



T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
K.S.Ü. AFŞİN MAHZUNİ ŞERİF YERLEŞKESİ
ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜT RAPORU



Hazırlayanlar

Bülent PARLAR BEP-441

Ülkühan SAROĞLU BEP-299

Ağustos 2025

ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜDÜNÜN AİT OLDUĞU İDARE BİLGİLERİ

Kurum Adı	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Birim Adı	: Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi
İrtibat Kişisi	: Selçuk Arık
E-posta	: selcukarik3838@gmail.com
Telefon	: 0 (530) 040 04 73
Web	: https://afsinmyo.ksu.edu.tr/

ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK ŞİRKETİ BİLGİLERİ

Şirketin Adı/Unvanı	: Asya Mavi Enerji Verimliliği Danışmanlık San. ve Tic. Ltd. Şti.
Adres	: Değirmişem 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 EMO-137517 Mehmet KILINÇ EMO-83782 Emine KOCAOĞLU EMO-97055

İÇİNDEKİLER

1. YÖNETİCİ ÖZETİ.....	- 1 -
1.1. BİNA BİLGİLERİ	- 2 -
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI.....	- 3 -
1.3. ÇALIŞMANIN KAPSAMI	- 3 -
1.4. ÇALIŞMANIN TARİHİ.....	- 3 -
1.5. ÖLÇÜM CİHAZLARI VE ALINAN ÖLÇÜMLER.....	- 4 -
1.6. ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ	- 5 -
1.7. GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER.....	- 6 -
2. ENERJİ TÜKETİMİ	- 12 -
2.1. BİNA BİLGİLERİ	- 12 -
2.2. TÜKETİM VERİLERİ.....	- 13 -
2.2.1. Elektrik Tüketimleri.....	- 13 -
2.2.2. Doğalgaz Tüketimleri	- 17 -
2.2.3. Kömür Tüketimleri	- 21 -
2.2.4. Toplam Enerji Tüketimi.....	- 22 -
2.3. TÜKETİM ANALİZLERİ	- 23 -
2.3.1. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Gün Derece Sayısı (HDD) Grafiği	- 25 -
2.3.2. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği	- 25 -
2.3.3. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisinin Kişi Başına Tüketim Grafiği.....	- 26 -
2.3.4. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Soğutma Gün Derece Sayısı (CDD) Grafiği	- 26 -
2.3.5. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği	- 27 -
2.3.6. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Kişi Başına Tüketim Grafiği.....	- 27 -
2.3.7. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Isıtma–Soğutma Gün Derece Sayıları (HDD+CDD) Grafiği	- 28 -
2.3.8. Aylara Göre Toplam Enerjinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği	- 28 -
2.3.9. Aylara Göre Toplam Enerjinin Kişi Başına Tüketim Grafiği	- 29 -
2.3.10. Yıllık Elektrik Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı.....	- 29 -
2.3.11. Yıllık Isı Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı.....	- 29 -
2.3.12. Yıllık Elektrik Tüketiminin Binalara göre Dağılımı7	- 29 -
2.3.13. Yıllık Isı Enerjisi Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı.....	- 29 -
2.3.14. Yıllık Toplam Enerji Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı	- 29 -
2.4. Referans Enerji Tüketimi Değerleri, Referans Koşulları ve Ölçme Doğrulama Yöntemleri	- 30 -
2.4.1. Ölçme Doğrulama Yöntemleri	- 30 -
3. ENERJİ PERFORMANSI	- 32 -
4. YAPISAL SİSTEMLER.....	- 33 -
4.1. MİMARİ YAPI.....	- 33 -
4.2. ISI YALITIMI DURUMU	- 34 -
4.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri	- 34 -
4.2.2. Ölçümler ve Tespit.....	- 34 -
4.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 35 -
4.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 36 -
4.3. Duvar, Çatı ve Zemin.....	- 39 -
4.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri	- 39 -

4.3.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 40 -
4.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 40 -
4.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 41 -
4.4.	Kapı-Pencere Sistemleri	- 46 -
4.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 46 -
4.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 46 -
4.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 48 -
4.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 48 -
5.	ISI SİSTEMLERİ	- 50 -
5.1.	ISITMA	- 50 -
5.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 50 -
5.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 51 -
5.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 52 -
5.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 55 -
5.2.	SOĞUTMA	- 57 -
5.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 57 -
5.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 57 -
5.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 57 -
5.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 57 -
5.3.	HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME	- 59 -
5.3.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 59 -
5.3.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 59 -
5.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 59 -
5.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 61 -
5.4.	TESİSAT	- 62 -
5.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 62 -
5.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 62 -
5.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 63 -
5.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 64 -
6.	ELEKTRİK SİSTEMLERİ	- 66 -
6.1.	KOMPANZASYON SİSTEMLERİ	- 66 -
6.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 67 -
6.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 67 -
6.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 68 -
6.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri.....	- 69 -
6.2.	DAĞITIM SİSTEMLERİ.....	- 70 -
6.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 70 -
6.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 70 -
6.2.3.	K.S.Ü Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi Hesaplamalar ve Değerlendirmeler	- 73 -
6.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 75 -
6.3.	POMPA	- 77 -
6.3.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri:	- 77 -
6.3.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 77 -
6.3.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 78 -

6.3.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 79 -
6.4.	İÇ VE DIŞ AYDINLATMA	- 80 -
6.4.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 80 -
6.4.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 81 -
6.4.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 82 -
6.4.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 84 -
6.5.	TARİFE ANALİZİ.....	- 85 -
6.5.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 85 -
6.5.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 86 -
6.5.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 88 -
6.5.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 89 -
7.	ENERJİ YÖNETİMİ.....	- 91 -
7.1.	ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ	- 91 -
7.1.1.	Enerji Yönetim Sisteminin Faydaları.....	- 92 -
7.1.2.	Enerji Yönetim Sisteminin Uygulama Süreci	- 92 -
7.2.	BİNA OTOMASYONU	- 93 -
7.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 93 -
7.2.2.	Ölçüm ve Tespit.....	- 93 -
7.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 94 -
7.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 95 -
8.	YERİNDE ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ	- 98 -
8.1.	GES Sistemi	- 98 -
8.1.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 98 -
8.1.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 99 -
8.1.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirme.....	- 100 -
8.1.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 102 -
8.2.	Güneş Kolektörü Sistemi	- 104 -
8.2.1.	Sistem Tarifi ve Envanteri	- 105 -
8.2.2.	Ölçümler ve Tespit.....	- 107 -
8.2.3.	Hesaplamalar ve Değerlendirmeler.....	- 107 -
8.2.4.	Enerji Verimliliği Önlemleri	- 108 -
9.	EKLER.....	- 109 -

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	- 11 -
Tablo 9: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Tablosu.....	- 13 -
Tablo 10: Son 3 Yıla Ait Ortalama Elektrik Birim Fiyat Tablosu	- 16 -
Tablo 11: 2024 Yılı Doğalgaz Tüketim Tablosu	- 17 -
Tablo 12: Doğalgaz Birim Fiyat Tablosu	- 20 -
Tablo 13: Son 3 Yılın Kömür Tüketim Tablosu	- 21 -
Tablo 14: 2024 Toplam Enerji Tüketim Tablosu.....	- 22 -
Tablo 15: Son 3 Yılın Tüketim Analizleri Tablosu	- 24 -
Tablo 16: 2024 Yılı HDD-CDD Tablosu.....	- 24 -
Tablo 17: IPMVP Opsiyonu ve Ölçüm Sınırlarının Belirleme Tablosu	- 31 -
Tablo 18: Bina Kapalı Alan Bilgisi Tablosu.....	- 33 -
Tablo 19: Bina Yalıtım Durum Tablosu	- 34 -
Tablo 20: TS 825'e Göre U Değeri Gereksinimleri Tablosu	- 39 -
Tablo 21: Mevcut Bina U Değerleri Tablosu.....	- 40 -
Tablo 22: Yalıtımlı Bina U Değerleri Tablosu	- 41 -
Tablo 23: Isı Yalıtım Malzemelerinin Teknik Özellikleri	- 42 -
Tablo 24: Duvar ve Çatı Yalıtımı Projesi Tasarruf Miktarı Tablosu	- 45 -
Tablo 25: Bina Pencere Doğrama Bilgisi Tablosu.....	- 46 -
Tablo 26: Pencere Alanların U Değeri Tablosu.....	- 46 -
Tablo 27: Kazan Bilgileri Tablosu.....	- 50 -
Tablo 28: K.S.Ü Afşin MYO Baca Gazı Ölçüm Sonuçları – Sınır Dışı Değerler	- 54 -
Tablo 29: EER – COP Verim Tablosu.....	- 57 -
Tablo 30: Ortam CO ₂ Ölçüm Değerleri Tablosu	- 59 -
Tablo 31: Yalıtımsız Isıtma Mekanik Tesisat Ekipmanları Tablosu.....	- 62 -
Tablo 32: Isıtma Mekanik Tesisat Yalıtımsız Elemanları Yıllık Tasarruf Miktarları	- 64 -
Tablo 33: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu	- 65 -
Tablo 34: Elektrik Motor Bilgileri Tablosu	- 77 -
Tablo 35: Elektrik Motor Verim ve Tüketim Bilgileri.....	- 77 -
Tablo 36: Elektrik Motor Değişimi Tasarruf Hesaplamaları	- 79 -
Tablo 37: Aydınlatma Armatür Durum Tablosu.....	- 80 -
Tablo 38: Ortam Lüks Ölçüm Değerleri Tablosu.....	- 82 -
Tablo 39: Aydınlatma Değişim Tablosu.....	- 83 -
Tablo 40: Mevcut Aydınlatma Enerji Tüketimi Tablosu	- 83 -
Tablo 41: Aydınlatma Değişim Sonrası Enerji Tüketimi Tablosu.....	- 83 -
Tablo 42: EN 12464-1: 2011 Standardına Göre En Az Aydınlık Düzeyleri Tablosu.....	- 83 -
Tablo 43: Aydınlatma LED Dönüşümü Projesi Tasarruf Miktarları Tablosu.....	- 84 -
Tablo 44: 1 Temmuz 2024 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler Tablosu	- 86 -
Tablo 45: Ocak 2025 Faturası Gündüz-Puant-Gece Tüketim Değerleri.....	- 87 -
Tablo 46: EPDK Tarafından Yayımlanan 1 Temmuz 2024'ten İtibaren Uygulanan Tarife	- 88 -
Tablo 47: Tarife Karşılaştırma Tablosu-1.....	- 88 -
Tablo 48: Tarife Karşılaştırma Tablosu-2.....	- 89 -
Tablo 49: 2024 Yılı İndirim Oranı ile Tarife Karşılaştırma Özet Tablosu	- 90 -
Tablo 50: GES Kurulum Alanı	- 99 -
Tablo 51: GES Sistemi Kurulumu Bilgileri Tablosu	- 100 -

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: 2024 Yılı Enerji Tüketimi ve Maliyet Dağılım Grafiği.....	- 5 -
Grafik 2: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Grafiği.....	- 14 -
Grafik 3: 2024 Yılı Elektrik Maliyet Grafiği.....	- 14 -
Grafik 4: Son 3 Yıla Ait Elektrik Tüketim Grafiği.....	- 15 -
Grafik 5: Son 3 Yıla Ait Elektrik Maliyet Grafiği.....	- 15 -
Grafik 6: Son 3 Yılın Elektrik Birim Fiyat Grafiği.....	- 16 -
Grafik 7: 2024 Yılı Doğalgaz Tüketim Grafiği.....	- 18 -
Grafik 8: 2024 Yılı Doğalgaz Maliyet Grafiği.....	- 18 -
Grafik 9: Son 3 Yıla Ait Doğalgaz Tüketim Grafiği.....	- 19 -
Grafik 10: Son 3 Yıla Ait Doğalgaz Maliyet Grafiği.....	- 19 -
Grafik 11: Son 3 Yıla Ait Doğalgaz Birim Fiyat Grafiği.....	- 20 -
Grafik 12: 2022 Yılı Kömür Tüketim Grafiği.....	- 21 -
Grafik 17: 2024 Yılı Toplam Tüketim Grafiği.....	- 22 -
Grafik 18: Son 3 Yıla Ait Tesiste Bulunan Kişi Sayıları.....	- 23 -
Grafik 19: 2024 Yılına Ait Doğalgaz Tüketim ve HDD Grafiği.....	- 25 -
Grafik 20: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Doğalgaz Tüketim Grafiği.....	- 25 -
Grafik 21: 2024 Yılı Kişi Başına Düşen Doğalgaz Tüketim Grafiği.....	- 26 -
Grafik 22: 2024 Yılı Aylık Elektrik Tüketim ve CDD Grafiği.....	- 26 -
Grafik 23: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Elektrik Tüketim Grafiği.....	- 27 -
Grafik 24: 2024 Yılı Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketim Grafiği.....	- 27 -
Grafik 25: 2024 Yılı Aylık Toplam Enerji Tüketimi ve HDD+CDD Grafiği.....	- 28 -
Grafik 26: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği.....	- 28 -
Grafik 27: 2024 Yılı Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği.....	- 29 -
Grafik 28: Duvar Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği.....	- 45 -
Grafik 29: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği.....	- 65 -
Grafik 30: Aktif-Reaktif-Toplam Güç Grafikleri.....	- 71 -
Grafik 31: Faz-Nötr Gerilim Grafikleri.....	- 71 -
Grafik 32: Akım Dengesi Grafikleri.....	- 71 -
Grafik 33: Frekans Grafikleri.....	- 72 -
Grafik 34: Toplam Harmonik Distorsiyon Grafikleri.....	- 72 -
Grafik 35: Güç Faktörü Grafikleri.....	- 72 -
Grafik 36: Aydınlatma LED Dönüşümü Projesi Ekonomik Analiz Grafiği.....	- 84 -
Grafik 37: Çatı GES Projesi Aylık Elektrik Üretim Grafiği.....	- 101 -
Grafik 38: Kahramanmaraş Işınım Miktarı Grafiği.....	- 101 -
Grafik 39: Çatı GES Kurulumu Projesi Ekonomik Analiz Grafiği.....	- 103 -

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: K.S.Ü. Afşin Mahzuni Şerif Yerleşkesi Uydu Görünümü.....	- 12 -
Şekil 2: K.S.Ü. Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi Uydu Görüntüsü.....	- 33 -
Şekil 3: Bina Dış Görünümleri	- 34 -
Şekil 4: Örnek Yalıtımsız Bina Termal Görüntüsü.....	- 36 -
Şekil 5: Örnek Yalıtımlı Bina Termal Görüntüsü	- 36 -
Şekil 6: TS 825’e Göre İklim Bölgeleri	- 39 -
Şekil 7: Kapı - Pencere Doğrama Görünümü	- 46 -
Şekil 8: Isı Merkezi – Yer Tipi Sıcak Su Kazanı	- 50 -
Şekil 10: EER ve COP Hesaplama Formülleri	- 57 -
Şekil 11: Ortam CO ₂ Ölçümleri	- 59 -
Şekil 12: Ortam CO ₂ Sınır Değerleri	- 60 -
Şekil 13: Isıtma Mekanik Tesisatı Görüntüleri.....	- 62 -
Şekil 14: Yalıtımlı ve Yalıtımsız Vana Isı Kayıpları	- 64 -
Şekil 15: Kompanzasyon Panosu Görüntüleri	- 66 -
Şekil 16: Güç Üçgeni.....	- 66 -
Şekil 17: Enerji Analizörü Ölçümü.....	- 70 -
Şekil 18: Pompa Sistemi.....	- 77 -
Şekil 19: Elektrik Motoru Verimlilik Standartlarının Karşılaştırılması	- 79 -
Şekil 20: Aydınlatma Sistemi Görüntüleri.....	- 80 -
Şekil 21: Aydınlik Düzeyi Lüks Ölçümleri.....	- 81 -
Şekil 22: Işığın İnsan İşleyişi Üzerindeki Potansiyel Etkileri Şeması	- 83 -
Şekil 23: K.S.Ü. Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi Kasım 2024 Tarihli Elektrik Faturası	- 87 -
Şekil 24: ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi	- 92 -
Şekil 25: Örnek Otomasyon Sistemi Arayüzü Görüntüleri.....	- 93 -
Şekil 26: Aydınlatma Otomasyon Planı	- 96 -
Şekil 27:Varlık ve Gün IşığI Detektörü	- 97 -
Şekil 28: Türkiye GES Haritası	- 99 -
Şekil 29: Çatı GES Çalışma Alanı Uydu Görüntüsü	- 100 -
Şekil 30: Türkiye Güneş Radyasyon Haritası	- 100 -
Şekil 31: Türkiye Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi.....	- 102 -
Şekil 32: Güneş Kolektörü Panelleri.....	- 104 -
Şekil 33: Güneş Kolektörü İç Yapısı	- 105 -

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
K.S.Ü.	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Tablo 2: Kabuller Tablosu

REFERANS ALINAN KONU	ALINAN REFERANS DEĞER
¹ 2025 Ocak Ayı Elektrik Birim Fiyatı	4,13 TL/kWh
² Elektrik Kalorifik Değeri	860 kcal/kWh
¹ 2021 Yılı Kömür Birim Fiyatı	2.473,63 TL/Ton
¹ 2021 Yılı Kömür Birim Fiyatı	0,30 TL/kWh
² Kömür Kalorifik Değeri	6100 kcal/kWh
¹ 2025 Ocak Ayı Doğalgaz Birim Fiyatı	1,61 TL /kWh
¹ 2025 Ocak Ayı Doğalgaz Birim Fiyatı	15,48 TL /m ³
² Doğalgaz Kalorifik Değeri	8.250 kcal/m ³
Elektrik CO ₂ Emisyon Katsayısı	0,439 kg.CO ₂ /kWh
Doğalgaz CO ₂ Emisyon Katsayısı	0,200 kg.CO ₂ /kWh
Taş Kömürü CO ₂ Emisyon Katsayısı	0,3406 kg.CO ₂ /kWh
³ Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı (2024 T≤15 °C)	199 Gün
³ Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı (2024 T>22 °C)	98 Gün
⁴ Dolar/TL Kuru (16.05.2025)	38,66
⁴ Euro/TL Kuru (16.05.2025)	43,20

¹ Elektrik birim fiyatı 4500469741 ve 4500406009 nolu sayaçların Ocak 2025 tarihli fatura birim fiyatları esas alınmıştır.

¹ Doğalgaz birim fiyatları R000058909 ve 9653084 nolu sayaçların Ocak 2025 tarihli fatura birim fiyatları esas alınmıştır.

¹ Kömür birim fiyatları 2021 yılına ait faturanın birim fiyatları esas alınmıştır.

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

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

⁴ 16.05.2025 saat 15:30 Merkez Bankası Döviz Kuru değerleri esas alınmıştır.

1. YÖNETİCİ ÖZETİ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Afşin Mahzuni Şerif Yerleşkesi'nde 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			Doğalgaz		
	kWh	TL	TEP	kWh	TL	TEP
2022	110.055	266.513	9,46	895.510	98.945	28,80
2023	74.503	281.265	6,41	237.676	232.201	20,44
2024	91.668	411.186	7,88	954.013	1.247.340	82,04

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

- Tesisin çatısına GES kurulumunun yapılması.
- Tesiste bulunan binaların duvar ve çatılarına ısı yalıtımı yapılması
- Tesisteki binalarda bulunan mekanik tesisat yalıtımsız elemanlarına yalıtım yapılması
- İç aydınlatma için kullanılan floresan armatürlerin verimli LED armatürlere dönüştürülmesi

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	: K.S.Ü. Afşin Mahzuni Şerif Yerleşkesi
2. İnşaat Yılı	: 2008
3. Kullanım Amacı	: Eğitim
4. Bina Grubu İçerisindeki Bina Sayısı	: 1
5. Kapalı Alan	: 10.272 m ²
6. İnşaat Alanı	: 11.924 m ²
7. Kullanım Alanı	: 10.272 m ²
8. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı 2024	: 199 Gün, 2.549 HDD
9. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı 2024	: 98 Gün, 286 CDD
10. Isıtma/Soğutma Sistemi	: Merkezi / -
11. Yalıtım Durumu	: Yalıtımsız
12. 2024 Yılı Aylık Ortalama Çalışan Sayısı	: 5
13. 2024 Yılı Tesiste Bulunan Toplam Kişi Sayısı	: 1.395
14. Adresi	: Afşin Meslek Yüksekokulu 46500 Afşin, Kahramanmaraş
15. Bina Sahibi, Yöneticisi veya Sorumlusu	: Doç. Dr. Nurettin KOCA (MYO Müdürü)
15.1. Posta Adresi	: Afşin Meslek Yüksekokulu 46500 Afşin, Kahramanmaraş
15.2. Telefon No	: 0 (344) 300 22 51 – 0 (344) 300 22 67
15.3. Faks No	: 0 (344) 300 22 52
15.4. Elektronik Posta Adresi	: afsinmyo@ksu.edu.tr
16. Görevlendirilen / Hizmet Alınan Enerji Yöneticisi	: Selçuk ARIK
16.1. Sertifika No	: 8570
16.2. Telefon No (İş / GSM)	: 0530 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)	: 51,68
Yıllar	Tüketimler (TEP)
2022	: 38,26
2023	: 26,85
2024	: 89,93

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 05.05.2025 – 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 Kalibrasyon Laboratuvarı	Kazan Baca Gazı Analizi Ölçümleri
Testo 320 LX Sıcaklık Probu	2206240	26.03.2025	1 Yıl	Testo Kalibrasyon Laboratuvarı	Kazan Baca Gazı Analizi Ölçümleri
Testo-868 Termal Kamera	61038082	18.09.2024	1 Yıl	Anka Kalibrasyon Laboratuvarı	Termal Görüntüleme Ölçümleri
P01160511 C.A 8331 3 Fazlı Portatif Enerji	00004706	19.07.2024	1 Yıl	CHAUVIN ARNOUX	Elektrik Panolarında Enerji Kalitesi Ölçümleri
Geratech DT-3808 Lüks Metre	160713375	18.09.2024	1 Yıl	Anka Kalibrasyon Laboratuvarı	Aydınlatma Lüks Ölçümleri
AZ-77535 El Tipi CO ₂ Hava Kalitesi Ölçer	2206240	11.03.2024	1 Yıl	Az. Instrument Corp.	Hava Kalitesi Ölçümleri
UT-325 Göstergeli Sıcaklık Ölçer	S0818UT3 251006	11.09.2024	1 Yıl	Ulusal Kalibrasyon Laboratuvarı	Yüzey Ortam Sıcaklık Ölçümleri
AZ-8361 PH Metre- İletkenlik Sıcaklık Ölçer	367013	11.09.2024	1 Yıl	Ulusal Kalibrasyon Laboratuvarı	Kazan Suyu Sıcaklık Ölçümleri

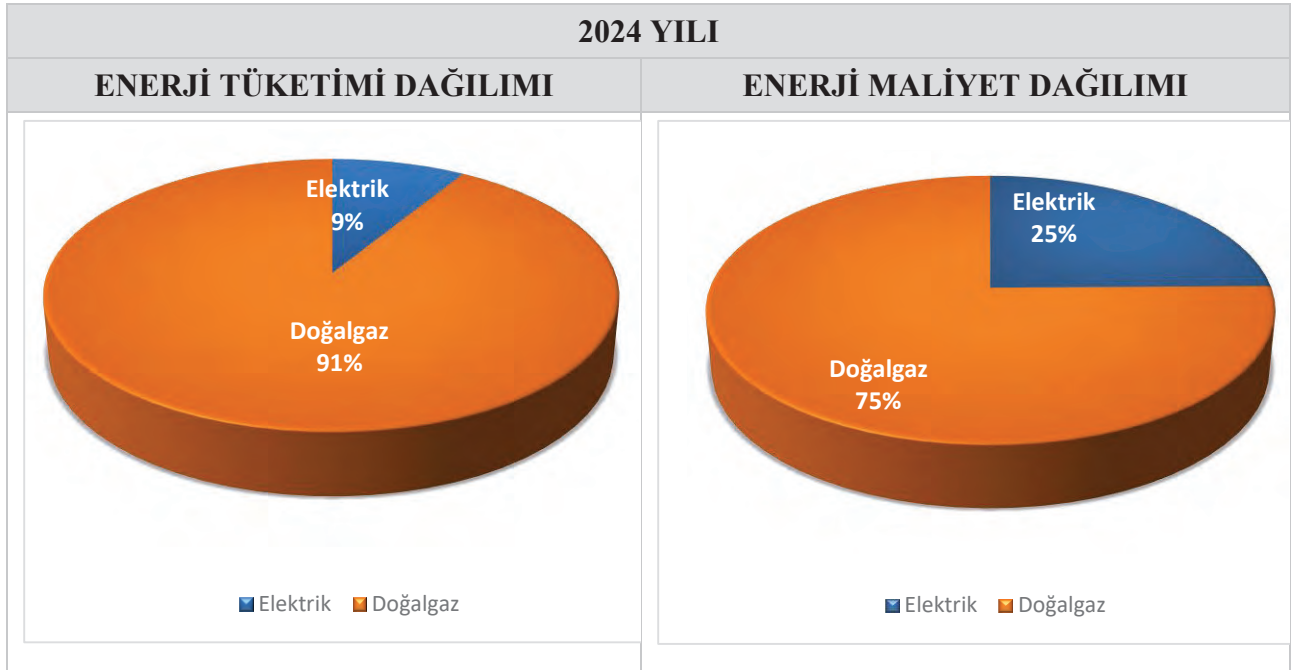
Testo marka 320 LX model baca gazı analizörleri ile kazanlardan gaz sıcaklığı, ortam sıcaklığı, O₂ oranı, CO ve CO₂ miktarı ölçülerek hava fazlalık katsayısı, yanma verimi, çiğ noktası değerleri hesaplanarak ölçümler alınmıştır. Testo marka 868 model termal kamera ile mekanik hatlarda termal kamera çekimleri 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 64,32 TEP enerji tüketmiş olup, bunun karşılığında 1.249.826 TL harcamıştır. Tesiste başlıca enerji türü olarak elektrik ve doğalgaz kullanılmaktadır. 2024 yılı için elektrik enerjisi, toplam enerji tüketiminin %14,53'ünü, yıllık ödenen paranın %32,90'ini oluşturup, doğalgaz enerjisi toplam enerji tüketiminin %85,47'sini, yıllık ödenen paranın %67,10'unu 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 %	TL/TEP
Elektrik	91.668	40,24	7,88	8,77%	411.186	24,79%	52.157,90
Doğalgaz	954.013	190,80	82,04	91,23%	1.247.340	75,21%	15.203,21
Toplam	1.045.682	231,05	89,93	100%	1.658.525	100%	18.442,82



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 1: Aydınlatma LED Dönüşümü	Elektrik	35.980	3,09	39,25%	148.433	319.074	2,15	Orta Vade	2.690.285	75%	15
EVÖ 2: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	Doğalgaz	9.405	0,81	0,99%	15.173	8.136	0,54	Kısa Vade	88.047	144%	20
EVÖ 3: Çatı GES Kurulumu	Elektrik	107.930	9,28	117,74%	445.262	2.104.553	4,73	Uzun Vade	9.166.102	41%	20
EVÖ 4: Duvar Yalıtımı	Doğalgaz	169.900	14,6114	17,81%	274.084	1.222.550	4,46	Uzun Vade	2.221.319	34%	20

Tesisteki binaların mimari kesit projeleri incelendiğinde duvar, çatı ve zeminde yalıtımın olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum bu bölgelerden kaynaklı ısı kayıplarının fazla olacağını göstermektedir. Duvar ve çatılara yalıtım yapılması mevcut durumda kullanılan binalar için yapılabilirken zemine yalıtım yapılması birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Bu sebeple tesisteki binaların duvar ve çatılarına yalıtım yapılması önerilmektedir.

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 $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$, çatıda $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ ve zeminde $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ olarak verilmiştir.

Tesiste bulunan binaların mimari projelerine göre duvar, çatı ve zeminde yalıtım mevcut değildir. Kesit bilgilerine göre tesisteki ortalama ısıl geçirgenlik katsayısı duvarda $1,33 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$, çatıda $0,581 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ ve zeminde $0,357 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerler TS 825 standart değerlerinden yüksek çıkmıştır. Hesaplamalar İZODER TS 825 programında yapılmıştır.

Program üzerinden binanın duvarına yalıtım yapılması durumunda oluşacak U değerleri için hesaplamalar tekrar yapılmıştır. Bu durumda U değerleri duvar için $0,397 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$, çatıda $0,581 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ ve zeminde $0,357 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ olarak çıkmaktadır.

Tesiste bulunan binaların pencerelerinde PVC doğrama içerisine 11 mm çift cam, kapılarda ise PVC doğrama kullanılmıştır.

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.

Tesisteki binalarda bulunan pencerelerin cam ve doğrama tipi bilgilerine göre ortalama ısıl geçirgenlik katsayısı $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer TS 825 standart değerinin üzerinde kalmıştır. Bu sebeple tesiste bulunan pencerelerin ısı yalıtımlı ve kaplamalı pencerelerle değiştirilmesi önerilmektedir. Hesaplamalar TS 825 programında yapılmıştır.

Havalandırma için açık bırakılan pencereler, tesis için ısıtma yükünü artırdığından ısı kaybına sebep olmaktadır. Bu sebeple havalandırmanın kontrollü bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Ayrıca, binanın birçok bölümünde pencere doğramalarından sızıntıların meydana geldiği ve çok sayıda cam panelde kırıkların bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durum, ısı kaybına neden olarak binanın toplam ısı yükünü artırmaktadır.

Tesiste bulunan kazanlarda baca gazı analiz ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca kazan yüzeylerinden kaynaklı ısı kayıplarının tespiti için ısı merkezinde termal görüntüleme yapılmıştır.

Tesiste gerçekleştirilen baca gazı analiz ölçümleri sonucunda elde edilen veriler, aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Sınır değerlerin üzerinde ölçülen parametreler kırmızı yazı fontu ile belirtilmiştir.

Katalog verilerine göre, kazanlarda yanma veriminin %95–98 aralığında olması beklenmektedir. Bu verime ulaşılabilmesi için baca gazı sıcaklığının 130–150 °C arasında ve O₂ (oksijen) oranının %2–3 aralığında olması gerekmektedir.

Yapılan ölçümler sonucunda, bazı kazanlarda baca gazı sıcaklığı ve O₂ oranı olması gereken aralığın üzerinde bulunmuştur. Buna karşılık, bu kazanlarda yanma verimi ile CO₂ oranı olması gereken seviyenin altında ölçülmüştür. Bu durum, kazanlarda yanma sürecinin optimal düzeyde gerçekleşmediğini ve sistemde eksik yanma olasılığının bulunduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek O₂ oranı, fazla yanma havası kullanıldığını; buna bağlı olarak verimin düştüğünü ve enerji kayıplarının arttığını işaret etmektedir.

Yerleşkede merkezi soğutma sistemi kullanılmamaktadır. Ancak ofislerde duvar tipi (split) klimalar kullanılmaktadır.

Tesiste merkezi soğutma sistemi bulunmadığından ölçüm alınamamış bu sebeple de verim artırıcı proje önerisi için herhangi bir hesaplama yapılamamıştır.

Tesisin eğitim kurumu olarak kullanılmasından dolayı soğutma ihtiyacının olduğu yaz aylarında tesiste bulunan kişi sayısında düşüş yaşanmaktadır. Bu sebeple merkezi soğutma sistemini kullanmak verimsiz olacaktır.

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.

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.

Tesiste yapılan ölçümlerde koridor, oda-ofis ve dersliklerde CO₂ ppm oranının genel olarak olması gereken seviyede ancak D blok 2. katta sınır değerlerin üzerinde çıktığı görülmüştür. Oda sıcaklıklarının standart değerler içinde olduğu gözlemlenmiştir

Ayrıca ölçüm sırasında bazı bölümlerde pencerelerin kırık olduğu bazılarının da 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 edilmeye çalışılmıştır.

Boru ve diğer mekanik tesisat elemanlarının bazı bölümlerinde bulunan yalıtımın olmadığı ve bazı kısımlarda ise sökülmelerin olduğu görülmüştür. Mevcut yalıtım tesisat için yetersiz kalmaktadır.

Bu yalıtımsız tesisat elemanları belirlenmiş ve akışkan sıcaklığı, vana boyutu göz önüne alınarak ISO 12241 Standardına göre ısı kaybı hesabı yapılmıştır. Isı kayıpları termal kamera görüntülerinde de görülebilmektedir.

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.

Kompanzasyon panosunda yapılan termal görüntülemelerde şönt reaktörlerinde ısınmalar tespit edilmiştir. Bu sebeple kompanzasyon panolarının bakımlarının yapılması önerilmektedir.

Elektrikli su ısıtıcıları, elektrikli ısıtıcılar ve kahve makineleri gibi cihazlar, elektrik tesisatına çeşitli etkilerde bulunabilir. Bu cihazlar genellikle yüksek güç tüketimine sahiptir ve aynı anda kullanıldıklarında anlık yüksek güç taleplerine sebep olabilirler. Bu durum, elektrik tesisatının belirli devrelerinde aşırı yüklenmeye ve buna bağlı olarak sigorta atma veya devre kesici müdahalelerine neden olabilir. Ayrıca, bu cihazların ani çalıştırılması gerilim dalgalanmalarına yol açabilir, bu da diğer elektronik cihazlara zarar verebilir. Yüksek güç tüketimi ayrıca kablo ısınmasına ve uzun vadede izolasyon hasarına neden olabilir. Bu cihazların etkin bir şekilde kullanılmaması enerji tasarrufuna katkı sağlayacağından enerji verimliliği açısından da önemlidir. Bu nedenle bu tür cihazların kullanılmaması önerilmektedir.

Üç fazlı sistemlerde akım dengesi, üç farklı fazdaki akımların büyüklük ve faz açıları açısından eşit olması durumunu ifade eder. İdeal bir üç fazlı sistemde, her bir fazdaki akımlar birbirine eşit büyüklükte olmalıdır ve bir fazdaki akım ile diğer fazlardaki akımlar arasında 120 derecelik faz farkı bulunmalıdır. Akım dengesizliği, bir fazdaki akımların diğer fazlardan farklı büyüklükte veya faz açısında olduğu durumu ifade eder. Akım dengesizliği, genellikle üç fazlı sistemlerde istenmeyen bir durumdur çünkü bu durum enerji sistemine zarar verebilir ve cihazların doğru çalışmasını engelleyebilir. Akım dengesizliği, sistemdeki dengesiz yükler, arızalı ekipmanlar, kötü bağlantılar veya dağıtım hatlarındaki diğer problemlerden kaynaklanabilir. Bu nedenle, üç fazlı sistemlerde akım dengesinin korunması ve düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir.

Tesiste bulunan binalardaki ısı merkezlerinde mekanik tesisata bağılı sirkülasyon pompalarının verim sınıfı belirlenememiştir. 0,75 kW gücünün üstündeki motorun verim sınıfı IE1 Standart Verimlilik sınıfı olarak alınıp IE3 Premium Verimlilik sınıfına sahip motor ile değiştirilmesi durumunda elde edilebilecek tasarruf miktarları için gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Geri ödeme süresi 5 yılın üzerinde çıktığı için verimlilik arttırıcı proje olarak sunulamamıştır. Fakat tesiste bulunan motorların kullanım ömrünü doldurması durumunda IE3 Premium Verimlilik sınıfına sahip motorların kullanılması önerilmektedir.

Tesis genelinde LED ve floresan tip aydınlatma armatürleri kullanılmaktadır. Tesiste genel olarak 1x18 W floresan armatürler kullanılmaktadır. Tesisteki binalarda kullanılan aydınlatma armatürlerine ilişkin bilgiler tablo olarak verilmiştir

Yerleşkedeki binalarda bulunan ve LED olmayan armatürlerin arızalanması durumunda LED tube floresan armatürlere dönüşümü önerilmektedir. 18 W floresan için 9 W LED tube floresan tercih edilebilir.

TEDAŞ 2024 güncel birim fiyatları ve tesisin satın aldığı özel tedarikçi birim fiyatları ile uygulanan mevcut indirim oranı ulusal tarife değerlerine göre hesaplanmıştır. “2024 yılı İndirim Oranı ile Tarife Karşılaştırma Özet Tablosu” KDV dâhil edilmeden hesaplanmıştır.

Tarife analizi sonuçlarına göre, ulusal tarife değerleri incelendiğinde tesis için en uygun seçeneğin “Çift Terim Çok Zamanlı Tarife” olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda dağıtım şirketi tarafından uygulanan indirimli tarife koşullarının devam etmesi durumunda, bu seçeneğin daha kârlı olacağı öngörülmektedir. 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.

Tesise, elektrik tüketimini güneş enerjisinden karşılayarak hem maliyetten tasarruf edip hem de CO₂ salınımını azaltmak için GES sistemi kurulumu önerilmektedir. GES sistemi genel olarak bina çatı alanlarına ya da uygun görülen arazi alanlarına kurulur.

Tesis için yapılan fizibilite çalışmaları neticesinde GES sistemi kurabilmek için en uygun alanın tesis çatısında bulunan 1.000 m² alan olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlara kurulabilecek GES sistemi gücü ile üretilebilecek elektrik enerjisi yaklaşık olarak hesaplanmıştır

Gerçekleştirilen teknik ve mali analizler sonucunda, önerilen Güneş Enerjisi Santrali (GES) yatırımının çatı üzerine kurulan için yıllık bazda yaklaşık %117,74 oranında enerji tasarrufu sağlayacağı öngörülmüştür.

Tablo 8: Tasarruf Edilen Miktarlar ve Parasal Değerleri

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı			Enerji Tasarruf Oranı (%)
	Miktar (kWh / Yıl)	Enerji (TEP / Yıl)	Maliyet (TL / Yıl)	
Elektrik	35.980	3,09	148.433	39,25
Doğalgaz	179.305	15,42	289.257	18,80
GES Kurulumu	107.930	9,28	445.262	117,74
Toplam	323.215	27,29	882.952	

2. ENERJİ TÜKETİMİ

2.1. BİNA BİLGİLERİ



Şekil 1: K.S.Ü. Afşin Mahzuni Şerif Yerleşkesi Uydu Görünümü

K.S.Ü. Afşin Mahzuni Şerif Yerleşkesi'nin uydu görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Yerleşke tek binadan oluşup 2008 yılında inşası tamamlanmıştır. Tesisin toplam kapalı alanı ise 10.272 m²'dir. Yerleşkede başlıca enerji türü olarak 2022 yılı Aralık ayına kadar elektrik ve kömür kullanılırken bu tarihten sonra kömür yerine doğalgaz kullanılmaya başlanmıştır. Isıtma ihtiyacı için yer tipi sıcak su kazanları kullanılırken merkezi soğutma sistemi bulunmayıp bazı odalarda split klimalar bulunmaktadır. Mahallerin ısıtılması ise radyatör paneller ile sağlanmaktadır.

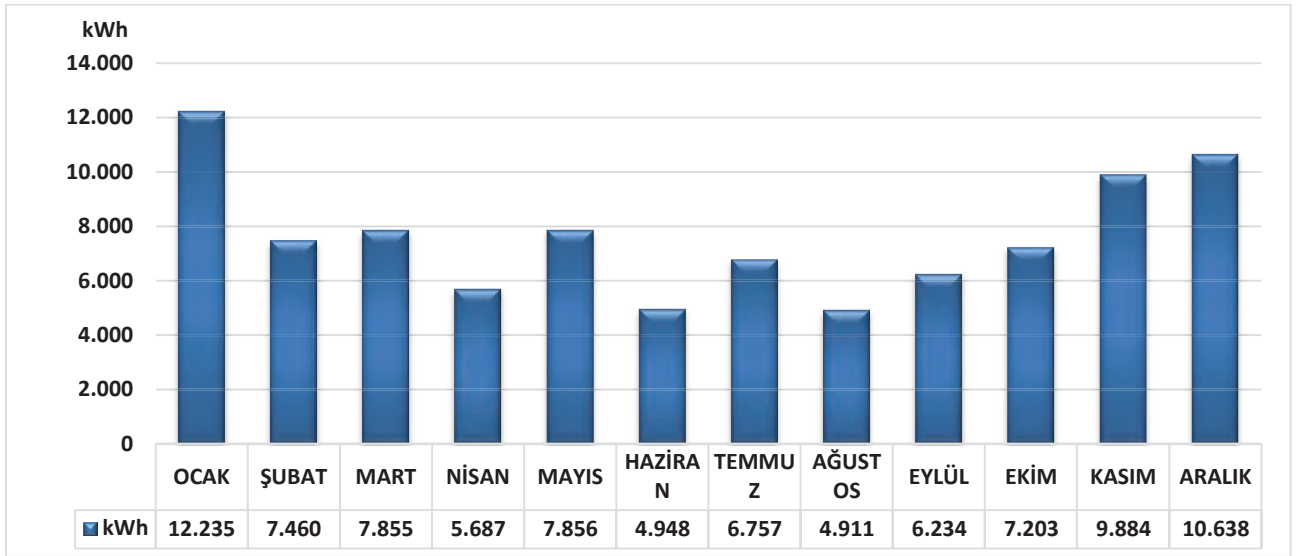
2.2. TÜKETİM VERİLERİ

2.2.1. Elektrik Tüketimleri

Tesisin 2024 yılı elektrik tüketimleri aylık olarak, tablo ve grafikler halinde verilmiştir. 2024 yılında toplamda 91.668 kWh, 7,88 TEP elektrik enerjisi tüketilmiş olup karşılığında 411.186 TL ödenmiştir.

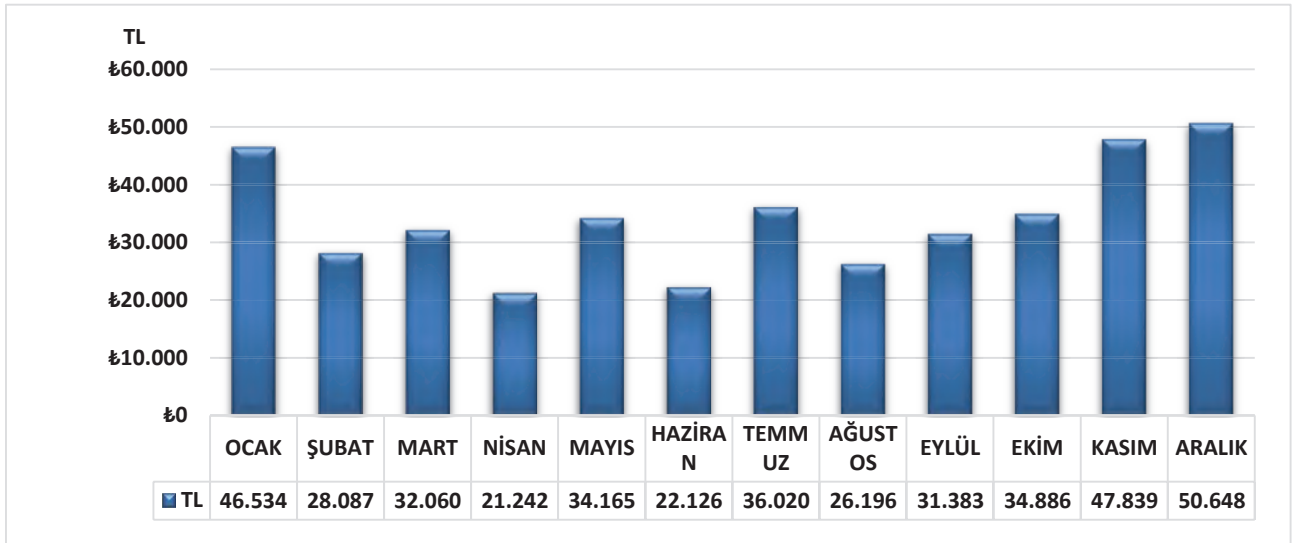
Tablo 9: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Tablosu

2024 Yılı Elektrik Tüketimleri			
Aylar	Tüketim		Maliyet
	kWh	TEP	TL
Ocak	12.235	1,05	46.534
Şubat	7.460	0,64	28.087
Mart	7.855	0,68	32.060
Nisan	5.687	0,49	21.242
Mayıs	7.856	0,68	34.165
Haziran	4.948	0,43	22.126
Temmuz	6.757	0,58	36.020
Ağustos	4.911	0,42	26.196
Eylül	6.234	0,54	31.383
Ekim	7.203	0,62	34.886
Kasım	9.884	0,85	47.839
Aralık	10.638	0,91	50.648
Toplam	91.668	7,88	411.186



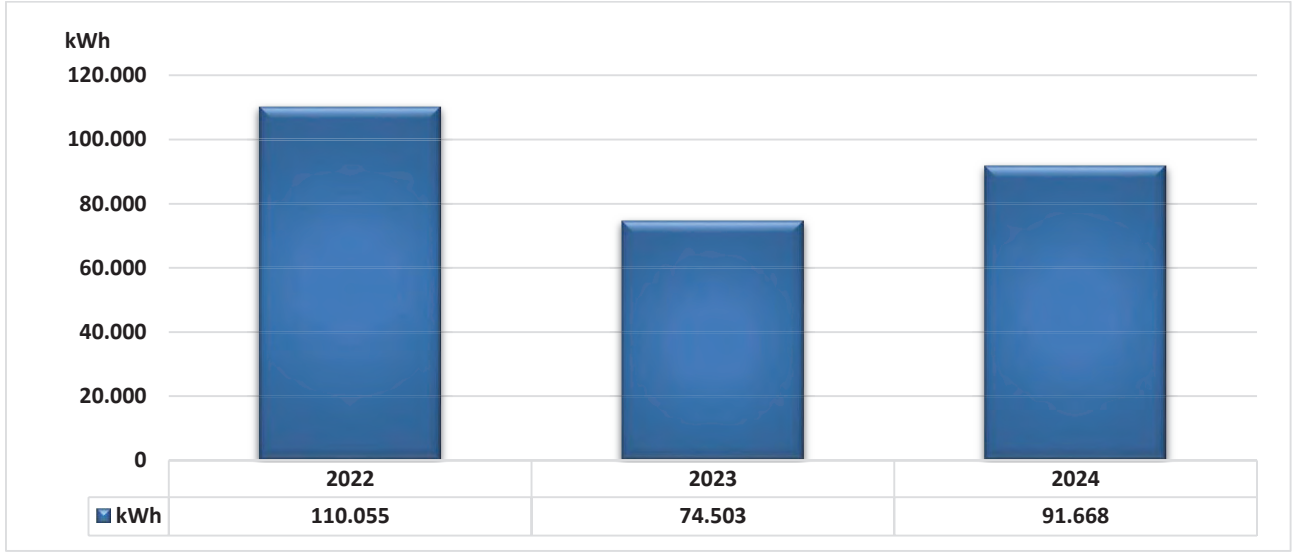
Grafik 2: 2024 Yılı Elektrik Tüketim Grafiği

Tesis genelinde elektrik enerjisi; aydınlatma sistemi, ofis cihazları, elektrik motorları ve elektrikli cihazlar tarafından harcanmaktadır. Tüketim kış döneminde artarken yaz döneminde azalmaktadır. Kış döneminde artmasının sebebi aydınlatma ve ısıtma sistemlerinin aktif olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. 2024 tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değer ocak ayında 12.235 kWh ile gerçekleşmiştir.



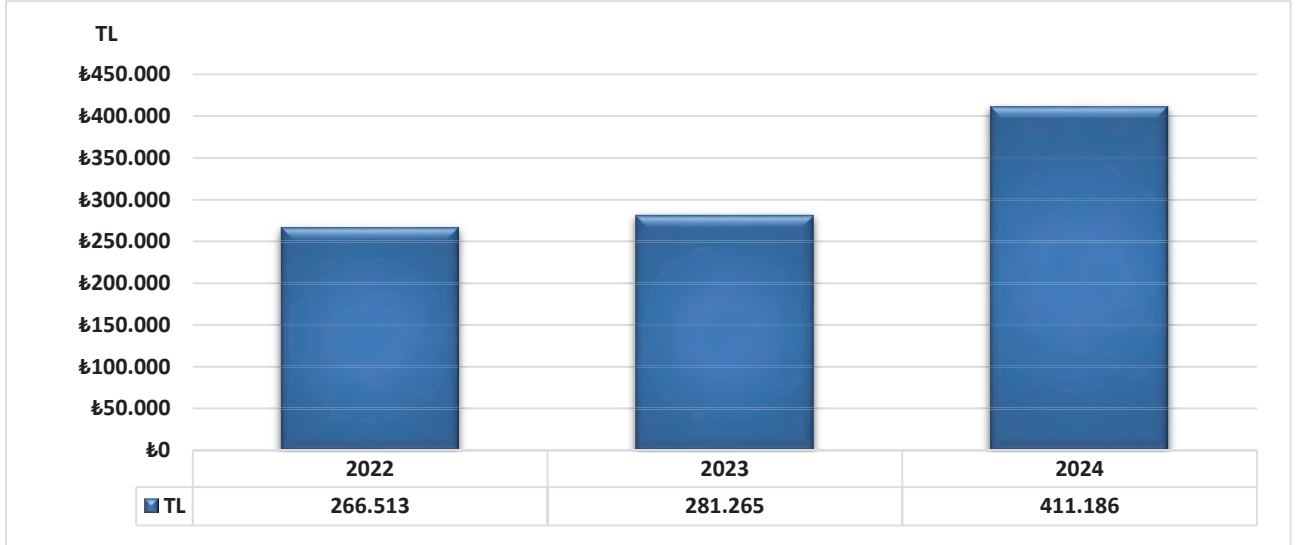
Grafik 3: 2024 Yılı Elektrik Maliyet Grafiği

Tesisin 2024 yılına ait elektrik maliyet grafiğini incelediğimizde yaz aylarında tüketime bağlı olarak azalırken kış aylarında artış göstermektedir. En yüksek değer aralık ayında 50.648 TL ile gerçekleşmiştir. En yüksek tüketimin ocak ayında, en yüksek maliyetin ise aralık ayında gerçekleşmesinin sebebi birim fiyat farkından kaynaklanmaktadır.



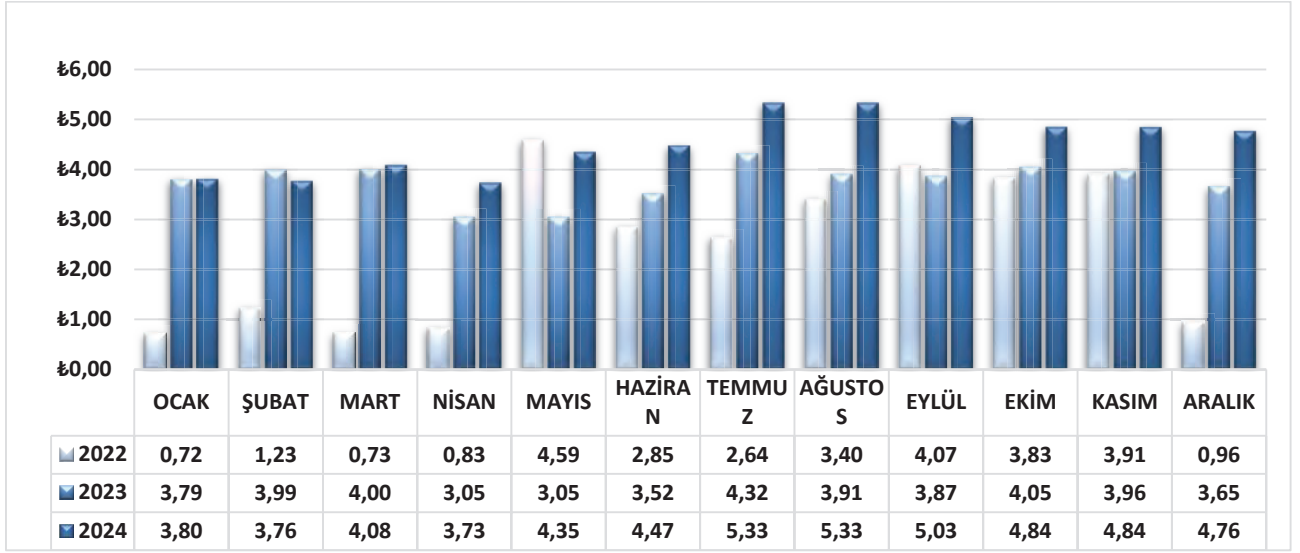
Grafik 4: Son 3 Yıla Ait Elektrik Tüketim Grafiği

Son 3 yıla ait elektrik tüketimlerini incelediğimizde tesisin elektrik talebinin 2023 yılında azalıp 2024 yılında arttığı görülmektedir. 2023 yılında tüketimde azalma yaşanmasının sebebi Kahramanmaraş merkezli depremin yaşanmasıdır. 2022 yılında 110.055 kWh ile gerçekleşmiştir. Elektrik tüketimi 2023 yılında 2022 yılına göre %32,3 oranında azalırken, 2024 yılında 2023 yılına göre %23,04 oranında artmıştır.



Grafik 5: Son 3 Yıla Ait Elektrik Maliyet Grafiği

Son 3 yıla ait elektrik maliyetini incelediğimizde tüketimin azalıp artmasına karşın maliyetin giderek arttığı görülmektedir. Maliyet artış oranları 2022-2023 yılları arasında %5,54 olarak gerçekleşirken, 2023-2024 yılları arasında %46,19 oranında gerçekleşmiştir. Maliyet grafiğinin tüketim grafiğinden farklı olarak giderek artan bir seyirde olmasının sebebi birim fiyat artışından kaynaklanmaktadır.



Grafik 6: Son 3 Yılın Elektrik Birim Fiyat Grafiği

Son 3 yılın ortalama elektrik birim fiyatındaki değişikliği incelediğimizde 2022-2023 yılları arasında %51,77 oranında, 2023-2024 yılları arasında ise yaklaşık %20,39 oranında artış gerçekleşmiştir.

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

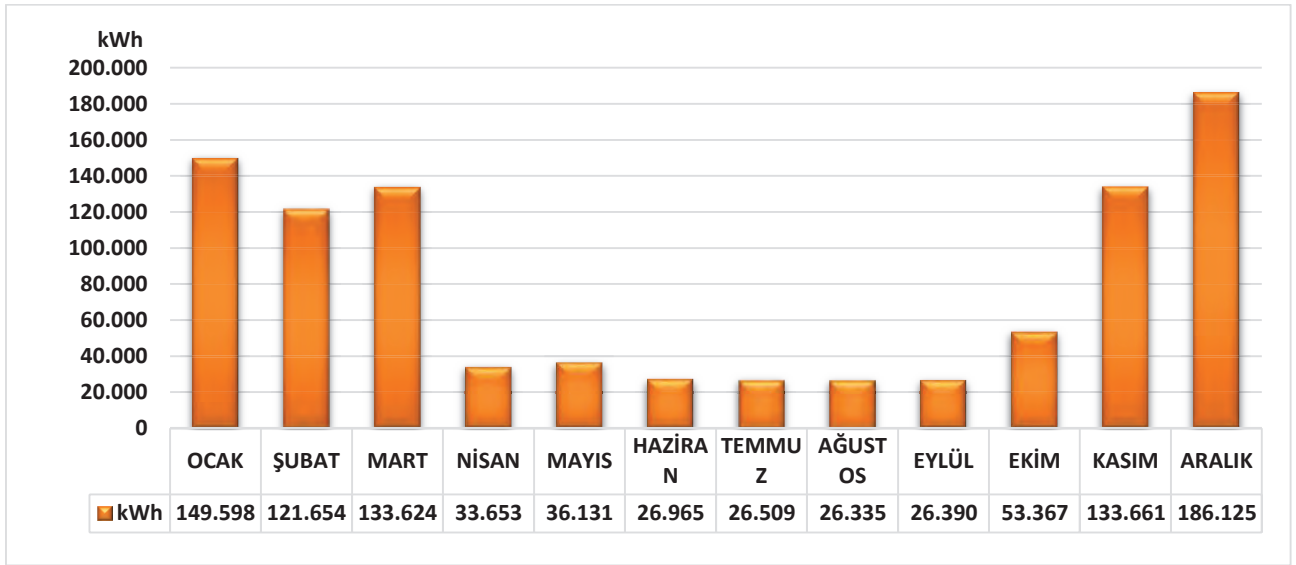
2022 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	2,48 TL/kWh (KDV Hariç)
2023 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	3,76 TL/kWh (KDV Hariç)
2024 Yılı Elektrik Ortalama Birim Fiyatı	4,53 TL/kWh (KDV Hariç)

2.2.2. Doğalgaz Tüketimleri

Bu bölümde tesiste kullanılan doğalgaz tüketimleri aylık bazda, tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

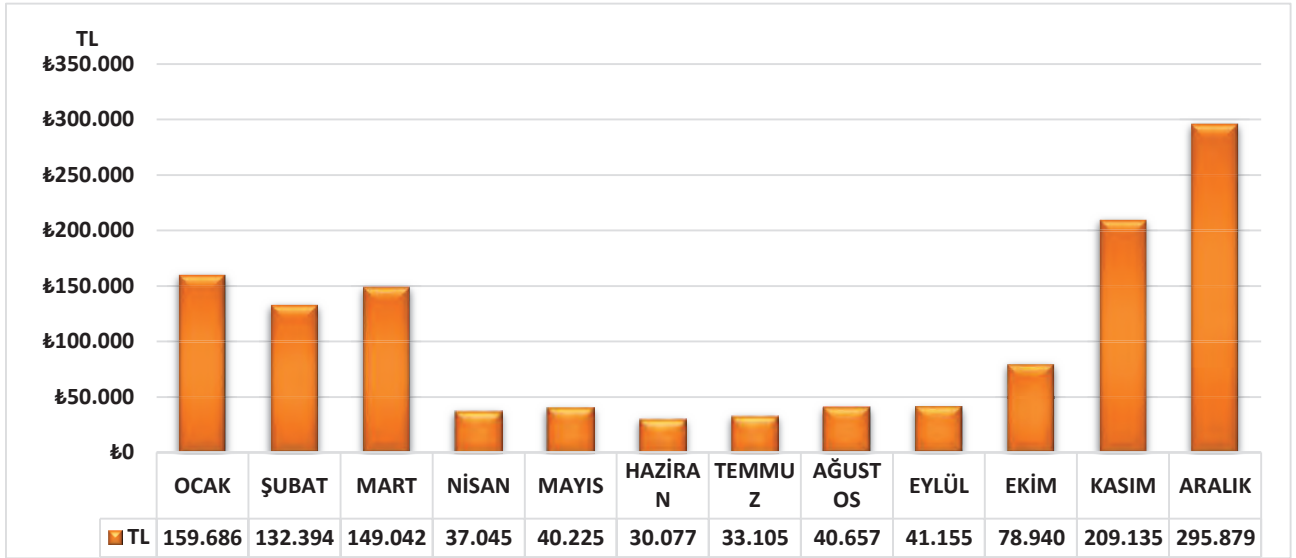
Tablo 11: 2024 Yılı Doğalgaz Tüketim Tablosu

2024 Yılı Doğalgaz Tüketimleri				
Aylar	Tüketim			Maliyet
	kWh	TEP	m ³	TL
Ocak	149.598	12,87	15.594	159.686
Şubat	121.654	10,46	12.681	132.394
Mart	133.624	11,49	13.929	149.042
Nisan	33.653	2,89	3.508	37.045
Mayıs	36.131	3,11	3.766	40.225
Haziran	26.965	2,32	2.811	30.077
Temmuz	26.509	2,28	2.763	33.105
Ağustos	26.335	2,26	2.745	40.657
Eylül	26.390	2,27	2.751	41.155
Ekim	53.367	4,59	5.563	78.940
Kasım	133.661	11,49	13.933	209.135
Aralık	186.125	16,01	19.402	295.879
Toplam	954.013	82,04	99.448	1.247.340



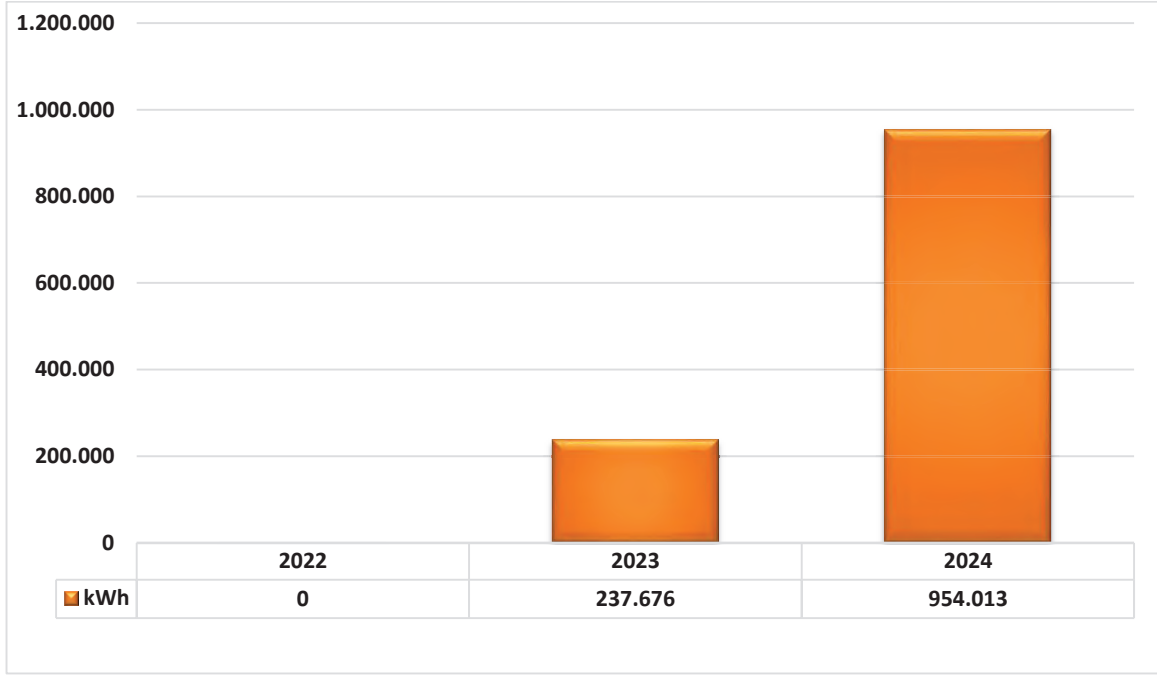
Grafik 7: 2024 Yılı Doğalgaz Tüketim Grafiği

Doğalgaz enerjisi tesiste ısınma ihtiyacı ve mutfak için kullanılmaktadır. Bu sebeple kış aylarında tüketim artmaktadır. 2024 yılına ait doğalgaz tüketim grafiğini incelediğimizde en yüksek tüketimin aralık ayında 18.125 kWh olarak gerçekleştiği görülmektedir.



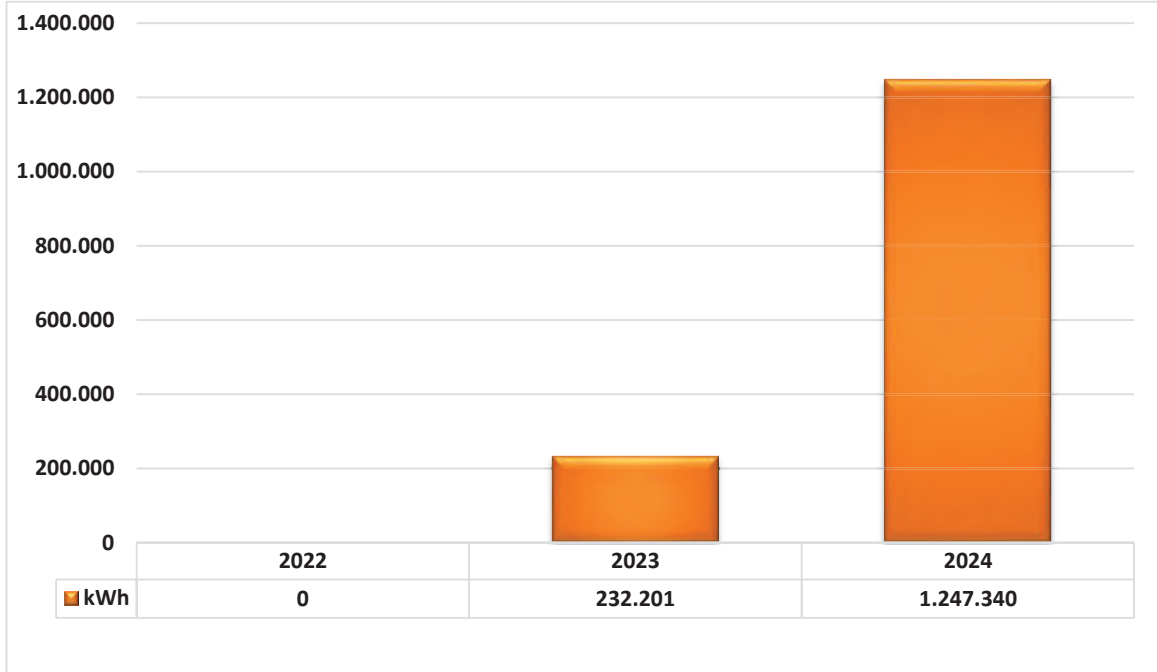
Grafik 8: 2024 Yılı Doğalgaz Maliyet Grafiği

2024 yılına ait doğalgaz maliyet grafiğini incelediğimizde en yüksek maliyet 295.879 TL ile aralık ayında gerçekleşmiştir. Ocak ayında kasım ayına göre tüketim daha fazla gerçekleşirken maliyetin kasım ayında daha fazla olmasının sebebi birim fiyat farkından kaynaklanmaktadır.



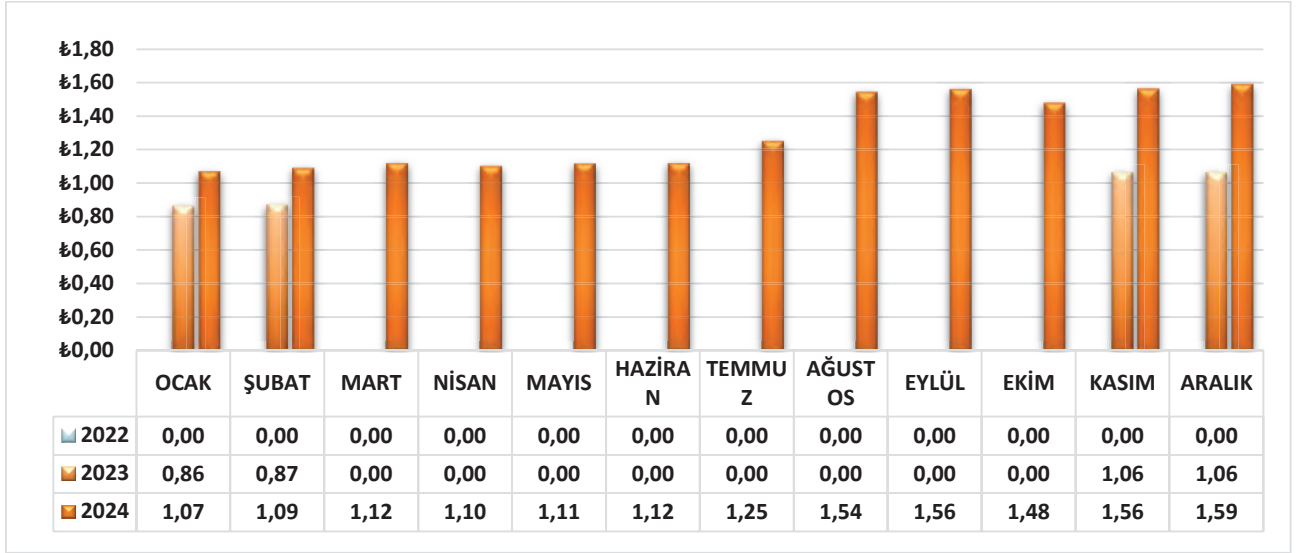
Grafik 9: Son 3 Yıla Ait Doğalgaz Tüketim Grafiği

Yerleşkenin son 3 yılına ait doğalgaz tüketimlerini incelediğimizde tüketim giderek artış göstermiştir. En yüksek tüketim ise 2024 yılında 945.013 kWh ile gerçekleşmiştir. Tüketim 2023-2024 yılları arasında ise %301,39 oranında artmıştır.



Grafik 10: Son 3 Yıla Ait Doğalgaz Maliyet Grafiği

Tesise ait son 3 yılın doğalgaz maliyet grafiğini incelediğimizde doğalgaz enerjisi için ödenen ücretin tüketime de bağlı olarak giderek arttığı görülmektedir. Artış oranı 2023-2024 yılları arasında %301,39 olarak gerçekleşmiştir. Maliyet artış oranının tüketim artış oranından yüksek olmasından sebebi birim fiyat farkından kaynaklanmaktadır.



Grafik 11: Son 3 Yıla Ait Doğalgaz Birim Fiyat Grafiği

Tesiste doğalgaz tüketimi 2023 yılından itibaren başlamıştır. Doğalgaz birim fiyatındaki değişikliği incelediğimizde 2023 ayında 0,96 TL olarak gerçekleşirken 2023-2024 yılları arasında %34,70 oranında artmıştır.

Tablo 12: Doğalgaz Birim Fiyat Tablosu

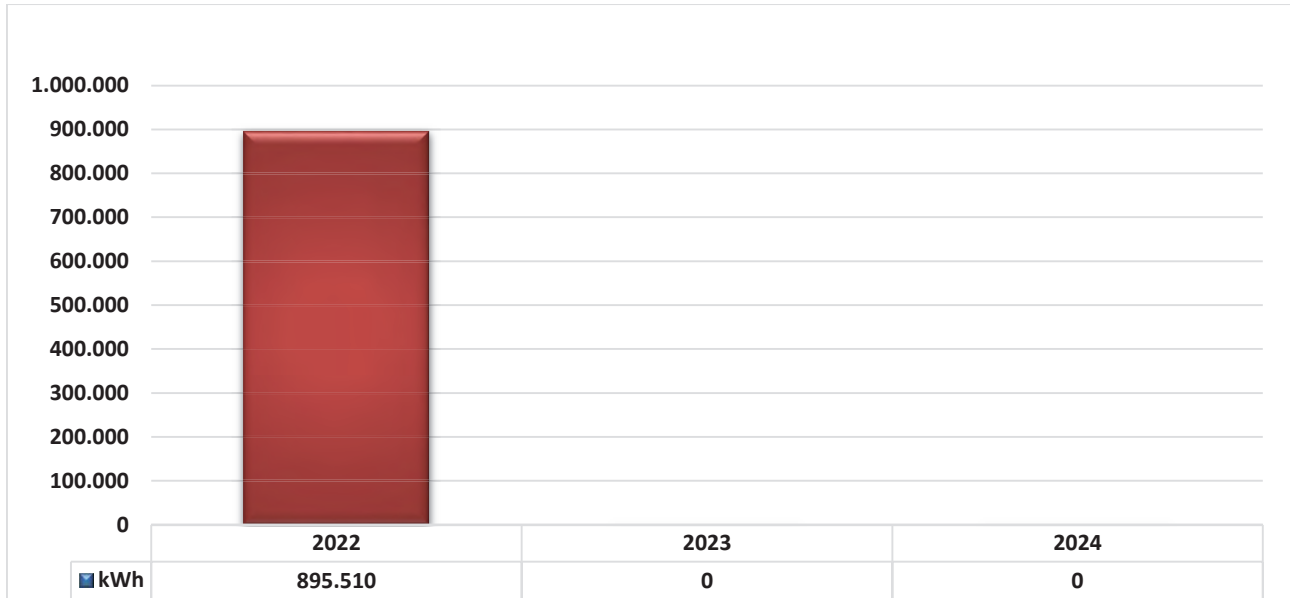
2022 Yılı Doğalgaz Birim Fiyatı	- TL/kWh (KDV Hariç)
2023 Yılı Doğalgaz Birim Fiyatı	0,96 TL/kWh (KDV Hariç)
2024 Yılı Doğalgaz Birim Fiyatı	1,30 TL/kWh (KDV Hariç)

2.2.3. Kömür Tüketimleri

Afşin Mahzuni Şerif Yerleşkesi'nde 2022 yılına ait 110 ton kömür tüketimi bulunmaktadır. 2022 yılından sonra ısıtma ve sıcak su temini doğalgaz ile karşılanmaya başlanmıştır.

Tablo 13: Son 3 Yılın Kömür Tüketim Tablosu

Son 3 Yılın Kömür Tüketimleri				
Yıllar	Tüketim			Maliyet
	kWh	TEP	Ton	TL
2022	895.510	67,1	110	98.945
2023	-	-	-	-
2024	-	-	-	-
Toplam	895.510	67,1	110	98.945

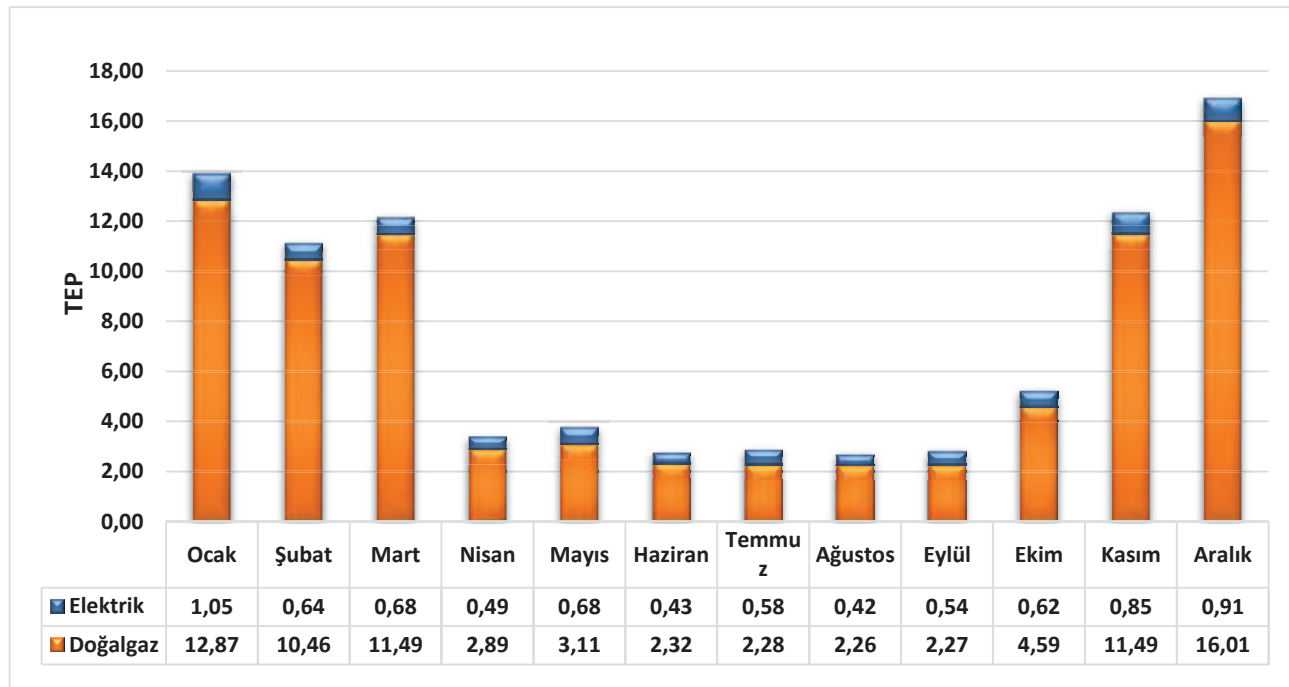


Grafik 12: 2022 Yılı Kömür Tüketim Grafiği

2.2.4. Toplam Enerji Tüketimi

Tablo 14: 2024 Toplam Enerji Tüketim Tablosu

Toplam Enerji Tüketimi							
Aylar	Elektrik		Sıvı Yakıtları	Katı Yakıtlar	Gaz Yakıtları	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen					
	TEP	TEP					
Ocak	1,05				12,87	13,92	206.221
Şubat	0,64				10,46	11,10	160.480
Mart	0,68				11,49	12,17	181.102
Nisan	0,49				2,89	3,38	58.287
Mayıs	0,68				3,11	3,78	74.390
Haziran	0,43				2,32	2,74	52.203
Temmuz	0,58				2,28	2,86	69.125
Ağustos	0,42				2,26	2,69	66.853
Eylül	0,54				2,27	2,81	72.538
Ekim	0,62				4,59	5,21	113.826
Kasım	0,85				11,49	12,34	256.974
Aralık	0,91				16,01	16,92	346.528
Toplam	7,88				82,04	89,93	1.658.525

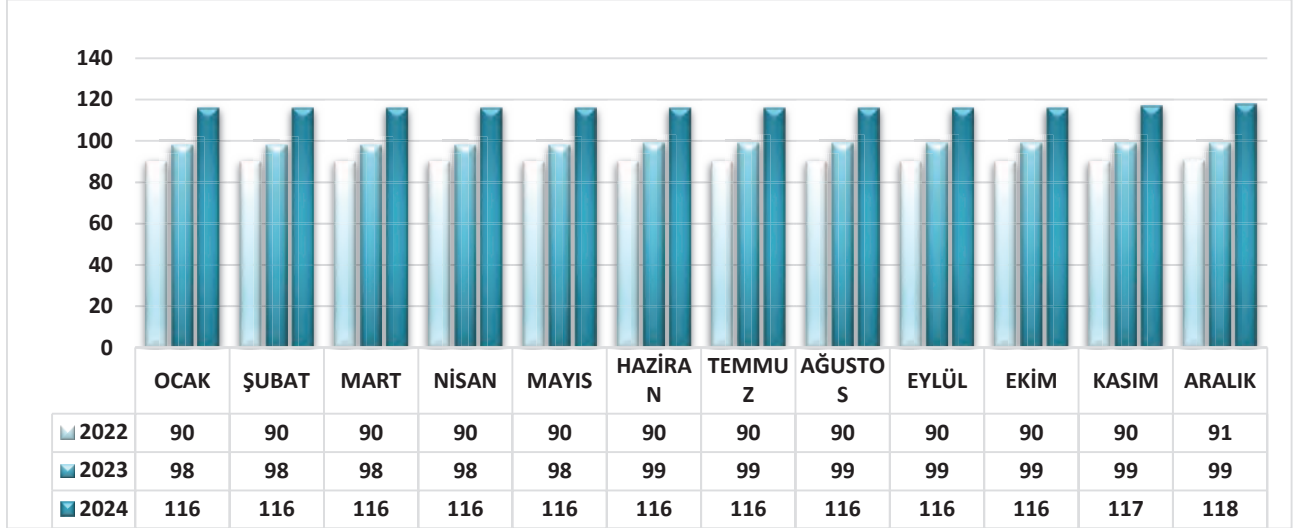


Grafik 13: 2024 Yılı Toplam Tüketim Grafiği

2.3. TÜKETİM ANALİZLERİ

Tesisin değişken değerlere göre enerji tüketim karakteristiğini anlayabilmek ve yorulmayabilmek için, tesise ait elektrik, doğalgaz 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.

Son 3 yıl tesiste bulunan kişi sayıları tesisten alınan bilgilere göre ve öğrenci sayıları ile personel sayıları her ay sabit olacak şekilde alınmıştır.



Grafik 14: Son 3 Yıla Ait Tesiste Bulunan Kişi Sayıları

Tablo 15: Son 3 Yılın Tüketim Analizleri Tablosu

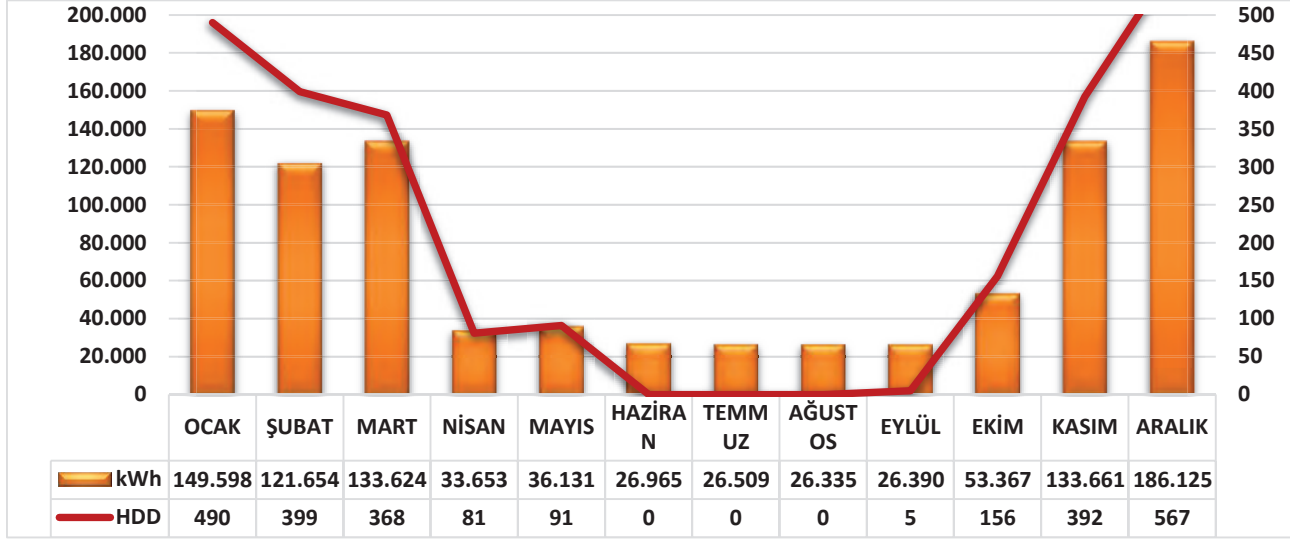
Göstergeler	Birimi	2022 Yılına Ait Değerler	2023 Yılına Ait Değerler	2024 Yılına Ait Değerler	Ortalama
m ² Başına Toplam Tüketim	kWh/m ² *yıl	97,89	30,39	101,80	76,69
m ² Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/m ² *yıl	35,58	49,99	161,46	82,34
m ² Başına Toplam Elektrik Tüketimi	kWh/m ² *yıl	10,71	7,25	8,92	8,96
m ² Başına Toplam Doğalgaz Tüketimi	kWh/m ² *yıl	87,18	23,14	92,88	67,73
Kişi Başına Toplam Tüketim	kWh/kişi*yıl	930,22	263,89	749,59	647,90
Kişi Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/kişi*yıl	338,07	434,04	1.188,91	653,67
Kişi Başına Toplam Elektrik Tüketimi	kWh/kişi*yıl	101,81	62,98	65,71	76,83
Kişi Başına Toplam Doğalgaz Tüketimi	kWh/kişi*yıl	828,41	200,91	683,88	571,07
m ² Başına Toplam Emisyon	Ton CO ₂ eşd./ m ² *yıl	0,0344	0,0078	0,0225	0,0216
Kişi Başına Toplam Emisyon	Ton CO ₂ eşd./ kişi*yıl	0,3268	0,0678	0,1656	0,1868

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 16: 2024 Yılı HDD-CDD Tablosu

G/D	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
HDD	490	399	368	81	91	0	0	0	5	156	392	567
T≤15°C	31	29	31	14	15	0	0	0	1	17	30	31
CDD	0	0	0	0	0	75	91	105	15	0	0	0
T>22°C	0	0	0	0	0	24	29	30	15	0	0	0

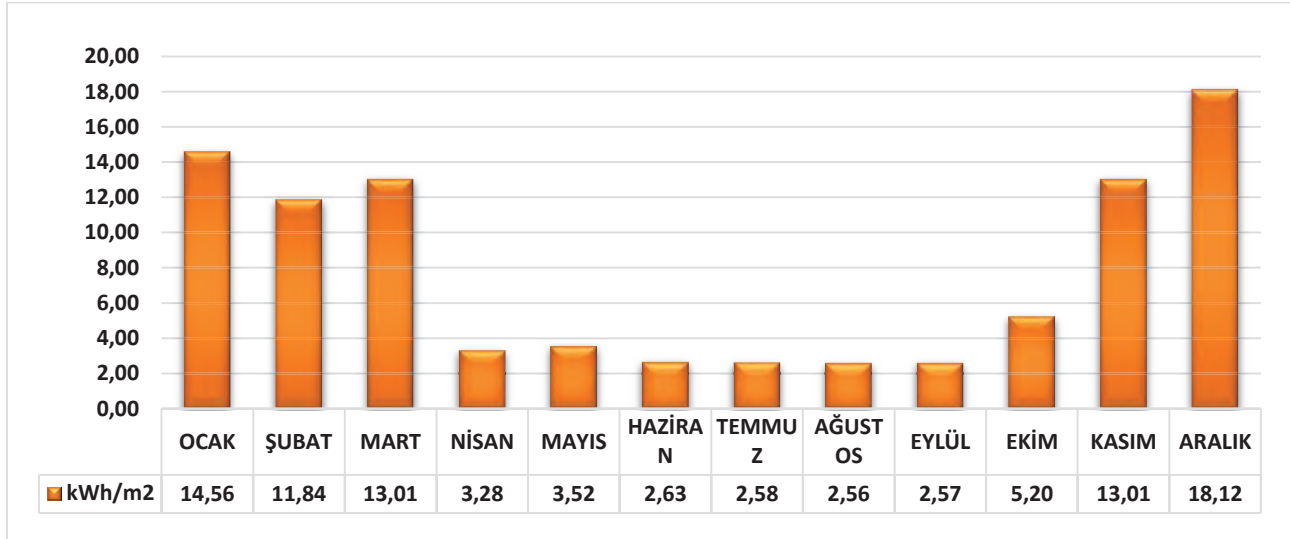
2.3.1. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisi Tüketimi ve Isıtma Gün Derece Sayısı (HDD) Grafiği



Grafik 15: 2024 Yılına Ait Doğalgaz Tüketim ve HDD Grafiği

Tesise ait 2024 yılı doğalgaz tüketimlerini tesise en yakın meteoroloji istasyonundan alınmış aylık HDD değerleri ile kıyasladığımızda ısıtmaya ihtiyaç duyulan doğalgaz tüketiminin HDD değerlerindeki değişim ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Mart ayında HDD değeri ocak ayına göre azalırken tüketim aynı oranda azalmamıştır.

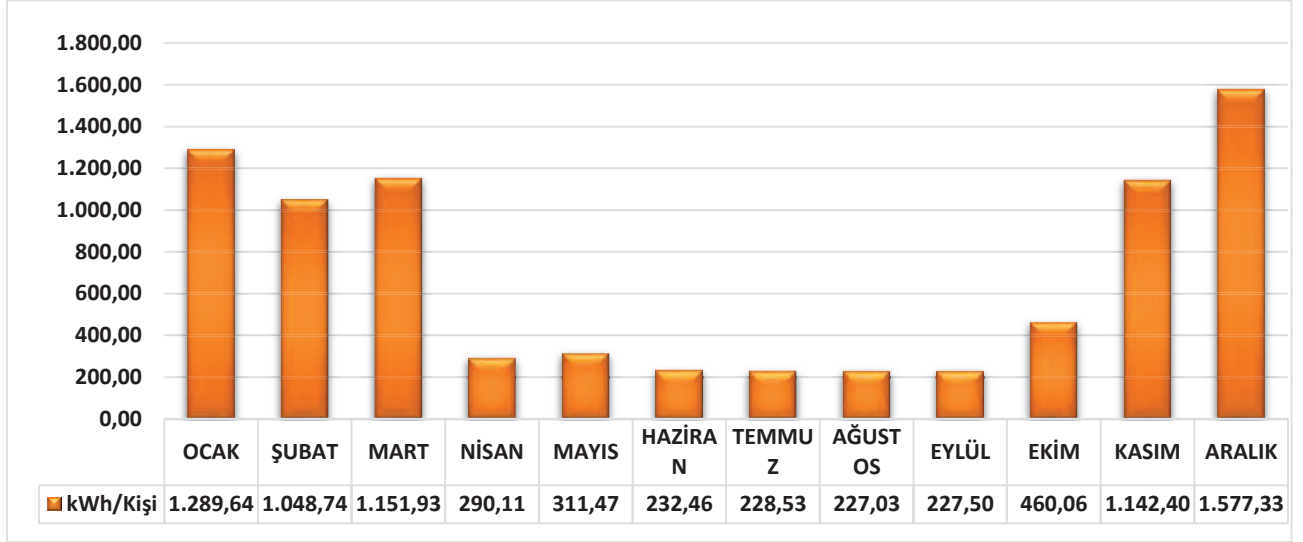
2.3.2. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği



Grafik 16: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Doğalgaz Tüketim Grafiği

Tesise ait 2024 yılı birim alan metrekare başına düşen doğalgaz tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değer aralık ayında 18,12 kWh/m² olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun sebebi kış aylarında ısıtmaya daha fazla ihtiyaç duyulmasından kaynaklanmaktadır.

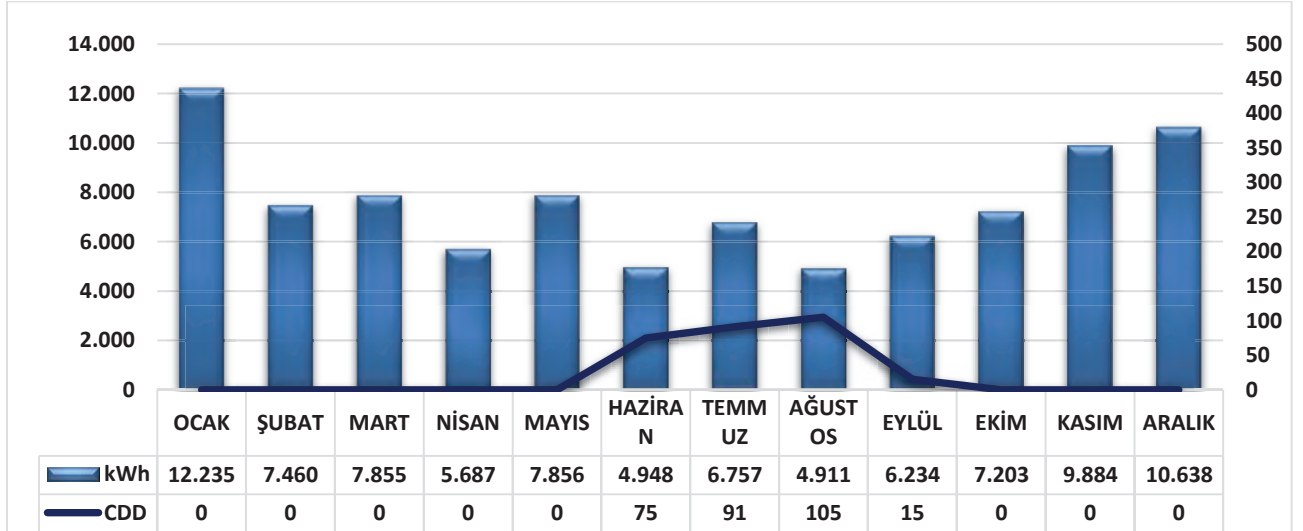
2.3.3. Aylara Göre Toplam Isı Enerjisinin Kişi Başına Tüketim Grafiği



Grafik 17: 2024 Yılı Kişi Başına Düşen Doğalgaz Tüketim Grafiği

Tesisin 2024 yılına ait kişi başına düşen doğalgaz tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değer aralık ayında 1.577,33 kWh/Kişi olarak gerçekleştiği görülmektedir. Tüketim kış döneminde artarken yaz aylarına doğru giderek azalmaktadır.

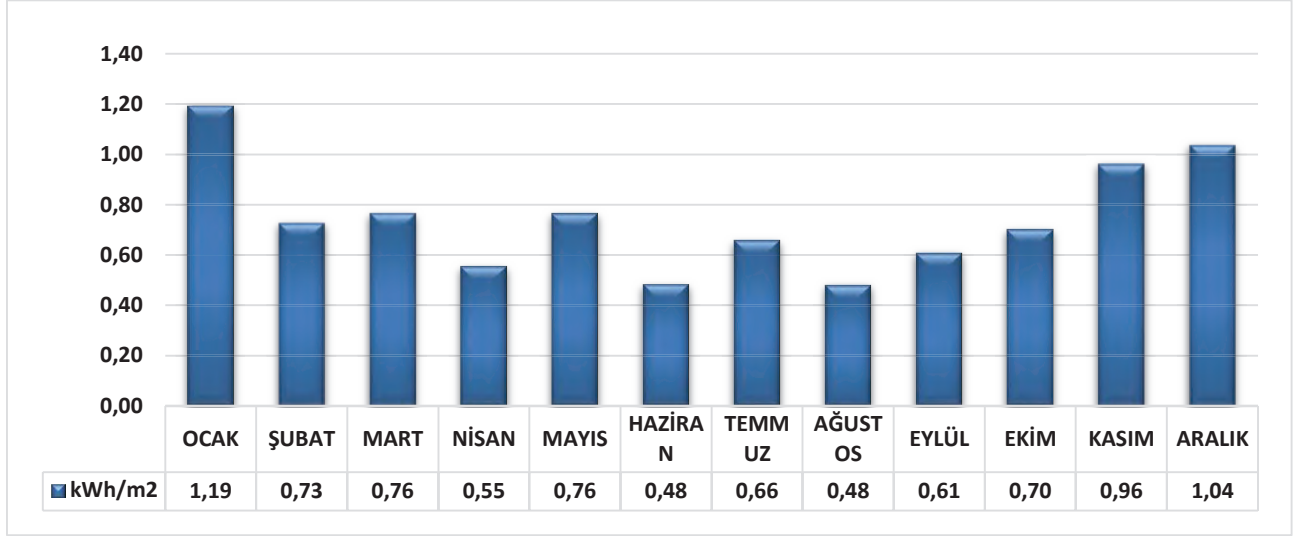
2.3.4. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Soğutma Gün Derece Sayısı (CDD) Grafiği



Grafik 18: 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 kaynaklanmaktadır.

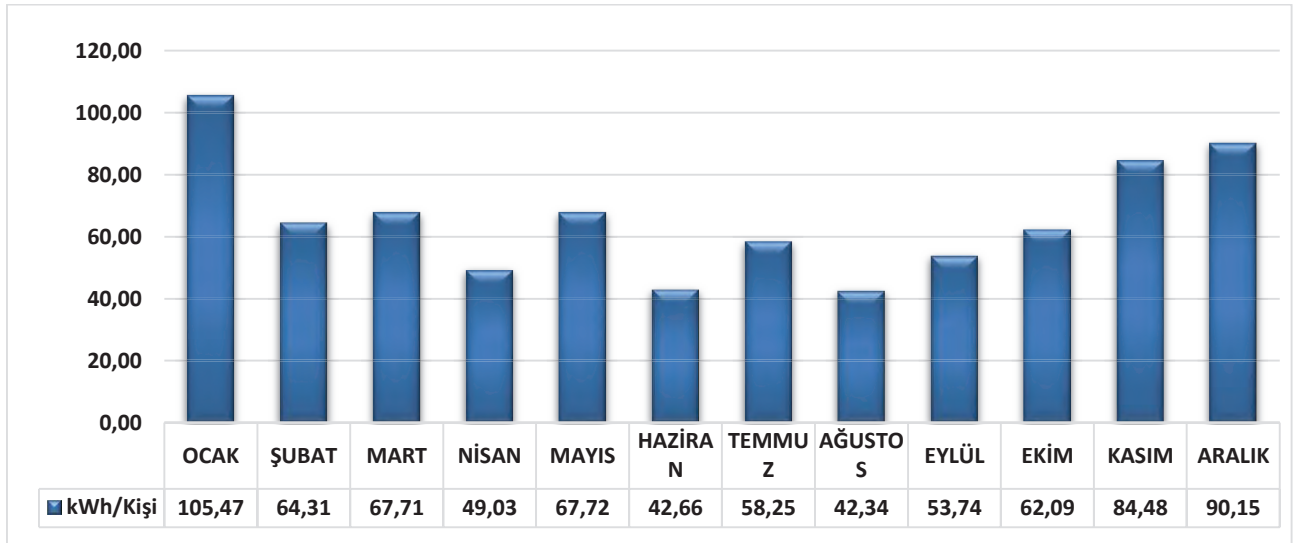
2.3.5. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği



Grafik 19: 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 1,19 kWh/m² ile ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun sebebi elektrik tüketiminin bu ayda en yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

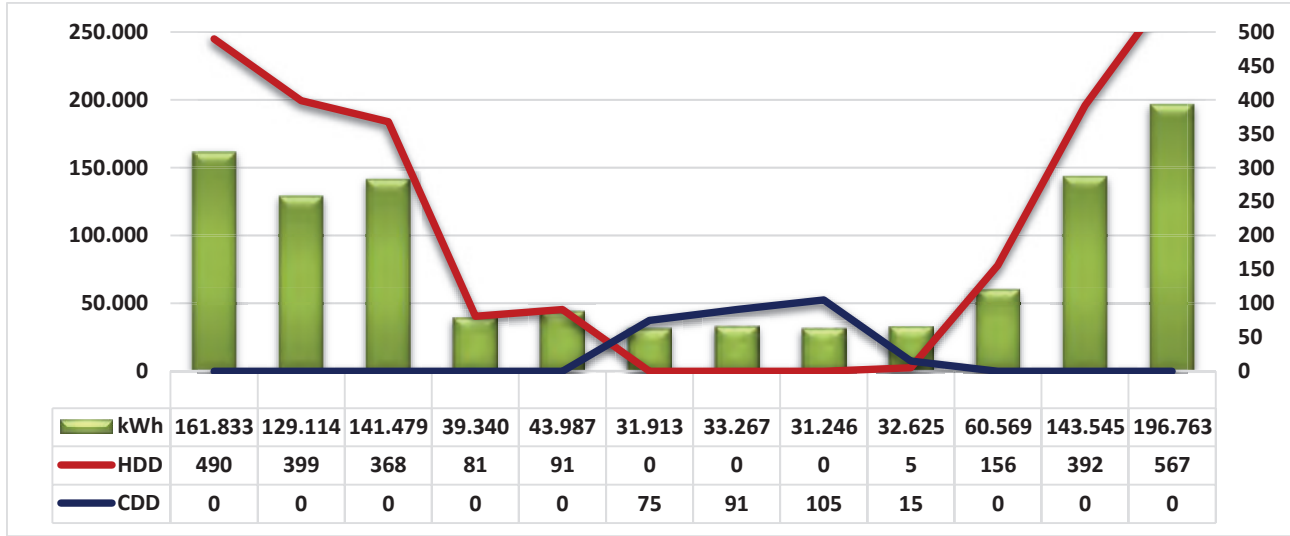
2.3.6. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisinin Kişi Başına Tüketim Grafiği



Grafik 20: 2024 Yılı Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketim Grafiği

Tesisin 2024 yılına ait kişi başına düşen elektrik tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değer ocak ayında 105,47 kWh/Kişi olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun sebebi yaz aylarında kişi sayısının azalmasından kaynaklanmaktadır.

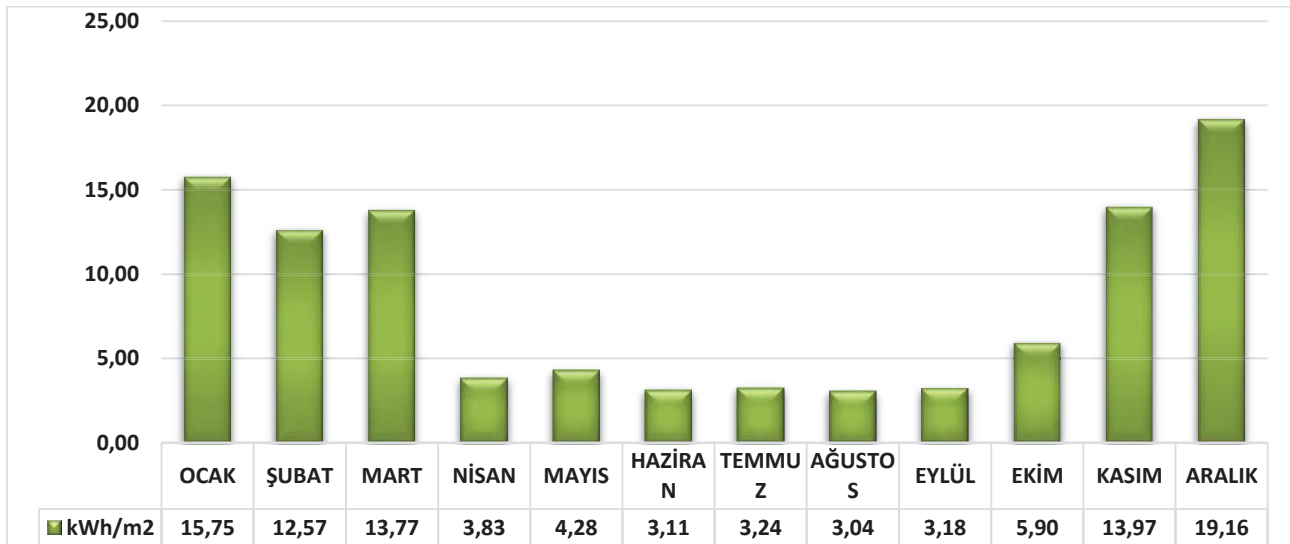
2.3.7. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi ve Isıtma–Soğutma Gün Derece Sayıları (HDD+CDD) Grafiği



Grafik 21: 2024 Yılı Aylık Toplam Enerji Tüketimi ve HDD+CDD Grafiği

Tesise ait 2024 yılı toplam enerji tüketimlerini tesise en yakın meteoroloji istasyonundan alınmış 2024 yılına ait aylık HDD+CDD değerleri ile kıyasladığımızda toplam enerji tüketiminin HDD+CDD değerlerindeki değişim ile uyumlu olmadığı görülmektedir. Bu durumun sebebi tüketimin sadece iklimlendirme ihtiyacı için kullanılmadığı aynı zamanda ofis ekipmanları, elektrikli cihazlar ve aydınlatma sistemleri için de kullanılmasıdır.

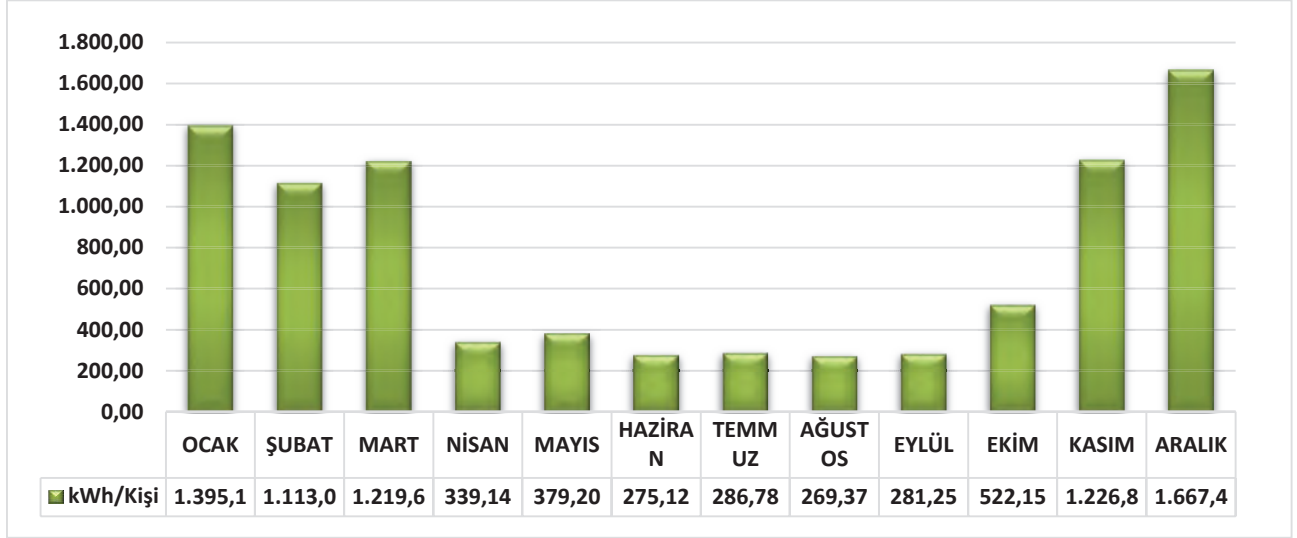
2.3.8. Aylara Göre Toplam Enerjinin Birim Alan Başına Tüketim Grafiği



Grafik 22: 2024 Yılı Aylık Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği

Tesise ait 2024 yılı aylara göre birim alan metrekare başına düşen toplam enerji tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değer aralık ayında 19,16 kWh/m² olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun sebebi elektrik ve doğalgaz tüketiminin kış döneminde artmasından kaynaklanmaktadır.

2.3.9. Aylara Göre Toplam Enerjinin Kişi Başına Tüketim Grafiği



Grafik 23: 2024 Yılı Birim Alan Başına Düşen Toplam Enerji Tüketimi Grafiği

Tesisin 2024 yılına ait kişi başına düşen toplam enerji tüketimlerini incelediğimizde en yüksek değer aralık ayında 1.667,4 kWh/Kişi olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bunun sebebi kış aylarında aydınlatma sistemleri ve elektrikli cihazlardan dolayı elektrik enerjisinin, ısıtma ihtiyacından dolayı doğalgaz tüketiminin bu ayda yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

2.3.10. Yıllık Elektrik Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı

Tesiste elektrik tüketimleri sistem bazında izlenmemektedir

2.3.11. Yıllık Isı Tüketiminin Sistem Bazında Dağılımı

Tesiste doğalgaz tüketimleri sistem bazında izlenmemektedir

2.3.12. Yıllık Elektrik Tüketiminin Binalara göre Dağılımı⁷

Tesiste elektrik tüketimleri sistem bazında izlenmemektedir

2.3.13. Yıllık Isı Enerjisi Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı

Tesiste yıllık ısı enerjisi tüketimleri sistem bazında izlenmemektedir

2.3.14. Yıllık Toplam Enerji Tüketiminin Binalara Göre Dağılımı

Tesiste elektrik tüketimleri sistem 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 17: IPMVP Opsiyonu ve Ölçüm Sınırlarının Belirleme Tablosu

EVÖ Önerilen Sistem	IPMVP veya ISO 50015'e göre Ö&D opsiyonu	Güven Düzeyi (%)	Hassasiyet (%)	Projenin Etki Ettiği Toplam Kullanım Alanı (m ²)	Tasarruf Miktarı			
					Miktar (kWh)	Enerji Türü	TEP/Yıl	TL/Yıl
EVÖ 1: Aydınlatma LED Dönüşümü	C	%90	%10	10.272 m ²	35.980	Elektrik	3,09	148.433
EVÖ 2: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı	C	%90	%10	10.272 m ²	9.405	Doğalgaz	0,81	15.173
EVÖ 3: Çatı GES Kurulumu	C	%90	%10	10.272 m ²	107.930	Elektrik	9,28	445.262
EVÖ 4: Duvar Yalıtımı	C	%90	%10	10.272 m ²	169.900	Doğalgaz	14,61	274.084

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. Yapı kayıt belgeli binalar bu yönetmelik kapsamının dışında tutulup, Enerji Kimlik Belgesi kapsamına dâhil değildir. Tesise ait binalarda Enerji Kimlik Belgesi bulunmamaktadır.

4. YAPISAL SİSTEMLER

4.1. MİMARİ YAPI



Şekil 2: K.S.Ü. Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi Uydu Görüntüsü

K.S.Ü Afşin MYO Yerleşkesi uydu görünümü Şekil 2’de verilmiştir. Yaklaşık 10.272 m² kullanım alanına sahip yerleşkenin toplam kapalı alan 10.272 m²’dir. Kampüs 2008 yılında kurulmuş olup 1 binadan oluşmaktadır. Binaların ısıtma ihtiyacı ısı merkezinde bulunan yer tipi sıcak su kazanlarıyla sağlanırken, merkezi soğutma sistemi ve merkezi havalandırma sistemi bulunmamaktadır. Binalarda yalıtım mevcut değildir. Tesis bünyesinde bulunan binaların kapalı alanlarına ilişkin bilgiler aşağıda tablo olarak verilmiştir.

Tablo 18: Bina Kapalı Alan Bilgisi Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Kapalı Alan
1	K.S.Ü. Afşin MYO Yerleşkesi	10.272 m ²

4.2. ISI YALITIMI DURUMU

4.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 3: Bina Dış Görünümleri

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

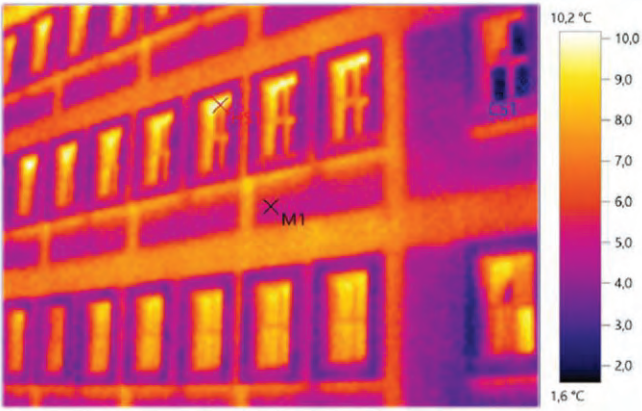
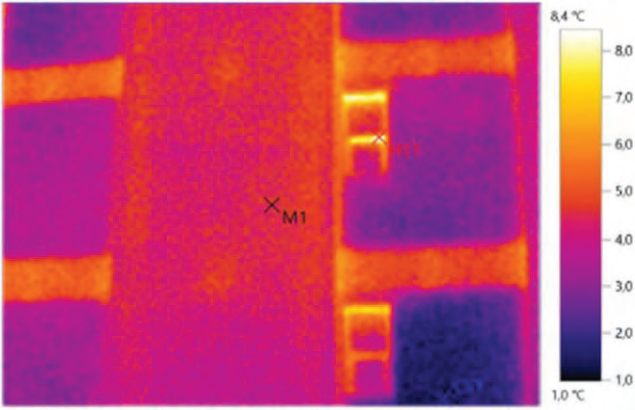
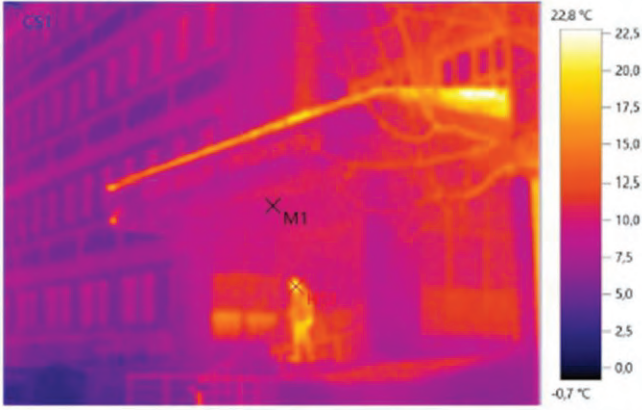
Tablo 19: Bina Yalıtım Durum Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Yalıtım Durumu	Kapalı Alan
1	K.S.Ü Afşin MYO Yerleşkesi	Yalıtımsız	10.272 m ²

4.2.2. Ölçümler ve Tespit

Tesisteki binalarda yalıtımın mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca tesisteki bina dış cephelerinde termal görüntüleme yapılmıştır. Örnek görüntüler aşağıda paylaşılmış olup detaylı termal kamera raporu ekte sunulmuştur.

Termal Kamera Görüntüleri:

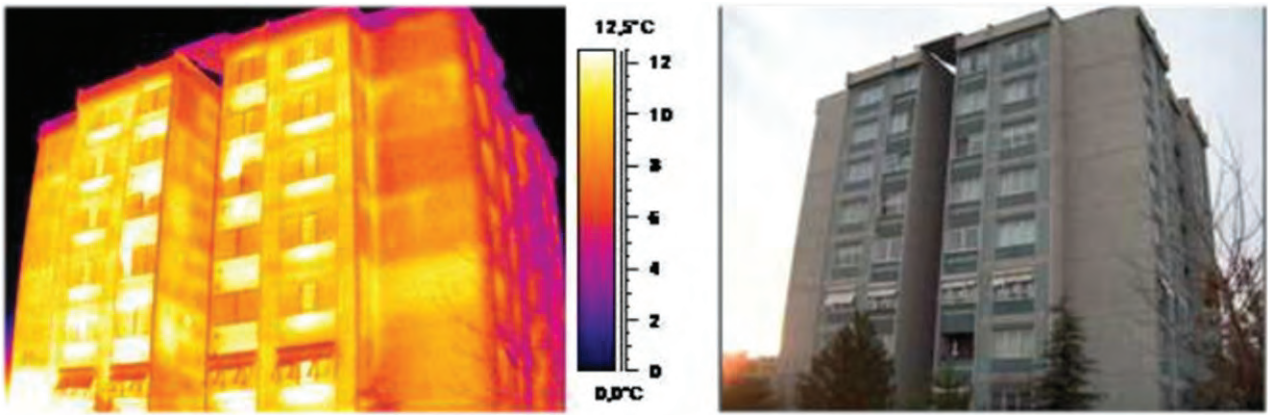


4.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

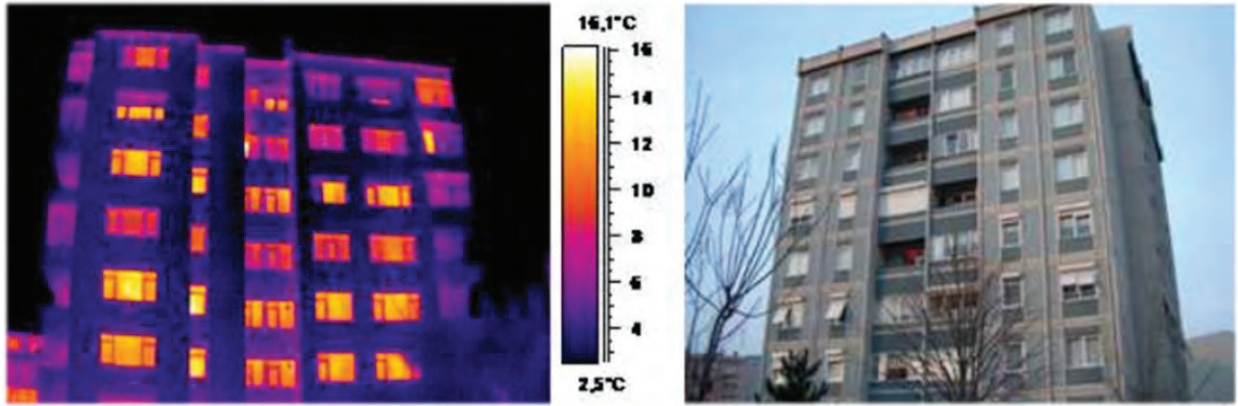
Bina ısı yalıtımı, yapıların enerji verimliliğini artırmak, iç mekân sıcaklık konforunu sağlamak ve enerji maliyetlerini düşürmek amacıyla yapılan bir uygulamadır. Doğru bir ısı yalıtımı sayesinde binalarda kışın ısı kaybı, yazın ise ısı kazanımı engellenir ve böylece daha az enerji harcanarak istenilen 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 mücadeleye 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.

İnsan sağlığı, iş verimini doğrudan etkileyen bir faktördür. Eğer insan bulunduğu ortamın sıcaklığı nedeniyle hasta oluyorsa ya işe gidemeyecek, işi tamamen aksayacak ya da işte bulunduğu ortamda daha verimsiz çalışacaktır.

Ortam sıcaklığı ile duvar iç yüzey sıcaklığı arasındaki fark, konfor hissini yakından ilgilendirmektedir. Duvar iç yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark ne kadar fazla ise konforsuzluk o kadar fazla olur. Duvar iç yüzey sıcaklığının ortam sıcaklığından uzaklaşmasının en önemli etkeni de duvarın yalıtımsız oluşudur. Konforlu bir mekânda duvar iç yüzey sıcaklığı, ortam sıcaklığından en çok 3 °C az olmalıdır. Örneğin mekân sıcaklığı 22 °C ise duvar iç yüzey sıcaklığı en az 19 °C olmalıdır. Aradaki farkın 3 °C'yi aşması halinde konforsuzluk (sağlıksızlık) da artar. Hava hızı, pencere ve kapıların yeterince hava sızdırmaz olmasından ve duvarın yalıtımsızlığından kaynaklanır. Soğuk bir kış günü pencereye veya yalıtımsız dış duvara yaklaşan bir kişi, orada bir esinti olduğunu kolayca fark eder. Konforsuzluğa neden olacak hava hızları pencere ve kapıların yeterince sızdırmaz olmasından yanı sıra iç yüzey ve ortam sıcaklığı arasındaki farkın 3 °C'den fazla olmasından da kaynaklanmaktadır. Konfor sıcaklığını sağlayacak ısı geçirgenlik direnci değerleri verilmiş duvar kullanıldığında, konforlu bir ısınmanın yanı sıra yoğuşmaya da engel olunabilmektedir. Bu sebeple tesiste bulunan binalara yalıtım yapılması önerilmektedir. Yalıtım yapılması durumunda elde edilebilecek tasarruf miktarları Duvar, Çatı ve Zemin bölümünde detaylı olarak verilmiştir.

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 ısınn dışarı kaçmasını, yazın ise dışarıdaki sıcaklığın içeri girmesini engeller.

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

2. Ekonomik Avantajlar

Faturaları düşürür: Daha az enerji kullanıldığı için elektrik, doğalgaz ve ısınma 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 yoğuşmayı önler: Yalıtım, yoğuşma (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.

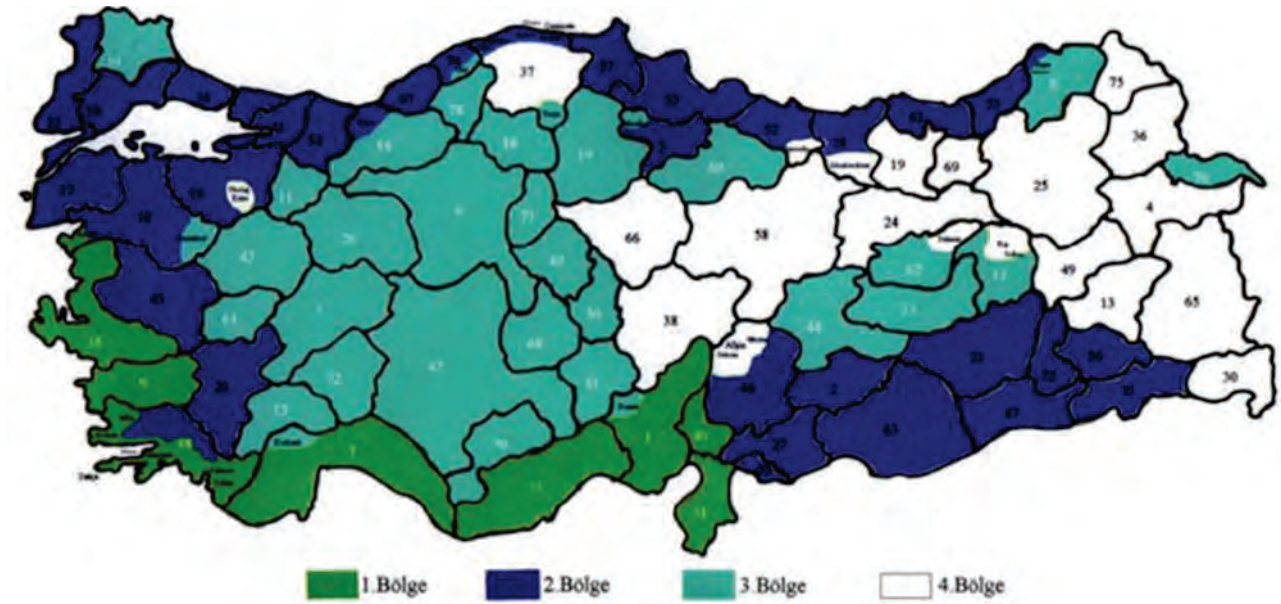
Bu avantajlar özellikle artan enerji maliyetleri ve çevresel kaygılar göz önüne alındığında, yalıtımın önemi daha da artmaktadır.

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 20: 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

Programın temel olarak işleyişi TS 825 standardına paraleldir. Programda öncelikle standarda tabi yapı ile ilgili bilgi girişleri yapılmakta, yapının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yoğuşma hesapları yapılarak standartta belirtilen kriterlerin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Bu iki kriterden birinin bile sağlanmaması durumunda tasarımda yeniden düzenleme (malzeme tip ve/veya kalınlık ve/veya diziliminin değiştirilmesi, buhar kesici vb. yeni malzemelerin eklenmesi) yapılmalıdır. Bu işleme yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yoğuşma kriterlerinin her ikisi de sağlanana kadar devam edilir. Projenin uygunluğu sağlandıktan sonra belediyelerce talep edilen ve hazırlanması zorunlu olan Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi oluşturulur. Programda hesaplamaların ardından isteğe bağlı olarak geri ödeme süresi hesabı yapılarak, yalıtım yatırımının enerji tasarrufu ile kendini ne kadar sürede geri ödediği belirlenebilir. Tesiste bulunan binaların mimari projesinde bulunan kesit bilgilerine göre TS 825 standardına uygun U değeri hesabı yapılmıştır. Binalarda bulunan duvar, çatı ve zemine ait hesaplanan U değerleri aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 21: 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°))
Kahramanmaraş Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi	1,174	0,581	0,357

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 duvarda 1,33 W/(m²*K°), çatıda 0,581 W/(m²*K°) ve zeminde 0,357 W/(m²*K°) olarak hesaplanmıştır. Bu değerler TS 825 standart değerlerinden yüksek çıkmıştır. Hesaplamalar İZODER TS 825 programında yapılmıştır.

1. Kahramanmaraş Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi:

- **Duvar U Değeri:** 1,174 W/(m²*K°) – Bu değer TS 825'in 2. bölge için belirlediği standart değer üzerindedir ve ısı kaybının fazla olacağını ifade eder.
- **Çatı U Değeri:** 0,581 W/(m²*K°) – Bu değer TS 825'in 2. bölge için belirlediği standart değer üzerindedir. Bu sebeple çatıdan kaynaklı ısı kaybının fazla olacağı anlamına gelmektedir.
- **Zemin U Değeri:** 0,357 W/(m²*K°) – Bu değer TS 825'in 2. bölge için belirlediği standart değer içindedir.

Program üzerinden binaya duvar yalıtım yapılması durumunda oluşacak U değerleri için hesaplamalar tekrar yapılmıştır. Bu durumda elde edilen U değerleri tablo olarak verilmiştir. Tesisteki binaların zeminine yalıtım yapılması mevcut durumdaki binalar için hem maliyet hem de uygulanabilirlik açısından birçok sorunu beraberinde getirdiğinden zemin yalıtımı hesabı yapılmamıştır.

Tablo 22: Yalıtımlı 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°)
Kahramanmaraş Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi	0,397	0,581	0,357

- Dolgu duvar alanı = 6.986 m² → Toplam Alan = 17.398 m²
- Tüketim Miktarı = 954.013 kWh
- Dolgu Duvar Tüketim Miktarı = 954.013 × (6.986 ÷ 17.398) = 383.075 kWh
- Tasarruf Miktarı Oranı = ((1.174-0,397) ÷ 1.174) × 100= %66
- Tasarruf Miktarı → 383.075 × 0,66 = 252.830 kWh

4.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tesiste bulunan binaların duvar, çatı ve zemininde yalıtımın olmamasından dolayı ısı kayıpları fazla olmaktadır. Bu sebeple duvara TS 825 standardına uygun şekilde yalıtım yapılması önerilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda tesiste bulunan binaların duvarlarına yalıtım yapılması durumunda yaklaşık olarak %66 oranında tasarruf edilebileceği görülmüştür. Tesisin 2024 yılı doğalgaz tüketimi göz önüne alındığında yaklaşık olarak 252.830 kWh doğalgaz enerjisi tasarruf edilebileceği öngörülmektedir. Hesaplamalara dâhil edilemese de tasarrufun sadece doğalgaz tüketimiyle sınırlı kalmayacağı aynı zamanda elektrik enerjisinden de dolaylı olarak tasarruf yapılabileceği bilinmektedir. Yalıtım yapılması durumunda binanın ısıtma ihtiyacı için sıcak su kazanları daha az kullanılacaktır. Bu durumda sirkülasyon pompaları da daha az sürede çalışacağından elektrik enerjisinden de tasarruf sağlanması söz konusudur. Hesaplamalarda sadece dolgu duvarlar dikkate alınmış giriş ve kolon alanları dikkate alınmamıştır.

Duvar Isı Yalıtımı:

Duvarlarda ısı yalıtımı, genellikle dış cepheye EPS, XPS veya taş yünü gibi yalıtım levhalarının yapıştırılması ve dübellerle sabitlenmesiyle yapılır. Üzerine sıva, file ve son kat kaplama uygulanır. İçten yalıtım yapılacaksa, duvarın iç yüzeyine yalıtım panelleri monte edilir.

Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- Malzemenin iklim şartlarına uygun olması,
- Levhaların düzgün ve boşluksuz yerleştirilmesi,

- Nem bariyerinin kullanılması (iç yalıtımda),
- Dış cephe kaplamasının suya dayanıklı olmasıdır.

Çatı Isı Yalıtımı:

Çatıda ısı yalıtımı, çatının altına (iç yalıtım) veya üzerine (dış yalıtım) yapılır. Taş yünü, cam yünü, EPS veya XPS gibi malzemeler çatı yüzeyine serilir. Üstüne su yalıtım membranı eklenerek su geçirmezlik sağlanır.

Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- Su yalıtımı ile ısı yalıtımının birlikte uygulanması,
- Malzemenin yanmaz ve suya dayanıklı olması,
- Yalıtım boşluklarının iyi kapatılması,
- Hava dolaşımının önlenmesi ve yoğunlaşma riskinin azaltılması.

Bu işlemler, enerji tasarrufu ve konfor açısından büyük fayda sağlar.

Tablo 23: 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
Ekspande 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 $0,030 - 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ olup, ısıya dayanıklılığı -50°C 'den $+250^\circ\text{C}$ 'ye kadar uzanabilir ve yangın güvenliği açısından A sınıfı yanmazlık özellikleri taşır. Taş yünü ise $0,035 - 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ ısı iletim katsayısına sahiptir ve daha yüksek sıcaklık toleransı ile dikkat çeker, $+750^\circ\text{C}$ 'ye kadar dayanabilir ve aynı yangın sınıfına sahiptir.

Ekstrüde polistren, daha düşük ısı iletim katsayısına ($0,025-0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$) 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 Ekstrüde Polistren Köpük (XPS) önerilmektedir. XPS kullanmanın birçok avantajı ve nedeni vardır. XPS köpüğün yalıtım malzemesi olarak tercih edilmesinin başlıca sebeplerini sıralayacak olursak:

1. Düşük Isı İletim Katsayısı

XPS köpük, düşük ısı iletim katsayısına ($0,028-0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$) sahip olduğu için mükemmel bir ısı yalıtımı sağlar. Bu, enerji tasarrufu sağlamak ve iç mekânların sıcaklık konforunu artırmak için önemlidir.

2. Yüksek Basınç Dayanımı

Yüksek basınç dayanımı ($0,20-0,70 \text{ N/mm}^2$) sayesinde XPS köpük, ağır yükler altında bile dayanıklı kalır. Bu özellik, özellikle zemin ve temel yalıtımı gibi yüksek basınca maruz kalan uygulamalarda avantaj sağlar.

3. Su Geçirmeme Özelliği

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

4. Yüksek Buhar Geçirgenlik Direnci

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

5. Güneş Işınlara Dayanıklılık

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

6. Kimyasal Dayanıklılık

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

7. Biyolojik Dayanıklılık

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

8. Yangın Dayanımı

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

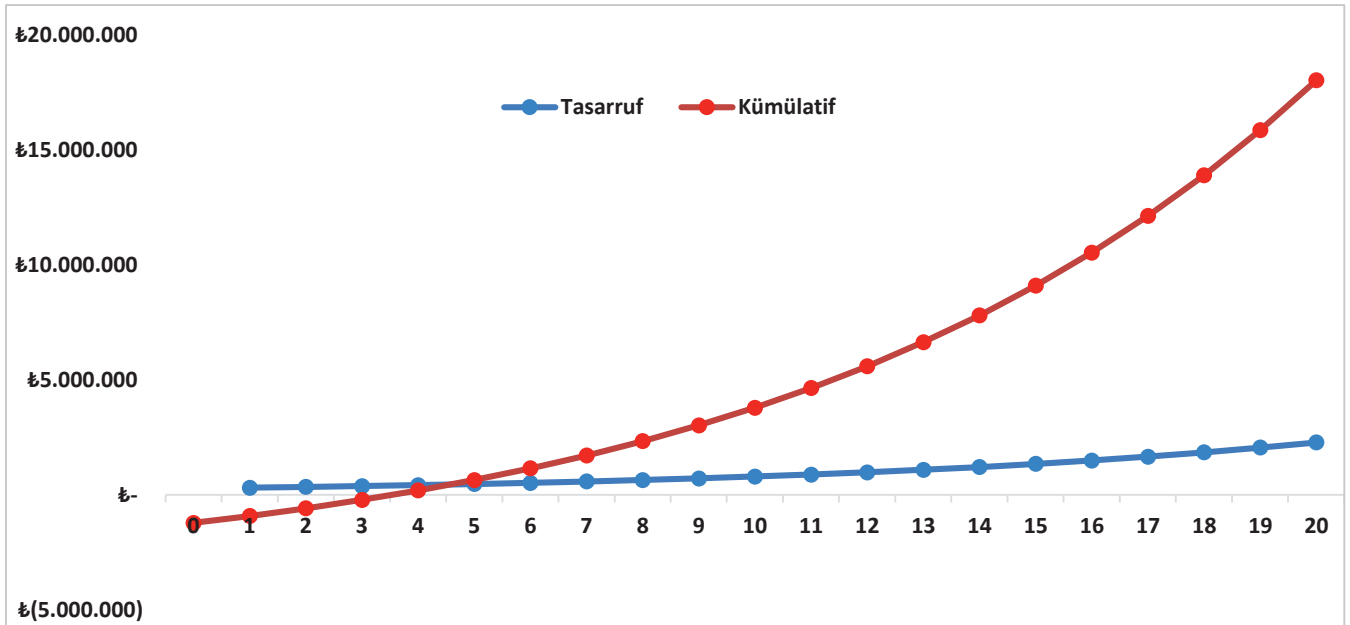
Sonuç olarak, XPS köpük, düşük ısı iletim katsayısı, yüksek basınç dayanımı, su geçirmeme özelliği ve kolay uygulama gibi özellikleri sayesinde etkili bir yalıtım malzemesi olarak tercih edilir. Ayrıca, biyolojik dayanıklılığı ve uzun ömürlü performansı, onu çeşitli yalıtım uygulamalarında ideal bir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

Yalıtım yapılması durumunda elde edilebilecek tasarruf miktarları tablo olarak verilmiştir. Yatırım maliyeti belirlenirken 2 binanın duvar ve çatısında sadece kullanılacak malzeme ücretleri eklenmiş olup işçilik ve diğer ücretler dâhil edilmemiştir. Projeye karar verilmesi durumunda yalıtım konusunda uzman bir ekip tarafından keşif çalışmaları yapılarak net değerler alınabilir.

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

Tablo 24: Duvar ve Çatı Yalıtımı Projesi Tasarruf Miktarı Tablosu

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Duvar Yalıtımı	Doğalgaz	169.900	14,6114	17,81%	274.084	33,98
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	1.222.550	4,46049348	Uzun Vade	2.221.319	34%	20



Grafik 24: Duvar Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

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 11 mm çift cam doğrama, kapılarda ise PVC doğrama kullanılmıştır.

Tablo 25: Bina Pencere Doğrama Bilgisi Tablosu

Sıra No	Bina Adı	Cam Tipi	Doğrama Tipi
1	K.S.Ü Afşin MYO Yerleşkesi	11 mm Çift Cam	PVC Doğrama

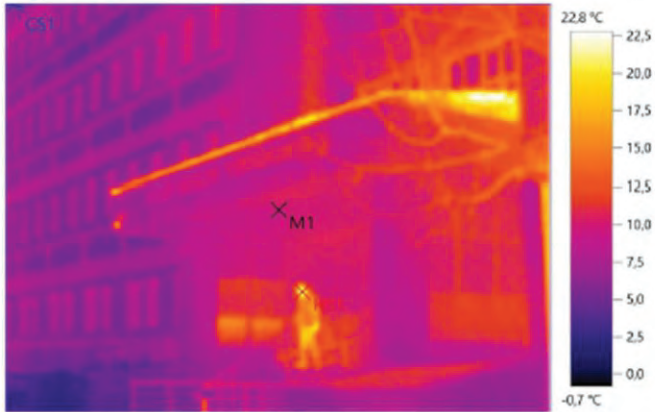
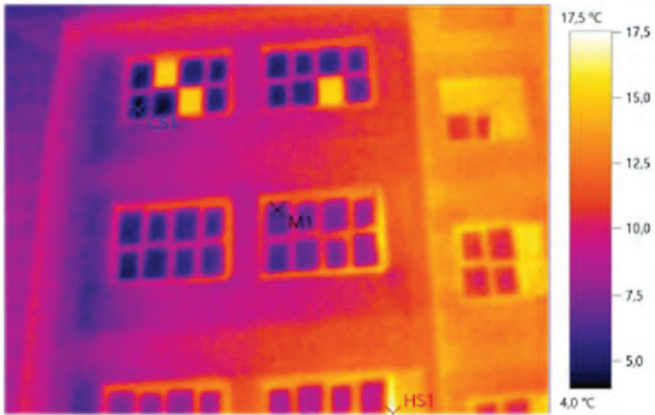
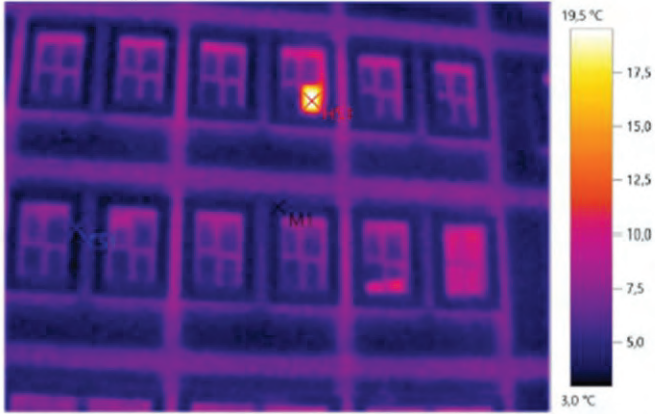
4.4.2. Ölçümler ve Tespit

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.

Tablo 26: Pencere Alanların U Değeri Tablosu

Sıra No	Bina Adı	U Değeri W/(m ² *K°)
1	K.S.Ü Afşin MYO Yerleşkesi	2,8

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.

Tesisteki binalarda bulunan pencerelerin cam ve doğrama tipi bilgilerine göre ortalama ısıl geçirgenlik katsayısı $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^\circ)$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer TS 825 standart değerlerinin üzerinde kalmıştır. Hesaplamalar TS 825 programında yapılmıştır.

Havalandırma için açık bırakılan pencereler, tesis için ısıtma yükünü artırdığından ısı kaybına sebep olmaktadır. Bu sebeple havalandırmanın kontrollü bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Ayrıca, binanın birçok bölümünde pencere doğramalarından sızıntıların meydana geldiği ve çok sayıda cam panelde kırıkların bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durum, ısı kaybına neden olarak binanın toplam ısı yükünü artırmaktadır. Bu yüzden kırılan ve sızıntı olan pencerelerin değişimi önerilmektedir.

4.4.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tesiste bulunan pencereler için TS 825 programında ısıl geçirgenlik katsayısı (U değeri) hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplanan bu değer TS825 standart değerinin üstünde olduğundan bu binalarda bulunan pencerelerin ısı yalıtımlı ve kaplamalı pencerelerle değiştirilmesi önerilmektedir. Bazı katkı maddeleriyle birleştirilen ve daha sonra yüksek sıcaklıklarda şekillendirilen Polinivil Klorid yani PVC kullanılarak üretilen kapı ve pencere çerçevelerine PVC doğrama adı verilir. PVC kapı ve PVC pencere modelleri iş yerlerinde, konutlarda ve her türlü yapıda kullanılabilir. PVC pencere ve kapı çeşitleri günümüzde dayanıklılık, yalıtım ve maliyet gibi konularda sağladığı avantajlar nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.

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: Pencere 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 – Yer Tipi Sıcak Su Kazanı

Tesiste bir adet ısı merkezi bulunmaktadır. Isı merkezlerinde bulunan sıcak su kazanları ile ısıtılan su, dağıtım hatları ile binalara iletilmektedir. Mahallerin ısıtılması radyatör paneller ile sağlanmaktadır. Kazanlara ilişkin bilgiler aşağıda tablo olarak sunulmuştur.

Tablo 27: Kazan Bilgileri Tablosu

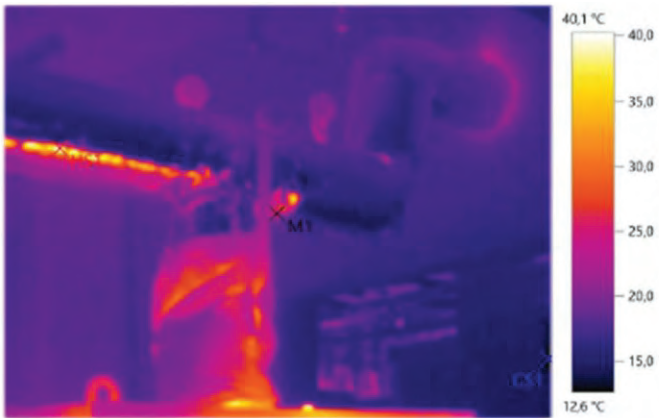
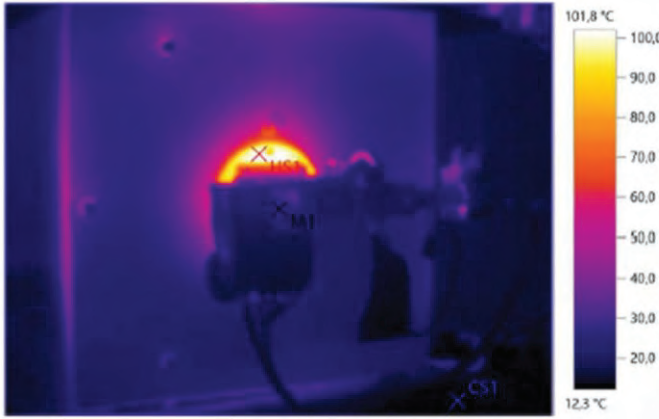
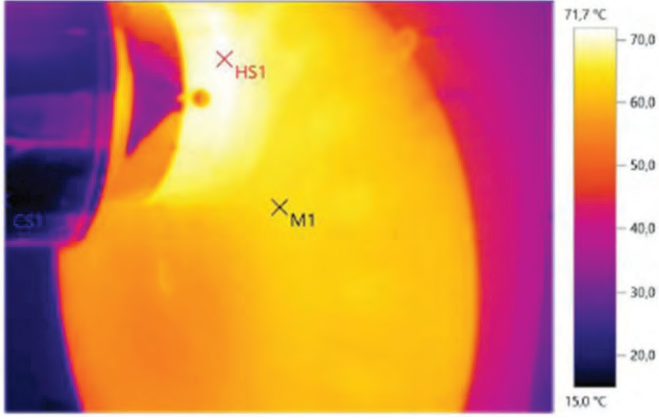
Kazan No	Marka	Üretim Yılı	Kapasite	Brülör Kapasite Aralığı
1	Mimsan	2021	698 kW	245 – 970
2	Mimsan	2022	698 kW	245 – 970

Kazanlarda ekonomizer sistemi bulunmamaktadır.

5.1.2. Ölçümler ve Tespit

Tesiste bulunan kazanlarda baca gazı analiz ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca kazan yüzeylerinden kaynaklı ısı kayıplarının tespiti için ısı merkezinde termal görüntüleme yapılmıştır.

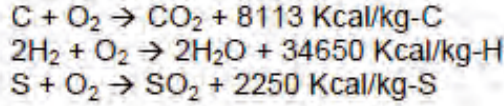
Termal Kamera Görüntüleri:



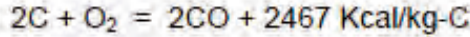
5.1.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

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 yakıt verilen hava belirli oranda artırılmaktadır. Buna hava fazlalık katsayısı denilmektedir. Yakıt cinsine bağlı olarak değişen bu katsayının gereğinden az olması halinde, karbon monoksit oluşmakta, üretilen enerji azalmakta, ısılık başlamakta, yanma verimi düşmekte, söz konusu hava fazlalık katsayısının gereğinden fazla olması halinde ise, karbon monoksit azalırken, yanmaya iştirak etmeyen hava ocakta ısıtılarak bacadan atılmakta, yanma bozulmakta, yanma verimi düşmektedir.

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

a) Oksijen (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.

Tesiste gerçekleştirilen baca gazı analiz ölçümleri sonucunda elde edilen veriler, aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Sınır değerlerin üzerinde ölçülen parametreler kırmızı yazı fontu ile belirtilmiştir. Katalog verilerine göre, kazanlarda yanma veriminin %95–98 aralığında olması beklenmektedir. Bu verime ulaşılabilmesi için baca gazı sıcaklığının 130–150 °C arasında ve O₂ (oksijen) oranının %2–3 aralığında olması gerekmektedir.

Yapılan ölçümler sonucunda, bazı kazanlarda baca gazı sıcaklığı ve O₂ oranı olması gereken aralığın üzerinde bulunmuştur. Buna karşılık, bu kazanlarda yanma verimi ile CO₂ oranı olması gereken seviyenin altında ölçülmüştür. Bu durum, kazanlarda yanma sürecinin optimal düzeyde gerçekleşmediğini ve sistemde eksik yanma olasılığının bulunduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek O₂ oranı, fazla yanma havası kullanıldığını; buna bağlı olarak verimin düştüğünü ve enerji kayıplarının arttığını işaret etmektedir.

Tablo 28: K.S.Ü Afşin MYO Baca Gazı Ölçüm Sonuçları – Sınır Dışı Değerler

Kazan No	Baca Gazı Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	O ₂	Verim	CO ₂	CO	Kayıplar
	°C	°C	%	%	%	ppm	%
1	131,4	16,2	3,16	94,7	10,1	1583	5,3
2	Kazan Çalışmadığı İçin Ölçüm Alınmadı						

5.1.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Ölçüm sonuçları tablosunda verilen bir kazanın değerlerinin olması gereken değerlere getirmek için 2 yol kullanılabilir:

-Brülör ayarlarının kontrol edilmesi ve kalibre edilmesi

-Trim kontrollü yakma sistemi uygulaması

Ölçüm sonuçlarında yapılan hesaplamalara göre trim kontrollü yakma sisteminin uygulanması halinde değerler normal seviyelere getirilebilir ancak trim kontrollü yakma sistemi genelde büyük kapasitede olan kazanlara uygulanmaktadır. İlk yatırım maliyeti yüksektir, ancak yüksek kapasiteli ve sürekli çalışan sistemlerde kısa sürede kendini amorti eder. Mevcut binalarda bulunan kazanlar yüksek kapasiteli olmadığından ilk olarak brülör ayarlarının kontrol edilerek kalibrasyonlarının yapılması, nozul ve baca temizliğinin yapılması önerilmektedir.

Brülör ayarlarının yapılması ve genel temizlik işlemleri, kazanın verimliliğini artırmak ve enerji tasarrufu sağlamak açısından oldukça önemlidir. Bu işlemlerin kazan ve sistem üzerindeki olumlu etkilerini sıralayacak olursak:

1. Daha Verimli Yanma

Oksijen Seviyesi Optimizasyonu: Fazla hava azaltılarak yanma daha dengeli hale getirilir. Bu, baca gazındaki oksijen oranını düşürür ve karbon dioksit (CO₂) oranını artırır. Daha yüksek CO₂ oranı, yakıtın daha iyi yandığını gösterir.

Yakıt Tüketiminin Azalması: Doğru hava/yakıt oranıyla, aynı miktarda enerji üretimi için daha az yakıt harcanır.

2. Baca Gazı Sıcaklığının Düşmesi

Yanma ürünleri ve enerji transferi daha etkin hale gelir, bu da baca gazı sıcaklıklarının düşmesine neden olur.

Daha düşük baca gazı sıcaklığı, kazanda üretilen enerjinin daha büyük bir kısmının sisteme aktarılmasını sağlar.

3. Enerji Tasarrufu

Yakıtın daha verimli yanması, enerji kaybını azaltır ve yakıt maliyetlerini düşürür.

İyi ayarlanmış bir brülör, yıllık enerji maliyetlerinde %5-10 oranında bir azalma sağlayabilir.

4. Çevresel Etkilerin Azalması

Daha verimli bir yanma, CO (karbon monoksit) ve NO_x (azot oksitleri) gibi zararlı emisyonların azalmasına neden olur.

5. Arıza ve Bakım Gereksinimlerinin Azalması

Brülörün düzenli bakımı ve temizliği, nozul, ateşleme elektrotları ve damper mekanizmasının daha uzun ömürlü olmasını sağlar. Tıkanıklıklar ve birikintiler temizlendiği için yanma kararlılığı artar ve kazanın arıza yapma olasılığı düşer.

6. Sistemin Ömrünün Uzaması

Daha verimli çalışan bir kazan, aşırı yük ve sıcaklıktan kaynaklanan hasarları önleyerek uzun vadede sistemin ömrünü uzatır.

Özet:

Brülör ayarlarının yapılması ve temizliği, yakıt maliyetlerini azaltmak, enerji tasarrufu sağlamak, çevresel etkileri en aza indirmek ve sistemin genel performansını artırmak açısından kritik bir adımdır. Bu işlemler, genellikle düşük maliyetli ve hızlı bir çözüm sağladığından, düzenli aralıklarla yapılması önerilir.

5.2. SOĞUTMA

5.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Yerleşkede merkezi soğutma sistemi kullanılmamaktadır. Ancak ofislerde duvar tipi (split) klimalar kullanılmaktadır. Klimaların kapasite bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Sistem Türü	Sistem Gücü	Sistem Adedi
Split Klima	2400 BTU	3 Adet

5.2.2. Ölçümler ve Tespit

Tesiste merkezi olarak kullanılan bir soğutma sistemi bulunmadığından ölçüm alınamamıştır.

Tablo 29: 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 9: EER ve COP Hesaplama Formülleri

5.2.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tesiste merkezi soğutma sistemi bulunmadığından ölçüm alınamamış bu sebeple de verim artırıcı proje önerisi için herhangi bir hesaplama yapılamamıştır.

Tesisin eğitim kurumu olarak kullanılmasından dolayı soğutma ihtiyacının olduğu yaz aylarında tesiste bulunan kişi sayısında düşüş yaşanmaktadır. Bu sebeple merkezi soğutma sistemini kullanmak verimsiz olacaktır.

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

Klimanın 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, klimanın daha verimli çalışmasını sağlar.

4. Düzenli Bakım ve Temizlik

Klimanın filtreleri, fanları ve serpantinleri düzenli olarak temizlenmelidir. Tıkanmış filtreler, klimanın 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, klimanın 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, klimanın 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 10: Ortam CO₂ Ölçümleri

Tablo 30: Ortam CO₂ Ölçüm Değerleri Tablosu

Bölüm Adı	Koridor ppm			Oda-Ofis ppm			Salon-Derslik ppm		
	CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem	CO ₂	°C	Nem
A Blok Kat 1	760	19,5	28,2	-	-	-	803	20,8	29,6
B Blok Kat 1	896	18,6	29,9	-	-	-	634	19,7	24,6
C Blok Kat 2	-	-	-	882	21,5	27,2	-	-	-
D Blok Kat 2	-	-	-	1010	23,8	21,0	-	-	-
E Blok Kat 1	-	-	-	938	22,7	27,6	-	-	-

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 oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır” olarak açıklanmaktadır.

İç hava kalitesi, sadece konfor için değil, sağlık ve verimlilik için de gereklidir. CO₂ iç hava kalitesini kontrol etmek için önerilen önemli bir iç hava kirleticisidir. Normalde atmosfer havasının hacimsel olarak %0.03’ü CO₂’dir. Dış ortam havasında bulunan CO₂, çevre özelliklerine göre 330 ile 500 ppm arasında değişmektedir. Dolayısıyla iç ortamda CO₂’in olmaması mümkün değildir. CO₂ zehirli bir gaz değildir fakat oksijensizlikten boğma tehlikesi ortaya çıkarabilir.

Konsantrasyon değeri 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.

Tesiste yapılan ölçümlerde koridor, oda-ofis ve dersliklerde CO₂ ppm oranının genel olarak olması gereken seviyede ancak D blok kat 2 de sınır değerlerin üzerinde çıktığı görülmüştür. Oda sıcaklıklarının standart değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.

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 11: Ortam CO₂ Sınır Değerleri

5.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

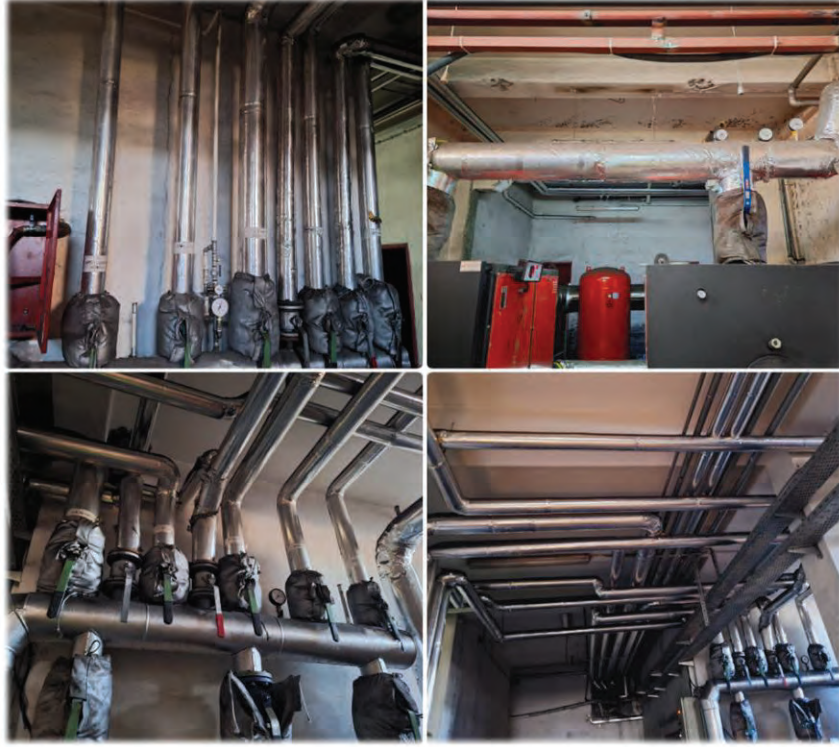
Havalandırma, mekanik veya doğal olarak bir mahale hava sağlanması veya mahalden hava alınması olarak tanımlanır. Havalandırma, esasen kirlenen iç havanın tazelenmesidir ve sağlık için yeterli temiz dış hava sağlanmasıdır. Temiz hava için havalandırma miktarı, mahaldeki kişi sayısına, mahal taban alanına 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 kırık olduğu bazılarının da 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 12: Isıtma Mekanik Tesisatı Görüntüleri

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

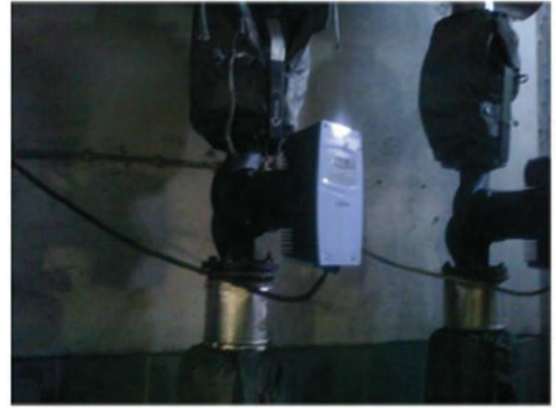
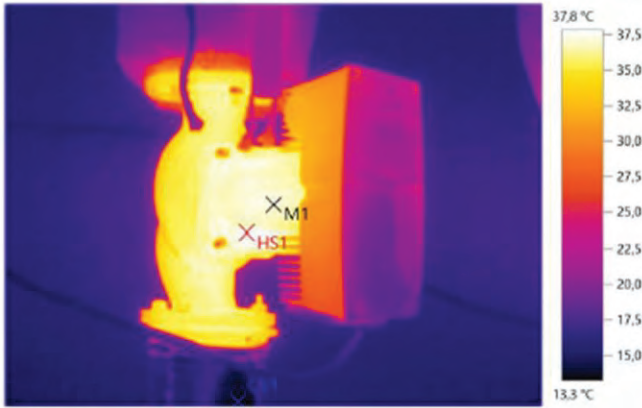
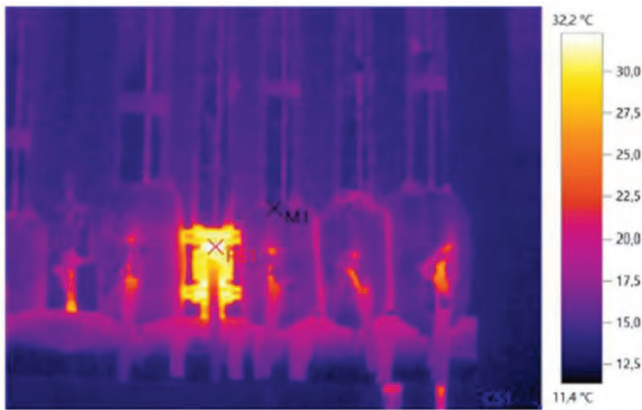
5.4.2. Ölçümler ve Tespit

Yerleşkedeki binalarda bulunan mekanik tesisatta termal kamera görüntülemesi yapılarak ısı kayıplarının tespiti ve yalıtım malzemesi kalınlığının yeterliliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Boru ve diğer mekanik tesisat elemanlarının bazı bölümlerinde bulunan 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 çekimlerinin görüntüleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 31: Yalıtımsız Isıtma Mekanik Tesisat Ekipmanları Tablosu

Bina Adı	Ölçüler	Miktar
Motor Gövde, Pislik Tutucu, Vana	DN32	1 Adet
	DN50	7 Adet
	DN65	1 Adet
	DN80	6 Adet
Boru	DN50	1 Metre
	DN100	2 Metre

Termal Kamera Görüntüleri:



5.4.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Yerleşkedeki binalarda yapılan incelemeler sonucunda ısıtma mekanik tesisatı genel olarak yalıtımlı olmasına karşın bazı vana, pislik tutucu ve boruların bazı kısımlarında 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 32: Isıtma Mekanik Tesisat Yalıtımsız Elemanları Yıllık Tasarruf Miktarları

Yalıtımsız Elemanlar	Ölçüler	Miktar	Yalıtımsız Isı Geçiş (kWh) Yıllık	Yalıtımlı Isı Geçiş (kWh) Yıllık	Yalıtım Tercihi	Tasarruf kWh	Tasarruf %	Harcanan TL Yıllık	Tasarruf TL Yıllık	Birim Maliyet	Maliyet
Motor Gövdesi, Pislik Tutucu, Vana	DN32	1	364	43	30mm Cam Yünü	322	88%	588	519	360,00	360,00
	DN50	7	3.495	379	30mm Cam Yünü	3.116	89%	5.639	5.027	450,00	3.150,00
	DN65	1	591	62	30mm Cam Yünü	529	89%	953	853	466,80	466,80
	DN80	7	4.926	503	30mm Cam Yünü	4.423	90%	7.947	7.135	515,40	3.607,80
Boru (Metre)	DN50	1	250	27	30mm Cam Yünü	223	89%	403	359	144,12	144,12
	DN100	2	880	87	30mm Cam Yünü	793	90%	1.420	1.279	203,76	407,52
Toplam			10.507	1.102		9.405	90%	16.950	15.173		8.136

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 13: Yalıtımlı ve Yalıtımsız Vana Isı Kayıpları

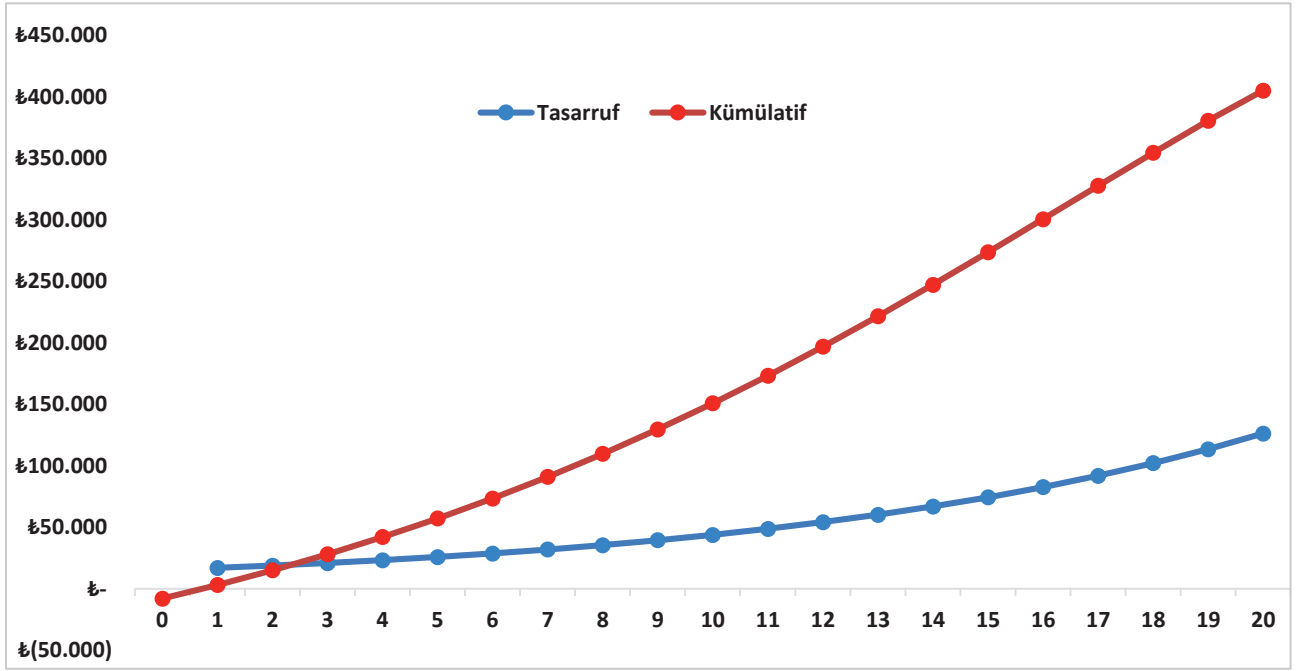
Vana/pompa ceketleri; ilgili armatürlerin ölçüsüne göre silikon kaplı cam elyafı kumaşların arasına (sıcak hatlarda) taş yünü, cam yünü veya seramik yünü yerleştirilerek üretilirler. Vana/pompa ceketleri vana/pompanın etrafına bağlı olduğu yalıtımlı boru üzerine flanşlardan itibaren en az 30 mm bindirme 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 33: 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	Doğalgaz	9.405	0,81	0,99%	15.173	1,88
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	8.136	0,54	Kısa Vade	88.047	144%	20



Grafik 25: Isıtma Hattı Ekipman Yalıtımı Projesi Ekonomik Analiz Grafiği

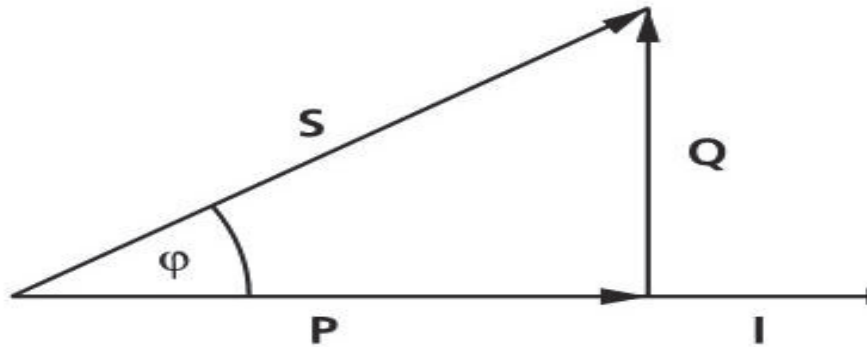
6. ELEKTRİK SİSTEMLERİ

6.1. KOMPANZASYON SİSTEMLERİ



Şekil 14: Kompanzasyon Panosu Görüntüleri

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 gerilimden 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. Tesiste kompanzasyon bilgisine ulaşılammıştır.



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 toplamalarının karekökü olarak ifade edilebilir. $S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ kVA}$

Kompanzasyon akım ile gerilim arasındaki faz farkının en ideal olabilecek açığa 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

Kompanzasyon sistemi elektrik mühendisleri tarafından tasarlanır ve projelendirilir. Proje işletmenin ihtiyacı doğrultusunda elektrik mühendisleri tarafından hesaplanarak projelendirilir. Pano imalatçısı bu projeye uygun panoyu imal ederek devreye alır. Tesiste bulunan kompanzasyon panolarının kapasitelerine ulaşamamıştır.

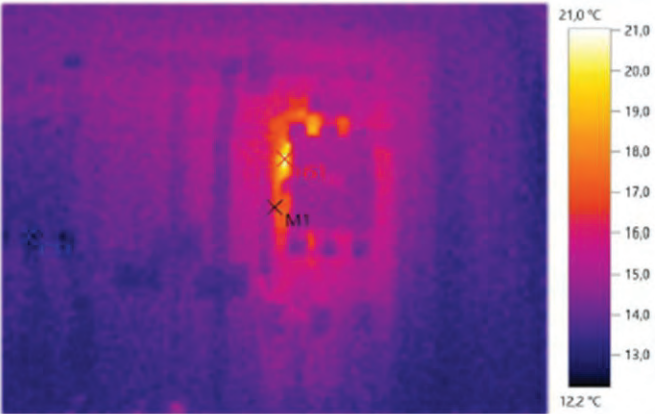
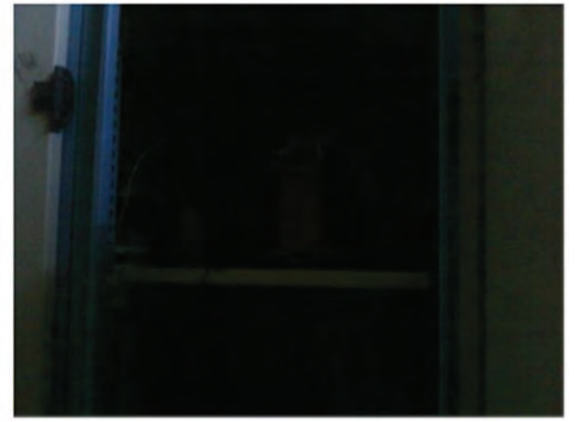
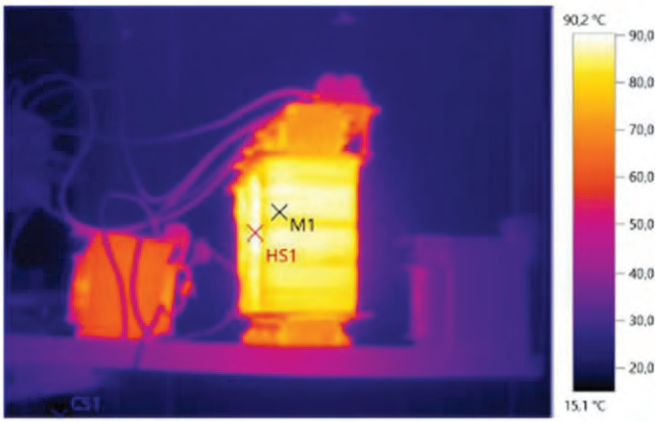
6.1.2. Ölçümler ve Tespit

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



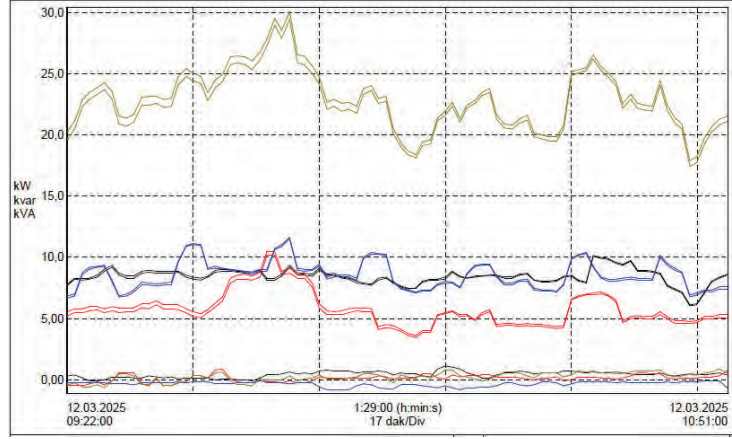
Şekil 16: Enerji Analizörü Ölçümü

Tesiste 1 adet trafo ve 1 adet UPS cihazı bulunmaktadır. Ayrıca tesisin alçak gerilim ana dağıtım panolarının enerji girişlerine enerji analizörü bağlanmış olup gerilim, akım, güç, frekans ve harmonik değerleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları aşağıda grafikler halinde sunulularak değerlendirilmiştir.

6.2.2. Ölçümler ve Tespit

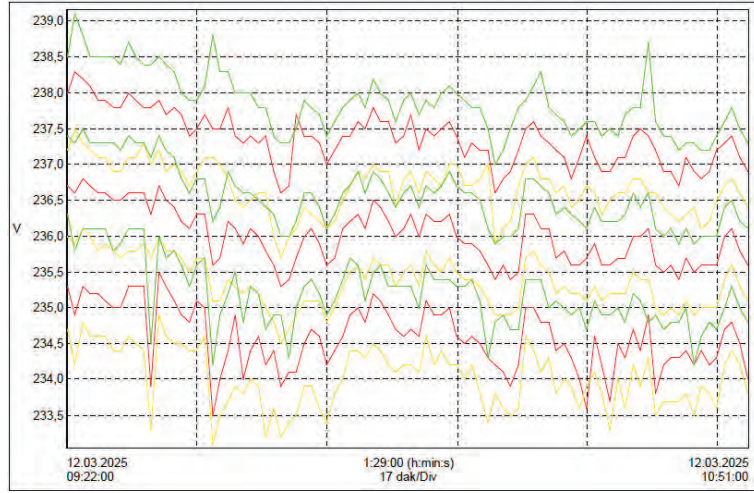
Yerleşkede bulunan bazı trafolarla bağlı ana dağıtım panolarının enerji girişine enerji analizörü bağlanarak, akım, gerilim, güç, frekans ve harmonik değerler dakikada bir ölçülüp kaydedilmiştir. Bu kapsamlı veri toplama süreci, enerji sisteminin performansını ve kalitesini detaylı bir şekilde değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları grafikler aracılığıyla sunulmuş, böylece sistemdeki yük değişimleri, gerilim dalgalanmaları, güç tüketimi ve harmonik distorsiyonlar zaman içindeki seyriyle izlenebilmiştir. Enerji analizör raporu ve termal görüntüleme raporu EK kısmında detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Güç Ölçümleri (S-P-Q)



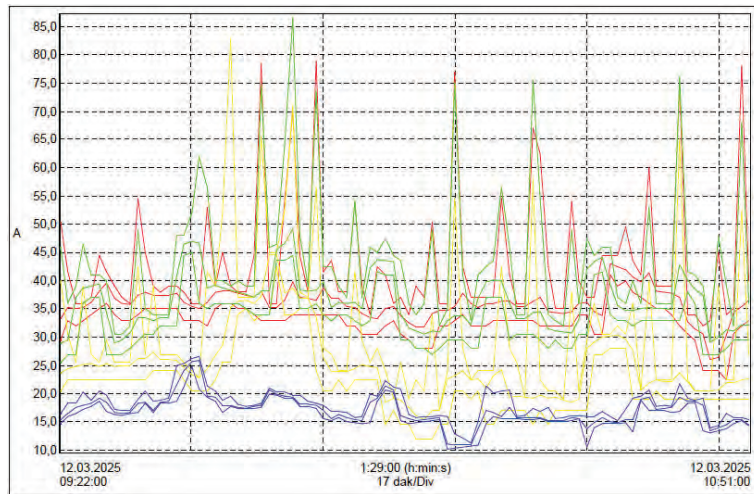
Grafik 26: Aktif-Reaktif-Toplam Güç Grafikleri

Gerilim Ölçümü (V)



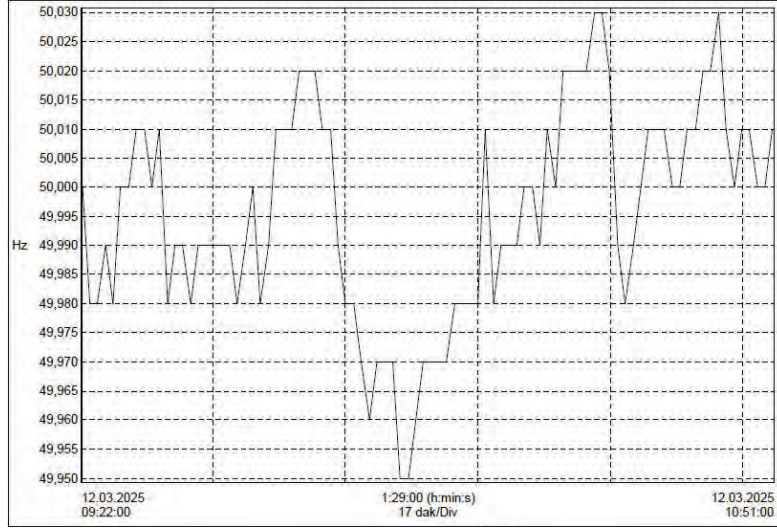
Grafik 27: Faz-Nötr Gerilim Grafikleri

Akım Dengesi Ölçümü (A)



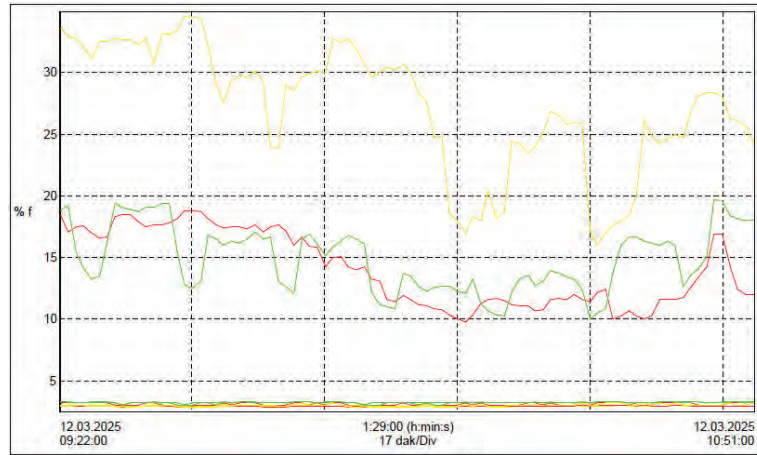
Grafik 28: Akım Dengesi Grafikleri

Frekans Ölçümü (Hz)



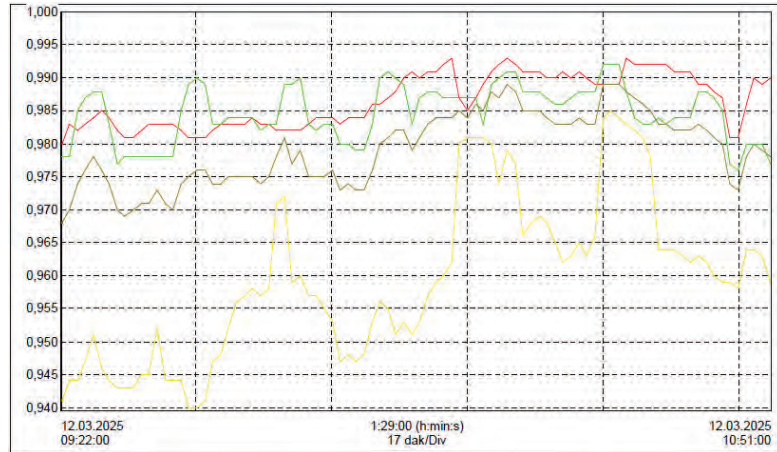
Grafik 29: Frekans Grafikleri

Toplam Harmonik Distorsiyon Ölçümü (THDF)



Grafik 30: Toplam Harmonik Distorsiyon Grafikleri

Güç Faktörü Ölçümü (PF)



Grafik 31: Güç Faktörü Grafikleri

6.2.3. K.S.Ü Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi 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 $S_1 = 6,171 - 10,15$ kVA $S_2 = 3,648 - 10,49$ kVA $S_3 = 6,877 - 11,62$ kVA $S_T = 17,87 - 30,09$ kVA olarak görülmektedir.

Aktif Güç; $P_1 = 6,058 - 10,08$ kW $P_2 = 3,499$ kW $P_3 = 6,727 - 11,5$ kW ortalama toplam aktif güç ise $P_T = 17,41 - 29,46$ kW olarak görülmektedir.

Reaktif Güç; $Q_1 = (-0,081) - 1,154$ kVAR $Q_2 = (-451,2) - 864,7$ kVAR $Q_3 = (-802,4) - (-33,48)$ kVAR ortalama toplam reaktif güç ise $Q_T = (-601,1) - 931,2$ 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 olabirse 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 $V_1 = 233,5 - 238,3$ V arasında $V_2 = 233,1 - 237,5$ V arasında $V_3 = 234,2 - 239,1$ V arasında değiştiği görülmüştür. Ortalama değerlerin ise $V_1 = 236,0$ V, $V_2 = 235,4$ V, $V_3 = 234,2$ V olduğu görülmüştür. 240 V üst limit olarak kabul edildiğinde maksimum değerlerin üst limite çok yakın olduğu 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. Faz dengesizliği, bazı fazlarda aşırı ısınmalara ve güç kayıplarına yol açabilir, bu da sistemin performansını düşürür ve bakım maliyetlerini artırır. Ölçüm saatleri boyunca, üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasındaki dengesizlik incelenmiştir. Ana dağıtım panosundan alınan ölçüm sonuçlarına göre akım değerleri;

$L_1 = 22,5 - 79,0$ A, $L_2 = 12,00 - 83,0$ A, $L_3 = 25,5 - 86,5$ A arasında değişim göstermiştir. Ortalama akım değerleri ise $L_{1-ort} = 36,05$ A, $L_{2-ort} = 25,77$ A, $L_{3-ort} = 36,72$ 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. IEC 61000-2-2 standardı ve Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Kullanıcı Tesislerinin Bağlantı Kalitesi Yönetmeliği'ne göre, 1 kV ve altı alçak gerilim sistemlerinde toplam gerilim harmonik bozulma oranı (THDv) en fazla %8 olmalıdır. Aynı şekilde, toplam akım harmonik bozulma oranı (THDi) ise sistemin karakteristik yapısına bağlı olarak bağlantı noktasında en fazla %20-25 değerini geçmemelidir. Yapılan harmonik ölçümleri, bu sınır değerler esas alınarak değerlendirilmelidir. Bu sınırlar, sistemlerde gerilim ve akım kalitesinin korunmasını sağlamak ve harmonik bozulmalarının ekipmanlar üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla uygulanır. Belirlenen sınırların aşılması durumunda, uygun harmonik filtreleme sistemleri ve düzeltici önlemlerle harmonik seviyeleri standartlara uygun hale getirilmelidir.

Yapılan ölçümler sonucunda akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri kaydedilmiştir.

Akım fazları için L_1 fazında THD değerleri minimum %9,80, maksimum %18,80, ortalama %14,11 olarak ölçülmüştür. L_2 fazında THD minimum %16,10, maksimum %34,60, ortalama %27,22 olarak ölçülmüştür. L_3 fazında THD minimum %10,00, maksimum %19,70, ortalama %14,90 olarak ölçülmüştür.

Gerilim fazları için V_1 fazında THD değerleri minimum %3,10, maksimum %3,2, ortalama %3,146 olarak ölçülmüştür. V_2 fazında THD minimum %2,80, maksimum %3,10, ortalama %2,969 olarak ölçülmüştür. V_3 fazında THD minimum %3,100, maksimum %3,300, ortalama %3,22 olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen akım ve gerilim fazlarındaki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerleri, sistemde ciddi düzeyde harmonik bozulmaların varlığını göstermektedir.

Özellikle akım fazlarındaki THD oranları, L_1 ve L_3 fazlarında sırasıyla ortalama %14,11 ve %14,90 seviyelerinde iken, L_2 fazında %27,22 gibi oldukça yüksek bir düzeye ulaşmaktadır. Bu oranlar, uluslararası standartlarda belirlenen %5 sınırının çok üzerindedir ve sistemde yoğun bir şekilde non-lineer yüklerin bulunduğu işaret etmektedir. Aşırı harmonik akımlar, dağıtım sisteminde ısınma, enerji kayıpları, ekipman ömrünün kısılması ve koruma elemanlarının yanlış çalışması gibi önemli problemlere neden olabilir. Buna karşın gerilim fazlarındaki THD oranları (ortalama %2,969 – %3,22 aralığında) kabul edilebilir düzeyde olup, gerilim kaynaklı bir harmonik sorunu olmadığını, bozulmaların daha çok yüklerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bu durum, sistemin enerji kalitesini olumsuz etkilemekte ve harmonik filtreleme gibi düzeltici önlemler alınmasını gerekli kılmaktadır. Bunun önüne geçmek için şunlar uygulanabilir;

- **Pasif veya Aktif Harmonik Filtrelerin Kullanılması:** Sisteme uygun harmonik filtre çözümleri entegre edilerek, yüksek harmonik bileşenlerin bastırılması ve toplam harmonik bozulmanın azaltılması sağlanmalıdır.
- **Yüklerin Gözden Geçirilmesi:** Harmonik üretimine sebep olan doğrultucu, inverter, UPS gibi nitelikli yüklerin harmonik katkıları analiz edilmeli ve gerekirse düşük harmonik üreten modeller tercih edilmelidir.
- **Sistem İzleme ve Sürekli Harmonik Analizi:** Enerji kalitesinin sürdürülebilirliği açısından sürekli enerji izleme sistemleri kurulmalı ve harmonik bozulmalar düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- **Trafo ve Kablolama Sisteminin Gözden Geçirilmesi:** Mevcut harmonik yükler dikkate alınarak, trafonun ve kablolanmanın termal kapasitesi incelenmeli, gerekirse harmoniklere dayanıklı (K-faktörü yüksek) trafo kullanımı değerlendirilmelidir.

Güç Faktörü Ölçümü (PF)

Ölçüm yapılan panolarda güç faktörü değerlerini incelediğimizde güç faktörü, ana dağıtım panosunda PF_1 için minimum 0,980, maksimum 0,993 olarak ölçülmüştür. PF_2 için minimum 0,940, maksimum 0,985 olarak ölçülmüştür. PF_3 için minimum 0,976, maksimum 0,992 olarak ölçülmüştür. Ölçülen güç faktörü değerlerinde herhangi bir problem görülmemektedir.

6.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Elektrikli su ısıtıcıları, elektrikli ısıtıcılar ve kahve makineleri gibi cihazlar, elektrik tesisatına çeşitli etkilerde bulunabilir. Bu cihazlar genellikle yüksek güç tüketimine sahiptir ve aynı anda kullanıldıklarında anlık yüksek güç taleplerine sebep olabilirler. Bu durum, elektrik tesisatının belirli devrelerinde aşırı yüklenmeye ve buna bağlı olarak sigorta atma veya devre kesici müdahalelerine neden olabilir. Ayrıca, bu cihazların ani çalıştırılması gerilim dalgalanmalarına yol açabilir, bu da diğer elektronik cihazlara zarar verebilir.

Yüksek güç tüketimi ayrıca kablo ısınmasına ve uzun vadede izolasyon hasarına neden olabilir. Bu cihazların etkin bir şekilde kullanılmaması enerji tasarrufuna katkı sağlayacağından enerji verimliliği açısından da önemlidir. Bu nedenle bu tür cihazların kullanılmaması önerilmektedir.

Üç fazlı sistemlerde akım dengesi, üç farklı fazdaki akımların büyüklük ve faz açıları açısından eşit olması durumunu ifade eder. İdeal bir üç fazlı sistemde, her bir fazdaki akımlar birbirine eşit büyüklükte olmalıdır ve bir fazdaki akım ile diğer fazlardaki akımlar arasında 120 derecelik faz farkı bulunmalıdır. Akım dengesizliği, bir fazdaki akımların diğer fazlardan farklı büyüklükte veya faz açısında olduğu durumu ifade eder. Akım dengesizliği, genellikle üç fazlı sistemlerde istenmeyen bir durumdur. Çünkü bu durum enerji sistemine zarar verebilir ve cihazların doğru çalışmasını engelleyebilir. Akım dengesizliği, sistemdeki dengesiz yükler, arızalı ekipmanlar, kötü bağlantılar veya dağıtım hatlarındaki diğer problemlerden kaynaklanabilir. Bu nedenle, üç fazlı sistemlerde akım dengesinin korunması ve düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir. Akım dengesizliği, enerji verimliliğini azaltabilir, ekipmanlara zarar verebilir ve sistemde istenmeyen harmonikleri tetikleyebilir. Bu tür sorunların tespiti ve düzeltilmesi için düzenli bakım ve izleme yapılması önemlidir. Üç fazlı sistemlerde akım dengesizliğini önlemek veya düzeltmek için alınabilecek bazı önlemler:

Dengeli Yük Dağılımı: Sistemdeki yüklerin mümkün olduğunca dengeli bir şekilde dağıtılması önemlidir. Eşit miktarda yük, fazlardaki akımların eşit olmasına yardımcı olabilir.

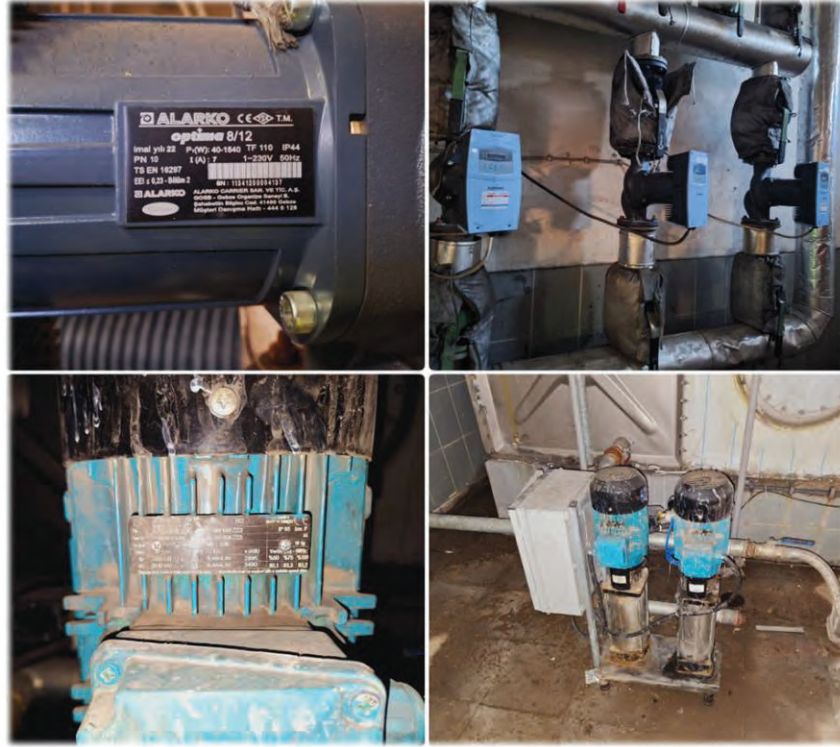
Düzenli Bakım ve Kontrol: Elektrik panoları, bağlantılar ve ekipmanlar düzenli olarak kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır. Kötü bağlantılar veya arızalı ekipmanlar akım dengesizliğine neden olabilir.

Harmonik Filtrelerin Kullanımı: Harmonik filtreler, harmonik içeriği azaltarak ve akım dengesizliğini düzelterek sistem performansını artırabilir. Ancak, bu tür filtrelerin kullanılması öncesinde sistem analizi yapılmalıdır.

Bu önlemler, üç fazlı sistemlerde akım dengesizliğini önlemek veya düzeltmek için genel olarak uygulanan yöntemlerdir. Nötr iletkenindeki yüksek akımlar, cihazlara ve ekipmanlara zarar verebilir, yangın riskini artırabilir ve enerji verimliliğini düşürebilir. Bu nedenle, bir tesisin elektrik sistemleri periyodik olarak kontrol edilmeli, bakım yapılmalı ve olası sorunlar hızlı bir şekilde çözülmelidir.

6.3. POMPA

6.3.1. Sistem Tarifi ve Envanteri:



Şekil 17: Pompa Sistemi

Yerleşkede bulunan elektrik motorlarına ait bilgiler aşağıda tablo olarak verilmiştir. 0,75 kW gücünün altındaki motorlar ve etiketlerinde verim sınıfı bilgileri bulunmayan motorların verim sınıfları verilememiştir.

Tablo 34: Elektrik Motor Bilgileri Tablosu

Bina Adı	Motor Gücü	Marka	Adet	Kullanım Yeri / Amacı	Verim Sınıfı
K.S.Ü Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi	2,2 kW	-	2	Hidrofor	IE2
	40-1540 W	Alarko	3	Isıtma Sirkülasyon	-

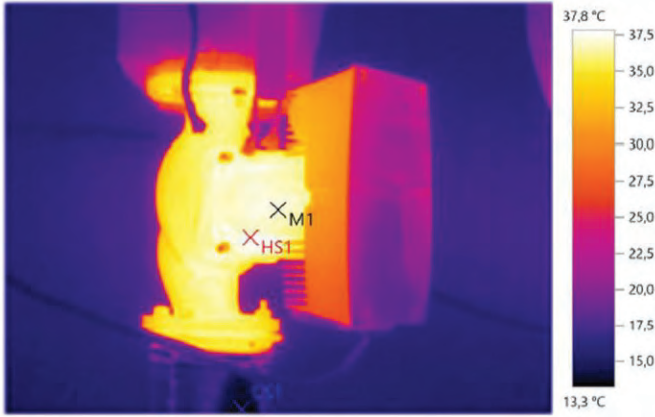
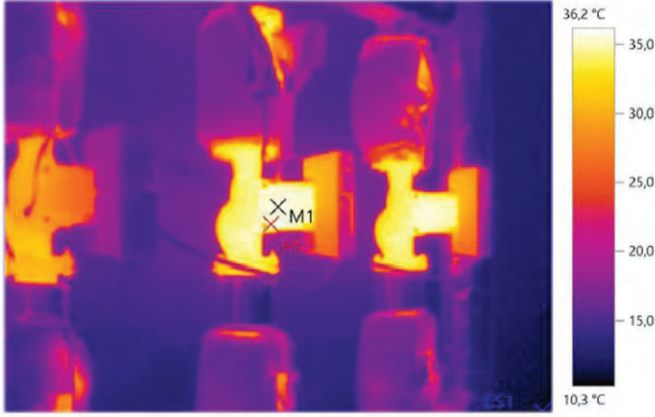
6.3.2. Ölçümler ve Tespit

Tesis genelinde bulunan motorların güç değerleri ve çalışma saatleri aşağıda tablo olarak verilmiştir. 0,75 kW gücünün altında olan motorlar ve etiket üzerinde verim sınıfı belirtilmeyen motorlar hesaplamalara dâhil edilmemiştir. Çalışma saatleri meteoroloji tarafından yayımlanan 2024 yılına ait Isıtma-Soğutma Derece Gün Sayısı (HDD-CDD) değerleri esas alınmıştır. Elektrik motorlarında yapılan termal kamera görüntüleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 35: 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	Dönüşüm Sonrası Yıllık Tasarruf	Dönüşüm Sonrası Yıllık Tasarruf	IE3 Motor Maliyeti	Toplam IE3 Motor Maliyeti	Geri Ödeme Süresi
kW			h	%	%	%	kW	kWh	kWh	TL	TL	TL	Yıl
2,2	IE2	2	1.590	79,70	84,30	86,70	4,40	6.996	230	948	11.967	23.933	25,25

Termal Kamera Görüntüleri:

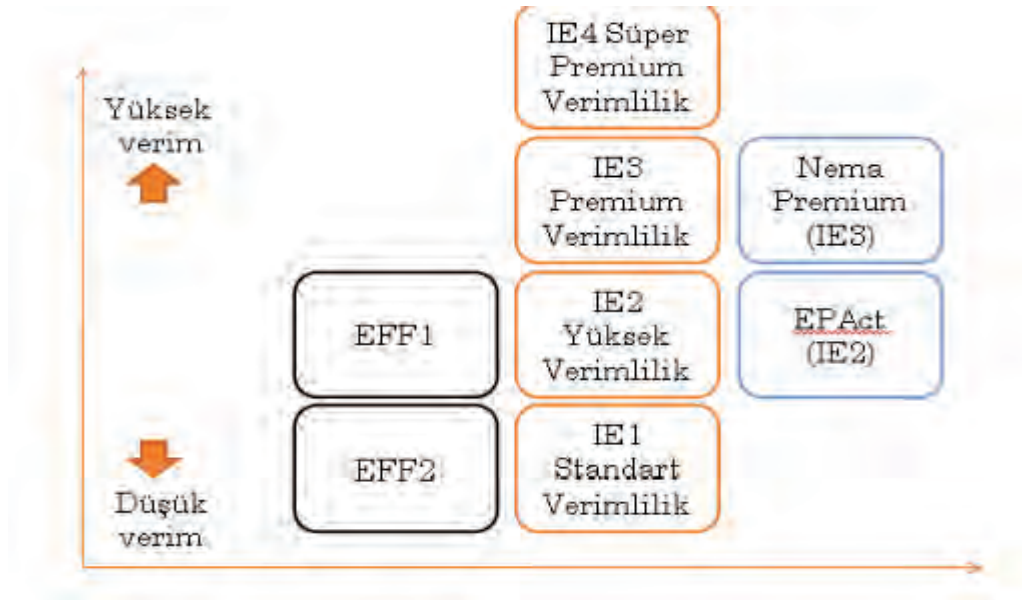


6.3.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

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 18: Elektrik Motoru Verimlilik Standartlarının Karşılaştırılması

Tablo 36: 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
2,2	IE2	2	1.590	79,70	84,30	86,70	4,40	6.996	230	948	11.967	23.933	25,25

6.3.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tesiste bulunan binalardaki ısı merkezlerinde mekanik tesisata bağlı sirkülasyon pompalarının verim sınıfı belirlenememiştir. Hidrofor motorları için yapılan hesaplamalarda geri ödeme süresinin yüksek olması sebebiyle verim arttırıcı proje olarak sunulamamıştır ancak mevcut motorların arızalanması durumunda IE3 Premium Verimlilik sınıfına sahip motorlarla değiştirilmesi önerilmektedir.

6.4. İÇ VE DIŞ AYDINLATMA

6.4.1. Sistem Tarifi ve Envanteri



Şekil 19: Aydınlatma Sistemi Görüntüleri

Tesis genelinde LED ve floresan tip aydınlatma armatürleri kullanılmaktadır. Tesiste genel olarak 1x18 W floresan armatürler kullanılmaktadır. Tesisteki binalarda kullanılan aydınlatma armatürlerine ilişkin bilgiler tablo olarak verilmiştir

Tablo 37: Aydınlatma Armatür Durum Tablosu

Bina Adı	Mevcut Aydınlatma Armatürleri		
	Armatür Tipi	Gücü (Watt)	Adet
Kahramanmaraş Üniversitesi Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi	1x18 Floresan Armatür	18 W	2982
	Led Lamba	9 W	65
	Led Lamba	20 W	128

6.4.2. Ölçümler ve Tespit



Şekil 20: Aydınlık Düzeyi Lüks Ölçümleri

Lüksmetre, bir ortamın aydınlatma seviyesini ölçmek için kullanılan bir cihazdır. Bu cihaz, ışık şiddetini lüks biriminde ölçer. Lüks, bir metrekarelik bir alana düşen ışık miktarını ifade eder. Lüksmetre, genellikle bir fotoelektrik hücre, bir ölçek ve bir ekran içerir. Fotoelektrik hücre, çevredeki ışığı algılar ve ölçek üzerindeki değerlere dönüştürür. Ölçek üzerindeki değerler, cihazın ekranında kullanıcıya gösterilir. Bu sayede, bir ortamın aydınlatma seviyesi hızlı ve doğru bir şekilde ölçülerek değerlendirilebilir. Lüksmetreler, endüstriyel tesislerden ofislere, okullardan hastanelere kadar çeşitli ortamlarda kullanılır ve iş sağlığı ve güvenliği, bina tasarımı, aydınlatma sistemleri planlaması gibi alanlarda önemli bir rol oynar. Yeterli aydınlatma güvenliği artırır; tehlikeli alanlarda kazaları önler ve iş yerlerinde çalışanların güvenliğini sağlar. Sağlığımızı etkileyen bir diğer faktör olan aydınlatma, biyolojik saatimizi düzenler ve uyku düzenimizi etkiler. Enerji verimliliği göz önünde bulundurularak seçilen aydınlatma sistemleri, enerji tasarrufu sağlar ve işletme maliyetlerini düşürürken çevresel etkiyi azaltır. İnsan etkileşimini artıran ve iletişimi kolaylaştıran aydınlatma, sosyal etkileşimi destekler ve toplumsal bağları güçlendirir. Ayrıca, doğru aydınlatma düzeyleri renklerin doğru algılanmasını sağlar ve görsel algıyı geliştirir. Tüm bu nedenlerle, aydınlatma sadece bir ışık kaynağı değil, yaşam ve iş alanlarımızda hayati bir rol oynar. 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 önlenabilir. Bu kapsamda tesisteki iç mekânlarının mevcut aydınlık düzeyini belirlemek maksadıyla lüks ölçümü yapılmıştır. Ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 38: Ortam Lüks Ölçüm Değerleri Tablosu

Sıra No	Bina	Koridor Lüks	Oda-Ofis Lüks	Masa Lüks	Salon-Derslik Lüks
1	Zemin Kat 1. Kat	68-8	-	207	270-187
2	B Blok 1. Kat	143-120	-	-	432-173
3	C Blok 2. Kat	-	380-243	340	-
4	D Blok 2. Kat	-	350-245	301	-
5	E Blok 1.Kat	-	290-130	138	-

6.4.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Yüksek aydınlık (lüks) değerlerinin bazı olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Aşırı parlak ışık, gözlerde rahatsızlık hissi, göz kamaşması ve baş ağrılarına neden olabilir. Bu durum özellikle bilgisayar karşısında çalışan ya da uzun süre aydınlatılmış ortamlarda bulunan bireylerde daha belirgin hale gelir. Ayrıca, yüksek aydınlatma seviyeleri biyolojik ritmi olumsuz etkileyerek uyku düzeninde bozulmalara ve uykusuzluğa yol açabilir. Bu da hem çalışma performansını düşürebilir hem de genel sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenle, iç mekân aydınlatmasında hem görsel konforu sağlayacak hem de sağlık açısından risk oluşturmayacak uygun lüks seviyelerinin tercih edilmesi önemlidir. Sonuç olarak, uygun aydınlatma seviyelerinin sağlanması, çalışanların verimliliği, iş güvenliği ve genel yaşam kalitesi için kritik öneme sahiptir. İşyerlerinde ve diğer çalışma alanlarında, hem düşük hem de yüksek aydınlık lüks değerlerinden kaçınılmalıdır. Optimal aydınlatma düzeyleri, çalışanların konforunu artırır, iş performansını artırır ve genel olarak daha sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlar. Bu nedenle, aydınlatma düzeylerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması önemlidir. Bir tesis, gün ışığı ile doğru bir biçimde aydınlatılmış olsa bile, kapalı hava koşullarında, kış aylarında, kimi zaman tüm gün, kimi zaman ise, günün erken ve geç saatlerinde ve akşam vardiyalarında, yapma aydınlatmaya gereksinim vardır. Yapma aydınlatma tasarımında amaç; aydınlığın niceliği ve niteliği yönünden gerekli koşulları sağlayacak, etkin enerji (uygun enerji) kullanımlı, uzun ömürlü (dayanıklı) ve en az bakım gerektiren düzenleri oluşturmaktır. Bu amaçla, lamba (ışık kaynağı) seçimi, aydınlatma armatürü (aygıtı) seçimi, aydınlatma düzeni, tasarımı gerçekleştirmede en önemli etkenlerdir. LED teknolojisi ayrıca geleneksel lamba, floresan lambalar ve kompakt floresan lambalar ve aydınlatma cihazlarına göre birçok avantaj sağlar. Bu avantajlar arasında uzun kullanım ömrü, önemli ölçüde daha düşük enerji tüketimi (%90 daha verimli), daha düşük bakım maliyeti ve daha yüksek güvenlik sağlaması sayılabilir.



Şekil 21: Işığın İnsan İşleyişi Üzerindeki Potansiyel Etkileri Şeması

Tablo 39: Aydınlatma Değişim Tablosu

Mevcut Aydınlatma Armatürleri			Önerilen Aydınlatma Armatürleri		
Armatür Tipi	Gücü (Watt)	Adet	Armatür Tipi	Gücü (Watt)	Adedi
1x18 Floresan Armatür	18 W	2982	LED Tube Floresan	9 W	2982

Tablo 40: 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)
1x18 Floresan Armatür	2.982	18	4	300	4,13	265.727	64.411
Led Lamba	65	9	4	300	4,13	2.896	702
Led Lamba	128	20	4	300	4,13	12.673	3.072
Toplam						281.296	68.185

Tablo 41: Aydınlatma Değişim Sonrası Enerji Tüketimi Tablosu

Armatür Tipi	Armatür Sayısı	Armatür Gücü	Çalışma Süresi (Saat/Gün)	Çalışma Süresi (Gün/Yıl)	Elektrik Birim Fiyat (TL/kWh)	Ödenen Tutar (TL)	Tüketim (kWh)	Birim Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)
LED Tube Floresan	2.982	9	4	300	4,13	132.863	32.206	₺107,00	₺319.074,00
Toplam						132.863	32.206		₺319.074

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 42: EN 12464-1: 2011 Standardına Göre En Az Aydınlık Düzeyleri Tablosu

Alan Adı	En az Aydınlık 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

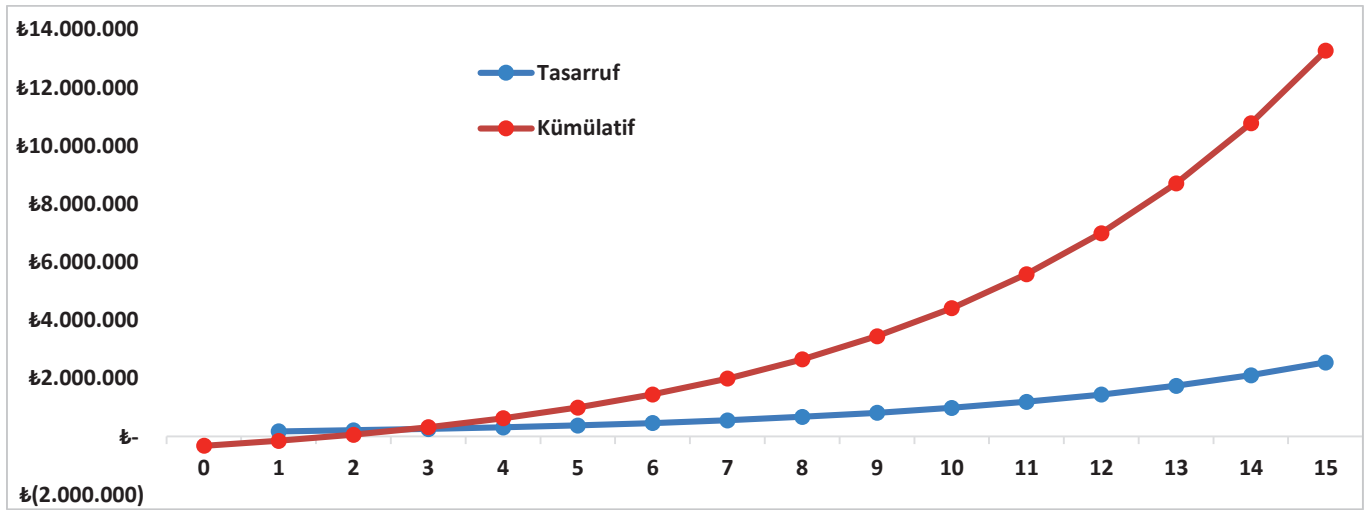
6.4.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Yerleşkedeki binalarda bulunan ve LED olmayan armatürlerin arızalanması durumunda LED tube floresan armatürlere dönüşümü önerilmektedir. 18 W floresan için 9 W LED tube floresan kullanılabilir. Değişim yapılması durumunda elde edilebilecek tasarruf miktarları tablo olarak verilmiştir.

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

Tablo 43: 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	35.980	3,09	39,25%	148.433	15,80
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	319.074	2,15	Orta Vade	2.690.285	75%	15



Grafik 32: 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 orta gerilim (OG) 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

Tablo 44: 1 Temmuz 2024 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler Tablosu

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



AKEDAŞ ELEKTRİK PERAKENDE SATIŞ ANONİM
ŞİRKETİ
GAYBERLİ MAH. 28043. SOKAK A BLOK No:45/A
ONIKİŞUBAT/ KAHRAMANMARAŞ
Tel: 0344 221 35 10 Fax: 0344 223 53 24
Web Sitesi: WWW.AKEDAS.COM.TR /
BILGI@AKEDAS.COM.TR
Vergi Dairesi: ASLANBEY
VKN: 0230311459
TİCARET SİCİL NO: 12325
MERSİS NO: 0023-0311-4590-0019



e-Fatura



SAYIN

KSÜ STRATEJİ GELİŞTİRME DAİRE BAŞKANLIĞI

Efsus Turan Mh. - D.No:- AFŞİN KAHRAMANMARAŞ
Tel: 544 3731140
Vergi Dairesi: ASLANBEY
VKN: 7880028238
MUSTERİ NO: 1101071545
ABONENO: 100000688371

ETTN: 750E3AD4-C434-1EEF-B9F6-F925E5823B74

Özelleştirme No:	TR1.2
Senaryo:	TEMELFATURA
Fatura Tipi:	SATIS
Fatura No:	ABN2025000028865
Fatura Tarihi:	10.02.2025
Son Ödeme Tarihi:	11.02.2025

Sıra No	Mal Hizmet	Miktar	Birim Fiyat	Mahsup/İlave Tutar	Mahsup KWH	Mal Hizmet Tutarı
1	Enj.Tük.Bed.	15.818,88 KWH	2,809101 TRY			44.436,83 TRY
2	Elk.Dağ. Bed.	15.818,88 KWH	1,171606 TRY			18.533,49 TRY
Mal Hizmet Toplam Tutarı						62.970,32 TRY
Hesaplanan BTV						2.221,84 TRY
Hesaplanan KDV						13.038,43 TRY
KDV Dahil Toplam Tutar						78.230,59 TRY
Ödenecek Tutar						78.230,59 TRY

İkili Anlaşma İle Elektrik Temin Eden Tüketicilerde taahhüdün bozulması halinde uygulanacak cayma bedellerinin uygulama esasları :	
Tüketimi düşük serbest tüketici belirsiz süreli ikili anlaşmayı cayma bedeli ödemeksizin feshedebilir. Tüketimi düşük serbest tüketici dışındaki tüketiciler ise ilgili sözleşme süresi içinde Tüketicieye sağlanan indirim tutarları ile son ödediği fatura tutarının 2 (iki) katını faizi ile birlikte en geç 10 (on) gün içerisinde ödemekle yükümlüdür.	
Yapınız Ağır Hasar, Acil Yıkılacak veya Yıkık ise ilgili Kurumdan alacağınız bina hasar durumu belgesi ile Şirketimize başvuruda bulunmanız gerekmektedir.	
Diğer Bilgiler	
İşletme Adı	AKEDAŞ ELEKTRİK PERAKENDE SATIŞ A.Ş.
Müşteri Numarası	1101071545
Sözleşme Hesap Numarası	100000688371
Tesisat Numarası	4500469741

<https://butunlesik.hmb.gov.tr/hys/mys-efaturaislemleri/efatura/view?faturaEtn=750E3AD4-C434-1EEF-B9F6-F925E5823B74>

1/2

Şekil 22: K.S.Ü. Afşin MYO Mahzuni Şerif Yerleşkesi Kasım 2024 Tarihli Elektrik Faturası

Tarife analizi yapılırken Ocak 2025 tarihli elektrik faturası esas alınmıştır. Faturada bulunan gündüz, puant gece tüketimleri tablo olarak verilmiştir.

Tablo 45: Ocak 2025 Faturası Gündüz-Puant-Gece Tüketim Değerleri

Ay	Toplam Tüketim kWh	Gündüz Tüketim kWh	Puant Tüketim kWh	Gece Tüketim kWh
Ocak 2025	14.986	8.953	2.331	3.701

6.5.3. Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

EPDK tarafından yayınlanan 2024 tüketici tarifeleri temin edilmiş ve faturalarda uygulanan birim fiyatları tespit edilmiştir.

Tablo 46: EPDK Tarafından Yayınlanan 1 Temmuz 2024'ten İtibaren Uygulanan Tarife

Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile diğer (kr/kWh)		Tek Zaman	Gündüz	Puant	Gece	Dağıtım
EPDK Tarafından Onaylanan 1 Temmuz 2024 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün ve altı)	246,37	310,46	518,09	145,26	139,58
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün üstü)	306,84	310,46	518,09	145,26	139,58

Tablo 47: Tarife Karşılaştırma Tablosu-1

Ulusal Tarife Tek Terim Tek Zaman			Ulusal Tarife Tek Terim Çok Zaman		
Gündüz Tüketim (kWh)	8.953	60%	Gündüz Tüketim (kWh)	8.953	60%
Puant Tüketim (kWh)	2.331	16%	Puant Tüketim (kWh)	2.331	16%
Gece Tüketim (kWh)	3.701	25%	Gece Tüketim (kWh)	3.701	25%
Toplam Tüketim (kWh)	14.986	100%	Toplam Tüketim (kWh)	14.986	100%
	Birim Fiyat	Tutar		Birim Fiyat	Tutar
Gündüz Bedeli (TL)	3,06	27.402	Gündüz Bedeli (TL)	3,10	27.727
Puant Bedeli (TL)		7.136	Puant Bedeli (TL)	5,17	12.061
Gece Bedeli (TL)		11.328	Gece Bedeli (TL)	1,44	5.348
Ara Toplam (TL)		45.866	Ara Toplam (TL)		45.135
Dağıtım Bedeli (TL)	1,17	17.557	Dağıtım Bedeli (TL)	1,17	17.557
Enerji Fonu (TL)	7,88%	3.614	Enerji Fonu (TL)	7,88%	3.557
Belediye Vergi (TL)	0,00%	0	Belediye Vergi (TL)	0,00%	0
Toplam (TL)		67.038	Toplam (TL)		66.249
KDV (TL)		13.408	KDV (TL)		13.250
Genel Toplam (TL)		80.445	Genel Toplam (TL)		79.499

Tablo 48: Tarife Karşılaştırma Tablosu-2

Ulusal Tarife Çift Terim Tek Zaman			Ulusal Tarife Çift Terim Çok Zaman		
Gündüz Tüketim (kWh)	8.953	60%	Gündüz Tüketim (kWh)	8.953	60%
Puant Tüketim (kWh)	2.331	16%	Puant Tüketim (kWh)	2.331	16%
Gece Tüketim (kWh)	3.701	25%	Gece Tüketim (kWh)	3.701	25%
Toplam Tüketim (kWh)	14.986	100%	Toplam Tüketim (kWh)	14.986	100%
	Birim Fiyat	Tutar		Birim Fiyat	Tutar
Gündüz Bedeli (TL)	3,07	27.456	Gündüz Bedeli (TL)	3,10	27.780
Puant Bedeli (TL)		7.149	Puant Bedeli (TL)	5,18	12.074
Gece Bedeli (TL)		11.350	Gece Bedeli (TL)	1,45	5.370
Ara Toplam (TL)		45.955	Ara Toplam (TL)		45.225
Dağıtım Bedeli (TL)	0,94	14.075	Dağıtım Bedeli (TL)	0,94	14.075
Sözleşme Gücü (kW)	0		Sözleşme Gücü (kW)	0	
Fatura Hesap Süresi (AY)	1		Fatura Hesap Süresi (AY)	1	
Güç Bedeli (kW)	32,25	0	Güç Bedeli (kW)	32,25	0
Güç Aşımı (kW)	0		Güç Aşımı (kW)	0	
Güç Aşım Bedeli	64,49	0	Güç Aşım Bedeli	64,49	0
Enerji Fonu (TL)	7,88%	3.621	Enerji Fonu (TL)	7,88%	3.564
Belediye Vergi (TL)	0,00%	0	Belediye Vergi (TL)	0,00%	0
Toplam (TL)		63.652	Toplam (TL)		62.864
KDV (TL)		12.730	KDV (TL)		12.573
Genel Toplam (TL)		76.382	Genel Toplam (TL)		75.436

6.5.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

TEDAŞ 2024 güncel birim fiyatları ve tesisin satın aldığı özel tedarikçi birim fiyatları ile uygulanan mevcut indirim oranı ulusal tarife değerlerine göre hesaplanmıştır. “2024 yılı İndirim Oranı ile Tarife Karşılaştırma Özet Tablosu” KDV dâhil edilmeden hesaplanmıştır. Tarife analizi sonuçlarına göre, ulusal tarife değerleri incelendiğinde tesis için en uygun seçeneğin “Çift Terim Çok Zamanlı Tarife” olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda dağıtım şirketi tarafından uygulanan indirimli tarife koşullarının devam etmesi durumunda, bu seçeneğin daha kârlı olacağı öngörülmektedir.

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.

Tablo 49: 2024 Yılı İndirim Oranı ile Tarife Karşılaştırma Özet Tablosu

Maliyet Karşılaştırması (TL)				
Mevcut Tarife	Tek Terim	Tek Zaman	62.970	0,00%
Ulusal Tarife	Tek Terim	Tek Zaman	67.038	-6,46%
		Çok Zaman	66.249	-5,21%
	Çift Terim	Tek Zaman	63.652	-1,08%
		Çok Zaman	62.864	0,17%

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 ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Belgesi hazırlık aşamasındadır. Hazırlanması durumunda ekte verilecektir.

Enerji Yönetim Sisteminin Temel Unsurları;

1. Politika Geliştirme:

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

2. Enerji Tüketimi Analizi:

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

3. Hedef ve Planlama:

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

4. İzleme:

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

5. Eylem ve İyileştirme:

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



Şekil 23: ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi

7.1.1. Enerji Yönetim Sisteminin Faydaları

- **Maliyet 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.

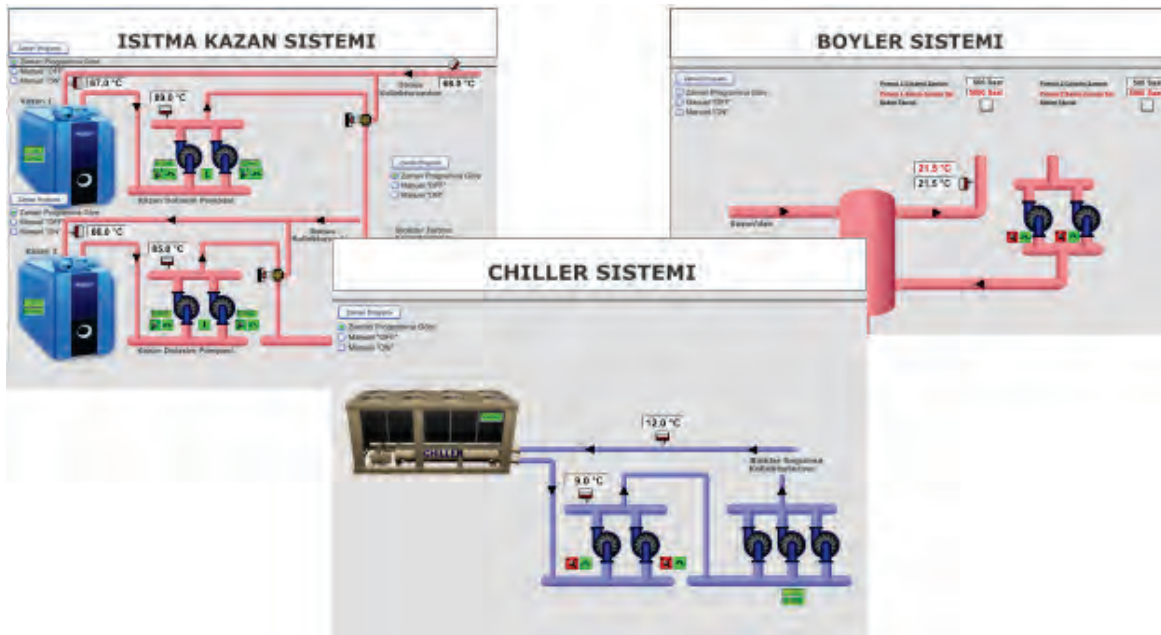
7.1.2. Enerji Yönetim Sisteminin Uygulama Süreci

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 24: 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 iki 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. Ancak ısıtma kazanlarının dış hava sensörü ile kontrol edilmesi bu tür binalar için önem arz etmektedir.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

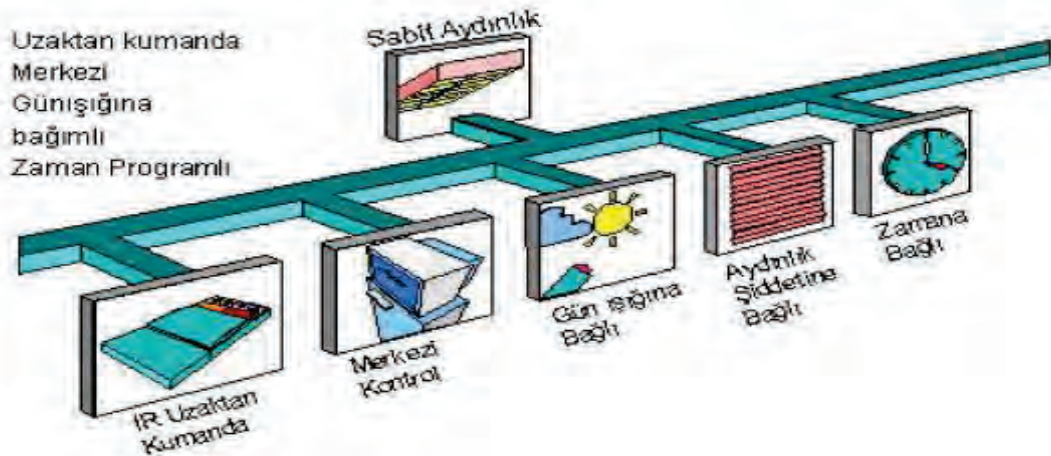
Hareket Sensörleri ve Zamanlayıcılar: Odalardaki hareket sensörleri ve zamanlayıcılar kullanarak, odaların kullanılmadığı zamanlarda fan coil sistemlerini otomatik olarak kapatmak enerji tasarrufu sağlar.

Bina İzleme ve Kontrol Sistemleri: Fan coil sistemlerini izlemek ve kontrol etmek için entegre bir bina yönetim sistemi (BYS) kullanabilirsiniz. Bu sistemler, fan coil ünitelerinin performansını izleyebilir, enerji tüketimini analiz edebilir ve gereksiz enerji harcamalarını belirleyerek optimize edebilir.

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

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

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



Şekil 25: Aydınlatma Otomasyon Planı

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

Aydınlatma sistemlerinde yapılabilecek otomasyon sistemleri;

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



Şekil 26: Varlık ve Gün Işığı Detektörü

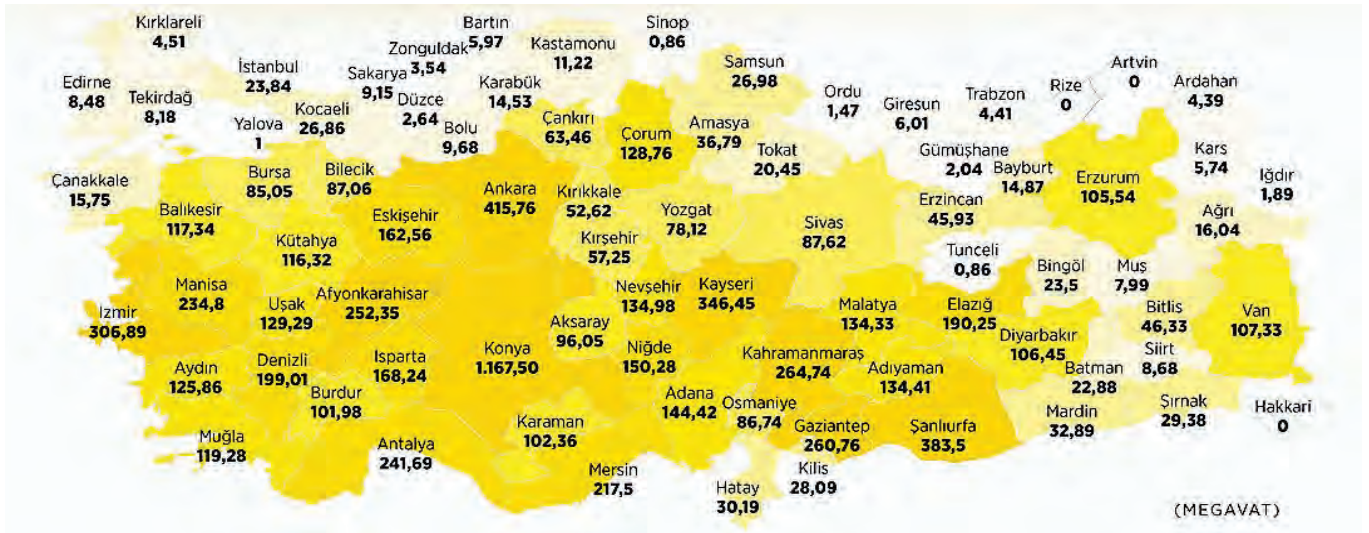
8. YERİNDE ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ

8.1. GES Sistemi

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

8.1.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

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



Şekil 27: Türkiye GES Haritası

8.1.2. Ölçümler ve Tespit

Tesis bünyesinde GES kurulumu yapılabilecek alanlara ilişkin bilgiler yaklaşık olarak hesaplanmış olup aşağıda tablo olarak verilmiştir. Gerekli net değerler yerinde ölçümler alınıp fizibilite çıkarılarak tespit edilmelidir.

Güneş enerji santrali bölgesinde güneş ışımasını 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 ışıması 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 için yapılan fizibilite çalışmaları neticesinde GES sistemi kurabilmek için en uygun alanın tesis çatısında bulunan 1.000 m² alan olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlara kurulabilecek GES sistemi gücü ile üretilebilecek elektrik enerjisi yaklaşık olarak hesaplanmıştır

Tablo 50: GES Kurulum Alanı

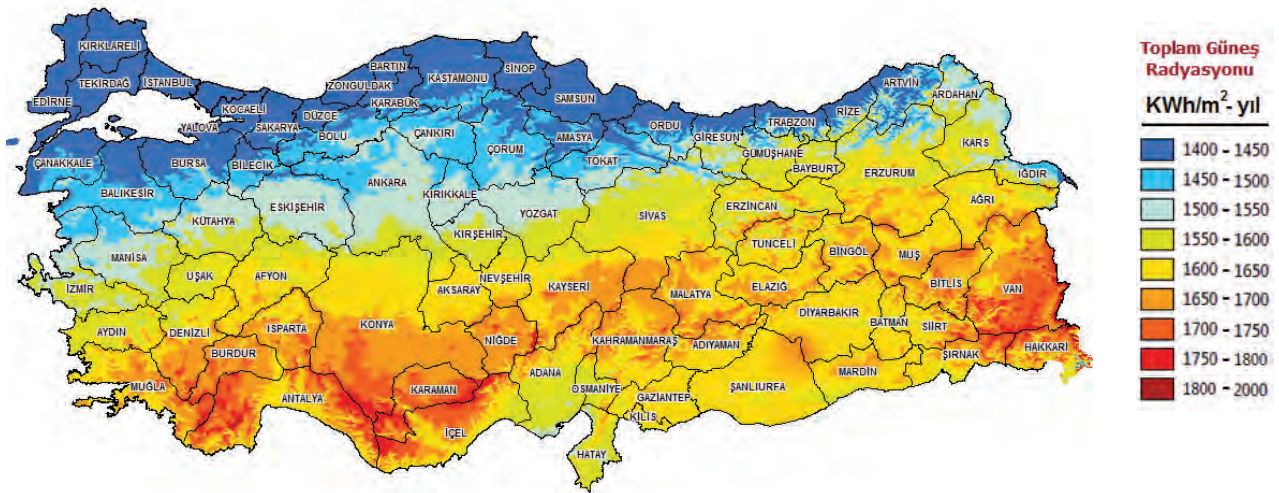
GES Kurulum Bölgesi	Kullanım Alanı (m ²)
Çatı Alanı	1000 m ²



Şekil 28: Çatı GES Çalışma Alanı Uydu Görüntüsü

8.1.3. Hesaplamalar ve Değerlendirme

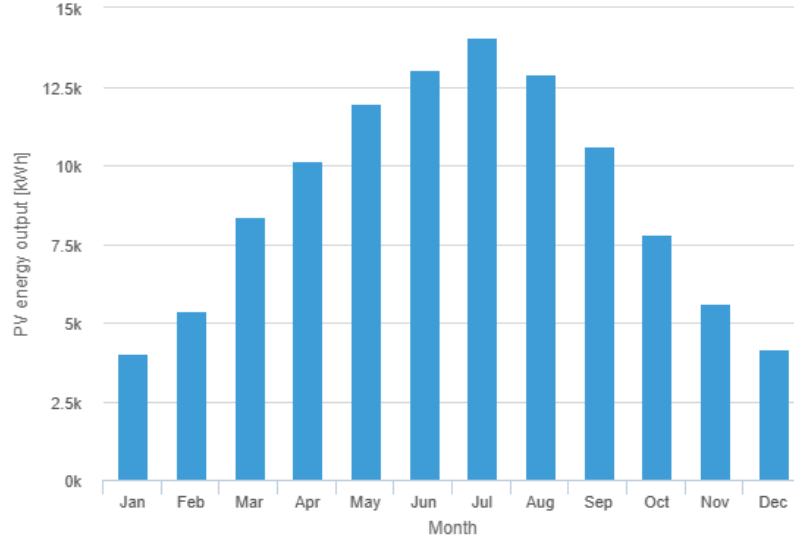
Gerçekleştirilen teknik ve mali analizler sonucunda, önerilen Güneş Enerjisi Santrali (GES) yatırımının çatı üzerine kurulan için yıllık bazda yaklaşık %99,33 oranında enerji tasarrufu sağlayacağı öngörülmüştür.



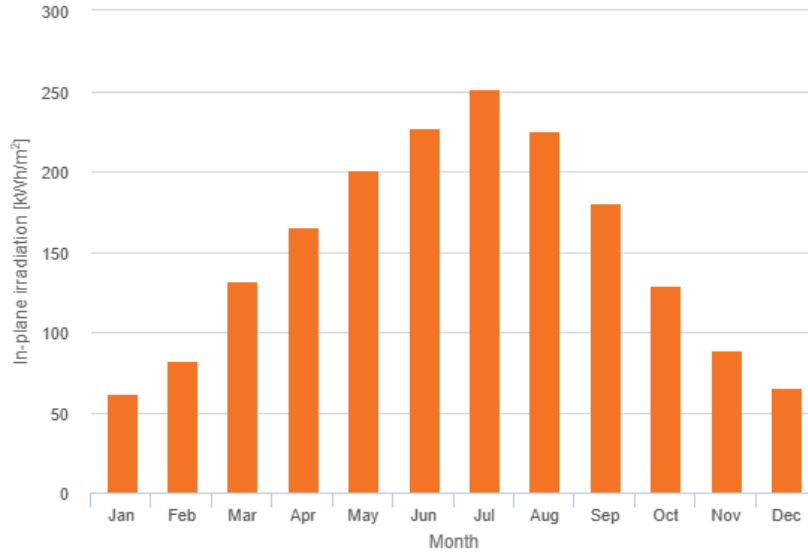
Şekil 29: Türkiye Güneş Radyasyon Haritası

Tablo 51: GES Sistemi Kurulumu Bilgileri Tablosu

Kurulacak Alan (m ²)	Kurulu Güç	Panel Sayısı	Üretilecek Elektrik Enerjisi
1.000 m ² – Çatı Alanı	78 kWp	144 Adet	107.930 kWh



Grafik 33: Çatı GES Projesi Aylık Elektrik Üretim Grafiği



Grafik 34: Kahramanmaraş Işınım Miktarı Grafiği

Yapılan bu hesaplamalar yaklaşık alan üzerinden teorik bilgilerle yapılmıştır. Net değerlere ulaşabilmek için GES sistemi konusunda uzman bir firma ile iletişime geçilerek keşif çalışmalarının yapılması gerekmektedir. 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. Projenin risk faktörü göz önüne alınarak ekonomik ömrü yaklaşık 20 yıl olan bu sistem için çatı GES projesinde yaklaşık 15 yıl süresince kâr edeceği hesaplamalar sonucu görülmektedir.



Şekil 30: 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.

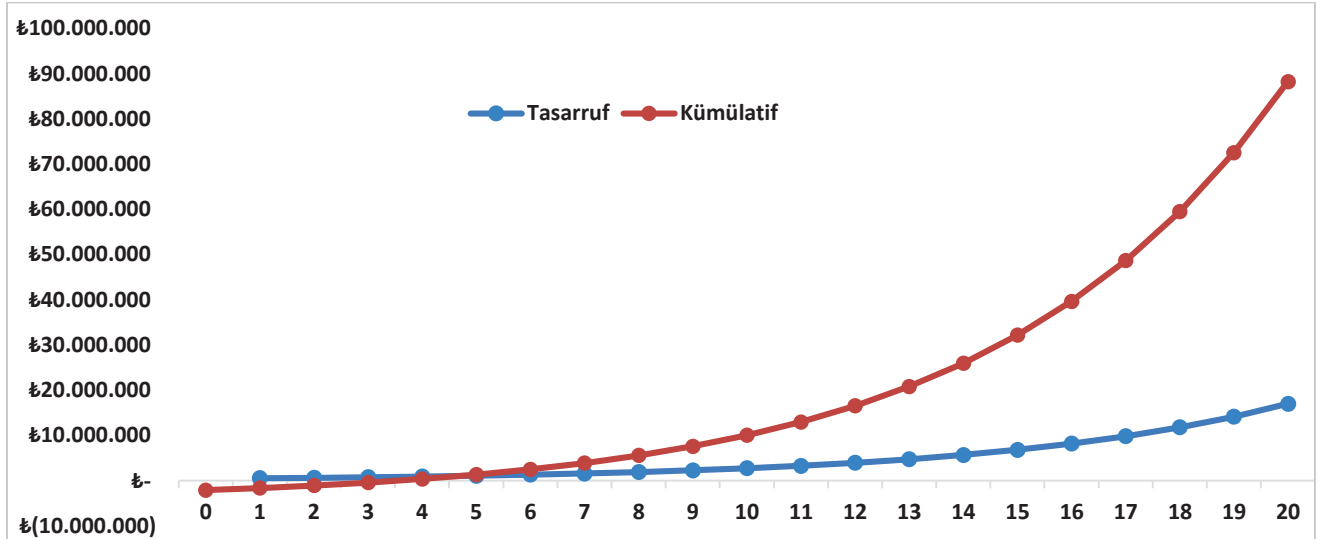
Kir ve Çamur: Güneş panellerinin yüzeyinde biriken kir, çamur veya kar, ışığın hücrelere ulaşmasını engelleyebilir ve verimliliği azaltabilir.

Güneş panellerinin tipik verimliliği genellikle %15 ila %22 arasında değişir. Ancak, en yeni teknolojiler ve tasarımlar daha yüksek verimlilik seviyelerine ulaşabilir. Yapılan hesaplamalar sonucunda çatı GES sistemi kurulumu yapılması durumunda yılda yaklaşık 107.930 kWh elektrik enerjisi üretilebileceği görülmüştür. Bu değer ile tesisin 2024 yılı elektrik tüketimleri referans alındığında %117,74 oranında bir tasarruf sağlanacaktır.

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

Tablo 52: Çatı GES Sistemi Kurulumu Projesi

Önlem	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı
		kWh / Yıl	TEP / Yıl	Yüzde	TL / Yıl	Ton
Çatı GES Sistemi Kurulumu	Elektrik	107.930	9,28	117,74%	445.262	47,38
	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı	Net Bugünkü Değer	İç Kârlılık Oranı	Önlem Ömrü
	TL	Yıl	Vade	TL	Yüzde	Yıl
	2.104.553	4,73	Uzun Vade	9.166.102	41%	20



Grafik 35: 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 ısınısını 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 31: Güneş Kolektörü Panelleri

8.2.1. Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesiste yapılan incelemelerde güneş kolektörlerinin bulunmadığı görülmüştür.

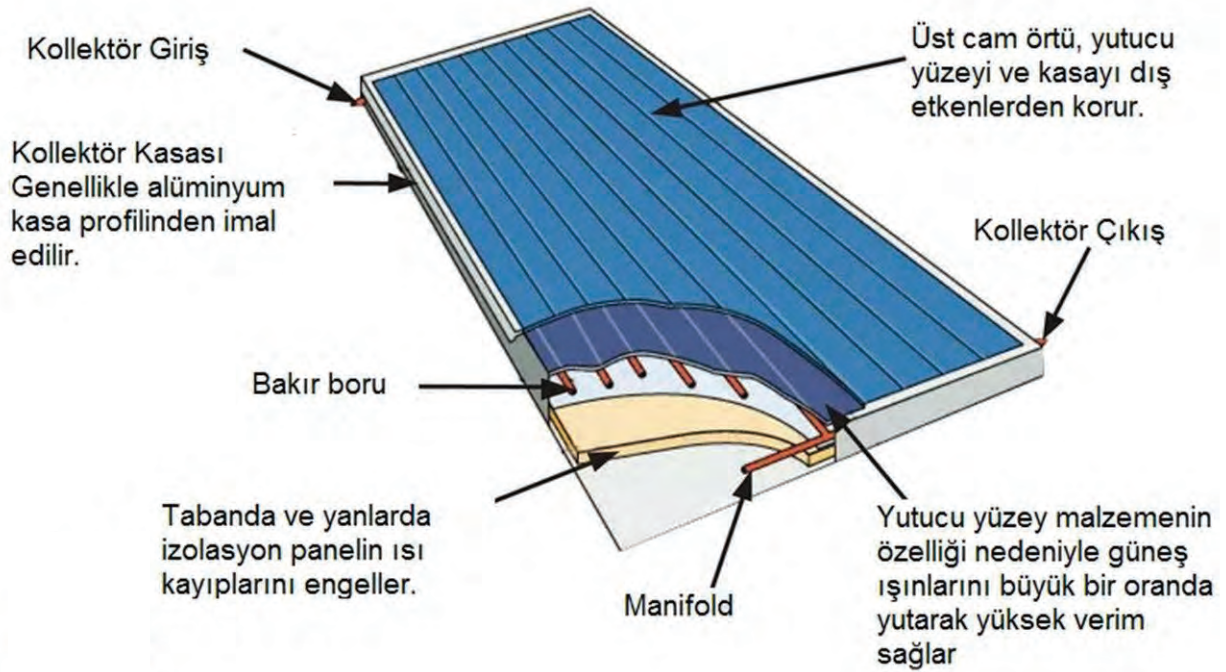
Güneş kolektörleri sistemlerine göre 4 ana başlık altında ayrılır; Açık sistemler, kapalı sistemler, pompalı sistemler ve tabii dolaşımli sistemler.

Açık Sistemler

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

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

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



Şekil 32: Güneş Kolektörü İç Yapısı

Kapalı Sistemler

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

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

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

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

Pompalı Sistemler

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

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

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

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

Tabii Dolaşımli Sistemler

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

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

Tesiste sadece 1 bina bulunup bu binalar için sıcak su ihtiyacı bulunmamaktadır. Bu sebeple güneş kolektörü kurulumu projesi önerilmemektedir ve bu sistem için tasarruf miktarı hesaplamaları yapılmamıştır.

8.2.4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tesise güneş kolektörü sisteminin kurulması önerilmemektedir. Ancak sistemin birçok avantajı bulunmaktadır.

Güneş kolektörü sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisini kullanarak ısıtma ve enerji üretimi sağlar. Bu sistemin avantajlarını sıralayacak olursak:

1. Enerji Tasarrufu

Güneş enerjisi ücretsizdir ve güneş kolektörleri, bu enerjiyi doğrudan ısıya çevirerek enerji maliyetlerini düşürür.

Elektrik veya fosil yakıt ihtiyacını azaltır, özellikle sıcak su ihtiyacı ve ısıtma için önemli bir enerji kaynağı oluşturur.

2. Çevre Dostu

Güneş kolektörleri, fosil yakıt kullanımı gerektirmediği için karbon salınımını azaltır.

Hava kirliliğini azaltarak çevreye daha az zarar verir.

3. Ekonomik Avantajlar

İlk yatırım maliyeti yüksek olabilir, ancak uzun vadede enerji maliyetlerinden büyük ölçüde tasarruf sağlar.

Devlet teşvikleri ve vergi indirimlerinden yararlanma imkânı olabilir.

4. Düşük Bakım Maliyeti

Güneş kolektörleri genellikle uzun ömürlü ve dayanıklı sistemlerdir.

Bakım gereksinimi minimum düzeydedir.

5. Geniş Kullanım Alanı

Evsel sıcak su ihtiyacı, havuz ısıtma, merkezi ısıtma sistemleri ve endüstriyel uygulamalarda kullanılabilir.

Kırsal bölgelerde ve enerji şebekesine erişimi olmayan alanlarda etkin bir çözüm sunar.

6. Enerji Bağımsızlığı

Güneş enerjisi yerel olarak kullanılabilir, bu da enerji ithalatına olan bağımlılığı azaltır.

Elektrik kesintilerinden etkilenmeden enerji sağlayabilir.

Güneş kolektörleri, hem bireysel hem de toplumsal seviyede enerji verimliliğini artırarak sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir rol oynar. Bu nedenle, çevresel farkındalık ve enerji maliyetlerinin düşürülmesi açısından oldukça değerlidir.