



T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
GÖKSUN MESLEK YÜKSEKOKULU
ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜT RAPORU



Hazırlayanlar

Bülent PARLAR BEP-441

Ülkühan SAROĞLU BEP-299

Ağustos 2025

ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜDÜNÜN AİT OLDUĞU İDARE BİLGİLERİ

Kurum Adı	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Birim Adı	: Göksun Meslek Yüksek Okulu
İrtibat Kişisi	: Selçuk Arık
E-posta	: selcukarik3838@gmail.com
Telefon	: 0 (530) 040 04 73
Web	: https://goksunmyo.ksu.edu.tr/

ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK ŞİRKETİ BİLGİLERİ

Şirketin Adı/Unvanı	: Asya Mavi Enerji Verimliliği Danışmanlık San. ve Tic. Ltd. Şti.
Adres	: Değirmiçem Mahallesi Şehit Mehmet Öter Caddesi Yüncüler İş Merkezi Kat:4 No: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 Serdar ÇELEBİ MMO-137517 Mehmet KILINÇ EMO-83782 Emine KOCAOĞLU MMO-27-0290

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	- 11 -
2.1. BİNA BİLGİLERİ	- 11 -
2.2. TÜKETİM VERİLERİ.....	- 12 -
2.2.1. Elektrik Tüketimleri.....	- 12 -
2.2.2. Kömür Tüketimleri	- 16 -
2.2.3. Toplam Enerji Tüketimi.....	- 17 -
2.3. TÜKETİM ANALİZLERİ	- 18 -
2.3.1. Yıllara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Gün Derece Sayısı (HDD) Grafiği	- 19 -
2.3.2. Yıllara Göre Birim Alan Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği	- 20 -
2.3.3. Yıllara Göre Kişi Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği	- 20 -
2.3.4. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Soğutma Gün Derece Sayısı (CDD) Grafiği	- 21 -
2.3.5. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği	- 21 -
2.3.6. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Kişi Başına Tüketim Grafiği.....	- 22 -
2.3.7. Yıllara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Isıtma-Soğutma Gün Derece Sayıları (HDD+CDD) Grafiği	- 22 -
2.3.8. Yıllara Göre Toplam Enerjinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği.....	- 23 -
2.3.9. Yıllara Göre Toplam Enerjinin Kişi Başına Tüketim Grafiği	- 23 -
2.3.10. Yıllık Elektrik Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı.....	- 24 -
2.3.11. Yıllık Isı Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı.....	- 24 -
2.3.12. Yıllık Elektrik Tüketiminin Binalara göre Dağılımı	- 24 -
2.3.13. Yıllık Isı Enerjisi Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı.....	- 24 -
2.3.14. Yıllık Toplam Enerji Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı	- 24 -
2.4. Referans Enerji Tüketimi Değerleri, Referans Koşulları ve Ölçme Doğrulama Yöntemleri	- 25 -
2.4.1. Ölçme Doğrulama Yöntemleri	- 25 -
3. ENERJİ PERFORMANSI	- 27 -
4. YAPISAL SİSTEMLER.....	- 28 -
4.1. MİMARİ YAPI.....	- 28 -
4.2. ISI YALITIMI DURUMU	- 29 -
4.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri	- 29 -
4.2.2. Ölçümler ve Tespit.....	- 29 -
4.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 31 -
4.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 31 -
4.3. Duvar, Çatı ve Zemin.....	- 33 -
4.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri	- 33 -
4.3.2. Ölçümler ve Tespit.....	- 34 -

4.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 34 -
4.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 35 -
4.4.	Kapı-Pencere Sistemleri	- 38 -
4.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 38 -
4.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 38 -
4.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 40 -
4.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 41 -
5.	ISI SİSTEMLERİ	- 42 -
5.1.	ISITMA	- 42 -
5.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 42 -
5.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 42 -
5.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 44 -
5.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 46 -
5.2.	SOĞUTMA	- 48 -
5.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 48 -
5.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 48 -
5.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 49 -
5.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 49 -
5.3.	HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME.....	- 51 -
5.3.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 51 -
5.3.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 51 -
5.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 52 -
5.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 53 -
5.4.	TESİSAT	- 54 -
5.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 54 -
5.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 54 -
5.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 55 -
5.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 56 -
6.	ELEKTRİK SİSTEMLERİ	- 58 -
6.1.	KOMPANZASYON SİSTEMLERİ	- 58 -
6.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 59 -
6.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 59 -
6.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 61 -
6.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 61 -
6.2.	DAĞITIM SİSTEMLERİ.....	- 63 -
6.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 63 -
6.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 63 -
6.2.3.	Göksun Meslek Yüksekokulu Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 67 -
6.3.	POMPA	- 69 -
6.3.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri:	- 69 -
6.3.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 69 -
6.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 70 -
6.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 71 -
6.4.	İÇ VE DIŞ AYDINLATMA	- 72 -

6.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 72 -
6.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 73 -
6.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 74 -
6.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 75 -
6.5.	TARİFE ANALİZİ.....	- 77 -
6.5.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 77 -
6.5.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 78 -
6.5.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 80 -
6.5.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 80 -
7.	ENERJİ YÖNETİMİ.....	- 81 -
7.1.	ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ	- 81 -
7.1.1.	Enerji Yönetim Sisteminin Faydaları.....	- 82 -
7.1.2.	Enerji Yönetim Sisteminin Uygulama Süreci	- 82 -
7.2.	BİNA OTOMASYONU	- 83 -
7.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 83 -
7.2.2.	Ölçüm ve Tespit.....	- 83 -
7.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 83 -
7.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 84 -
8.	YERİNDE ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ	- 85 -
8.1.	GES Sistemi	- 85 -
8.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 85 -
8.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 86 -
8.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirme	- 87 -
8.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 89 -
8.2.	Güneş Kolektörü Sistemi	- 91 -
8.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 91 -
8.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 93 -
8.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 94 -
9.	EKLER.....	- 95 -

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Kısaltmalar Tablosu	ix
Tablo 2: Kabuller Tablosu	x
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	- 10 -
Tablo 9: 2024 Elektrik Tüketim Tablosu.....	- 12 -
Tablo 10: Son 3 Yıla Ait Ortalama Elektrik Birim Fiyat Tablosu	- 15 -
Tablo 11: Kömür Birim Fiyat Tablosu	- 17 -
Tablo 12: 2024 Toplam Enerji Tüketim Tablosu.....	- 17 -
Tablo 13: Son 3 Yılın Tüketim Analizleri Tablosu	- 18 -
Tablo 14: Göksun 2024 Yılı HDD-CDD Grafiği.....	- 19 -
Tablo 15: IPMVP Opsiyonu ve Ölçüm Sınırlarının Belirleme Tablosu	- 26 -
Tablo 16: Bina Yalıtım Durum Tablosu	- 29 -
Tablo 17: TS 825'e Göre U Değeri Gereksinimleri Tablosu	- 33 -
Tablo 18: Mevcut Bina U Değerleri Tablosu.....	- 34 -
Tablo 19: Isı Yalıtım Malzemelerinin Teknik Özellikleri	- 36 -
Tablo 20: Bina Pencere Doğrama Bilgisi Tablosu.....	- 38 -
Tablo 21: Pencere ve Kapı U Değeri Tablosu	- 40 -
Tablo 22 : Pencere Dönüşümü Tasarruf Hesaplamaları	- 40 -
Tablo 23: Pencere Alanların Revizyonu Tablosu	- 40 -
Tablo 24 : Soğutma Sistemi Bilgileri.....	- 48 -
Tablo 25: EER – COP Verim Tablosu.....	- 48 -
Tablo 26: Ortam CO ₂ Ölçüm Değerleri Tablosu	- 51 -
Tablo 27: Isıtma Mekanik Tesisat Yalıtımsız Elemanları Tablosu.....	- 54 -
Tablo 28: Yalıtımsız Isıtma Mekanik Tesisat Ekipmanları Yıllık Tasarruf Miktarları.....	- 56 -
Tablo 29: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu	- 57 -
Tablo 30:Kompanzasyon Kapasitesi.....	- 59 -
Tablo 31: Elektrik Motor Bilgileri Tablosu	- 69 -
Tablo 32: Elektrik Motor Verim ve Tüketim Bilgileri.....	- 70 -
Tablo 33: Elektrik Motor Değişimi Tasarruf Hesaplamaları	- 71 -
Tablo 34: Aydınlatma Armatür Durum Tablosu.....	- 72 -
Tablo 35: Aydınlatma Değişim Tablosu.....	- 72 -
Tablo 36: Ortam Lüks Ölçüm Değerleri Tablosu.....	- 73 -
Tablo 37: Mevcut Aydınlatma Enerji Tüketimi Tablosu	- 75 -
Tablo 38: Aydınlatma Değişim Sonrası Enerji Tüketimi Tablosu.....	- 75 -
Tablo 39: EN 12464-1: 2011 Standardına Göre En Az Aydınlik Düzeyleri Tablosu.....	- 75 -
Tablo 40: Aydınlatma LED Dönüşümü Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu.....	- 76 -
Tablo 41: 1 Temmuz 2024 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler Tablosu	- 78 -
Tablo 42: Aralık 2024 Faturası Gündüz-Puant-Gece Tüketim Değerleri	- 79 -
Tablo 43: Tarife Analizi Tasarruf Çalışması Tablosu.....	- 80 -
Tablo 44 : GES Kurulum Alanı	- 86 -
Tablo 45: Çatı GES Sistemi Kurulum Projesi	- 90 -

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: 2024 Yılı Enerji Tüketimi ve Maliyet Dağılım Grafiği	- 5 -
Grafik 2: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Grafiği	- 12 -
Grafik 3: 2024 Yılı Elektrik Maliyet Grafiği	- 13 -
Grafik 4: Son 3 Yıla Ait Elektrik Tüketim Grafiği	- 14 -
Grafik 5: Son 3 Yıla Ait Elektrik Maliyet Grafiği	- 14 -
Grafik 6: Son 3 Yılın Elektrik Birim Fiyat Grafiği	- 15 -
Grafik 7: Son 3 Yılın Kömür Tüketim Grafiği	- 16 -
Grafik 8: Son 3 Yılın Kömür Maliyet Grafiği	- 16 -
Grafik 9: Son 3 Yılın Toplam Tüketim Grafiği	- 17 -
Grafik 10: Son 3 Yıla Ait Tesiste Bulunan Kişi Sayıları	- 18 -
Grafik 11: Son Üç Yılın Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Gün Derece Sayısı (HDD) Grafiği	- 19 -
Grafik 12: Son Üç Yılın Birim Alan Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği	- 20 -
Grafik 13: Son Üç Yılın Kişi Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği	- 20 -
Grafik 14: 2024 Yılı Aylık Elektrik Tüketim ve CDD Grafiği	- 21 -
Grafik 15: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Elektrik Tüketim Grafiği	- 21 -
Grafik 16: 2024 Yılı Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketim Grafiği	- 22 -
Grafik 17: Son Üç Yılın Toplam Enerji Tüketimi ve HDD+CDD Grafiği	- 22 -
Grafik 18: Son Üç Yılın Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği	- 23 -
Grafik 19: Son Üç Yılın Kişi Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği	- 23 -
Grafik 20: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği	- 57 -
Grafik 21: Aktif-Reaktif-Toplam Güç Grafikleri	- 64 -
Grafik 22: Faz-Nötr Gerilim Grafikleri	- 64 -
Grafik 23: Akım Dengesi Grafikleri	- 65 -
Grafik 24: Frekans Grafikleri	- 65 -
Grafik 25: Toplam Harmonik Distorsiyon Grafikleri	- 66 -
Grafik 26: Güç Faktörü Grafikleri	- 66 -
Grafik 27: Aydınlatma LED Dönüşümü Projesi Ekonomik Analiz Grafiği	- 76 -
Grafik 28: Merkez/Kahramanmaraş Global Radyasyon ve Güneşlenme Süreleri	- 87 -
Grafik 29 : Kahramanmaraş Işınım Miktarı Grafiği	- 88 -
Grafik 30: Çatı GES Projesi Aylık Elektrik Üretim Grafiği	- 88 -
Grafik 31: Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği	- 90 -

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Göksun Meslek Yüksek Okulu Uydu Görünümü	- 11 -
Şekil 2:Göksun Meslek Yüksek Okulu.....	- 28 -
Şekil 3: Bina Dış Görünümleri	- 29 -
Şekil 4: Örnek Yalıtımsız Bina Termal Görüntüsü.....	- 31 -
Şekil 5: Örnek Yalıtımlı Bina Termal Görüntüsü	- 31 -
Şekil 6: TS 825’e Göre İklim Bölgeleri	- 33 -
Şekil 7: Kapı - Pencere Doğrama Görünümü	- 38 -
Şekil 8: Isı Merkezi – Katı Yakıtlı Kazan.....	- 42 -
Şekil 9: Split Klima Dış Ünite Görüntüsü	- 48 -
Şekil 10: EER ve COP Hesaplama Formülleri	- 48 -
Şekil 11: Ortam CO ₂ Ölçümleri.....	- 51 -
Şekil 12: Ortam CO ₂ Sınır Değerleri	- 52 -
Şekil 13: Isıtma Mekanik Tesisatı Görüntüleri	- 54 -
Şekil 14: Yalıtımlı ve Yalıtımsız Vana Isı Kayıpları	- 56 -
Şekil 15: Güç Üçgeni.....	- 58 -
Şekil 16: Kompanzasyon Panosu Görüntüleri	- 59 -
Şekil 17: Enerji Analizörü Ölçümü.....	- 63 -
Şekil 18: Sirkülasyon Pompa Sistemi.....	- 69 -
Şekil 19: Elektrik Motoru Verimlilik Standartlarının Karşılaştırılması	- 71 -
Şekil 20: Aydınlatma Sistemi Görüntüleri.....	- 72 -
Şekil 21: Aydınlık Düzeyi Lüks Ölçümleri.....	- 73 -
Şekil 22: Işığın İnsan İşleyişi Üzerindeki Potansiyel Etkileri Şeması	- 74 -
Şekil 23: Göksun Meslek Yüksekokulu Aralık 2024 Tarihli Elektrik Faturası	- 79 -
Şekil 24: ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi	- 82 -
Şekil 25: Örnek Otomasyon Sistemi Arayüzü Görüntüleri.....	- 83 -
Şekil 26: Türkiye GES Haritası	- 85 -
Şekil 27: Çatı GES Çalışma Alanı Uydu Görüntüsü	- 86 -
Şekil 28: Türkiye Güneş Radyasyon Haritası	- 87 -
Şekil 29: Türkiye Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi.....	- 89 -
Şekil 30: Güneş Kolektörü Panelleri	- 91 -
Şekil 31: Güneş Kolektörü İç Yapısı	- 92 -

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 Artırıcı Proje

Tablo 2: Kabuller Tablosu

REFERANS ALINAN KONU	ALINAN REFERANS DEĞER
¹ Elektrik Birim Fiyatı	3,02 TL/kWh
³ Kömür Birim Fiyatı	1,17 TL/kWh
² Elektrik Kalorifik Değeri	860 kcal/kWh
² Kömür Kalorifik Değeri	6100 kcal/kg
Elektrik CO ₂ Emisyon Katsayısı	0,439 kg.CO ₂ /kWh
Kömür CO ₂ Emisyon Katsayısı	0,3406 kg.CO ₂ /kWh
³ Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı (2024 T≤15 °C)	231 Gün, 2950 HDD
³ Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı (2024 T>22 °C)	50 Gün, 54 CDD
⁴ Dolar/TL Kuru (24.04.2025)	38,13
⁴ Euro/TL Kuru (24.04.2025)	43,83

¹ Elektrik birim fiyatları Aralık 2024 tarihli toplam tüketim bilgilerinden esas alınmıştır.

² Kalorifik değerleri T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın paylaştığı veriler referans olarak alınmıştır.

³ Kömür Birim Fiyatı 2024 tarihli tüketim bilgilerinden esas alınmıştır.

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

⁴ 24.04.2025 saat 15:30 Merkez Bankası Döviz Kuru değerleri esas alınmıştır.

1. YÖNETİCİ ÖZETİ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Göksun Meslek Yüksek Okulu'nda 12.03.2025 tarihinde 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.

Tablo 3: Enerji Tüketim Bilgileri

Yıllar	ENERJİ TÜKETİMLERİ					
	Elektrik			Kömür		
	kWh	TL	TEP	kWh	TL	TEP
2022	116.082	249.284	9,98	478.783	316.830	41,18
2023	59.071	222.551	5,08	425.585	408.432	36,60
2024	93.355	349.240	8,03	425.585	497.400	36,60

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

- Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı
- Aydınlatma LED Revizyonu
- Çatı GES 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	: Arslanbey Yerleşkesi
2. İnşaat Yılı	: 2007
3. Kullanım Amacı	: Üniversite Eğitim Binası
4. Bina Grubu İçerisindeki Bina Sayısı	: Tek Bina
5. Kapalı Alan	: 10.915 m ²
6. İnşaat Alanı	: 13.500 m ²
7. Kullanım Alanı	: 10.915 m ²
8. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı 2024	: 231 Gün, 2.950 HDD
9. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı 2024	: 50 Gün, 54 CDD
10. Isıtma/Soğutma Sistemi	: Merkezi / Mahal
11. Yalıtım Durumu	: Yalıtımsız Bina
12. 2024 Yılı Aylık Ortalama Çalışan Sayısı	: 65
13. 2024 Yılı Tesiste Bulunan Toplam Kişi Sayısı	: 2.482
14. Adresi	: Prof. Dr. Mehmet Sağlam Blv. No:580, Göksun, Kahramanmaraş
15. Bina Sahibi, Yöneticisi veya Sorumlusu	: Dr.Öğr.Üyesi YAKUP KIZILELMA-DOĞAN URAL
15.1. Posta Adresi	: Prof. Dr. Mehmet Sağlam Blv. No:580, Göksun, Kahramanmaraş
15.2. Telefon No	: 0344 300 23 26
15.3. Faks No	: 0344 300 23 27
15.4. Elektronik Posta Adresi	: goksun@ksu.edu.tr
16. Görevlendirilen / Hizmet Alınan Enerji Yöneticisi	: Selçuk Arık
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)	: 45,60
Yıllar	Tüketimler (TEP)
2022	: 50,48
2023	: 41,68
2024	: 44,63

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 noktaları 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 yıla 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 12.03.2025 tarihinde 2 kişilik bir ekiple yapılmıştır. Ofis çalışmaları ve enerji etüdü raporunun hazırlanması işleri ise 24.04.2025 – 08.08.2025 tarihleri arasında tamamlanmıştır.

1.5. ÖLÇÜM CİHAZLARI VE ALINAN ÖLÇÜMLER

Enerji etütlerinde kullanılan cihazların kalibrasyon durumları ile ilgili 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 KALİBRASYON LABORATUVAR	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

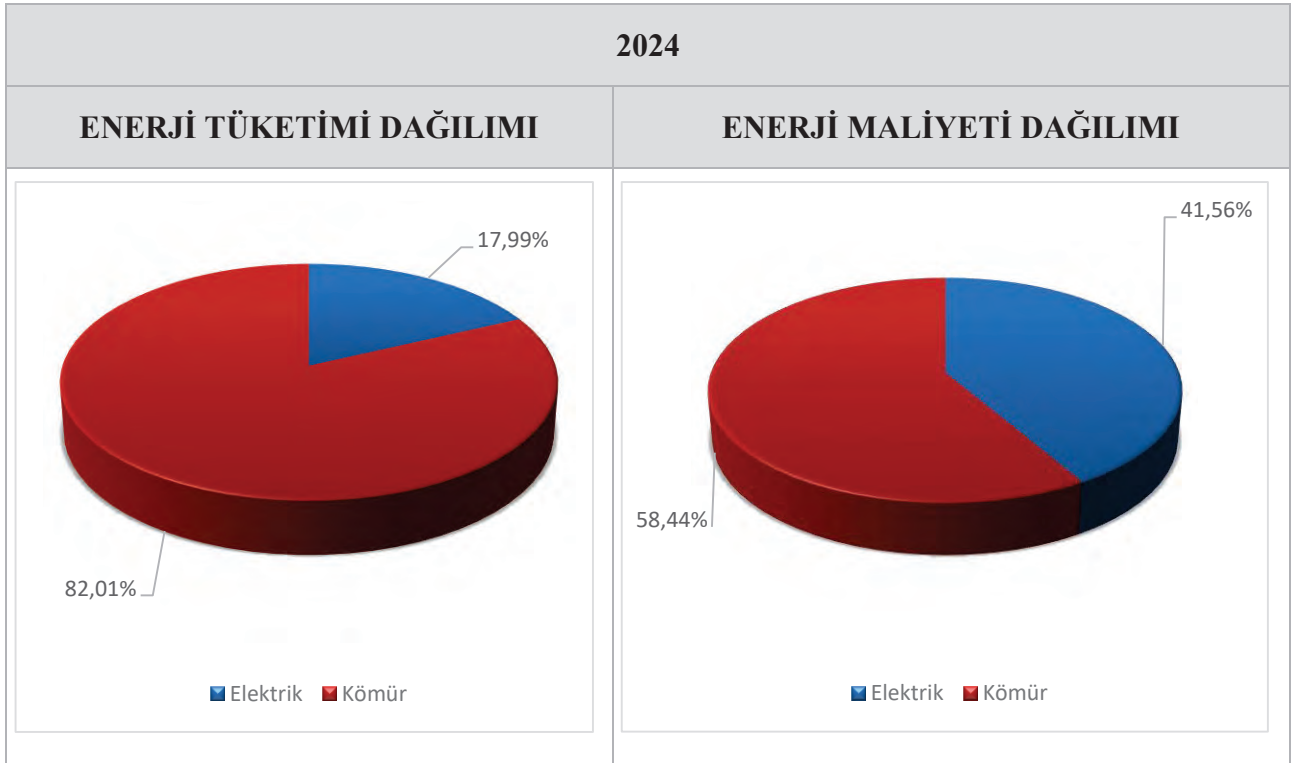
Testo Marka 320 LX model baca gazı analizörleri ile kazanlardan gaz sıcaklığı, ortam sıcaklığı, O₂ oranı, CO ve CO₂ miktarı ölçülerek hava fazlalık katsayısı, yanma verimi, çiğ noktası değerleri hesaplanarak ölçümler alınmıştır. Testo marka 868 model termal kamera ile mekanik hatlarda termal kamera çekimleri yapılarak bu yüzeylerden gerçekleşen ısı kayıpları, elektrik panoları ve motorlardaki aşırı ısınmalar tespit edilmiştir. Chauvin Arnoux Marka güç analizörleri 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. AZ marka 8361 model sıvı iletkenlik ölçer (PH Metre) ile kazan tesisatlarındaki blöf ve besli suyu iletkenlik ve sıcaklıkları ölçülmüştür.

1.6. ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ

Tesis 2024 yılında toplam 44,63 TEP enerji tüketmiş olup, bunun karşılığında 846.640 TL harcamıştır. Tesiste başlıca enerji türü olarak elektrik ve kömür kullanılmaktadır. 2024 yılı için elektrik enerjisi, toplam enerji tüketiminin %17,99'unu, yıllık ödenen paranın %41,25; tüketilen kömür toplam enerji tüketiminin %82,01 yıllık ödenen paranın %58,75'ünü oluşturmaktadır. 2024 yılı tesise ait enerji tüketimleri TEP ve TL bazındaki dökümleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 6: 2024 Yılı Enerji Tüketim Tablosu

Enerji Tipi	2024 - Tüketim				2024 - Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar(kWh)	CO ₂ (Ton)	TEP	Toplam %	Miktar (TL)	Toplam %	
Elektrik	93.355	40,98	8,03	17,99%	353.779	41,56%	44.065,35
Kömür	425.585	144,95	36,60	82,01%	497.400	58,44%	13.590,16
Toplam	518.940	185,94	44,63	100%	851.179	100%	19.072,54



Grafik 1: 2024 Yılı Enerji Tüketimi ve Maliyet Dağılım 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 Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde							
EVÖ 2: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	Kömür	15.257	1,31	3,59%	13,30	16.409	0,92	Kısa Vade	771.333	130%	20
EVÖ 5: Aydınlatma LED Revizyonu	Elektrik	123.725	10,64	132,53%	54,32	1.225.500	2,36	Orta Vade	9.491.082	71%	15
EVÖ 5: Çatı GES Kurulumu	Elektrik	213.709	18,38	228,92%	93,82	3.891.548	4,34	Uzun Vade	19.024.008	43%	20

Göksun Meslek Yüksek Okulu'nun uydu görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Yerleşke 1 binadan oluşup 2007 yılında kurulmuştur. Binaların toplam kapalı alanı ise 10.915 m²'dir. Tesiste başlıca enerji türü olarak elektrik ve kömür kullanılmaktadır. Isıtma ihtiyacı için yer tipi sıcak su kazanları kullanılırken merkezi soğutma sistemi bulunmamaktadır. Bazı odalarda ise split klimalar bulunmaktadır.

Tesisin 2024 yılı elektrik tüketimleri aylık olarak, tablo ve grafikler halinde verilmiştir. 2024 yılında toplam 93.355 kWh, 8,03 TEP elektrik enerjisi tüketilmiş olup karşılığında 353.779 TL ödenmiştir.

Göksun bölgesinde doğalgaz alt yapısı bulunmaması sebebi ile tesiste doğalgaz tüketimi bulunmamaktadır. Tesiste bulunan ısı merkezinde 2 adet katı yakıtlı kazan bulunmaktadır.

Tesiste kömür alımı senelik olarak yapılması sebebi ile kömür tüketimleri aylık bazda incelenememiş, yıllık bazda incelenmiştir.

Enerji Kimlik Belgesi, 05.12.2008 tarihli ve 27075 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği kapsamında; Toplam kullanım alanı 50 m²'nin üzeri ve iklimlendirmesi yapılan, kullanım ömrü 2 yıldan fazla olan binalar için düzenlenmesi gerekmektedir. Yapı kayıt belgeli binalar bu yönetmelik kapsamının dışında tutulup, Enerji Kimlik Belgesi kapsamına dâhil değildir. Tesise ait binada Enerji Kimlik Belgesi bulunmamaktadır.

TS 825 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°) ve pencerelerde 2,4 W/(m²*K°) olarak verilmiştir. Tesiste bulunan binaların mimari projelerine göre duvar, çatı ve zeminde yalıtım mevcut değildir. Kesit bilgilerine göre tesisteki ortalama ısıl geçirgenlik katsayısı her iki bina için duvarda 0,69 W/(m²*K°), çatıda 2,80 W/(m²*K°), zeminde 1,14 W/(m²*K°) pencerelerde 2,8 W/(m²*K°) olarak hesaplanmıştır. Bu değerler TS 825 standart değerlerinden yüksek çıkmıştır. Hesaplamalar İZODER TS 825 programında yapılmıştır.

Tesiste duvar yalıtımı için 5 cm taş yünü kullanıldığı durumda İZODER TS825 raporunun yalıtımlı ısı raporuna göre yeni oluşan duvar U Değeri 0,53 W/(m²*K°) olmaktadır. Mevcut ve yalıtımlı duvarların ısı kayıpları aşağıdaki tabloda verilmiştir. 2 durumun ısı kayıplarını oranlandığında 5 cm taş yünü ile %39,78 oranında bir tasarruf meydana gelmektedir. Buna göre tasarruf miktarı yaklaşık 169.300 kWh ve 198.100 TL olarak hesaplanmıştır. 2025 Yılı Çevre ve Şehircilik Poz Değerleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalara göre toplam yatırım maliyeti yaklaşık 2.415.000 TL'dir. Geri ödeme süresi 5 yılı geçtiği için verimlilik arttırıcı proje olarak sunulamamıştır. Bununla birlikte mantolama önerilmektedir.

Tesiste bulunan ısı merkezinde 2 adet katı yakıtlı kazan bulunmaktadır. Isı merkezinde ısıtılan su, dağıtım hatları ile bloklara iletilmektedir. Mahallerin ısıtılması radyatör paneller ile sağlanmaktadır. Kazanlara ilişkin etiket bilgileri üzerinde bulunmadığı için veriler projelerden alınmıştır. Brülör Kapasite verilerine ulaşılammıştır.

Tesisin eğitim kurumu olması sebebi ile merkezi soğutma ihtiyacı bulunmamaktadır. Tesiste bulunan split klimanın etiket bilgilerine ulaşamadığı için verim hesaplamaları yapılamamıştır.

Havalandırma, mekanik veya doğal olarak bir mahale hava sağlanması veya mahalden hava alınması olarak tanımlanır. Havalandırma, esasen kirlenen iç havanın tazelenmesidir ve sağlık için yeterli temiz dış hava sağlanmasıdır. Temiz hava için havalandırma miktarı, mahaldeki kişi sayısına, mahal taban alanına ve mahal hava değişimine göre belirlenebilir. Sınır CO₂ miktarı ile ilgili kesin bir değer olmamakla birlikte, CO₂ miktarı için sınır değer 1.000 ppm en çok kabul edilen değerdir.

Eğer CO₂ miktarı bu seviyeden düşük ise iç ortamdaki hava, kabul edilebilir iç hava kalitesindedir. Ancak iç hava kalitesi açısından en uygunu ortamdaki CO₂ miktarına göre havalandırma yapılmasıdır. Ayrıca ölçüm sırasında bazı bölümlerde pencerelerin açık bırakıldığı görülmüştür. Bu durum ısı kaybına sebep olduğundan havalandırmanın kontrollü bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Yerleşkedeki binalarda bulunan mekanik tesisatta termal kamera görüntülemesi yapılarak ısı kayıplarının tespiti ve yalıtım malzemesi kalınlığının yeterliliği tespit edilmiştir. Boru ve diğer mekanik tesisat elemanlarının bazı bölümlerinde yalıtımın olmadığı ve bazı kısımlarda ise sökülmelerin olduğu görülmüştür. Mevcut yalıtım tesisat için yetersiz kalmaktadır. Binalarda bulunan yalıtımsız elemanların toplam sayısı tablo olarak verilmiştir. Mekanik tesisatta yapılan termal kamera görüntüleri aşağıda verilmiştir. Önerimiz, açıkta kalan bu donanımların TS-12241 Mekanik Tesisat Yalıtım Standardına uygun olarak yalıtım malzemesi cam yünü içeren vana ceketleri ile yalıtılması yönündedir. Yalıtım yapılması durumunda elde edilecek tasarruf miktarları tablo olarak verilmiştir. Tesiste bulunan kompanzasyon kapasite bilgisi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Yerleşkede kurulu gücü 400 KVA olan 1 adet trafo bulunmaktadır.

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.

Tesiste bulunan IE1, IE2 verim sınıfına sahip motorların planlı değişim programı çerçevesinde IE3 Premium Verimlilik sınıfına sahip motorlar ile değişimi durumunda geri ödeme süresi yaklaşık olarak önlem ömrü kadar olacaktır. Bu sebeple tesiste bulunan IE1, IE2 verim sınıfına sahip motorların arızalanması durumunda IE3 Premium verimlilik sınıfına sahip motorlar ile değiştirilmesi önerilmektedir. 0,75 kW gücü altındaki pompalar hesaplamalara dâhil edilmemiştir.

Yerleşkedeki binalarda bulunan ve LED olmayan armatürlerin arızalanması durumunda LED armatür floresan armatürlere dönüşümü önerilmektedir. 2x36 W Floresan armatürler için 36 W LED Armatür ve 2x18 W Floresan armatürler için 18 W LED Armatür tercih edilebilecek diğer bir armatür çeşididir.

Ayrıca 4x18 W floresan armatürler için 60x60 LED paneller de tercih edilebilir. Değişim yapılması durumunda elde edilebilecek tasarruf miktarları tablo olarak 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.

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 enerji yönetim sistemi bulunmaktadır.

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. Tesiste ısıtma sistemi için otomasyon sistemi kullanılmamaktadır.

Kahramanmaraş iline düşen yıllık ısıtım miktarı 1 m² alana yılda ortalama 1.600-1.700 kWh/m²-yıl'dır. Ülke ortalamasının 1.527 kWh/m²-yıl olduğu düşünülürse Kahramanmaraş iline düşen yıllık ısıtım miktarı ülke ortalamasının üzerindedir. Kahramanmaraş'ın ülke ortalamasının üzerinde bir yıllık ısıtım miktarına sahip olması, güneş enerjisi sistemleri (GES) için önemli bir avantaj sunmaktadır. Daha yüksek ısıtım, aynı alanda daha fazla enerji üretimi anlamına gelir, bu da GES sistemlerinin verimliliğini ve yatırımın geri dönüş süresini olumlu yönde etkiler.

Yapılan hesaplamalara göre 540 Watt gücünde toplam 270 panel ile 146 kWp kurulum gücüne sahip GES kurulumu yapılabileceği tespit edilmiştir. Çatı Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 213.709 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 93,82 ton CO2 emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 3.891.548 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi yaklaşık 4,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 18.961.300 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %43 olup, proje ömrü 20 yıldır. Bu veriler, projenin ekonomik ve çevresel faydalarını açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 8: Tasarruf Edilen Miktarlar ve Parasal Değerleri

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı			Enerji Tasarruf Oranı (%)
	Miktar (kWh / Yıl)	Enerji (TEP / Yıl)	Maliyet (TL / Yıl)	
Kömür	15.257	1,31	17.851	3,59%
Elektrik	123.725	10,64	519.338	132,53%
Çatı GES Projesi (Elektrik)	213.709	18,38	894.051	228,92%
Toplam	352.691	30,33	1.434.240	

2. ENERJİ TÜKETİMİ

2.1. BİNA BİLGİLERİ



Şekil 1: Göksun Meslek Yüksek Okulu Uydu Görünümü

Göksun Meslek Yüksek Okulu'nun uydu görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Yerleşke 1 binadan oluşup 2007 yılında kurulmuştur. Binaların toplam kapalı alanı ise 10.915 m²'dir. Tesiste başlıca enerji türü olarak elektrik ve kömür kullanılmaktadır. Isıtma ihtiyacı için yer tipi sıcak su kazanları kullanılırken merkezi soğutma sistemi bulunmamaktadır. Bazı odalarda ise split klimalar bulunmaktadır.

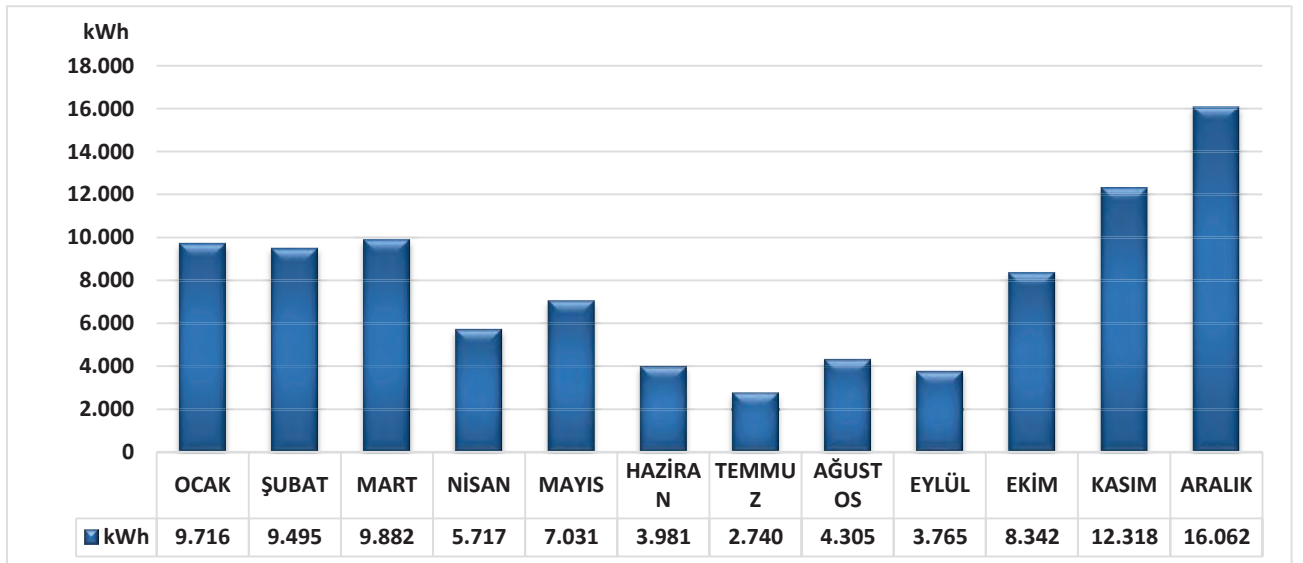
2.2. TÜKETİM VERİLERİ

2.2.1. Elektrik Tüketimleri

Tesisin 2024 yılı elektrik tüketimleri aylık olarak, tablo ve grafikler halinde verilmiştir. 2024 yılında toplam 93.355 kWh, 8,03 TEP elektrik enerjisi tüketilmiş olup karşılığında 353.779 TL ödenmiştir.

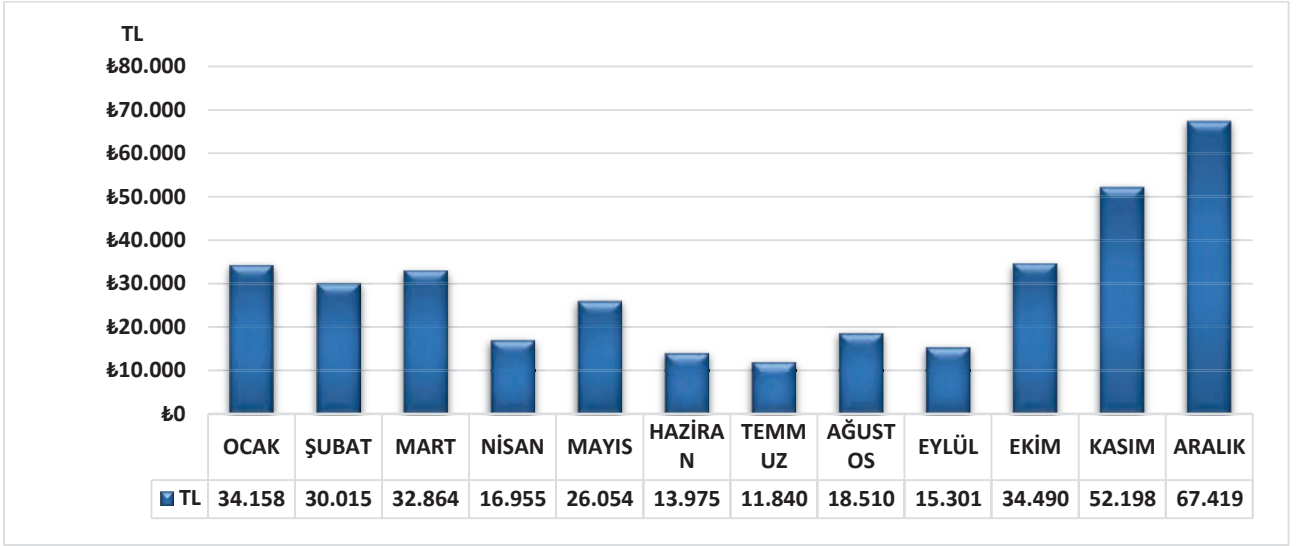
Tablo 9: 2024 Elektrik Tüketim Tablosu

2024 Yılı Elektrik Tüketimleri			
Aylar	Tüketim		Maliyet
	kWh	TEP	TL
Ocak	9.716	0,84	34.158
Şubat	9.495	0,82	30.015
Mart	9.882	0,85	32.864
Nisan	5.717	0,49	16.955
Mayıs	7.031	0,60	26.054
Haziran	3.981	0,34	13.975
Temmuz	2.740	0,24	11.840
Ağustos	4.305	0,37	18.510
Eylül	3.765	0,32	15.301
Ekim	8.342	0,72	34.490
Kasım	12.318	1,06	52.198
Aralık	16.062	1,38	67.419
Toplam	93.355	8,03	353.779



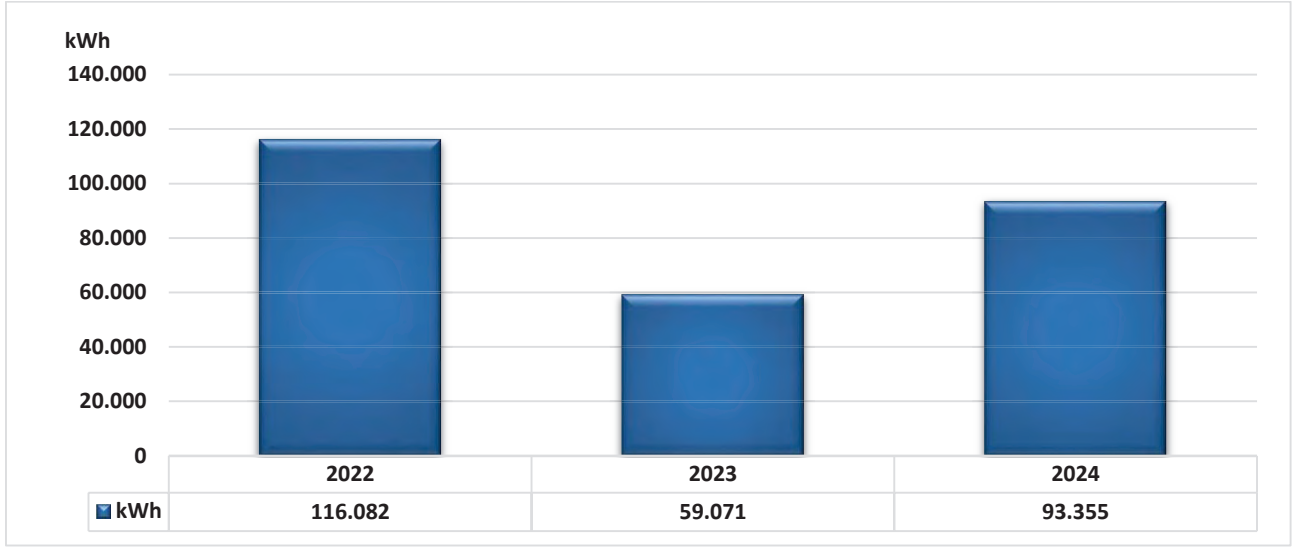
Grafik 2: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Grafiği

Tesis genelinde elektrik enerjisi; aydınlatma sistemi, ofis cihazları, sirkülasyon pompaları ve elektrikli cihazlar tarafından harcanmaktadır. En yüksek elektrik tüketimi Aralık ayında (16.062 kWh) gerçekleşmiştir. En düşük tüketim Temmuz ayında (2.740 kWh) görülmektedir. 2024 yılı elektrik tüketimi, belirgin mevsimsel dalgalanmalar göstermektedir. Kış aylarında en yüksek, yaz aylarında ise en düşük tüketim gerçekleşmiştir. Bunun sebebi tesisin eğitim kurumu olması sebebi ile yaz aylarında kullanım azalmasıdır.



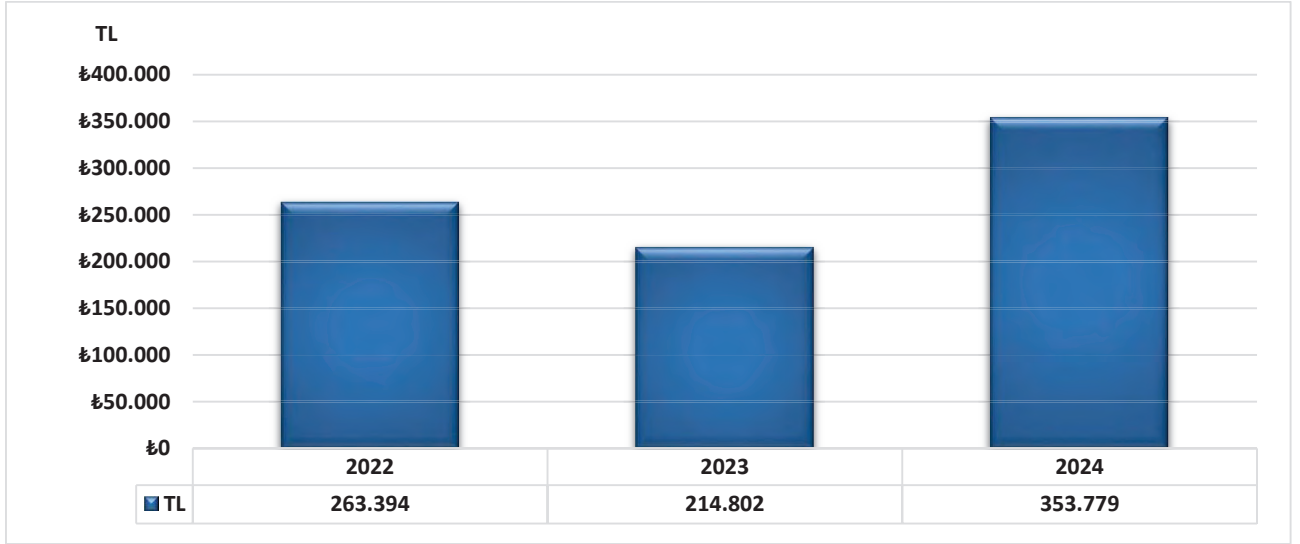
Grafik 3: 2024 Yılı Elektrik Maliyet Grafiği

Tesisin 2024 yılına ait elektrik maliyet grafiğini incelediğimizde En yüksek elektrik maliyetleri aralık ayında (67.419 TL) görülmektedir. En düşük elektrik maliyetleri temmuz (11.840 TL) ayında kaydedilmiştir. Kış aylarında (Ocak, Kasım, Aralık) elektrik maliyetleri tüketimle doğru orantılı olarak artış göstermektedir.



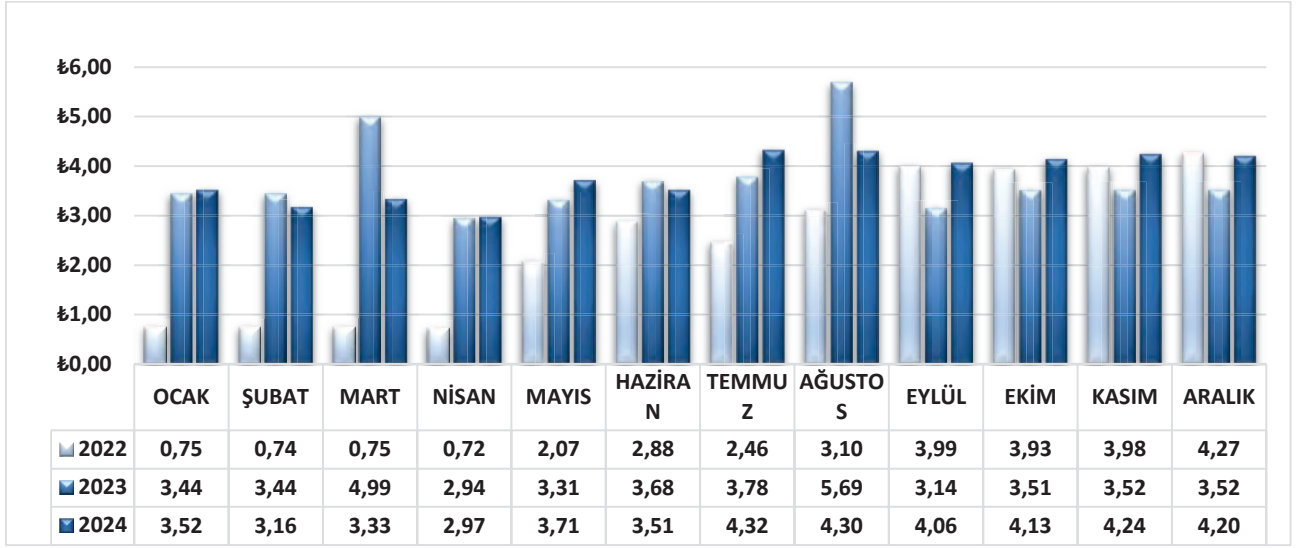
Grafik 4: Son 3 Yıla Ait Elektrik Tüketim Grafiği

Son 3 yıla ait elektrik tüketimlerini incelediğimizde 2022'den 2023'e elektrik tüketiminde yaklaşık %49,11'lik bir azalma olmuştur. 2023'ten 2024'e elektrik tüketiminde yaklaşık %58,04'lük bir artış olmuştur.



Grafik 5: Son 3 Yıla Ait Elektrik Maliyet Grafiği

Son 3 yıla ait elektrik maliyetini incelediğimizde 2022'den 2023'e elektrik maliyetlerinde yaklaşık %6,98'lik bir düşüş yaşanmıştır. 2023'ten 2024'e elektrik maliyetlerinde yaklaşık %64,70'lik bir artış gözlemlenmiştir.



Grafik 6: Son 3 Yılın Elektrik Birim Fiyat Grafiği

Elektrik birim fiyatı 2022 yılında ortalama 2,47 TL/kWh, 2023 yılında ortalama 3,75 TL/kWh, 2024 yılında ise ortalama 3,79 TL/kWh olarak gerçekleşmiştir. Son 3 yılın ortalama elektrik birim fiyatındaki değişikliği incelediğimizde 2022-2023 yılları arasında %51,74 oranında artış gerçekleşmiştir, 2023-2024 yılları arasında ise yaklaşık %1,07 oranında artış gerçekleşmiştir.

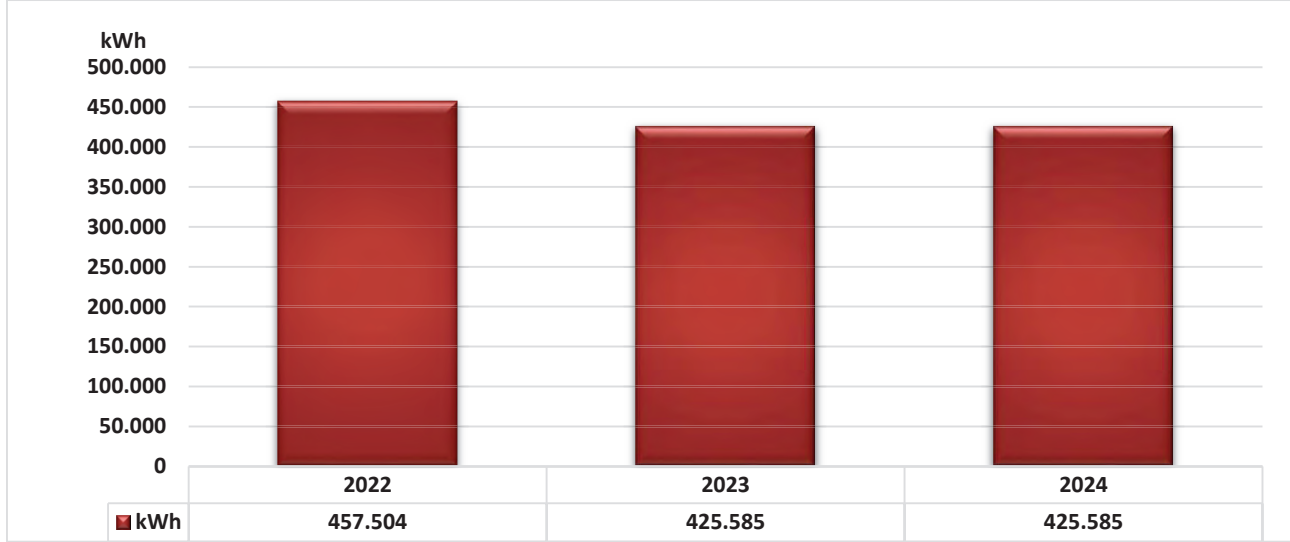
Tablo 10: Son 3 Yıla Ait Ortalama Elektrik Birim Fiyat Tablosu

2022 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	2,47 TL/kWh (KDV Hariç)
2023 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	3,75 TL/kWh (KDV Hariç)
2024 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	3,79TL/kWh (KDV Hariç)

2.2.2. Kömür Tüketimleri

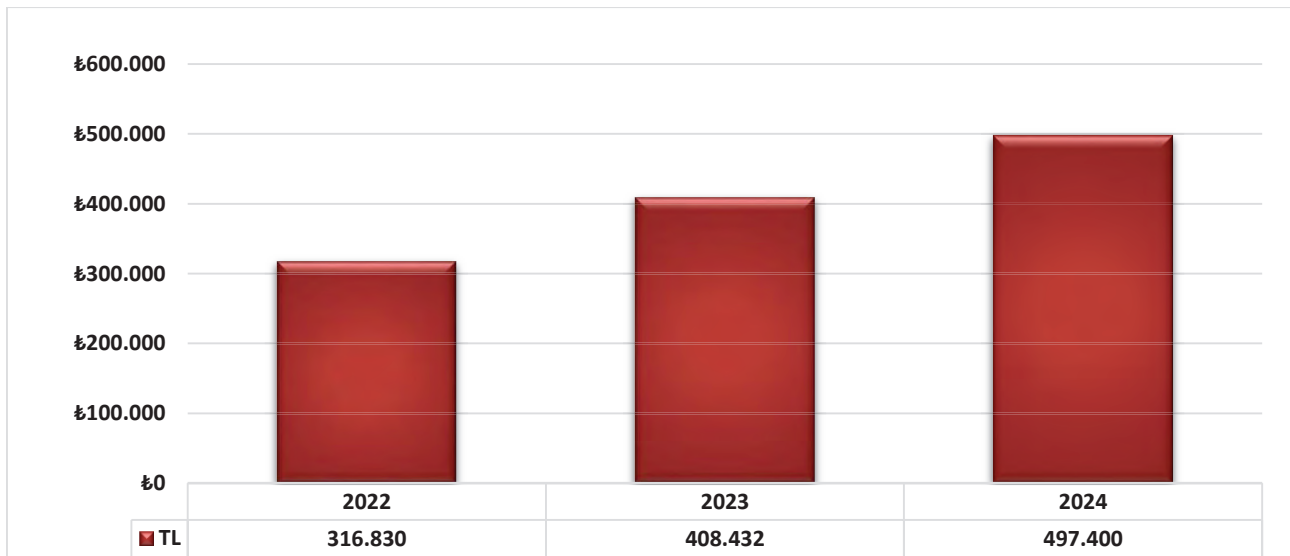
Göksun bölgesinde doğalgaz alt yapısı bulunmaması sebebi ile tesiste doğalgaz tüketimi bulunmamaktadır. Tesiste bulunan ısı merkezinde 2 adet katı yakıtlı kazan bulunmaktadır.

Tesiste kömür alımı senelik olarak yapılması sebebi ile kömür tüketimleri aylık bazda incelenememiş, yıllık bazda incelenmiştir.



Grafik 7: Son 3 Yılın Kömür Tüketim Grafiği

Tesise ait son 3 yılın kömür tüketimlerini incelediğimizde tüketim 2023 yılında 2022 yılına göre %6,98 oranında azalma gerçekleşmiş olup 2023 ve 2024 tüketimlerinin aynı miktarda olduğu görülmektedir.



Grafik 8: Son 3 Yılın Kömür Maliyet Grafiği

Son üç yılda kömür maliyetleri grafiğini incelediğimizde 2022 yılından 2023 yılına %28.91 artış yaşanmış olup, 2023 yılından 2024 yılına %21.78 oranında bir artış yaşanmıştır. Bu durum, kömür birim fiyatlarında önemli bir artış olduğunu işaret etmektedir.

Kömür birim fiyatı 2022 yılında ortalama 0,69 TL/kWh, 2023 yılında ortalama 0,96 TL/kWh, 2024 yılında ise ortalama 1,17 TL/kWh olarak gerçekleşmiştir. Son 3 yılın ortalama elektrik birim fiyatındaki değişikliği incelediğimizde 2022-2023 yılları arasında %38,58 oranında artış gerçekleşmiştir, 2023-2024 yılları arasında ise yaklaşık %21,78 oranında artış gerçekleşmiştir.

Tablo 11: Kömür Birim Fiyat Tablosu

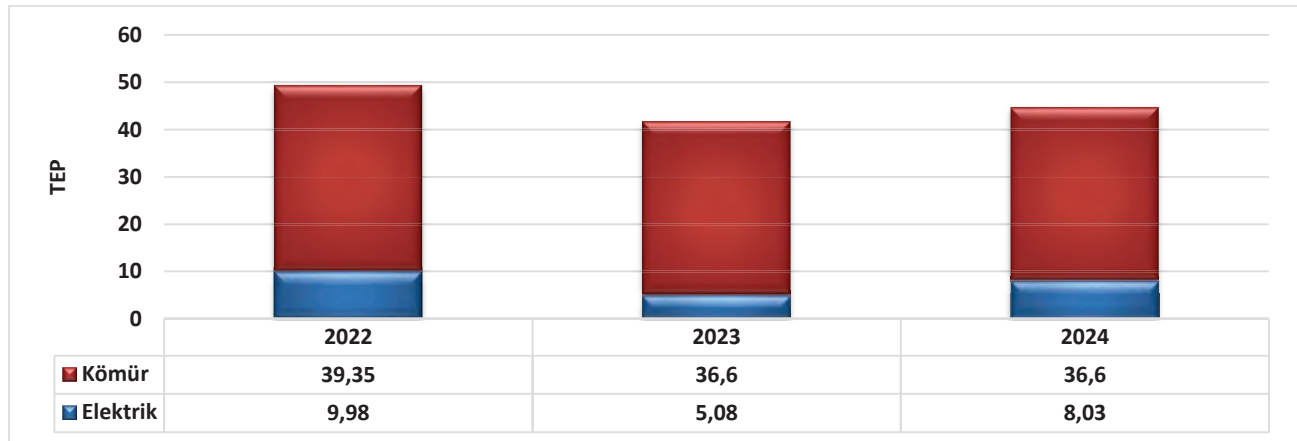
2022 Yılı Kömür Ortalama Birim Fiyatı	0,69	/kWh (KDV Dahil Değildir)
2023 Yılı Kömür Ortalama Birim Fiyatı	0,96	/kWh (KDV Dahil Değildir)
2024 Yılı Kömür Ortalama Birim Fiyatı	1,17	/kWh (KDV Dahil Değildir)

2.2.3. Toplam Enerji Tüketimi

Göksun MYO’da kömür tüketimi bulunmaktadır. Kömür alımı yıllık olarak gerçekleştirilmesi sebebi ile Kömür tüketimi tabloda aylara dahil edilmeyip toplam kısmına dahil edilmiştir. Toplam tüketim grafiği yıllık bazda incelenmiştir.

Tablo 12: 2024 Toplam Enerji Tüketim Tablosu

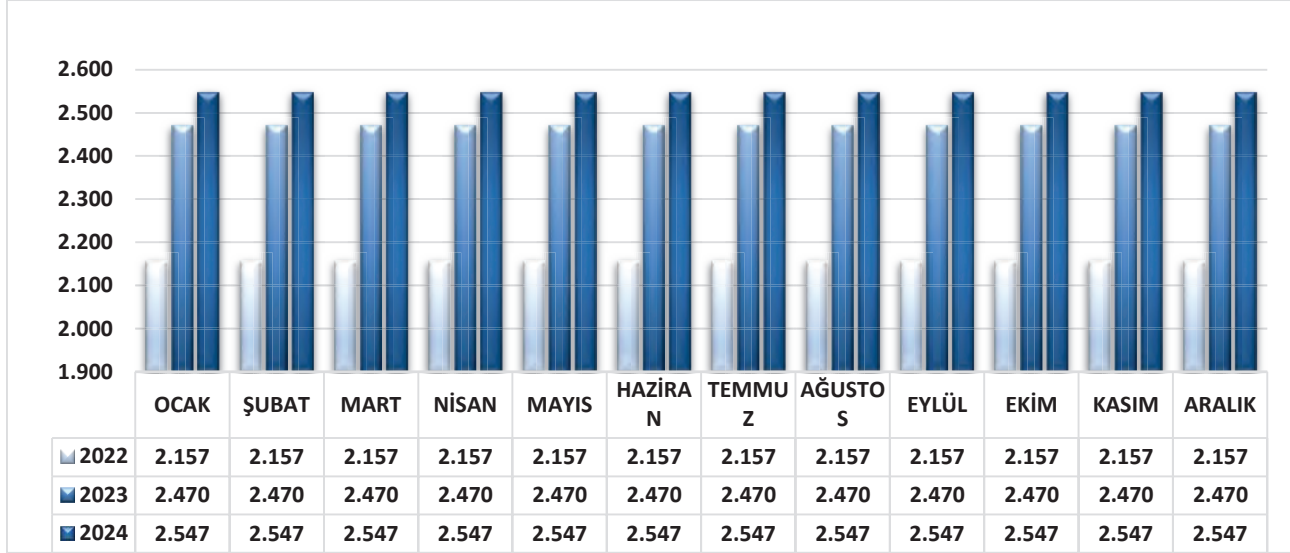
Toplam Enerji Tüketimi							
Aylar	Elektrik		Sıvı Yakıtları TEP	Katı Yakıtlar TEP	Gaz Yakıtları TEP	Toplam TEP	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen					
	TEP	TEP					
Ocak	0,84				0,00	0,84	34.158
Şubat	0,82				0,00	0,82	30.015
Mart	0,85				0,00	0,85	32.864
Nisan	0,49				0,00	0,49	16.955
Mayıs	0,60				0,00	0,60	26.054
Haziran	0,34				0,00	0,34	13.975
Temmuz	0,24				0,00	0,24	11.840
Ağustos	0,37				0,00	0,37	18.510
Eylül	0,32				0,00	0,32	15.301
Ekim	0,72				0,00	0,72	34.490
Kasım	1,06				0,00	1,06	52.198
Aralık	1,38				0,00	1,38	67.419
Toplam	8,03				0,00	8,03	353.779



Grafik 9: Son 3 Yılın Toplam Tüketim Grafiği

2.3. TÜKETİM ANALİZLERİ

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



Grafik 10: Son 3 Yıla Ait Tesiste Bulunan Kişi Sayıları

Tablo 13: Son 3 Yılın Tüketim Analizleri Tablosu

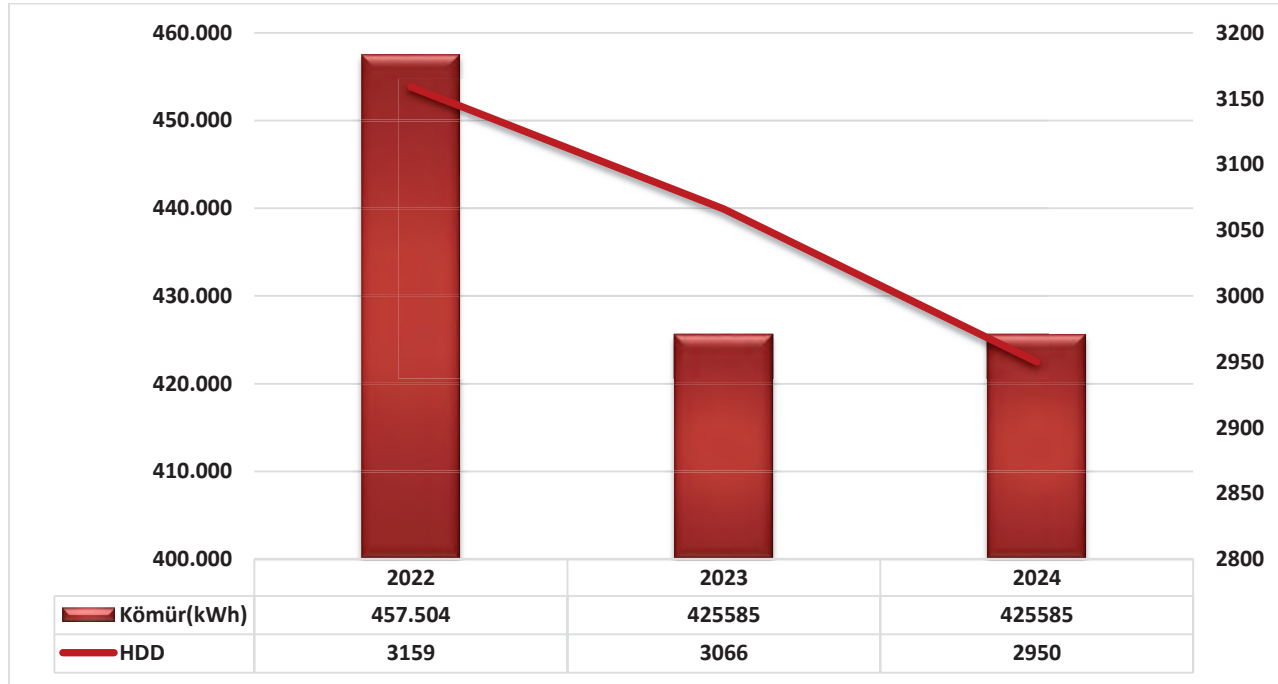
Göstergeler	Birimi	2022 Yılına Ait Değerler	2023 Yılına Ait Değerler	2024 Yılına Ait Değerler	Ortalama
m2 Başına Toplam Tüketim	kWh/m2	52,55	44,40	47,54	48,17
m2 Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/m2	53,16	57,10	77,98	62,75
m2 Başına Toplam Elektrik Tüketimi	kWh/m2	10,64	5,41	8,55	8,20
m2 Başına Toplam Kömür Tüketimi	kWh/m2	41,92	38,99	38,99	39,97
Kişi Başına Toplam Tüketim	kWh/kişi	22,16	16,35	16,98	18,50
Kişi Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/kişi	22,42	21,03	27,85	23,76
Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi	kWh/kişi	4,48	1,99	3,05	3,18
Kişi Başına Toplam Kömür Tüketimi	kWh/kişi	17,68	14,36	13,92	15,32
m2 Başına Toplam Emisyon	Ton CO2 eşd./ m2	0,0189	0,0157	0,0170	0,0172
Kişi Başına Toplam Emisyon	Ton CO2 eşd./ kişi	0,0080	0,0058	0,0061	0,0066

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 soğukun 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 sıcaklığı 15 °C'nin üzerinde olan yerler için ısıtma gereksizdir.

Tablo 14: Göksun 2024 Yılı HDD-CDD Grafiği

G/D	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
HDD	514	434	417	149	147	0	0	0	46	218	446	579
T≤15°C	31	29	31	23	21	0	0	0	11	24	30	31
CDD	0	0	0	0	0	13	17	24	0	0	0	0
T>22°C	0	0	0	0	0	13	16	21	0	0	0	0

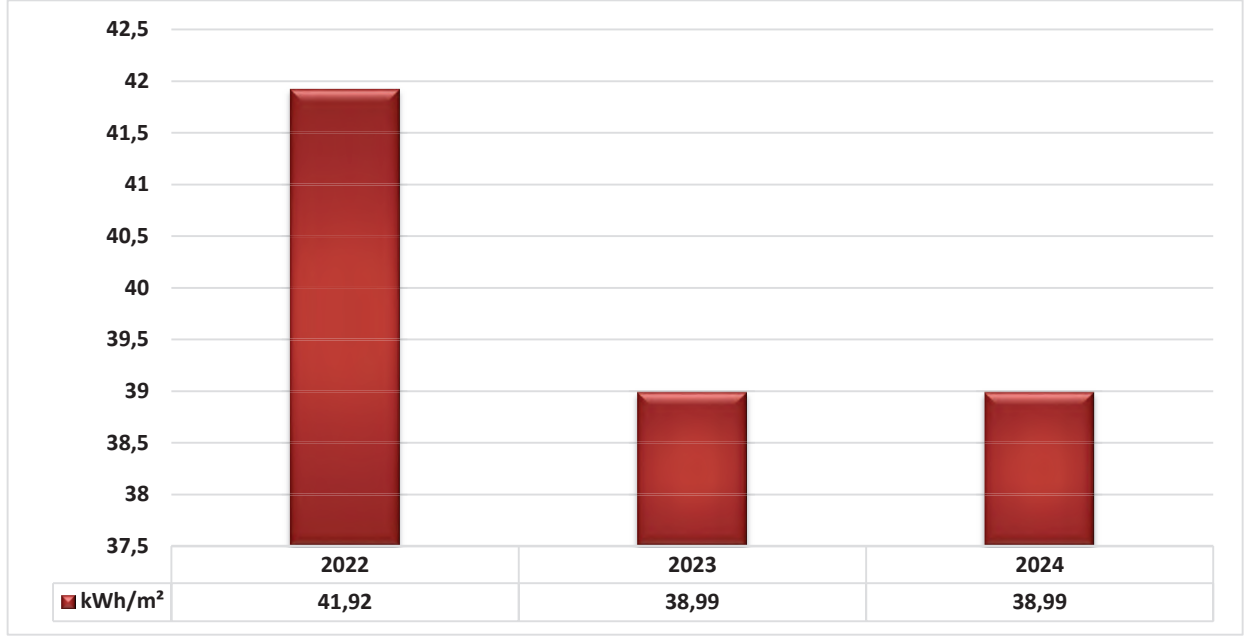
2.3.1. Yıllara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Gün Derece Sayısı (HDD) Grafiği



Grafik 11: Son Üç Yılın Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Gün Derece Sayısı (HDD) Grafiği

Kömür alımı yıllık olarak gerçekleştirilmesi sebebi ile 2024 yılının aylara göre toplam ısı enerjisi tüketimi ve ısıtma gün derecesi (HDD) grafiği incelenememiştir. Kömür tüketimleri Yıllık verilere göre kontrol edilmiştir.

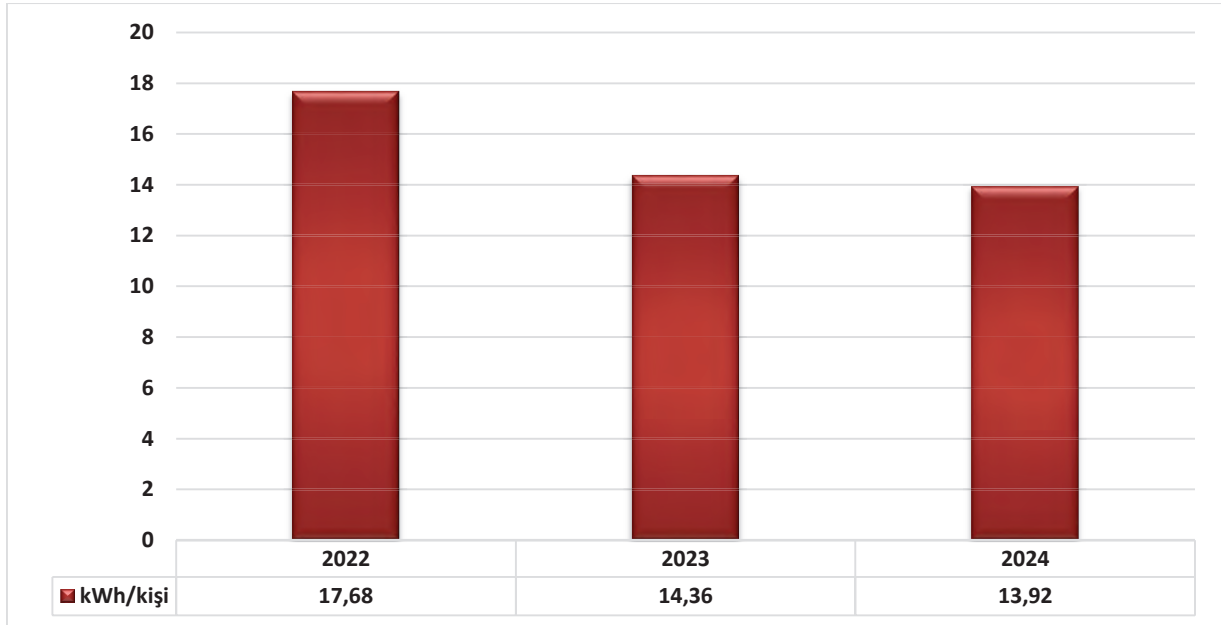
2.3.2. Yıllara Göre Birim Alan Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği



Grafik 12: Son Üç Yılın Birim Alan Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği

Tesiste kömür tüketim verileri yıllık bazda olması sebebi ile aylık bazda inceleme yapılamamıştır. Son üç yılın tüketimini incelediğimizde birim alan başına en yüksek tüketim 2022 yılında 41,92 kWh/m² ile gerçekleşmiştir.

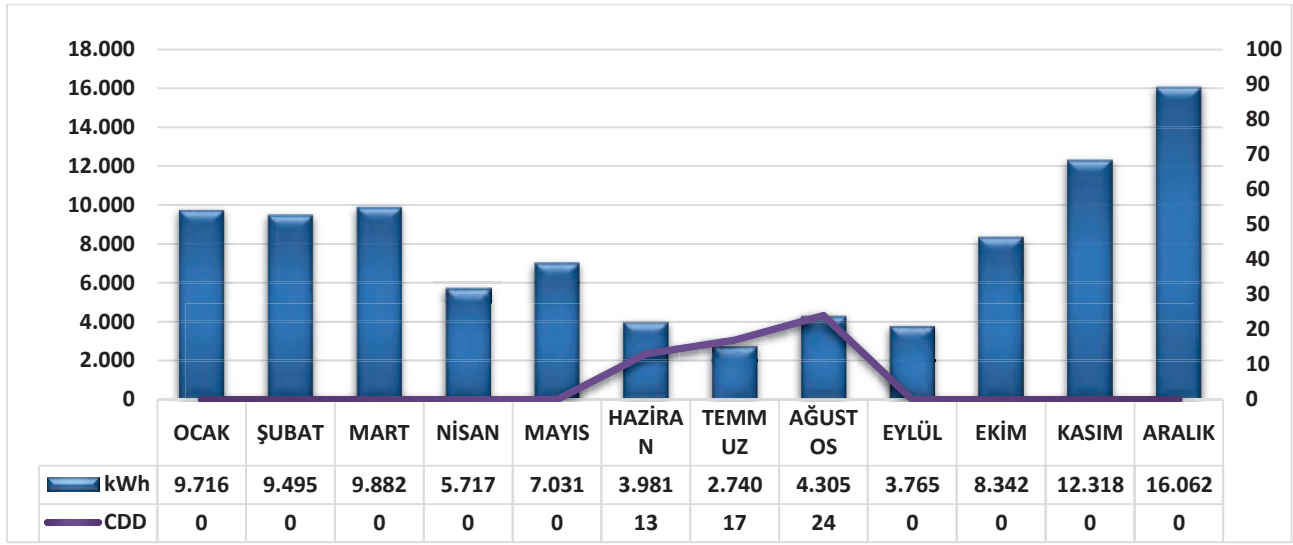
2.3.3. Yıllara Göre Kişi Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği



Grafik 13: Son Üç Yılın Kişi Başına Toplam Isı Enerjisi Tüketim Grafiği

Tesiste kömür tüketim verileri yıllık bazda olması sebebi ile aylık bazda inceleme yapılamamıştır. Son üç yılın tüketimini incelediğimizde kişi başına en yüksek tüketim 2022 yılında 17,68 kWh/kişi ile gerçekleşmiştir.

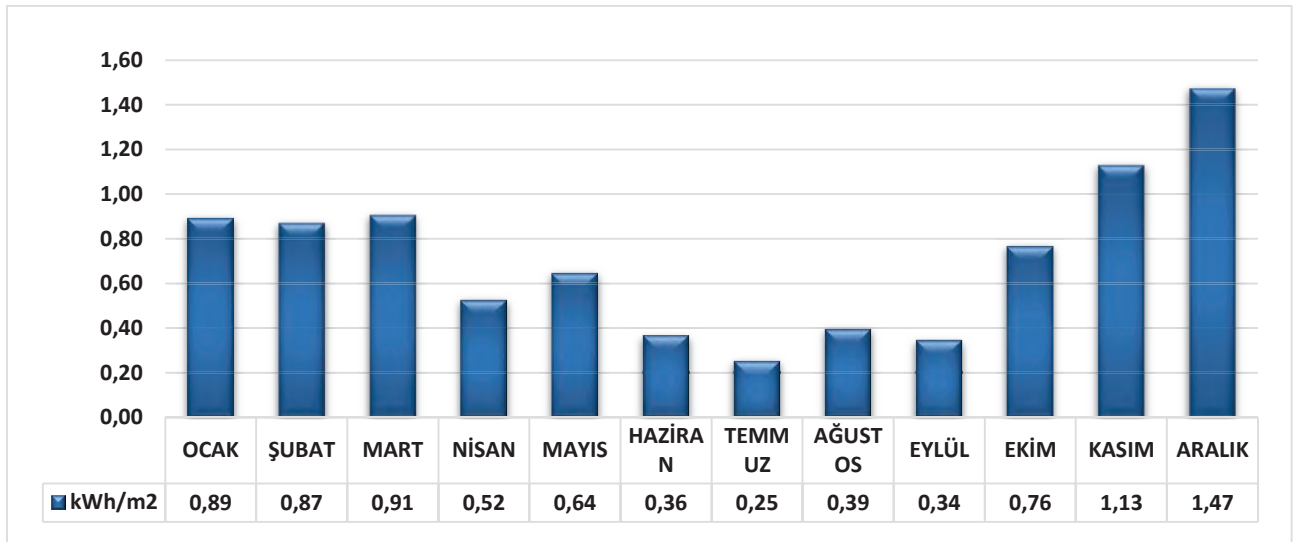
2.3.4. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Soğutma Gün Derece Sayısı (CDD) Grafiği



Grafik 14: 2024 Yılı Aylık Elektrik Tüketim ve CDD Grafiği

Tesise ait 2024 yılı elektrik tüketimlerini tesise en yakın meteoroloji istasyonundan alınmış 2024 yılına ait aylık CDD değerleri ile kıyasladığımızda soğutmaya ihtiyaç duyulan aylardaki elektrik tüketiminin CDD değerlerindeki değişim ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Bu durumun sebebi elektrik enerjisinin, klimaların yanı sıra aydınlatma sistemi, ofis ekipmanları ve elektrik cihazlar için de kullanılmasından ve tesisin eğitim kurumu olması sebebi ile yazın aktif olarak çalışmamasından kaynaklanmaktadır.

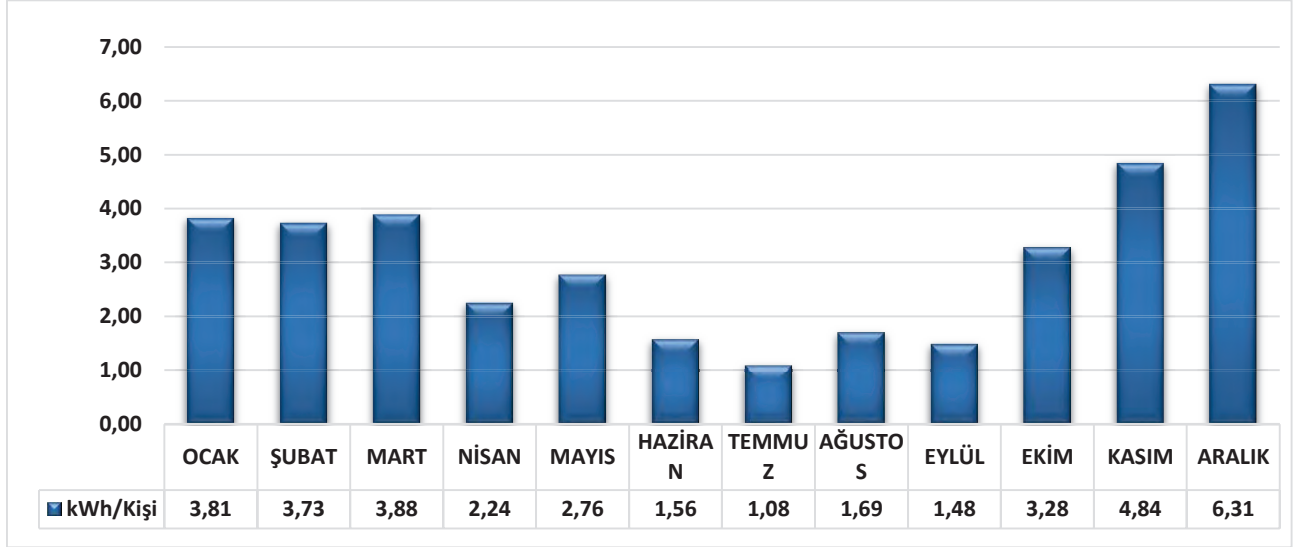
2.3.5. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği



Grafik 15: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Elektrik Tüketim Grafiği

Tesise ait 2024 yılı birim alan metrekare başına düşen elektrik tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değer 1,47 kWh/m² ile aralık ayında gerçekleştiği görülmektedir.

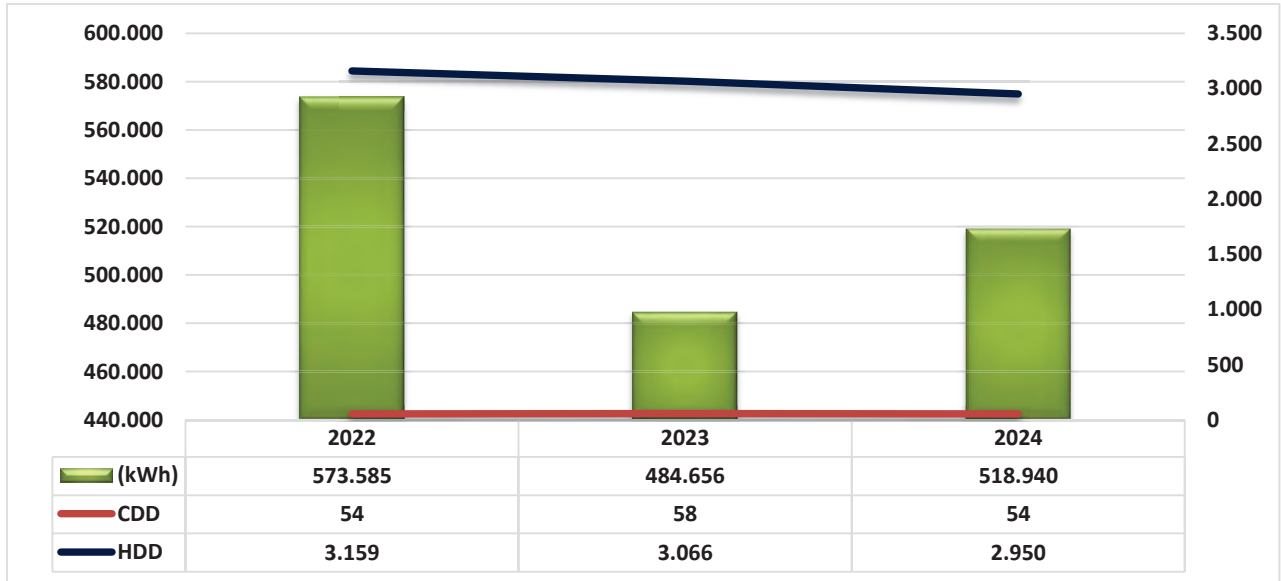
2.3.6. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Kişi Başına Tüketim Grafiği



Grafik 16: 2024 Yılı Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketim Grafiği

Aralık ayında kişi başına düşen elektrik tüketiminin en yüksek (6,31 kWh/Kişi) olduğu görülmektedir. Temmuz (1,08 kWh/Kişi) ayı en düşük tüketimin görüldüğü aydır.

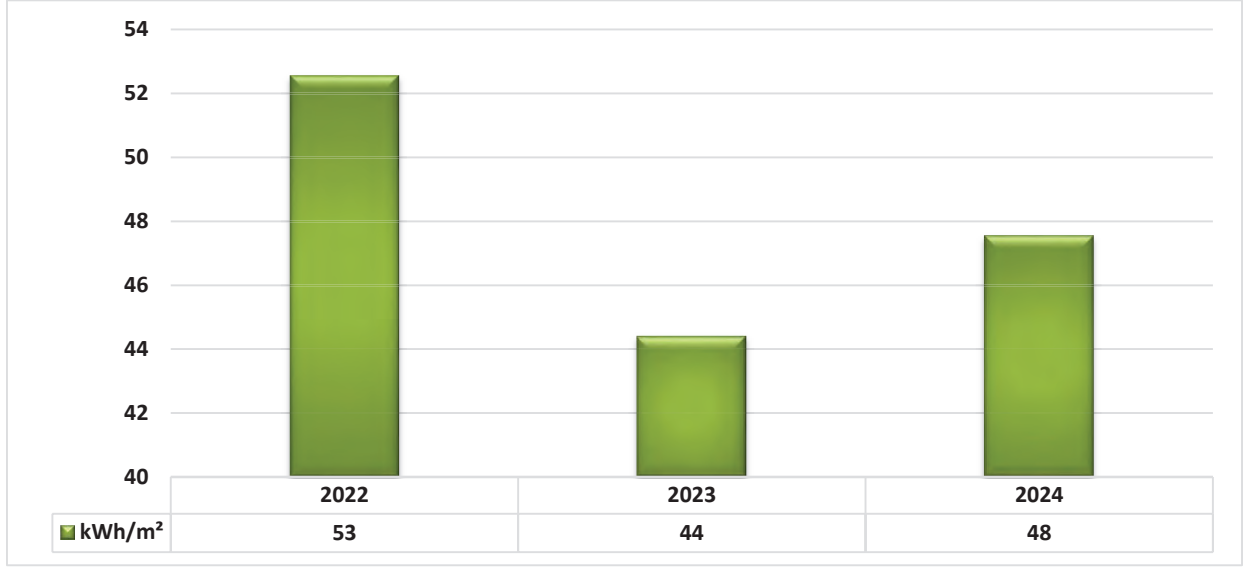
2.3.7. Yıllara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Isıtma–Soğutma Gün Derece Sayıları (HDD+CDD) Grafiği



Grafik 17: Son Üç Yılın 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.

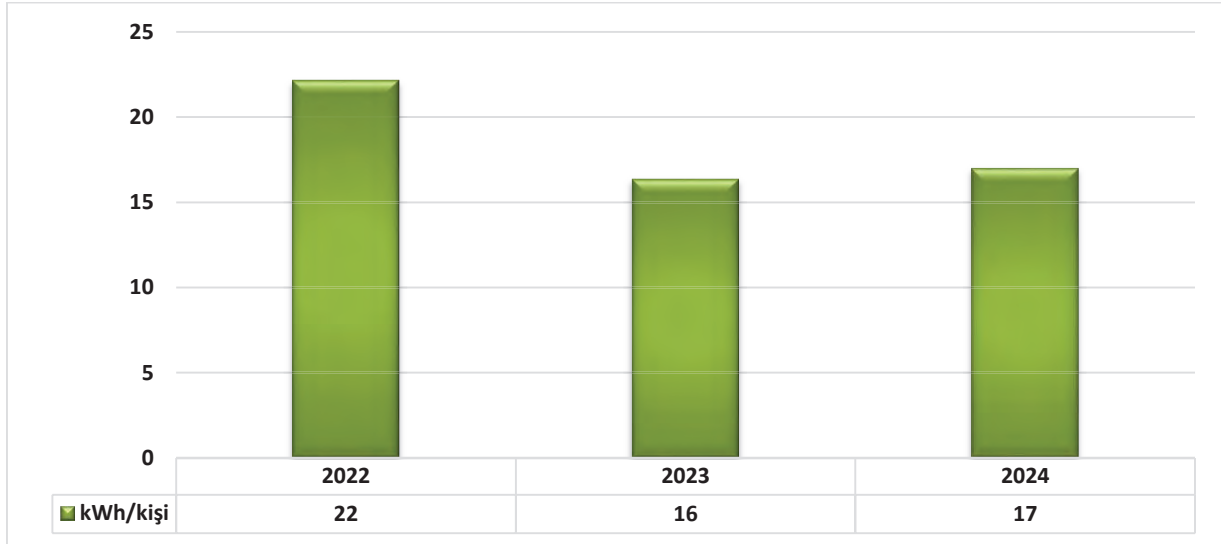
2.3.8. Yıllara Göre Toplam Enerjinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği



Grafik 18: Son Üç Yılın Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği

Tesiste kömür tüketim verileri yıllık bazda olması sebebi ile toplam tüketim verileri de yıllık bazda incelenmiştir. Son üç yılın tüketimini incelediğimizde birim alan başına en yüksek tüketim 2022 yılında 53 kWh/m² ile gerçekleşmiştir.

2.3.9. Yıllara Göre Toplam Enerjinin Kişi Başına Tüketim Grafiği



Grafik 19: Son Üç Yılın Kişi Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği

Tesiste kömür tüketim verileri yıllık bazda olması sebebi ile toplam tüketim verileri de yıllık bazda incelenmiştir. Son üç yılın tüketimini incelediğimizde kişi başına en yüksek tüketim 2022 yılında 22 kWh/kişi ile gerçekleşmiştir.

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 kömür tüketimleri sistem bazında izlenmemektedir.

2.3.12. Yıllık Elektrik Tüketiminin Binalara göre Dağılımı

Tesiste elektrik tüketimleri bina bazında izlenmemektedir.

2.3.13. Yıllık Isı Enerjisi Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı

Tesiste kömür tüketimleri bina bazında izlenmemektedir.

2.3.14. Yıllık Toplam Enerji Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı

Tesiste toplam enerji tüketimleri bina bazında izlenmemektedir.

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 Belirlleme 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 1: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	C	%90	%10	10.915 m ²	15.257	Kömür	1,31	17.851
EVÖ 2: Aydınlatma LED Dönüşümü	C	%90	%10	10.915 m ²	123.725	Elektrik	10,64	518.049
EVÖ 3: Çatı GES Kurulumu	C	%90	%10	10.915 m ²	213.709	Elektrik	18,38	894.823

3. ENERJİ PERFORMANSI

Enerji Kimlik Belgesi, 05.12.2008 tarihli ve 27075 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği kapsamında; Toplam kullanım alanı 50 m²’nin üzeri ve iklimlendirmesi yapılan, kullanım ömrü 2 yıldan fazla olan binalar için düzenlenmesi gerekmektedir. Tesise ait binada Enerji Kimlik Belgesi bulunmamaktadır.

4. YAPISAL SİSTEMLER

4.1. MİMARİ YAPI



Şekil 2: Göksun Meslek Yüksek Okulu

Göksun Meslek Yüksek Okulu uydu görünümü Şekil 2’de verilmiştir. Yerleşkenin toplam kapalı alan 10.915 m²’dir. Kampüs 2007 yılında kurulmuş olup tek binadan oluşmaktadır. Binaların ısıtma ihtiyacı katı yakıtlı kazan ile sağlanırken, tesis de soğutma split klima ile sağlanmaktadır. Binada yalıtım mevcut değildir.

4.2. ISI YALITIMI DURUMU

4.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 3: Bina Dış Görüntüleri

Tesisten alınan bilgiler doğrultusunda binalarda yalıtım olup olmadığı belirlenmiştir. Yalıtım durumu ve kapalı alan ile ilgili bilgiler tablo olarak verilmiştir.

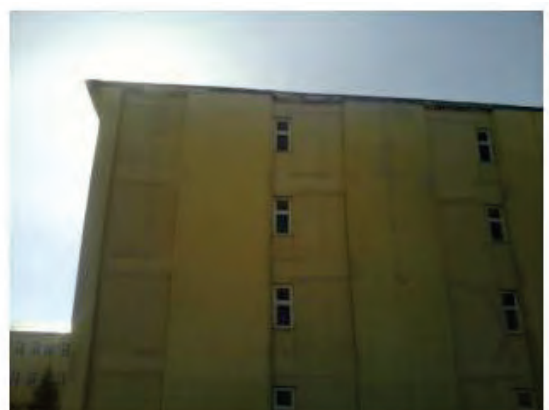
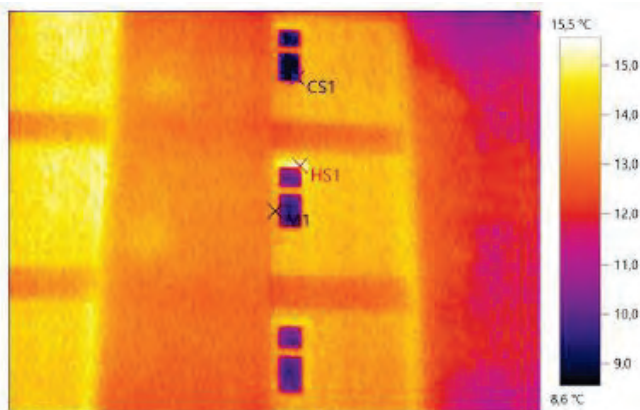
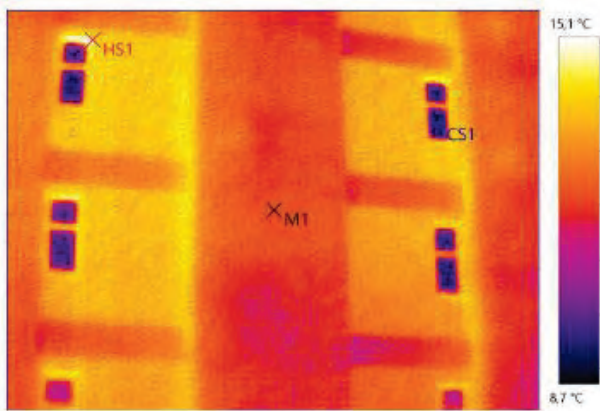
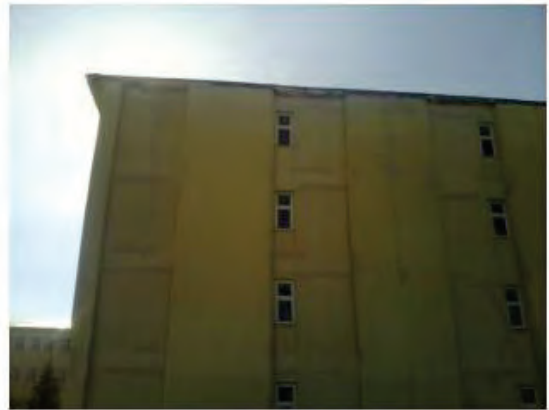
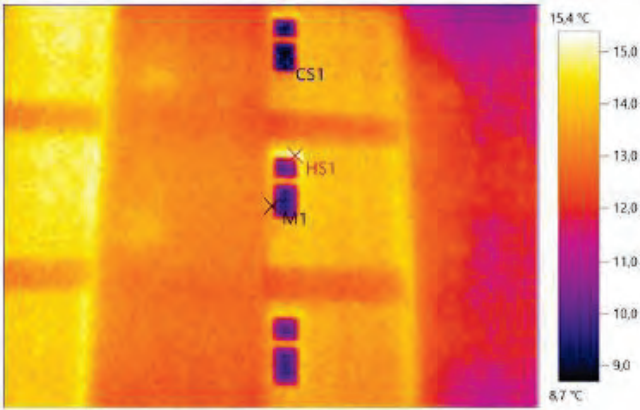
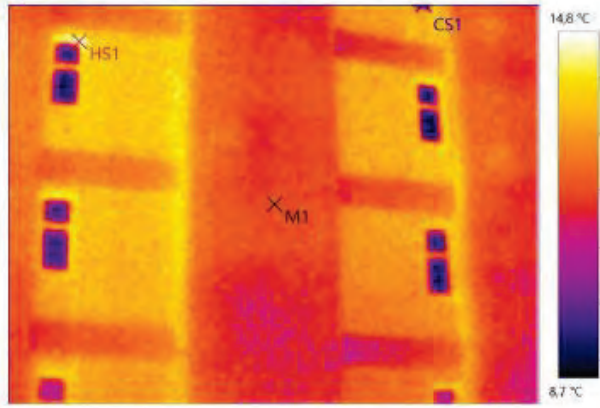
Tablo 16: Bina Yalıtım Durum Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Yalıtım Durumu	Kapalı Alan
1	Göksun Meslek Yüksekokulu	Yalıtımsız	10.915 m ²

4.2.2. Ölçümler ve Tespit

Tesisteki binaların çatılarında ve duvarlarında yalıtımın mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Çatıda demir konstrüksiyon üzerine sac malzemesi bulunuyor. Kış aylarında bölge çok soğuk olduğu için çok fazla ısı kaybı oluyor. Ayrıca tesisteki bina dış cephelerinde termal görüntüleme yapılmıştır. Örnek görüntüler aşağıda paylaşılmış olup detaylı termal kamera raporu ekte sunulmuştur.

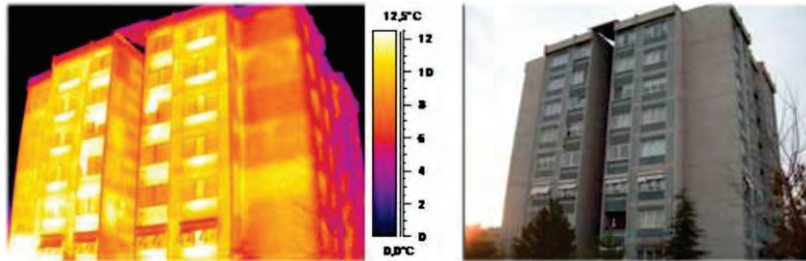
Termal Kamera Görüntüleri:



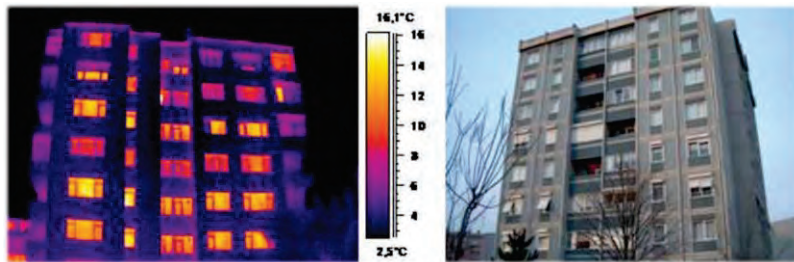
4.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Bina ısı yalıtımı, yapıların enerji verimliliğini artırmak, iç mekân sıcaklık konforunu sağlamak ve enerji maliyetlerini düşürmek amacıyla yapılan bir uygulamadır. Doğru bir ısı yalıtımı sayesinde binalarda kışın ısı kaybı, yazın ise ısı kazanımı engellenir ve böylece daha az enerji harcanarak istenilen sıcaklık korunabilir. Isı yalıtımı, enerji tasarrufu sağlaması, iç mekân konforunu artırması, çevreye katkı sunması, yapının dayanıklılığını koruması ve ekonomik değer katması gibi birçok avantajı beraberinde getirir. Isı kayıplarını azaltarak ısınma ve soğutma maliyetlerinde %30-50 oranında tasarruf sağlayan ısı yalıtımı, iç mekânlarda sıcaklık dalgalanmalarını önleyerek mevsime göre aşırı sıcak veya soğuk alanların oluşumunu engeller ve daha konforlu yaşam alanları sunar.

Enerji tüketiminin azalmasıyla fosil yakıt kullanımı ve karbon salınımı da düşer, bu da sera gazı etkisini azaltarak iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sağlar. Ek olarak, ısı yalıtımı binalarda ısı farklılıklarından kaynaklanan çatlakları, nem ve rutubet gibi yapısal sorunları önleyerek yapının ömrünü uzatır. Isı yalıtımı yapılan binaların enerji tasarruflu olmaları nedeniyle piyasa değerleri de artar. Polistiren köpük (EPS, XPS), taş yünü ve cam yünü gibi malzemelerle yapılan yalıtım, çatı, dış duvarlar, zeminler gibi çeşitli bina noktalarına uygulanabilir. Ayrıca, yürürlükteki Isı Yalıtımı Yönetmeliği gereğince, yeni binalarda ısı yalıtımı zorunlu hale getirilmiştir ve yapılacak uygulamanın standartlara uygun olması gerekmektedir.



Şekil 4: Örnek Yalıtımsız Bina Termal Görüntüsü



Şekil 5: Örnek Yalıtımlı Bina Termal Görüntüsü

4.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Termodinamiğin ikinci yasasına göre ısı, yüksek sıcaklıklı ortamdan düşük sıcaklıklı ortama doğru gitmektedir. Yani ısınan iç ortamdan dış ortama doğru bir ısı akışı söz konusudur. İçeride yeterli konfor ortamının sağlanabilmesi için kaybolan ısının, bir ısıtma sistemi ile karşılanması gerekmektedir. Kaçan ısıyı en aza indirebilmek için çeşitli yollarla yalıtım yapılması gerekmektedir.

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.

Isı yalıtımı yapılmasının avantajları hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlar. Isı yalıtımının en önemli avantajlarını sıralayacak olursak:

1. Enerji Tasarrufu

Isıtma ve soğutma maliyetlerini düşürür: Kışın içerideki ısıyı dışarı kaçmasını, yazın ise dışarıdaki sıcaklığın içeri girmesini engeller.

Yakıt tüketimini azaltır: Daha az enerji harcadığı için doğalgaz, elektrik ve kömür gibi yakıtların kullanımı azalır.

2. Ekonomik Avantajlar

Faturaları düşürür: Daha az enerji kullanıldığı için elektrik, ısıtma faturalarında %30-50 arasında tasarruf sağlar.

Uzun vadeli tasarruf: Başlangıç maliyeti olsa da, yalıtım uzun vadede kendini amorti eder.

Bina değerini artırır: Enerji kimlik belgesi (EKB) sayesinde yalıtımlı binaların piyasa değeri artar.

3. Konfor Artışı

Sabit sıcaklık sağlar: İç mekân sıcaklığı daha stabil olur, yazın serin, kışın sıcak bir ortam sağlar.

Nem ve yoğunlaşmayı önler: Yalıtım, yoğunlaşma (terleme) nedeniyle oluşan rutubet ve küf oluşumunu engeller.

4. Çevresel Fayda

Karbon emisyonunu azaltır: Enerji tüketimi azaldığı için atmosfere salınan karbon miktarı düşer. Bu da çevreye ve iklim değişikliğine olumlu katkı sağlar.

Doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur: Enerji tasarrufu, fosil yakıt kullanımını ve doğal kaynakların tüketimini azaltır.

5. Ses Yalıtımı

Dışarıdan gelen gürültüyü azaltır: Duvar ve çatı yalıtımında kullanılan malzemeler (taş yünü, cam yünü, XPS) aynı zamanda ses yalıtımı sağlar. Bu, iç mekân konforunu artırır.

6. Bina Ömrünün Uzaması

Duvar ve çatı koruması sağlar: Yalıtım, yapının maruz kaldığı sıcaklık değişimlerini ve nem etkilerini en aza indirir. Bu, duvar ve çatının dayanıklılığını artırır.

Küf ve rutubet oluşumunu önler: Nem geçişini kontrol ederek bina yüzeylerinde küf, mantar ve yosun oluşumunu engeller.

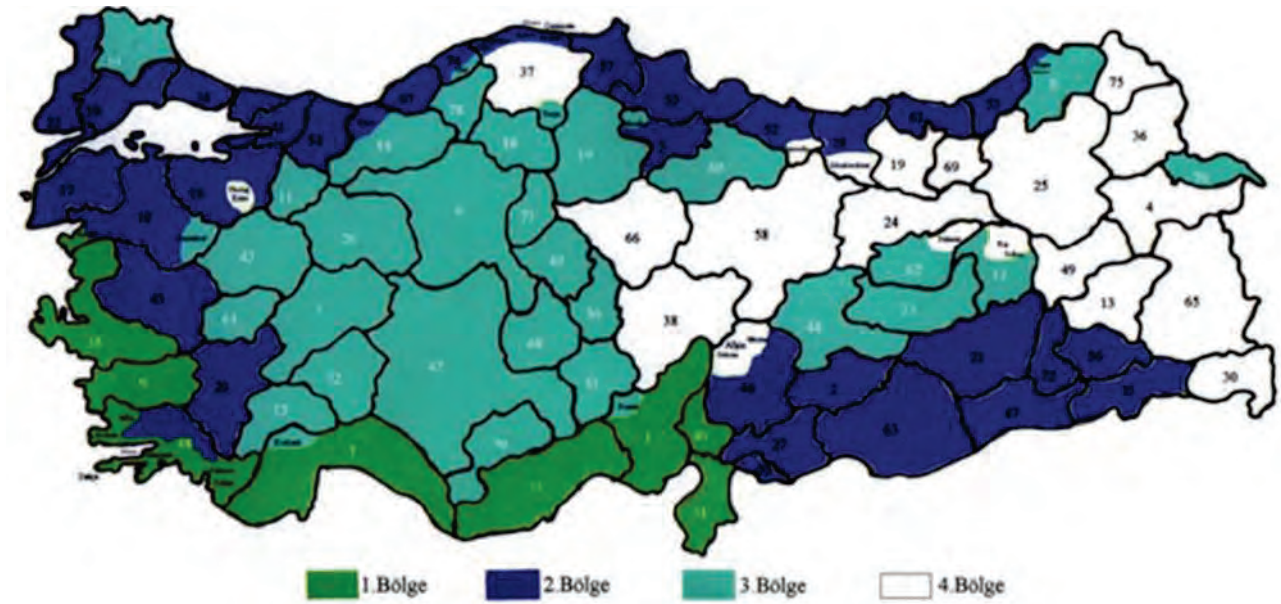
Bu avantajlar özellikle artan enerji maliyetleri ve çevresel kaygılar göz önüne alındığında, yalıtımın önemi daha da artmaktadır.

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, TS 825 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 6: TS 825'e Göre İklim Bölgeleri

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

Tablo 17: 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

Tesiste bulunan binaların mimari projesinde bulunan kesit bilgilerine göre TS 825 standardına uygun U değeri hesabı yapılmıştır. Binada bulunan duvar, çatı ve zemine ait hesaplanan U değerleri aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 18: Mevcut Bina U Değerleri Tablosu

Bina Adı	Duvar U Değeri (W/(m ² *K°))	Çatı U Değeri (W/(m ² *K°))	Zemin U Değeri (W/(m ² *K°))
Göksun Meslek Yüksekokulu	2,25	0,58	0,23

4.3.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

TS 825 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°) ve zeminde 0,60 W/(m²*K°) olarak verilmiştir.

Tesiste bulunan binaların mimari projelerine göre duvar, çatı ve zeminde yalıtım mevcut değildir. Kesit bilgilerine göre tesisteki ortalama ısıl geçirgenlik katsayısı her iki bina için duvarda 2,25 W/(m²*K°), çatıda 0,58 W/(m²*K°) ve zeminde 0,23 W/(m²*K°) olarak hesaplanmıştır. Bu değerler TS 825 standart değerlerinden yüksek çıkmıştır. Hesaplamalar İZODER TS 825 programında yapılmıştır.

1. Göksun Meslek Yüksekokulu:

- **Duvar U Değeri:** 2,25 W/(m²*K°) – Bu değer İZODER TS 825'in 2. bölge için belirlediği standart değer üzerindedir ve ısı kaybının fazla olacağını ifade eder.
- **Çatı U Değeri:** 0,58 W/(m²*K°) – Bu değer İZODER TS 825'in 2. bölge için belirlediği standart değer çok üzerindedir. Bu sebeple çatıdan kaynaklı ısı kaybının fazla olacağı anlamına gelmektedir.
- **Zemin U Değeri:** 0,23 W/(m²*K°) – Bu değer İZODER TS 825'in 2. bölge için belirlediği standart değerinin üzerindedir ve zemin yalıtımının yetersiz olduğunu işaret eder.

Tesiste duvar yalıtımı için 5 cm taş yünü kullanıldığı durumda TS825 raporunun yalıtımlı ısı raporuna göre yeni oluşan duvar U Değeri 0,53 W/(m²*K°) olmaktadır. Mevcut ve yalıtımlı duruların ısı kayıpları aşağıdaki tabloda verilmiştir. 2 durumun ısı kayıplarını oranlandığında 5 cm taş yünü ile %39,78 oranında bir tasarruf meydana gelmektedir. Buna göre tasarruf miktarı yaklaşık 169.300 kWh ve 198.100 TL olarak hesaplanmıştır. 2025 Yılı Çevre ve Şehircilik Poz Değerleri göz önüne alınarak yapılan hesaplamalara göre toplam yatırım maliyeti yaklaşık 2.415.000 TL'dir. Geri ödeme süresi 5 yılı geçtiği için verim arttırıcı proje olarak sunulamamıştır. Bunula birlikte mantolama önerilmektedir.

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 yoğuşma 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 yoğuşmanın 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 19: Isı Yalıtım Malzemelerinin Teknik Özellikleri

Isı Yalıtım Malzemesi	Isı İletim Katsayısı (W/m ² *K)	Yoğunluk (kg/m ³)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Yangın Sınıfı (DIN 4102 BS 476)	Mekanik Dayanım (ton/m ²)	Su Emme
Cam Yünü (TS 901 EN 11162)	0,030 - 0,040	14-100	-50 / +250	DIN 4102 'ye göre A sınıfı yanmaz	1,5-6,5	%3-10
Taş Yünü (TS 901 EN 13162)	0,035 – 0,045	30-200	-50 / +750	DIN 4102 'ye göre A sınıfı yanmaz	1,5-6,5	%2,5- 10
Ekstrüde Polistren (TS 11989 EN 13164)	0,025 - 0,035	25-45	-50 / +80	DIN 4102 'ye göre B1 sınıfı zor alev alan	10-50	max. %0-0,5
Ekspanse Polistren (TS 7316 EN 13163)	0,030 - 0,040	15-30	-180 / +75	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	BS476 'ya göre Class 1	20	%10
Fenol Köpüğü (TS 2193 EN 13166)	Ortalama 0,036	30-50	-180 / +150	BS476 'ya göre Class 1	10-15	-
Mantar Levhalar (TS 304)	0,04 – 0,5	80-500	-180 / +110	BS476 'ya göre Class 3	-	Su emmez
Poliüretan (TS 2193-10981 EN 13165)	Ortalama 0,035	30-200	-200 / +110	DIN 4102 'ye göre B1, B2, B3	10-40	%3-5
Cam Köpüğü (EN 13167)	+20°C için 0,052	100-200	-260 / +430	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 0,030 – 0,040 W/m²*K olup, ısıya dayanıklılığı -50°C'den +250°C'ye kadar uzanabilir ve yangın güvenliği açısından A sınıfı yanmazlık özellikleri taşır. Taş yünü ise 0,035 - 0,040 W/m²*K ısı iletim katsayısına sahiptir ve daha yüksek sıcaklık toleransı ile dikkat çeker, +750°C'ye kadar dayanabilir ve aynı yangın sınıfına sahiptir. Ekstrüde polistren, daha düşük ısı iletim katsayısına (0,025-0,035 W/m²*K) 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 ($0,030 - 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$) sahip ve daha düşük sıcaklıklara dayanıklıdır, $+75^\circ\text{C}$ 'ye kadar kullanılabilir ve su emme oranı %1,1-2,5'tir. Odun talaşı levhalarının ısı iletim katsayısı daha yüksektir ($0,09-0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$) ve maksimum $+110^\circ\text{C}$ sıcaklıklarda kullanılabilir. Yangın güvenliği açısından Class 1 olarak sınıflandırılır, ancak su emme oranı yüksektir (%10). Fenol köpüğü ise ortalama $0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ ısı iletim katsayısına sahip olup, -180°C 'den $+150^\circ\text{C}$ 'ye kadar dayanabilir ve yangın güvenliği açısından Class 1 olarak sınıflandırılır. Mantar levhalarının ısı iletim katsayısı değişkendir ($0,04-0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$) ve su emmezler. Poliüretan ise ortalama $0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ ısı iletim katsayısına sahip olup, çok geniş bir sıcaklık aralığında kullanılabilir (-200°C 'den $+110^\circ\text{C}$ 'ye kadar) ve farklı yangın sınıflarına göre (B1, B2, B3) sınıflandırılır. Cam köpüğü ise yüksek ısı dayanıklılığı ve düşük ısı iletim katsayısı ile ($0,052 \text{ W/m}^2\text{K}$) dikkat çeker, $+430^\circ\text{C}$ 'ye kadar dayanabilir ve su emme özelliği yoktur. Bu bağlamda mevcut binalarda yalıtım yapmak için en uygun malzeme olarak taş yünü önerilmektedir. Taş yünü kullanmanın birçok avantajı ve nedeni vardır. Taş yünü yalıtım malzemesi olarak tercih edilmesinin başlıca sebeplerini sıralayacak olursak:

- **Yüksek Isı Yalıtım Performansı:** Taşyünü, düşük ısı iletkenlik değerine sahip olduğu için mükemmel bir ısı yalıtım malzemesidir. Bu sayede kışın iç mekanların sıcaklığını muhafaza ederken, yazın ise dışarıdaki sıcak havanın içeri girmesini engeller. Bu durum, ısıtma ve soğutma sistemlerinin daha az çalışmasına ve dolayısıyla enerji tüketiminin azalmasına yol açar.
- **Nefes Alabilirlik:** Taşyünü, yapısı gereği buhar geçirgenliğine sahiptir. Bu özellik, binanın "nefes almasına" olanak tanır ve iç mekanlarda nem birikimini önleyerek küf ve mantar oluşumunu engeller. Sağlıklı bir iç mekan iklimi sağlaması da enerji verimliliğini dolaylı olarak destekler.
- **Yangın Dayanımı:** Taşyünü, yüksek erime noktasına sahip (yaklaşık 1000°C) yanmaz bir malzemedir. Yangın anında alevlerin yayılmasını geciktirerek can ve mal güvenliğini artırır. Bu özellik, binaların genel güvenliğini yükseltirken, yangın sonucu oluşabilecek yapısal hasarları ve dolayısıyla yeniden inşa veya onarım için harcanacak enerjiyi azaltır.
- **Ses Yalıtımı:** Taşyünü, lifli yapısı sayesinde iyi bir ses yalıtımı sağlar. Dışarıdan gelen gürültüyü azaltarak iç mekanlarda daha sessiz ve konforlu bir ortam yaratır. Bu durum doğrudan enerji verimliliğiyle ilgili olmasa da, yaşam kalitesini artırır.
- **Çevre Dostu:** Doğal kaynaklardan üretilen taşyünü, geri dönüştürülebilir bir malzemedir. Bu özelliği, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir avantaj sunar.

4.4. Kapı-Pencere Sistemleri

4.4.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 7: Kapı - Pencere Doğrama Görünümü

Tesiste bulunan binaların pencerelerinde PVC doğrama içerisine 12 mm çift cam, kapılarda ise alüminyum doğrama ve çift kapı kullanılmıştır.

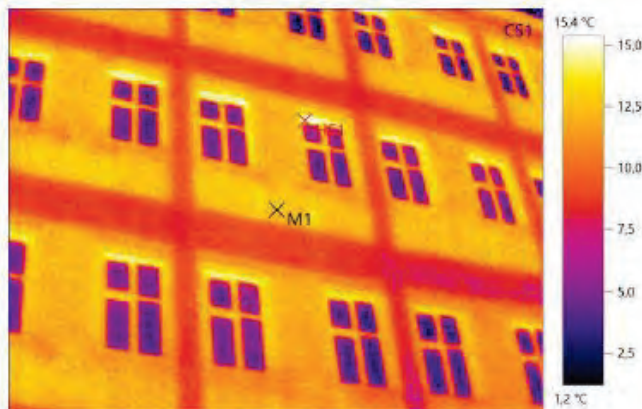
Tablo 20: Bina Pencere Doğrama Bilgisi Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Cam Tipi	Doğrama Tipi
1	Göksun Meslek Yüksekokulu	Pencerede 12 mm Çift Cam	PVC Doğrama

4.4.2. Ölçümler ve Tespit

Tesisteki binanın cam kesit bilgilerine göre TS 825 standardına uygun U değeri hesabı yapılmıştır. Bina cam alanlarına ait hesaplanan U değerleri aşağıda tablo olarak paylaşılmıştır. Ayrıca binalarda bulunan pencere doğramalarından kaynaklı ısı kayıplarının tespiti için termal görüntüleme yapılmıştır. Termal görüntülerde pencerelerde belirgin ısı köprülerinin olduğunu ve bu durumun enerji verimliliği ve iç mekan konforu açısından iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Isı köprülerinin oluşmasının sebebi sadece pencereden kaynaklı değil duvar yalıtımlarının olmaması sebebi ile geçişlerdeki yalıtım eksiklerinde kaynaklanabilmektedir.

Termal Kamera Görüntüleri:



4.4.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

TS 825 İklim Bölgeleri'ne göre tesisin bulunduğu Kahramanmaraş ili 2. bölge grubunda yer almaktadır. TS 825 U değeri gereksinimleri tablosunda 2. bölgede bulunan iller için pencere U değeri $2,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ olarak verilmiştir.

Tablo 21: Pencere ve Kapı U Değeri Tablosu

Bina Adı	Pencere U Değeri $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$
Göksun Meslek Yüksek Okulu	2,8

İzoder TS 825 hesaplama programına göre Göksun MYO'nun pencerelerde cam ve doğrama tipinin ısı geçirgenlik katsayısı ($2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$), olarak hesaplanmıştır. Standart değerler ile karşılaştırması yapıldığında olması gereken değerin üstünde kaldığı tespit edilmiştir.

Bu fark, özellikle kış aylarında daha fazla ısıtma ihtiyacı ve yaz aylarında ise daha fazla soğutma ihtiyacı anlamına gelebilir.

Mevcut pencere doğramalarda büyük bir bölümünde kırıklar mevcut olduğu tespit edilmiş olup bu durum ısı kaybına sebep olduğundan binanın ısı yükünü artırmaktadır.

Tablo 22 : Pencere Dönüşümü Tasarruf Hesaplamaları

Cam	Ölçüler	Miktar	Sıcaklık Farkı	Önceki U Değeri $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$	Sonraki U Değeri $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$	Dönüşüm Öncesi ısı Kaybı	Dönüşüm sonrası ısı Kaybı	dönüşüm öncesi Yıllık Tasarruf	Dönüşüm sonrası Yıllık Tasarruf	Tasarruf kWh	Tasarruf TL Yıllık	Birim Maliyet	Maliyet
Cam	1,8	348	12	2,8	1,8	21.047	13.530	38.895	25.004	13.891	16.253	2.727,00	948.996,00
	1,44	15	12	2,8	1,8	726	467	1.341	862	479	560	2.181,60	32.724,00
	0,8	14	12	2,8	1,8	376	242	695	447	248	291	1.212,00	16.968,00
	2,4	4	12	2,8	1,8	323	207	596	383	213	249	3.636,00	14.544,00
	2	2	12	2,8	1,8	134	86	248	160	89	104	3.030,00	6.060,00
	1,05	23	12	2,8	1,8	811	522	1.500	964	536	627	1.590,75	36.587,25
	5,4	3	12	2,8	1,8	544	350	1.006	647	359	420	8.181,00	24.543,00
	5,625	11	12	2,8	1,8	2.079	1.337	3.842	2.470	1.372	1.605	8.521,88	93.740,63
	1,875	2	12	2,8	1,8	126	81	233	150	83	97	2.840,63	5.681,25
Toplam		428				27.074	17.405	50.033	32.164	17.869	20.907		1.220.749

TS 825 programında hesaplanan pencere U değerleri aşağıda verilmiştir. Yapılan hesaplamalar aşağıdaki pencere değişimleri dikkate alınarak hesaplanmış olup iç ve dış sıcaklık farkları 12°C olarak referans alınmıştır. Revizyon sonrası U değerleri standartların altına indirilerek uygun hale getirilmiştir. Aşağıdaki pencere alanları revizyon tablosuna göre, mevcut da kullanılan 12 mm kaplasız PVC doğrama çift cam yerine, 12 mm S Serisi Çift Cam PVC Doğrama kullanılması planlanmıştır.

Tablo 23: Pencere Alanların Revizyonu Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Mevcut Pencere Ve U Değerleri			Önerilen Pencere Ve U Değerleri		
		Cam Tipi	Doğrama Tipi	U Değeri $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$	Cam Tipi	Doğrama Tipi	U Değeri $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$
1	Göksun MYO Binası	12 mm Kaplaması z Çift Cam	Pencere PVC Doğrama	2,8	12 mm S Serisi Çift Cam	PVC Doğrama	1,8

4.4.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tesiste bulunan pencereler için TS 825 programında ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri) hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonrasında kömür tüketim maliyetlerinin ve kalorifik değerinin düşük olması sebebi ile geri ödeme süresi çok yüksek çıkmıştır. Pencerelerin değişimi planlaması durumunda Isıcam S Serisi Çift Cam pencereler ile değiştirilmesi önerilmektedir. PVC, genellikle pencere çerçeveleri ve kapı profilleri gibi birçok uygulamada kullanılan bir malzemedir. Ancak, bu tür uygulamalarda PVC'nin ısı yalıtımını artırmak için bazı önlemler almak mümkündür. Bu önlemleri şöyle sıralayabiliriz:

İyi Kalite Profil Seçimi: PVC profillerin kalitesi, ısı yalıtım performansını etkileyen önemli bir faktördür. Yüksek kaliteli, termal olarak daha etkin profiller seçmek, enerji verimliliğini artırabilir. Profil kalitesi genellikle profillerin iç yapısına ve içerdiği yalıtım malzemelerine bağlıdır.

Çift Cam Kullanımı: Pencere veya kapılarda çift cam kullanımı, içerideki ve dışarıdaki sıcaklık farkını azaltarak ısı kaybını azaltabilir. Çift cam, hava veya özel gazlar içererek ısı yalıtımını artırabilir.

Yalıtım Bandı Kullanımı: PVC profillerin montajında ve birleştirme noktalarında yalıtım bantları kullanmak, hava sızıntılarını engelleyerek ısı kaybını azaltabilir. Bu bantlar genellikle profillerin içine veya birleştirme noktalarına yerleştirilir.

PVC Pencere ve Kapı Pencerelerinin Ayarlanması: Pencerelerin ve kapıların doğru bir şekilde monte edilmesi önemlidir. Uygun bir montaj, hava sızıntılarını ve soğuk köprüleri önleyerek ısı kaybını azaltabilir.

Enerji Verimli Cam Kaplama ve Kaplamalar: Cam yüzeylerine uygulanan özel kaplamalar veya filmler, güneş ışınlarını içeri alarak ısı kazancını artırabilir veya tersine, içerideki ısıyı dışarıya yansıtarak enerji tasarrufu sağlayabilir.

PVC Doğrama ve Kapıların Periyodik Bakımı: PVC doğrama ve kapıların düzenli bakımı, malzemenin uzun ömürlü olmasını sağlar ve performansını korur. Bu bakım işlemleri, contaların kontrol edilmesi, gerektiğinde değiştirilmesi, menteşelerin sıkılması gibi basit adımları içerebilir.

Her bir yapı veya uygulama farklı olabilir, bu nedenle belirli bir duruma uygun en iyi çözümü bulmak için uzmana danışmak önemlidir.

5. ISI SİSTEMLERİ

5.1. ISITMA

5.1.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 8: Isı Merkezi – Katı Yakıtlı Kazan

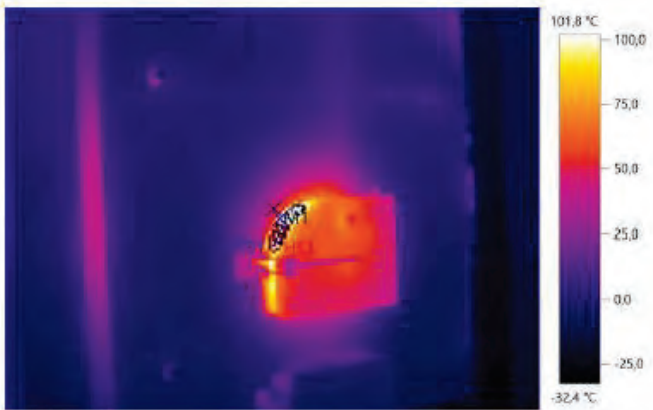
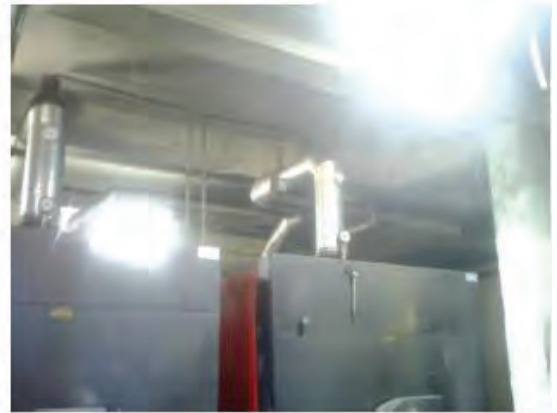
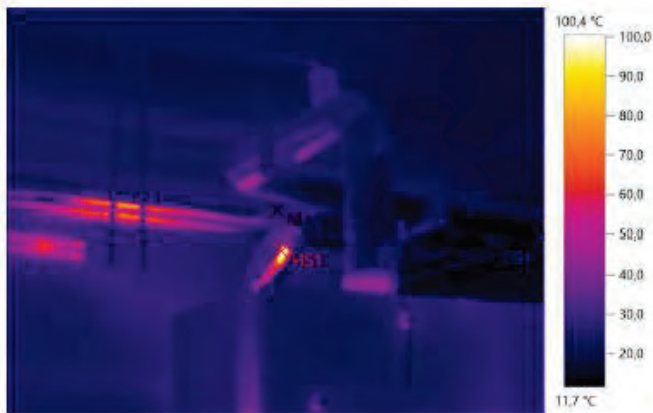
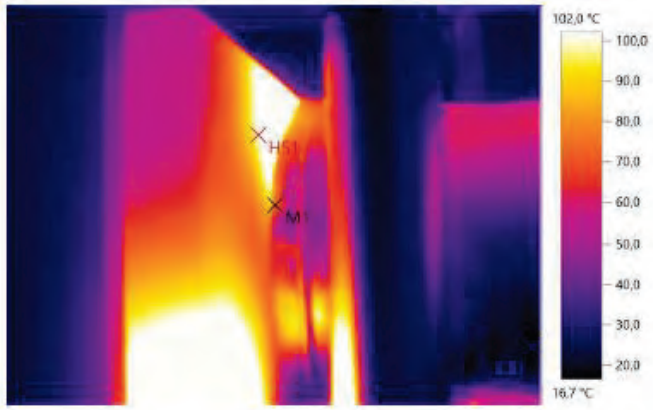
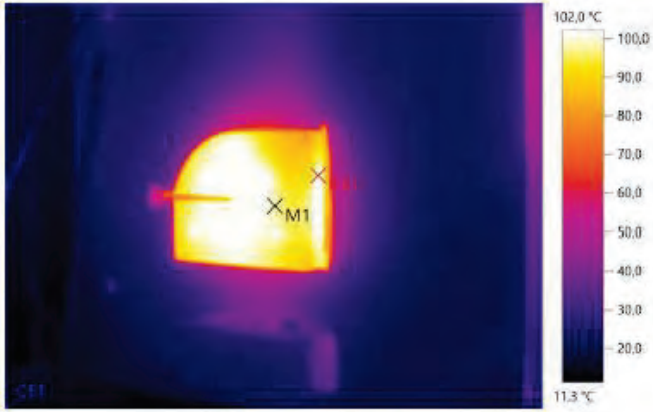
Tesiste bulunan ısı merkezinde 2 adet katı yakıtlı kazan bulunmaktadır. Isı merkezinde ısıtılan su, dağıtım hatları ile bloklara iletilmektedir. Mahallerin ısıtılması radyatör paneller ile sağlanmaktadır. Kazanlara ilişkin etiket bilgileri üzerinde bulunmadığı için veriler projelerden alınmıştır. Brülör Kapasite verilerine ulaşamamıştır.

Kazan No	Kapasite (kW)	Beslediği Mahal	Kullanım Amacı	Brülör Kapasite Aralığı (kW)
1	697,8	Genel	Sıcak Su / Isıtma	-
2	697,8	Genel	Sıcak Su / Isıtma	-

5.1.2. Ölçümler ve Tespit

12.03.2025 tarihinde yapılan ölçümler sırasında tesiste bulunan kazanlarda test manşonu bulunmaması sebebi ile baca gazı analiz ölçümleri yapılamamıştır.

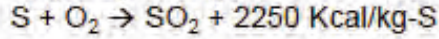
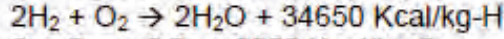
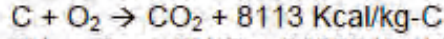
Termal Kamera Görüntüleri:



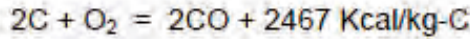
5.1.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Baca gazı analizlerinin değerlendirilmesine başlamadan önce yanmanın kimyasal denklemlerini hatırlamak yararlı olacaktır. Yakıt tamamen yandığında, içerisindeki karbon (C) karbondioksit (CO_2), hidrojen (H_2) su buharına (H_2O), kükürt (S) kükürt dioksit (SO_2) 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 yakıtı 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 (O_2) :

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 %2-3, sıvı yakıtta %3-4, katı yakıtta %5-6 oksijen oranı baca gazı analizleri için ideal değerler olarak kabul edilmektedir.

b) Karbondioksit (CO_2) :

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) Karbonmonoksit (CO) :

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

d) Kükürtdioksit (SO₂) :

Yakıt içerisindeki kükürtün yanmasıyla ortaya çıkan kükürtdioksit, çevre için tehlikeli emisyonların başında kabul edilmektedir. Brülör ve kazanda alınacak önlemlerle ilgisi olmayan bu gaz, ancak düşük kükürtlü yakıtlarla baca gazlarında azaltılabilmektedir. Doğalgaz kullanımında baca gazında "0" olan kükürtdioksit değeri, %0,5 kükürt ihtiva eden ithal kömür kullanıldığında, baca gazlarında 150-200 ppm değerlerinde olabilmektedir. Kükürt dioksitin, baca gazlarında, düşük sıcaklıklarda, su buharı ile birleşerek sülfirik asite dönüştüğü ve kazanlarda tahribatlara neden olduğu bilinmektedir.

e) Azotoksitler (NO_x) :

Yakıt cinsine bağlı olarak, ocağa verilen havanın fazlalık katsayısı ile ocak dizaynından kaynaklanan nedenlerle oluşan azotoksitler, çevre açısından emisyon kabul edilmektedir. Yakıt hava ayarının elverdiği oran dışında azotoksitlere müdahale imkânı bulunmamakta, kazan alımı sırasında dikkate alınması gereken bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde sıkça konu edilen "Baca Gazları Resirkülasyon Sisteminin yanı sıra "Düşük NO_x Brülörleri" azotoksitlerle mücadelede etkin yöntemler olarak kabul edilmektedir.

f) Baca gazı Sıcaklığı (T) :

Kazanı terk eden baca gazlarının, yakıt cinsine ve içerisindeki kükürt oranına bağlı 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 kükürtdioksit (SO₂) , dolayısıyla yakıt içindeki kükürt (S) miktarına bağlıdır. Doğalgaz kullanımında 130-150 °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 dikkate alındığında, yaklaşık kazan verimini belirlerken yanma veriminden radyasyon ve kül kayıpları olarak düşülmesi gereken miktar, yaklaşık olarak, doğalgazda %2 – 3, fuel oilde %5 – 6, kömürde ise %8 – 10 olarak kabul edilmektedir.

DEĞERLENDİRME:

12.03.2025 tarihinde yapılan ölçümler sırasında tesiste bulunan kazanlarda test manşonu bulunmaması sebebi ile baca gazı analiz ölçümleri yapılamamıştır. Ölçüm yapılamaması sebebi ile Baca gazı ölçümleri değerlendirilememiştir.

5.1.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Test Manşonu Montajı: En kısa sürede uygun noktalara standartlara uygun test manşonları monte edilmelidir. Bu, gelecekte doğru ve güvenilir baca gazı ölçümlerinin yapılabilmesi için kritik öneme sahiptir. Montaj öncesinde kazan üreticisinin ve ilgili standartların (örneğin TS EN 303) tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

Yakıt Kalitesinin İyileştirilmesi: Kullanılan katı yakıtın (kömür, biyokütle vb.) kalitesinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve mümkünse daha yüksek kalorifik değerli, düşük nem ve kül oranına sahip yakıt tercih edilmesi enerji verimliliğini artırabilir.

Yakıtın uygun koşullarda depolanması nemlenmeyi ve kalite kaybını önleyecektir.

Yanma Verimliliğinin Artırılması:

Hava Fazlası Kontrolü: Kazan brülörünün hava/yakıt karışımının optimum seviyede ayarlanması önemlidir. Gerekenden fazla hava göndermek baca gazı sıcaklığını artırarak enerji kaybına neden olur. Bu ayar, deneyimli personel tarafından yapılmalı ve mümkünse otomatik kontrol sistemleriyle desteklenmelidir. (Ölçüm yapılamadığı için bu ayarın doğruluğu ancak genel tecrübelerle dayandırılabilir.)

Brülör Bakımı ve Ayarı: Brülörün düzenli olarak temizlenmesi, meme uçlarının kontrol edilmesi ve doğru şekilde ayarlanması yanma verimliliğini doğrudan etkiler.

Izgara ve Besleme Sistemi Kontrolü: Katı yakıtlı kazanlarda ızgara sistemi ve yakıt besleme mekanizmasının düzgün çalışması, yakıtın homojen bir şekilde yanmasını sağlar. Düzenli bakım ve temizlik önemlidir.

Isı Transfer Yüzeylerinin Temizliği: Kazan içindeki ısı transfer yüzeylerinde (duman boruları, alev boruları vb.) kurum, kül ve diğer tortuların birikmesi ısı transferini olumsuz etkiler ve baca gazı sıcaklığının yükselmesine neden olur. Düzenli olarak bu yüzeylerin temizlenmesi enerji verimliliğini artırır. Mümkünse otomatik kurum temizleme sistemleri değerlendirilebilir.

Kazan İzolasyonunun İyileştirilmesi: Kazan gövdesi ve sıcak su/buhar boru hatlarının yeterli kalınlıkta ve uygun malzemeye izole edilmesi, yüzeyden olan ısı kayıplarını önemli ölçüde azaltır. İzolasyonun hasarlı bölgeleri onarılmalı veya yenilenmelidir.

Ekonomizer veya Hava Ön Isıtıcı Kullanımı: Baca gazındaki atık ısının geri kazanılması için ekonomizer (kazan besleme suyunu ısıtır) veya hava ön ısıtıcı (yanma havasını ısıtır) gibi sistemlerin entegrasyonu enerji verimliliğini önemli ölçüde artırabilir. Bu tür bir yatırımın fizibilitesi değerlendirilmelidir.

Sıcak Su/Buhar Sisteminin Optimizasyonu: Üretilen sıcak su veya buharın kullanıldığı sistemdeki kayıpların minimize edilmesi önemlidir. Boru hatlarındaki kaçakların giderilmesi, kondens geri dönüşüm oranının artırılması gibi önlemler alınabilir.

Otomatik Kontrol Sistemlerinin Değerlendirilmesi: Kazan sıcaklığı, basıncı ve yakıt/hava oranını otomatik olarak kontrol eden sistemlerin kullanılması, dalgalı yüklerde bile optimum verimliliğin sağlanmasına yardımcı olabilir.

Personel Eğitimi: Kazan operatörlerinin enerji verimli işletme prensipleri konusunda eğitilmesi, doğru ayarların yapılması ve olası sorunlara zamanında müdahale edilmesi açısından önemlidir.

5.2. SOĞUTMA

5.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 9: Split Klima Dış Ünite Görüntüsü

Yerleşkede merkezi soğutma sistemi kullanılmamaktadır. Soğutma bir mahalde split klima ile yapılmaktadır. Split klima bilgisi tablo olarak verilmiştir.

Tablo 24 : Soğutma Sistemi Bilgileri

SİSTEM TÜRÜ	SİSTEM GÜCÜ	SİSTEM ADEDİ
SPLİT KLİMA	12.000 BTU	1

5.2.2. Ölçümler ve Tespit

Tesiste bulunan split klamanın etiket bilgilerine ulaşamadığı için verim hesaplamaları yapılamamıştır.

Tablo 25: EER – COP Verim Tablosu

Soğutmada EER Değeri	Isıtmada COP Değeri
3,20+ A Enerji Sınıfı	3,60+ A Enerji Sınıfı
3,00 – 3,20 B Enerji Sınıfı	3,40 – 3,60 B Enerji Sınıfı
2,80 – 3,00 C Enerji Sınıfı	3,20 – 3,40 C Enerji Sınıfı
2,60 – 2,80 D Enerji Sınıfı	3,00 – 3,20 D Enerji Sınıfı
2,40 – 2,60 E Enerji Sınıfı	2,80 – 3,00 E Enerji Sınıfı
2,20 – 2,40 F Enerji Sınıfı	2,60 – 2,80 F Enerji Sınıfı

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

Şekil 10: EER ve COP Hesaplama Formülleri

5.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesisin eğitim kurumu olması sebebi ile merkezi soğutma ihtiyacı bulunmamaktadır. Tesiste bulunan split klimaların etiket bilgilerine ulaşamadığı için verim hesaplamaları yapılamamıştır.

5.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Split tip klimalar, enerji verimliliğini artırmak için çeşitli önlemlerle daha verimli hale getirilebilir. Bu konuda dikkat edilmesi gereken başlıca noktalar:

1. Doğru Kapasitede Klima Seçimi

Kullanılacak alanın büyüklüğüne uygun kapasitede klima seçmek, enerji verimliliği açısından çok önemlidir. Aşırı güçlü bir klima, gereksiz enerji tüketimine yol açarken, yetersiz bir klima da fazla çalışarak enerji tüketimini artırır.

2. İnverter Teknolojisi Kullanımı

İnverter teknolojisine sahip klimalar, kompresörün sürekli açılıp kapanmasını engelleyerek enerji tasarrufu sağlar. Bu teknolojiyi kullanan klimalar, daha az enerji harcayarak ortam sıcaklığını sabit tutabilir.

3. Doğru Montaj ve İzolasyon

Klimaların iç ve dış ünitesinin doğru monte edilmesi ve izolasyonun iyi yapılması enerji verimliliği açısından önemlidir. Dış ünite, doğrudan güneş ışığı almayan ve havalandırması iyi bir yere monte edilmelidir. Bu, klimaların daha verimli çalışmasını sağlar.

4. Düzenli Bakım ve Temizlik

Klimaların filtreleri, fanları ve serpantinleri düzenli olarak temizlenmelidir. Tıkanmış filtreler, klimaların verimli çalışmasını engeller ve daha fazla enerji tüketmesine neden olur.

5. Doğru Sıcaklık Ayarı

Yaz aylarında klima sıcaklığını 24-26°C arasında, kış aylarında ise 20-22°C arasında ayarlamak enerji tasarrufu sağlar. Daha düşük ya da yüksek sıcaklık ayarları, klimaların fazla çalışmasına ve enerji tüketiminin artmasına yol açar.

6. Enerji Verimli Modlar (Eco Mod)

Birçok split klima, enerji tasarrufu sağlayan “eco” moduna sahiptir. Bu mod, klimaların performansını düşürmeden enerji tüketimini azaltabilir.

7. Enerji Verimliliği Sınıfı

A++ veya A+++ enerji sınıfına sahip klimalar, daha düşük enerji tüketimi sağlar. Yeni bir klima alırken enerji sınıfına dikkat etmek uzun vadede enerji maliyetlerini düşürebilir.

Bu önlemler, split klimaların daha verimli çalışmasına yardımcı olabilir. R410A günümüzde split klimalarda en yaygın olarak kullanılan soğutucu akışkandır. 2020’den itibaren yeni üretilen split klimalarda R32 gaz yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

R32 gazı COP açısından değerlendirildiğinde R-410A soğutucu akışkanlı sistemlere göre %6 daha verimlidir. Tesise split klima tedarik edilmesi halinde yüksek enerji verimli, inverterli, R32 gazlı split klimalar tercih edilmelidir. Ayrıca split klima dış ünitelerinin bakımlarının kolay yapılabilmesi dış ünitelerin erişilebilir yerlere montaj edilmelidir. Her yıl tüm split klimaların bakım ve temizliği düzenli olarak yapılmalıdır.

Periyodik bakım sayesinde:

- Arıza riski en aza indirgenir ve klimanın ömrü uzatılır.
- Performansı artırılarak sağlık açısından risk azaltılır.
- Enerji sarfıyatı azaltılır.
- Beklenmedik arızalar ile karşılaşılmaz.
- İç ortam havası temizlenir.

5.3. HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME

5.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Yerleşkede merkezi havalandırma sistemi bulunmayıp havalandırma doğal olarak yapılmaktadır.

5.3.2. Ölçümler ve Tespit

Tesiste koridor, sınıf, ofis-oda gibi ortak yaşam alanlarından ortam hava kalitesinin ölçümü amacıyla CO₂ ölçümü alınmıştır. Ölçüm sonuçları aşağıda tablo olarak paylaşılmıştır.



Şekil 11: Ortam CO₂ Ölçümleri

Tablo 26: Ortam CO₂ Ölçüm Değerleri Tablosu

Bina Adı	Koridor ppm			Oda-Ofis ppm			Salon-Derslik ppm		
	CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem
A Blok Zemin Kat	407	15,4	33,7				311	15,0	34,7
B Blok 2. Kat	364	18,0	24,5				549	17,8	31,3
D Blok 2. Kat	445	16,7	30,1	784	19,3	31,8			
E Blok 2. Kat	366	17,0	26,6				596	18,1	29,7
C Blok 2. Kat	489	16,3	31,2	378	17,6	26,8			

5.3.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

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 oranının 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 35.000 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.

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
			1600	Havalandırma Miktarı Yetersiz
			1400	
			1200	Havalandırma Miktarı Kabul Edilebilir
			1000	Havalandırma Miktarı İdeal
			800	Havalandırma Miktarı Çok Fazla
Havalandırma Miktarının Düşürülmesi Gerekmemektedir	↓		600	
			400	Dış Ortam Sevitesi

Şekil 12: Ortam CO₂ Sınır Değerleri

5.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Havalandırma, mekanik veya doğal olarak bir mahale hava sağlanması veya mahalden hava alınması olarak tanımlanır. Havalandırma, esasen kirlenen iç havanın tazelenmesidir ve sağlık için yeterli temiz dış hava sağlanmasıdır. Temiz hava için havalandırma miktarı, mahaldeki kişi sayısına, mahal taban alanına ve mahal hava değişimine göre belirlenebilir. Sınır CO₂ miktarı ile ilgili kesin bir değer olmamakla birlikte, CO₂ miktarı için sınır değer 1.000 ppm en çok kabul edilen değerdir. Eğer CO₂ miktarı bu seviyeden düşük ise iç ortamdaki hava, kabul edilebilir iç hava kalitesindedir. Ancak iç hava kalitesi açısından en uygunu ortamdaki CO₂ miktarına göre havalandırma yapılmasıdır. Ayrıca ölçüm sırasında bazı bölümlerde pencerelerin açık bırakıldığı görülmüştür. Bu durum ısı kaybına sebep olduğundan havalandırmanın kontrollü bir şekilde yapılması gerekmektedir.

5.4. TESİSAT

5.4.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 13: Isıtma Mekanik Tesisatı Görüntüleri

Tesiste bulunan ısı merkezinde ısıtma sistemlerine bağlı mekanik tesisat bulunmaktadır. Mekanik tesisat genel olarak ısı kayıplarına karşı yalıtılmış olup vana, pislik tutucu, motor gövdesi ve gibi bazı mekanik tesisat elemanları yalıtılmamıştır.

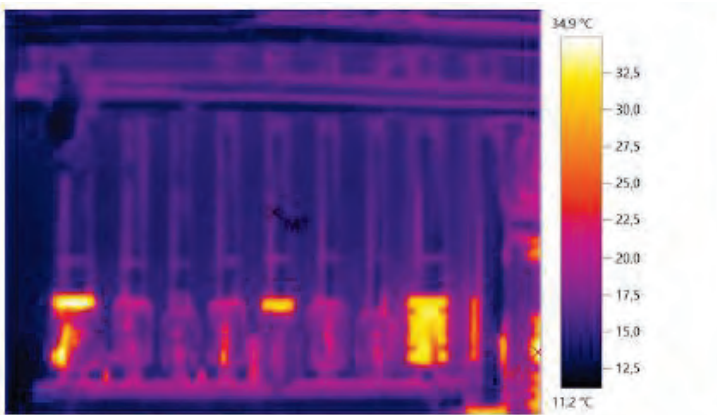
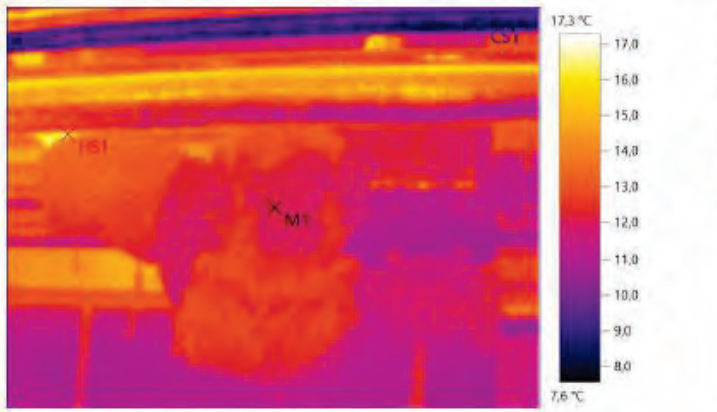
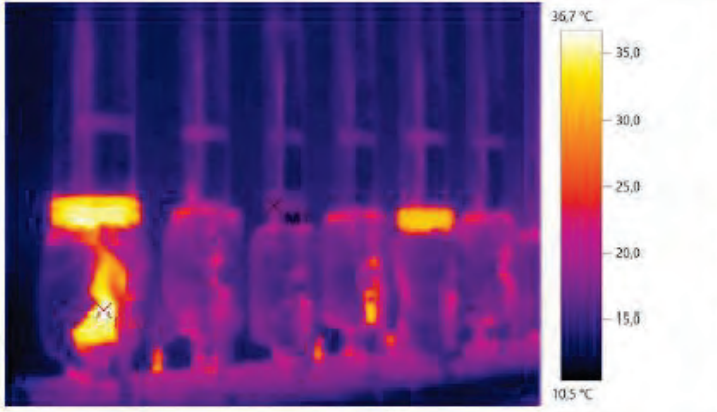
5.4.2. Ölçümler ve Tespit

Yerleşkedeki binalarda bulunan mekanik tesisatta termal kamera görüntülemesi yapılarak ısı kayıplarının tespiti ve yalıtım malzemesi kalınlığının yeterliliği tespit edilmiştir. Boru ve diğer mekanik tesisat elemanlarının bazı bölümlerinde yalıtımın olmadığı ve bazı kısımlarda ise sökülmelerin olduğu görülmüştür. Mevcut yalıtım tesisat için yetersiz kalmaktadır. Binalarda bulunan yalıtımsız elemanların toplam sayısı tablo olarak verilmiştir. Mekanik tesisatta yapılan termal kamera görüntüleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 27: Isıtma Mekanik Tesisat Yalıtımsız Elemanları Tablosu

Yalıtımsız Ekipman	Ölçüler	Miktar
Vana, Pislik Tutucu, Motor Gövde	DN32	3 Adet
	DN40	1 Adet
	DN50	4 Adet
	DN65	13 Adet
	DN100	12 Adet
	DN125	3 Adet

Termal Kamera Görüntüleri:



5.4.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesisin mekanik ısı tesisat sisteminde bazı bölümler yalıtımın olmadığı bazı bölümlerde ise yeni olduğu gözlemlenmiştir. İncelemeler sonucunda ısıtma mekanik tesisatı genel olarak yalıtımlı olmasına karşın bazı ısıtma mekanik tesisatında motor gövdeleri, vanalarında yalıtım olmadığı görülmüştür. Bu yalıtımsız tesisat elemanları belirlenmiş ve akışkan sıcaklığı, vana boyutu göz önüne alınarak ISO 12241 Standardına göre ısı kaybı hesabı yapılmıştır.

Tablo 28: Yalıtımsız Isıtma 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	DN32	3	792	93	30mm Cam Yünü	700	88%	927	819	360,00	1.080,00
	DN40	1	297	34	30mm Cam Yünü	264	89%	348	308	399,00	399,00
	DN50	1	362	39	30mm Cam Yünü	323	89%	424	378	450,00	450,00
	DN65	13	5.570	585	30mm Cam Yünü	4.985	89%	6.517	5.833	466,80	6.068,40
	DN100	12	7.659	761	30mm Cam Yünü	6.898	90%	8.961	8.070	552,00	6.624,00
	DN125	3	2.314	226	30mm Cam Yünü	2.089	90%	2.708	2.444	595,80	1.787,40
Toplam			16.995	1.738		15.257	90%	19.884	17.851		16.409

5.4.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Mekanik tesisat sisteminde yalıtım 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.



Şekil 14: Yalıtımlı ve Yalıtımsız Vana Isı Kayıpları

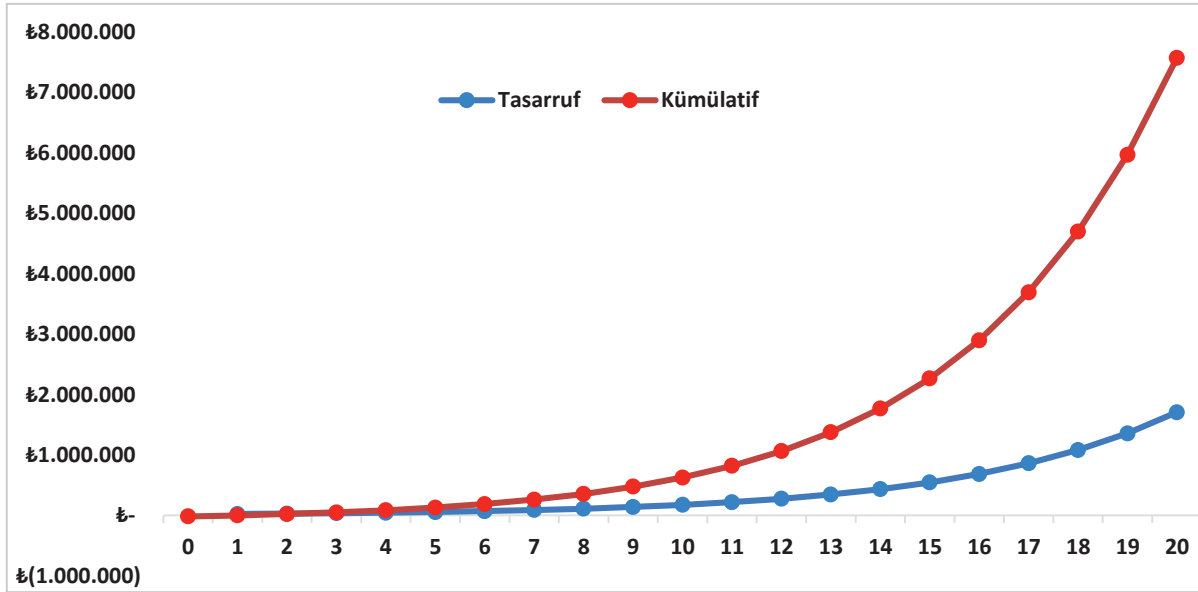
Vana/pompa ceketleri; ilgili armatürlerin ölçüsüne göre silikon kaplı cam elyafı kumaşların arasına (sıcak hatlarda) taş yünü, cam yünü veya seramik yünü yerleştirilerek üretilirler. Vana/pompa ceketini vana/pompanın etrafına bağlı olduğu yalıtımlı boru üzerine flanşlardan itibaren en az 30 mm bindirme 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. Yalıtım yapılması durumunda elde edilecek tasarruf miktarları tablo olarak verilmiştir.

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

Tablo 29: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	Kömür	15.257	1,31	3,59%	17.851	13,30
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL/Yıl	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	16.409	0,92	Kısa Vade	771.333	130%	20



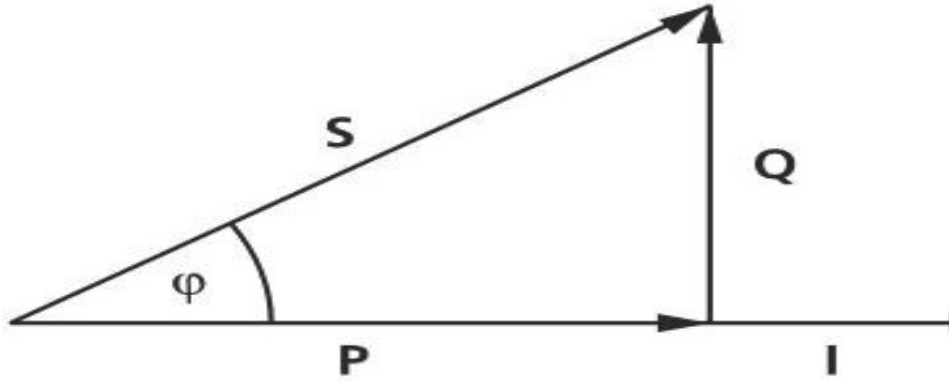
Grafik 20: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

6. ELEKTRİK SİSTEMLERİ

6.1. KOMPANZASYON SİSTEMLERİ

Kompanzasyon işletmelerde bulunan motorlu ve balastalı ürünlerin çalışması için ihtiyaç duyduğu reaktif enerjinin karşılanmasını sağlayan sistematik işletilen bir elektrik panosudur. Elektrik enerjisinin etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için gerilim ve akım arasında bulunan faz açısının sıfıra yakın olması gerekir.

Ancak işletmelerde bulunan endüktif ve kapasitif yükler, fazlar arası dengesizlikler gerilim ve akım arasındaki faz açısının büyümesine bu durum neticesinde güç faktöründe bozulmalara sebep olur. Endüktif etki olan işletmelerde akım geriliminden geride, kapasitif işletmelerde ise akım gerilimden ileri olur. Sonuçta akım ve gerilim arasında bir faz farkı oluşur. İşletmelerde enerjinin verimliliğini düşüren bu faz farkını minimuma indirmek için kullanılan yöntem **kompanzasyon** denir.



Şekil 15: Güç Üçgeni

P: Aktif Güç (kW): Sistemden çekilen etkin olarak kullanılan faydalı güçtür.

Q: Reaktif Güç (kVAR): Kapasitör veya bobin içeren devrelerde akım ve gerilimin arasında faz farkı bulunmasından kaynaklanan ve böyle durumlarda oluşan bir imajiner güç bileşenidir. Hatların ve trafoların gereksiz yüklenmelerine ve ısınmalarına neden olur.

S: Görünür Güç (kVA): Şebekeden çekilen toplam güce eşittir. Formülü aktif gücün karesi ile reaktif gücün karesinin toplamının karekökü olarak ifade edilebilir. $S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ kVA}$

Kompanzasyon akım ile gerilim arasındaki faz farkının en ideal olabilecek açıya getirilerek, sistemi olumsuz etkileyen reaktif güçlerin sıfıra yaklaştırılması olayıdır. Yani güç faktörü $\cos\phi$ düzeltilir. Böylece enerji iletim hatlarının ve şebekenin gereksiz yere yüklenmesine sebep olan ve kayıpları artıran reaktif güç olabildiğince minimum seviyede tutulur. Bir devreye ait, reaktif ve görünür güçler arasındaki bağıntılar empedans kavramında olduğu gibi bir dik üçgen yardımı ile bulunabilir. Kompanzasyon sistemlerde çekilen görünür güç, yani kurulu güç değeri dikkate alınarak yapılır. Görünür güç değeri ile istenilen güç faktörü değerinin çarpımı aktif gücü verir.

6.1.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 16: Kompanzasyon Panosu Görüntüleri

Tesiste bulunan kompanzasyon kapasite bilgisi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 30: Kompanzasyon Kapasitesi

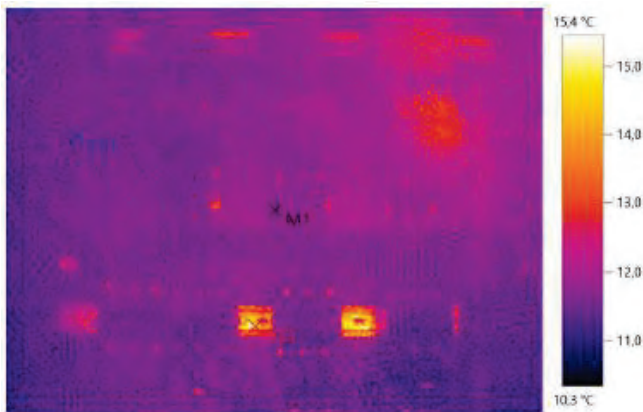
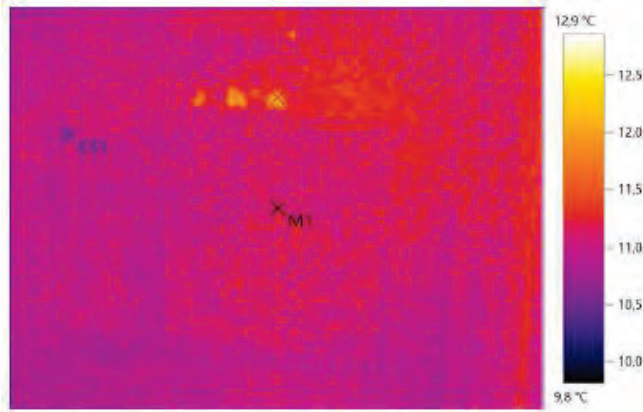
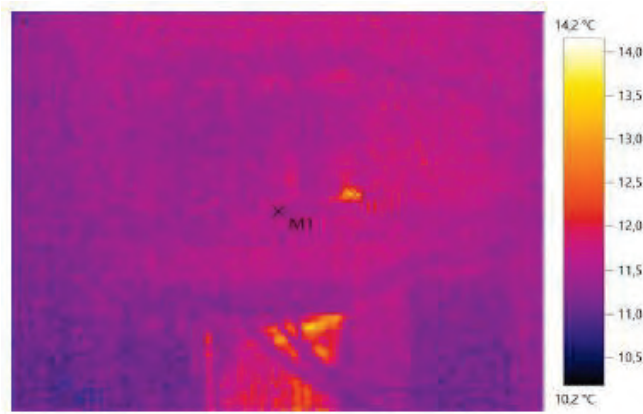
Sistem türü	Kapasitesi
Kompanzasyon	315 kVAR

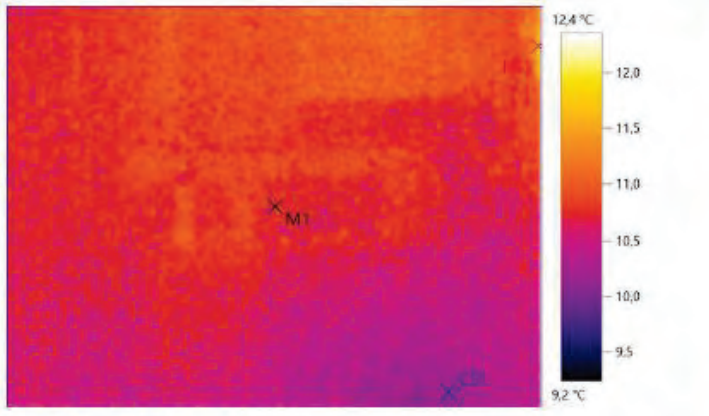
6.1.2. Ölçümler ve Tespit

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. Yerleşkedeki binalarda bulunan ana dağıtım panolarından güç faktörü ölçümleri, kompanzasyon panolarından ise termal görüntüleme yapılmıştır. Ölçüm sırasında bazı şönt reaktörlerinde ısınmaların olduğu tespit edilmiştir. Güç faktörü ölçüm sonuçları enerji analizörü raporunda verilmiş olup ve termal görüntüler 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. Kompanzasyon panosunda yapılan termal görüntülemelerde şönt reaktörlerinde ısınmalar tespit edilmiştir.

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 kontrollerin ve bakımlarının yapılması önerilmektedir.

6.2. DAĞITIM SİSTEMLERİ

6.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



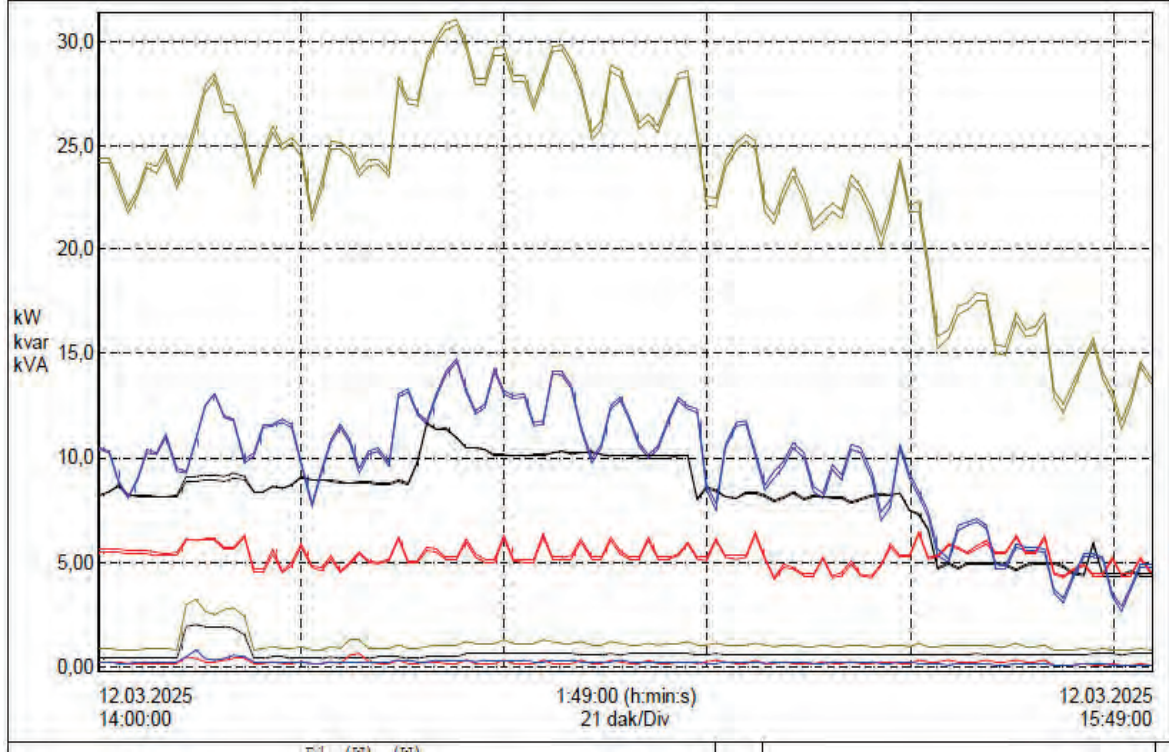
Şekil 17: Enerji Analizörü Ölçümü

Yerleşkede kurulu gücü 400 KVA olan 1 adet trafo bulunmaktadır.

6.2.2. Ölçümler ve Tespit

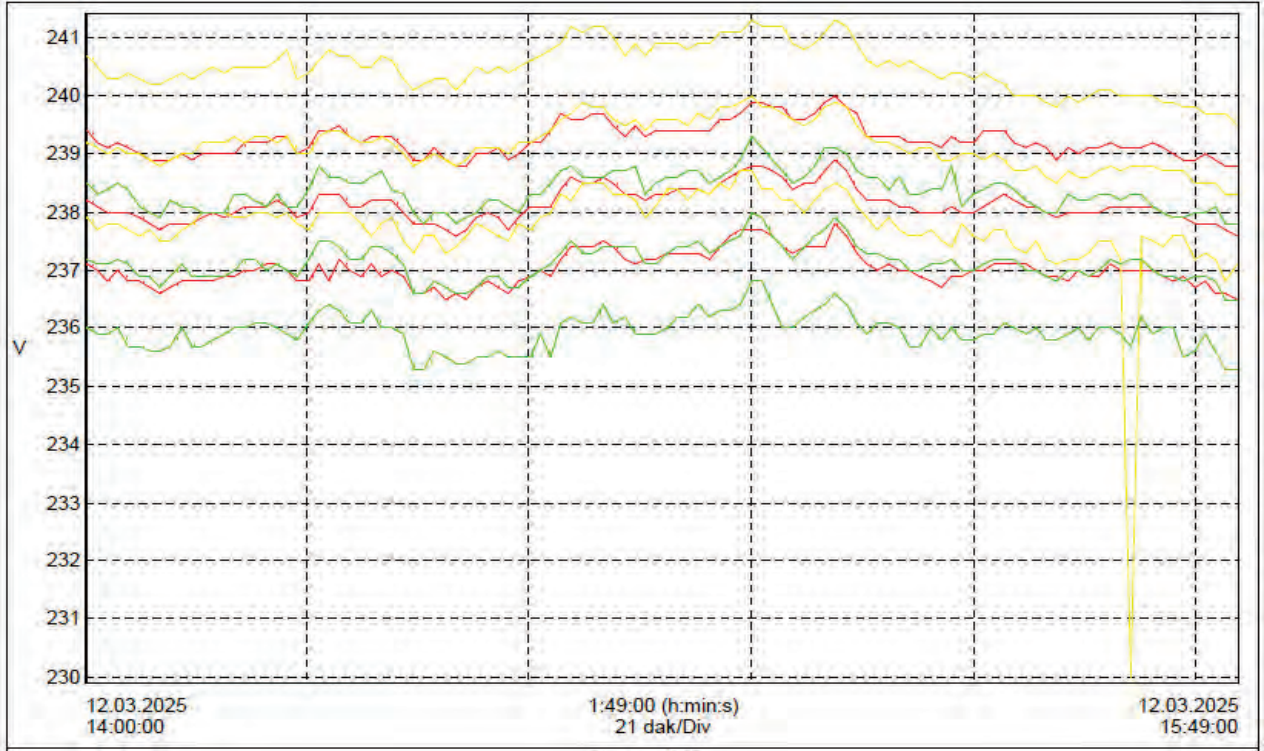
Ana dağıtım panosunun enerji girişine enerji analizörü bağlanmış olup ölçüm sonuçları aşağıda grafikler halinde sunularak değerlendirilmiştir.

Güç Ölçümleri (S-P-Q)



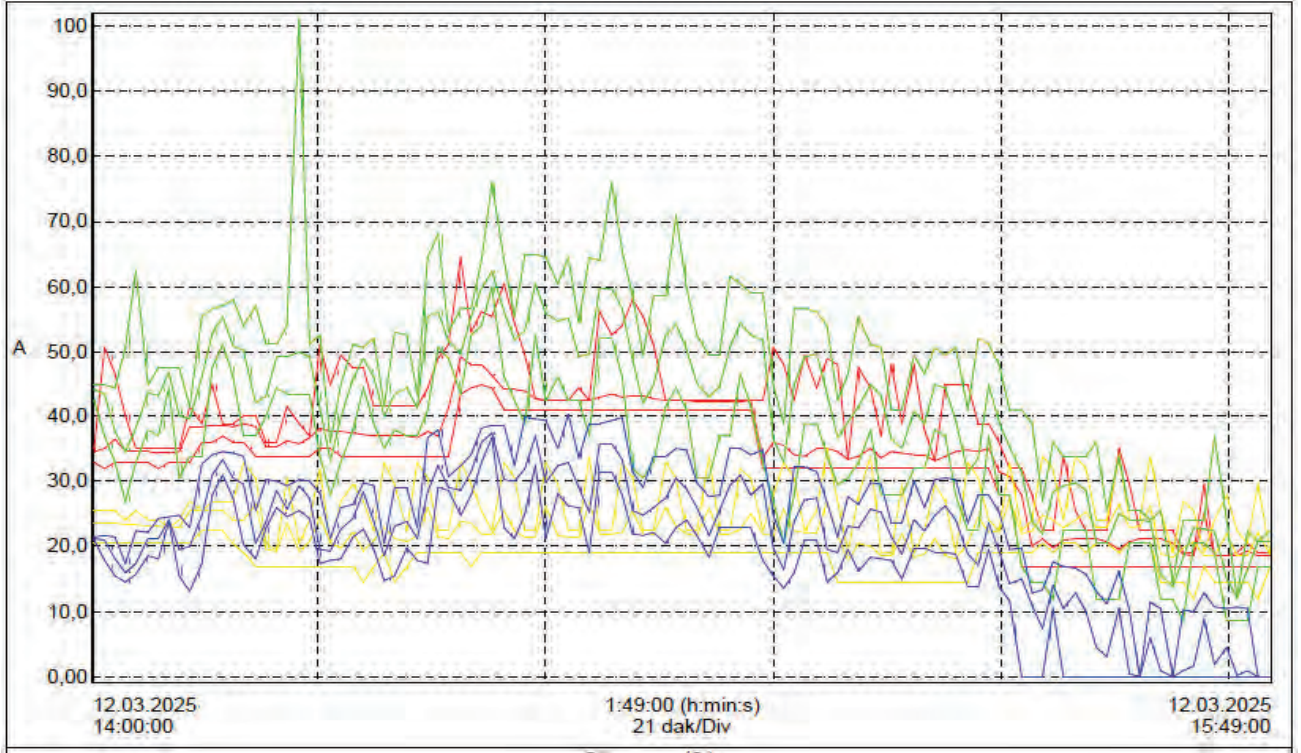
Grafik 21: Aktif-Reaktif-Toplam Güç Grafikleri

Gerilim Ölçümü (V)



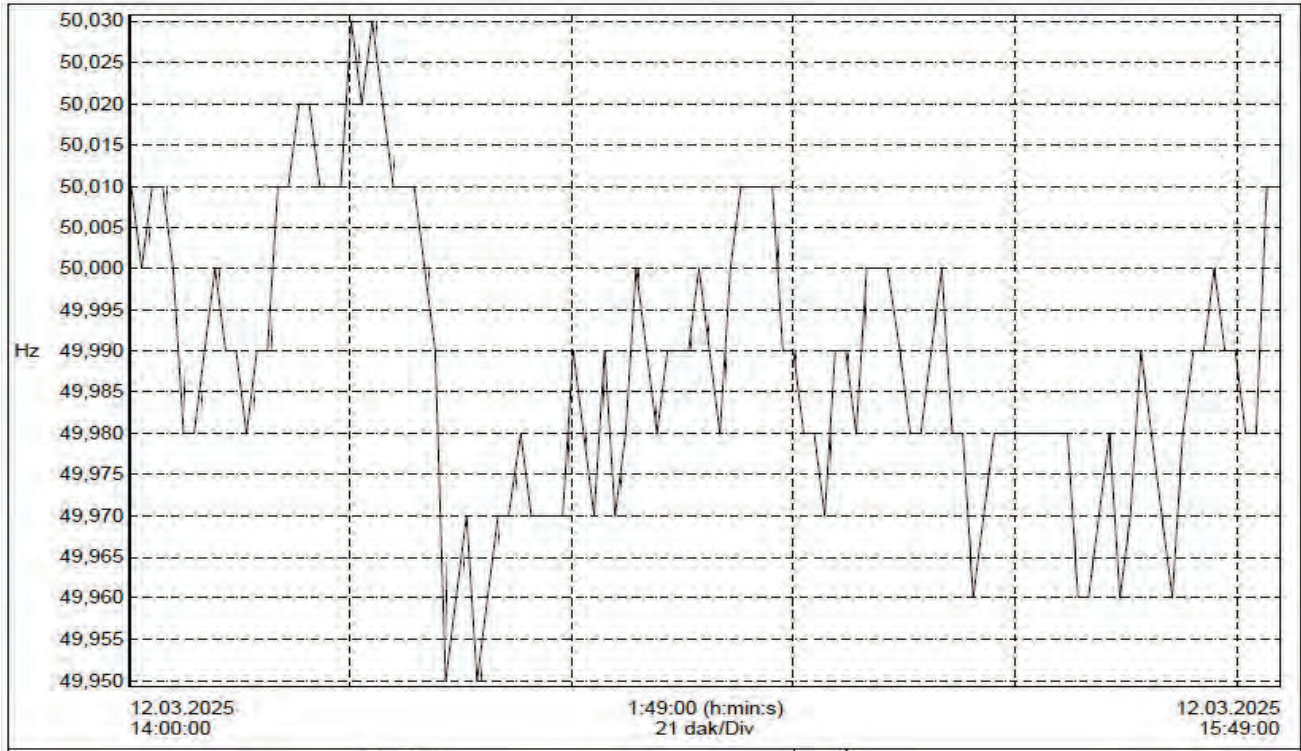
Grafik 22: Faz-Nötr Gerilim Grafikleri

Akım Dengesi Ölçümü (A)



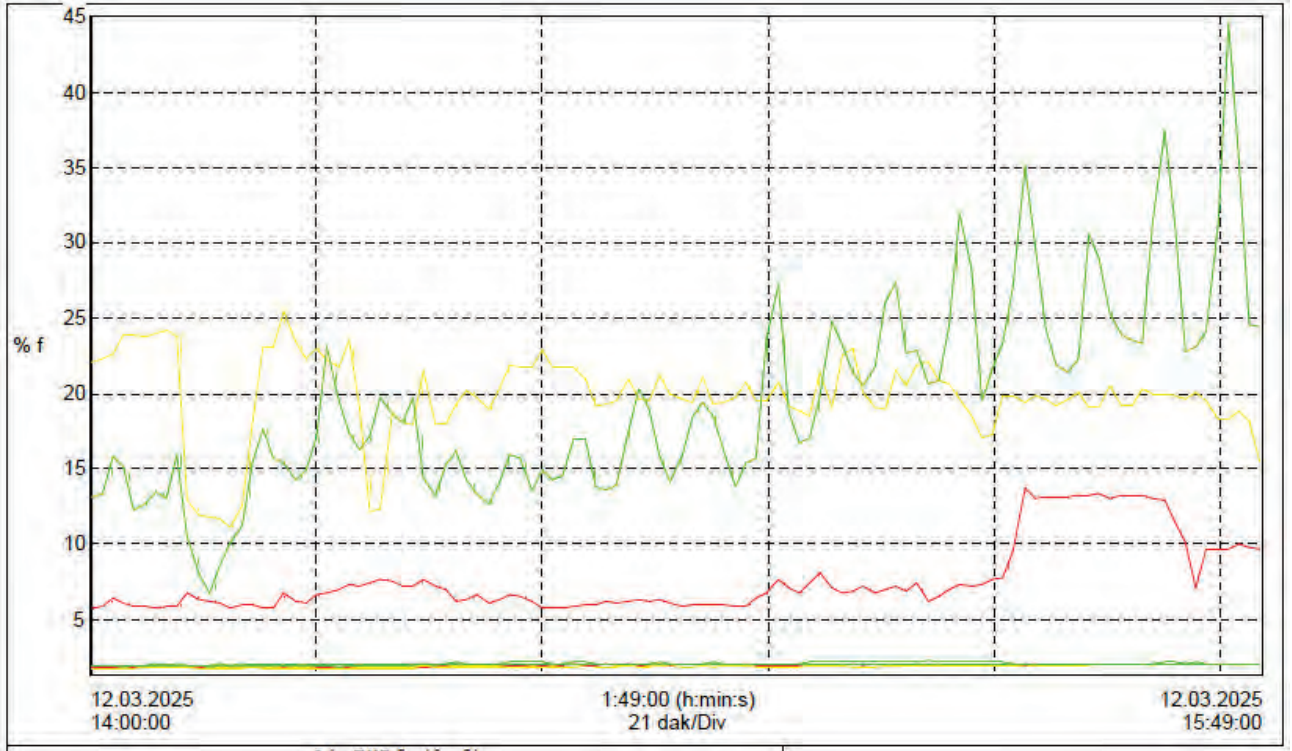
Grafik 23: Akım Dengesi Grafikleri

Frekans Ölçümü (Hz)



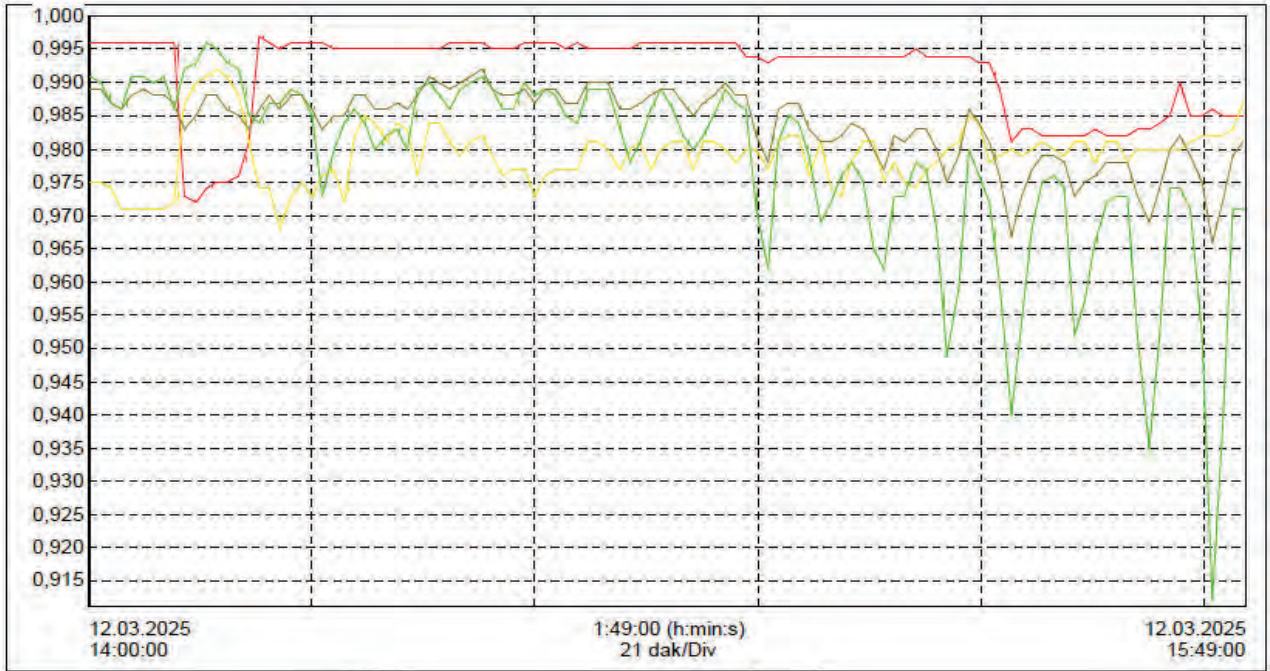
Grafik 24: Frekans Grafikleri

Toplam Harmonik Distorsiyon Ölçümü (THDF)



Grafik 25: Toplam Harmonik Distorsiyon Grafikleri

Güç Faktörü Ölçümü (PF)



Grafik 26: Güç Faktörü Grafikleri

6.2.3. Göksun Meslek Yüksekokulu 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; Ortalama toplam görünür gücün $S_1 = 8,204 \text{ kVA}$ $S_2 = 5,354 \text{ kVA}$ $S_3 = 9,757 \text{ kVA}$ $S_T = 23,31 \text{ kVA}$ olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 8,144 \text{ kW}$ $P_2 = 5,245 \text{ kW}$ $P_3 = 9,586 \text{ kW}$ ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 22,97 \text{ kW}$ olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = 0,646 \text{ kVAR}$ $Q_2 = 234,3 \text{ kVAR}$ $Q_3 = 241,8 \text{ kVAR}$ ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = 1,122 \text{ kVAR}$ olarak görülmektedir.

Frekans Ölçümü (Hz-Hertz)

Ölçüm yapılan ana dağıtım panosuna ait frekans eğrilerini incelediğimizde frekans değerlerinin 50 hertz dolaylarında dalgalanmakta olduğu ve ölçülen değerlerde bir problem olmadığı tespit edilmiştir.

Gerilim Ölçümü (V-Volt)

Gerilim yükselmesi ve gerilim düşümünden söz ederken %10'luk bir dalgalanma 2023 ELEKTRİK ŞEBEKE YÖNETMELİĞİ'nce 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 $V_1 = 236,5 - 240,0 \text{ V}$ arasında $V_2 = 230,0 - 241,3 \text{ V}$ arasında $V_3 = 235,3 - 239,3 \text{ V}$ arasında değiştiği görülmüştür. Ortalama değerlerin ise $V_1 = 238,1 \text{ V}$, $V_2 = 239,2 \text{ V}$, $V_3 = 237,1 \text{ V}$ olduğu görülmüştür. 240 V üst limit olarak kabul edildiğinde maksimum değerlerin üst limite çok yakın olduğu, V_3 fazında bu değeri aştığı görülmüştür. Ayrıca anlık olarak da gerilim düşümlerinin olduğu görülmüştür.

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. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir. Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri;

$L_1 = 17,0 - 64,5$ A, $L_2 = 12,0 - 35,0$ A, $L_3 = 8,5 - 101,0$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 35,37$ A, $L_{2-ort} = 22,45$ A, $L_{3-ort} = 42,83$ A olduğu görülmüştür.

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 519-2022 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.

Akım fazları için L_1 fazında THD değerleri minimum %5,70, maksimum %13,70, ortalama %7,66 olarak ölçülmüştür. L_2 fazında THD minimum %11,10, maksimum %25,40, ortalama %19,81 olarak ölçülmüştür. L_3 fazında THD minimum %6,70, maksimum %44,60, ortalama %19,53 olarak ölçülmüştür.

Gerilim fazları için V_1 fazında THD değerleri minimum %1,80, maksimum %2,10, ortalama %1,96 olarak ölçülmüştür. V_2 fazında THD minimum %1,70, maksimum %2,00, ortalama %1,83 olarak ölçülmüştür. V_3 fazında THD minimum %1,90, maksimum %2,30, ortalama %2,09 olarak ölçülmüştür.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,972, maksimum 0,997 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,968, maksimum 0,992 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,912, maksimum 0,996 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.3. POMPA

6.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri:



Şekil 18: Sirkülasyon Pompa Sistemi

Yerleşkede bulunan elektrik motorlarına ait bilgiler aşağıda tablo olarak verilmiştir.

Tablo 31: Elektrik Motor Bilgileri Tablosu

Bina Adı	Motor Gücü	Marka	Adet	Kullanım Yeri / Amacı	Verim Sınıfı
Göksun Meslek Yüksekokulu	810 W	Alarko	2	-	IE1
	2,2 KW	Standart	1	-	-
	0,75 KW	Omega	1	-	IE3
	0,55 KW	Omega	1	-	IE3
	4 KW	Star Pompa	5	Hidrofor	IE2

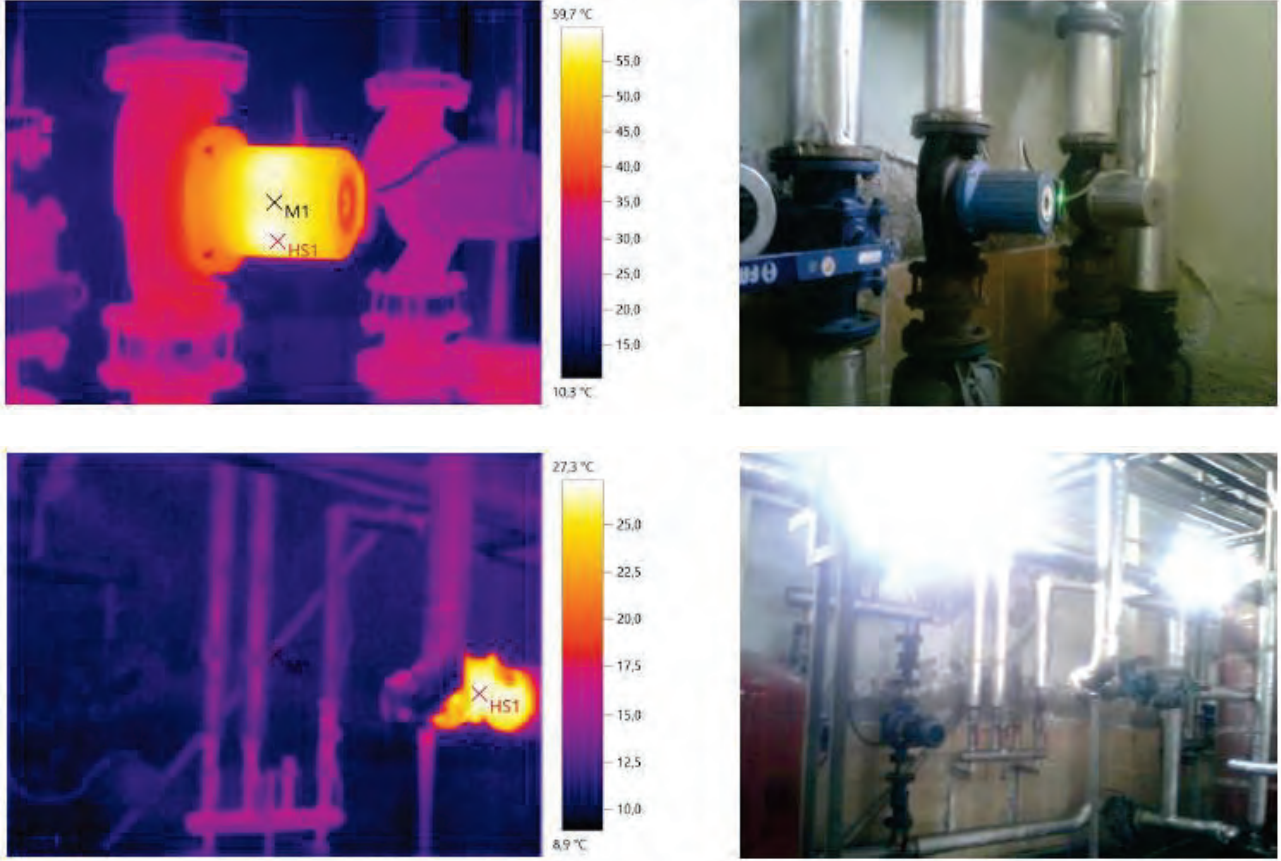
6.3.2. Ölçümler ve Tespit

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.

Tablo 32: Elektrik Motor Verim ve Tüketim 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
0,81	IE1	2	2.400	72,10	79,60	82,50	1,62	3.888
4	IE2	5	2.400	83,10	86,60	88,60	20,00	48.000

Termal Kamera Görüntüleri:

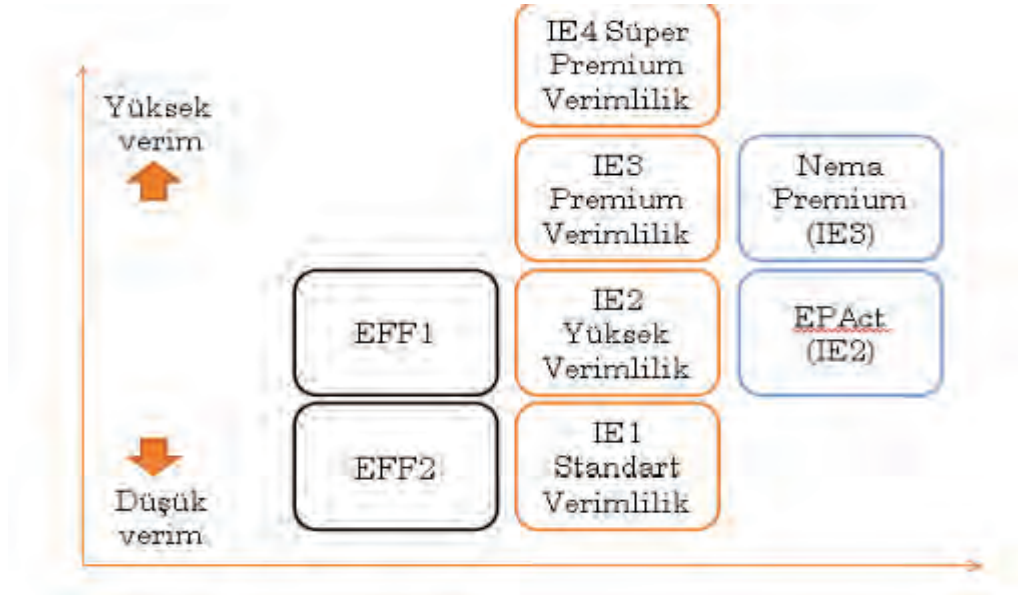


6.3.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

2008 yılında verimlilik sınıflarına IEC tarafından IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiş olup IEC 60034:30 standart numarasıyla yayımlanmıştır. Bu yeni tanımlamaya göre IE1 EFF2'nin, IE2 EFF1'in karşılığı olup, IE1 Standart Efficiency, IE2 High Efficiency (Yüksek Verimli), IE3 Premium Efficiency ve IE4 Super Premium Efficiency olarak tanımlanmıştır. 2008 yılında verimlilik sınıflarına IEC tarafından IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiş olup IEC 60034:30 standart numarasıyla yayımlanmıştır. Standartta 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.



Şekil 19: Elektrik Motoru Verimlilik Standartlarının Karşılaştırılması

Tablo 33: Elektrik Motor Değişimi Tasarruf Hesaplamaları

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
0,81	IE1	2	2.400	72,10	79,60	82,50	1,62	3.888	680	2.846	7.013	14.026	4,93
4	IE2	5	2.400	83,10	86,60	88,60	20,00	48.000	1.251	5.239	17.006	85.030	16,23

6.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tesiste bulunan IE1, IE2 verim sınıfına sahip motorların planlı değişim programı çerçevesinde IE3 Premium Verimlilik sınıfına sahip motorlar ile değişimi durumunda geri ödeme süresi yaklaşık olarak önlem ömrü kadar olacaktır. Bu sebeple tesiste bulunan IE1, IE2 verim sınıfına sahip motorların arızalanması durumunda IE3 Premium verimlilik sınıfına sahip motorlar ile değiştirilmesi önerilmektedir. 0,75 kW gücü altındaki pompalar hesaplamalara dâhil edilmemiştir.

6.4. İÇ VE DIŞ AYDINLATMA

6.4.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 20: Aydınlatma Sistemi Görüntüleri

Tesis genelinde LED ve floresan tip aydınlatma armatürleri kullanılmaktadır. Aydınlatma güç ve adetleri aşağıdaki listede verilmiştir.

Tablo 34: Aydınlatma Armatür Durum Tablosu

Bina Adı	Mevcut Aydınlatma Armatürleri		
	Armatür Tipi	Gücü	Adet
Göksun Meslek Yüksekokulu	4x18 Floresan Etanj Armatür	72 W	395
	2x36 Floresan Etanj Armatür	72 W	220
	2x18 Floresan Etanj Armatür	36 W	202
	2x10 360 Sensörlü Tavan Armatür	20 W	70
	60x60 LED Armatür	40 W	60
	LED Glop Armatür	15 W	50

Tablo 35: Aydınlatma Değişim Tablosu

Mevcut Aydınlatma Armatürleri			Önerilen Aydınlatma Armatürleri		
Armatür Tipi	Gücü	Adet	Armatür Tipi	Gücü	Adedi
4x18 Floresan Etanj Armatür	72 W	395	LED Armatür	36 W	395
2x36 Floresan Etanj Armatür	72 W	220	LED Armatür	36 W	220
2x18 Floresan Etanj Armatür	36 W	202	LED Armatür	18 W	202

6.4.2. Ölçümler ve Tespit

İnsanın dış dünya, uzak ve yakın çevre ile olan ilişkisinde, %95 gibi büyük bir oranı kapsayan, en önemli algılama biçimi, görsel algılamadır. Görsel konfor, farklı işlevlere sahip endüstriyel tesislerde, aydınlatma tekniği yönünden, iyi görme koşullarını sağlayacak düzenlerin oluşturulması ile olanaklıdır. Tekniğine ve hacmin işlevine uygun bir aydınlatma düzeni ile hacmin kolayca algılanabilmesi ve rahat bir çalışma ortamı sağlanabilir. Böylece, kişilerin dikkatinin dağılmaması, daha etkin ve hızlı çalışarak iş veriminin artması, kişilerin isteyerek ve severek çalışabilmeleri ve iş güvenliğinin sağlanması gibi sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca, görme eylemini uzun süre sürdürmekten kaynaklanabilecek, gözde yanma, ağrı, baş ağrısı vb. rahatsızlıklar önlenir. Bu kapsamda tesisteki iç mekânlarının mevcut aydınlık düzeyini belirlemek amacıyla lüks ölçümü yapılmıştır. Ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır. Tesis binalarında bulunan koridorlarda hareket sensörleri bulunmazken, merdivenlerde hareket sensörlerinin bulunmadığı görülmüştür.



Şekil 21: Aydınlik Düzeyi Lüks Ölçümleri

Tablo 36: Ortam Lüks Ölçüm Değerleri Tablosu

Sıra No	Bina	Koridor Lüks	Oda-Ofis Lüks	Masa Lüks	Salon-Derslik Lüks
1	A Blok Zemin Kat	64 – 35	-	155	185 – 96
2	B Blok 2. Kat	15 – 7	-	188	391 – 144
3	D Blok 2. Kat	-	-	289	332 – 225
4	E Blok 2. Kat	16 – 11	-	310	320 - 275
5	C Blok 2. Kat	114 - 57	-	-	-

6.4.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

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 gerçekleştirilmede 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 22: Işığın İnsan İşleyişi Üzerindeki Potansiyel Etkileri Şeması

Tablo 37: 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)
Floresan	395	72	4	1.200	4,19	571.590	136.512
Floresan	220	72	4	1.200	4,19	318.354	76.032
Floresan	202	36	4	1.200	4,19	146.153	34.906
Toplam						1.036.097	247.450

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)
LED Armatür	395	36	4	1.200	4,19	285.795	68.256	₺1.500,00	₺592.500,00
LED Armatür	220	36	4	1.200	4,19	159.177	38.016	₺1.500,00	₺330.000,00
LED Armatür	202	18	4	1.200	4,19	73.077	17.453	₺1.500,00	₺303.000,00
Toplam						518.049	123.725		₺1.225.500

Tablo 38: Aydınlatma Değişim Sonrası Enerji Tüketimi Tablosu

Aydınlatma değişim hesaplamaları yapılırken armatür çalışma süresi yılda 300 gün ve ortalama 4 saat olarak esas alınmıştır. LED armatür birim fiyatı ise internet üzerinden yapılan araştırmalar sonucu 3 firmanın satış fiyatlarının ortalaması alınmıştır.

Tablo 39: EN 12464-1: 2011 Standardına Göre En Az Aydınlik Düzeyleri Tablosu

Alan Adı	En az Aydınlik Düzeyi Lüks
Koridor	100
Sınıf ve Uygulama Odaları	300
Akşam Dersleri için Sınıflar	500
Teknik Çizim Odaları	750
Laboratuvar ve Uygulama Odaları	500
Öğretim Atölyeleri	500
Bilgisayar Odaları	300
Konferans ve Toplantı Salonları	500
Yazma, Okuma ve Veri İşleme Ofis	500
Jimnastik ve Spor Salonları, Yüzme Havuzları	300
Kitap Rafları	200
Öğrenci Kantinleri, Salonları	200
Okuma Bölgesi	500

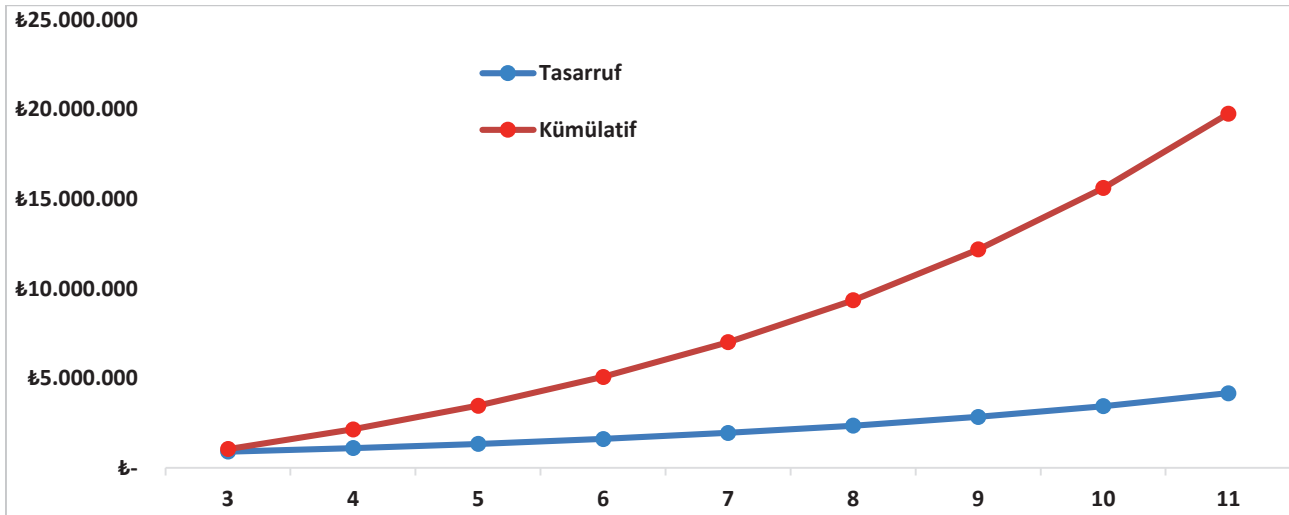
6.4.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Yerleşkedeki binalarda bulunan ve LED olmayan armatürlerin arızalanması durumunda LED armatür floresan armatürlere dönüşümü önerilmektedir. 2x36 W Floresan armatürler için 36 W LED Armatür ve 2x18 W Floresan armatürler için 18 W LED Armatür tercih edilebilecek diğer bir armatür çeşididir. Ayrıca 4x18 W floresan armatürler için 60x60 LED paneller de tercih edilebilir. Değişim yapılması durumunda elde edilebilecek tasarruf miktarları tablo olarak verilmiştir.

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

Tablo 40: Aydınlatma LED Dönüşümü Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Aydınlatma LED Dönüşümü	Elektrik	123.725	10,64	132,53%	519.338	54,32
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL/Yıl	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	1.225.500	2,36	Orta Vade	9.491.082	71%	15



Grafik 27: Aydınlatma LED Dönüşümü Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

6.5. TARİFE ANALİZİ

6.5.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesisin elektrik enerjisi özel tedarikçiden Kamu ve Özel Hizmetler / Diğer grubundan alçak gerilim (AG) Tek Terim Tek Zaman olarak tedarik edilmektedir.

Sanayi tesislerinin, Elektrik enerjisi tedarikinde önlerinde 3 seçenek bulunmaktadır.

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 aşılınan 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. Bu tüketim sınırı zamanla aşağılara gelmektedir, raporun yazıldığı dönemde bu tüketim sınırı 4.500 kWh/yıldır. 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

Tarife analizi yapılırken Göksun Meslek Yüksekokulu binasına ait Aralık 2024 tarihli elektrik faturası esas alınmıştır.

Tablo 41: 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							334,5526			
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer							400,5892			
Mesken							244,8586			
Tarımsal Faaliyetler							278,3461			
Aydınlatma							401,5673			
Tek Terimli							Tek Terimli			
Sanayi							351,2723			
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer							423,2292			
Mesken							260,8501			
Tarımsal Faaliyetler							294,5946			
Aydınlatma							424,2528			
Alçak Gerilim Çift Terimli							Alçak Gerilim Çift Terimli			
Sanayi							370,5608			
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün ve altı)							385,9505			
Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün üstü)							446,4194			
Mesken (8 kWh/gün ve altı)							185,9244			
Mesken (8 kWh/gün üstü)							275,6360			
Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler							82,8453			
Tarımsal Faaliyetler							114,6937			
Aydınlatma							133,6912			
Genel Aydınlatma							133,6912			

[illegible]

Tablo 42: Aralık 2024 Faturası Gündüz-Puant-Gece Tüketim Değerleri

6.5.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

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

Tablo 43: Tarife Analizi Tasarruf Çalışması Tablosu

FATURA BİLGİLERİ	TEK TERİM	ÇİFT TERİM
Aktif Tüketim (kWh)	16.161,64	16.161,64
Aktif Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,01549766	3,01549766
Aktif Tüketim Tutarı (TL)	48.735,39	48.735,39
Dağıtım Bedeli Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,17160600	0,93925100
Elektrik Dağıtım Bedeli (TL)	18.935,07	15.179,84
Güç Miktarı (kWh)	0	500
Güç Bedeli Birim Fiyatı (TL/kWh)	0	32,245379
Güç Bedeli (TL)	0	16.122,69
ARA TOPLAM (TL)	67.670,46	80.037,91
KDV %20 (TL)	13.534,09	16.007,58
FATURA TUTARI (TL)	81.204,55	96.045,50
DAMGA VERGİSİ (TL) (9,48/1000)	641,52	758,76
ÖDENECEK TUTAR	80.563,04	95.286,74
TASARRUF MİKTARI (TL)	-14.723,70	

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

7.1. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ

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 enerji yönetim sistemi bulunmaktadır.

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 24: ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi

7.1.1. Enerji Yönetim Sisteminin Faydaları

- **Maliyet Azalımı:** 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.

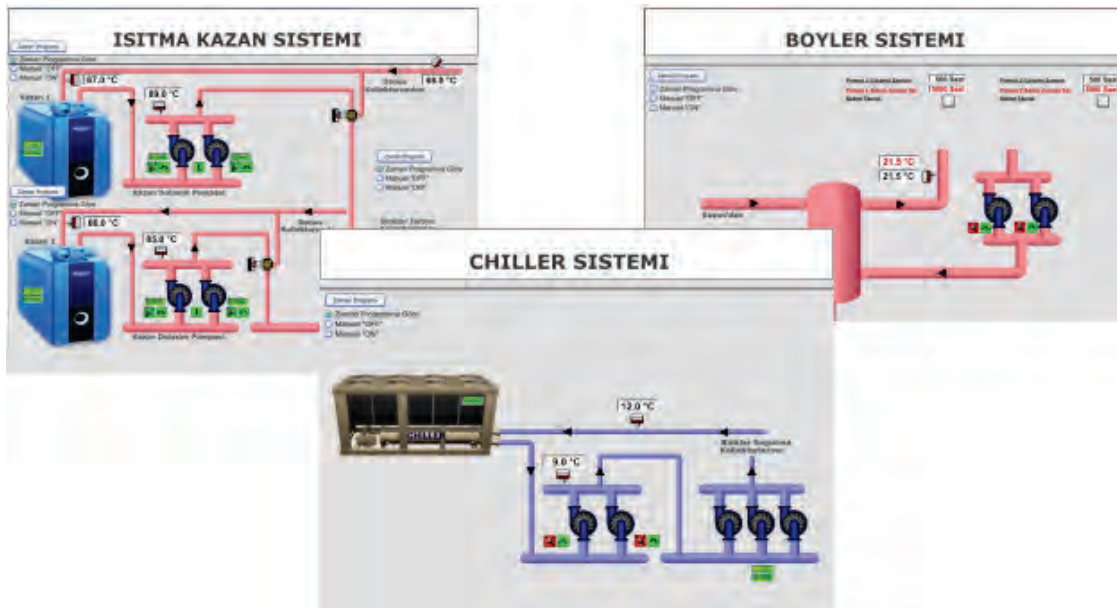
7.1.2. Enerji Yönetim Sisteminin Uygulama Süreci

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. Tesiste ısıtma sistemi için otomasyon sistemi kullanılmamaktadır.



Şekil 25: Örnek Otomasyon Sistemi Arayüzü Görüntüleri

7.2.2. Ölçüm ve Tespit

Tesiste merkezi havalandırma ve soğutma sistemi bulunmamaktadır. Isıtma sistemi için de aktif olarak kullanılan ve uzaktan kontrol edilebilen bir otomasyon sistemi bulunmadığından herhangi bir ölçüm alınamamıştır. Yapılan incelemelerde, merkezi havalandırma ve soğutma sisteminin mevcut olmadığı, otomasyon sistemi altyapısının bulunmaması ve binanın eski mimarisi göz önüne alındığında, otomasyon sisteminin kurulmasının yüksek maliyetli olacağı sonucuna varılmıştır. Bu durum, projenin geri ödeme süresini uzatmaktadır. Ancak istenildiği takdirde otomasyon sistemleri hakkında uzman bir ekiple görüşülerek gerekli fizibilite çalışmasıyla proje ile ilgili detaylı bilgi edinilebilir.

7.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesis bir binadan oluşup eğitim kurumu olarak kullanılmaktadır. Soğutma ihtiyacının olduğu yaz aylarında tesis kapasitesinin azalmasından dolayı merkezi soğutma sistemine ihtiyaç duyulmamaktadır.

Ayrıca merkezi havalandırma sisteminin de bulunmamasından dolayı HVAC (Isıtma-Havalandırma ve İklimlendirme) otomasyon sistemine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu sebeple bu bölümde hesaplama yapılmamıştır. Sıcak su kazanlarının dış hava sensörü ile kontrol edilmesi, enerji verimliliğini artırmak ve kullanıcı konforunu sağlamak açısından birçok fayda sunar. Bu uygulamanın başlıca avantajlarını sıralayacak olursak:

1. Enerji Tasarrufu

Hava sıcaklığına göre ayarlama: Dış hava sensörü, kazan çıkış sıcaklığını dış hava sıcaklığına göre ayarlayarak gereksiz enerji tüketimini önler. Örneğin, hava ısındığında kazanın suyu daha düşük sıcaklıkta ısıtması sağlanır.

Yakıt tüketimini azaltır: Kazanın daha verimli çalışmasını sağladığı için yakıt tüketimini minimize eder ve işletme maliyetlerini düşürür.

2. Sistem Ömrünü Uzatır

Daha az aşınma ve yıpranma: Kazan gereksiz yere yüksek sıcaklıkta çalışmadığı için bileşenlerin aşınması azalır, böylece sistemin ömrü uzar.

Daha dengeli çalışma: Sensör, kazanın sürekli en uygun seviyede çalışmasını sağladığından aşırı yüklenme gibi durumların önüne geçilir.

3. Kullanıcı Konforu

Konforlu iç ortam: Dış hava sıcaklığına göre su sıcaklığının optimize edilmesi, iç mekânlarda sabit ve uygun bir sıcaklık sağlar.

Ani sıcaklık değişimlerinin önlenmesi: Dış hava sıcaklığındaki değişikliklere hızlı tepki vererek iç mekân sıcaklığının sabit kalmasına yardımcı olur.

4. Çevresel Faydalar

Daha az karbon emisyonu: Daha az enerji tüketimi, daha az yakıt yakılmasını ve dolayısıyla karbon salınımının azalmasını sağlar.

Sürdürülebilirlik: Enerji verimliliği artışı, çevre dostu bir yaklaşımı destekler.

Bu sistemin başlangıçta maliyeti olsa da, uzun vadede enerji tasarrufu ve sistemin daha uzun süre sorunsuz çalışması nedeniyle maliyetlerin hızla amorti edilmesine katkı sağlar.

7.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tesiste merdivenlerde, koridorlarda ve kullanımı az olan yerlerde aydınlatmalar için hareket sensörü önerilmektedir. İstenildiği takdirde otomasyon sistemleri konusunda uzman bir firmayla görüşülerek keşif çalışmasıyla sistem detaylı olarak incelenebilir. Ancak ısı merkezlerinde bulunan sıcak su kazanlarının dış hava sensörleriyle kontrol edilmesi önerilmektedir.

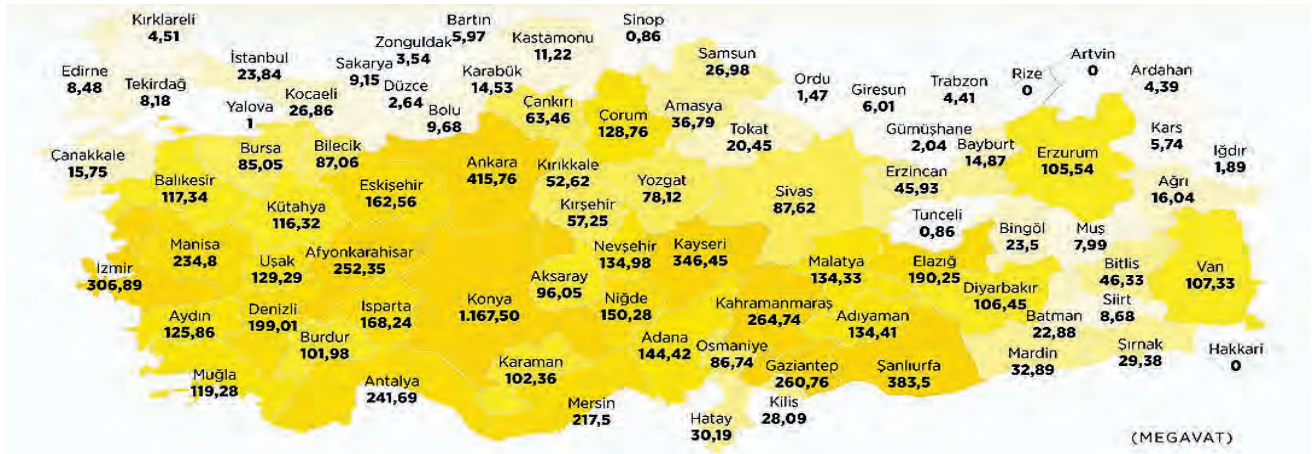
8. YERİNDE ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ

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 26: 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 ışınımını 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 ışınımı 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. Tesis personeli tarafından daha önce fizibilite çalışması sonucunda bir alan belirlenmiştir. Hesaplamalar bu alan üzerinden yapılmıştır. Bu alan aşağıdaki şekilde işaretlenmiştir. Tesis kurulu güç olarak 146 kWp planladığı için alanda buna uygun olarak 1.000 m² olarak belirlenmiştir.

Tablo 44 : GES Kurulum Alanı

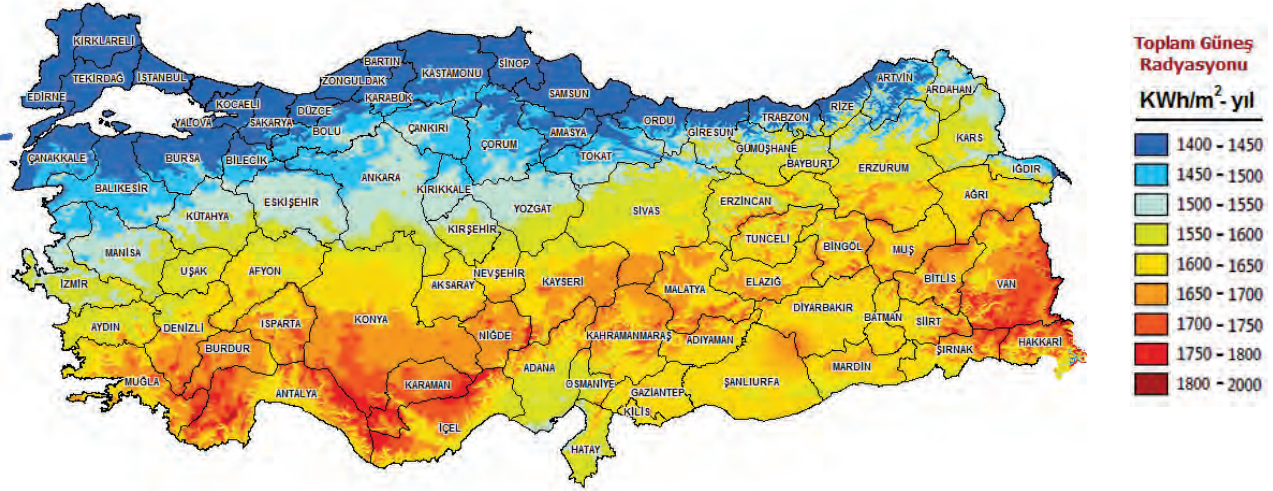
GES Kurulum Bölgesi	Kullanım Alanı (m ²)
Çatı Alanı	1.000 m ²



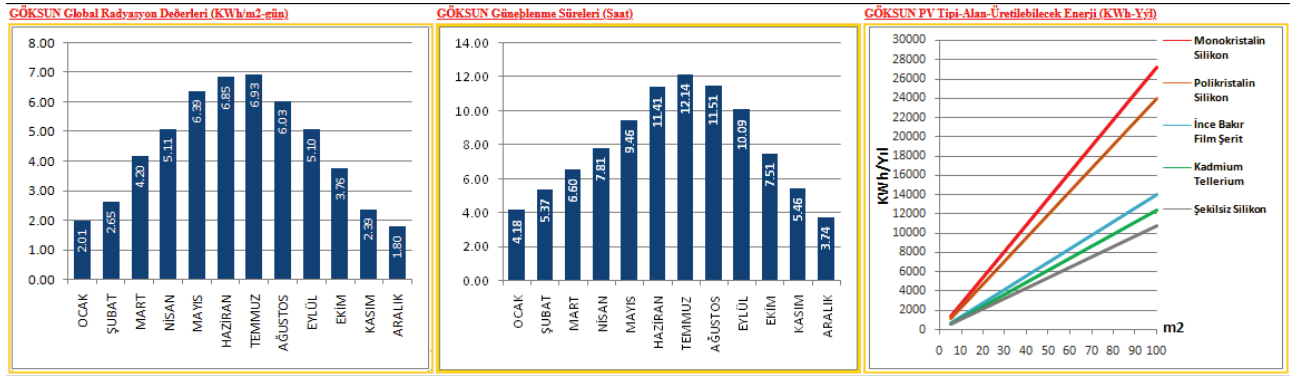
Şekil 27: Çatı GES Çalışma Alanı Uydu Görüntüsü

8.1.3. Hesaplamalar ve Değerlendirme

Kahramanmaraş iline düşen yıllık ışıınım miktarı 1 m² alana yılda ortalama 1.600-1.700 kWh/m²-yıl'dır. Ülke ortalamasının 1.527 kWh/m²-yıl olduğu düşünülürse Kahramanmaraş iline düşen yıllık ışıınım miktarı ülke ortalamasının üzerindedir. Kahramanmaraş'ın ülke ortalamasının üzerinde bir yıllık ışıınım miktarına sahip olması, güneş enerjisi sistemleri (GES) için önemli bir avantaj sunmaktadır. Daha yüksek ışıınım, aynı alanda daha fazla enerji üretimi anlamına gelir, bu da GES sistemlerinin verimliliğini ve yatırımın geri dönüş süresini olumlu yönde etkiler.

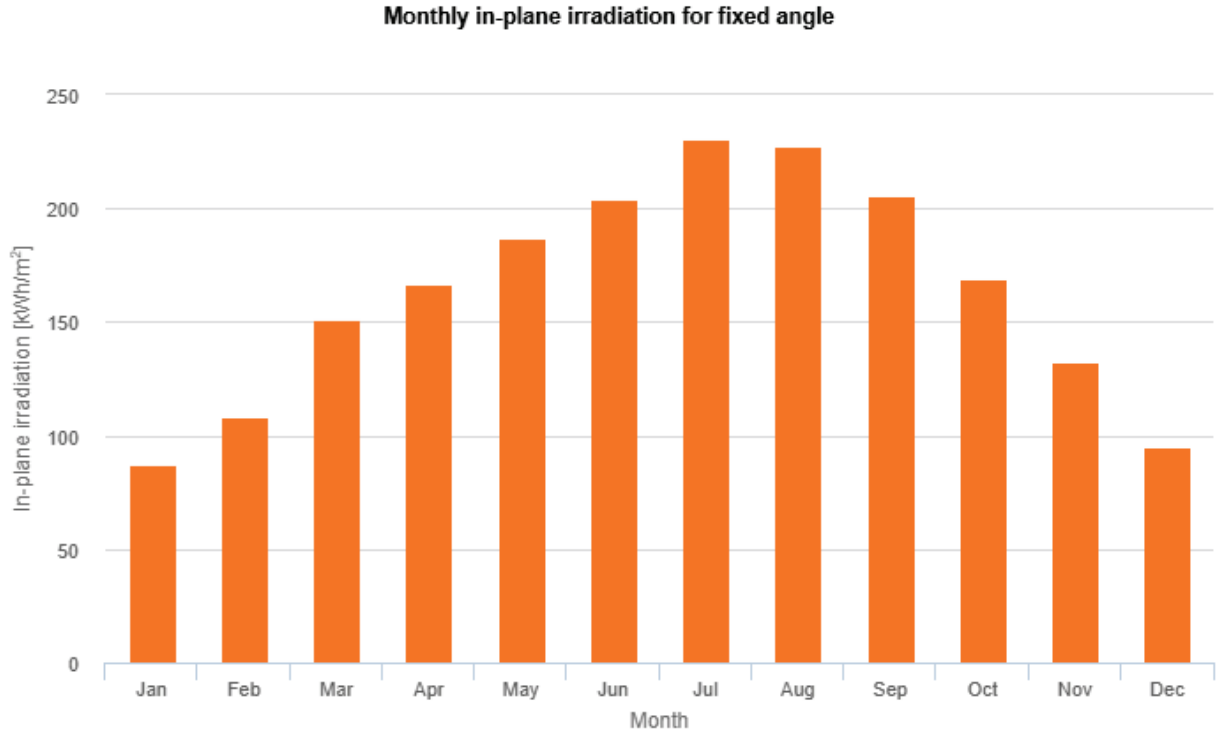


Şekil 28: Türkiye Güneş Radyasyon Haritası

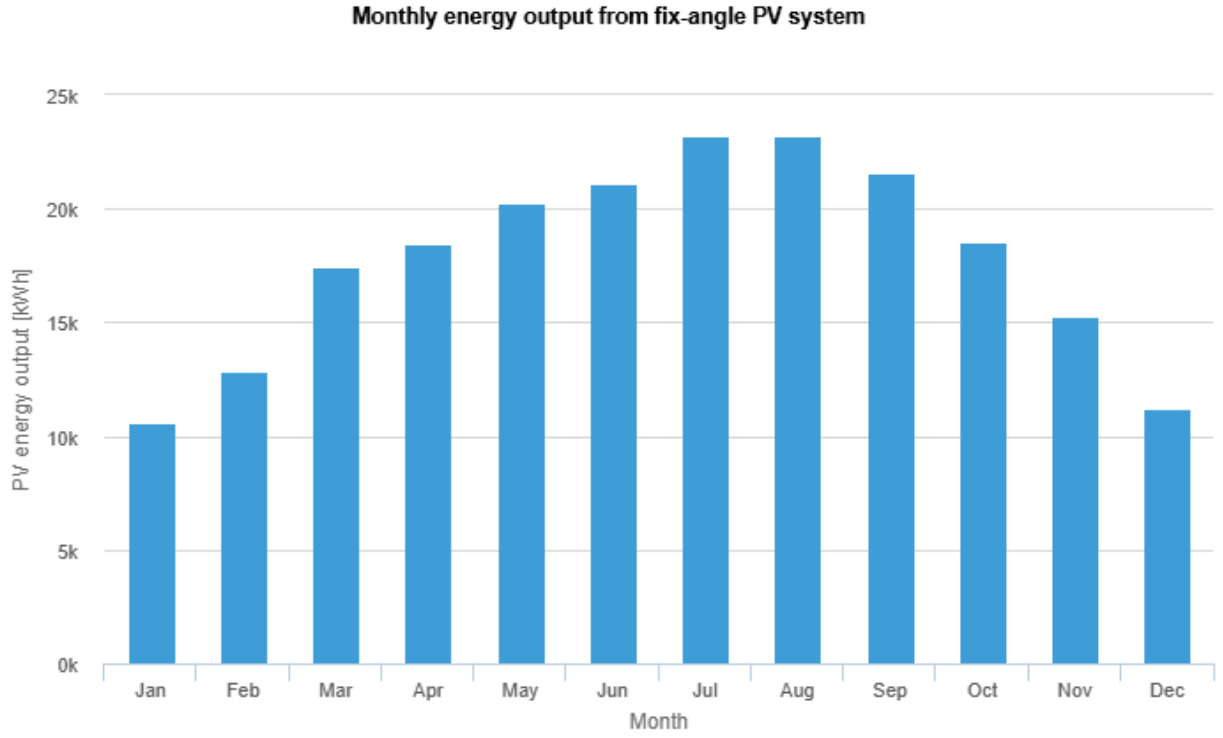


Grafik 28: Merkez/Kahramanmaraş Global Radyasyon ve Güneşlenme Süreleri

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 29 : Kahramanmaraş Işınım Miktarı Grafiği



Grafik 30: Çatı GES Projesi Aylık Elektrik Üretim Grafiği

Tesiste yapılan incelemelere toplam 146 kWp gücünde GES kurulumu yapılabileceği tespit edilmiştir.



Şekil 29: Türkiye Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi

8.1.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

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.

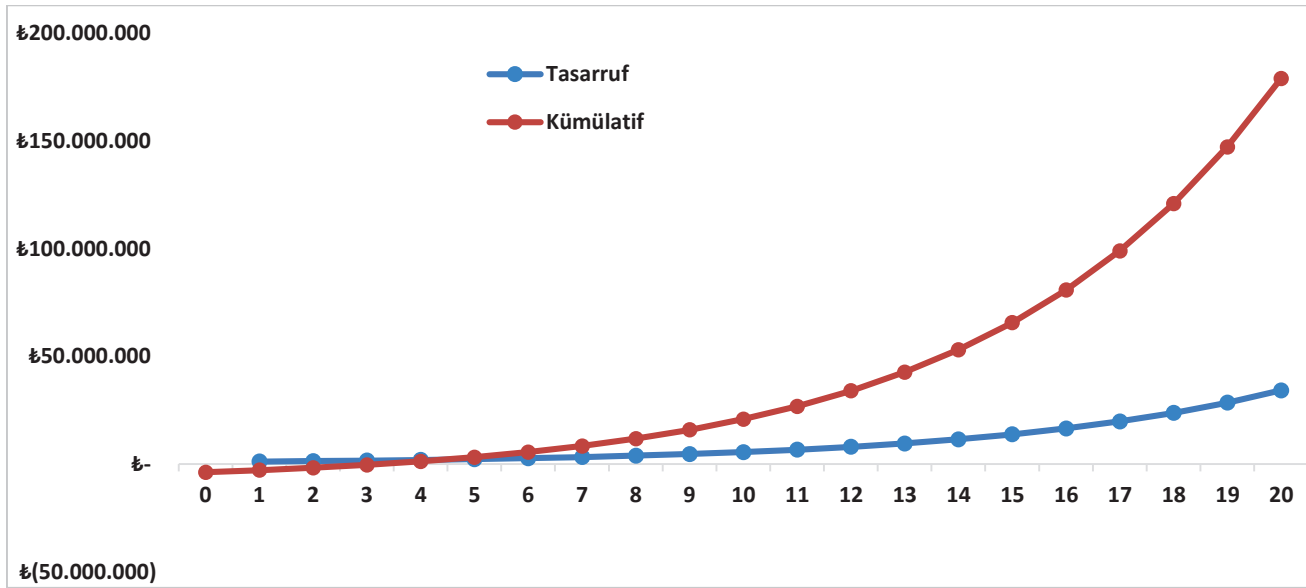
Kir ve Çamur: Güneş panellerinin yüzeyinde biriken kir, çamur veya kar, ışığın hücrelere ulaşmasını engelleyebilir ve verimliliği azaltabilir. Güneş panellerinin tipik verimliliği genellikle %15 ila %22 arasında değişir. Ancak, en yeni teknolojiler ve tasarımlar daha yüksek verimlilik seviyelerine ulaşabilir.

Yapılan hesaplamalara göre 540 Watt gücünde toplam 270 panel ile 146 kWp kurulum gücüne sahip GES kurulumu yapılabileceği tespit edilmiştir. Çatı Güneş Enerjisi Sistemi (GES) kurulumu, elektrik tüketiminde yıllık 894.823 kWh tasarruf sağlayarak, yılda 93,82 ton CO2 emisyonunu azaltacaktır. Yatırım maliyeti 3.891.548 TL olup, bu yatırımın geri ödeme süresi yaklaşık 4,5 yıl olarak hesaplanmıştır. Proje, uzun vadeli bir uygulama planına sahiptir ve net bugünkü değer (NBD) 18.961.300 TL olarak belirlenmiştir. İç karlılık oranı ise %43 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 45: Çatı GES Sistemi Kurulum Projesi

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Çatı GES Sistemi Kurulumu	Elektrik	213.709	18,38	228,92%	897.051	93,82
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	3.891.548	4,34	Uzun Vade	19.024.008	43%	20



Grafik 31: 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 ısıtısını aktarır. 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 30: Güneş Kolektörü Panelleri

8.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesiste yapılan incelemelerde güneş kolektörlerinin bulunmadığı görülmüştür. Sıcak su ihtiyacı ısı merkezinde bulunan kazandan sağlanmaktadır.

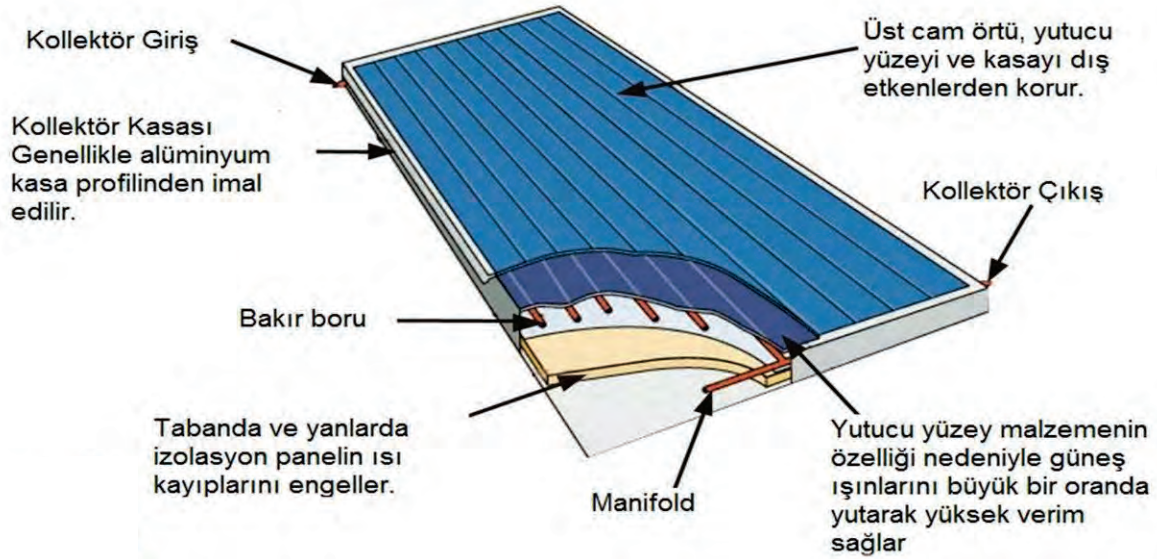
Güneş kolektörleri sistemlerine göre 4 ana başlık altında ayrılır; Açık sistemler, kapalı sistemler, pompalı sistemler ve tabii dolaşımli sistemler.

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 31: 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.

Pompa Sistemler

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

Pompa 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.

Pompa 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.

Pompa 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 genişler 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 genişler, 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 ısıнын 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

Yapılan hesaplamalar neticesinde güneş kolektör sistemi kolektör uygun görülmemektedir.