışı:** Sistemlerin hava akışını engellemeyen mobilya düzenlemeleri yapın. Hava akışının düzgün olmasını sağlamak, verimliliği artırır.
- **Dış Ünite Konumu:** Dış ünitenin doğrudan güneş ışığından ve rüzgardan korunmasını sağlayın. Gölge alanlar, dış ünitenin daha verimli çalışmasına yardımcı olabilir.

Bu enerji verimliliği önlemleri, sisteminizin performansını artırarak enerji tasarrufu sağlar ve uzun vadede maliyetleri düşürür. Ayrıca, çevresel etkiyi azaltmaya da katkıda bulunur.

- **R410A Gazının Kullanımı:** R410A gazı, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir seçenektir. Ozon tabakasına zarar verme potansiyeli düşük olması, bu gazı diğer alternatiflerden tercih edilebilir kılar. Ancak, global ısınma potansiyeli (GWP) yüksek olduğu için uzun vadede daha çevre dostu alternatif gazların araştırılması ve kullanılması gerekebilir.



Şekil 9: Soğutma Sistemleri Tesisatları

Tesiste soğutma sistemleri mekanik tesisatı bulunmaktadır. Soğutma sistemi tesisatı genel olarak ısı kayıplarına karşı yalıtılmış olup yalıtım malzemesi kullanım ömrünü tamamlamış ve açık bırakılmış bölgeler mevcuttur. Bu bölgelerin kapatılması ve yalıtım malzemelerin yenilenmesi önerilmektedir.

5.3. HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME

5.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 10: Havalandırma Santrali Görüntüleri

Tesiste mekanik havalandırma sistemi bulunmaktadır. Tesise ait havalandırma sistem bilgileri ekte verilmiştir.

5.3.2. Ölçümler ve Tespit

Ortam hava kalitesini belirlemek amacıyla CO₂, nem ve sıcaklık gibi parametrelerin ölçümü ve tespiti önem arz eder. Bu ölçümler, tesis içindeki hava kalitesinin izlenmesini ve gerekli düzenlemelerin yapılmasını sağlar.



Şekil 11: Ortam CO₂ Ölçümleri

Tablo 27: Ortam CO₂ Ölçüm Değerleri Tablosu

Sıra No	Bölüm Adı	Koridor			Ofis-oda			Salon-Sınıf		
		CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem
1	İktisadi İdari Bilimler Fakültesi	575	19,3	32,2	466	23,1	29,0	738	21,2	32,8
2	Yabancı Diller MYO	601	21,2	29,7	835	23,1	30,2	584	21,8	30,4
3	Rektörlük (Giriş Kat)	366	17,9	27,9	417	16,0	30,3	-	-	-
4	Rektörlük (1. Kat)	429	21,3	22,3	462	21,7	25,0	-	-	-
5	Öğrenci İşleri	-	-	-	786	25,6	27,6	670	26,1	28,4
6	Yemekhane	471	18,0	33,8	-	-	-	462	19,3	32,1
7	Yemekhane	-	-	-	-	-	-	544	23,8	28,5
7	İnsan ve Toplum Bil. Fak. (D Blok)	435	17,6	33,8	667	20	36,9	333	17,2	33,0
8	İnsan ve Toplum Bil. Fak. (C Blok)	514	19,6	32,5	571	22,8	28,1	356	18,2	33,0
9	Fen Fakültesi (B Blok)	-	-	-	-	-	-	442	22,1	32,3
10	Fen Fakültesi (B Blok Zemin Kat)	515	20,1	30,4	-	-	-	547	22,0	28,2
11	Fen Fakültesi (A Blok Zemin Kat)	417	20,7	30,4	357	21,0	30,4	-	-	-
12	Eğitim Fakültesi (E Blok Zemin Kat)	470	17,7	33,9	-	-	-	-	-	-
13	Eğitim Fakültesi (E Blok 3. Kat)	720	22,8	32,5	-	-	-	-	-	-
14	Eğitim Fakültesi (E Blok 2. Kat)	501	22,2	27,2	-	-	-	404	22,2	23,2
15	Mühendislik Fakültesi	373	18,2	38,2	580	21,6	34,4	383	17,4	39,3
16	Orman Fakültesi (2. Kat)	472	19,0	36,0	-	-	-	835	18,3	41,5
17	Orman Fakültesi (Amfi 1. Kat)	544	18,5	35,0	-	-	-	984	19,8	38,0
18	Orman Fakültesi (1. Kat)	614	20,2	34,9	659	20,8	34,2	-	-	-
	Bölüm Adı	Koridor			Ofis-oda			Salon-Sınıf		

Sıra No		CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem
19	Yunus Emre Kültür ve Kongre Merkezi (Konferans Salonu)	479	27,6	17,1	493	25,0	22,0	1019	28,1	28,7
20	Yunus Emre Kültür ve Kongre Merkezi (Turkuaz Salonu)	-	-	-	-	-	-	389	22,8	25,7
21	ÜSKİM	373	20,2	27,8	386	22,0	29,5	327	21,0	30,3
22	Güzel Sanatlar Fakültesi	551	19,6	31,8	618	20,7	30,9	929	22,2	33,5
23	Güzel Sanatlar Fakültesi	-	-	-	628	25,2	26,0	-	-	-
24	İlahiyat Fakültesi	430	22,5	28,0	588	23,3	29,4	422	23,2	26,9
25	Kütüphane	470	26,1	24,7	398	26,8	24,5	448	26,6	27,6
26	Kapalı Spor Salonu	431	21,5	26,0	249	23,7	32,7	-	-	-
27	Spor Bilimleri Fakültesi	441	24,3	29,6	425	25,4	22,7	-	-	-
28	Ziraat Fakültesi (1. Kat)	380	21,6	21,8	428	24,2	22,4	454	21,8	29,1
29	Ziraat Fakültesi (Laboratuvar)	-	-	-	-	-	-	1110	23,3	36,4
30	Diş Hekimliği Fakültesi (2. Kat)	976	24,7	33,3	722	22,7	33,7	1165	23,1	37,7
31	Diş Hekimliği Fakültesi (1. Kat)	-	-	-	-	-	-	904	24,8	32,6
32	Diş Hekimliği Yetişkin Pol. (1. Kat)	667	25,0	29,1	-	-	-	838	23,5	36,4
33	Tıp Fakültesi (Acil – Yeşil Alan)	471	23,0	27,5	-	-	-	561	24,1	30,5
34	Tıp Fakültesi (Acil – Sarı Alan)	-	-	-	-	-	-	551	23,0	30,2
35	Tıp Fakültesi (Acil – Gözlem)	-	-	-	-	-	-	576	26,2	28,2
36	Tıp Fakültesi (Nöroloji Polikliniği)	620	24,0	29,0	-	-	-	613	23,3	28,7
37	Tıp Fakültesi (Kardiyoloji)	-	-	-	-	-	-	590	23,7	28,5
38	Tıp Fakültesi (Diyetisyen Polikliniği)	-	-	-	-	-	-	572	24,1	29,5
39	Tıp Fakültesi (Endokronoloji)	-	-	-	-	-	-	498	23,3	24,7
40	Tıp Fakültesi (Ortopedi Servis)	-	-	-	781	23,5	33,9	-	-	-
41	Tıp Fakültesi (Yatan Hasta)	687	24,0	30,1	2782	24,2	34,4	-	-	-
42	Tıp Fakültesi (Fizik Tedavi Servis)	551	23,5	29,8	574	23,2	28,4	-	-	-
43	Tıp Fakültesi (Beyin Cer. Hasta Od.)	-	-	-	623	26,3	25,7	-	-	-
44	Tıp Fakültesi (Beyin Cer. Hasta Od.)	629	25,1	25,3	647	25,6	27,0	-	-	-
45	Tıp Fakültesi (Yoğun Bakım 1)	686	25,6	27,1	-	-	-	792	25,5	30,6
46	Tıp Fakültesi (Yoğun Bakım 2)	-	-	-	-	-	-	670	25,3	25,5
47	Tıp Fakültesi (Yoğun Bakım 3)	-	-	-	-	-	-	655	26,0	25,6

CO₂ Ölçümü: Karbondioksit (CO₂) seviyelerinin ölçümü, tesis içindeki hava dolaşımının etkinliğini ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek için önemlidir. Yüksek CO₂ seviyeleri, genellikle yetersiz havalandırma veya yoğun insan aktiviteleri sonucu ortaya çıkar. Ölçümler, CO₂ konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırlar içinde olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilir. Özellikle kapalı ortamlarda, CO₂ seviyelerinin kontrol altında tutulması, sağlık ve konfor açısından önem taşır.

Nem Ölçümü: Ortam nem seviyelerinin izlenmesi, iç mekan hava kalitesini etkileyen kritik bir faktördür. Yüksek nem seviyeleri, küf oluşumu ve mikrobiyal büyümeye zemin hazırlayabilir, bu da sağlık sorunlarına ve bina malzemelerinin zarar görmesine yol açabilir. Ayrıca düşük nem seviyeleri de rahatsızlık ve kuruluk gibi sorunlara neden olabilir. Nem ölçümleri, optimum nem seviyelerinin sağlanmasına ve uygun hava nemlendirme veya kurutma önlemlerinin alınmasına yardımcı olur.

Sıcaklık Ölçümü: Ortam sıcaklığı, iç mekan konforunu belirleyen bir diğer önemli parametredir. İdeal iç mekan sıcaklığı, insanların verimli bir şekilde çalışabileceği veya yaşam kalitesini artırabileceği bir seviyede olmalıdır. Sıcaklık ölçümleri, klima ve VRF sistemlerinin etkinliğini değerlendirmek ve gerektiğinde ayarlamalar yapmak için kullanılır.

Sıcaklık ve Nem Değerleri:

- **Sıcaklık:** Tesislerde sıcaklıklar genellikle 24,2-27,7°C aralığında değişmektedir. Bazı alanlarda sıcaklık, konfor koşullarını sağlayacak seviyelerin üzerinde olabilir.
- **Nem:** Nem oranları, %31,6 ile %55,9 arasında değişmektedir. Yüksek nem oranları, iç mekânda rahatsızlık yaratabilir.

CO₂ Konsantrasyonu:

- **Koridorlar:** CO₂ seviyeleri, iyi seviyededir.
- **Ofis ve Oda:** CO₂ seviyeleri genel olarak iyi düzeydedir fakat Dış Hekimliği Fakültesi Binası ve Merkezi Araştırma Binası CO₂ seviyeleri yüksek seviyededir.
- **Salon ve Sınıflar:** CO₂ seviyeleri, iyi seviyededir.

5.3.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

CO₂ (karbon dioksit) ölçümü genellikle iç mekân hava kalitesini değerlendirmek ve havalandırma sistemlerinin etkinliğini kontrol etmek için kullanılır. CO₂ seviyelerinin yüksek olması, kötü havalandırılmış bir ortamın veya insan yoğunluğunun göstergesi olabilir. Belirlenen noktalarda CO₂ ölçümü yapılır. Cihaz, havadan alınan örnekleri analiz ederek CO₂ seviyesini ppm (parça başına milyon) biriminde gösterir. Filtreler, havada bulunan toz, polen, kıl, bakteri, virüsler ve diğer kirleticileri tutar. Düzenli olarak kontrol edilmeyen ve değiştirilmeyen filtreler, kirleticilerin birikmesine ve iç mekân hava kalitesinin kötüleşmesine neden olabilir. Filtrelerin temiz ve işlevsel olması, iç mekân hava kalitesini iyileştirir ve sağlıklı bir ortam sağlar.

İç hava kalitesi, iç ortam havasının temizliği ile ilgili olup karmaşık bir yapıya sahiptir. İnsanların içinde bulunduğu havadan farklı beklentileri olduğu ve farklı algılamalarından dolayı, iç hava kalitesi için kesin sınırlar çizmek veya tanımlamak zordur. Bundan dolayı, "kabul edilebilir iç hava kalitesi" terimi ortaya çıkmıştır. ASHRAE 62–1989, 2001 ve 2004 Standardında kabul edilebilir iç hava kalitesi “İçinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır” olarak açıklanmaktadır. İç hava kalitesi, sadece konfor için değil, sağlık ve verimlilik için de gereklidir. CO₂ iç hava kalitesini kontrol etmek için önerilen önemli bir iç hava kirleticisidir.

Normalde atmosfer havasının hacimsel olarak %0.03'ü CO₂'dir. Dış ortam havasında bulunan CO₂, çevre özelliklerine göre 330 ile 500 ppm arasında değişmektedir. Dolayısıyla iç ortamda CO₂'in olmaması mümkün değildir.

CO₂ zehirli bir gaz değildir fakat oksijensizlikten boğma tehlikesi ortaya çıkarabilir. Konsantrasyon değeri 3500 ppm’i geçtiğinde, merkezi nefes sinir alıcıları tetiklenir ve nefes alma noksanlığına sebep olur. Daha yüksek konsantrasyonlarda oksijen azlığından dolayı merkezi sinir sistemi görevini yapamamaya başlar. Tesiste yapılan ölçümler neticesinde nem, karbondioksit ve sıcaklık ölçümleri standart değerlerde çıkmıştır. Bu durumdan dolayı ek bir çalışma yapılmamıştır.

Havalandırma Miktarının Arttırılması Gerekmemektedir		İç Ortam CO ₂ Miktarı (ppm)	2600	Havalandırma Miktarı Kabul Edilemez
			2400	
			2200	Havalandırma Miktarı Çok Zayıf
			2000	
			1800	Havalandırma Miktarı Zayıf
Havalandırma Miktarının Düşürülmesi Gerekmemektedir			1600	Havalandırma Miktarı Yetersiz
			1400	
			1200	Havalandırma Miktarı Kabul Edilebilir
			1000	Havalandırma Miktarı İdeal
			800	Havalandırma Miktarı Çok Fazla
600				
		400	Dış Ortam Sevitesi	

Şekil 12: Ortam CO₂ Sınır Değerleri

5.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

İç mekân havalandırmasının pencere ile sağlandığı bir sistemde enerji verimliliğini artırmak için aşağıdaki teknik ve stratejik önlemler alınabilir:

- **Yalıtım:** Pencerelelere termal kaplamalar veya ısı yalıtımı ekleyerek iç mekândan enerji kaybını azaltabilirsiniz. Ayrıca, pencerelerin etrafında yalıtım bantları kullanarak sızdırmazlığı artırabilirsiniz.
- **Enerji Verimli Pencereler:** Çift camlı veya ısı yalıtımlı pencereler kullanarak ısı kaybını azaltabilir ve enerji verimliliğini artırabilirsiniz.
- **Güneşlikler ve Perdeler:** Güneş ışığını doğrudan iç mekâna girmesini engellemek için güneşlikler veya perdeler kullanabilirsiniz. Bu, özellikle yazın iç mekânın aşırı ısınmasını önler.

- **Sıcaklık Kontrolü:** İç mekânın sıcaklığını uygun bir seviyede tutmak için akıllı termostatlar kullanın. Ayrıca, sıcaklık değişimlerini minimize etmek için oda termostatları ve sıcaklık kontrolü yapan sistemler kurabilirsiniz.
- **Nem Alıcılar:** Yüksek nem oranlarını kontrol altına almak için nem alıcı cihazlar kullanabilirsiniz. Bu, iç mekânın daha konforlu hale gelmesini sağlar ve aşırı nemin neden olduğu enerji kaybını azaltır.
- **Düzenli Bakım:** Havalandırma sistemi kullanılmamıştır.
- **Kullanıcı Eğitimleri:** Kullanıcılara enerji verimliliği hakkında eğitimler verin ve enerjiyi nasıl daha verimli kullanabileceklerini öğretin. Özellikle pencere açma ve kapama, ısı kontrolü gibi konularda bilgi verin.
- **Enerji Tasarrufu Bilinci:** Enerji tasarrufu ve çevre dostu uygulamalar hakkında bilinç oluşturun. Kullanıcıların enerji verimliliğini artıracak alışkanlıklar geliştirmelerine yardımcı olun.

Bu önlemler, pencere ile havalandırmanın verimliliğini artırarak enerji tasarrufu sağlar ve iç mekân konforunu iyileştirir. Enerji verimliliğini optimize etmek, hem maliyetleri düşürür hem de çevresel sürdürülebilirliği destekler.

5.4. TESİSAT

5.4.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 13: Isıtma Mekanik Tesisatı

Tesiste merkezi ısıtma mekanik tesisatı bulunmaktadır. Mekanik tesisat genel olarak ısı kayıplarına karşı yalıtılmış olup vana, pislik tutucu motor gövdesi gibi mekanik tesisat elemanları yalıtılmamıştır. Bina içerisinde ısı radyatörler aracılığıyla dağıtılmaktadır.

5.4.2. Ölçümler ve Tespit

Tesiste mekanik tesisatta termal kamera görüntülemesi yapılarak ısı kayıplarının tespiti ve yalıtım malzemesi kalınlığının yeterliliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Mekanik tesisatta yapılan termal kamera çekimlerinin görüntüleri aşağıda verilmiştir. Yalıtımsız ve kötü yalıtılmış elemanların termal kamera görüntüleri ve adetleri aşağıda verilmiştir.

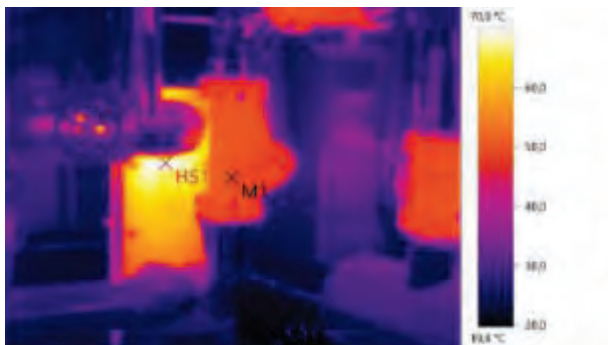
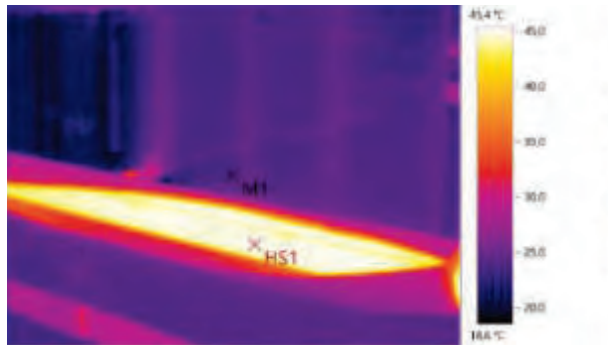
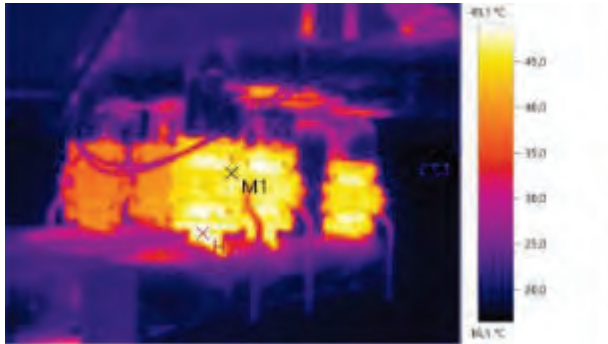
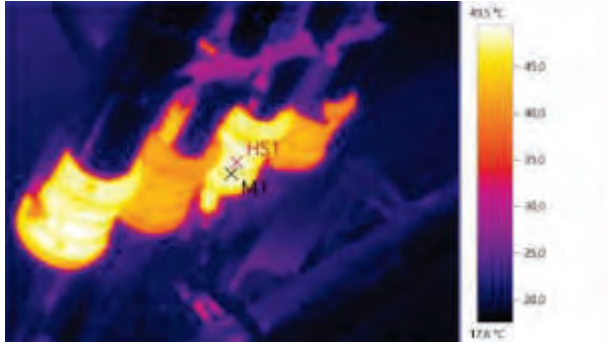
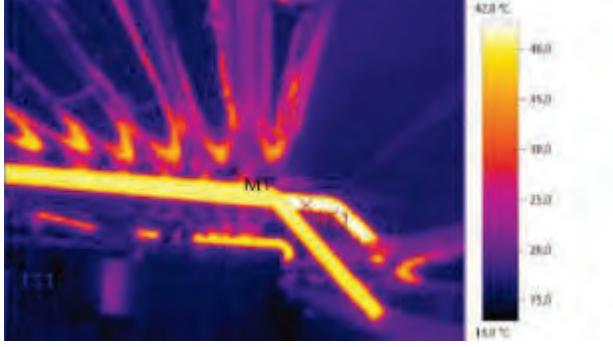
Tablo 28: Yalıtımsız Isıtma Mekanik Tesisat Elemanları Tablosu

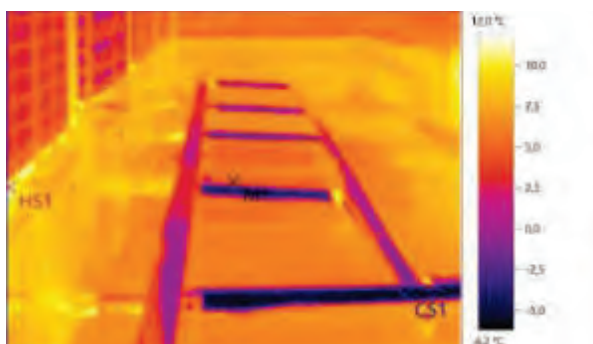
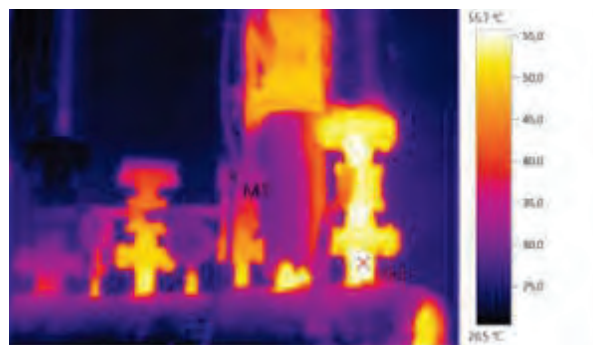
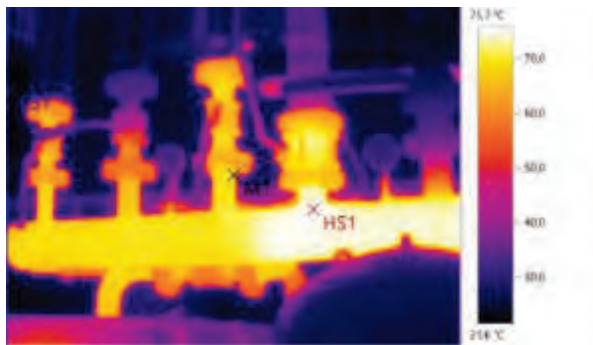
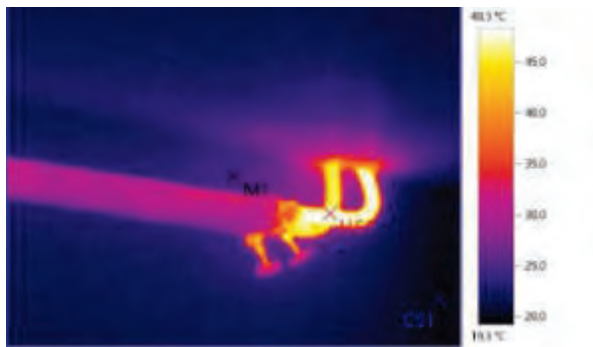
Yalıtımsız Ekipman	Ölçüler	Miktar
Motor Gövdesi, Pislik Tutucu, Vana	DN15	5 Adet
	DN25	120 Adet
	DN32	55 Adet
	DN40	124 Adet
	DN50	179 Adet
	DN65	141 Adet
	DN80	120 Adet
	DN100	331 Adet
	DN125	106 Adet
	DN150	80 Adet
	DN200	17 Adet
Boru	DN15	37 Metre
	DN25	17 Metre
	DN32	56 Metre
	DN40	20 Metre
	DN50	7 Metre
	DN65	13 Metre
	DN80	15 Metre
	DN100	8 Metre
	DN150	13 Metre

Tablo 29: Yalıtımsız Soğutma Mekanik Tesisat Elemanları Tablosu

Yalıtımsız Ekipman	Ölçüler	Miktar
Motor Gövdesi, Pislik Tutucu, Vana	DN25	5 Adet
	DN32	18 Adet
	DN40	7 Adet
	DN50	24 Adet
	DN65	45 Adet
	DN80	22 Adet
	DN100	52 Adet
	DN125	33 Adet
	DN150	20 Adet
	DN200	43 Adet
	DN250	14 Adet
Boru	DN100	3 Metre

Termal Kamera Görüntüleri:





5.4.3. Isıtma Hattı Tesisatı Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesisin mekanik tesisat sisteminde yalıtım kalınlıklarının ideal olduğu gözlemlenmiştir. İncelemeler sonucunda ısıtma tesisatlarında yalıtımsız ekipmanlar tespit edilmiştir. Yalıtımsız olduğu tespit edilen mekanik tesisat elemanlarının yalıtılmasıyla elde edilecek tasarruf oranları hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 30: Yalıtımsız Mekanik Tesisat Ekipmanları Yıllık Tasarruf Miktarları

Yalıtımsız Elemanlar	Ölçüler	Miktar	Yalıtımsız Isı Geçişi (kWh) Yıllık	Yalıtımlı Isı Geçişi (kWh) Yıllık	Yalıtım Tercihi	Tasarruf kWh	Tasarruf %	Harcanan TL Yıllık	Tasarruf TL Yıllık	Birim Maliyet	Maliyet
Motor Gövdesi, Pislik Tutucu, Vana	DN15	5	984	153	25mm Cam Yünü	832	84%	1.287	1.087	223,80	1.119,00
	DN25	120	34.902	4.326	30mm Cam Yünü	30.576	88%	45.630	39.974	318,60	38.232,00
	DN32	55	19.618	2.293	30mm Cam Yünü	17.325	88%	25.648	22.650	360,00	19.800,00
	DN40	124	49.804	5.646	30mm Cam Yünü	44.158	89%	65.112	57.731	399,00	49.476,00
	DN50	179	87.523	9.491	30mm Cam Yünü	78.032	89%	114.424	102.016	450,00	80.550,00
	DN65	141	81.601	8.572	30mm Cam Yünü	73.029	89%	106.682	95.475	466,80	65.818,80
	DN80	120	82.696	8.450	30mm Cam Yünü	74.246	90%	108.114	97.067	515,40	61.848,00
	DN100	331	285.326	28.351	30mm Cam Yünü	256.976	90%	373.026	335.961	552,00	182.712,00
	DN125	106	110.451	10.778	30mm Cam Yünü	99.673	90%	144.400	130.309	595,80	63.154,80
	DN150	80	136.499	13.175	30mm Cam Yünü	123.324	90%	178.454	161.230	673,20	53.856,00
	DN200	17	36.779	3.511	30mm Cam Yünü	33.268	90%	48.083	43.494	712,20	12.107,40
Boru (Metre)	DN15	37	3.643	565	25mm Cam Yünü	3.078	84%	4.762	4.024	72,24	2.672,88
	DN25	17	2.472	306	30mm Cam Yünü	2.166	88%	3.232	2.832	114,72	1.950,24
	DN32	56	9.986	1.167	30mm Cam Yünü	8.819	88%	13.055	11.530	124,80	6.988,80
	DN40	20	4.016	456	30mm Cam Yünü	3.561	89%	5.251	4.655	130,80	2.616,00
	DN50	7	1.711	186	30mm Cam Yünü	1.526	89%	2.237	1.995	144,12	1.008,84
	DN65	13	3.762	395	30mm Cam Yünü	3.367	89%	4.918	4.402	161,76	2.102,88
	DN80	15	5.168	528	30mm Cam Yünü	4.640	90%	6.757	6.066	176,10	2.641,50
	DN100	5	2.155	214	30mm Cam Yünü	1.941	90%	2.818	2.538	203,76	1.018,80
	DN150	13	7.922	765	30mm Cam Yünü	7.157	90%	10.357	9.357	264,12	3.433,56
Toplam			967.018	99.326		867.692	90%	1.264.247	1.134.392		653.108

5.4.4. Isıtma Hattı Tesisatı Enerji Verimliliği Önlemleri

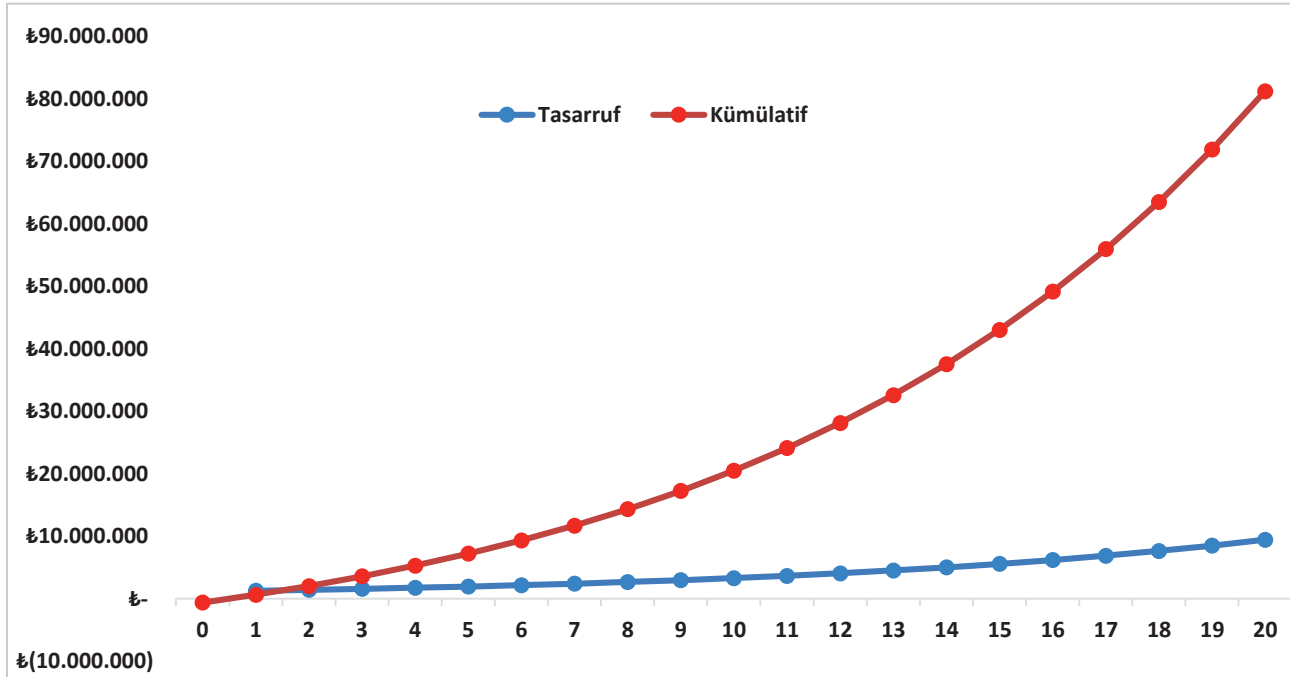
Mekanik tesisat sisteminde çekilen Termal kamera görüntülerinden de görüldüğü gibi, ısıtma tesisatı yalıtımı yapılmış olmasına rağmen bazı gruplar açıkta bırakılmıştır. Isıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan pompa gövdeleri ve muhtelif vanaların yalıtılması gereken tesisat ekipmanlarıdır. Isı yalıtımı yapılmamış bir vana/pompa grubundan kaybedilen ısı, bağlı olduğu borunun yalıtılmamış halinin 3-5 metresinden kaybedilen ısıya eşdeğerdir. Vana/pompa ceketleri; ilgili armatürlerin ölçüsüne göre silikon kaplı cam elyafı kumaşların arasına (sıcak hatlarda) taş yünü, cam yünü veya seramik yünü yerleştirilerek üretilirler. Vana/pompa ceketleri vana/pompanın etrafına bağlı olduğu yalıtımlı boru üzerine flanşlardan itibaren en az 30mm bindirme yapacak ve bu vana/pompanın boğaz kısmında boşluk bırakmayacak şekilde sarılır. Vana ceketinin alt ve üst ipleri sıkıca bağlanarak vana/pompa ceketinin ilgili ekipmanı tam olarak sarması sağlanır.

Paslanmaz çelik teller vasıtasıyla kopçaların birbirine sıkıca bağlanması veya yapışkan şeritler vasıtasıyla ağız kısımlarının sıkıca birleştirilmesi ile uygulama tamamlanır. Önerimiz, açıkta kalan bu donanımların TS-12241 Mekanik Tesisat Yalıtım Standardına uygun olarak yalıtım malzemesi cam yünü içeren vana ceketleri ile yalıtılması yönündedir. Tesisinizdeki söz konusu yalıtımsız ekipmanlar belirlenmiş ve akışkan sıcaklığı, vana/pompa boyutu göz önüne alınarak ISO 12241 Standardına göre ısı kaybı hesabı yapılmıştır.

Yatırım maliyeti hesaplamalarında çevre ve şehircilik poz fiyatları baz alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 31: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtım Projesi

Önem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	Doğalgaz	867.692	74,62	2,21%	1.134.392	173,54
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	653.108	0,58	Kısa Vade	13.914.428	203%	20



Grafik 38: Isıtma Hattı Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

5.4.5. Soğutma Hattı Tesisatı Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesisin mekanik tesisat sisteminde yalıtım kalınlıklarının ideal olduğu gözlemlenmiştir. İncelemeler sonucunda ısıtma tesisatlarında yalıtımsız ekipmanlar tespit edilmiştir. Yalıtımsız olduğu tespit edilen mekanik tesisat elemanlarının yalıtılmasıyla elde edilecek tasarruf oranları hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 32: Yalıtımsız Mekanik Tesisat Ekipmanları Yıllık Tasarruf Miktarları

Yalıtımsız Elemanlar	Ölçüler	Miktar	Yalıtımsız ısı Geçişi (kWh) Yıllık	Yalıtımlı ısı Geçişi (kWh) Yıllık	Yalıtım Tercihi	Tasarruf kWh	Tasarruf %	Harcanan TL Yıllık	Tasarruf TL Yıllık	Birim Maliyet	Maliyet
Motor Gövdesi, Pislik Tutucu, Vana	DN25	5	75	28	9 mm İzocamflex	47	62%	301	188	104,75	523,77
	DN32	18	336	122	9 mm İzocamflex	214	64%	1.341	855	168,71	3.036,73
	DN40	7	148	53	9 mm İzocamflex	95	64%	590	379	192,18	1.345,27
	DN50	24	621	2.174	9 mm İzocamflex	-1.553	-250%	2.479	-6.200	299,92	7.197,96
	DN65	45	1.387	479	9 mm İzocamflex	908	65%	5.535	3.624	472,00	21.239,96
	DN80	22	812	278	9 mm İzocamflex	534	66%	3.239	2.131	597,47	13.144,23
	DN100	52	2.417	652	13 mm İzocamflex	1.764	73%	9.647	7.042	689,45	35.851,24
	DN125	33	1.864	499	13 mm İzocamflex	1.366	73%	7.441	5.451	772,53	25.493,49
	DN150	20	1.859	240	30 mm Camyünü P. Boru	1.619	87%	7.419	6.461	827,38	16.547,52
	DN200	43	5.100	646	30 mm Camyünü P. Boru	4.453	87%	20.356	17.776	908,49	39.065,07
Boru (Metre)	DN250	14	2.037	256	30 mm Camyünü P. Boru	1.781	87%	8.131	7.110	1.065,33	14.914,59
	DN100	3	70	19	13 mm İzocamflex	51	73%	279	204	119,98	359,93
Toplam			16.724	5.446		11.279	67%	66.758	45.020		178.720

5.4.6. Soğutma Hattı Tesisatı Enerji Verimliliği Önlemleri

Soğutma hattı tesisatı yalıtımı, enerji verimliliği açısından oldukça önemli bir uygulamadır. Bu tür yalıtımlar, hem enerji tüketimini azaltmak hem de sistemin performansını artırmak için kritik bir rol oynar. İşte bu yalıtımın enerji verimliliği önlemlerine olan başlıca etkileri:

1. Isı Kazanımlarını Azaltma

- Soğutma hattı borularında taşıma sırasında çevreden gelen ısı, soğutma sıvısının sıcaklığını artırabilir.
- Yalıtım, bu istenmeyen ısı kazanımını önleyerek sistemin daha az çalışmasına ve daha az enerji tüketmesine neden olur.

2. Kompresör Yükünü Azaltma

- Soğutma hattı yalıtımı, soğutucu akışkanın hedeflenen sıcaklıkta kalmasını sağlar.
- Bu da soğutma sisteminin (özellikle kompresörün) daha az çalışmasına ve daha az enerji harcamasına olanak tanır.

3. Yoğuşmayı Önleme

- Yalıtım, boruların dış yüzeyinde yoğuşmayı engeller.
- Yoğuşma, hem enerji kaybına hem de korozyona yol açabilir. Bu da sistem verimliliğini düşürür ve bakım maliyetlerini artırır.

4. Enerji Maliyetlerinde Azalma

- Daha az enerji tüketimi, doğrudan işletme maliyetlerinde düşüş anlamına gelir.
- Özellikle büyük çaplı sistemlerde bu etki oldukça belirgindir.

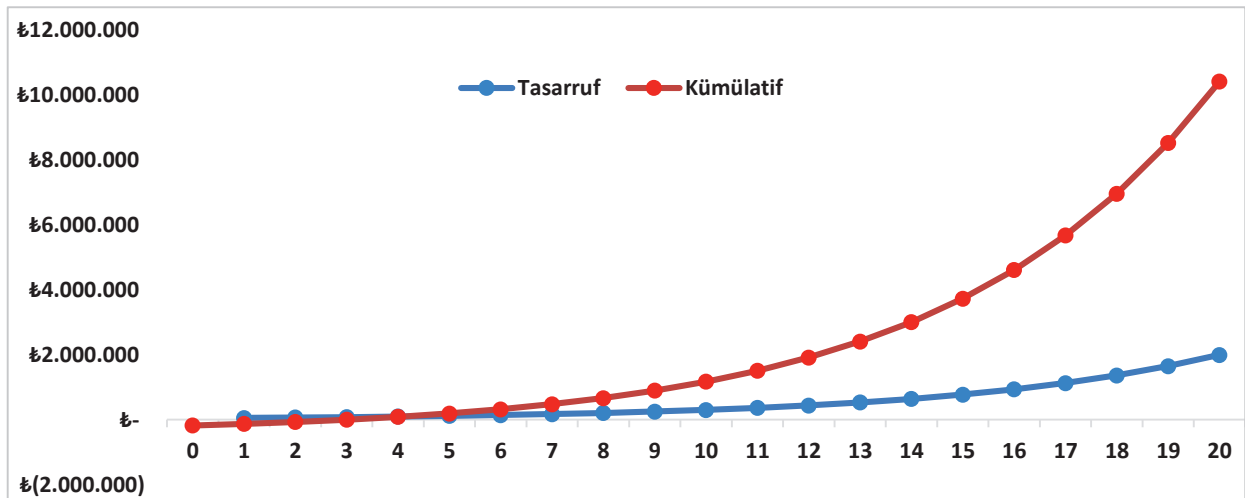
5. Sistem Ömrünü Uzatma

- Termal yalıtım sayesinde sistem daha stabil çalışır.
- Bu da ekipman ömrünü uzatarak hem enerji hem de bakım giderlerinden tasarruf sağlar.

Yatırım maliyeti hesaplamalarında çevre ve şehircilik poz fiyatları baz alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 33: Soğutma Hattı Ekipman Yalıtım Projesi

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Soğutma Hattı Ekipman Yalıtımı	Elektrik	11.279	0,97	0,04%	45.020	4,95
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	178.720	3,97	Uzun Vade	1.111.440	48%	20



Grafik 39: Soğutma Hattı Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

6. ELEKTRİK SİSTEMLERİ

6.1. KOMPANZASYON SİSTEMLERİ

6.1.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 14: Kompanzasyon Panosu

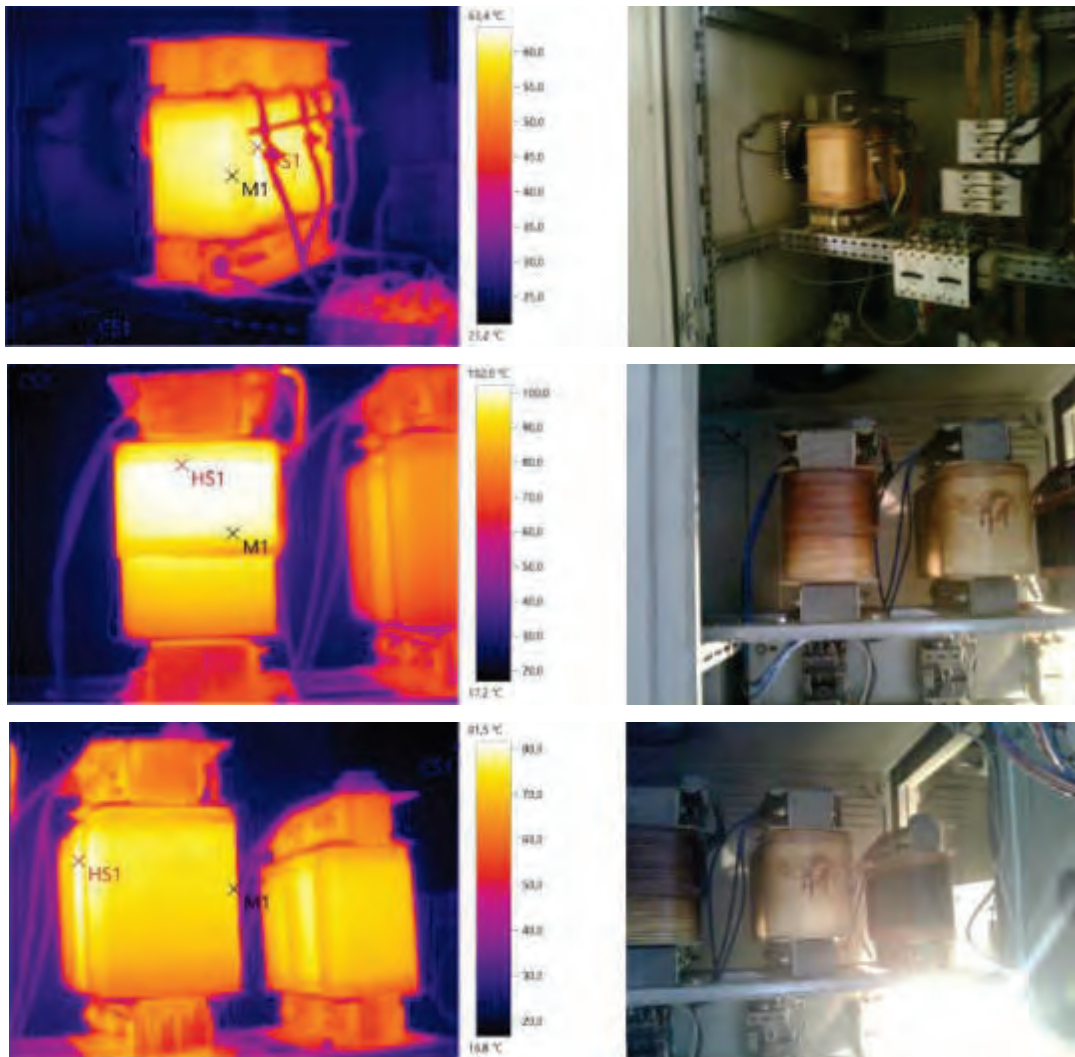
Kompanzasyon sistemi elektrik mühendisleri tarafından tasarlanır ve projelendirilir. Proje işletmenin ihtiyacı doğrultusunda elektrik mühendisleri tarafından hesaplanarak projelendirilir. Pano imalatçısı bu projeye uygun panoyu imal ederek devreye alır. Tesise ait kompanzasyon bilgileri dağıtım sistemleri başlığı altında tabloda verilmektedir.

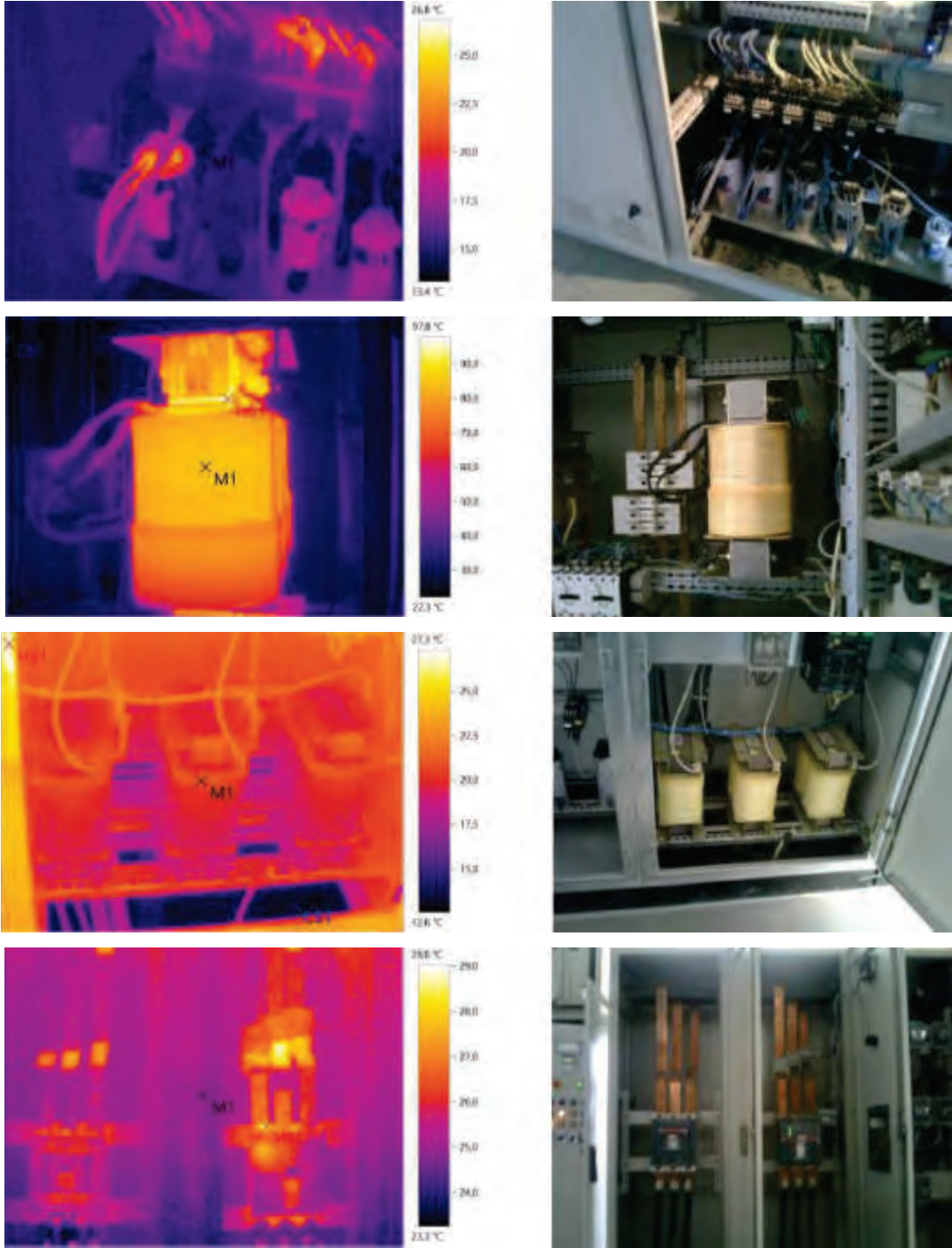
6.1.2. Ölçümler ve Tespit

Kompanzasyon panosundan termal görüntüleme, elektriksel bağlantı noktalarının ve bileşenlerin sıcaklıklarını belirlemek ve olası aşırı ısınma durumlarını tespit etmek için kullanılır. Bu görüntüler, termal kameralar veya termal görüntüleme cihazları kullanılarak elde edilir. Termal görüntüleme, kompanzasyon panosundaki bileşenlerin normal çalışma sıcaklıklarını ve ısınma düzeylerini izlemek için etkili bir araçtır. Panodaki bağlantı noktaları, kondansatörler, röleler, kablolar ve diğer bileşenler normalde belirli bir sıcaklık aralığında çalışır. Ancak, aşırı akım, yüksek direnç, gevşek bağlantılar veya diğer sorunlar nedeniyle ısınma olabilir.

Termal görüntüleme, bu tür aşırı ısınma belirtilerini erken tespit etmek için kullanılır. Bu, potansiyel arıza noktalarını belirlemeye ve önleyici bakımın zamanında yapılmasına olanak tanır. Ayrıca, aşırı ısınma durumunda olası yangın riskini azaltmaya yardımcı olabilir. Enerji analizörleri, elektrik sistemlerindeki güç faktörünü ölçmek için önemli araçlardır. Bu ölçümler, elektrik sistemlerinin verimliliğini belirlemek ve optimize etmek için kritik öneme sahiptir. Güç faktörü, bir sistemdeki aktif gücün toplam güce oranını ifade eder. Yüksek güç faktörleri, enerji verimliliği açısından avantajlıdır, çünkü düşük güç faktörleri, artan enerji kayıplarına ve daha yüksek enerji faturalarına yol açabilir. Enerji analizörleriyle yapılan güç faktörü ölçümleri, reaktif güç tüketimini belirleyerek gereksiz enerji israfını azaltmaya ve enerji tasarrufu sağlamaya yardımcı olur. Ayrıca, güç faktörü ölçümleri, elektrik sistemlerinin performansını izlemek, anormallikleri tespit etmek ve tesis güvenliğini sağlamak için kullanılır. Tesiste bulunan trafoya bağlı ana dağıtım panolarından güç faktörü ölçümleri, güç merkezi binasında bulunan kompanzasyon panosunda termal kamera ile yapılan ölçümlerde şönt reaktörlerinde aşırı ısınma tespit edilmiştir. Termal kamera görüntüleri aşağıda paylaşılmıştır.

Termal Kamera Görüntüleri:





6.1.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Güç faktörü (PF), bir elektrik devresinin enerji verimliliğini ölçen önemli bir parametredir. Güç faktörü, devredeki gerçek gücün (P) görünen güce (S) oranı olarak tanımlanır. Genellikle ondalık bir değer olarak ifade edilir ve 0 ile 1 arasında bir değer alır, ancak bazen yüzde olarak da ifade edilir. Güç faktörü hesaplaması için ilk adım, devredeki aktif güç (P) ve reaktif güç (Q) bileşenlerini bulmaktır. Aktif güç, devrenin gerçek gücünü temsil ederken, reaktif güç, devrenin reaktif bileşenini ifade eder.

Daha sonra, görünen güç (S) hesaplanır. Görünen güç, aktif güç ve reaktif güç kullanılarak Pitagoras teoremi ile hesaplanır. Son adımda ise, güç faktörü (PF), aktif gücün görünen güce oranı olarak hesaplanır. ($S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, $PF = \frac{P}{S}$)

6.1.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Güç faktörü, bir elektrik devresindeki aktif gücün görünür güce oranını temsil eder. İdeal olarak, güç faktörü 1'e (veya 100%) yakın olmalıdır, çünkü bu durumda tesis sadece aktif güç tüketir ve reaktif güç tüketmez. Ancak, pratikte, birçok tesisin güç faktörü ideal seviyede değildir.

Düşük güç faktörleri, reaktif güç tüketiminin artmasıyla sonuçlanır ve sistem verimliliğini azaltır. Bu durumda, elektrik enerjisi sağlayıcıları genellikle tesislere reaktif güç cezası uygularlar.

Şönt reaktörlerinde aşırı ısınmaya neden olabilecek başlıca faktörler şunlardır:

Aşırı Yüklenme: Reaktörün nominal kapasitesinin üzerinde çalıştırılması, aşırı ısınmaya yol açabilir. Bu durum, aşırı akımın reaktör içerisindeki bakır veya alüminyum sargılarda fazla ısı üretmesine neden olur.

Düşük Kaliteli Yalıtım Malzemeleri: Yalıtım malzemelerinin kalitesiz veya yetersiz olması, reaktörde ısının düzgün bir şekilde dağıtılmamasına ve aşırı ısınmaya neden olabilir.

Yetersiz Soğutma: Reaktörün çevresel soğutma koşulları yetersizse (örneğin, havalandırmanın kötü olması), reaktörün ısısı yükselir. Doğru havalandırma ve soğutma sistemleri olmadan, ısı dışarı atılamaz ve aşırı ısınma meydana gelir.

Harmonik Bozulmalar: Elektrik sistemindeki harmonik bozulmalar, reaktördeki akımın ve dolayısıyla ısının artmasına neden olabilir. Bu da aşırı ısınmaya yol açar.

Kötü Bakım veya Arıza: Reaktörün düzenli bakımının yapılmaması, içindeki sargılarda veya bağlantılarda gevşeme veya arıza oluşmasına neden olabilir. Bu tür arızalar ısınmaya yol açabilir.

Çevresel Faktörler: Reaktörün bulunduğu ortamda aşırı sıcaklık, nem, toz veya kir gibi çevresel etkenler, reaktörün normal çalışma sıcaklığının üzerine çıkmasına neden olabilir.

Reaktörün Yaşlanması: Zamanla reaktörün içindeki bileşenler yaşlanır ve bu durum reaktörün termal performansını düşürebilir, dolayısıyla daha kolay ısınmasına neden olabilir.

Bu faktörlerin herhangi biri veya birkaçı şönt reaktörlerinde aşırı ısınmaya neden olabilir ve bu durum cihazın verimliliğini, güvenliğini ve ömrünü olumsuz etkileyebilir. Bu sebeple tesiste bulunan kompanzasyon panolarında gerekli kontrollerinin ve bakımlarının yapılması önerilmektedir.

6.2. DAĞITIM SİSTEMLERİ

6.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 15: Enerji Analizörü Ölçümü

Tesise ait elektrik sistemleri listesi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

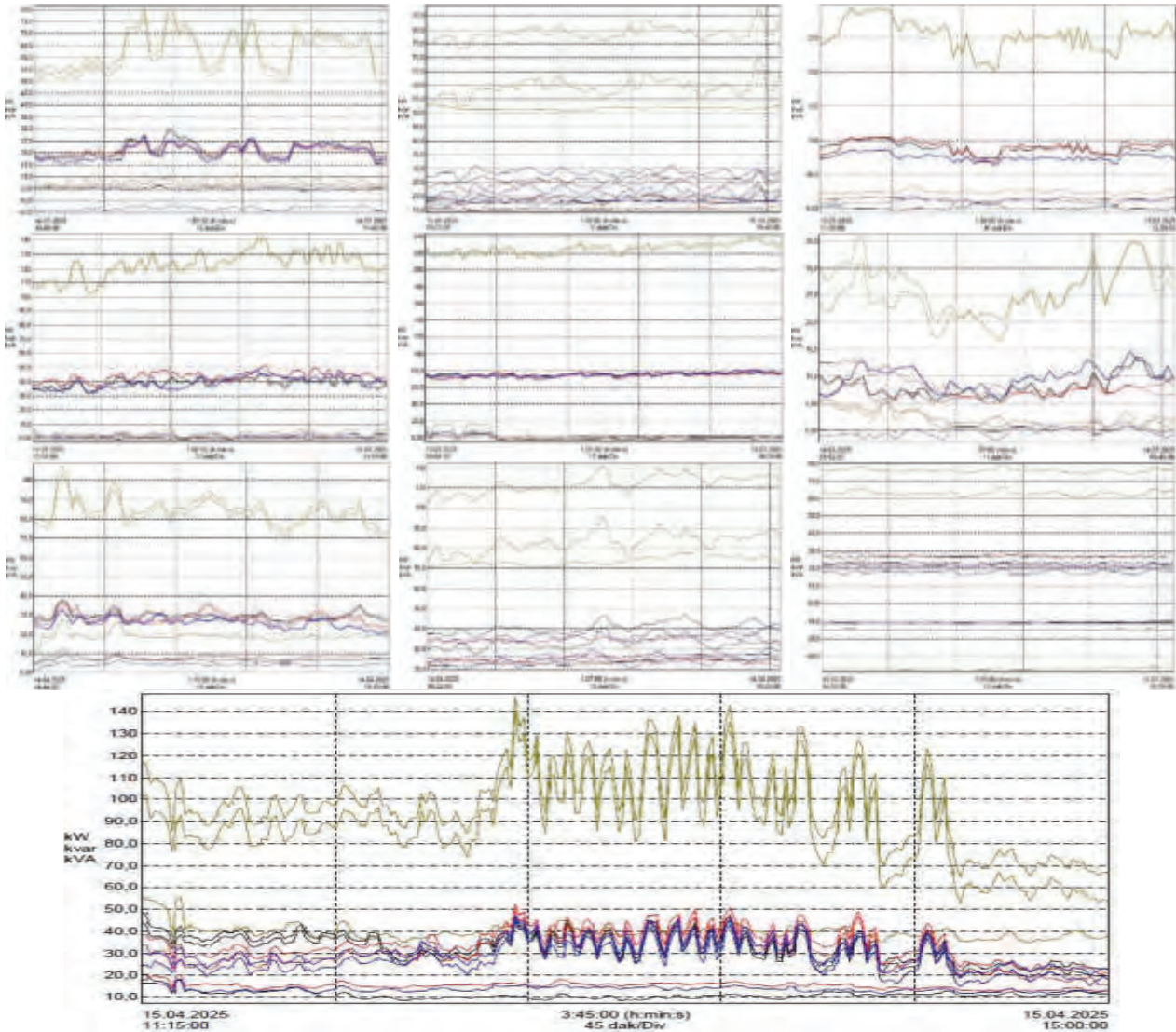
Tablo 34: Elektrik Sistemleri Listesi

ELEKTRİK SİSTEMİ	TİP	KAPASİTE	ADET
Trafo	Hermatik	1.600 kVA	5
Trafo	Yağlı	1.600 kVA	2
Jeneratör	-	880 kVA	1
Jeneratör	-	680 kVA	3
Jeneratör	-	625 kVA	9
UPS	-	100 kVA	1
UPS	-	160 kVA	1
UPS	-	200 kVA	2
UPS	-	300 kVA	1
Kompanzasyon	-	-	7

6.2.2. Ölçümler ve Tespit

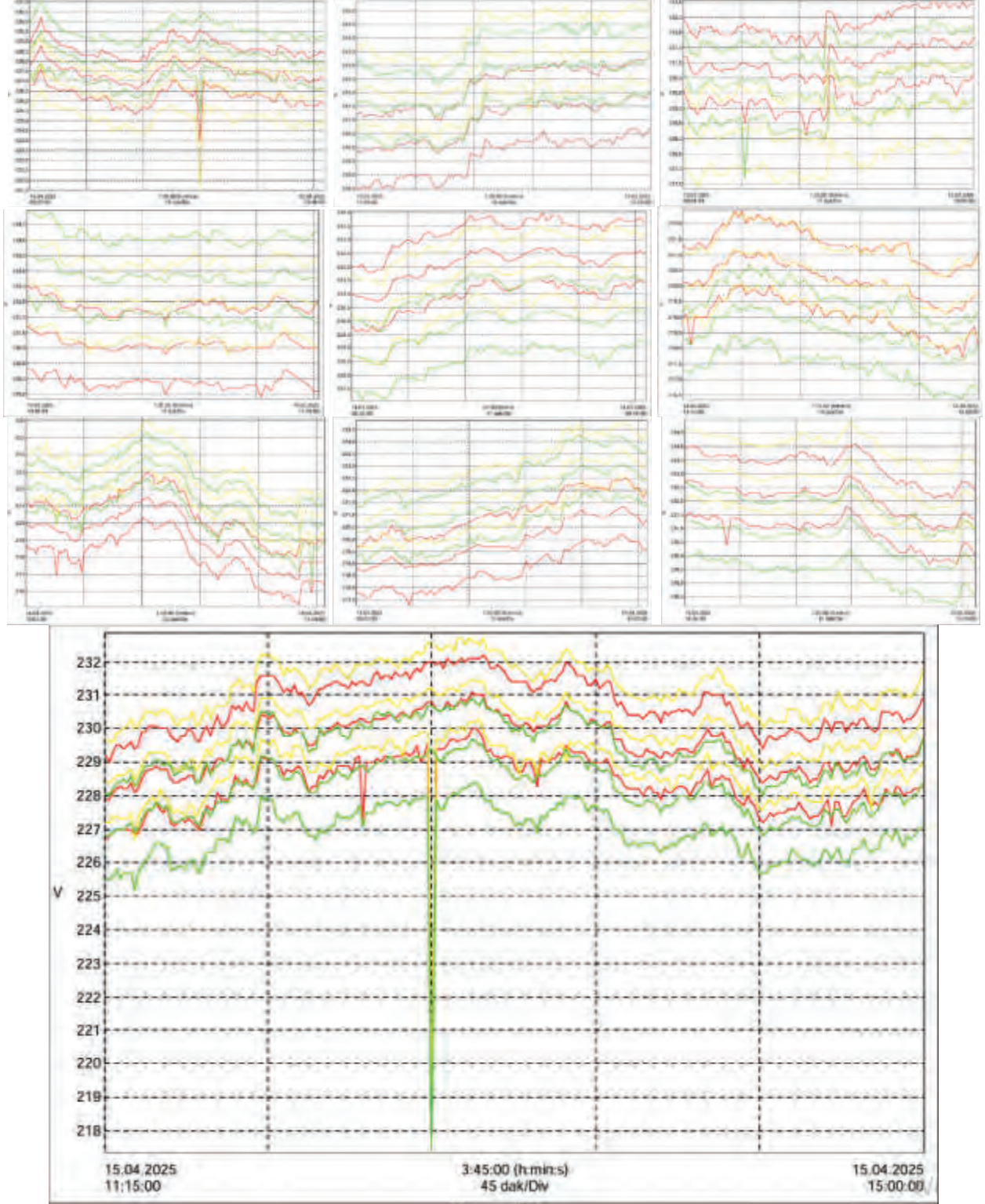
Tesisin ana dağıtım panosunun enerji girişlerine enerji analizörü bağlanarak, akım, gerilim, güç, frekans ve harmonik değerler dakikada bir ölçülüp kaydedilmiştir. Bu kapsamlı veri toplama süreci, enerji sisteminin performansını ve kalitesini detaylı bir şekilde değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları grafikler aracılığıyla sunulmuş, böylece sistemdeki yük değişimleri, gerilim dalgalanmaları, güç tüketimi ve harmonik distorsiyonlar zaman içindeki seyriyle izlenebilmiştir. Ayrıca, termal görüntüleme yöntemi kullanılarak ana dağıtım panoları ve hatlar üzerindeki sıcaklık profilleri değerlendirilmiştir. Bu yöntem, olası aşırı ısınma bölgelerini ve potansiyel enerji kayıplarını tespit etmek için kritik öneme sahiptir. Elde edilen termal görüntüler, enerji sisteminin güvenilirliği ve verimliliği hakkında daha derinlemesine bilgi sunarak, bakım ve iyileştirme stratejilerinin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Harmonik raporu ve termal görüntüleme raporları EK kısmında detaylı bir şekilde sunulmuş ve analiz edilmiştir.

Kış Dönemi Güç Ölçümleri (S-P-Q)



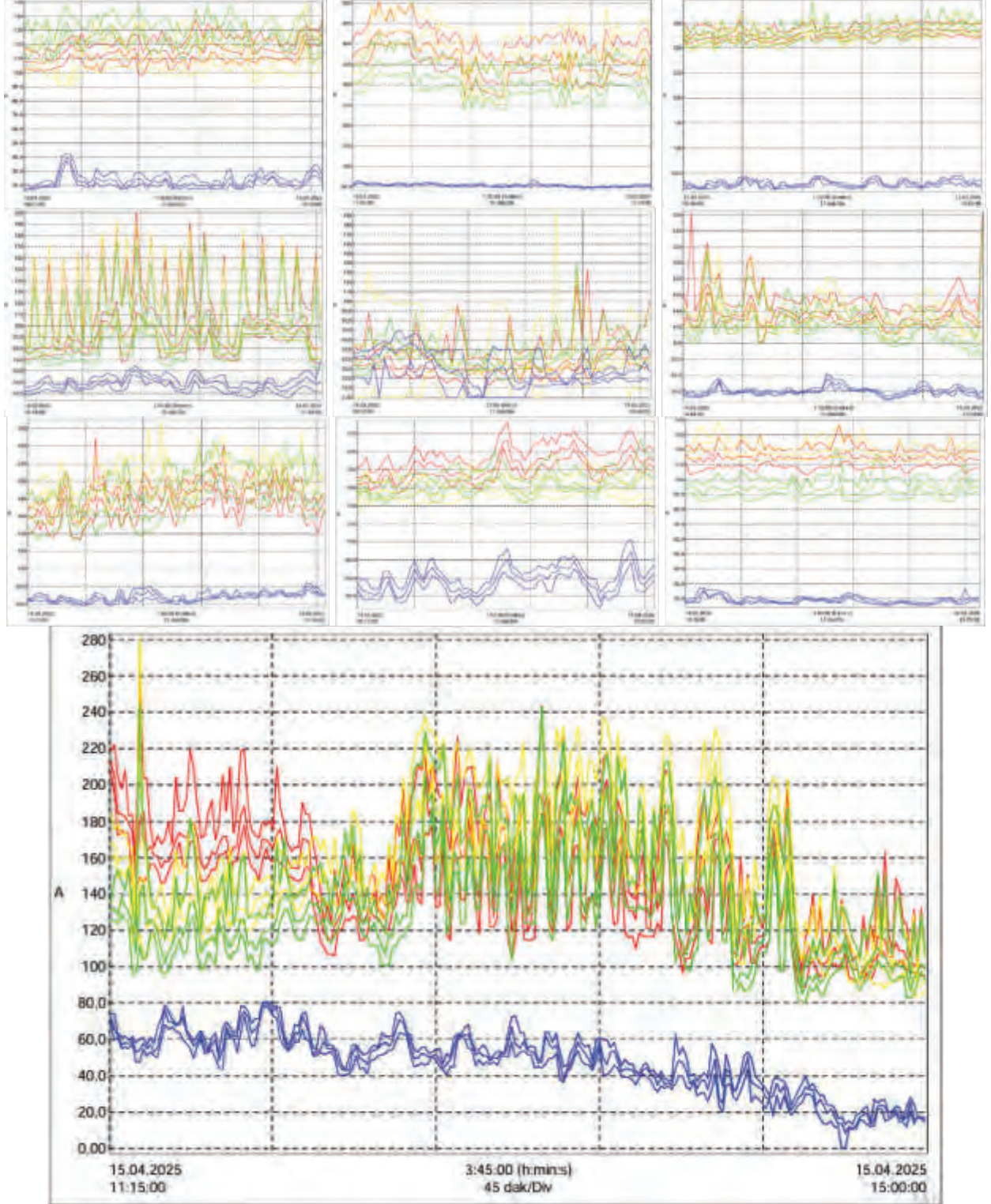
Grafik 40: Kış Dönemi Güç Ölçümleri Grafiği (S-P-Q)

Kış Dönemi Gerilim Ölçümleri (V)



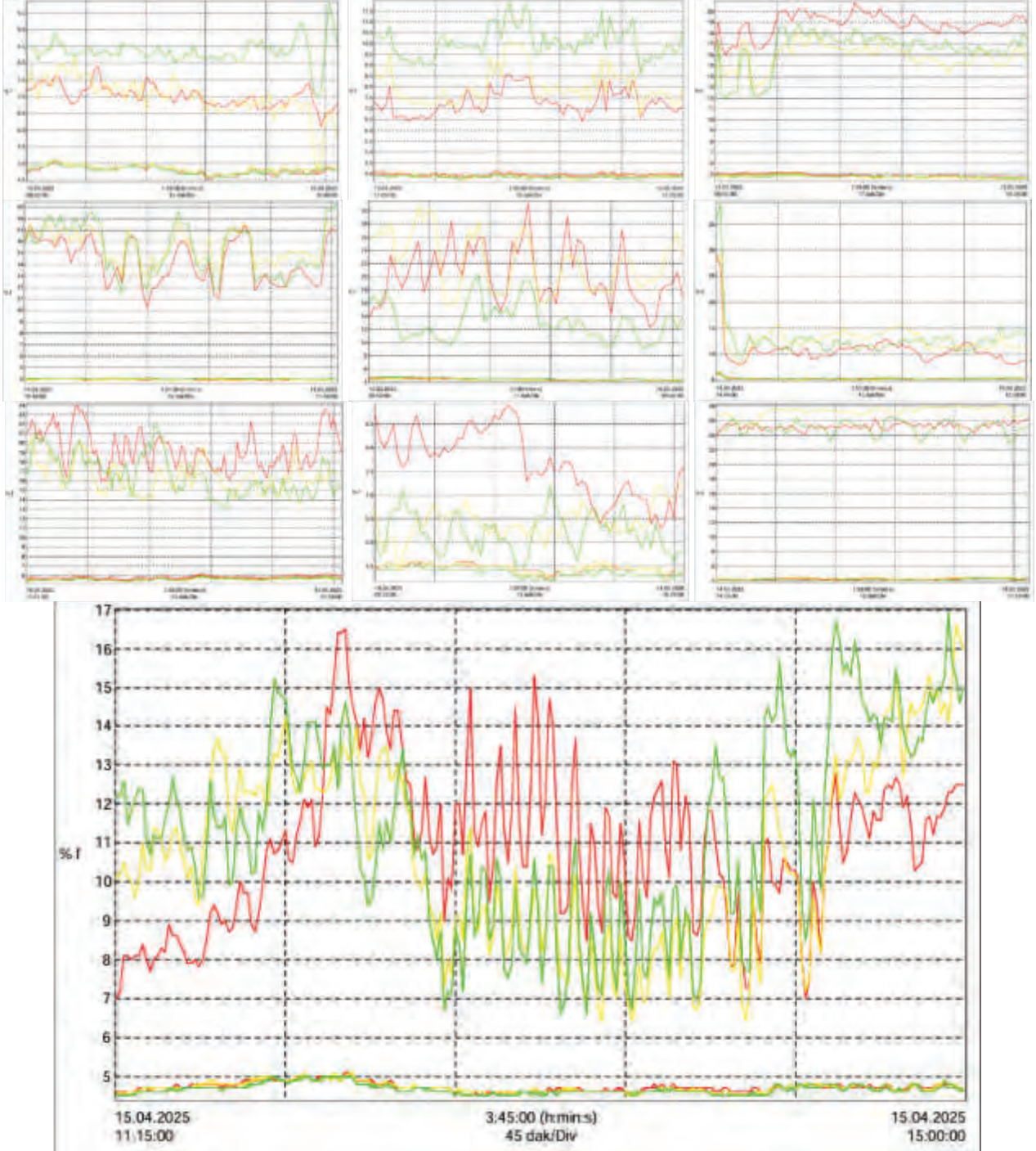
Grafik 41: Kış Dönemi Faz-Nötr Gerilim Grafiği

Kış Dönemi Faz Dengesi Ölçümü (A)



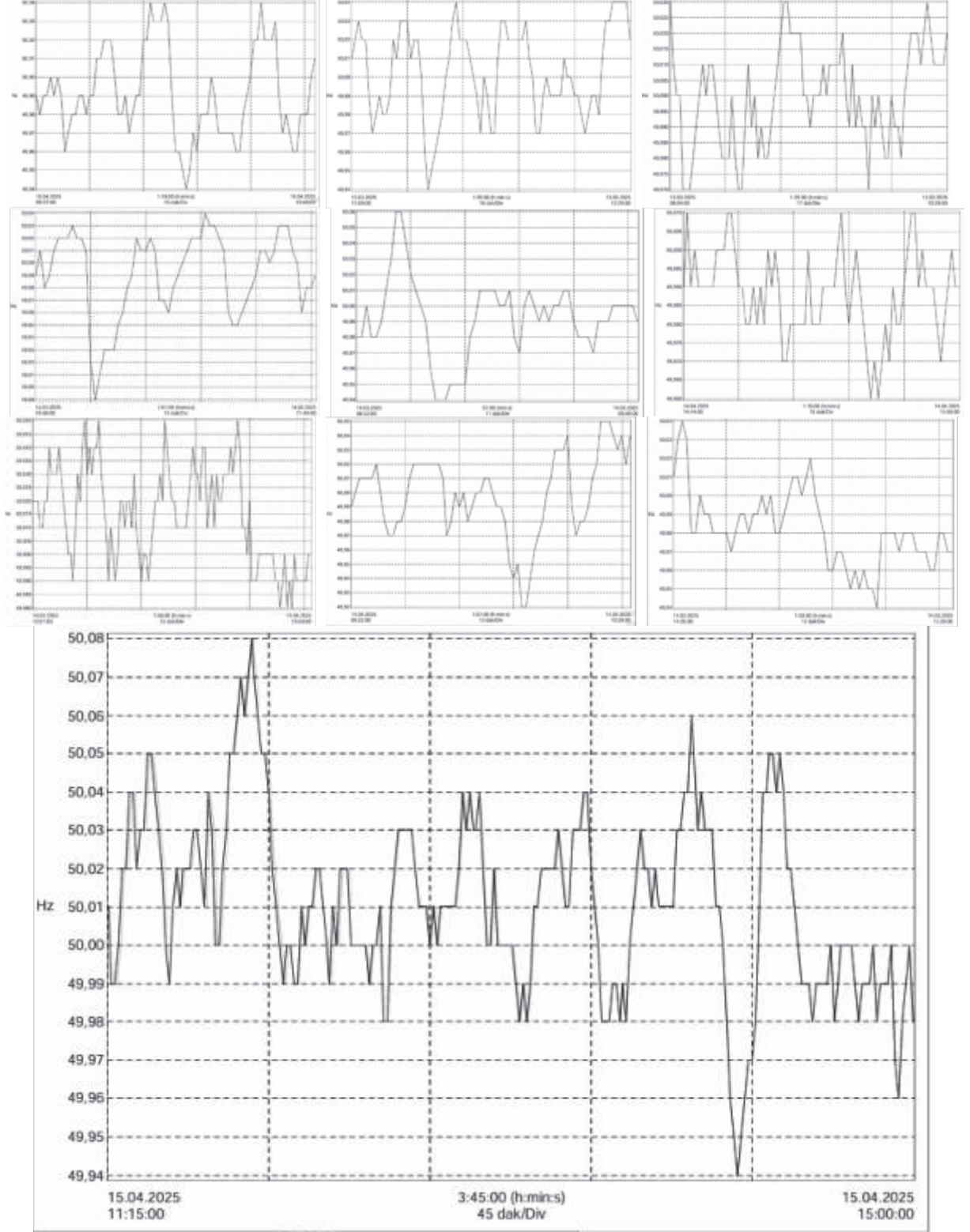
Grafik 42: Kış Dönemi Faz Dengesi Grafiği

Kış Dönemi Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)



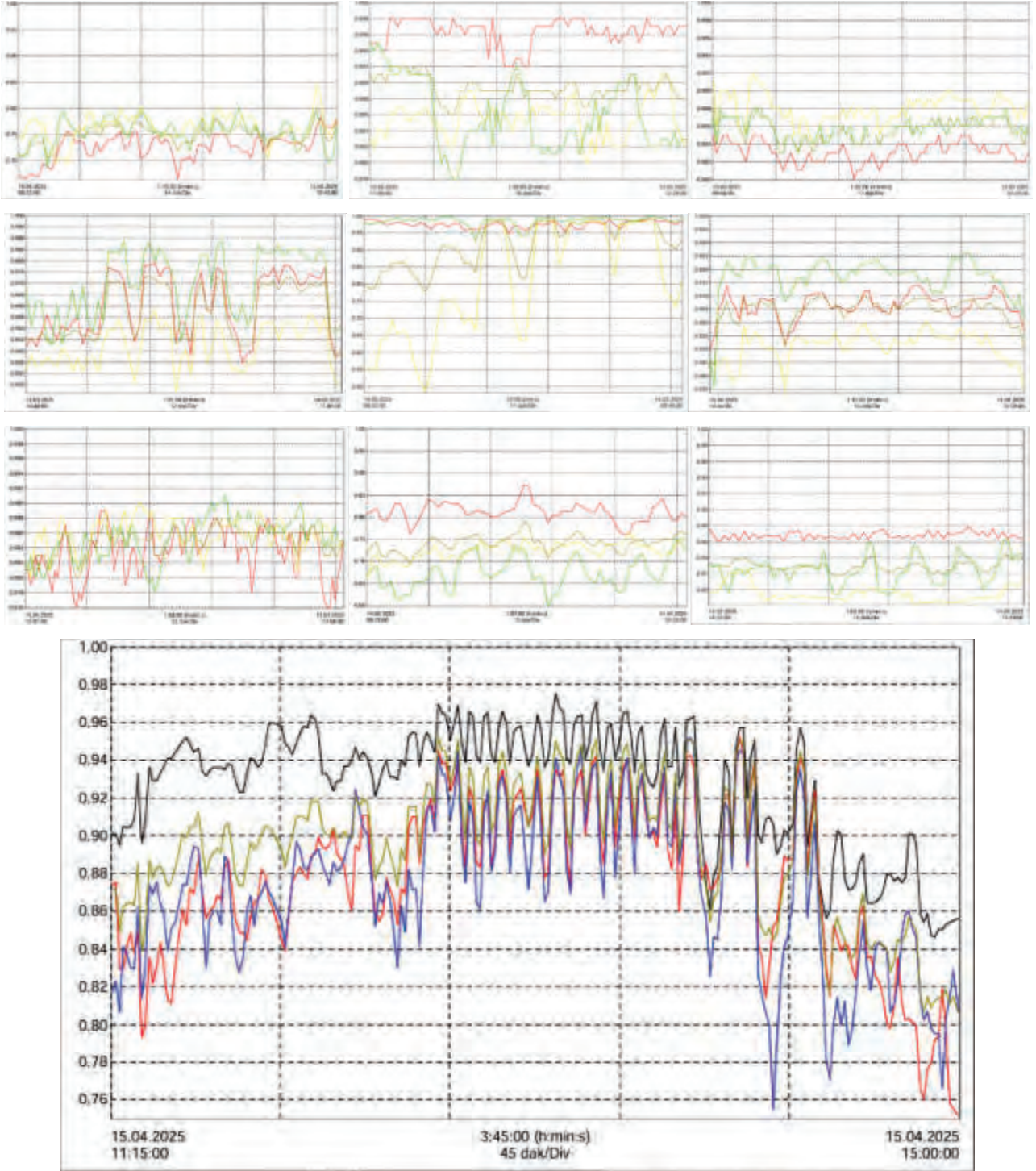
Grafik 43: Kış Dönemi THDF Grafiği

Kış Dönemi Frekans Ölçümü (Hz)



Grafik 44: Kış Dönemi Frekans Ölçüm Grafiği

Kış Dönemi Güç Faktörü (PF)



Grafik 45: Kış Dönemi Güç Faktörü Grafikleri

6.2.3. Kış Dönemi Rektörlük Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder.

Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 26,11$ kVA $S_2 = 24,23$ kVA $S_3 = 28,45$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 78,79$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 19,01$ kW $P_2 = 18,57$ kW $P_3 = 21,56$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 59,13$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 17,76$ kVAR $Q_2 = 15,45$ kVAR $Q_3 = 18,39$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 51,60$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilir de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 223,9$ -230,2 V arasında $V_2 = 221,6$ -229,2 V arasında $V_3 = 225,3$ -231,0V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 98,00-137,50$ A $L_2 = 90,50-149,50$ A $L_3 = 107,00-148,00$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 114,80$ A $L_{2-ort} = 107,10$ A $L_{3-ort} = 124,70$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir.

IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THDv) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THDi) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %7,014 olarak bulunmuş, minimum %6,10 ve maksimum %7,90 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %6,991 olup, minimum %4,80 ve maksimum %8,20 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %8,349 olarak ölçülmüş, minimum %7,00 ve maksimum %9,80 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %4,776 minimum %4,60 ve maksimum %5,10 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %4,849 minimum %4,60 ve maksimum %5,10 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %4,811 minimum %4,60 ve maksimum %5,10 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,665, maksimum 0,782 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,695, maksimum 0,846 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,687, maksimum 0,800 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.4. Kış Dönemi Tıp Fakültesi (TR1) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 88,76$ kVA $S_2 = 91,26$ kVA $S_3 = 75,87$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 255,9$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 88,48$ kW $P_2 = 89,98$ kW $P_3 = 74,85$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 253,30$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 0,50$ kVAR $Q_2 = 13,63$ kVAR $Q_3 = 9,801$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 23,93$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 238,5-243,4$ V arasında $V_2 = 240,3-245,3$ V arasında $V_3 = 239,9-244,7$ V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşınması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 271,5-502,5$ A $L_2 = 251,0-502,5$ A $L_3 = 238,0-427,0$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 369,8$ A $L_{2-ort} = 377,9$ A $L_{3-ort} = 313,7$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir. IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır.

Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %7,293 olarak bulunmuş, minimum %6,40 ve maksimum %8,60 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %8,036 olup, minimum %6,70 ve maksimum %10,10 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %10,06 olarak ölçülmüş, minimum %8,60 ve maksimum %11,90 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %3,935 minimum %3,8 ve maksimum %4,1 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %3,974 minimum %3,9 ve maksimum %4,1 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %3,804 minimum %3,7 ve maksimum %4,0 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,992, maksimum 0,998 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,980, maksimum 0,991 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,978, maksimum 0,995 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.5. Kış Dönemi Tıp Fakültesi (TR6) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 76,12 \text{ kVA}$ $S_2 = 75,37 \text{ kVA}$ $S_3 = 75,70 \text{ kVA}$ ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 227,20 \text{ kVA}$ olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 74,87 \text{ kW}$ $P_2 = 74,50 \text{ kW}$ $P_3 = 74,66 \text{ kW}$ ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 224,0 \text{ kW}$ olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 0,903 \text{ kVAR}$ $Q_2 = 0,911 \text{ kVAR}$ $Q_3 = 2,935 \text{ kVAR}$ ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 2,926 \text{ kVAR}$ olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır.

36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 228,6-233,0 \text{ V}$ arasında $V_2 = 226,9-231,1 \text{ V}$ arasında $V_3 = 227,2-232,4 \text{ V}$ arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşınması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 307,0-356,5$ A $L_2 = 293,0-376,5$ A $L_3 = 299,5-392,5$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 329,4$ A $L_{2-ort} = 329,2$ A $L_{3-ort} = 328,5$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir. IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %18,82 olarak bulunmuş, minimum %16,00 ve maksimum %20,80 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %15,87 olup, minimum %12,70 ve maksimum %18,10 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %16,48 olarak ölçülmüş, minimum %12,00 ve maksimum %18,80 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %4,912 minimum %4,8 ve maksimum %5,1 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %4,802 minimum %4,6 ve maksimum %5,0 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %4,697 minimum %4,5 ve maksimum %4,9 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,980, maksimum 0,985 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,984, maksimum 0,992 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,983, maksimum 0,988 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.6. Kış Dönemi Ağız Ve Diş Sağlığı Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 21,92$ kVA $S_2 = 21,40$ kVA $S_3 = 20,28$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 63,60$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 21,09$ kW $P_2 = 20,18$ kW $P_3 = 19,71$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 60,99$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 4,917$ kVAR $Q_2 = 6,252$ kVAR $Q_3 = -3,264$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 7,906$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 228,9-232,5$ V arasında $V_2 = 230,3-234,0$ V arasında $V_3 = 231,1-234,9$ V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 66,00-200,00$ A $L_2 = 71,50-192,00$ A $L_3 = 62,50-176,50$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 96,00$ A $L_{2-ort} = 92,59$ A $L_{3-ort} = 88,01$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir. IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %14,32 olarak bulunmuş, minimum %10,20 ve maksimum %17,50 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %15,63 olup, minimum %12,90 ve maksimum %17,80 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %15,39 olarak ölçülmüş, minimum %11,50 ve maksimum %19,30 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %4,032 minimum %4,00 ve maksimum %4,10 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %3,913 minimum %3,8 ve maksimum %4,0 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %4,034 minimum %3,9 ve maksimum %4,10 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,935, maksimum 0,979 olarak ölçülmüştür.

PF_2 için minimum 0,922, maksimum 0,958 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,943, maksimum 0,989 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.7. Kış Dönemi Ziraat Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 29,94$ kVA $S_2 = 29,08$ kVA $S_3 = 26,27$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 85,30$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 28,94$ kW $P_2 = 27,68$ kW $P_3 = 25,69$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 82,31$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 6,766$ kVAR $Q_2 = 7,985$ kVAR $Q_3 = 4,205$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 18,96$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 217,7,3-222,4$ V arasında $V_2 = 217,9-222,3$ V arasında $V_3 = 216,4-220,7$ V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşınması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 101,5-263,0$ A $L_2 = 101,0-243,5$ A $L_3 = 80,00-249,0$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 136,3$ A $L_{2-ort} = 132,7$ A $L_{3-ort} = 120,8$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir.

IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THDv) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THDi) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %10,79 olarak bulunmuş, minimum %8,0 ve maksimum %29,10 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %12,98 olup, minimum %8,40 ve maksimum %29,30 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %12,91 olarak ölçülmüş, minimum %9,70 ve maksimum %38,90 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %5,376 minimum %5,20 ve maksimum %6,30 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %5,207 minimum %5,0 ve maksimum %6,20 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %5,389 minimum %5,20 ve maksimum %6,40 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,950, maksimum 0,974 olarak ölçülmüştür.

PF_2 için minimum 0,934, maksimum 0,960 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,936, maksimum 0,986 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.8. Kış Dönemi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 39,36 \text{ kVA}$ $S_2 = 44,11 \text{ kVA}$ $S_3 = 40,11 \text{ kVA}$ ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 123,6 \text{ kVA}$ olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 38,74 \text{ kW}$ $P_2 = 43,51 \text{ kW}$ $P_3 = 39,55 \text{ kW}$ ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 121,8 \text{ kW}$ olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 338,5 \text{ kVAR}$ $Q_2 = 0,958 \text{ kVAR}$ $Q_3 = 2,075 \text{ kVAR}$ ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 3,372 \text{ kVAR}$ olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 215,2-223,0 \text{ V}$ arasında $V_2 = 218,1-226,0 \text{ V}$ arasında $V_3 = 216,4-225,3 \text{ V}$ arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 132,5-248,0$ A $L_2 = 148,5-268,5$ A $L_3 = 132,5-244,5$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 180,0$ A $L_{2-ort} = 199,0$ A $L_{3-ort} = 182,0$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir.

IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THDv) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THDi) %5,0 sınırı getirilmiştir.

Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir.

L_1 fazında THD ortalaması %19,35 olarak bulunmuş, minimum %15,90 ve maksimum %24,00 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %16,49 olup, minimum %13,90 ve maksimum %20,80 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %16,63 olarak ölçülmüş, minimum %13,10 ve maksimum %21,90 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %5,858 minimum %5,6 ve maksimum %6,2 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %5,654 minimum %5,4 ve maksimum %6,0 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %5,571 minimum %5,3 ve maksimum %5,8 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,976, maksimum 0,989 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,980, maksimum 0,990 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,978, maksimum 0,991 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.9. Kış Dönemi Fen Edebiyat Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 40,75$ kVA $S_2 = 34,80$ kVA $S_3 = 36,30$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 11,80$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 33,14$ kW $P_2 = 25,26$ kW $P_3 = 26,60$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 82,99$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 23,46$ kVAR $Q_2 = 23,78$ kVAR $Q_3 = 26,47$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 73,71$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 217,3-222,5$ V arasında $V_2 = 219,6-224,8$ V arasında $V_3 = 219,0-224,3$ V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşınması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 154,5-232,5$ A $L_2 = 133,0-192,0$ A $L_3 = 141,5-213,5$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 185,6$ A $L_{2-ort} = 156,7$ A $L_{3-ort} = 164,0$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir. IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır.

Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %7,666 olarak bulunmuş, minimum %6,3 ve maksimum %8,9 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %6,435 olup, minimum %5,4 ve maksimum %7,3 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %6,203 olarak ölçülmüş, minimum %5,4 ve maksimum %7,2 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %5,407 minimum %5,2 ve maksimum %5,5 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %5,472 minimum %5,2 ve maksimum %5,6 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %5,413 minimum %5,2 ve maksimum %5,6 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,759, maksimum 0,873 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,660, maksimum 0,765 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,599, maksimum 0,751 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.10. Kış Dönemi Yunus Emre Kültür Ve Kongre Merkezi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 26,65 \text{ kVA}$ $S_2 = 27,60 \text{ kVA}$ $S_3 = 21,70 \text{ kVA}$ ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 75,95 \text{ kVA}$ olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 23,13 \text{ kW}$ $P_2 = 21,97 \text{ kW}$ $P_3 = 17,63 \text{ kW}$ ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 63,04 \text{ kW}$ olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = -11,37 \text{ kVAR}$ $Q_2 = -17,87 \text{ kVAR}$ $Q_3 = -10,91 \text{ kVAR}$ ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = -37,16 \text{ kVAR}$ olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir.

Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilese de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 229,7\text{-}234,1 \text{ V}$ arasında $V_2 = 230,5\text{-}234,9 \text{ V}$ arasında $V_3 = 228,2\text{-}232,7 \text{ V}$ arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşınması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 103,5-137,0$ A $L_2 = 112,0-139,0$ A $L_3 = 85,0-120,0$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 114,8$ A $L_{2-ort} = 118,6$ A $L_{3-ort} = 94,12$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir. IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %25,25 olarak bulunmuş, minimum %24,0 ve maksimum %26,3 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %27,28 olup, minimum %25,5 ve maksimum %28,1 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %25,03 olarak ölçülmüş, minimum %22,9 ve maksimum %26,5 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %4,075 minimum %3,9 ve maksimum %4,2 olarak belirlenmiştir.

V_2 fazında ortalama THD %4,309 minimum %4,2 ve maksimum %4,5 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %4,189 minimum %4,1 ve maksimum %4,4 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,860, maksimum 0,879 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,732, maksimum 0,826 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,794, maksimum 0,862 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.11. Kış Dönemi Merkezi Yemekhane Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder. Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 33,64$ kVA $S_2 = 34,59$ kVA $S_3 = 30,48$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 98,71$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 31,39$ kW $P_2 = 30,63$ kW $P_3 = 26,88$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 88,91$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 11,13$ kVAR $Q_2 = 15,20$ kVAR $Q_3 = 13,55$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 39,88$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir.

Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilese de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 218,3-232,2$ V arasında $V_2 = 219,2-232,7$ V arasında $V_3 = 217,5-230,9$ V arasında değiştiği ölçülmüştür.

Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir. Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 89,0-267,0$ A $L_2 = 84,0-280,5$ A $L_3 =$

80,5-243,5 A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 149,2$ A $L_{2-ort} = 153,5$ A $L_{3-ort} = 136,2$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir. IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %10,89 olarak bulunmuş, minimum %7,0 ve maksimum %16,5 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %10,72 olup, minimum %6,4 ve maksimum %16,6 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %11,25 olarak ölçülmüş, minimum %6,6 ve maksimum %16,9 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %4,726 minimum %4,5 ve maksimum %5,1 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %4,717 minimum %4,5 ve maksimum %5,1 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %4,656 minimum %4,5 ve maksimum %5,0 olarak kaydedilmiştir.

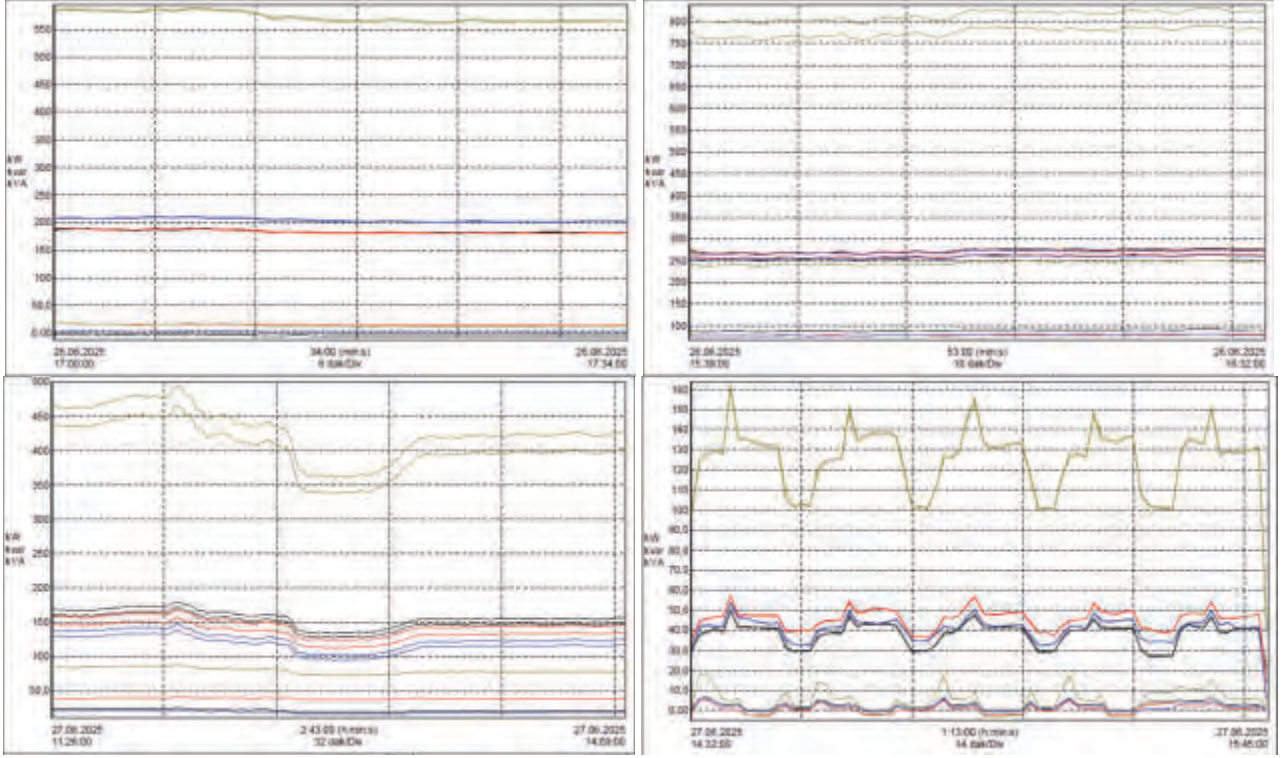
Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

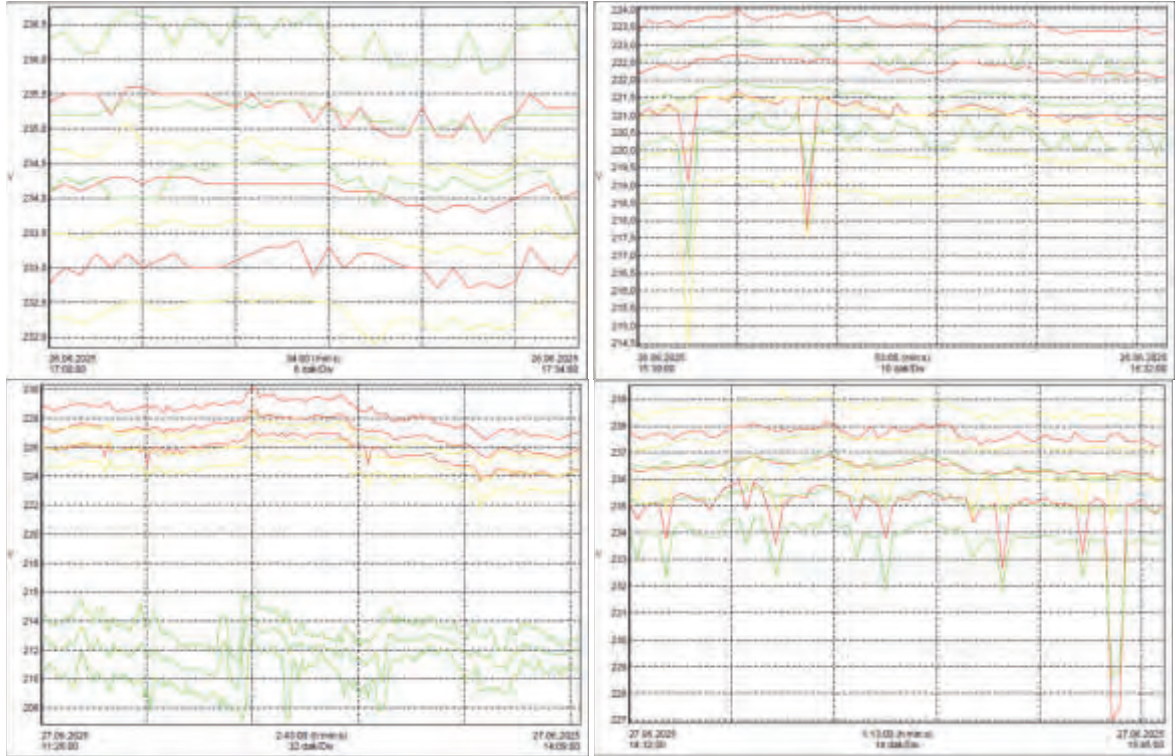
Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,846, maksimum 0,975 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,752, maksimum 0,952 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,755, maksimum 0,952 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

Yaz Dönemi Güç Ölçümleri (S-P-Q)



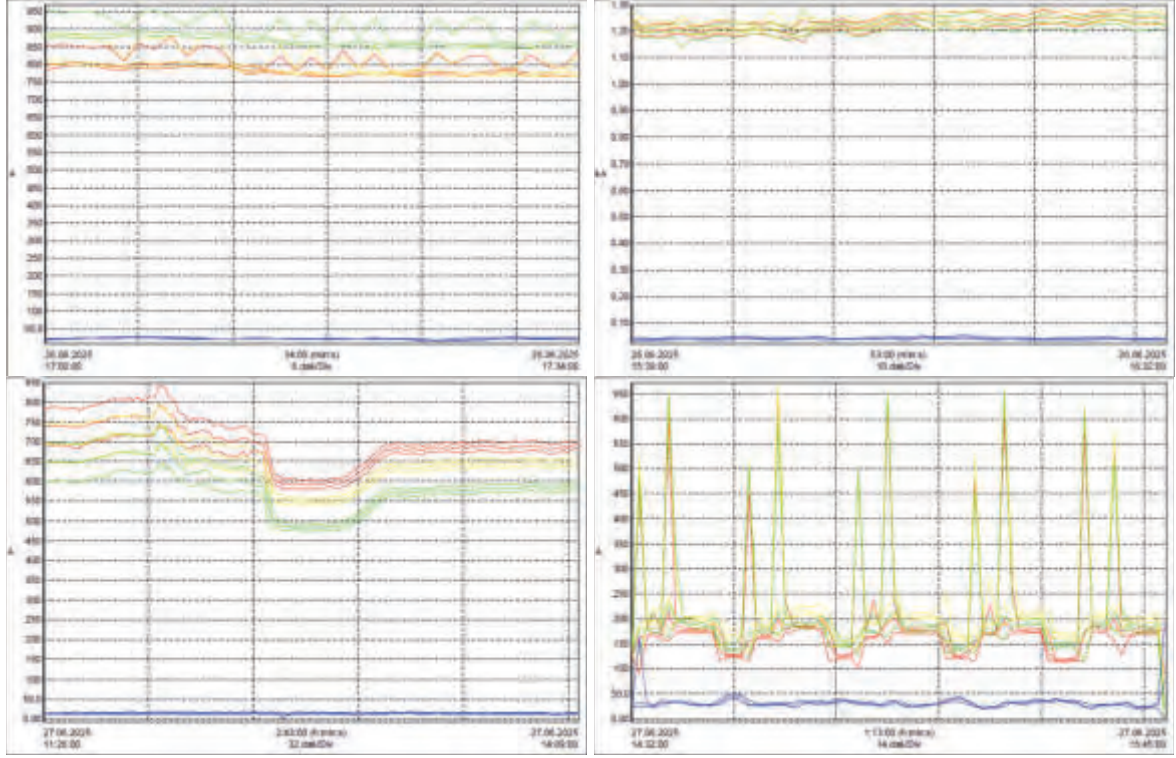
Grafik 46: Yaz Dönemi Güç Ölçümleri Grafiği (S-P-Q)

Yaz Dönemi Gerilim Ölçümleri (V)



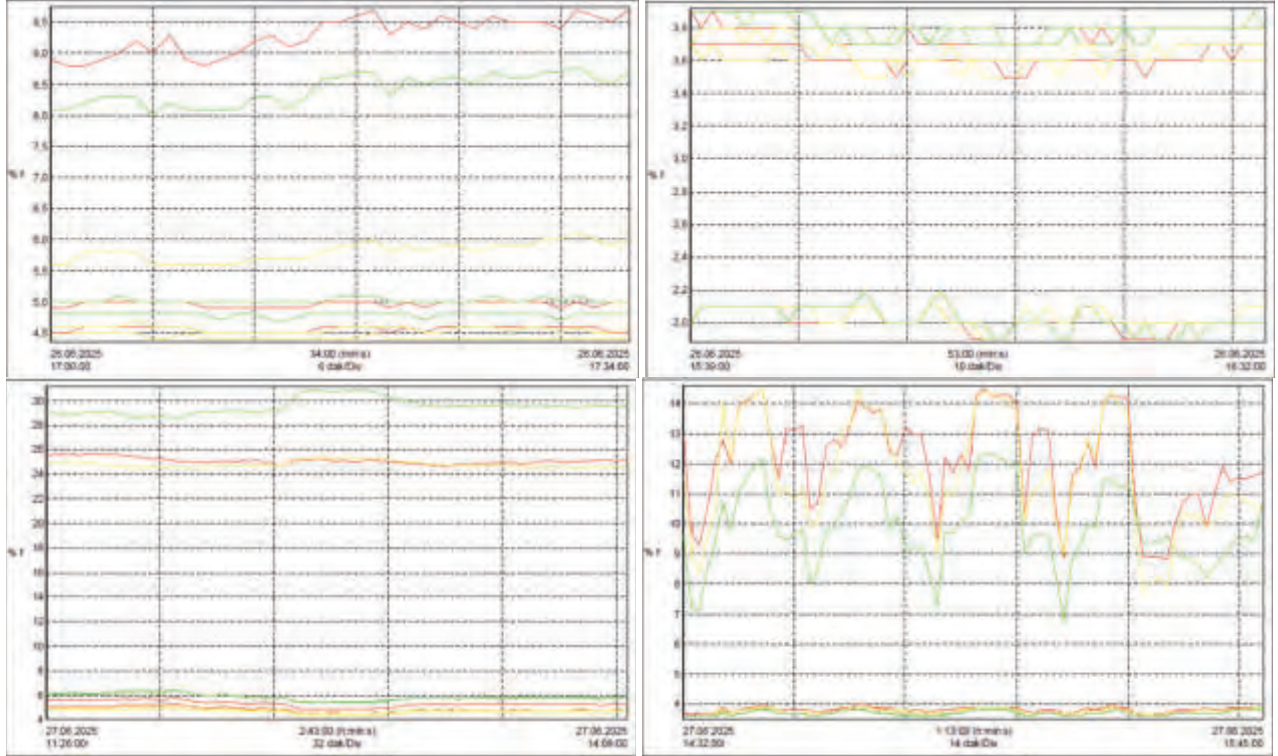
Grafik 47: Yaz Dönemi Faz-Nötr Gerilim Grafiği

Yaz Dönemi Faz Dengesi Ölçümü (A)



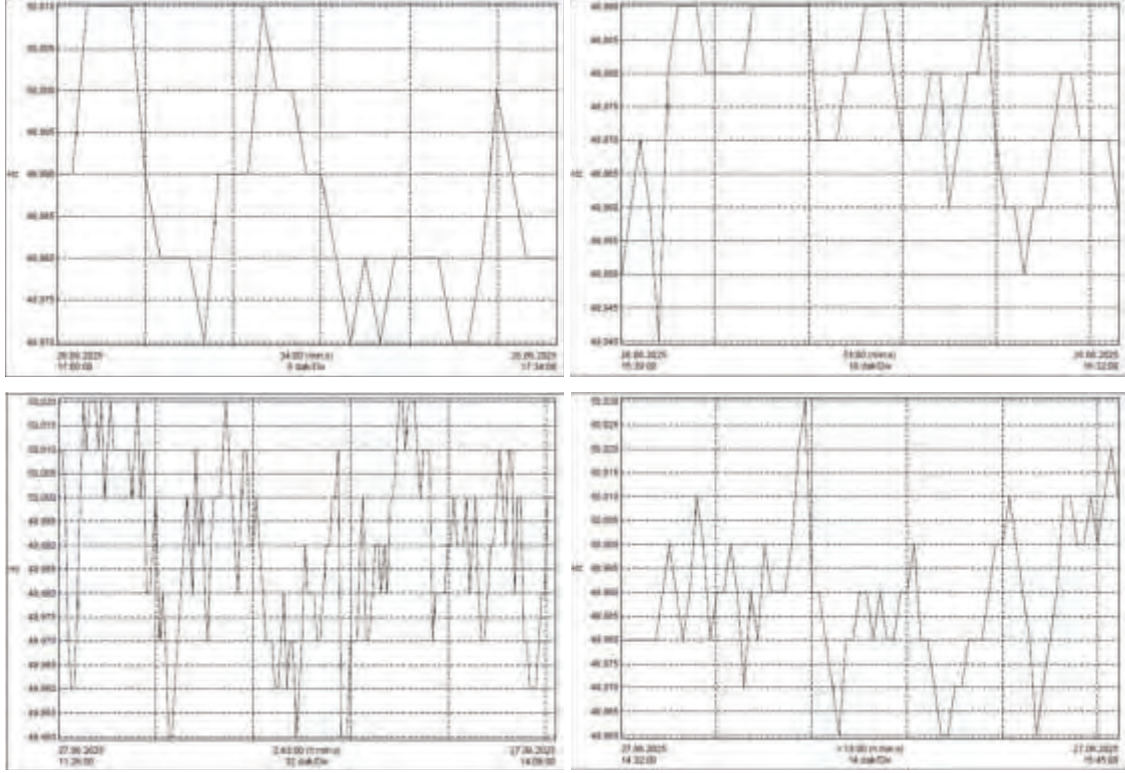
Grafik 48: Yaz Dönemi Faz Dengesi Grafiği

Yaz Dönemi Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)



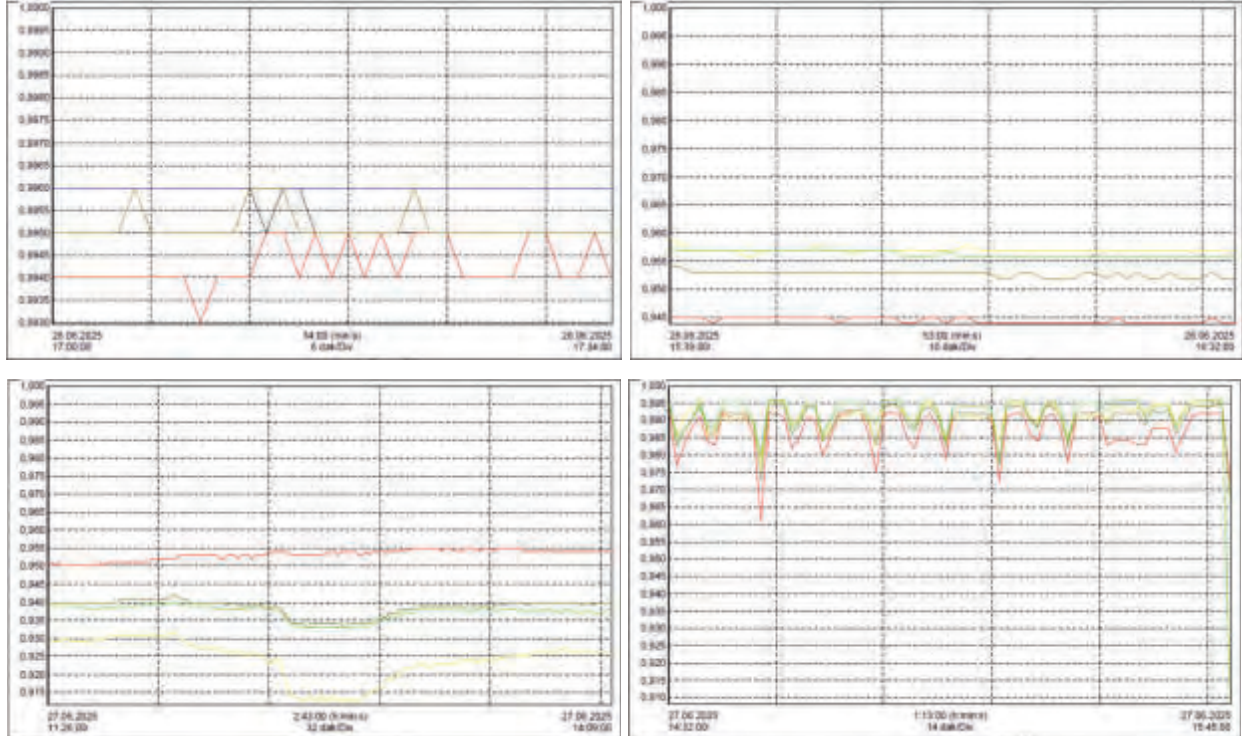
Grafik 49: Yaz Dönemi THDF Grafiği

Yaz Dönemi Frekans Ölçümü (Hz)



Grafik 50: Yaz Dönemi Frekans Ölçüm Grafiği

Yaz Dönemi Güç Faktörü (PF)



Grafik 51: Yaz Dönemi Güç Faktörü Grafikleri

6.2.12. Yaz Dönemi Tıp Fakültesi (TR3) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder.

Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 184,2 \text{ kVA}$ $S_2 = 184,2 \text{ kVA}$ $S_3 = 205,2 \text{ kVA}$ ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 573,6 \text{ kVA}$ olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 183,4 \text{ kW}$ $P_2 = 183,2 \text{ kW}$ $P_3 = 204,4 \text{ kW}$ ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 571,1 \text{ kW}$ olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = -4,718 \text{ kVAR}$ $Q_2 = 15,47 \text{ kVAR}$ $Q_3 = 2,586 \text{ kVAR}$ ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 13,34 \text{ kVAR}$ olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 232,7\text{-}235,6 \text{ V}$ arasında $V_2 = 231,9\text{-}235,1 \text{ V}$ arasında $V_3 = 233,5\text{-}236,7 \text{ V}$ arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-ampere)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 766,1-881,0$ A $L_2 = 765,5-885,5$ A $L_3 = 846,5-960,5$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 786,8$ A $L_{2-ort} = 788,5$ A $L_{3-ort} = 872,3$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir.

IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %9,294 olarak bulunmuş, minimum %8,8 ve maksimum %9,7 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %5,806 olup, minimum %5,6 ve maksimum %6,1 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %8,414 olarak ölçülmüş, minimum %8,00 ve maksimum %8,80 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %4,963 minimum %4,9 ve maksimum %5,0 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %4,42 minimum %4,4 ve maksimum %4,5 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %4,786 minimum %4,7 ve maksimum %4,8 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,995, maksimum 0,996 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,993, maksimum 0,995 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,996, maksimum 0,996 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.13. Yaz Dönemi Tıp Fakültesi (TR6) Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder.

Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 273,1$ kVA $S_2 = 271,5$ kVA $S_3 = 269,9$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 573,6$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 258,0$ kW $P_2 = 260,0$ kW $P_3 = 258,2$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 776,2$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 88,82$ kVAR $Q_2 = 77,63$ kVAR $Q_3 = 77,86$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 244,3$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilir de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 217,8$ -224,0 V arasında $V_2 = 214,5$ -221,6 V arasında $V_3 = 216,9$ -223,2 V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 1,155-1,282$ kA $L_2 = 1,179-1,286$ kA $L_3 = 1,138-1,282$ kA arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 1,228$ kA $L_{2-ort} = 1,234$ kA $L_{3-ort} = 1,218$ kA.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir.

IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THDv) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THDi) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %2,013 olarak bulunmuş, minimum %1,9 ve maksimum %2,1 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %2,039 olup, minimum %1,9 ve maksimum %2,1 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %2,026 olarak ölçülmüş, minimum %1,9 ve maksimum %2,2 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %3,757 minimum %3,7 ve maksimum %3,9 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %3,585 minimum %3,5 ve maksimum %3,7 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %3,774 minimum %3,7 ve maksimum %3,9 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,944, maksimum 0,945 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,956, maksimum 0,959 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,956, maksimum 0,957 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.14. Yaz Dönemi Yunus Emre Kültür Ve Kongre Merkezi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder.

Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 156,9$ kVA $S_2 = 146,0$ kVA $S_3 = 124,7$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 427,6$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 149,6$ kW $P_2 = 135,0$ kW $P_3 = 117,0$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 401,6$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 21,43$ kVAR $Q_2 = 39,36$ kVAR $Q_3 = 19,03$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 79,82$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilse de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 223,7$ -230,1 V arasında $V_2 = 221,8$ -228,4 V arasında $V_3 = 207,1$ -215,9 V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir.

Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri; $L_1 = 578,5-841,0$ A $L_2 = 537,0-798,5$ A $L_3 = 472,5-746,5$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 693,0$ A $L_{2-ort} = 649,4$ A $L_{3-ort} = 591,1$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir.

IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %25,09 olarak bulunmuş, minimum %24,6 ve maksimum %25,7 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %24,81 olup, minimum %24,5 ve maksimum %25,5 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %29,52 olarak ölçülmüş, minimum %28,5 ve maksimum %30,9 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %5,332 minimum %4,9 ve maksimum %5,8 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %4,627 minimum %4,3 ve maksimum %5,0 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %5,862 minimum %5,4 ve maksimum %6,4 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,950, maksimum 0,955 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,912, maksimum 0,932 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,933, maksimum 0,940 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.15. Yaz Dönemi İlahiyat Fakültesi Binası Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Görünür Güç (S-kVA) – Aktif Güç (P-kW) – Reaktif Güç (Q-kVAR)

Görünür güç, kVA (kilovolt-amper) cinsinden ölçülen toplam güç miktarını temsil eder ve hem aktif hem de reaktif güç bileşenlerini içerir. Aktif güç, kW (kilowatt) cinsinden ölçülen gerçek iş yapan güçtür; bu güç, sistemde iş yapan, örneğin motorları çalıştıran ve ışık veren enerjiyi temsil eder.

Reaktif güç ise kVAR (kilovolt-amper reaktif) cinsinden ölçülen ve manyetik alanlar ile kapasitif elemanlar tarafından depolanan güçtür; bu güç, enerji transferini dengelemekte ve elektromıknatıslar ile kondansatörlerin işlevselliğinde önemli rol oynar. Ölçüm saatleri içerisinde güç eğrilerini incelediğimizde:

Görünür Güç; $S_1 = 38,46$ kVA $S_2 = 45,63$ kVA $S_3 = 41,01$ kVA ortalama toplam görünür güç ise $S_T = 125,1$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 37,99$ kW $P_2 = 45,26$ kW $P_3 = 40,72$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 124,0$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 2,547$ kVAR $Q_2 = 0,679$ kVAR $Q_3 = 1,744$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 4,97$ kVAR olarak görülmektedir.

Gerilim Ölçümü (V-volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2024 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ' ince kabul görmektedir. Normal işletme koşullarında, 1 kV ve altı ile 1-36 kV arasındaki gerilimler, nominal gerilimin $\pm\%10$ aralığında olmalıdır. 36 kV ve üstü gerilimler için sınırlar genellikle daha geniş olabilir de, $\pm\%10$ aralığı referans alınır. Ancak, gerilim dalgalanmaları $\pm\%10$ 'dan büyük olduğunda, bu durumun geçici olması beklenir ve bu tür durumlarda reaktif güç desteği sağlanması önerilir. 220 V-50 Hz nominal gerilim temel alındığında, genellikle 200 V alt limit ve 240 V üst limit olarak kabul edilir. Yapılan ölçümlere göre, ana dağıtım panosunda gerilim değerlerinin $V_1 = 227,0-238,2$ V arasında $V_2 = 234,5-239,4$ V arasında $V_3 = 228,6-237,0$ V arasında değiştiği ölçülmüştür. Bu değerler, belirlenen sınırlar içinde kalmakta olup, faz-nötr arası gerilim dengesinde herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Faz Dengesi Ölçümü (A-amper)

Akımlarda faz dengesi, üç fazlı elektrik sistemlerinde kritik bir öneme sahiptir çünkü bu denge, sistemin verimli ve güvenilir çalışmasını sağlar. Her fazın eşit yük taşıması, akımlar arasında dengesizlikleri önler ve böylece aşırı yüklenmeleri, enerji kayıplarını ve ekipman arızalarını azaltır. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir. Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 164,5$ A $L_{2-ort} = 193,8$ A $L_{3-ort} = 176,3$ A.

Toplam Harmonik Distorsiyon (THDF)

THDF, temel frekansta (temel bileşen) referans alınarak hesaplanan toplam harmonik distorsiyon ölçümüdür. Burada, temel bileşen (genellikle 50 Hz veya 60 Hz) ve onun harmonikleri (2. harmonik, 3. harmonik, vb.) arasındaki oran değerlendirilir.

IEEE 519-2023 standardına göre, voltajı 1 kV veya daha düşük olan sistemler için harmonik bozulma sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlar, sistemin enerji kalitesini korumak amacıyla belirlenmiş olup, gerilim ve akım harmoniklerinin ne kadar bozulabileceğini tanımlar. Gerilim bozulması açısından, toplam harmonik distorsiyon (THD_v) için %8,0 sınırı, akım bozulması açısından toplam harmonik distorsiyon (THD_i) %5,0 sınırı getirilmiştir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir. L_1 fazında THD ortalaması %12,16 olarak bulunmuş, minimum %8,8 ve maksimum %14,5 değerleri tespit edilmiştir. L_2 fazında ortalama THD %11,61 olup, minimum %7,7 ve maksimum %14,5 değerleri gözlemlenmiştir. L_3 fazında ise ortalama THD %9,903 olarak ölçülmüş, minimum %6,8 ve maksimum %12,4 olarak kaydedilmiştir. Gerilim fazlarında ise V_1 fazında ortalama THD %3,776 minimum %3,6 ve maksimum %3,9 olarak belirlenmiştir. V_2 fazında ortalama THD %3,881 minimum %3,7 ve maksimum %3,9 değerleri gözlemlenmiştir. V_3 fazında ise ortalama THD %3,781 minimum %3,6 ve maksimum %3,9 olarak kaydedilmiştir.

Frekans Ölçümü (Hz-hertz)

Ölçüm yapılan trafoya ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğunu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,961, maksimum 0,992 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,968, maksimum 0,996 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,909, maksimum 0,996 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.16. Enerji Verimliliği Önlemleri

Trafo bakımı, trafonun verimliliğini ve güvenliğini sağlamak için düzenli olarak yapılması gereken bir işlemdir.

- **Görsel İnceleme:** Trafonun dış görünümü incelenmeli ve herhangi bir hasar veya korozyon olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ayrıca, trafo üzerindeki etiketler ve işaretlemeler kontrol edilmelidir.

- **Sargı Temizliği:** Trafonun sargıları tozdan arındırılmalıdır. Bu, trafonun içinde biriken tozun temizlenmesini ve sargıların temizlenmesini içerir. Toz birikmesi, yalıtım problemlerine ve sargı arızalarına neden olabilir.
- **Fan Kontrolü:** Eğer trafo fanları varsa, fanlar düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Fanların düzgün çalışması, sargıların soğutulmasını sağlar.
- **Elektriksel Testler:** Trafonun izolasyon direnci, sargı direnci, oran testi ve yüksek gerilim testi gibi elektriksel testler yapılmalıdır. Bu testler, trafo izolasyonunun sağlamlığını ve elektriksel performansını kontrol etmek için önemlidir.
- **Sıcaklık Kontrolü:** Trafonun çalışma sıcaklığı düzenli olarak kontrol edilmelidir. Gerektiğinde sıcaklık koruma röleleri veya termometreler kullanılarak trafo sıcaklığı izlenmelidir. Aşırı ısınma durumunda önlem alınmalıdır.
- **Rutin Testlerin Yapılması:** İzolasyon testi gibi rutin testler düzenli aralıklarla yapılmalıdır. Bu testler, trafo izolasyonunun sağlamlığını kontrol etmek için önemlidir.
- **Ortamın Kontrolü:** Trafonun bulunduğu ortamın nem ve sıcaklık seviyeleri düzenli olarak izlenmelidir. Gerektiğinde nem ve sıcaklık kontrolü sağlanmalıdır.
- **Gerekli Onarımların ve Değişimlerin Yapılması:** Bakım sırasında tespit edilen herhangi bir arıza veya hasarın hemen giderilmesi ve gerekli parçaların değiştirilmesi önemlidir.

Akım harmoniklerinin azaltılması için uygulama ve sistem düzenlemeleri yapılması önerilen çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler, enerji sisteminin performansını iyileştirmek ve ekipmanların ömrünü uzatmak amacıyla uygulanır. İşte akım harmoniklerini azaltmak için uygulanabilecek bazı stratejiler ve çözümler:

1. Harmonik Filtreleme

- **Pasif Harmonik Filtreler:** Belirli frekansta harmonikleri filtrelemek için tasarlanmış sabit filtrelerdir. Genellikle, sistemdeki belirli harmonik frekanslarını hedefler ve bu frekanstaki harmonikleri azaltır.
- **Aktif Harmonik Filtreler:** Dinamik olarak sistemdeki harmonikleri tespit eder ve bu harmonikleri etkisiz hale getirmek için karşı frekansta akım üretir. Aktif filtreler, değişken yük koşullarında daha etkili olabilir.
- **Hibrit Filtreler:** Pasif ve aktif filtrelerin kombinasyonudur. Genellikle geniş bir harmonik frekans aralığını hedefler ve hem düşük hem de yüksek frekansta harmonikleri etkili bir şekilde azaltabilir.

2. Yük ve Ekipman Düzenlemeleri

- **Harmonik reten Yüklerin Azaltılması:** Harmonik üreten cihazların kullanımını minimize edin veya bu tür cihazları sistemden izole edilmelidir. Özellikle büyük güç elektroniği ekipmanlarının sistem üzerindeki etkilerini değerlendirilmelidir.
- **Harmonik Bozucu Cihazların Değiştirilmesi:** Mevcut ekipmanların harmonik üretimini azaltacak şekilde değiştirilmesi veya yenilenmesi. Örneğin, daha verimli sürücülerin veya düşük harmonik üretimli ekipmanların kullanımı.

3. Dengeleme ve Yük Dağılımı

- **Kapasitör Bankaları:** Kapasitör bankaları, reaktif güç sağlayarak harmonik akımları azaltabilir ve sistemin genel enerji verimliliğini artırabilir. Ancak, kapasitörlerin doğru şekilde boyutlandırılması ve yerleştirilmesi önemlidir.

4. Sistem Tasarımı ve Modifikasyonlar

- **Yeniden Tasarım:** Sistem tasarımını gözden geçirin ve harmonik üretimlerinin azaltılması için tasarımı optimize edilmelidir. Özellikle güç kaynağı sistemlerinde ve dağıtım şebekelerinde tasarım iyileştirmeleri yapılabilir.
- **İnvertörler ve Sürücüler:** Modern invertörler ve sürücüler genellikle düşük harmonik rimi ile tasarlanmıştır. Bu tür ekipmanların kullanımı, harmonik bozulmaları azaltabilir.

5. Enerji Kalitesi İzleme ve Yönetim

- **Sürekli İzleme:** Enerji kalitesini düzenli olarak izlemek için enerji izleme sistemleri kurun. THD değerlerini izleyerek anormal durumları erken tespit edilmeli ve hızlı bir şekilde müdahale edilmelidir.
- **Yönetim Sistemleri:** Enerji yönetim sistemleri kullanarak enerji tüketimini ve harmonik bozulmalarını optimize edilmelidir. Bu sistemler, enerji kalitesini iyileştirmek ve harmonik bozulmaları azaltmak için veriye dayalı kararlar almanıza yardımcı olabilir.

6. Eğitim ve Bilinçlendirme

- **Kullanıcı Eğitimleri:** Sistem kullanıcılarına harmoniklerin etkileri ve bu etkilerin nasıl minimize edileceği konusunda eğitim verilmelidir. Bilinçli kullanıcılar, sistem performansını artırmak için gerekli adımları atabilir.
- **Bakım ve Kontrol:** Düzenli bakım ve kontrol prosedürleri uygulayarak ekipmanların performansını ve harmonik seviyelerini optimize edilmelidir.

Bu nerilen stratejiler, akım harmoniklerinin sistem üzerindeki etkilerini azaltabilir ve enerji kalitesini artırabilir. Her bir çözüm, sistemin spesifik gereksinimlerine ve mevcut koşullarına göre değerlendirilmelidir.

6.3. POMPA

6.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 16: Hidrofor Ölçümleri

Tesise ait motor ve motor bilgileri ekte verilmiştir.

6.3.2. Ölçümler ve Tespit

2008 yılında hazırlanan IEC 60034-30:2008 standardına göre elektrik motorları için verimlilik sınıfları 0.75 kW ile 375 KW arasına genişletilmiş, verimlilik sınıflarına IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiştir. Bu yeni tanımlamaya göre IE1 sınıfı EFF2'nin, IE2 sınıfı ise EFF1'in karşılığı olup, IE1 standart verimli sınıf, IE2 yüksek verimli sınıf, IE3 çok yüksek verimli sınıf ve IE4 süper çok yüksek verimli sınıf motorlar olarak tanımlanmıştır. Bu durum neticesinde 0,75 kW gücü altındaki pompalar hesaplamalara dâhil edilmemiştir.

Tablo 35: Elektrik Motorları Verim Bilgileri

Motor Gücü	Mevcut Verim Sınıfı	Adet	Yıllık Çalışma Saati	IE1 Elektrikli Motor Verimi	IE2 Elektrikli Motor Verimi	IE3 Elektrikli Motor Verimi	Toplam Motor Gücü	Yıllık Harcanan Enerji
kW			h	%	%	%	kW	kWh
2,20	IE1	12	2.496	79,70	84,30	86,70	26,40	65.894
11,00	IE1	2	2.496	87,60	89,80	91,40	22,00	54.912
18,50	IE1	5	2.384	89,30	91,20	92,60	92,50	220.520
18,50	IE1	1	1.250	89,30	91,20	92,60	18,50	23.125
18,50	IE1	2	2.496	89,30	91,20	92,60	37,00	92.352
45,00	IE1	2	1.250	91,70	93,10	94,20	90,00	112.500
30,00	IE1	5	1.250	90,70	92,30	93,60	150,00	187.500
75,00	IE1	1	1.250	92,70	94,00	95,00	75,00	93.750
0,85	IE1	2	2.496	72,10	79,60	82,50	1,70	4.243
7,50	IE1	5	2.496	86,00	88,70	90,40	37,50	93.600
0,83	IE1	6	1.496	72,10	79,60	82,50	4,98	7.450
0,77	IE1	2	2.496	72,10	79,60	82,50	1,54	3.844
0,86	IE1	2	1.250	72,10	79,60	82,50	1,72	2.150
30,00	IE1	10	2.384	90,70	92,30	93,60	300,00	715.200
5,50	IE1	2	2.496	84,70	87,70	89,60	11,00	27.456
4,00	IE1	4	2.496	83,10	86,60	88,60	16,00	39.936
4,00	IE1	4	2.380	83,10	86,60	88,60	16,00	38.080
7,50	IE1	6	2.384	86,00	88,70	90,40	45,00	107.280
4,00	IE1	4	1.250	83,10	86,60	88,60	16,00	20.000
2,20	IE1	1	1.250	79,70	84,30	86,70	2,20	2.750
1,50	IE1	5	2.496	77,20	82,80	85,30	7,50	18.720
45,00	IE1	8	2.496	91,70	93,10	94,20	360,00	898.560
11,00	IE1	3	2.496	87,60	89,80	91,40	33,00	82.368
1,10	IE1	2	1.250	75,00	81,40	84,10	2,20	2.750
1,20	IE1	3	1.250	75,00	81,40	84,10	3,60	4.500
4,00	IE2	6	2.384	83,10	86,60	88,60	24,00	57.216
5,50	IE2	6	2.496	84,70	87,70	89,60	33,00	82.368
3,00	IE2	6	2.496	81,50	85,54	87,70	18,00	44.928
2,20	IE2	13	2.496	79,70	84,30	86,70	28,60	71.386
15,00	IE2	2	2.496	88,70	90,60	92,10	30,00	74.880
15,00	IE2	5	1.250	88,70	90,60	92,10	75,00	93.750
11,00	IE2	10	2.384	87,60	89,80	91,40	110,00	262.240
5,50	IE2	4	2.384	84,70	87,70	89,60	22,00	52.448
0,75	IE2	2	2.496	72,10	79,60	82,50	1,50	3.744
3,00	IE2	6	2.384	81,50	85,54	87,70	18,00	42.912
5,50	IE2	3	1.250	84,70	87,70	89,60	16,50	20.625
22,00	IE2	3	2.384	89,90	91,60	93,00	66,00	157.344
7,50	IE2	5	2.384	86,00	88,70	90,40	37,50	89.400
3,00	IE2	3	1.250	81,50	85,54	87,70	9,00	11.250
4,00	IE2	1	1.250	83,10	86,60	88,60	4,00	5.000
11,00	IE2	3	1.250	87,60	89,80	91,40	33,00	41.250
30,00	IE2	1	2.384	90,70	92,30	93,60	30,00	71.520
2,20	IE2	2	1.250	79,70	84,30	86,70	4,40	5.500
5,50	IE2	6	2.384	84,70	87,70	89,60	33,00	78.672
4,00	IE2	4	2.496	83,10	86,60	88,60	16,00	39.936
8,50	IE2	2	2.496	86,00	88,70	90,40	17,00	42.432

6.3.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Elektrik motorları 1998 yılında CEMEP tarafından hazırlanan standartlara göre 1,1 kW ile 90 kW arasında EFF3, EFF2 ve EFF1 olmak üzere üç temel verimlilik değerine göre sınıflandırılmıştır. EFF3 verimsiz sınıf, EFF2 orta verimli sınıf, EFF1 yüksek verimli sınıf olarak belirlenmiştir.

2008 yılında hazırlanan IEC 60034-30:2008 standardına göre elektrik motorları için verimlilik sınıfları 0.75 kW ile 375 KW arasına genişletilmiş, verimlilik sınıflarına IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiştir. Bu yeni tanımlamaya göre IE1 sınıfı EFF2'nin, IE2 sınıfı ise EFF1'in karşılığı olup, IE1 standart verimli sınıf, IE2 yüksek verimli sınıf, IE3 çok yüksek verimli sınıf ve IE4 süper çok yüksek verimli sınıf motorlar olarak tanımlanmıştır.

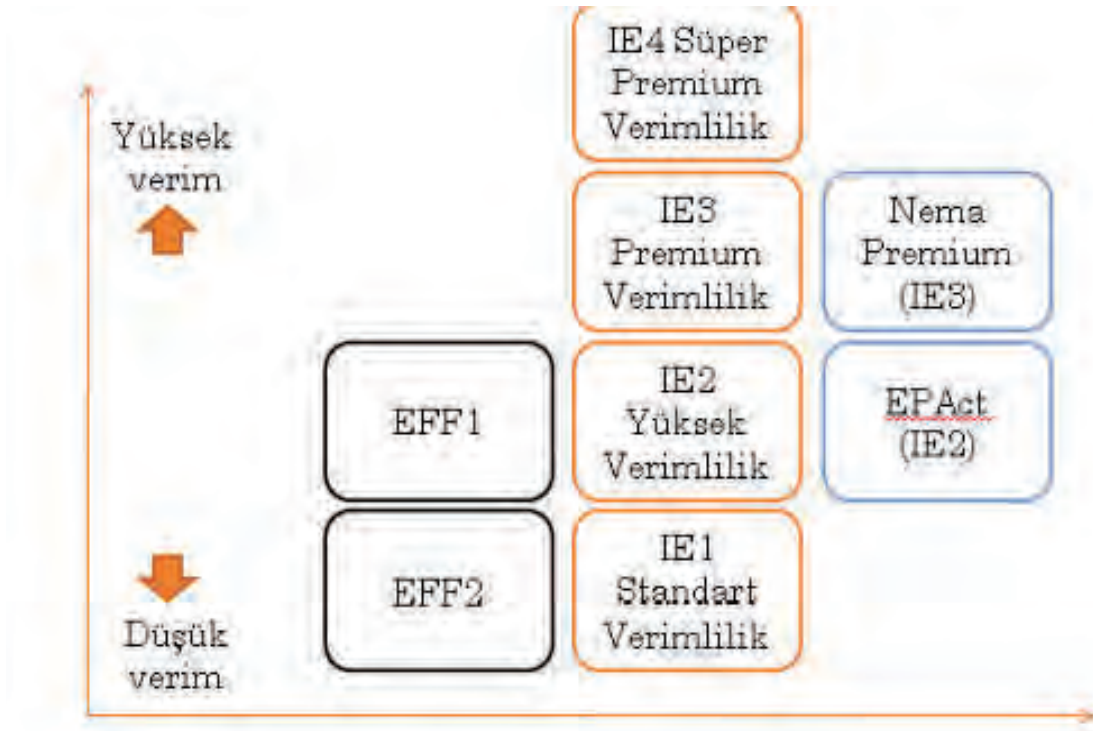
Tablo 36: Motor Revizyon Tablosu

Motor Gücü	Mevcut Verim Sınıfı	Adet	Yıllık Çalışma Saati	IE1 Elektrikli Motor Verimi	IE2 Elektrikli Motor Verimi	IE3 Elektrikli Motor Verimi	Toplam Motor Gücü	Yıllık Harcanan Enerji	Dönüşüm Sonrası Yıllık Tasarruf	Dönüşüm Sonrası Yıllık Tasarruf	IE3 Motor Maliyeti	Toplam IE3 Motor Maliyeti	Geri Ödeme Süresi
kW			h	%	%	%	kW	kWh	kWh	TL	TL	TL	Yıl
2,20	IE1	12	2.496	79,70	84,30	86,70	26,40	65.894	6.675	26.645	12.087	145.044	5,44
11,00	IE1	2	2.496	87,60	89,80	91,40	22,00	54.912	2.606	10.403	33.119	66.239	6,37
18,50	IE1	5	2.384	89,30	91,20	92,60	92,50	220.520	8.800	35.128	49.221	246.104	7,01
18,50	IE1	1	1.250	89,30	91,20	92,60	18,50	23.125	923	3.684	49.221	49.221	13,36
18,50	IE1	2	2.496	89,30	91,20	92,60	37,00	92.352	3.686	14.711	49.221	98.441	6,69
45,00	IE1	2	1.250	91,70	93,10	94,20	90,00	112.500	3.256	12.996	107.038	214.075	16,47
30,00	IE1	5	1.250	90,70	92,30	93,60	150,00	187.500	6.405	25.566	72.871	364.356	14,25
75,00	IE1	1	1.250	92,70	94,00	95,00	75,00	93.750	2.448	9.773	194.178	194.178	19,87
0,85	IE1	2	2.496	72,10	79,60	82,50	1,70	4.243	742	2.961	6.982	13.963	4,72
7,50	IE1	5	2.496	86,00	88,70	90,40	37,50	93.600	5.297	21.145	26.879	134.397	6,36
0,83	IE1	6	1.496	72,10	79,60	82,50	4,98	7.450	1.303	5.199	6.982	41.890	8,06
0,77	IE1	2	2.496	72,10	79,60	82,50	1,54	3.844	672	2.683	6.982	13.963	5,21
0,86	IE1	2	1.250	72,10	79,60	82,50	1,72	2.150	376	1.500	6.982	13.963	9,31
30,00	IE1	10	2.384	90,70	92,30	93,60	300,00	715.200	24.431	97.520	72.871	728.711	7,47
5,50	IE1	2	2.496	84,70	87,70	89,60	11,00	27.456	1.773	7.076	21.294	42.588	6,02
4,00	IE1	4	2.496	83,10	86,60	88,60	16,00	39.936	2.983	11.908	16.931	67.722	5,69
4,00	IE1	4	2.380	83,10	86,60	88,60	16,00	38.080	2.845	11.355	16.931	67.722	5,96
7,50	IE1	6	2.384	86,00	88,70	90,40	45,00	107.280	6.072	24.236	26.879	161.276	6,65
4,00	IE1	4	1.250	83,10	86,60	88,60	16,00	20.000	1.494	5.964	16.931	67.722	11,36
2,20	IE1	1	1.250	79,70	84,30	86,70	2,20	2.750	279	1.112	12.087	12.087	10,87
1,50	IE1	5	2.496	77,20	82,80	85,30	7,50	18.720	2.303	9.191	9.731	48.653	5,29
45,00	IE1	8	2.496	91,70	93,10	94,20	360,00	898.560	26.006	103.805	107.038	856.301	8,25
11,00	IE1	3	2.496	87,60	89,80	91,40	33,00	82.368	3.909	15.604	33.119	99.358	6,37
1,10	IE1	2	1.250	75,00	81,40	84,10	2,20	2.750	397	1.584	8.291	16.581	10,47
1,20	IE1	3	1.250	75,00	81,40	84,10	3,60	4.500	649	2.591	8.291	24.872	9,60
4,00	IE2	6	2.384	83,10	86,60	88,60	24,00	57.216	1.491	5.953	16.931	101.583	17,06
5,50	IE2	6	2.496	84,70	87,70	89,60	33,00	82.368	1.992	7.950	21.294	127.764	16,07
3,00	IE2	6	2.496	81,50	85,54	87,70	18,00	44.928	1.294	5.164	13.832	82.995	16,07
2,20	IE2	13	2.496	79,70	84,30	86,70	28,60	71.386	2.344	9.357	12.087	157.131	16,79
15,00	IE2	2	2.496	88,70	90,60	92,10	30,00	74.880	1.346	5.373	43.068	86.136	16,03
15,00	IE2	5	1.250	88,70	90,60	92,10	75,00	93.750	1.685	6.727	43.068	215.341	32,01
11,00	IE2	10	2.384	87,60	89,80	91,40	110,00	262.240	5.112	20.406	33.119	331.193	16,23
5,50	IE2	4	2.384	84,70	87,70	89,60	22,00	52.448	1.268	5.062	21.294	85.176	16,83
0,75	IE2	2	2.496	72,10	79,60	82,50	1,50	3.744	165	660	6.982	13.963	21,16
3,00	IE2	6	2.384	81,50	85,54	87,70	18,00	42.912	1.236	4.932	13.832	82.995	16,83
5,50	IE2	3	1.250	84,70	87,70	89,60	16,50	20.625	499	1.991	21.294	63.882	32,09
22,00	IE2	3	2.384	89,90	91,60	93,00	66,00	157.344	2.586	10.322	57.861	173.582	16,82
7,50	IE2	5	2.384	86,00	88,70	90,40	37,50	89.400	1.895	7.566	26.879	134.397	17,76
3,00	IE2	3	1.250	81,50	85,54	87,70	9,00	11.250	324	1.293	13.832	41.497	32,09
4,00	IE2	1	1.250	83,10	86,60	88,60	4,00	5.000	130	520	16.931	16.931	32,54
11,00	IE2	3	1.250	87,60	89,80	91,40	33,00	41.250	804	3.210	33.119	99.358	30,95
30,00	IE2	1	2.384	90,70	92,30	93,60	30,00	71.520	1.076	4.296	72.871	72.871	16,96
2,20	IE2	2	1.250	79,70	84,30	86,70	4,40	5.500	181	721	12.087	24.174	33,53
5,50	IE2	6	2.384	84,70	87,70	89,60	33,00	78.672	1.902	7.593	21.294	127.764	16,83
4,00	IE2	4	2.496	83,10	86,60	88,60	16,00	39.936	1.041	4.155	16.931	67.722	16,30
8,50	IE2	2	2.496	86,00	88,70	90,40	17,00	42.432	900	3.591	26.879	53.759	14,97

2008 yılında verimlilik sınıflarına IEC tarafından IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiş olup IEC 60034.30 standart numarasıyla yayımlanmıştır. Standarda göre motor verimleri aşağıdaki gibidir;

- IE1: Standart Verimli Motor,
- IE2: Yüksek Verimli Motor,
- IE3: Premium Verimli Motor,
- IE4: Süper Premium Verimli Motor.

Türkiye’de 7 Şubat 2012 tarihinde Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yayınlanan “ELEKTRİK MOTORLARI İLE İLGİLİ ÇEVREYE DUYARLI TASARIM GEREKLERİNE DAİR TEBLİĞ” uyarınca IE1 standart verimli motor üretimi yasaklanmış, 1 Ocak 2015 tarihinden itibaren ise IE3 Premium verimin altında motor üretimi yasaklanmıştır. Tebliğ, bu tarihten sonra IE2 yüksek verimli motorların sadece frekans sürücüler ile kullanılabileceğini öngörmektedir. Motor yüzey sıcaklıklarının 48°C'ye kadar yükselmesi ve aynı zamanda titreme sorunlarının yaşanması, çeşitli operasyonel sorunları işaret edebilir. Bu durum, motorun performansını, güvenliğini ve uzun ömürlülüğünü etkileyebilir.



Şekil 17: Elektrik Motoru Verimlilik Standartlarının Karşılaştırılması

6.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Yapılan hesaplamalar sonucu motorların geri ödeme süreleri 5 yıldan fazla olduğundan dolayı verimlilik artırıcı proje olarak değerlendirilmemiştir. Bu sebeple tesisinizde bulunan IE2 verimli motorların arıza yapmaları durumunda IE3 Premium Verimli Motorlar ile değiştirilmesini önermekteyiz.

Motorun izolasyonunun bozulması, kısa devrelerin ortaya çıkmasına ve ciddi arızalara neden olabilir, hatta yangınlara yol açabilir. Bu nedenlerle, motorların aşırı ısınmasını önlemek için düzenli bakım ve doğru çalışma koşulları sağlanmalıdır. Soğutma sistemlerinin etkinliği düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse iyileştirilmelidir. Ayrıca, motorun çalışma voltajı ve akımı doğru şekilde ayarlanmalı ve motorun yük altında aşırı ısınmasını önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu sayede motorun verimliliği artar, performansı artar ve ömrü uzar. Motorlarda meydana gelen aşırı ısınmanın önlenmesi için alınabilecek çeşitli önlemler vardır:

- **Düzenli Bakım ve Temizlik:** Motorların düzenli olarak bakımı yapılmalı ve toz, kir gibi dış etkenlerden arındırılmalıdır. Bu, motorun soğutma sistemlerinin etkinliğini artırır.
- **Soğutma Sistemlerinin İyileştirilmesi:** Motorların bulunduğu ortama uygun soğutma sistemleri kullanılmalı ve gerekirse mevcut soğutma sistemleri iyileştirilmelidir. Örneğin, fanların performansı artırılabilir veya daha etkili soğutma sistemleri kurulabilir.

- **Yük Altında Çalışma Şartlarının İyileştirilmesi:** Motorların yük altında çalıştığı durumda ortam sıcaklığı, nem gibi faktörler göz önünde bulundurularak uygun çalışma koşulları sağlanmalıdır. Aşırı yüklenme durumları önlenmeli ve motorlar optimum çalışma koşullarında kullanılmalıdır.
- **Daha Verimli Motorların Kullanılması:** Enerji verimliliği daha yüksek olan motorlar tercih edilmeli ve mevcut motorlar gerekirse daha verimli modellere yükseltilmelidir.
- **Yüksek Sıcaklıklarda Çalışma Özelliklerine Sahip Malzemelerin Kullanımı:** Motorların yapısal bileşenleri, yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemelerden üretilmelidir. Bu, motorun aşırı ısınma durumlarında daha dayanıklı olmasını sağlar.
- **Termal Koruma Sistemlerinin Kullanılması:** Motorlarda aşırı ısınma durumlarında devreye giren termal koruma sistemleri kullanılabilir. Bu sistemler, motorun aşırı ısınması durumunda otomatik olarak devreye girer ve motorun zarar görmesini önler.
- **Optimum Çalışma Parametrelerinin Ayarlanması:** Motorların voltajı, akımı ve frekansı gibi çalışma parametreleri doğru şekilde ayarlanmalıdır. Bu, motorun verimli bir şekilde çalışmasını sağlar ve aşırı ısınma riskini azaltır. Bu önlemler, motorların aşırı ısınmasını önlemek ve motorların daha uzun ömürlü olmasını sağlamak için alınabilir. Her bir motorun çalışma koşulları ve gereksinimleri farklı olduğundan, uygun önlemler seçilirken dikkatli bir şekilde değerlendirme yapılmalıdır.

6.4. İÇ VE DIŞ AYDINLATMA

6.4.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 18: İç - Dış Aydınlatma Görüntüleri

Tesiste mevcut aydınlatma armatürleri çeşitlilik göstermektedir. Tesiste bulunan armatürler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Çeşitli armatür tipleri, merkezin farklı alanlarında aydınlatma ihtiyaçlarını karşılamak üzere kullanılmaktadır. Mevcut aydınlatma envanter bilgileri projelerden alınmıştır ve ekte verilmiş olup değişim tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 37: Aydınlatma Değişim Tablosu

Mevcut Aydınlatma Armatürleri			Önerilen Aydınlatma Armatürleri		
Armatür Tipi	Gücü (Watt)	Adet	Armatür Tipi	Gücü (Watt)	Adet
4*18 W Floresan Armatür	72	10.874	60*60 cm 36 W LED Panel	36	10.874
2*36 W Floresan Armatür	72	594	60*30 cm 36 W LED Panel	36	594
2*18 W Floresan Armatür	36	1.536	60*30 cm 18 W LED Panel	18	1.536
2*53 W Floresan Armatür	106	26	36 W LED Bant Armatür	36	26
1*36 W Floresan Armatür	36	434	18 W LED Bant Armatür	18	434
1*23 W Floresan Armatür	23	1.316	13 W LED Bant Armatür	13	1.316
1*26 W Floresan Armatür	26	54	13 W LED Bant Armatür	13	54
1*18 W Floresan Armatür	20	27	9 W LED Floresan	9	27
100 W Floresan Armatür	100	30	50 W LED Etanj Armatür	50	30
60 W Floresan Armatür	60	373	36 W LED Bant Armatür	36	373
13 W Floresan Armatür	13	34	-	-	-

6.4.2. Ölçümler ve Tespit

Tesisteki iç mekânlarının mevcut aydınlık düzeyini belirlemek amacıyla lüks ölçümü yapılmıştır. Ölçüme sonuçları aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır. Tesisteki aydınlık düzeyleri genel olarak şu şekildedir: Koridorlar çoğunlukla standart olan 100 lüks seviyesinin altında kalmakta veya yüksek değerler göstermektedir, bu da bazı koridorların yetersiz aydınlatmaya sahip olduğunu göstermektedir. Personel oda-ofis alanları genellikle 500 lüks standartını karşılamamakta veya biraz altında değerler göstermektedir. Masa aydınlıkları bazı yerlerde önerilen 300 lüks seviyesinin altında kalmakta, ancak genel olarak kabul edilebilir düzeylerde bulunmaktadır. Genel olarak, bazı alanlarda aydınlık düzeyleri iyileştirme gerektirmekte, bazıları ise uygun seviyelerde aydınlatmaya sahip görünmektedir.



Şekil 19: Aydınlık Düzeyi Lüks Ölçümleri

Aydınlatma ölçümü sonuçlarının değerlendirilmesi, ölçülen ışık şiddeti verilerinin analizi ve standartlarla karşılaştırılmasını içerir. Düşük ve yüksek aydınlık lüks (lüks) değerlerinin sonuçları, çalışma ortamlarının ve genel yaşam kalitesinin üzerinde önemli etkilere sahiptir. Düşük aydınlık lüks değerleri, görsel performansı ve genel iş verimliliğini olumsuz yönde etkiler. Özellikle iş yerlerinde, okullarda, hastanelerde veya diğer çalışma alanlarında düşük aydınlatma seviyeleri göz yorgunluğuna, göz ağrısına ve baş ağrısına neden olabilir.

Bu durum, uzun süreli çalışma gerektiren görevlerde dikkat dağınıklığına ve hatalı karar vermeye yol açabilir. Ayrıca, düşük aydınlatma seviyeleri motivasyon eksikliği, moral düşüklüğü ve genel çalışma memnuniyetsizliği gibi psikolojik etkilere de katkıda bulunabilir. Uygun aydınlatma olmadığında iş güvenliği riskleri artar ve kazaların meydana gelme olasılığı artar.

Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü 1. kat koridor ve odalarda pencere bulunmaması nedeniyle aydınlatma yetersiz ve gün boyu açık vaziyettedir. Görselleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 20: Penceresi Bulunmayan Alanlar

Tablo 38: Ortam Lüks Ölçüm Değerleri Tablosu

Sıra No	Bina-Bölüm Adı	Koridor Lüks	Oda-Ofis Lüks	Masa Lüks	Salon-Derslik Lüks
1	Mühendislik Fakültesi	328-304	541-380	443	613-450
2	Diş Hekimliği 2. Kat	287-185	327-230	250	373-242
3	Diş Hekimliği 1. Kat	-	-	-	295-212
4	Diş Hekimliği Yetişkin Polikliniği 1. Kat	366-254	-	-	396-210
5	Yüzme Havuzu (Kapalı Spor Salonu)	390-280	580-430	523	130-54
6	Kapalı Spor Salonu 1	185-150	-	-	478-462
7	Kütüphane	356-211	664-560	484	499-476
8	Atatürk Spor Merkezi	340-93	692-570	-	-
9	Spor Bilimleri Fakültesi	520-75	372-220	-	-
10	İlahiyat Fakültesi Derslik 1	282-186	267-231	251	320-212
11	İlahiyat Fakültesi Derslik 2	-	-	-	325-264
12	Kongre Merkezi	424-320	497-200	-	-
13	Kongre Merkezi Turkuaz Salonu	323-53	-	-	317-290
14	Ziraat Fakültesi 1. Kat	117-70	405-386	225	435-177
15	Ziraat Fakültesi Laboratuvar	-	-	-	135-125
16	Tıp-Acil-Yeşil Alan	180-130	-	221	216-189
17	Tıp-Acil-Sarı Alan	-	-	415	426-370
18	Tıp-Acil-Gözlem	-	-	196	310-275
19	Tıp-Zemin Kat-Nöroloji	330-173	-	120	157-96
20	Tıp-Zemin Kat-Kardiyoloji	-	-	304	323-260
21	Tıp-Zemin Kat-Diyetisyen	315-162	-	285	325-293
22	Tıp-Zemin Kat-Endokrinoloji	-	-	272	320-257
23	Tıp-Zemin Kat-Ortopedi Servis	-	175-118	108	-
24	Tıp-Zemin Kat-Ortopedi-Yatan Hasta Odası	227-209	176-135	122	-
25	Tıp-Zemin Kat-Servis-Fizik Tedavi	206-150	238-129	105	-

Sıra No	Bina-Bölüm Adı	Koridor Lüks	Oda-Ofis Lüks	Masa Lüks	Salon-Derslik Lüks
26	Kat Beyin Cerrahi Servis-Hasta Odası	264-240	192-120	130	-
27	Yoğun Bakım 1	254-115	-	348	428-389
28	Yoğun Bakım 2	-	-	245	346-284
29	Yoğun Bakım 3	-	-	450	492-444
30	Orman Fakültesi 2. Kat	140-110	-	240	390-294
31	Orman Fakültesi 1. Kat	136-91	-	310	360-270
32	Orman Fakültesi 1. Kat	86-13	406-165	-	-
33	Güzel Sanatlar Fakültesi 1. Kat	87-65	360-280	180	426-160
34	Güzel Sanatlar Fakültesi	-	354-233	-	-
35	İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi 1. Kat	148-77	372-124	136	226-75
36	İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi C Blok	200-150	572-347	-	410-150
37	Fen Edebiyat Fakültesi B Blok	-	-	-	340-265
38	Fen Edebiyat Fakültesi B Blok Zemin Kat	110-70	-	-	216-177
39	Fen Edebiyat Fakültesi A Blok Zemin Kat	130-15	380-247	-	175-140
40	Eğitim Fakültesi E Blok Zemin Kat	115-100	-	-	-
41	Eğitim Fakültesi E Blok 3. Kat	-	340-312	194	-
42	Eğitim Fakültesi E Blok 2. Kat	93-73	-	-	220-194
43	Üskim	120-87	216-124	125	260-113
44	İİBF Zemin Kat	106-45	320-145	280	340-264
45	Yabancı Diller Yüksekokulu 1. Kat	370-150	160-145	180	297-213
46	Rektörlük Giriş Kat	445-70	550-416	390	-
47	Rektörlük 1. Kat	410-60	453-90	385	-
48	Öğrenci İşleri	-	450-315	350	470-350
49	Yemekhane	225-50	-	-	-
50	Yemekhane	130-6	-	-	290-214

6.4.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tablo 39: Mevcut Aydınlatma Enerji Tüketimi Tablosu

Armatür Tipi	Armatür Sayısı	Armatür Gücü	Çalışma Süresi (Saat/Gün)	Çalışma Süresi (Gün/Yıl)	Elektrik Birim Fiyat (TL/kWh)	Ödenen Tutar (TL)	Tüketim (kWh)
4*18 W Floresan Armatür	10.874	72	8	300	3,99	7.500.411	1.879.027
2*36 W Floresan Armatür	594	72	8	300	3,99	409.715	102.643
2*18 W Floresan Armatür	1.536	36	8	300	3,99	529.733	132.710
2*53 W Floresan Armatür	26	106	8	300	3,99	26.402	6.614
1*36 W Floresan Armatür	434	36	8	300	3,99	149.677	37.498
1*23 W Floresan Armatür	1.316	23	8	300	3,99	289.966	72.643
1*26 W Floresan Armatür	54	26	8	300	3,99	13.450	3.370
1*18 W Floresan Armatür	27	20	8	300	3,99	5.173	1.296
100 W Floresan Armatür	30	100	8	300	3,99	28.740	7.200
60 W Floresan Armatür	373	60	8	300	3,99	214.399	53.712
Toplam						9.167.668	2.296.714

Tablo 40: Aydınlatma Değişim Sonrası Enerji Tüketimi Tablosu

Armatür Tipi	Armatür Sayısı	Armatür Gücü	Çalışma Süresi (Saat/Gün)	Çalışma Süresi (Gün/Yıl)	Elektrik Birim Fiyat (TL/kWh)	Ödenen Tutar (TL)	Tüketim (kWh)	Birim Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)
60*60 cm 36 W LED Panel	10.874	36	8	300	3,99	3.750.206	939.514	₺890,00	₺9.677.860,00
60*30 cm 36 W LED Panel	594	36	8	300	3,99	204.858	51.322	₺755,00	₺448.470,00
60*30 cm 18 W LED Panel	1.536	18	8	300	3,99	264.866	66.355	₺650,00	₺998.400,00
36 W LED Bant Armatür	26	36	8	300	3,99	8.967	2.246	₺110,00	₺2.860,00
18 W LED Bant Armatür	434	18	8	300	3,99	74.839	18.749	₺165,00	₺71.610,00
13 W LED Bant Armatür	1.316	13	8	300	3,99	163.894	41.059	₺235,00	₺309.260,00
13 W LED Bant Armatür	54	13	8	300	3,99	6.725	1.685	₺235,00	₺12.690,00
9 W LED Floresan	27	9	8	300	3,99	2.328	583	₺110,00	₺2.970,00
50 W LED Etanj Armatür	30	50	8	300	3,99	14.370	3.600	₺1.390,00	₺41.700,00
36 W LED Bant Armatür	373	36	8	300	3,99	128.640	32.227	₺110,00	₺41.030,00
Toplam						4.619.692	1.157.340		₺11.606.850

Hesaplamalar 8 saat günlük çalışma saati ve 300 gün yıllık çalışma süresi üzerinden hesaplanmıştır. Ayrıca aydınlatma değişim tablosunda bulunan 13 W floresan armatür cinsi bilinmediği için öneri verilememiştir ve hesaplamalara dahil edilmemiştir. Bununla birlikte Yüksek aydınlık lüks değerleri de bazı olumsuz etkilere sahiptir. Aşırı parlak ışık, gözlerde rahatsızlık hissi, göz kamaşması ve baş ağrılarına neden olabilir. Özellikle bilgisayar başında veya parlak aydınlatmalı ortamlarda çalışan kişilerde bu etkiler daha belirgin olabilir. Yüksek aydınlık seviyeleri aynı zamanda uyku düzenini bozabilir ve uykusuzluğa yol açabilir. Bu da çalışma performansını düşürebilir ve genel sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Sonuç olarak, uygun aydınlatma seviyelerinin sağlanması, çalışanların verimliliği, iş güvenliği ve genel yaşam kalitesi için kritik öneme sahiptir. İşyerlerinde ve diğer çalışma alanlarında, hem düşük hem de yüksek aydınlık lüks değerlerinden kaçınılmalıdır. Optimal aydınlatma düzeyleri, çalışanların konforunu artırır, iş performansını artırır ve genel olarak daha sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlar. Bu nedenle, aydınlatma düzeylerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması önemlidir.

Bir tesis, gün ışığı ile doğru bir biçimde aydınlatılmış olsa bile, kapalı hava koşullarında, kış aylarında, kimi zaman tüm gün, kimi zaman ise, günün erken ve geç saatlerinde ve akşam vardiyalarında, yapma aydınlatmaya gereksinim vardır. Yapma aydınlatma tasarımında amaç; aydınlığın niceliği ve niteliği yönünden gerekli koşulları sağlayacak, etkin enerji (uygun enerji) kullanımlı, uzun ömürlü (dayanıklı) ve en az bakım gerektiren düzenleri oluşturmaktır. Bu amaçla, lamba (ışık kaynağı) seçimi, aydınlatma armatürü (aygıtı) seçimi, aydınlatma düzeni, tasarımı gerçekleştirmede en önemli etkenlerdir. LED teknolojisi ayrıca geleneksel lamba, floresan lambalar ve kompakt floresan lambalar ve aydınlatma cihazlarına göre birçok avantaj sağlar. Bu avantajlar arasında uzun kullanım ömrü, önemli ölçüde daha düşük enerji tüketimi (%90 daha verimli), daha düşük bakım maliyeti ve daha yüksek güvenlik sağlaması sayılabilir.



Şekil 21: Işığın İnsan İşleyişi Üzerindeki Potansiyel Etkileri Şeması

Tablo 41: EN 12464-1: 2011 Standardına Göre Binalarda En Az Aydınlık Düzeyleri Tablosu

Alan Adı	En az Aydınlık Düzeyi Lüks
Koridor ve Dolaşım Alanları	100
Merdiven, Yürüme Bantları ve Asansörler	150
Bekleme Odaları	100
Operasyon Yönetim ya da Kumanda Odaları	200
Dosya ve Fotokopi Odaları vb.	300
Yazma, Tape, Okuma ve Veri İşleme	500
Konferans ve Toplantı Salonları	500
Personel Ofisleri	500
Genel Işıklandırma	100
Resepsiyon Masası	300

6.4.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Mevcut aydınlatma sistemlerinde, floresan armatürler en yüksek enerji tüketimini ve maliyeti oluşturuyor. Toplamda 15.264 adet floresan armatür, yıllık 9.167.668 TL maliyetle 2.296.714 kWh enerji tüketiyor. LED değişimi yapıldığı takdirde; toplamda 15.264 adet LED armatür, yıllık 4.619.692 TL maliyetle 1.157.340 kWh enerji tüketecektir.

Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü 1. kat koridor ve odalarda pencere bulunmaması nedeniyle ortam hava kalitesi ve aydınlatma seviyesi uygun değildir. Bu bölümlere pencere açılarak aydınlatmaların gün boyu çalışmasını önler ve yaşam koşulları iyileştirilmiş olur. Bu yüzden bahsi geçen bölümlere pencere açılması önerilmektedir.

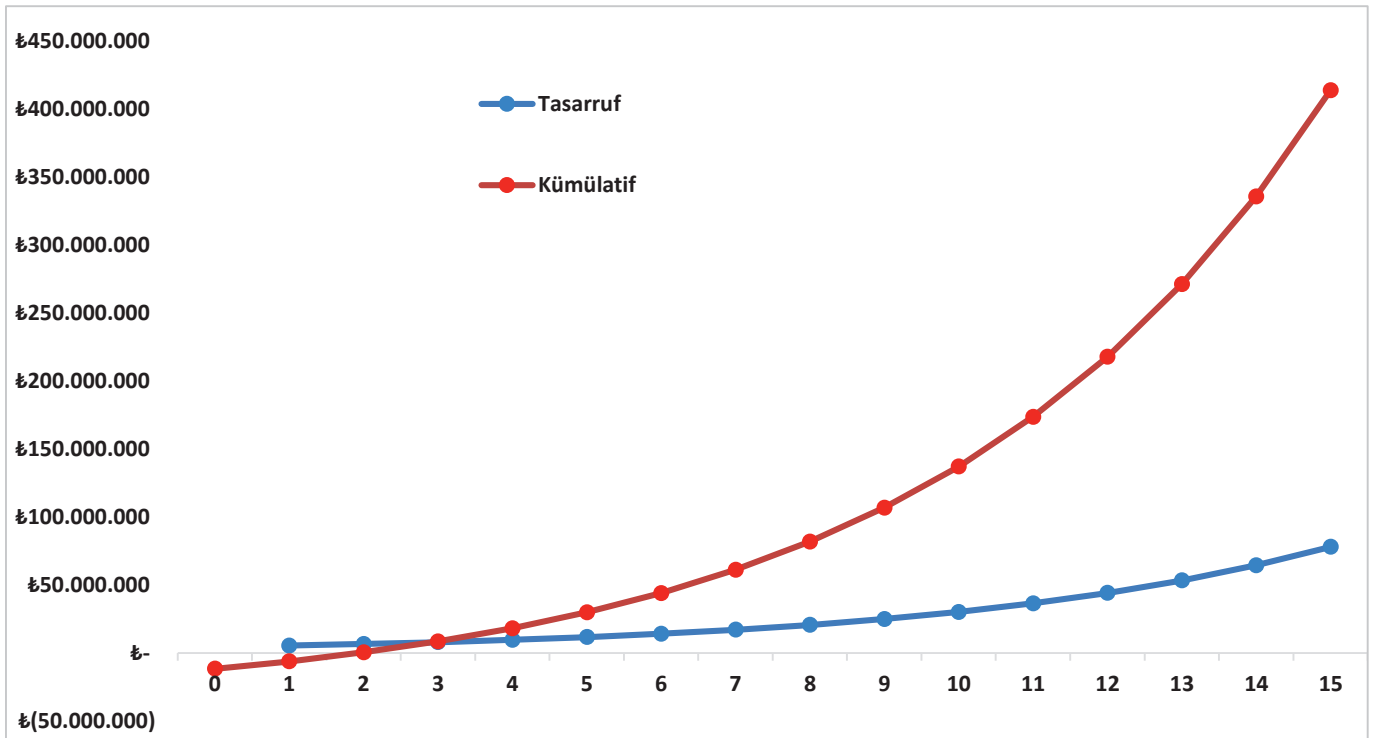
Solar sokak aydınlatması, güneş enerjisini kullanarak sokakları aydınlatan bir sistemdir. Bu sistem, genellikle güneş panelleri, şarj kontrol cihazı ve akülerden oluşur. Güneş panelleri, güneş ışığını elektriğe dönüştüren fotovoltaik hücrelerden oluşur ve sokak lambalarının üzerine monte edilir. Gün boyunca güneş ışığından aldıkları enerjiyi kullanarak elektrik üretirler. Şarj kontrol cihazı, güneş panellerinden gelen elektriği düzenler ve bataryalara yönlendirir. Bu cihaz, bataryaların aşırı şarj olmasını önler ve güneş ışığının yoğunluğuna göre şarj miktarını ayarlar. Aküler, güneş enerjisinin depolandığı ve gece veya karanlıkta sokak lambalarını besleyen bataryalardır. Solar sokak aydınlatması, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisini kullanarak çevre dostu ve ekonomik bir aydınlatma çözümü sunar. Solar sokak aydınlatması ayrıca şebekeye bağlı olmayan ve acil durumlarda kullanılacak bir güç kaynağı sağlar.

Doğal afetler veya acil durumlar sırasında, güneş enerjisiyle çalışan sokak lambaları, iletişimi sağlamak, güvenlik sağlamak ve toplumların aydınlanmasını sağlamak için kullanılabilir. LED dönüşümü, enerji verimliliğini artırmanın ve daha sürdürülebilir bir aydınlatma çözümü elde etmenin önemli bir yoludur. Mevcut aydınlatma armatürleri arasında floresan armatürler, ve metal halide armatürler bulunmaktadır. Verilen mevcut aydınlatma çözümleri, enerji verimliliği ve aydınlatma kalitesi açısından güncellenmeye ihtiyaç duymaktadır. Önerilen aydınlatma armatürleri arasında LED floresan, LED projektörler ve daha düşük güç tüketimine sahip alternatifler yer almaktadır. Bu değişim, enerji tasarrufu sağlayarak hem maliyetleri düşürecek hem de aydınlatma kalitesini artıracaktır.

Yatırım maliyeti hesaplamalarında çevre ve şehircilik poz fiyatları baz alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 42: Aydınlatma LED Revizyonu

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı Ton
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	
Aydınlatma LED Revizyonu	Elektrik	1.139.374	97,99	4,47%	4.547.976	500,19
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	11.606.850	2,55	Orta Vade	82.822.754	67%	15



Grafik 52: Aydınlatma LED Revizyonu Ekonomik Analiz Grafiği

6.5. TARİFE ANALİZİ

6.5.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesis elektrik enerjisi Serbest Resmi Tüketici grubundan Tek Terim, Tek Zaman olarak tedarik edilmektedir.

Tek Terimli Tarife: Bu tarife türünde tesis, fatura dönemi içerisinde tükettiği aktif enerji miktarı (kWh) üzerinden bir bedel öder. Aktif enerji birim fiyatına muhtelif fon ve vergiler ile dağıtım bedelleri eklenmektedir.

Tek Terimli -Tek Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde tüm saatlerde tüketilen enerjinin tek bir birim fiyatı vardır.

Tek Terimli- Çok Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde 3 zaman diliminde tüketilen enerjinin farklı birim fiyatları vardır. Tesisin Elektrik sayacının akıllı sayaç olması bir ön koşuldur.

Sabah 06:00 ile akşam 17:00 arasındaki zamana "**t1** veya **Gündüz**",

Akşam saat 17:00 ile gece 22:00 arasındaki zamana "**t2** veya **Puant**",

Gece 22:00 ile sabah 06:00 arasındaki zamana ise "**t3** veya **Gece**" denilmektedir.

Tek zamanlı tarife ile karşılaştırıldığında t1/Gündüz tüketim birim fiyatları az bir miktar düşük, Puant tüketim birim fiyatı ise oldukça yüksek fakat Gece tüketim birim fiyatı oldukça düşüktür.

Çift Terimli Tarife: Bu tarife türünde tesis, fatura dönemi içerisinde tükettiği aktif enerji miktarı (kWh) üzerinden bir bedel ödemenin yanı sıra, "**sözleşme gücü**" karşılığı (kW) üzerinden her ay ayrıca **güç bedeli** öder. Sözleşme gücünün aşılması halinde aşılacak kısım için ilave güç aşım bedeli alınmaktadır. Aktif enerji birim fiyatına muhtelif fon ve vergiler ile dağıtım bedelleri eklenmektedir. Güç Bedeli ödenmesine rağmen, aktif enerji birim fiyatı ile dağıtım bedeli tek terimli tarifeye göre daha düşük olmasından dolayı, doğru sözleşme gücü seçilmesi durumunda avantajlı olabilmektedir.

Çift Terimli - Tek Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde tüm saatlerde tüketilen enerjinin tek bir birim fiyatı vardır.

Çift Terimli - Çok Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde 3 zaman diliminde tüketilen enerjinin farklı birim fiyatları vardır. Tesisin Elektrik sayacının akıllı sayaç olması bir ön koşuldur.

Sabah 06:00 ile akşam 17:00 arasındaki zamana "**t1** veya **Gündüz**",

Akşam saat 17:00 ile gece 22:00 arasındaki zamana "**t2** veya **Puant**",

Gece 22:00 ile sabah 06:00 arasındaki zamana ise "**t3** veya **Gece**" denilmektedir.

Tek zamanlı tarife ile karşılaştırıldığında t1/Gündüz tüketim birim fiyatları az bir miktar düşük, Puant tüketim birim fiyatı ise oldukça yüksek fakat Gece tüketim birim fiyatı oldukça düşüktür.

Serbest Tüketici - Özel Tedarikçi Sözleşmesi: Yılda belli bir tüketimin üzerinde olan tüketiciler Serbest tüketici olabilmekte ve tedarikçisini kendisi seçebilmektedirler. Özel tedarikçiler, Tesisin tüketim durumuna göre bir özel birim fiyat belirleyerek tesise önermekte ve tüketim miktarları bu birim fiyatla çarpılarak, fon vb. vergiler eklenerek tesise faturalanmaktadır.

Her üç seçeneğin de kendine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Bu avantaj ve dezavantajlar zaman içerisinde de değişmektedir. Tesisin geçmiş tüketimleri ve mevcut tüketim profili incelenerek en uygun tarife seçeneğinin belirlenmesi işine "**Tarife Analizi**" denilmektedir.

Tesisler, bu tarifelerden birini seçerek elektrik enerjisini görevli tedarik şirketinden temin edebileceği gibi, "Serbest Tüketici" statüsüne sahip ise ikili anlaşmalar yaparak özel tedarikçi firmalarından da temin edebilirler. 2024 yılı Serbest Tüketici olma sınırı yılda 950 kWh üzerinde tüketimin olmasıdır. Özel tedarikçiler, Tesisin tüketim durumuna göre bir özel birim fiyat belirleyerek tesise önermekte ve tüketim miktarları bu birim fiyatla çarpılarak, fon vb. vergiler eklenerek tesise faturalanmaktadır.

6.5.2. Ölçümler ve Tespit

Tablo 43: 1 Temmuz 2024 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler Tablosu

EPDK Tarafından Onaylanan ve 1 Temmuz 2024 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler										
1/7/2024		Faaliyet Bazlı Tüketici Tarifeleri (kr/kWh)					Güç Bedeli Hariç Toplam Tarifeler (kr/kWh)			
İletim Sistemi Kullanıcıları	Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan İletim Sistemi Kullanıcıları	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puant Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
	Tüketici	312,4942	316,4941	507,6545	162,2084	0,0000	312,4942	316,4941	507,6545	162,2084
Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puant Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
	Orta Gerilim Çift Terimli						Orta Gerilim Çift Terimli			
	Sanayi	274,2853	278,1487	462,8456	129,0797	60,2673	334,5526	338,4160	523,1129	189,3470
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer	306,6641	310,2889	517,9165	145,0883	93,9251	400,5892	404,2140	611,8416	239,0134
	Mesken	151,8262	155,3345	283,1156	53,1505	93,0324	244,8586	248,3669	376,1480	146,1829
	Tarım Faaliyetleri	200,9917	203,5594	350,1303	86,4353	77,3544	278,3461	280,9138	427,4847	163,7897
	Aydınlatma	311,4197				90,1476	401,5673			
	Tek Terimli						Tek Terimli			
	Sanayi	284,7019	288,7020	479,8624	134,4163	66,5704	351,2723	355,2724	546,4328	200,9867
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer	306,0686	309,6935	517,3211	144,4918	117,1606	423,2292	426,8541	634,4817	261,6524
	Mesken	145,9788	149,4873	277,2666	47,3019	114,8713	260,8501	264,3586	392,1379	162,1732
	Tarım Faaliyetleri	198,2802	200,8482	347,4192	83,7224	96,3144	294,5946	297,1626	443,7336	180,0368
	Aydınlatma	311,8006				112,4522	424,2528			
	Alçak Gerilim Tek Terimli						Alçak Gerilim Tek Terimli			
	Sanayi	267,5627	271,3632	453,0836	124,6970	102,9981	370,5608	374,3613	556,0817	227,6951
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün ve altı)	246,3661	310,4593	518,0865	145,2583	139,5844	385,9505	450,0437	657,6709	284,8427
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün üstü)	306,8350	310,4593	518,0865	145,2583	139,5844	446,4194	450,0437	657,6709	284,8427
	Mesken (8 kWh/gün ve altı)	49,4065	142,6273	270,4077	40,4418	136,5179	185,9244	279,1452	406,9256	176,9597
	Mesken (8 kWh/gün üstü)	139,1181	142,6273	270,4077	40,4418	136,5179	275,6360	279,1452	406,9256	176,9597
	Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler	6,1590				82,8453	89,0043			
	Tarım Faaliyetleri	195,0087	201,7331	344,1485	80,4509	114,6937	309,7024	316,4268	458,8422	195,1446
	Aydınlatma	314,2697				133,6912	447,9609			
	Genel Aydınlatma	389,0440				133,6912	522,7352			

Tarife analizi yapılırken 2025 yılı Ocak ayı elektrik faturası baz alınmıştır. Gündüz tüketim 522.792,9 kWh, puant tüketimi 161.878,5 kWh ve gece tüketimi 239.160,6 kWh' tır. Toplam tüketim 923.832 kWh olarak gerçekleşmiştir.

6.5.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesise ait 2025 yılı ocak faturasına göre yapılan tasarruf çalışması aşağıda verilmiştir.

Tablo 45: Tarife Analizi Tasarruf Çalışması Tablosu

FATURA BİLGİLERİ	TEK TERİM	ÇİFT TERİM
Aktif Tüketim (kWh)	923.832,00	923.832,00
Aktif Birim Fiyatı (TL/kWh)	2,82004	2,82004
Aktif Tüketim Tutarı (TL)	2.605.243,19	2.605.243,19
Dağıtım Bedeli Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,17160600	0,93925100
Elektrik Dağıtım Bedeli (TL)	1.082.367,11	867.710,13
Güç Miktarı (kWh)	0	11.400
Güç Bedeli Birim Fiyatı (TL/kWh)	0	32,245379
Güç Bedeli (TL)	0	367.597,32
ARA TOPLAM (TL)	3.687.610,31	3.840.550,64
KDV %20 (TL)	737.522,06	768.110,13
FATURA TUTARI (TL)	4.425.132,37	4.608.660,77
DAMGA VERGİSİ (TL) (9,48/1000)	34.958,55	36.408,42
ÖDENECEK TUTAR	4.390.173,82	4.572.252,35
TASARRUF MİKTARI (TL)	-182.078,53	

6.5.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Kuruluşlar, değişen mevzuat ve piyasa koşullarını yakından takip etmek zorundadır. Mevzuata uygunluğu sağlamak ve rekabet avantajı elde etmek için tedarikçilerin sunulan hizmetlerini, tarifelerini ve sözleşme şartlarını düzenli olarak gözden geçirmeleri önemlidir. Ayrıca, enerji piyasasındaki değişiklikleri izlemek, işletmenin maliyetlerini optimize etmek ve verimliliği artırmak için kritik bir rol oynar. Kuruluşlar, enerji tedarikçileri arasında rekabet avantajı elde etmek ve en uygun fiyatları, hizmetleri ve sözleşme şartlarını seçmek için dikkatli bir araştırma yapmalıdır.

Bu süreçte, mevcut ve potansiyel tedarikçilerin sunduğu fırsatları değerlendirmek ve uzun vadeli stratejik ortaklıklar kurmak da önemlidir. Böylece, kuruluşlar mevzuata uygunluğu sağlayabilir, maliyetleri optimize edebilir ve rekabet avantajı elde edebilirler. Bundan dolayı sözleşme döneminin sonunda bu çalışmanın tekrarlanarak yeni çalışmanın sonuçlarına göre en uygun tarife ile mevcut tarifenin değiştirilmesi önerilir.

TEDAŞ 2024 güncel birim fiyatları ve tesisin satın aldığı özel tedarikçi birim fiyatları ile uygulanan mevcut indirim oranına göre hesaplanmıştır. Tarife analizi tasarruf çalışması sonuçlarına göre tesis için en uygun tarifenin “Tek Terim Tek Zaman” olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tasarruf çalışmasına göre en uygun tarifenin hali hazırda kullanılan “Tek Terim Tek Zaman” olduğu tespit edilmiştir.

7. ENERJİ YÖNETİMİ

Enerji tüketimini verimli hale getirmek, enerji maliyetlerini azaltmak ve pazarlama etkilerini en az indirmek için kullanılan bir sistem yöntemidir. Bu sistem, enerjinin sürekli olarak çalıştırılmasını, analiz edilmesini ve birleştirilebilmesini hedefler. ISO 50001 standardına dayalı olarak geliştirilmiş olan bu sistem, dünya çapında geçerli bir yönetim standardıdır. Tesiste ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi bulunmaktadır. Ekte verilmektedir.

Enerji Yönetim Sisteminin Temel Unsurları;

1. Politika Geliştirme:

- Enerji yönetimi ile ilgili hedefin ve ilkelerin belirlenmesi.
- Üst yönetim tarafından onaylı bir enerji politikası.

2. Enerji Tüketimi Analizi:

- Tüm enerji kullanım noktalarının belirlenmesi.
- Enerji tüketiminin kaydedilmesi ve kayıt altına alınması.
- Enerji yoğun odalarda (SEU - Önemli Enerji Kullanımı) belirlenmesi.

3. Hedef ve Planlama:

- Enerji miktarını artırmak için ölçülebilir hedefin belirlenmesi.
- Uygulama planlarının hazırlanması.

4. İzleme:

- Enerji durumunu düzenli olarak izleyin ve performansınızı artırın.
- Verilerin analiz edilmesi ve enerji tasarrufunun belirlenmesi.

5. Eylem ve İyileştirme:

- Enerji verimliliği projelerinin hayata geçirilmesi.
- Çalışanların eğitimi ve bilgilerinin geliştirilmesi.
- Sürekli sürekli çalışmalar ile sistem etkinliğinin sağlanması.



Şekil 23: ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi

7.1.1. Enerji Yönetim Sisteminin Faydaları

- **Maliyet Azaltımı:** Enerji tüketiminin azaltılmasıyla enerji faturaları azalır.
- **Çevresel Fayda:** Daha az enerji kullanımı, karbon salınımını azaltır ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirir.
- **Verimlilik Artışı:** Kaynakların etkin kullanımı ile üretim parçaları optimize edilir.
- **Yasal Uyumluluk:** Enerji alışverişi ile ilgili yasal gerekliliklere yönelik olarak sağlanmıştır.
- **Rekabet Avantajı:** Enerji maliyetlerinin artması, rekabet gücünü artırır.

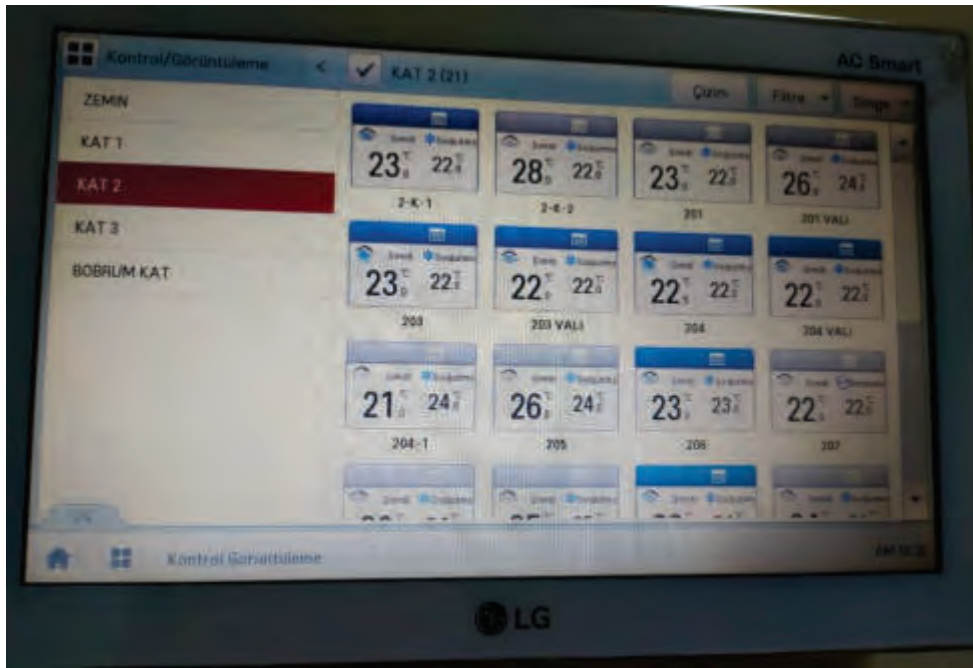
7.1.2. Enerji Yönetim Sisteminin Uygulama Süreci

1. **Durum Analizi:** Enerji verimliliği ve mevcut durumun değerlendirilmesi.
2. **Planlama:** Enerji hedeflerini belirlemek ve uygulama planı oluşturmak.
3. **Uygulama:** Enerji tasarrufu önlemleri ve projelerini hayata kurtarmak.
4. **Kontrol:** Enerjinin izlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi.
5. **Gözden Geçirme:** Sistemin analizini yapmak ve olanaklarını belirlemek.

7.2. BİNA OTOMASYONU

7.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Otomasyon, en geniş tanımıyla proseslerin gerçekleştirilmesinde, insanın görevini, otomatik olarak kontrol etme, izleme görevini yapan sistemlere denir. Kolay ve güvenilir üretim ve yönetim, temelde prosesin doğru işletilmesi ve her adımında kontrol edilmesiyle mümkündür. Otomasyon sistemlerinin bir dizi faydası vardır ve birçok sektörde kullanımları giderek artmaktadır. İşletmeler, üretkenliği artırmak, maliyetleri düşürmek, kaliteyi iyileştirmek ve süreçleri optimize etmek gibi avantajlardan yararlanabilirler.



Şekil 24: Örnek Scada Arayüz

7.2.2. Ölçüm ve Tespit

Tesiste otomasyon sistemi bulunmamaktadır.

7.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Otomasyon sistemleri, binaların ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin otomatik olarak kontrol edilmesine olanak tanır. Bu sistemler, enerji verimliliğini artırabilir, kullanımı optimize edebilir ve binaların içindeki sıcaklık ve havalandırma düzeylerini düzenleyebilir. Otomasyon sistemlerinin değerlendirilmesi genellikle şu faktörlere dayanır:

Enerji Verimliliği: Otomasyon sistemleri, enerji verimliliğini artırabilir. Bu sistemler, ısıtma ve soğutma ihtiyacını daha hassas bir şekilde kontrol ederek enerji tüketimini optimize edebilir.

İç Konfor: Otomasyon sistemleri sıcaklık, nem ve hava kalitesi gibi faktörlerin otomatik olarak izlenmesi, düzenlenmesi, bina sakinlerinin konforunu sağlar.

Uzaktan İzleme ve Kontrol: Modern otomasyon sistemleri, uzaktan izleme ve kontrol özelliklerine sahip olabilir. Bu, kullanıcıların sistemleri uzaktan yönetmesine ve izlemesine olanak tanır, böylece sorunlar hızlı bir şekilde tespit edilip çözülebilir.

Bakım Kolaylığı: İyi bir otomasyon sistemi, bakım gereksinimlerini azaltabilir. Kendi kendini izleme ve otomatik uyarı özellikleri, bakım ihtiyacını tahmin etmeye ve sorunları önceden belirlemeye yardımcı olur.

Esneklik: Otomasyon sistemleri, değişen ihtiyaçlara uyum sağlamak için esnek olmalıdır. Farklı mevsimlerde, günün farklı saatlerinde veya farklı bina kullanım senaryolarında sistemlerin gereksinimlerinin ayarlanabilmesi önemlidir.

Maliyet Etkinliği: Otomasyon sistemlerinin maliyeti, genellikle enerji tasarrufu ve bakım kolaylığı gibi faktörlerin yanı sıra başlangıç yatırımı ve işletme maliyetleri göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.

Bu değerlendirme faktörleri, bir otomasyon sistemi seçerken göz önünde bulundurulması gereken temel noktalardır. Bu sistemler, enerji tasarrufu sağlayarak işletme maliyetlerini azaltabilir ve aynı zamanda bina sakinlerinin konforunu artırabilir.

Otomasyonu sistemleri, aşağıda vereceğimiz örnek programlama senaryoları ile kontrol edilen bu sistemlerde %10 ile %30 arasında enerji verimliliği sağlamaktadır.

Yapılabilen alternatifli zaman programları ile sistemin gerçek işletme saatlerinde faal göstermesini sağlayarak, gerekli olmayan saatlerde kapanmasını sağlar. Hem dış hava hem de iç hava için yapılacak, ısı, nem, entalpi, hava kalitesi gibi ölçümlere dayanarak yapılan kontrol ile enerjisi en verimli ve kaliteli hava kullanılır ve gereksiz ısıtma, soğutma, nemlendirme yapılmasını önleyerek enerji verimliliği sağlanır.

Bu değerlendirme faktörleri, bir otomasyon sistemi seçerken göz önünde bulundurulması gereken temel noktalardır. Bu sistemler, enerji tasarrufu sağlayarak işletme maliyetlerini azaltabilir ve aynı zamanda bina sakinlerinin konforunu artırabilir.

7.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Otomasyon sistemlerinde enerji verimliliğini artırmak için çeşitli önlemler alınabilir. Bu önlemler, binaların enerji tüketimini azaltarak işletme maliyetlerini düşürmeye ve çevresel etkiyi azaltmaya yardımcı olabilir. Aşağıda otomasyon sistemlerinde enerji verimliliğini artırmak için alınabilecek bazı önlemler bulunmaktadır:

Akıllı Termostatlar ve Sensörler: Akıllı termostatlar ve sensörler, bina içi sıcaklık, nem ve güneş ışığı gibi değişkenleri ölçerek bu verilere dayalı olarak otomatik olarak ısıtma ve soğutma sistemlerini ayarlayabilir. Bu, enerji tüketimini optimize ederek gereksiz çalışma sürelerini önler.

Zamanlayıcılar ve Programlanabilir Kontroller: Sistemlerinde zamanlayıcılar ve programlanabilir kontroller kullanarak, bina kullanımına göre ısıtma ve soğutma sistemlerini zaman içinde ayarlamak mümkündür. Bu sayede, iş saatleri dışında veya belirli günlerde sistemlerin çalışması azaltılabilir.

Hareket Sensörleriyle Entegre Aydınlatma ve Havalandırma Sistemleri: Hareket sensörleri, odalarda veya belirli alanlarda insan varlığını algılar ve buna göre aydınlatma ve havalandırma sistemlerini kontrol eder. Bu, gereksiz enerji tüketimini azaltır.

Hava Kalitesi İzleme ve Kontrolü: Otomasyon sistemleri, iç mekân hava kalitesini izleyebilir ve filtreleme veya hava değişim oranlarını otomatik olarak ayarlayarak hava kalitesini koruyabilir. Bu, sağlıklı bir iç mekân ortamı sağlar ve enerji tüketimini optimize eder.

İzleme ve Raporlama Sistemleri: Enerji tüketimini izleyen ve raporlayan sistemler, bina yöneticilerine enerji tüketim desenlerini anlamalarına ve verimlilik iyileştirmeleri yapmalarına yardımcı olur.

Ekipman Bakımı ve Optimize Edilmiş Performans: Ekipmanlarının düzenli bakımı, sistemlerin verimliliğini artırabilir. Kirli filtrelerin değiştirilmesi, kaçakların onarılması ve ekipmanın doğru şekilde ayarlanması gibi önlemler, enerji tasarrufu sağlar.

Bu önlemler, otomasyon sistemlerinde enerji verimliliğini artırmak için alınabilecek başlıca adımlardır. Bu adımların uygulanması, binaların enerji tüketimini optimize ederek çevresel etkiyi azaltmaya ve işletme maliyetlerini düşürmeye yardımcı olabilir.

Fan coil sistemleri, ısıtma ve soğutma için yaygın olarak kullanılan HVAC (Isıtma, Havalandırma ve Klima) sistemleridir. Bu sistemlerde enerji tasarrufu sağlamak için çeşitli yöntemler uygulanabilir:

Programlanabilir Termostatlar: Fan coil sistemlerinde programlanabilir termostatlar kullanarak, odaların belirli saatlerde otomatik olarak ısıtılması veya soğutulması sağlanabilir. Bu sayede kullanılmayan saatlerde enerji tasarrufu sağlanabilir.

Verimli Ekipman Seçimi: Yüksek enerji verimliliğine sahip fan coil üniteleri seçerek enerji tüketimini azaltabilirsiniz. Yüksek COP (Coefficient of Performance) değerine sahip ve enerji verimliliği standartlarına uygun ekipmanlar kullanmak önemlidir.

Zonlama: Büyük alanlarda zonlama sistemleri kullanarak, farklı bölgelerdeki sıcaklık ihtiyaçlarına göre fan coil ünitelerinin çalışma sürelerini ve güç seviyelerini ayarlayabilirsiniz. Bu sayede kullanılan enerji miktarını optimize edebilirsiniz.

Hareket Sensörleri ve Zamanlayıcılar: Odalardaki hareket sensörleri ve zamanlayıcılar kullanarak, odaların kullanılmadığı zamanlarda fan coil sistemlerini otomatik olarak kapatmak enerji tasarrufu sağlar.

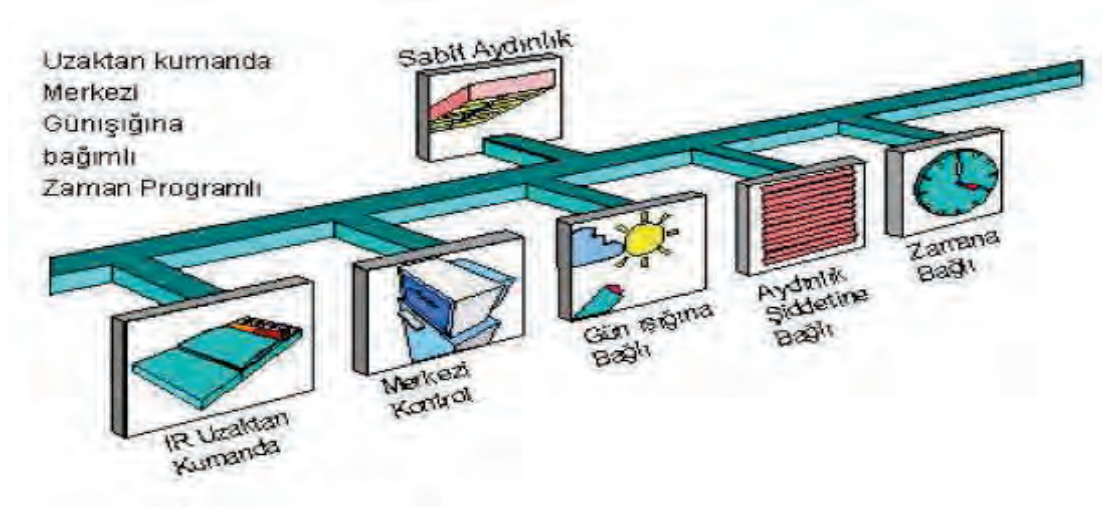
Bina İzleme ve Kontrol Sistemleri: Fan coil sistemlerini izlemek ve kontrol etmek için entegre bir bina yönetim sistemi (BYS) kullanabilirsiniz.

Bu sistemler, fan coil ünitelerinin performansını izleyebilir, enerji tüketimini analiz edebilir ve gereksiz enerji harcamalarını belirleyerek optimize edebilir.

Bakım ve Temizlik: Fan coil ünitelerinin düzenli bakımı ve temizliği, verimliliğin korunmasına ve enerji tasarrufuna yardımcı olur. Hava filtrelerinin düzenli olarak temizlenmesi veya değiştirilmesi, sistem performansını artırır ve enerji tüketimini azaltır.

Bu yöntemler fan coil sistemleriyle ısıtma ve soğutma yapılan bir yerde enerji tasarrufu sağlamak için etkili olabilir. Ancak, en uygun tasarruf stratejilerini belirlemek için mevcut sistemlerin analiz edilmesi ve bina özelliklerine uygun çözümlerin belirlenmesi önemlidir. Oda sıcaklığını 25 dereceden 22 dereceye düşürmek, bir tesiste ısıtma enerjisinden tasarruf sağlayabilir. Bu durum, enerji tüketimini azaltarak maliyetleri düşürebilir ve çevresel etkiyi minimize edebilir. Ancak, bu tasarruf miktarı birçok faktöre bağlı olarak değişebilir. Bunlar arasında binanın izolasyonu, ısıtma sistemlerinin verimliliği, hava sızıntıları ve dış hava koşulları gibi etkenler bulunmaktadır. Oda sıcaklığını 1 derece azaltmanın sağlayacağı enerji tasarrufu yüzde olarak sabit bir kurala bağlı değildir çünkü birçok faktör bu tasarrufu etkileyebilir.

Aydınlatma otomasyonu ile hem aydınlatma için harcanan enerjiyi giderleri düşürülürken konfor uygulamaları içinde çözümler oluşturmaktadır.



Şekil 25: Aydınlatma Otomasyon Planı

Aydınlatma sistemlerinizi harekete ve ortamın ışık seviyesine göre otomatik olarak ayarlanabilir. Örneğin güneşli havalarda ışıklar kısılır, bulutlu havalarda aydınlatmalar tam kapasite çalıştırılabilir. Hareket algılama dedektörleri ile kimsenin olmadığı mekânlarda ışıklar boşuna yanmaz böylece enerjiden tasarruf sağlanır. Varlık ve ışık seviyesine göre otomatik aydınlatma kontrolü ile ofis, işyeri, koridor, okul vb. yerlerde verimli çalışma ortamları yaratılmaktadır.

Aydınlatma sistemlerinde yapılabilecek otomasyon sistemleri;

- **Varlık Dedektörü:** Ortam içerisindeki varlığın çok küçük hareketlerini dahi tespit ederek, istenilen senaryo ve kontrolleri hayata geçirebilmektedir. Böylece, çalışma ortamında çıkış veya girişlerde istenilen aydınlatma, perde, panjur, iklimlendirme veya multimedya kontrolleri istenilen şekilde harekete geçerek konforlu bir ortam sağlayacaktır. Varlık dedektörü hiç hareket edilmese bile, insan varlığını algılar.
- **Gün Işığı Dedektörü:** Ortamın ışık seviyesini ölçerek, istenilen seviyeye gelmesi için aydınlatma sistemine gerekli bilginin iletilmesini sağlar. Böylece her zaman ve her koşulda çalışma ortamınızın ışık seviyesi istenilen düzeyde otomatik olarak ayarlanmaktadır.



Şekil 26: Varlık ve Gün Işığı Detektörü

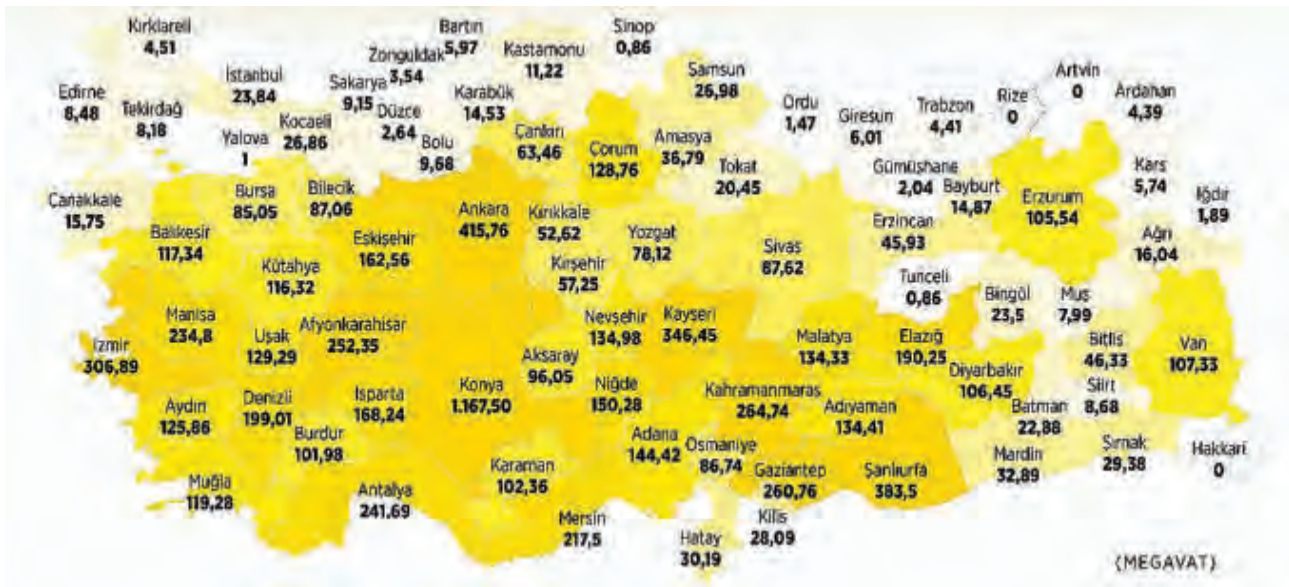
8. YERİNDE ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ

8.1. GES Sistemi

Güneş Enerji Santrali (GES), güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren tesislerdir. Bu tesisler genellikle büyük ölçekli olup, güneş panelleri veya fotovoltaik (PV) paneller kullanılarak elektrik üretirler. Güneş enerjisi, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olduğu için GES'ler, fosil yakıtların yerine geçerek çevre dostu bir enerji üretim yöntemi olarak önem kazanmaktadır. GES'lerin işleyişi, güneş ışığının güneş panelleri tarafından emilerek içlerinde bulunan fotovoltaik hücrelerde elektriğe dönüştürülmesi prensibine dayanır. Bu fotovoltaik hücreler, güneş ışığını emerek içlerinde bulunan yarı iletken malzemeler sayesinde elektrik üretirler. Oluşturulan doğru akım (DC) elektrik, invertörler aracılığıyla alternatif akıma (AC) dönüştürülerek elektrik şebekesine beslenebilir veya yerel tüketim için kullanılabilir. GES'lerin avantajları arasında çevre dostu olmaları, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olmaları, enerji bağımsızlığını artırma potansiyelleri ve güneş enerjisiyle üretilen elektriğin maliyet açısından rekabetçi olması sayılabilir. Ayrıca, güneş enerjisiyle üretilen elektrik, fosil yakıtlara kıyasla çevresel etkileri ve sera gazı emisyonlarını azaltır.

8.1.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Güneş panelleri, sürdürülebilir enerji üretimine katkıda bulunur ve enerji maliyetlerini düşürme potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda çevresel faydalar sunar ve fosil yakıtların tükenmesini önler. Bu nedenle güneş panelleri, enerji üretimi için giderek daha popüler bir seçenek haline gelmektedir. Güneş paneli verimliliği, bir güneş panelinin güneş ışığını elektrik enerjisine ne kadar etkili bir şekilde dönüştürdüğünü gösteren bir ölçüdür. Bu verimlilik, fotovoltaik (PV) hücrelerin ve güneş panellerinin kalitesine, tasarımına ve çalışma koşullarına bağlı olarak değişebilir. Güneş paneli verimliliği, genellikle yüzde (%) cinsinden ifade edilir. Türkiye’ de GES kullanım oranı artış göstermektedir. Türkiye’nin GES haritası aşağıda verilmiştir.



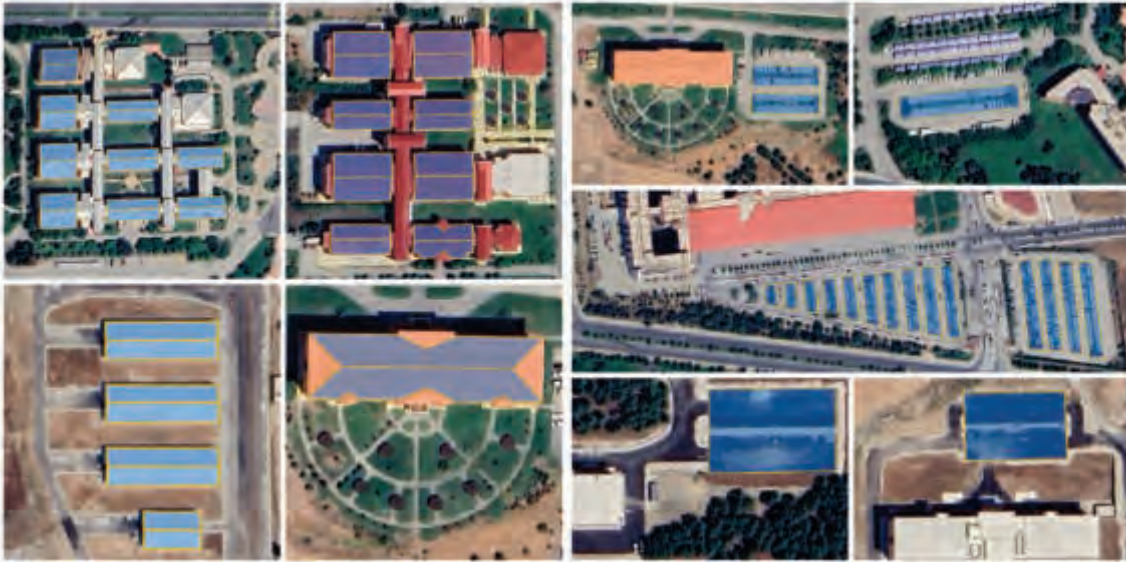
Şekil 27: Türkiye GES Haritası

8.1.2. Ölçümler ve Tespit

Tesis bünyesinde GES kurulumu yapılabilecek alanlara ilişkin bilgiler yaklaşık olarak hesaplanmış olup aşağıda tablo olarak verilmiştir. Gerekli net değerler yerinde ölçümler alınıp fizibilite çıkarılarak tespit edilmelidir. Güneş enerji santrali bölgesinde güneş ışıınımını ölçmek için piranometreler kullanılır. Bu cihazlar, güneşten gelen radyasyonu ölçerek sistem performansını değerlendirmeye yardımcı olur. Fotovoltaik panellerin performansını değerlendirmek için, panellerin elektrik üretimini ve dönüşüm verimliliğini ölçmek önemlidir. Bu ölçümler, panelin maksimum kapasitesini ve güç üretimini belirlemenize yardımcı olur. GES için yıllık enerji üretimi tahminleri, bölgenin iklim koşulları, güneş ışıınımı ve sistem performansı gibi faktörlere dayanarak yapılır. Bu ölçüm ve tespit yöntemleri, bir güneş enerji santralinin performansını optimize etmek, sorunları tespit etmek ve enerji verimliliğini artırmak için kullanılır. Profesyonel mühendislik ve uzmanlık, bu ölçümleri değerlendirmek ve verileri doğru bir şekilde yorumlamak için önemlidir. Güneş enerji santrali kurulu gücü, kilowatt peak (kWp) cinsinden ifade edilir. Kilovat peak, bir güneş enerji sisteminin ideal koşullarda, yani güneş ışığı en yoğun olduğu anlarda üretebileceği maksimum güçtür. kWp değeri, bir güneş enerji santralinin kurulu gücünü belirtir ve genellikle bu sistemlerin nominal gücünü ifade eder. Tesiste yapılan saha çalışmaları sonucu gözlemlenen GES kurulumuna uygun alanlar aşağıdaki görsellerde gösterilmiştir. Çatı GES için tespit edilen alanlar toplamı 15.750 m²'dir, Otopark GES alanı ise 14.500 m²'dir ve Üntes Su Deposu Çatı GES alanı ise 1.250 m²'dir.

Tablo 46: GES Kurulum Alanı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi	Kullanım Alanı m²
Çatı GES Alanı	15.750 m²
Otopark GES Alanı	14.500 m²
Üngüt Su Deposu Çatı GES Alanı	1.250 m²



Şekil 28: Çat ve Otopark GES Çalışma Alanı Uydu Görüntüleri

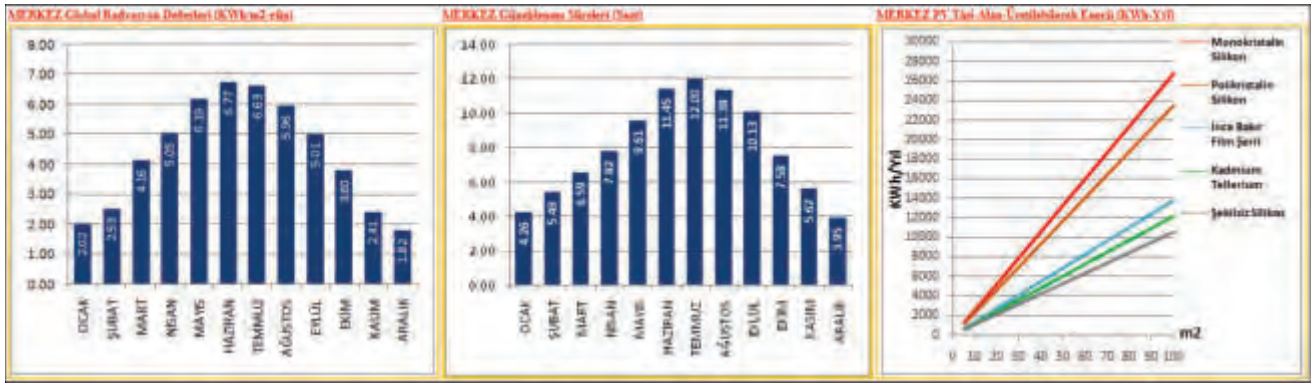
8.1.3. Hesaplamalar ve Değerlendirme

Kahramanmaraş iline düşen yıllık ışıınım miktarı 1 m² alana yılda ortalama 1.600-1.750 kWh/m²-yıl'dır. Ülke ortalamasının 1.527 kWh/m²-yıl olduğu düşünülürse Kahramanmaraş, ışıınım miktarı ülke ortalamasının altında kalmasına rağmen GES sisteminin avantajları göz önüne alındığında güneş enerjisi alanında yatırım yapmak cazip bir hale gelmektedir.

Günümüz teknolojisi ile üretilen sistemlerin doğru tasarlanması halinde 20 yıl ömürlü sistemler olduğu düşünülürse, kurulan sistemler yatırımcıyı kara geçireceği bilinmektedir.

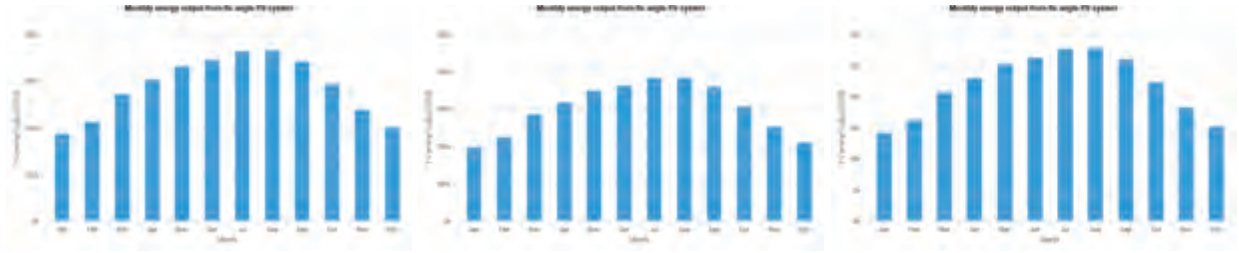


Şekil 29: Türkiye Güneş Radyasyon Haritası



Grafik 53: Kahramanmaraş Global Radyasyon ve Güneşlenme Süreleri

Ön çalışmaların yatırımcı tarafından olumlu bulunması neticesinde yatırımcı ayrıntılı bir çalışma olan Gayrimenkul Geliştirmeye yönelik girişimlerde bulunur. Diğer taraftan Yenilenebilir Enerji Kanunu'na göre GES'lerden elde edilen elektrik için devlet tarafından alım garantisi verilmesi de yatırımı cazip kılmaktadır. Projenin sabit yatırım tutarı ve sağlanacak hizmete olan talep dikkate alındığında ihtiyaç duyulan kaynakların (öz kaynak, kredi, hibe vb.) temininde herhangi bir sıkıntı yaşanması beklenmemektedir.



Grafik 54: Çatı, Otopark ve Üstes Su Deposu Çatı Alanının Yıllık Enerji Üretimi Grafiği

Tesiste yapılan incelemelere çatı için 2.304 kWp, otopark için 2.420 kWp gücünde olmak üzere toplam 4.724 kWp gücünde GES kurulumu yapılabileceği tespit edilmiştir. Bununla birlikte Üngüt Su Deposu binasında bulunan motorlar için 175 kWp'lik çatı GES sistemi kurulumu yapılabileceği tespit edilmiştir.



Şekil 30: Türkiye Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi

8.1.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Güneş enerjisi sistemlerinin (GES) enerji verimliliğini artırmak ve uzun ömürlü olmasını sağlamak için çeşitli önlemler alınabilir. Öncelikle, güneş panellerinin doğru lokasyonda yerleştirilmesi önemlidir. Paneller, engellerden uzakta ve güneş ışığına maksimum maruz kalacak şekilde konumlandırılmalıdır. Ayrıca, panellerin düzenli olarak temizlenmesi gerekmektedir. Temizlik işlemi, su ve yumuşak bir fırça kullanılarak yapılabilir. Gölgeleme kontrolü de önemlidir; çünkü gölgeleme, panellerin verimini azaltabilir. Yakındaki ağaçlar, binalar veya diğer engellerin neden olduğu gölgelerin düzenli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, yüksek verimli bir inverter seçmek ve enerji depolama sistemlerinden faydalanmak da önemlidir. İnverter, güneş panellerinden gelen doğru akımı (DC) ev veya işyerinde kullanılabilen alternatif akıma (AC) dönüştürür. Yüksek verimli bir inverter, enerji kaybını minimize eder ve sistem performansını artırır. Enerji depolama sistemleri ise güneş enerjisini depo ederek, güneş ışığı olmadığında da kullanılabilir elektrik sağlar. Bu sistemler, güneş enerjisinin daha verimli bir şekilde kullanılmasına olanak tanır.

Ayrıca, GES' in düzenli bakımı da önemlidir. Bakım işlemi, panellerin, invertörlerin ve diğer bileşenlerin kontrol edilmesini, temizlenmesini ve gerektiğinde onarılmasını içerir. Düzenli bakım, sistemin uzun ömürlü ve yüksek performanslı çalışmasını sağlar. Son olarak, GES'in performansını izlemek için çeşitli izleme ve analiz araçlarının kullanılması önerilir. Bu araçlar, sistemin verimliliğini takip etmek, performans düşüşlerini belirlemek ve optimize etmek için önemlidir. Güneş panellerinin verimliliği aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişebilir:

Fotovoltaik Teknoloji: Farklı fotovoltaik teknolojiler farklı verimlilik seviyelerine sahiptir. Silikon tabanlı monokristal, polikristal ve ince film güneş panelleri gibi çeşitli fotovoltaik teknolojiler bulunmaktadır.

Tasarım ve Malzeme Kalitesi: Güneş panellerinin tasarımı ve kullanılan malzemeler, verimliliği etkiler. Yüksek kaliteli malzemeler ve dikkatlice tasarlanmış paneller, daha yüksek verimliliğe sahip olabilir.

Güneş Işığı Şartları: Güneş panelinin yerleştirildiği bölgenin güneş ışığına maruziyeti, panelin verimliliğini etkiler. Daha fazla güneş ışığına maruz kalan bölgelerde daha yüksek verimlilik elde edilir.

Sıcaklık: Yüksek sıcaklıklar, güneş panellerinin verimliliğini düşürebilir. Bu nedenle, panelin sıcaklık kontrolü önemlidir.

Kir ve Çamur: Güneş panellerinin yüzeyinde biriken kir, çamur veya kar, ışığın hücrelere ulaşmasını engelleyebilir ve verimliliği azaltabilir.

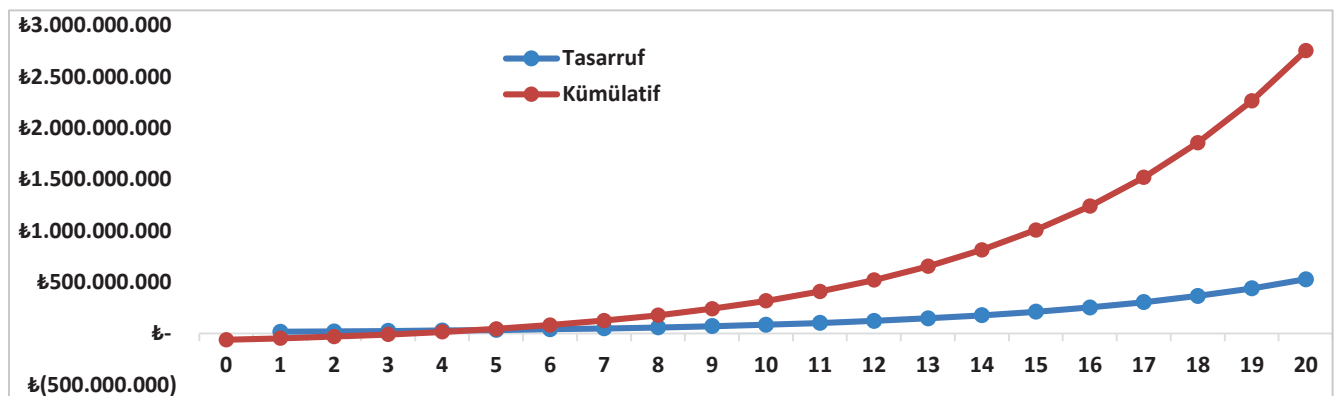
Güneş panellerinin tipik verimliliği genellikle %15 ila %22 arasında değişir. Ancak, en yeni teknolojiler ve tasarımlar daha yüksek verimlilik seviyelerine ulaşabilir.

GES kurulması için ön fizibilite çalışması yapılmış ve elde edilebilecek tasarruf miktarları tabloda verilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre 540 Watt gücünde toplam 9.072 panel ile 4.899 kWp kurulum gücüne sahip GES kurulumu yapılabileceği tespit edilmiştir. Çatı Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 3.458.633 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 1.518,34 ton CO2 emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 62.124.863 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi 4,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 289.205.765 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %42 olup, proje ömrü 20 yıldır. Otopark Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 3.632.766 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 1.594,78 ton CO2 emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 102.567.812 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi 7 yıl olarak hesaplanmıştır. Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 244.062.257 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %30 olup, proje ömrü 20 yıldır. Üngüt Su Deposu Çatı Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 262.700 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 115,33 ton CO2 emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 4.718.344 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi 4,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 21.967.129 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %42 olup, proje ömrü 20 yıldır. Bu veriler, projenin ekonomik ve çevresel faydalarını açıkça ortaya koymaktadır.

Yatırım maliyeti hesaplamalarında çevre ve şehircilik poz fiyatları baz alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 47: Çatı GES Kurulumu Projesi

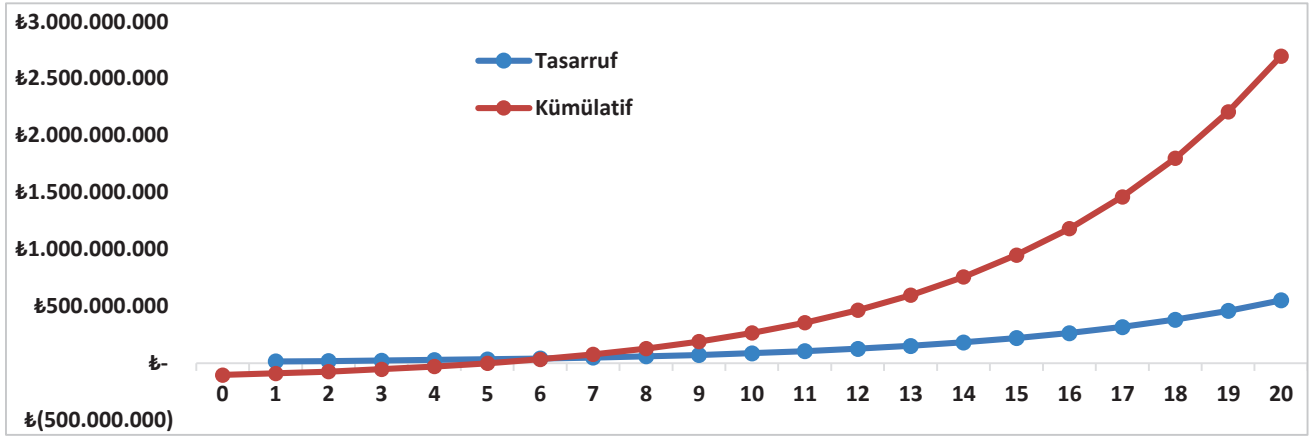
Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Çatı GES Kurulumu Projesi	Elektrik	3.458.633	297,44	13,57%	13.805.639	1518,34
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	62.124.863	4,50	Uzun Vade	289.205.765	42%	20



Grafik 55: Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

Tablo 48: Otopark GES Kurulumu Projesi

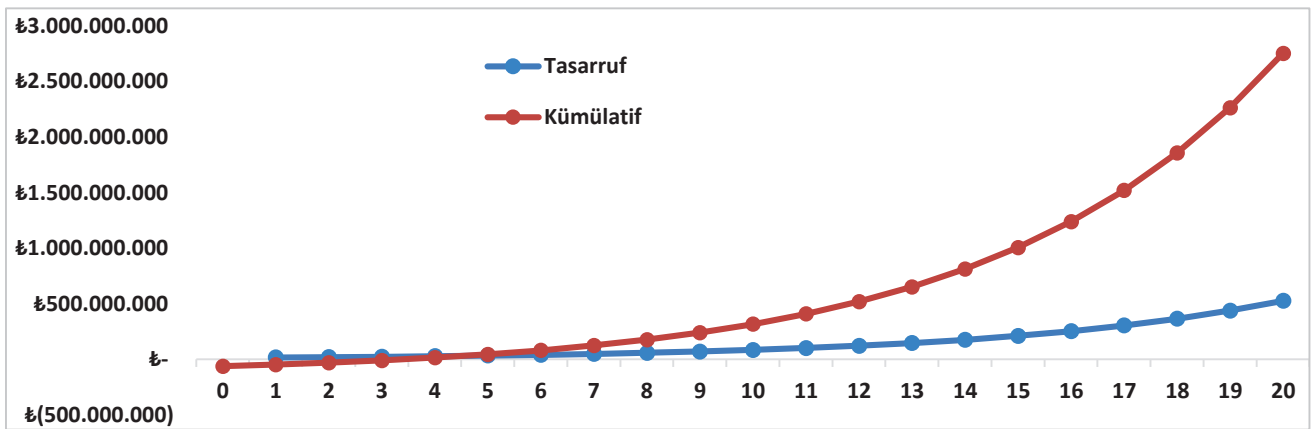
Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Otopark GES Kurulumu Projesi	Elektrik	3.632.766	312,42	14,26%	14.500.714	1594,78
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	102.567.812	7,07	Uzun Vade	244.062.257	30%	20



Grafik 56: Otopark GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

Tablo 49: Üngüt Su Deposu Çatı GES Kurulumu Projesi

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Üngüt Su Deposu Çatı GES Kurulumu Projesi	Elektrik	262.700	22,59	1,07%	1.048.605	115,33
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	4.718.344	4,50	Uzun Vade	21.967.129	42%	20



Grafik 57: Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

8.2. Güneş Kolektörü Sistemi

Güneş kolektörlerinden sıcak su üretimi, güneş enerjisinin ısıya dönüştürülerek suyun ısıtılması sürecidir. Bu teknoloji, güneş enerjisini toplamak ve depolamak için güneş kolektörleri adı verilen özel cihazlar kullanır.

Temel İşleyiş Şeması:

Güneş Kolektörleri: Güneş kolektörleri, güneş ışığını emer ve ısıya dönüştürür. En yaygın kullanılan türler düzlemsel kolektörler ve vakum tüplü kolektörlerdir.

Isı Taşıyıcı Akışkan: Kolektörlerdeki güneş enerjisi, içlerinde dolaşan bir ısı taşıyıcı akışkana (genellikle su veya antifrizli bir sıvı) aktarılır.

Isı Değiştirici: Isınan akışkan, bir ısı değiştirici aracılığıyla su tankındaki soğuk suya ısınıp aktarılır. Böylece tanktaki su ısınır.

Sıcak Su Deposu: Isıtılan su, kullanılmak üzere bir sıcak su deposunda saklanır. Bu su, evlerde, hastanelerde veya yurtlarda sıcak su ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir.



Şekil 31: Güneş Kolektörü Panelleri

8.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesise ait yemekhane binasının çatısında 30 adet kolektörden oluşan bir güneş kolektörü sistemi bulunmaktadır. Sistem aktif olarak kullanılmamaktadır.

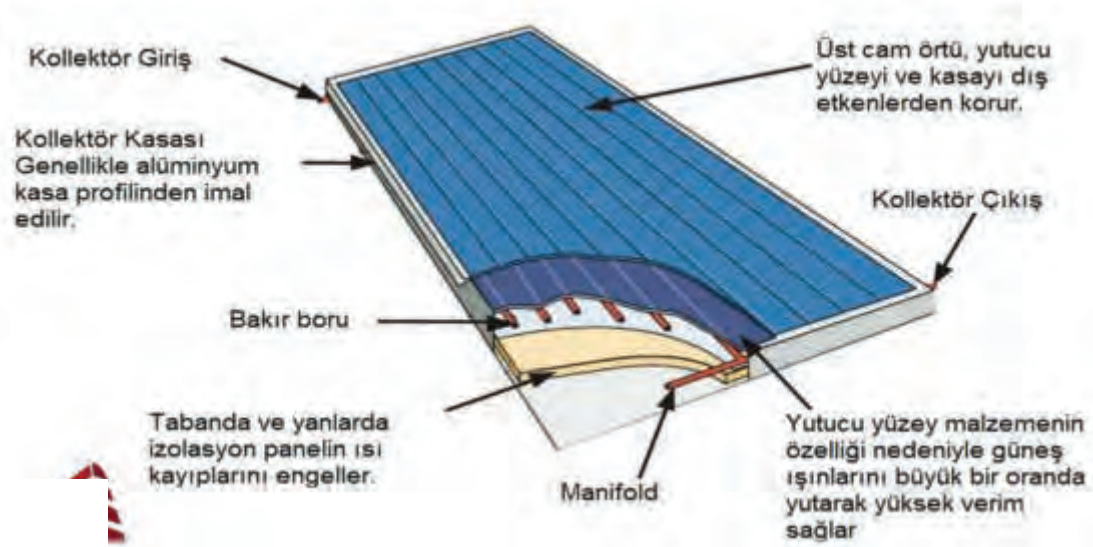
Güneş kolektörleri sistemlerine göre 4 ana başlık altında ayrılır; Açık sistemler, kapalı sistemler, pompalı sistemler ve tabii dolaşımli sistemler.

Açık Sistemler

Açık sistemler, güneş enerjisi kullanılarak su ısıtma veya havuz ısıtma gibi uygulamalar için genellikle kullanılır. İşte bazı yaygın olarak kullanılan güneş kolektörü türleri:

Sulu Toprakta Dolanan Sistemler: Bu sistemlerde, güneş kolektörleri yerleştirilmiş tüpler aracılığıyla suyu taşır. Güneş enerjisi, kolektörler tarafından suya transfer edilir ve ısınan su depolama tankına gönderilir. Bu su, banyo veya sıcak su ihtiyaçları için kullanılabilir.

Hava Tabanlı Sistemler: Bu tür sistemlerde, güneş enerjisi havayı doğrudan ısıtmak için kullanılır. Hava, güneş kolektörleri tarafından ısındıktan sonra bir fan veya dolaşım sistemiyle binalara veya mekânlara dağıtılır. Bu sistemler, binaların ısıtılması veya havalandırılması için kullanılabilir.



Şekil 32: Güneş Kolektörü İç Yapısı

Kapalı Sistemler: Kapalı sistemler genellikle ısıtma ve sıcak su sistemleri için kullanılır ve ısıyı bir sıvı akışkan aracılığıyla taşırlar. Yaygın olarak kullanılan bazı güneş kolektörü türleri:

Düz Plaka Kolektörleri: Düz plaka kolektörleri, güneş enerjisini absorbe eden bir panelin olduğu basit ve yaygın olarak kullanılan bir türdür. Plaka üzerindeki sıvı, güneş enerjisi tarafından ısındıktan sonra bir dolaşım pompasıyla sisteme geri gönderilir.

Plaka ve Boru Kolektörleri: Plaka ve boru kombinasyonu, düz plaka kolektörüyle vakumlu tüp kolektörünün avantajlarını birleştirir. Düz plaka, genellikle vakumlu tüplerle kaplıdır ve güneş enerjisini emerek sıvıyı ısıtır.

Yoğuşmalı Kolektörler: Bu kolektörler, düşük sıcaklıklarda da etkili olan özel bir sıvı kullanır. Sıvı, güneş enerjisi tarafından ısıtıldığında buharlaşır ve yoğuşma işlemiyle ısıyı serbest bırakır.

Pompalı Sistemler

Bu sistemlerde, güneş enerjisi kullanılarak ısıtma veya sıcak su sağlamak için bir pompa kullanılır. İşte yaygın olarak kullanılan bazı güneş kolektörü türleri:

Pompalı Sıvı Dolanan Sistemler: Bu sistemlerde, bir pompa kullanılarak sıvı (genellikle antifriz karışımı) güneş kolektörlerine ve depolama tankına dolaştırılır. Güneş ışığı, kolektörler tarafından sıvıya enerji aktarır ve sıcak sıvı depolama tankına taşınır. Bu sistemler, ısıtma sistemleri veya sıcak su ihtiyaçları için kullanılır.

Pompalı Hava Dolanan Sistemler: Bu sistemlerde, güneş enerjisi hava akışını doğrudan ısıtmak için kullanılır. Bir pompa, havayı güneş kolektörlerinden geçirir ve ısıtılmış hava daha sonra binalara veya mekânlara dağıtılır.

Pompalı Sulu-Buharlı Sistemler: Bu sistemler, su buharını oluşturmak ve buharı ısıtma veya elektrik üretimi için kullanmak amacıyla kullanılır. Güneş enerjisi, suyu ısıtarak buhar üretir ve buhar daha sonra türbinlerde dönerek elektrik enerjisi üretimine katkıda bulunur. Bu sistemler, elektrik üretimi veya endüstriyel uygulamalar için kullanılır.

Tabii Dolaşımli Sistemler

Tabii dolaşımli sistemler, güneş enerjisiyle çalışan kolektörlerin yerçekimi veya termosifon prensibi kullanarak sıvıyı dolaştırdığı sistemlerdir. Bu sistemlerde, pompa kullanılması gerekmez, çünkü sıvının doğal dolaşımı sağlanır. İşte tabii dolaşımli sistemler için yaygın olarak kullanılan güneş kolektörü türleri:

Termosifon Sistemler: Termosifon sistemler, basit bir şekilde çalışan ve evsel sıcak su ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan bir tür tabii dolaşımli güneş kolektörü sistemidir. Bu sistemde, güneş kolektörü yüksek bir noktada konumlandırılır ve depolama tankı daha alçak bir konumda yer alır. Sıvı, güneşin ısıtmasıyla genişir ve doğal olarak yükselir, ardından depolama tankına geri döner.

Yerçekimi Dolaşımli Sistemler: Bu sistemlerde, güneş kolektörleri ve depolama tankı arasındaki farklı konumlar, yerçekimi etkisiyle doğal bir sıvı dolaşımını sağlar.

Kolektörler, daha yüksek bir noktada yer alırken, depolama tankı daha alçak bir konumda bulunur. Sıvı, güneşin ısıtmasıyla genişir, kolektörlerden geçer ve doğal olarak yukarı doğru hareket eder, ardından soğuyarak depolama tankına geri döner. Bu şekilde, sıcak su sağlanır ve pompa kullanımına gerek duyulmaz.

8.2.2. Ölçümler ve Tespit

Güneş kolektörü ile sıcak su üretiminde ölçüm ve tespit süreçleri, sistemin verimliliğini ve performansını değerlendirmek, gerektiğinde ayar yapmak ve arızaları tespit etmek için kritik öneme sahiptir. Bu süreçte izlenen başlıca adımlar şunlardır:

1. Güneş Radyasyonu Ölçümü

Piranometre: Güneş kolektörlerinin performansını değerlendirmek için, güneş radyasyonunun miktarı ölçülür. Bu amaçla piranometre adı verilen cihazlar kullanılır. Güneş radyasyonu, kolektörlerin üzerine düşen enerjiyi belirler ve bu da sistemin ısı üretim kapasitesini doğrudan etkiler.

2. Kolektör Verimliliği

Verimlilik Hesaplamaları: Kolektörlerin emdiği enerji miktarına karşılık ürettikleri ısının miktarı hesaplanır. Bu hesaplamalar, çıkış suyu sıcaklığı, giriş suyu sıcaklığı ve debi ölçümleri kullanılarak yapılır.

3. Sıcaklık Ölçümleri

Giriş ve Çıkış Sıcaklıkları: Kolektörlerin giriş ve çıkış noktalarındaki su sıcaklıkları sürekli olarak izlenir. Bu ölçümler, kolektörlerin verimli çalışıp çalışmadığını ve ısı transferinin etkinliğini gösterir.

Termokupl veya PT100 Sensörleri: Giriş ve çıkış sıcaklıklarını ölçmek için genellikle termokupl veya PT100 gibi hassas sıcaklık sensörleri kullanılır.

5. Basınç Ölçümleri

Manometreler: Sistemdeki su basıncı, özellikle kolektörlerde ve boru hatlarında izlenir. Aşırı basınç veya basınç kaybı, sistemdeki bir sorunun göstergesi olabilir.

6. Isı Enerjisi Ölçümü

Enerji Sayacı: Isı enerjisinin ölçülmesi için enerji sayaçları kullanılır. Bu cihazlar, belirli bir süre boyunca kolektörlerden elde edilen toplam ısı enerjisini ölçer. Bu veri, sistemin ne kadar enerji ürettiğini ve bu enerjinin nasıl kullanıldığını değerlendirmek için kullanılır.

Bu ölçüm ve tespit süreçleri, güneş kolektörü sistemlerinin optimize edilmesi ve uzun ömürlü, verimli bir şekilde çalışması için gereklidir. Ayrıca, enerji tasarrufu ve çevreye duyarlı bir sistem tasarımı açısından da kritik rol oynar.

8.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesise ait yemekhane binasında bulunan kolektörlerin etiket bilgilerine ulaşamamıştır. Fakat aşağıda verilen verileri standart olarak kabul edersek sistemin aktifleşmesi durumunda elde edilebilecek sıcak su miktarı aşağıdaki gibidir.

- **Kolektör Adedi:** 30 Adet
- **Her Bir Kolektörün Brüt Alanı:** 2,28 m²
- **Toplam Brüt Alanı:** 30 x 2,33 m² = 70 m²
- **Akışkan Kapasitesi:** 1,5 litre (tek kolektör)
1,5 L × 30 = 45 litre (yaklaşık 0,0447 m³)
- **Kolektör Verimi:** %70
- **Kahramanmaraş'ın Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi:** Yaklaşık 6,7 saat/gün
- **Güneş Radyasyonu (brüt alana gelen enerji):** Ortalama 5,0 kWh/m²/gün
- **Günlük Isı Enerjisi Üretimi:** 70 m² x 5,0 kWh/m² x 0,70 = 245 kWh/gün
- **Günlük Isı Enerjisi Üretimi:** 245 kWh/gün x 3.600 = 882.000 kJ/gün
- **Yıllık Isı Enerjisi İhtiyacı:** 245 kWh/gün x 365 gün = 89.425 kWh/yıl
- **Günlük Üretilen Sıcak Su Miktarı:** $Q = m \times c \times \Delta T$ ise $m = 882.000 / (4,186 \times 25) = 8,43$ ton = 8.428 litre/gün (Varsayalım ki su 15 °C'den 40 °C'ye ısıtılıyor ($\Delta T = 25$ °C))
- **Aylık Üretilen Sıcak Su Miktarı:** 8.428 litre/gün x 365 = 3.076.220 litre/yıl

Tesisin sıcak su ihtiyacını güneş kolektöründen karşılamak için gerekli hesaplamalar yapılmış olup aşağıda tablo şeklinde verilmiştir. Sıcak su ihtiyacı için rektörlük binası günlük 100 kişi, spor salonu binası 100 kişi ve toplamda ise 200 kişilik güneş kolektör sistemi kurulması düşünülmüştür. Kişi başına gerekli su miktarı günlük 50 litre, tesisin çalışma gün sayısı 300 gün ve şebeke suyu sıcaklığı ile güneş ışıınım değeri ise Kahramanmaraş ili için aralık ayı ortalama değer olarak esas alınmıştır.

Tablo 50: : Günlük Su İhtiyacı

Günlük Su Tüketimi		
Kişi Başı Su Tüketimi	40	
Kişi Sayısı	200	Kişi
Tüketilen Su Miktarı (m)	8.000	lt/gün
Tesisin Yıllık Çalışma Gün Sayısı	300	Gün

Tablo 51: Gerekli Isı Enerjisi ve Doğalgaz İhtiyacı

Gerekli Isı İhtiyacı		
Isıtılacak Su Miktarı (m)	8.000	lt/gün
Su Özgül Isı Sabiti	1,0035	kcal/lt-°C
Isı Değişimi (ΔT)	26,10	°C
Şebeke Suyu Sıcaklığı (T1)	13,9	°C
İstenilen Su Sıcaklığı (T2)	40	°C
Gerekli Isı İhtiyacı (Q)	209.531	kcal/gün
Gerekli Isı İhtiyacı	244	kWh/gün
Yıllık Isı İhtiyacı	73.055	kWh/yıl
Gerekli Doğalgaz Miktarı	7.615	m ³ /yıl

$$Q = m * c * \Delta T \text{ buradan; } 8.000 * 1,0035 * 43,10 = 209.531 \text{ kcal}$$

$$209.531 \text{ kcal } 244 \text{ kWh olup yıllık ısı ihtiyacı ise; } 244 * 73.055$$

kWh olur.

91.736 kWh enerjiyi alt ısıl değere göre hesapladığımızda yaklaşık

$$7.615 \frac{m^3}{yıl} \text{ olmaktadır.}$$

Tablo 52: Güneş Kolektörü Sayısı Hesaplamaları

Gerekli Güneş Kolektörü Sayısı		
Güneş Kolektörü Verimi (Nk)	0,75	
Sistem Verimi (Ns)	0,90	
Güneş Işınımı Değeri	4.326	(kcal/m ² -gün)
Güneş Kolektörü Alanı (A)	72	m ²
Kolektör Yüzey Alanı	2,33	m ²
Kolektör Adedi	31	Adet
Birim Tesis Maliyeti	400	Dolar (\$)

Gerekli güneş kolektörü alanı A

$$= \text{Isı İhtiyacı} / (\text{Kolektör Verimi} * \text{Sistem Verimi} * \text{Işınım Değeri})$$

$$A = \frac{209.531}{0,75 * 0,90 * 4.326} = 72 \text{ m}^2$$

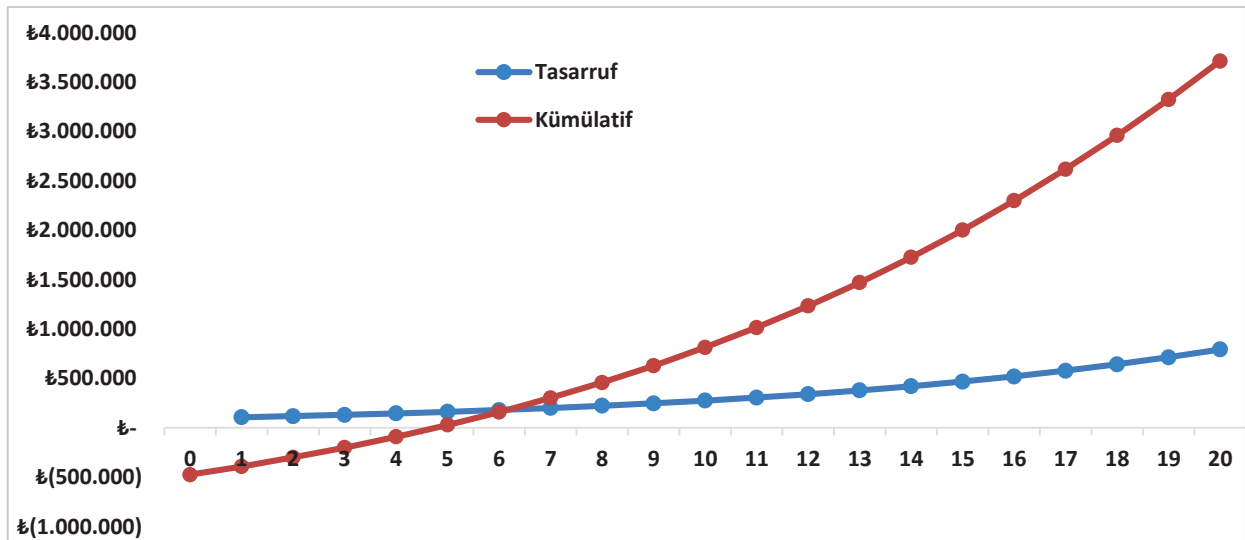
Kolektör yüzey alanı 2,33 m² olarak alındığında Güneş Kolektörü Adedi; $\frac{72}{2,33} = 31$ Adet

Yapılan hesaplamalar neticesinde tesise 31 adet güneş kolektöründen oluşan bir sistem kurulduğunda günlük yaklaşık olarak 8.000 litre sıcak su elde edilebilir. Bu sayede tesisin 2024 yılı tüketimi esas alındığında doğalgaz tüketiminin yaklaşık %0,25'üne karşılık gelen bir enerji tasarrufu sağlanmış olunur. Bu hesaplamalar teorik olarak yaklaşık kişi sayısı ve günlük su ihtiyacı üzerinden yapılmıştır. Projeye karar verilmesi durumunda bir güneş kolektörü firmasıyla görüşülerek detaylı bir fizibilite çalışması yapılabilir. Güneş kolektörü kurulumu geri ödeme süresi yaklaşık 5 yıl olarak hesaplanmıştır.

Yatırım maliyeti hesaplamalarında çevre ve şehircilik poz fiyatları baz alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 53 : Güneş Kolektörü Kurulum Projesi

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Güneş Kolektörü Kurulumu Projesi	Doğalgaz	73.055	6,28	0,25%	95.510	14,61
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Karlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL /Yıl	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	474.585	4,97	Uzun Vade	1.293.236	24%	20



Grafik 58 : Tesis Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

8.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Güneş enerjisiyle sıcak su üretilen sistemlerde enerji verimliliğini artırmak için aşağıdaki önlemler alınabilir:

Yüksek Verimli Kolektörler Kullanımı: Yüksek verimli güneş kolektörleri seçilmelidir. Vakum tüplü kolektörler veya selektif kaplamalı düz plakalı kolektörler, güneş enerjisinden daha fazla faydalanarak sıcak su üretiminde daha verimli olabilir.

Sistem Boyutlandırması: Sistem, ihtiyaçlara uygun şekilde doğru boyutlandırılmalıdır. Aşırı büyük sistemler, gereksiz enerji kaybına neden olabilirken, yetersiz boyutlandırılmış sistemler ihtiyaç duyulan sıcak suyu üretemeyebilir.

Eğim ve Yönlendirme: Kolektörlerin doğru eğim açısıyla ve güneye dönük olarak yerleştirilmesi, güneşten maksimum enerji alınmasını sağlar. Yerel coğrafi koşullara göre en uygun açı ve yönlendirme hesaplanmalıdır.

Termostatik Kontroller: Sıcak su sıcaklığını düzenleyen termostatik kontrol sistemleri kullanmak, suyun gereksiz yere aşırı ısınmasını ve enerji israfını önler.

Geri Akış Engelleyiciler: Geceleri veya bulutlu günlerde suyun ters akışını önlemek için geri akış engelleyiciler (check valfler) kullanılabilir. Bu, kolektörlerden geri dönen soğuk suyun sıcak su tankını soğutmasını engeller.

Isı Değiştirici Verimliliği: Yüksek verimli ısı değiştiriciler kullanarak güneş kolektörlerinden gelen enerjinin suya en etkili şekilde aktarılması sağlanabilir.

Düzenli Bakım ve Temizlik: Güneş kolektörlerinin düzenli olarak temizlenmesi ve sistemin genel bakımının yapılması, sistemin verimli çalışmasını sağlar. Kirli kolektörler, güneş ışığını daha az emer ve verimliliği düşürür.

Akıllı Kontrol Sistemleri: Hava durumu ve sıcaklık değişimlerine göre sistemi optimize eden akıllı kontrol sistemleri kullanarak enerji verimliliği artırılabilir. Bu sistemler, güneş ışınımının düşük olduğu zamanlarda yedek ısıtma sistemlerini devreye sokabilir.

Bu önlemler, güneş enerjisiyle sıcak su üretim sistemlerinin verimliliğini artırarak enerji tasarrufu sağlar ve sistemin ömrünü uzatır.