AKTÜEL ENERJİ

Aktüel Enerji Anonim Şirketi | Aktüel Energy Incorporated

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜT RAPORU

Hazırlayanlar

Adı Soyadı:	Sertifika No:
İbrahim MERT	0321
Mesut YALAVUZ	0320

12 Aralık 2025
Kırıkkale
Revizyon No: 0

ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜDÜNÜN AİT OLDUĞU İDARE BİLGİLERİ

Kurum Adı	: Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Birim Adı	: Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı
İrtibat Kişisi	: Ahmet ŞAHİN
E-posta	: ahmetsahin@kku.edu.tr
Tel/Fax	: 0506 693 0372
Web	: https://kku.edu.tr

ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK ŞİRKETİ BİLGİLERİ

Şirketin Adı/Unvanı	**:** Aktüel Enerji A.Ş.
Adres	**:** Yakuplu Mah. Kanuni Cad. No:28/10 Beylikdüzü/İST
E-Posta	**:** info@aktuelenerji.com
Tel/Fax	**:** 0212 426 54 02
Web	**:** www.aktuelenerji.com
Etüt-Proje Uzmanı ve Sertifika No	**:** İbrahim MERT - *0321* Mesut YALAVUZ - *0320*
EKB Uzmanı ve Sertifika No	**:** İbrahim MERT - *EĞT-0350* Mesut YALAVUZ - *EĞT-0351* Şafak EMİR - *EĞT-0354*
Etüt-Proje Ekibi (Ad/Mesleği/Sert No)	**:** İbrahim MERT / Makine Müh. / 0321 Mesut YALAVUZ / İnşaat Müh. / 0320

İÇİNDEKİLER

KABULLER TABLOSU 12
KISALTMALAR 12
REFERANS DEĞERLER 13
1 YÖNETİCİ ÖZETİ 14
1.1 BİNA veya BİNA GRUBU KÜNYESİ 15
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI 16
1.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI 16
1.4 ÇALIŞMANIN TARİHİ 16
1.5 ÖLÇÜM CİHAZLARI VE ALINAN ÖLÇÜMLER 17
1.6 ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ 18
1.7 GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER 21
2 ENERJİ TÜKETİMİ 24
2.1 BİNA BİLGİLERİ 24
2.2 TÜKETİM VERİLERİ 25
2.3 TÜKETİM ANALİZLERİ 27
2.4 REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ, REFERANS KOŞULLARI VE ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ 36
2.4.1 REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ VE REFERANS KOŞULLARI 36
2.4.2 ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ 41
3. ENERJİ PERFORMANSI 42
3 YAPISAL SİSTEMLER 45
3.1 MİMARİ YAPI 45
3.2 ISI YALITIMI DURUMU 48
3.3 DUVAR, ÇATI ve ZEMİN 52
3.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 52
3.3.2 Ölçümler ve Tespit 53
3.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 56
3.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 59
3.4 KAPI-PENCERE SİSTEMLERİ 60
3.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 60
3.4.2 Ölçümler ve Tespit 62
3.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 63
3.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 68
4 ISI SİSTEMLERİ 69

4.1 ISITMA 69
4.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 69
4.1.2 Ölçümler ve Tespit 70
4.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 75
4.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 82
4.2 SOĞUTMA 86
4.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 86
4.2.2 Ölçümler ve Tespit 88
4.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 91
4.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 91
4.3 HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME 92
4.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 92
4.3.2 Ölçümler ve Tespit 95
4.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 101
4.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 102
4.4 TESİSAT 103
4.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 103
4.4.2 Ölçümler ve Tespit 104
4.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 106
4.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 106
5 ELEKTRİK SİSTEMLERİ 107
5.1 DAĞITIM SİSTEMLERİ 107
5.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 107
5.1.2 Ölçümler ve Tespit 109
5.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 118
5.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 118
5.2 POMPA 118
5.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 118
5.2.2 Ölçümler ve Tespit 121
5.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 122
5.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 123
5.3 FAN 124
5.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 124
5.3.2 Ölçümler ve Tespit 124
5.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 124
5.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 124
5.4 BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİ 125

5.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri ... 125
5.4.2 Ölçümler ve Tespit ... 127
5.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler ... 127
5.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri ... 127
5.5 ELEKTRİK MOTORLARI ... 128
5.5.1 Sistem Tarifi ve Envanteri ... 128
5.5.2 Ölçümler ve Tespit ... 128
5.5.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler ... 128
5.5.4 Enerji Verimliliği Önlemleri ... 128
5.6 İÇ VE DIŞ AYDINLATMA ... 129
5.6.1 Sistem Tarifi ve Envanteri ... 129
5.6.2 Ölçümler ve Tespit ... 130
5.6.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler ... 132
5.6.4 Enerji Verimliliği Önlemleri ... 133
5.7 TARİFE ANALİZİ ... 135
5.7.1 Sistem Tarifi ve Envanteri ... 135
5.7.2 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler ... 135
5.7.3 Enerji Tasarruf İmkanları ... 136
5.8 KOMPANZASYON ... 137
5.8.1 Sistem Tarifi ve Envanteri ... 137
5.8.2 Ölçümler ve Tespit ... 137
5.8.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler ... 139
5.8.4 Tasarruf Önlemleri ... 139
6 ENERJİ YÖNETİMİ ... 140
6.1 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ ... 140
6.1.1 Sistem Tarifi ve Uygulamalar ... 140
6.1.2 Tespit ... 140
6.1.3 Değerlendirmeler ... 141
6.1.4 Enerji Tasarruf İmkânları ... 143
6.2 BİNA OTOMASYONU ... 145
6.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri ... 145
6.2.2 Ölçümler ve Tespit ... 145
6.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler ... 150
6.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri ... 150
6.3 ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE OFİS EKİPMANLARI ... 151
6.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri ... 151
6.3.2 Ölçümler ve Tespit ... 151

6.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 151
6.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 151
7 YERİNDEN ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ 152
7.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 152
7.1.2 Ölçümler ve Tespit 152
7.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 154
7.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 155
8 TEŞEKKÜR 157
9 EKLER (CD İçerisindedir): 157

TABLOLAR

Tablo 1. Elektrik ve doğalgaz için referans alınan değerler ... 13
Tablo 2. Ölçüm Cihazları Kalibrasyon Bilgileri ... 17
Tablo 3. Enerji Tüketim Miktarları ve Maliyeti ... 18
Tablo 4. Enerji Verimliliği Önlemleri ... 21
Tablo 5. Enerji Tasarruf Oranları ... 23
Tablo 6. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti ... 25
Tablo 7. 2023 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti ... 25
Tablo 8. 2024 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti ... 25
Tablo 9. 2024 Yılı Toplam Enerji Tüketim Tablosu ... 26
Tablo 10. 2022 Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri ... 27
Tablo 11. 2023 Yılı Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri 27
Tablo 12. 2024 Yılı Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri 28
Tablo 13. 2022 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri ... 29
Tablo 14. 2023 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri ... 29
Tablo 15. 2024 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri ... 30
Tablo 16. 2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı ... 31
Tablo 17. 2023 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı ... 31
Tablo 18. 2024 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı ... 32
Tablo 19. Aylara Göre Enerji Yoğunluğu Tablosu (2023 verilerine göre) ... 33
Tablo 20. Tüketim Analizleri Tablosu ... 35
Tablo 21. Doğalgaz Referans Enerji Regresyon Analizi Veri Seti ... 37
Tablo 22. Doğalgaz Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi ... 38
Tablo 23. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Veri Seti ... 39
Tablo 24. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi ... 40
Tablo 25. Referans Tüketim ve Ölçme Doğrulama Opsiyon Tablosu ... 41
Tablo 26. Binanın Enerji Kimlik Belgesi Sonuçları ... 42
Tablo 27. Enerji Kimlik Belgesi Detaylı Sonuçları ... 42
Tablo 28. Binanın Yapısal Özellikleri ... 45
Tablo 29. TS825 Uygunluk Tablosu ... 48
Tablo 30. Yapı Bileşenlerinin TS825'e uygunluğu ... 48
Tablo 31. Yapı Bileşenleri Tablosu ... 52
Tablo 32. Binanın TS825 Özgül Isı Kaybı Çizelgesi ... 56
Tablo 33. TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı ... 59
Tablo 34. Pencere ve Cam Alanları ve Özellikleri ... 60
Tablo 35. Pencere ve Cam Alanların U Değeri ... 63
Tablo 36. TS 825 A.4 Çizelgesine Göre Pencerenin U Değeri (Up) Hesaplanması ... 63
Tablo 37. Envanter Tablosu ... 69
Tablo 38. 1-Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri ... 72
Tablo 39. 2-Kazan Yüzey Sıcaklıkları ve Alanları ... 72
Tablo 40. 3-Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri ... 72
Tablo 41. Kazan Yüzey Sıcaklıkları ve Alanları ... 72
Tablo 42. 1-Kazan Isı Kayıpları ... 75
Tablo 43. 2-Kazan Isı Kayıpları ... 75
Tablo 44. 2-Kazan Isı Kayıpları ... 75
Tablo 45. Isıtma Sistemi İyileştirmeleri Yaklaşık Maliyet Analizi ... 84
Tablo 46. Kazan İyileştirmeleri Tasarruf Analizi ... 84
Tablo 47. Kazan İyileştirmeleri Finansal Analiz Tablosu ... 85
Tablo 48. Bina Toplam Soğutma Yükü ... 88
Tablo 49. Chiller Verim Hesabı ... 91

Tablo 50. Klima Santralleri Envanter Listesi 94
Tablo 51. HKS 20 Hız-Debi Ölçümü 95
Tablo 52. Klima Santrali Ölçüm Değerleri 95
Tablo 53. İç Ortam Kalitesi Ölçüm Sonuçları 100
Tablo 54. Fan Verim Hesabı 101
Tablo 55. Trafo Listesi 107
Tablo 56. Pompa Envanter Listesi 118
Tablo 57. Pompa Ölçümleri 121
Tablo 58. Klima Santrali Isıtma Pompası Verim Hesabı 122
Tablo 59. Chiller Sirkülasyon Pompası Verim Hesabı 122
Tablo 60. Basınçlı Hava Sistemi Envanter Listesi 125
Tablo 61. Aydınlatma Envanter Listesi 129
Tablo 62. Aydınlık Seviyesi Ölçüm Sonuçları 131
Tablo 63. Toplam Armatür Gücü 132
Tablo 64. Önerilen LED Armatürler 132
Tablo 65. Önerilen LED Armatür Gücü 132
Tablo 66. LED Dönüşümü Tasarruf Miktarı 133
Tablo 67. LED Dönüşümü Maliyet Analizi 133
Tablo 68. LED Dönüşümü Tasarruf Analizi ve Geri Ödeme Süresi 133
Tablo 69. Aydınlatma LED Dönüşümü Finansal Analiz Tablosu 134
Tablo 70. Tarife Analizi 135
Tablo 71. ISO 50001 Yönetim sistemi Kurulması Tasarruf Analizi 143
Tablo 72. ISO 50001 Yönetim Sistemi Kurulması Finansal Analiz Tablosu 144
Tablo 73. GES Elektrik üretimi ve Bina Elektrik Tüketimi Karşılaştırma Tablosu 154
Tablo 74. GES Kurulumu Enerji Tasarruf Miktarları ve Geri Ödeme Süresi 155
Tablo 75. GES Yatırımı Finansal Analiz Tablosu 155

RESİMLER

Resim 1. KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi Genel Görünüşleri 24
Resim 2. EKB Ön Hesap Sonuç Raporu Sayfa 1/2 43
Resim 3. EKB Ön Hesap Sonuç Raporu Sayfa 2/2 44
Resim 4. KKÜ Diş Hekimliği Uydu Görüntüsü 45
Resim 5. Vaziyet Planı 46
Resim 6. Cephe Görünüşleri 46
Resim 7. Kat Planları 47
Resim 8. Kesit Görünüşleri 47
Resim 9. Dış Cephe Termal Kamera Ölçümleri 49
Resim 10. Dış Cephe Termal Kamera Ölçümleri 50
Resim 11. Dış Cephe Termal Kamera Ölçümleri 51
Resim 12. Kompozit Kaplamalı ve Cam Giydirme Cepheler 52
Resim 13. Kompozit Kaplamalı Duvarlarda Tespit Edilen 8cm Taşyünü Yalıtımı 53
Resim 14. Binaya Ait Düz Çatı 54
Resim 15. Binaya Ait Kırma Çatı 54
Resim 16. Kompozit Kaplamalı 8cm Taşyünü Yalıtımlı **Tuğla** Duvar Kesiti 55
Resim 17. Kompozit Kaplamalı 8cm Taşyünü Yalıtımlı **Betonarme** Duvar Kesiti 55
Resim 18. Bina Pencereleri Genel Görünüş 60
Resim 19. Bina Pencereleri Genel Görünüş 61
Resim 20. Fotoselli Giriş Kapıları 61
Resim 21. 16mm Hava Boşluklu Alüminyum Doğramalı Pencere ve Etiketi 62
Resim 22. 12mm Hava Boşluklu Alüminyum Doğramalı Açılır Pencere ve Etiketi 62
Resim 23. Pencere ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri 64
Resim 24. Pencere ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri 65
Resim 25. Pencere Termal Kamera Ölçümleri 66
Resim 26. Pencere ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri 67
Resim 27. Fotoselli ve Cam Kapılar Termal Kamera Ölçümü 68
Resim 28. Isıtma Kazanları 69
Resim 29. Boylerler 69
Resim 30. Kazan ve Etiketi 70
Resim 31. Baca Gazı Ölçümü 71
Resim 32. Termal Kamera Ölçümü 71
Resim 33. Su İletkenlik Ölçümleri 71
Resim 34. Chiller Cihazları 86
Resim 35. Chiller Etiketi 86
Resim 36. Arızalı Chiller İç Görünüm 87
Resim 37. Arızalı Chiller Kompresörü 87
Resim 38. Chiller Enerji Analizörü Ölçümü 89
Resim 39. Debi Ölçümü 90
Resim 40. Sıcaklık Ölçümleri 90
Resim 41. Örnek Klima Santrali 92
Resim 42. Klima Santrali ve Motor Etiketi 93
Resim 43. Klima Santrali Frekans İnvertörü 93
Resim 44. Havalandırma Sistemi Enerji Analizörü Ölçümü 97
Resim 45. Havalandırma Sistemi Basınç Ölçümü 98
Resim 46. Hava Hızı Ölçümü 98
Resim 47. Filtreler 99
Resim 48. Aspiratör Emiş Tarafı Kapalı Damper 99
Resim 49. Ortam Ölçümleri 101

Resim 50. Yalıtımlı ve Yalıtımsız Tesisat Elemanları 103
Resim 51. Kazandan Meydaa Gelen Su Kaçağı 103
Resim 52. UPS Sistemi ve Etiketi 107
Resim 53. Soğutma Sistemi Pompalar 119
Resim 54. Örnek Pompa Etiketleri 120
Resim 55. Pompa Frekans İnvertörleri 120
Resim 56. Pompa Enerji Ölçümü 121
Resim 57. Pompa Debi Ölçümü 121
Resim 58. Vakum Pompaları 125
Resim 59. Vakum Pompası ve Etiketi 126
Resim 60. Basınçlı Hava Kompresörü 126
Resim 61. Örnek Aydınlatma Armatürleri 129
Resim 62. Aydınlık Seviyesi Ölçümleri 130
Resim 63. Portatif Analizör ve Sabit Analizör Ölçümü 137
Resim 64. Kazan Sistemi Otomasyon Ekranı 146
Resim 65. Chiller Otomasyon Ekranı 146
Resim 66. Arıtılmış ve Şebeke Sıcak Su Boylerleri Otomasyon Ekranı 147
Resim 67. Havalandırma Sistemi Otomasyon Ekranı 148
Resim 68. Pompa Otomasyon Ekranı 149
Resim 69. Klima Santrali Otomasyon Ekranı 149
Resim 70. Otopark için “Carport” Tipi Panel Yerleşim Örneği 152
Resim 71. Otopark GES Panel Yerleşimi 153
Resim 72. Kırıkkale Yahşihan Güneşlenme Miktarları 153

GRAFİKLER

Grafik 1. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri 19
Grafik 2. 2023 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri 19
Grafik 3. 2024 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri 19
Grafik 4. Son 3 Yılın Ortalama Enerji Tüketimi Dağılım Grafiği..... 20
Grafik 5. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi 26
Grafik 6. Aylara Göre Doğalgaz Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği..... 28
Grafik 7. Aylara Göre Elektrik Tüketimi ve Derece-Gün Sayısı Grafiği..... 30
Grafik 8. Toplam Enerji Tüketimi ve Derece-Gün Sayısı Başına Tüketim Grafiği..... 32
Grafik 9. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Doğalgaz 34
Grafik 10. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Elektrik..... 34
Grafik 11. Enerji Yoğunluğu Grafiği – **Toplam** 34
Grafik 12. Kazan Termal Görüntüsü 73
Grafik 13. Kazan Termal Görüntüsü 74
Grafik 14. Kazan İyileştirmeleri Finansal Analiz..... 85
Grafik 15. Chiller Enerji Analizörü Ölçüm Sonucu 89
Grafik 16. KS-1 Aspiratör Enerji Ölçümü..... 96
Grafik 17. KS-2 Vantilatör Enerji Ölçümü..... 96
Grafik 18. EF-2 Aspiratör Enerji Ölçümü 96
Grafik 19. EF-3 Aspiratör Enerji Ölçümü 97
Grafik 20. Yalıtımsız Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 106
Grafik 21. Tek Hat Şeması 108
Grafik 22. Panolardan Alınan Termal Görüntüler..... 114
Grafik 23. 3. Kademe Harmonik Analizi..... 115
Grafik 24. Toplam Harmonik Analizi 116
Grafik 25. Güç Çekişi 117
Grafik 26. Chiller Pompa Eğrisi ve Çalışma Noktası..... 123
Grafik 27. Aydınlatma LED Dönüşümü Finansal Analiz Grafiği..... 134
Grafik 28. CosQ-Güç Faktörü Ölçümü 138
Grafik 29. ISO 50001 Yönetim sistemi Kurulması Finansal Analiz Grafiği 144
Grafik 30. GES Elektrik Üretiminin ve Elektrik Tüketimi..... 154
Grafik 31. GES Yatırımı Finansal Analiz Grafiği 156

KABULLER TABLOSU

KISALTMALAR

Bar: Basınç birimi

BEP: Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

CDD: Soğutma derece- gün sayısı

ÇŞİDB: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

DHS: Değişken Hız Sürücü, Motorların besleme frekansını değiştirerek hızını ayarlayan cihazlar. "Frekans invertörü, Frekans konvertörü, Frekans Sürücü, Invertör, Sürücü, Driver" gibi farklı isimlerle de tanımlanmaktadır.

EFF1: Eski sınıflandırmada yüksek verimli motor sınıfı (yeni IE2)

EFF2: Eski sınıflandırmada standart verimli motor sınıfı (yeni IE1)

EFF3: Eski sınıflandırmada Verimsiz motor sınıfı (yeni sınıflandırmada karşılığı bulunmuyor)

EKB: Enerji Kimlik Belgesi

EKB: Enerji Verimliliği Önlemi

GEPA: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

GES: Güneş Enerjisi Santrali

GÖS: Geri Ödeme Süresi

HDD: Isıtma derece – gün sayısı

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 (eski sınıflandırmada karşılığı bulunmuyor)

IEC 519-1992: Uluslararası Harmonik Standardı Numarası

İnşaat Alanı: Işıklıklar hariç, bodrum katı, asma kat ve çatı katı arasında yer alan mekanlar ve ortak alanlar dahil yapının inşa edilen bütün katlarının alanı.

kVA: Kilo Volt Amper

kVAr: Kilo Volt Amper Reaktif

kWh: Kilowatt-saat

kWp: Kilowatt-peak. Solar sistemlerin için güç birimi

Kullanım Alanı: Binanın inşa edilen ve kullanılabilen tüm bölümlerinin; duvarlar, kolonlar, ışıklıklar, giriş holleri, açık çıkmalar, hava bacaları, saçaklar, tesisat galerileri ve katları, ticari amaçlı olmayan ve binanın kendi ihtiyacı için otopark olarak kullanılan bölüm ve katlar,

yangın merdivenleri, asansörler, tabii zemin terasları, kalorifer dairesi, kömürlük, sığınak, su deposu ve hidrofor dairesi çıktıktan sonraki alan.

LED: Işık yayan diyot

NBD: Net Bugünkü Değer

İKO: İç Karlılık Oranı

KV: Kısa Vade, 1 yıldan kısa süre

OV: Orta Vade, 1 yıldan uzun, 2 yıldan kısa süre

UV: Uzun Vade, 2 yıldan uzun, 5 yıldan kısa süre

Perlatör: Musluk başlığında mevcut olan veya sonradan takılabilen hava ve su karışımını sağlayan su ve enerji tasarruf aracı, yabancı kaynaklarda **Tap aerator** veya **Faucet aerator** olarak da rastlanmaktadır.

Ppm: Milyondaki parça miktarı

PV: Photovoltaics. Güneşten elektrik elde edilen sistemler.

TEP: Ton Eşdeğer Petrol (Tüm enerji türlerinin tek birimde ifade edilmesi amacıyla kullanılan ortak birim)

TS825: Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı

VAP: Verimlilik Arttırıcı Proje

EVÇED: Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi

REFERANS DEĞERLER

Tablo 1. Elektrik ve doğalgaz için referans alınan değerler

Enerji Türü		Birim	Alt Isıl Değer (kcal/Birim)	Enerji Maliyeti (TL/Birim)	CO_2 Emisyon Faktörü ($kgCO_2/kWh$)
1	Elektrik	kWh	860.00	5,12	0,614
2	Doğalgaz	Sm^3	8,250.00	14,95	0,202

1 USD = 42,5

1 YÖNETİCİ ÖZETİ

Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Binasında gerçekleştirilen enerji etüdü çalışması kapsamında, binanın mevcut enerji tüketim yapısı incelenmiş ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik 4 adet verimlilik artırıcı proje belirlenmiştir. Ayrıca yatırım gerektirmeyen işletme ve yönetimsel iyileştirme önerileri de çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Önerilen verimlilik artırıcı projelerin uygulanması halinde, toplam 39.304.700,00 TL tutarında bir yatırım yapılması öngörülmektedir. Bu yatırımlar sonucunda, mevcut işletme koşulları dikkate alındığında, enerji maliyetlerinden yıllık yaklaşık 3.710.168,43 TL tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır. Enerji birim fiyatlarında meydana gelebilecek değişikliklere bağlı olarak bu tasarruf miktarı da farklılık gösterebilecektir.

Birim enerji bazında yıllık tasarruf miktarları;

Doğalgaz: yaklaşık 19.697,13 Sm^3/yıl,

Elektrik: yaklaşık 667.128,18 kWh/yıl

olarak hesaplanmıştır.

Belirlenen projeler ve öneriler, enerji tasarrufunun yanı sıra sistemlerin işletme güvenilirliğinin artırılması, bakım ve işletme risklerinin azaltılması ve enerji yönetiminin daha etkin hale getirilmesini amaçlamaktadır. Çalışmaya ilişkin detaylı teknik değerlendirmeler ve proje bazlı bilgiler raporun ilgili bölümlerinde sunulmuştur.

1.1 BİNA veya BİNA GRUBU KÜNYESİ

1. Binanın / Bina Grubunun Adı	:	Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
2. İnşa Yılı	:	2014-2016
3. Kullanım Amacı	:	Fakülte-Hastane
4. Bina Grubu İçerisindeki Bina Sayısı	:	1
5. Kapalı Hacim	:	114.792 m^3
6. İnşaat Alanı	:	28.100 m^2
7. Kullanım Alanı	:	21.982 m^2
8. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı	:	2.027 *(Son Üç Yılın Ortalaması)*
9. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı	:	378 *(Son Üç Yılın Ortalaması)*
10. Isıtma/Soğutma Sistemi	:	Doğalgaz Kazanı / Chiller
11. Yalıtım Durumu	:	8cm Taşyünü
12. Çalışan Sayısı	:	1.125 *(320 Personel+554 Öğrenci+251 Hasta)*
13. Adresi	:	Yenişehir Mah. Çelebi Sokak No:1 71450 Yahşihan/KIRIKKALE
14. Bina Yöneticisi veya Sorumlusu Adı Soyadı	:	Ömer ÖZBAL (Fakülte Sekreteri)
14.1. Posta Adresi	:	Yenişehir Mah. Çelebi Sokak No:1 71450 Yahşihan/KIRIKKALE
14.2. Telefon No	:	0318 224 3618
14.3. Faks No	:	-
14.4. Elektronik Posta Adresi	:	omerozbal@kku.edu.tr
15. Görevlendirilen Enerji Yöneticisi Adı Soyadı	:	Mustafa ELİBOL
15.1. Sertifika No	:	EY-4007
15.2. Telefon No (İş / Gsm)	:	0318 357 4242 (1925) GSM: 0507 746 7096
15.3. Faks No	:	-
15.4. Elektronik Posta Adresi	:	mustafaelibol@kku.edu.tr
16. Toplam Yıllık Ortalama Enerji Tüketimi (TEP)	:	249,18

Yıllar	Tüketimler (TEP)
2022	265,97
2023	236,63
2024	244,93

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi Binasında enerji tasarruf odaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Binada konfor ve hizmet kalitesinden taviz vermeden daha az enerji tüketilmesi ve yanma sonucu açığa çıkan zararlı emisyonların çevreye olumsuz etkilerinin azaltılması bu çalışmanın hedeflerindendir. Yapılan çalışmalar ile kullanılan enerji miktarının azaltılması ve daha çevreci profil çizilmesi, benzer hizmet binalarına örnek teşkil edecektir.

1.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI

KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi binası etüt kapsamında incelenmiştir. Bu çalışma enerji verimliliği uygulamaları öncesi ve sonrasında binanın ısıtma, soğutma ve aydınlatma ihtiyacının karşılanmasında kullanılan enerji tüketim değerlerinin izlenmesi, enerji tasarruf odaklarının tespit edilmesi, tasarruf potansiyellerinin belirlenerek geri kazanılması konusunda alınacak önlemleri ve yapılacak maliyet analizi sonucunda geri ödeme sürelerinin belirlenmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar şunlardır:

- Binanın dış kabuğu; dış duvar, pencere ve kapıların TS825 Standardı ve BEP Yönetmeliği'ne uygunluğunun kontrolü.
- Isıtma ve Sıcak Su sistemleri ve tesisatlarındaki enerji tasarruf odaklarının belirlenmesi. (Baca gazı analizi, sıcaklık ölçümleri, pompalar, tesisat izolasyonu)
- Havalandırma ve Soğutma sisteminin ve tesisatlarının enerji verimliliği açısından incelenmesi.
- Pompaların enerji tüketim analizlerinin yapılması ve sistem verimliliklerinin incelenmesi.
- Aydınlatma sisteminin incelenmesi.
- Fotovoltaik Sistem Analizi Yapılması (GES)
- Otomasyon sisteminin incelenmesi
- Enerji yönetim sistemi açısından binanın değerlendirilmesi

1.4 ÇALIŞMANIN TARİHİ

Çalışma Konusu	Çalışma Yapılan Tarih	Çalışma Gün Sayısı	Çalışan Personel Sayısı
Yaz Dönemi Soğutma Ölçümleri	24-25 Ağustos 2025	2	3
Kış Dönemi Soğutma Ölçümleri	10-11 Aralık 2025	2	2
Detaylı Etüt Raporlama	24 Ağustos – 12 Aralık 2025	20	3

1.5 ÖLÇÜM CİHAZLARI VE ALINAN ÖLÇÜMLER

Yapılan enerji etüdü çalışmalarında, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kalibrasyonu yapılmış ve etiketlenmiş cihazlar kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda liste halinde verilen cihazların kalibrasyon belgeleri raporun sonuna eklenmiştir.

Tablo 2. Ölçüm Cihazları Kalibrasyon Bilgileri

Cihaz adı	Seri No	Kalibrasyon Bilgileri			Etüt sırasında Kullanıldığı Yerler
		Tarihi	Geçerlilik Süresi	Yapan Kurum/Kuruluş	
Testo 870 Termal Kamera	2977781	8.08.2025	1 yıl	Testo	Tesisat İzolasyonu Bina Dış Kabuğu Pencere ve Kapı Isı Kaçakları
PCE-777 Infrared Termometre	160106078	5.08.2025	1 yıl	Penta Otomasyon	Kazan Yüzey Sıcaklığı Tesisat Yüzey Sıcaklıkları
MT-913 Nem ve Sıcaklık Ölçer	20230808163	5.08.2025	1 yıl	Penta Otomasyon	Ortam Nemi ve Sıcaklığı
PCE-360 Enerji Analizörü	151005299	14.08.2025	1 yıl	Testo	Elektriksel Güç ve Harmonikler
FLUS MT-912 Lüxmetre	20230808139	6.08.2025	1 yıl	Penta Otomasyon	Aydınlık Seviyeleri
Testo Baca Gazı Analizörü 330-1	2673199	4.08.2025	1 yıl	Penta Otomasyon	Baca Gazı Analizi
SİKA Dijital Manometre	20180058	6.08.2025	1 yıl	Penta Otomasyon	Basınç Ölçer
Chauvin Arnoux Enerji Analizörü	117603 UBH	01.31.2024	1 Yıl	Üretici Kalibrasyonu	Elektriksel Güç ve Harmonikler
Ultrasonik Debimetre	TM00005734	12.08.2025	1 Yıl	UNIKAL	Debi Ölçümü
PCE-PFM2 Pitot Tüplü Fark Basınç Ölçer	151219831	5.08.2025	1 Yıl	Penta Otomasyon	Havalandırma Sistemi
PCE-THA10 Pervaneli Anemometre	151219831	5.08.2025	1 Yıl	Penta Otomasyon	Havalandırma Sistemi
Göstergeli Sıcaklık Ölçer	311034	8.08.2025	1 Yıl	Penta Otomasyon	Yüzey ve Daldırma Probu İle Tesisattaki Sıcaklıkların Ölçümü
PCE-T236 Temaslı ve Optik Takometre	N755596	8.08.2025	1 Yıl	Testo	Motor - Fan Devir Sayısı

1.6 ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ

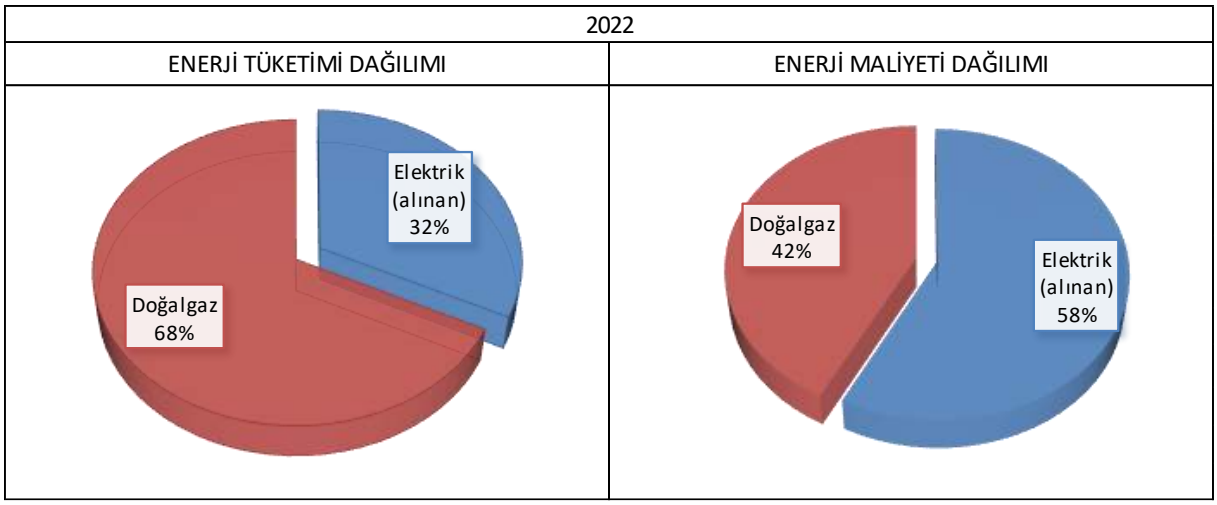
Tablo 3. Enerji Tüketim Miktarları ve Maliyeti

2022							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	998.777,76	kWh	85,89	32,30	2.918.475,88	57,67	33.977,29
Doğalgaz	218.269,00	Sm^3	180,07	67,70	2.141.936,32	42,33	11.894,89
TOPLAM			265,97	100,00	5.060.412,20	100,00	19.026,48

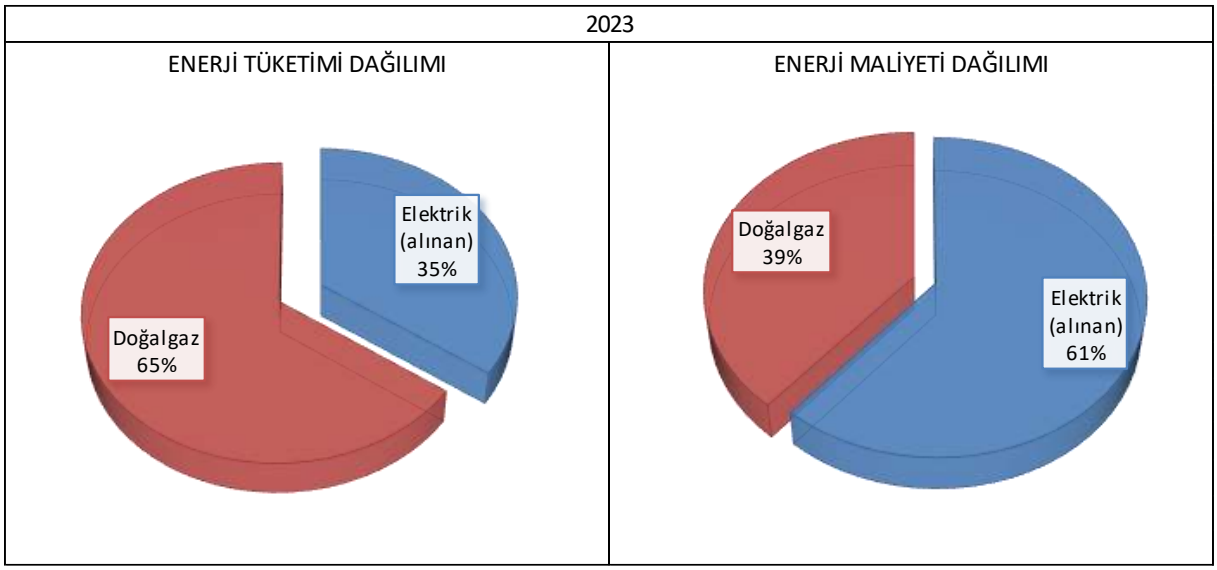
2023							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	955.926,00	kWh	82,21	34,74	3.797.947,28	61,29	46.198,32
Doğalgaz	187.177,00	Sm^3	154,42	65,26	2.399.096,37	38,71	15.536,07
TOPLAM			236,63	100,00	6.197.043,65	100,00	26.188,68

2024							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	1.068.843,12	kWh	91,92	37,53	5.015.298,02	68,12	54.561,25
Doğalgaz	185.468,00	Sm^3	153,01	62,47	2.346.801,86	31,88	15.337,46
TOPLAM			244,93	100,00	7.362.099,88	100,00	30.057,78

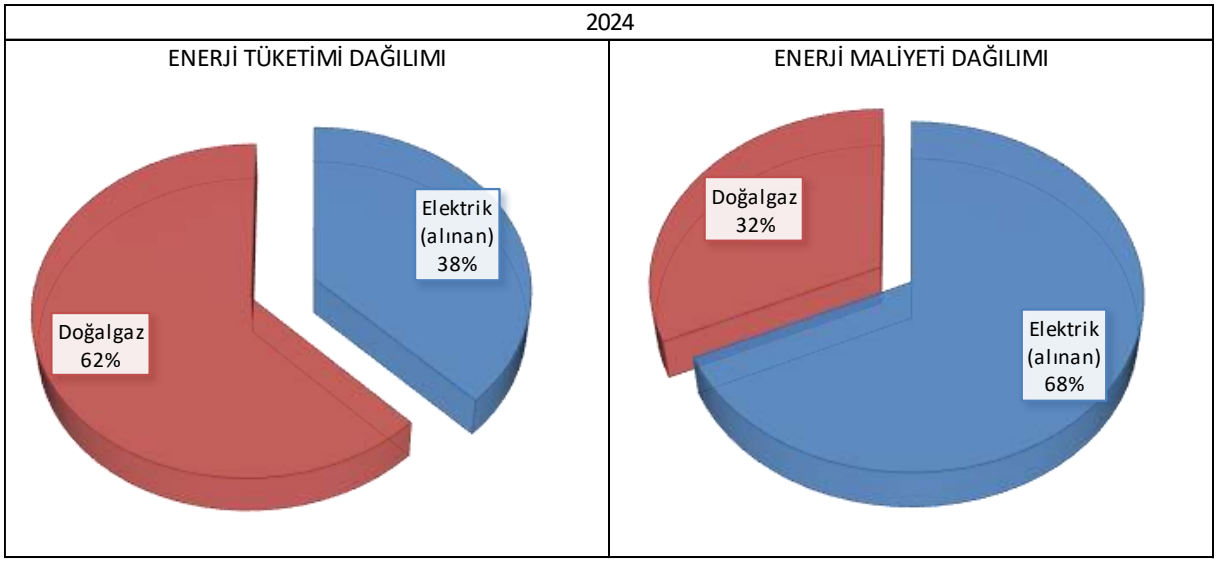
ORTALAMA							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	1.007.848,96	kWh	86,68	34,78	3.910.573,73	62,36	45.117,66
Doğalgaz	196.971,33	Sm^3	162,50	65,22	2.295.944,85	37,64	14.128,77
TOPLAM			249,18	100,00	6.206.518,58	100,00	24.908,14



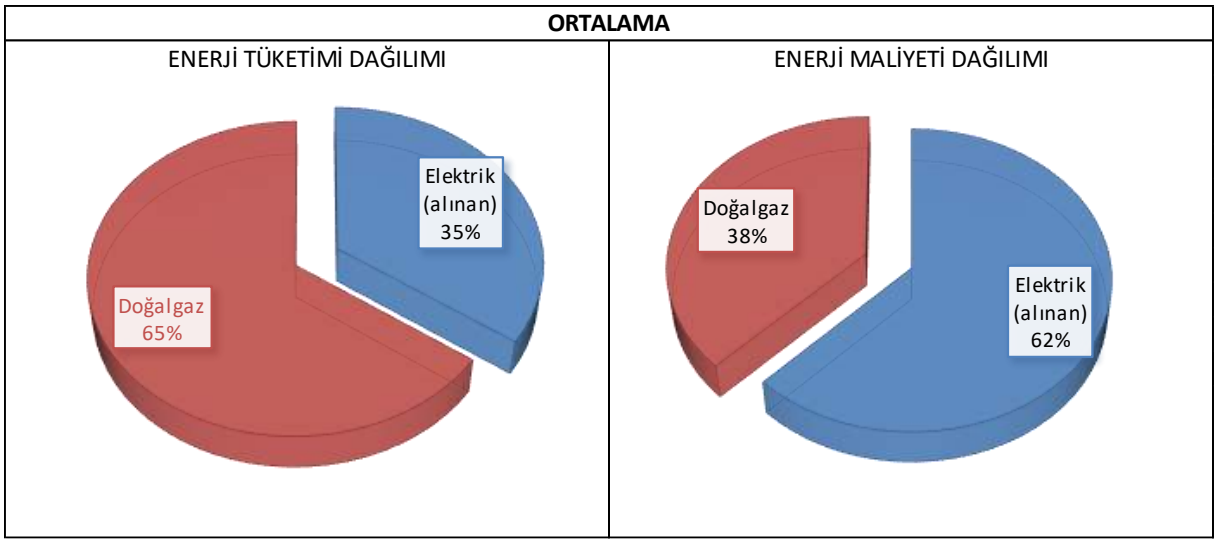
Grafik 1. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri



Grafik 2. 2023 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri



Grafik 3. 2024 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri



Grafik 4. Son 3 Yılın Ortalama Enerji Tüketimi Dağılım Grafiği

Son üç yılın enerji tüketimlerine göre **tüketim miktarının** %65'ini Doğalgaz, %35'ini Elektrik oluşturmuştur. Tüketim **maliyetlerinin** ise %38'ini Doğalgaz, %62'sini Elektrik oluşturmaktadır. Doğalgaz tüketimlerinin yüzdece yüksek olup maliyetinin düşük olmasının sebebi eşdeğer enerji türünden doğalgaz birim fiyatının elektrik birim fiyatından düşük olmasıdır.

1.7 GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER

Etüt proje kapsamında 4 adet enerji verimliliği önlemi önerilmiştir. Aşağıdaki tabloda bu önerilerin sağlayacağı tasarruflar ve gerekli yatırım miktarları verilmiştir. Yatırımların finansal analiz sonuçlarına göre net bugünkü değerleri ve iç karlılık oranları tabloda verilmiştir.

Önerilen tasarruf önlemlerinin gerçekleştirilmesi için toplam **39.304.700,00 TL** yatırım yapılması gerekmektedir. Bu yatırım kendisini 10,59 yılda geri ödemektedir. Yatırımın 20 yıl ömür için net bugünkü değeri **26.507.600,28 TL**, iç karlılık oranı %19'dur.

Tablo 4. Enerji Verimliliği Önlemleri

Önlem	**Enerji Türü**	**Tasarruf Miktarı**				**CO_2 Azaltım miktarı**	**Yatırım Maliyeti**	**Geri Ödeme Süresi**	**Uygulama Planı**	**Net Bugünkü Değer**	**İç Karlılık Oranı**	**Önlem Ömrü**
		Miktar	**Birim**	**TEP/Yıl**	**TL/Yıl**	**Ton/Yıl**	**TL/Yıl**	**Yıl**	**Vade**	**TL**	**%**	**Yıl**
Isıtma Sistemi su Yumuşaklığının Düzenlenmesi, Kazan Onarımı, Brülör Ayarlarının Yapılması	Doğalgaz	13.787,99	Sm^3	11,38	206.130,50	3,23	215.000,00	1,04	OV	3.441.416,86	109%	20
Aydınlatma Sistemi LED Dönüşümü Yapılması	Elektrik	104.284,80	kWh	8,97	533.938,18	45,89	5.780.950,00	10,83	U V	3.690.237,23	19%	20
Otopark GES Kurulumu	Elektrik	553.772,74	kWh	47,62	2.835.316,43	243,66	32.958.750,00	11,62	U V	17.446.875,40	17%	20
ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Kurulması	Elektrik	9.070,64	kWh	0,78	46.441,68	5,37	350.000,00	2,60	OV	2.046.147,97	51%	20
	Doğalgaz	5.909,14	Sm^3	4,88	88.341,64							
Toplam				**73,62**	**3.710.168,43**	**294,92**	**39.304.700,00**	**10,59**	**U V**	**26.507.600,28**	**19%**	

Verimlilik önlemlerinin kısa açıklaması bir sonraki sayfada olup detayları ilgili konu başlıklarındadır.

KV(Kısa Vade):1 yıldan az geri ödeme süresi, **OV(Orta Vade) :**1-3 yıl arasındaki geri ödeme süresi, **UV(Uzun Vade):**3 yıldan uzun geri ödeme süresi

Enerji etüdü çalışması kapsamında, bina genelinde yapılan incelemeler, ölçümler ve hesaplamalar sonucunda yatırım gerektiren ve gerektirmeyen çeşitli enerji verimliliği önlemleri değerlendirilmiştir. Yapılan analizler neticesinde, uygulanabilirliği ve etkisi yüksek olan dört adet verimlilik artırıcı önlem ekonomik analizlere dâhil edilmiştir.

Isıtma sistemine yönelik olarak; kazan sisteminde mevcut su sızıntılarının giderilmesi, su yumuşaklığının uygun aralıklara getirilmesi ve brülör ayarlarının optimize edilmesi önerilmiştir. Bu önlem ile sistem veriminin artırılması, gereksiz yakıt tüketiminin önlenmesi ve kazan ömrünün uzatılması hedeflenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda, düşük yatırım maliyeti ile kısa geri ödeme süresine sahip, ekonomik açıdan oldukça avantajlı bir uygulama olduğu görülmüştür.

Aydınlatma sistemlerinde ise, bina genelinde yoğun olarak kullanılan floresan armatürlerin yüksek verimli LED armatürler ile değiştirilmesi önerilmiştir. Mevcut kullanım alışkanlıkları, mesai saatleri ve sensörlü alanlar dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde, LED dönüşümünün enerji tüketimini azaltmasının yanı sıra bakım ve işletme maliyetlerini de düşüreceği öngörülmektedir. Uzun sistem ömrü ve artan enerji birim fiyatları dikkate alındığında, bu önlem uzun vadede ekonomik fayda sağlamaktadır.

Elektrik enerjisi tüketiminin azaltılmasına yönelik olarak, otopark alanlarının uygunluğu göz önünde bulundurularak güneş enerjisi santrali (GES) kurulumu değerlendirilmiştir. GES uygulaması ile binanın yıllık elektrik tüketiminin önemli bir kısmının yenilenebilir kaynaklardan karşılanması, enerji maliyetlerinin azaltılması ve karbon salımının düşürülmesi hedeflenmektedir. Yatırım maliyeti yüksek olmakla birlikte, sistem ömrü boyunca sağladığı enerji üretimi ve çevresel kazanımlar açısından uygulanabilir bir önlem olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, tesis genelinde enerji performansının sürekli izlenmesi ve iyileştirilmesi amacıyla ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulması önerilmiştir. Bu sistem sayesinde enerji tüketimlerinin düzenli olarak takip edilmesi, işletme disiplininin artırılması ve farkındalık oluşturulması ile hem elektrik hem de doğalgaz tüketimlerinde ilave tasarruf sağlanabileceği öngörülmektedir.

Bu önlemlerin birlikte uygulanması durumunda, tesisin yıllık enerji tüketiminde yaklaşık %30 düşüş sağlanacağı ve karbon salımının azaltılacağı hesaplanmıştır.

Tabloya Dâhil Edilmeyen Öneriler

Yukarıda belirtilen verimlilik artırıcı önlemlere ek olarak, yatırım gerektirmeyen veya düşük maliyetli bazı işletmesel ve organizasyonel öneriler de belirlenmiştir. Bu öneriler doğrudan tabloya yansıtılmamış olmakla birlikte, enerji tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayabilecek niteliktedir.

Bu kapsamda;

- Isıtma ve soğutma sistemlerinde mesai dışı saatler için daha düşük set değerlerinin tanımlanması,
- Klima santrallerinde bypass konumunda çalışan vanaların kontrol edilerek gereksiz debi ve enerji tüketiminin önlenmesi,
- Otomasyon sistemi üzerinden sıcaklık ve çalışma trendlerinin düzenli olarak izlenmesi,
- Arızalı chiller cihazının yenilenmesi,
- Ofis ekipmanlarının mesai dışında kapalı tutulmasına yönelik farkındalık oluşturulması,
- Periyodik bakım ve ayarların zamanında yapılması gibi önlemler önerilmiştir.

Bu tür uygulamalar, tek başına yüksek miktarda tasarruf sağlamasa da sistem verimliliğini artırarak önerilen yatırımların etkinliğini desteklemekte ve tesis genelinde sürdürülebilir bir enerji yönetimi anlayışının oluşmasına katkı sağlamaktadır.

Tablo 5. Enerji Tasarruf Oranları

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı			Enerji Tasarruf Oranı
	Miktar	Enerji	Maliyet	
	(….. / Yıl)	(TEP / Yıl)	(TL / Yıl)	(%)
Elektrik (kWh)	667.128,18	57,37	3.415.696,28	66%
Doğal Gaz (Sm^3)	19.697,13	16,25	294.472,14	10%
Toplam:		**73,62**	**3.710.168,43**	**30%**

Tablo 4'te belirtilen enerji verimlilik önlemlerinin gerçekleştirilmesi ile yıllık toplam tüketimin **%30**'u oranında tasarruf elde edileceği öngörülmüştür.

Elektrik tüketimindeki tasarruf oranının yüksek görülmesinin sebebi GES kurulumu ile elektrik üretilecek olmasıdır.

2 ENERJİ TÜKETİMİ

2.1 BİNA BİLGİLERİ

Kırıkkale Üniversitesi (KKÜ) Diş Hekimliği Fakültesi; **2014-2016** yılında inşa edilmiş, **28.100 m^2** kapalı alana sahip, kamu üniversitesine ait bir diş hastanesi ve fakültesidir. Kırıkkale'nin Yahşihan ilçesinde yer alan bina tek binadan oluşmaktadır. Kendi içinde A,B,C ve D blok olarak projelendirilmiştir.

554 öğrenci, 320 personel ve 226 hasta olmak üzere günlük ortalama **1.100 kişi** binayı kullanmaktadır. Bina mesai saatleri içerisinde hizmet vermektedir.

Enerji türleri olarak **doğalgaz** ve **elektrik** kullanılmaktadır. Isıtma ve sıcak su için doğalgaz kazanı, soğutma için ise chiller mevcuttur. Doğalgazın bir kısmı yemekhane/mutfak için kullanılmaktadır. Elektrik ise soğutma sisteminin haricinde medikal cihazlar, ofis ekipmanları ve aydınlatma sistemleri için kullanılmaktadır. Yıllık enerji tüketimleri ort. **249,18 TEP**'tir.

Resim 1. KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi Genel Görünüşleri

2.2 TÜKETİM VERİLERİ

Tablo 6. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti

Elektrik - 2022			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	kWh	**TEP**	**TL**
Ocak	104.145,84	8,96	85.688,00
Şubat	93.442,56	8,04	76.885,00
Mart	102.202,80	8,79	251.449,00
Nisan	79.515,60	6,84	195.618,00
Mayıs	67.752,48	5,83	166.691,00
Haziran	65.274,00	5,61	160.593,00
Temmuz	57.363,84	4,93	141.154,00
Ağustos	94.176,72	8,10	231.703,00
Eylül	67.956,72	5,84	167.180,00
Ekim	73.901,76	6,36	399.069,50
Kasım	98.007,60	8,43	529.241,04
Aralık	95.037,84	8,17	513.204,34
Toplam	**998.777,76**	**85,89**	**2.918.475,88**

Doğalgaz - 2022			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	Sm^3	**TEP**	**TL**
Ocak	52.917,00	43,66	332.847,93
Şubat	43.320,00	35,74	272.482,80
Mart	46.181,00	38,10	353.284,65
Nisan	13.281,00	10,96	125.505,45
Mayıs	0,00	0,00	0,00
Haziran	0,00	0,00	0,00
Temmuz	0,00	0,00	0,00
Ağustos	0,00	0,00	0,00
Eylül	0,00	0,00	0,00
Ekim	2.907,00	2,40	58.488,84
Kasım	24.168,00	19,94	437.440,80
Aralık	35.495,00	29,28	561.885,85
Toplam	**218.269,00**	**180,07**	**2.141.936,32**

Tablo 7. 2023 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti

Elektrik - 2023			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	kWh	**TEP**	**TL**
Ocak	91.372,56	7,86	493.160,84
Şubat	83.517,60	7,18	380.245,63
Mart	83.274,72	7,16	298.724,57
Nisan	76.225,68	6,56	266.789,88
Mayıs	77.484,24	6,66	269.879,13
Haziran	62.271,12	5,36	180.693,80
Temmuz	69.430,56	5,97	243.006,96
Ağustos	69.949,44	6,02	289.348,86
Eylül	72.869,52	6,27	277.468,47
Ekim	83.688,72	7,20	355.365,59
Kasım	92.134,32	7,92	368.433,47
Aralık	93.707,52	8,06	374.830,08
Toplam	**955.926,00**	**82,21**	**3.797.947,28**

Doğalgaz - 2023			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	Sm^3	**TEP**	**TL**
Ocak	52.101,00	42,98	824.758,83
Şubat	42.168,00	34,79	578.544,96
Mart	16.085,00	13,27	176.613,30
Nisan	8.660,00	7,14	78.719,40
Mayıs	3.022,00	2,49	0,00
Haziran	0,00	0,00	0,00
Temmuz	0,00	0,00	0,00
Ağustos	0,00	0,00	0,00
Eylül	0,00	0,00	0,00
Ekim	17,00	0,01	0,00
Kasım	21.829,00	18,01	248.195,73
Aralık	43.295,00	35,72	492.264,15
Toplam	**187.177,00**	**154,42**	**2.399.096,37**

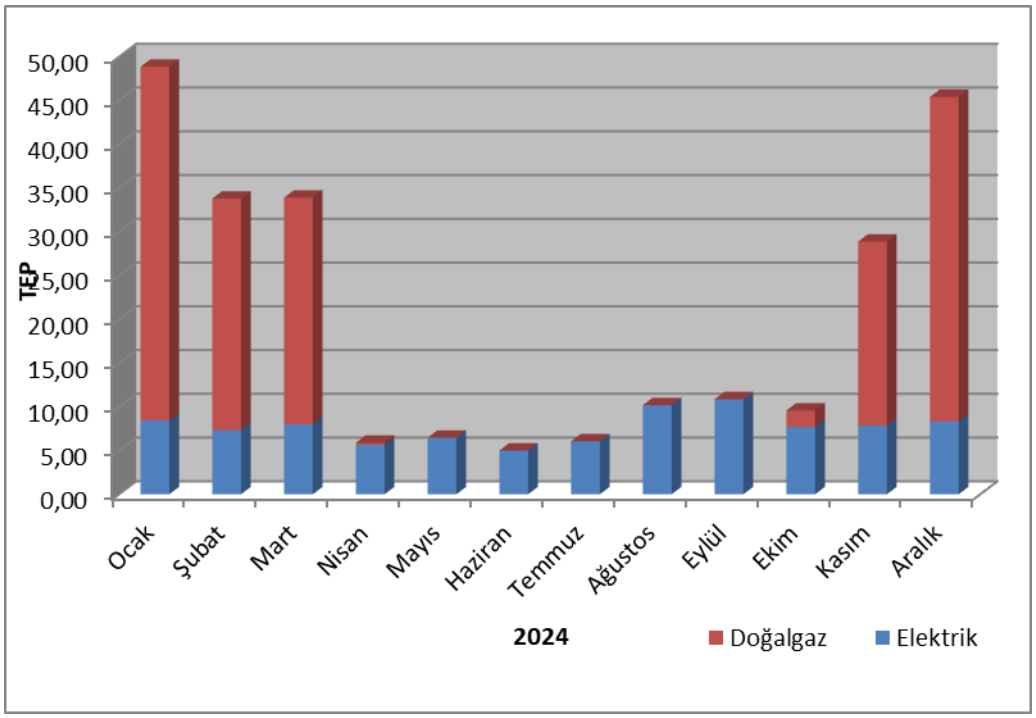
Tablo 8. 2024 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti

Elektrik - 2024			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	kWh	**TEP**	**TL**
Ocak	98.311,20	8,45	388.295,85
Şubat	85.201,20	7,33	339.468,02
Mart	93.100,32	8,01	403.148,46
Nisan	65.814,96	5,66	247.128,29
Mayıs	75.149,28	6,46	350.417,35
Haziran	58.186,32	5,00	260.295,20
Temmuz	70.446,24	6,06	379.070,98
Ağustos	118.492,32	10,19	605.152,67
Eylül	126.413,52	10,87	628.017,12
Ekim	89.468,16	7,69	445.220,42
Kasım	91.328,40	7,85	472.708,53
Aralık	96.931,20	8,34	496.375,11
Toplam	**1.068.843,12**	**91,92**	**5.015.298,02**

Doğalgaz - 2024			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	Sm^3	**TEP**	**TL**
Ocak	48.981,00	40,41	547.469,46
Şubat	32.084,00	26,47	359.417,66
Mart	31.391,00	25,90	353.399,90
Nisan	277,00	0,23	0,00
Mayıs	0,00	0,00	0,00
Haziran	0,00	0,00	0,00
Temmuz	0,00	0,00	0,00
Ağustos	0,00	0,00	0,00
Eylül	0,00	0,00	0,00
Ekim	2.294,00	1,89	34.149,68
Kasım	25.495,00	21,03	380.353,71
Aralık	44.946,00	37,08	672.011,46
Toplam	**185.468,00**	**153,01**	**2.346.801,86**

Tablo 9. 2024 Yılı Toplam Enerji Tüketim Tablosu

Toplam Enerji Tüketimi				
Aylar	**Elektrik Alınan**	**Doğalgaz**	**Toplam**	**Toplam Maliyet**
	TEP	**TEP**	**TEP**	
Ocak	8,45	40,41	48,86	935.765,31
Şubat	7,33	26,47	33,80	698.885,69
Mart	8,01	25,90	33,90	756.548,36
Nisan	5,66	0,23	5,89	247.128,29
Mayıs	6,46	0,00	6,46	350.417,35
Haziran	5,00	0,00	5,00	260.295,20
Temmuz	6,06	0,00	6,06	379.070,98
Ağustos	10,19	0,00	10,19	605.152,67
Eylül	10,87	0,00	10,87	628.017,12
Ekim	7,69	1,89	9,59	479.370,10
Kasım	7,85	21,03	28,89	853.062,24
Aralık	8,34	37,08	45,42	1.168.386,57
Toplam	**91,92**	**153,01**	**244,93**	**7.362.099,88**



Grafik 5. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi

2.3 TÜKETİM ANALİZLERİ

Isıtma ve soğutma gün sayıları, yıl içinde ısıtmaya ve soğutmaya ihtiyaç duyulan gün sayısı oranı olarak meteoroloji tarafından hesaplanır. Bu veriler, ısıtma ve soğutma sistemlerindeki tüketimlerin hava sıcaklığı ile doğru orantılı olup olmadığını görmemizi sağlar. Aşağıdaki tablo ve grafiklerde ısıtma derece gün sayısı ile doğalgaz tüketimi, soğutma derece gün sayısı ile de elektrik tüketiminin kıyaslanması verilmiştir.

Tablo 10. 2022 Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri

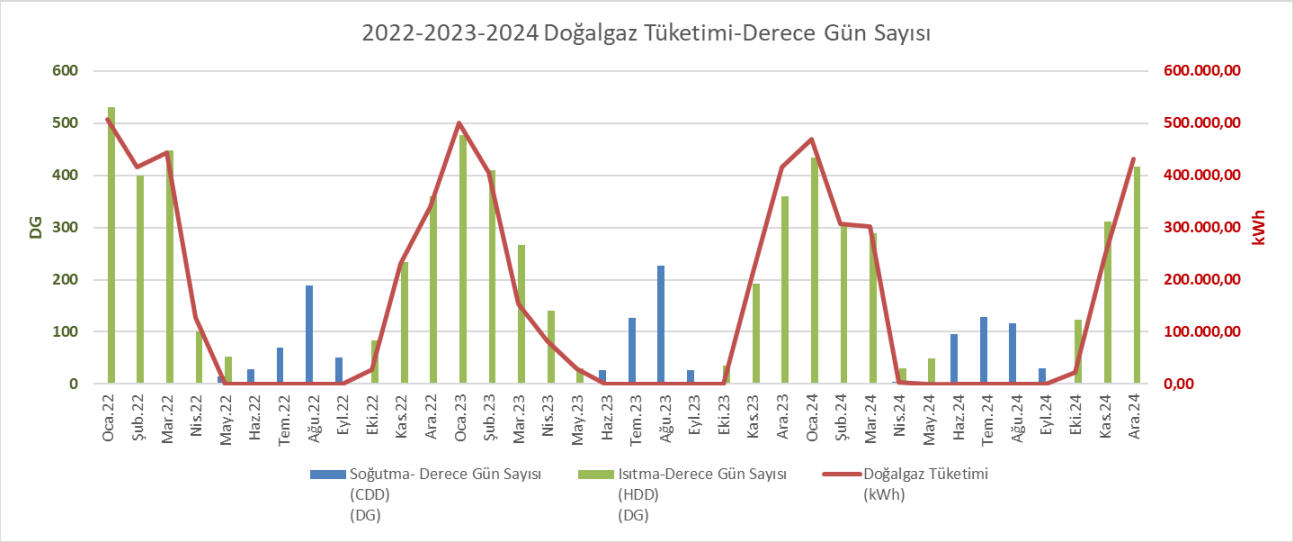
Aylar 2022	**Isıtma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)**	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Derece- Gün Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi (kWh/DG)**
Ocak	531	507.474,03	955,69
Şubat	400	415.438,80	1.038,60
Mart	447	442.875,79	990,77
Nisan	100	127.364,79	1.273,65
Mayıs	52	0,00	
Haziran		0,00	
Temmuz		0,00	
Ağustos		0,00	
Eylül		0,00	
Ekim	84	27.878,13	331,88
Kasım	234	231.771,12	990,47
Aralık	359	340.397,05	948,18
TOPLAM	**2207**	**2.093.199,71**	**948,44**

Tablo 11. 2023 Yılı Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri

Aylar 2023	**Isıtma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)**	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Derece- Gün Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi (kWh/DG)**
Ocak	477	499.648,59	1.047,48
Şubat	410	404.391,12	986,32
Mart	266	154.255,15	579,91
Nisan	141	83.049,40	589,00
Mayıs	31	28.980,98	934,87
Haziran		0,00	
Temmuz		0,00	
Ağustos		0,00	
Eylül		0,00	
Ekim	36	163,03	4,53
Kasım	193	209.340,11	1.084,66
Aralık	359	415.199,05	1.156,54
TOPLAM	**1913**	**1.795.027,43**	**938,33**

Tablo 12. 2024 Yılı Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri

Aylar 2024	Isıtma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)	Doğalgaz Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi (kWh/DG)
Ocak	434	469.727,79	1.082,32
Şubat	305	307.685,56	1.008,81
Mart	289	301.039,69	1.041,66
Nisan	31	2.656,43	85,69
Mayıs	49	0,00	-
Haziran		0,00	
Temmuz		0,00	
Ağustos		0,00	
Eylül		0,00	
Ekim	124	21.999,46	177,42
Kasım	312	244.497,05	783,64
Aralık	417	431.032,14	1.033,65
TOPLAM	**1961**	**1.778.638,12**	**907,01**



Grafik 6. Aylara Göre Doğalgaz Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği

Doğalgaz tüketimleri Isıtma-Derece Güm Sayısı ile doğru orantılı olarak artmıştır. Yaz döneminde tüketim sadece sıcak su ve mutfak için vardır. Isıtma kazanlarının veriminin yıl boyunca sabit kaldığı ve kazanların ihtiyaca göre çalıştırıldığı grafik ve tablolardan anlaşılmaktadır.

Tablo 13. 2022 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri

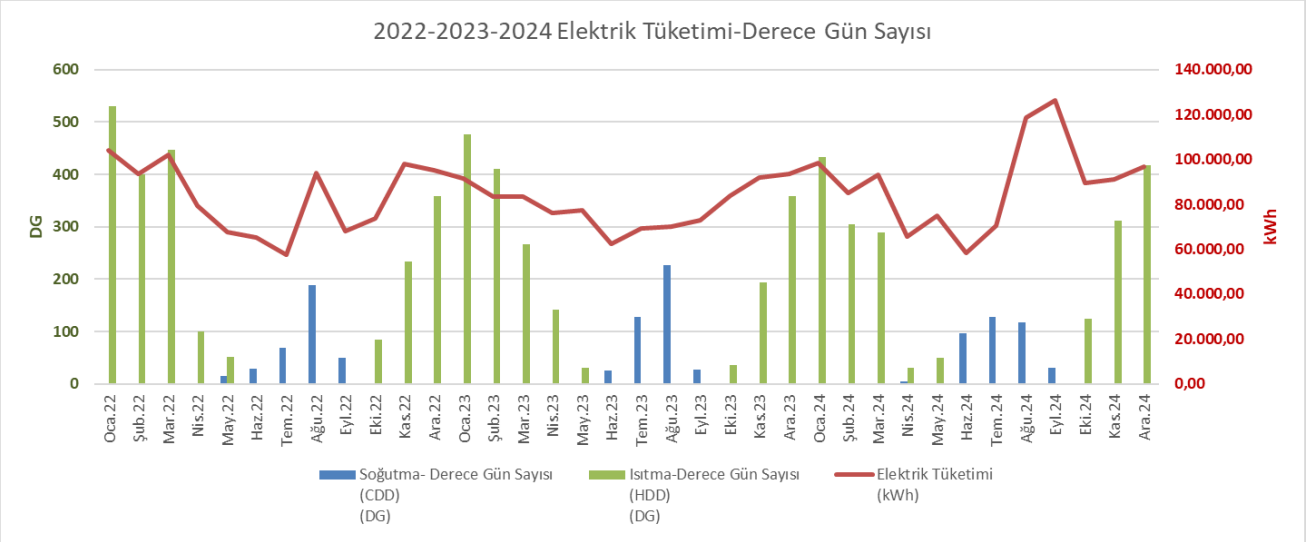
Aylar 2022	Soğutma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)	Elektrik Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Elektrik Tüketimi (kWh/DG)
Ocak		104.145,84	
Şubat		93.442,56	
Mart		102.202,80	
Nisan		79.515,60	
Mayıs	15	67.752,48	4.516,83
Haziran	29	65.274,00	2.250,83
Temmuz	69	57.363,84	831,36
Ağustos	188	94.176,72	500,94
Eylül	50	67.956,72	1.359,13
Ekim	1	73.901,76	73.901,76
Kasım		98.007,60	
Aralık		95.037,84	
TOPLAM	**352**	**998.777,76**	**2.837,44**

Tablo 14. 2023 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri

Aylar 2023	Soğutma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)	Elektrik Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Elektrik Tüketimi (kWh/DG)
Ocak		91.372,56	
Şubat		83.517,60	
Mart		83.274,72	
Nisan		76.225,68	
Mayıs		77.484,24	
Haziran	26	62.271,12	2.395,04
Temmuz	127	69.430,56	546,70
Ağustos	226	69.949,44	309,51
Eylül	27	72.869,52	2.698,87
Ekim		83.688,72	
Kasım		92.134,32	
Aralık		93.707,52	
TOPLAM	**406**	**955.926,00**	**2.354,50**

Tablo 15. 2024 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri

Aylar 2024	Soğutma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)	Elektrik Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Elektrik Tüketimi (kWh/DG)
Ocak		98.311,20	
Şubat		85.201,20	
Mart		93.100,32	
Nisan	4	65.814,96	16.453,74
Mayıs	1	75.149,28	75.149,28
Haziran	96	58.186,32	606,11
Temmuz	128	70.446,24	550,36
Ağustos	117	118.492,32	1.012,75
Eylül	30	126.413,52	4.213,78
Ekim		89.468,16	
Kasım		91.328,40	
Aralık		96.931,20	
TOPLAM	**376**	**1.068.843,12**	**2.842,67**



Grafik 7. Aylara Göre Elektrik Tüketimi ve Derece-Gün Sayısı Grafiği

Grafikte elektrik tüketiminin ısıtma ve soğutma derece gün sayıları ile orantılı olarak artıp azaldığı görülmektedir. Yaz aylarında soğutma sistemlerinin çalışması sebebi ile elektrik tüketimi artmaktadır. Kış aylarında ise ısıtma sirkülasyon pompaları ve diğer paketli ısıtıcı cihazlar nedeni ile elektrik tüketimi mevcuttur. Isıtma ve soğutmadan bağımsız olarak medikal cihazların çalışması sebebi ile de sabit bir enerji tüketimi mevcuttur.

Tablo 16. 2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı

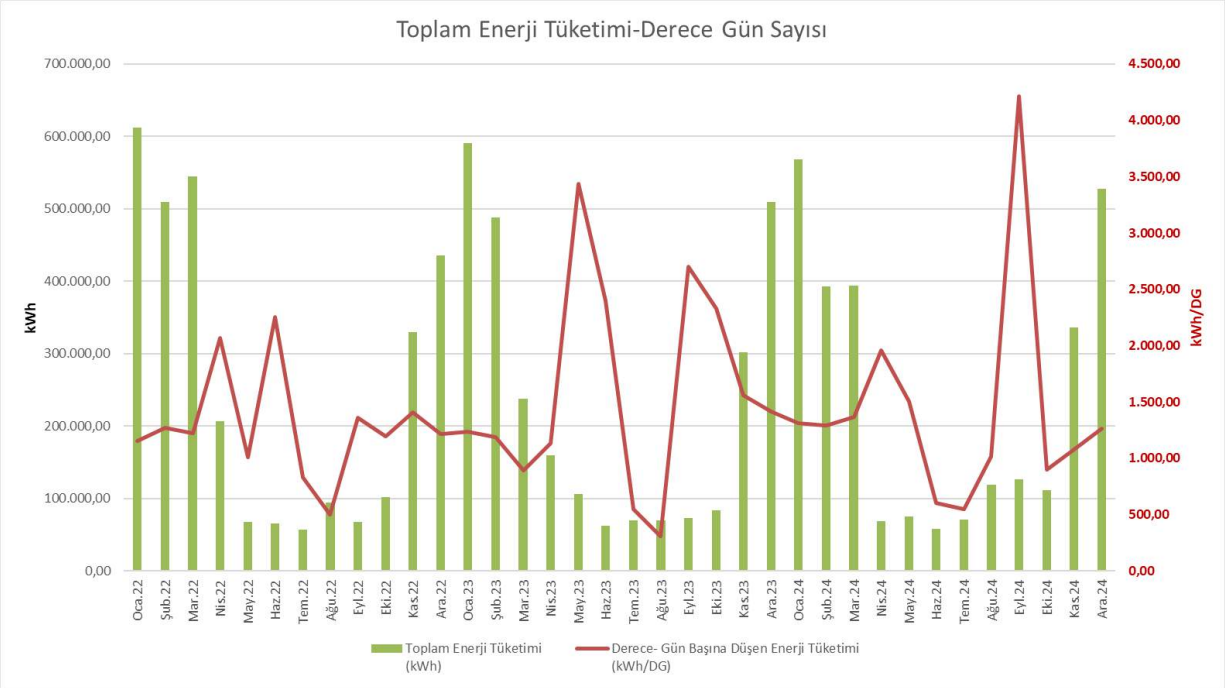
Aylar 2022	Toplam Derece Gün Sayısı (DG)	Toplam Enerji Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Enerji Tüketimi (kWh/DG)
Ocak	531	611.619,87	1.151,83
Şubat	400	508.881,36	1.272,20
Mart	447	545.078,59	1.219,42
Nisan	100	206.880,39	2.068,80
Mayıs	67	67.752,48	1.011,23
Haziran	29	65.274,00	2.250,83
Temmuz	69	57.363,84	831,36
Ağustos	188	94.176,72	500,94
Eylül	50	67.956,72	1.359,13
Ekim	85	101.779,89	1.197,41
Kasım	234	329.778,72	1.409,31
Aralık	359	435.434,89	1.212,91
TOPLAM	**2.559**	**3.091.977,47**	**1.208,28**

Tablo 17. 2023 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı

Aylar 2023	Toplam Derece Gün Sayısı (DG)	Toplam Enerji Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Enerji Tüketimi (kWh/DG)
Ocak	477	591.021,15	1.239,04
Şubat	410	487.908,72	1.190,02
Mart	266	237.529,87	892,97
Nisan	141	159.275,08	1.129,61
Mayıs	31	106.465,22	3.434,36
Haziran	26	62.271,12	2.395,04
Temmuz	127	69.430,56	546,70
Ağustos	226	69.949,44	309,51
Eylül	27	72.869,52	2.698,87
Ekim	36	83.851,75	2.329,22
Kasım	193	301.474,43	1.562,04
Aralık	359	508.906,57	1.417,57
TOPLAM	**2.319**	**2.750.953,43**	**1.186,27**

Tablo 18. 2024 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı

Aylar 2024	Isıtma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)	Toplam Enerji Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Enerji Tüketimi (kWh/DG)
Ocak	434	568.038,99	1.308,85
Şubat	305	392.886,76	1.288,15
Mart	289	394.140,01	1.363,81
Nisan	35	68.471,39	1.956,33
Mayıs	50	75.149,28	1.502,99
Haziran	96	58.186,32	606,11
Temmuz	128	70.446,24	550,36
Ağustos	117	118.492,32	1.012,75
Eylül	30	126.413,52	4.213,78
Ekim	124	111.467,62	898,93
Kasım	312	335.825,45	1.076,36
Aralık	417	527.963,34	1.266,10
TOPLAM	**2.337**	**2.847.481,24**	**1.218,43**



Grafik 8. Toplam Enerji Tüketimi ve Derece-Gün Sayısı Başına Tüketim Grafiği

Binada ısıtma ve soğutma harici enerji tüketimlerinden dolayı mevsim geçişlerinde Derece Gün başına enerji tüketimi artmaktadır. Yaz ve kış aylarında derece gün başına düşen enerji tüketimleri sabit görünürken mevsim geçişlerinde ısıtma-soğutma harici enerji tüketimleri oranı daha yüksek olmaktadır.

Tablo 19. Aylara Göre Enerji Yoğunluğu Tablosu (2024 verilerine göre)

	Doğalgaz Tüketimi (Birincil Enerji)		**Elektrik Tüketimi (Birincil Enerji)**		**TOPLAM**		**Kişi Sayısı**
	kWh/m²	**kWh/Kişi**	**kWh/m²**	**kWh/Kişi**	**kWh/m²**	**kWh/Kişi**	
Ocak	18,77	65,24	6,38	19,39	25,15	84,63	8.599
Şubat	12,29	57,86	5,53	19,42	17,83	77,29	7.847
Mart	12,03	27,50	6,05	24,13	18,08	51,64	6.297
Nisan	0,11	12,73	4,27	18,99	4,38	31,72	7.325
Mayıs	0,00	3,68	4,88	15,97	4,88	19,65	8.854
Haziran	0,00	0,00	3,78	15,98	3,78	15,98	7.112
Temmuz	0,00	0,00	4,58	16,18	4,58	16,18	7.830
Ağustos	0,00	0,00	7,70	15,74	7,70	15,74	8.108
Eylül	0,00	0,00	8,21	18,83	8,21	18,83	7.062
Ekim	0,88	0,02	5,81	19,40	6,69	19,43	7.871
Kasım	9,77	29,66	5,93	21,22	15,70	50,88	7.925
Aralık	17,22	56,13	6,30	20,59	23,52	76,72	8.306
TOPLAM	**71,07**	**252,82**	**69,42**	**225,86**	**140,49**	**478,69**	**93.136**

**Kişi Sayısı: Personel + Öğrenci + Ayakta Hasta + Yatan Hasta*
**Toplam Alan: 28.100 m²*

Enerji Yoğunluklarını eşit şekilde birincil enerji türünden elektrik ve doğalgaz enerjisinin oluşturduğu yukarıdaki tabloda görülmektedir.

Binadaki kişi başına düşen toplam yıllık enerji tüketimi ortalama **478,69 kWh/Kişi**'dir. Birim alan başına düşen toplam tüketim ise yıllık **140,49 kWh/m²**'dir.

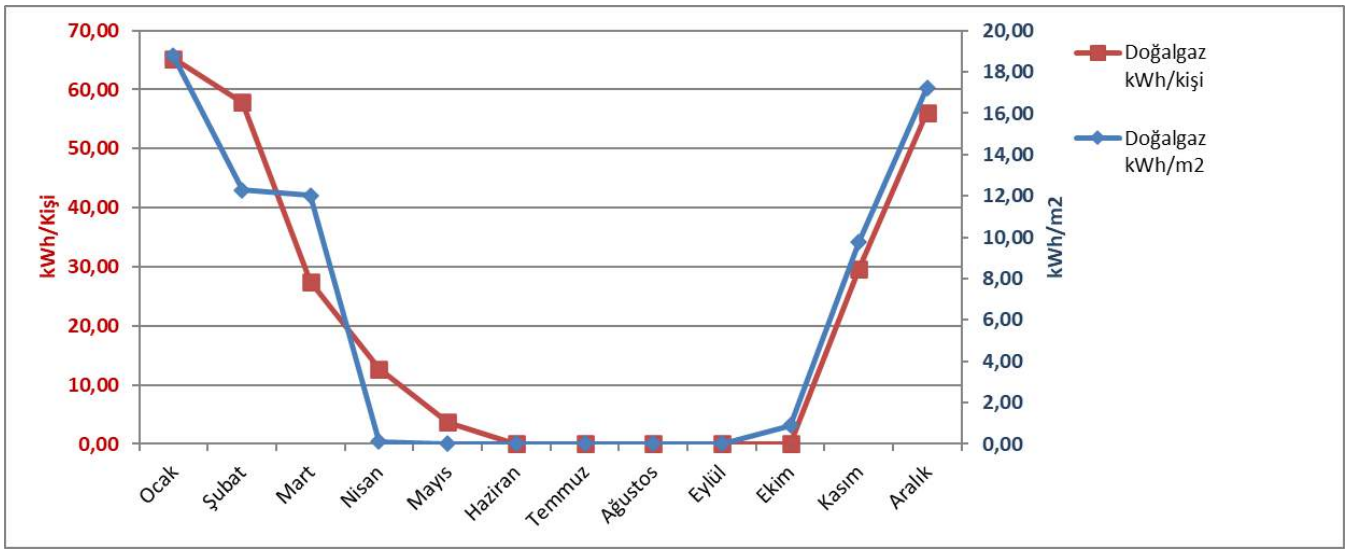
BEP Yönetmeliğinde 3.Bölgede bulunan Hastane binalarının birim alan başına düşen yıllık tüketimleri 600 kWh/m².yıl olarak referans alınmıştır. KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi tüketimleri bu referans gösterge ile oranlandığında %76 daha tasarruflu olduğu tespit edilmiştir

(1-140,49/600=*0,76*).

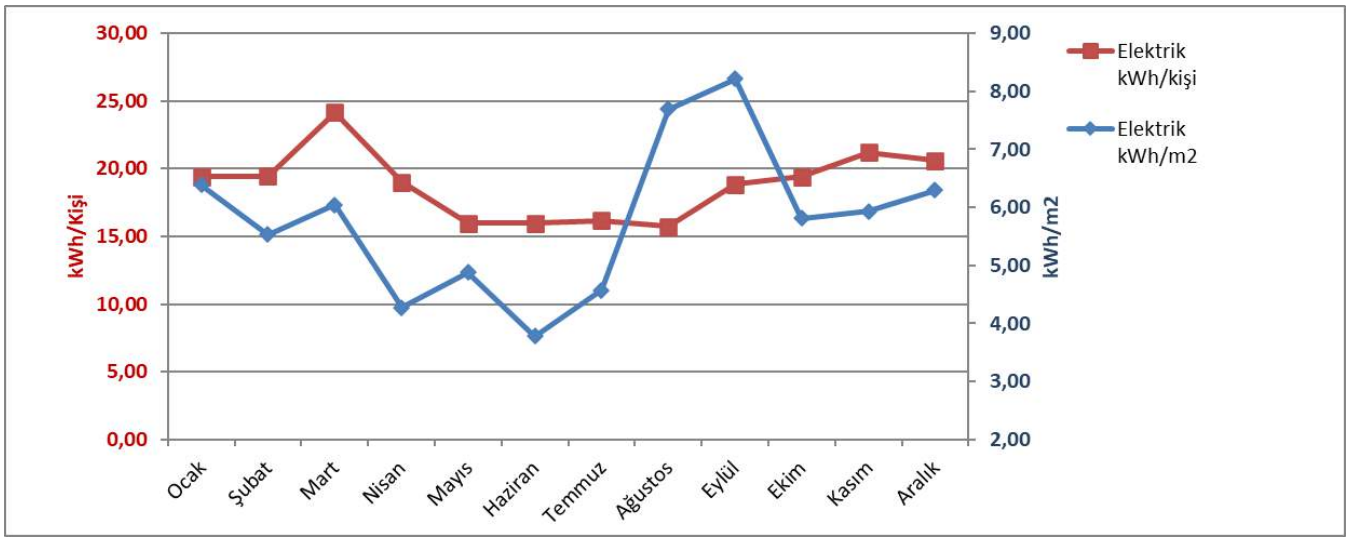
Enerji Yoğunluğu Grafikleri:

2024 verilerine göre aylık kişi sayısı, birim alan ve enerji tüketimleri analizinin yapıldığı grafikler hem elektrik için, hem doğalgaz için hem de toplam tüketimleri için bir sonraki sayfada verilmiştir.

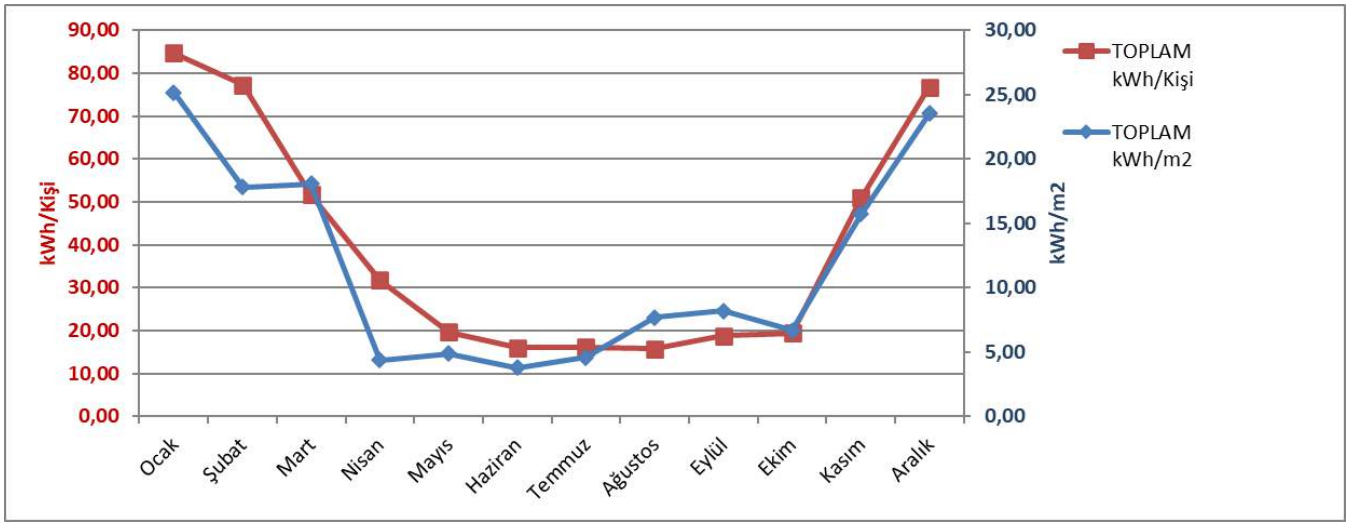
Grafikler incelendiğinde yaz aylarında kişi başına olan doğalgaz tüketimlerinin azaldığı, elektrik tüketimlerinin arttığı görülmektedir. Bunun sebebi yaz tüketimlerinin soğutma amaçlı olmasıdır.



Grafik 9. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Doğalgaz



Grafik 10. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Elektrik



Grafik 11. Enerji Yoğunluğu Grafiği – **Toplam**

Tablo 20. Tüketim Analizleri Tablosu

GÖSTERGELER	Birimi	2022	2023	2024	Ortalama
m^2 Başına Toplam Tüketim	kWh/m^2.yıl	110,03	97,90	101,33	**103,09**
m^3 Başına Toplam Tüketim	kWh/m^3.yıl	26,94	23,96	24,81	**25,24**
m^2 Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/m^2.yıl	180,09	220,54	262,00	**220,87**
Kişi Başına Tüketim	kWh/kişi.yıl	33,20	29,54	30,57	**31,10**
m^2 Başına Elektrik Tüketimi	kWh/m^2.yıl	35,54	34,02	38,04	**35,87**
m^2 Başına Yakıt Tüketimi	kWh/m^2.yıl	74,49	63,88	63,30	**67,22**
m^2 Başına Emisyon	Ton CO_2 eşd./m^2.yıl	45,89	41,51	43,78	**43,73**
Kişi Başına Emisyon	Ton CO_2 eşd/kişi.yıl	9,98	9,03	9,52	**9,51**
HDD (IDGS) Başına Yakıt Tüketimi	kWh/ IDSG.m^2.yıl	0,047	0,046	0,045	**0,046**
CDD (SDGS) Başına Elektrik Tüketimi	kWh/ SDGS.m^2.yıl	0,140	0,116	0,140	**0,132**

2.4 REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ, REFERANS KOŞULLARI VE ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ

Bu Ölçme ve Doğrulama (Ö&D) planı, KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi binasında gerçekleştirilecek EVÖ'lerin gerçek tasarruf miktarlarının nasıl ölçüleceğini tanımlamaktadır. Ö&D planı, *"Uluslararası Performans Ölçme ve Doğrulama Protokolü (IPMVP) Temel Kavramları- 2014"*te belirtilen özelliklere uygun olarak hazırlanmıştır.

Ölçme ve Doğrulama, bir tesis, süreç, bina veya bina alt sisteminde enerji verimliliğine yönelik önlemlerin uygulamaya dönüştürülmesinden sonraki süreçte tasarrufların doğrulanması için gerekli verilerin toplanması, analiz edilmesi ve raporlanması sürecidir.

Opsiyon A. İzole Edilmiş Tadilat: (Kısmi Ölçüm) EVÖ öncesi ve sonrası ölçümler yapılarak, bu ölçüm sonuçlarına göre tasarrufun hesaplandığı opsiyondur. Değişken yüklerin olmadığı sabit çalışan sistemlerde kullanılır. Opsiyon A, aydınlatma sistemi için uygundur.

Opsiyon B. İzole Edilmiş Tadilat: (Tam Ölçüm) Değişken yük ile çalışan sistemler, kendi içinde izole olarak ölçülmesi gerektiğinde Opsiyon B kullanılır. Burada ölçüm anlık değil, sürekli izleme şeklindedir. GES sistemi için uygun ölçme ve doğrulama opsiyonu; Opsiyon B olacaktır. Buradaki ölçümler EÖS sistemi ile, yapılacaktır.

Opsiyon C. Tüm Tesis: Birbiri ile çapraz ilişkiye sahip olan birden fazla EVÖ ölçümü için C opsiyonu en uygun tercih olacaktır. C opsiyonunda tüm tesis tüketimi referans tüketim ile kıyaslanarak tasarruflar hesaplanır. Ölçüm için tesisin enerji tüketimine esas olan sayaçlarının kullanılması uygun olacaktır.

Referans tüketimlerin ortaya çıkarılması için tesisin bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirlenmeli ve bağımsız değişkenlere göre regresyon analizi yapılmalıdır. Bu analiz sonucunda üretilen referans enerji denklemi ile ayarlanmış enerji tüketimleri hesaplanacaktır.

2.4.1 REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ VE REFERANS KOŞULLARI

Regresyon analizleri 2022, 2023 ve 2024 yılları enerji tüketimleri üzerinden yapılmıştır. Aşağıda veri seti verilmiştir.

- **Doğalgaz Tüketimi-HDD Regresyon Analizi;**

Doğalgaz tüketimi regresyon analizleri 2022, 2023 ve 2024 yılları için yapılmıştır. Doğalgaz tüketimi ile ısıtma derece gün sayıları arasında regresyon analizi yapılmıştır. Veri seti aşağıda verilmiştir.

Tablo 21. Doğalgaz Referans Enerji Regresyon Analizi Veri Seti

Yıllar	Aylar	Doğalgaz Tüketimi	Isıtma Derece Gün Sayısı
	Aylar	sm3	HDD
2022	Ocak	52.917,00	531,00
	Şubat	43.320,00	400,00
	Mart	46.181,00	447,00
	Nisan	13.281,00	100,00
	Mayıs	-	52,00
	Haziran	-	0,00
	Temmuz	-	0,00
	Ağustos	-	0,00
	Eylül	-	0,00
	Ekim	2.907,00	84,00
	Kasım	24.168,00	234,00
	Aralık	35.495,00	359,00
2023	Ocak	52.101,00	477,00
	Şubat	42.168,00	410,00
	Mart	16.085,00	266,00
	Nisan	8.660,00	141,00
	Mayıs	3.022,00	31,00
	Haziran	-	0,00
	Temmuz	-	0,00
	Ağustos	-	0,00
	Eylül	-	0,00
	Ekim	17,00	36,00
	Kasım	21.829,00	193,00
	Aralık	43.295,00	359,00
2024	Ocak	48.981,00	434,00
	Şubat	32.084,00	305,00
	Mart	31.391,00	289,00
	Nisan	277,00	31,00
	Mayıs	-	49,00
	Haziran	-	0,00
	Temmuz	-	0,00
	Ağustos	-	0,00
	Eylül	-	0,00
	Ekim	2.294,00	124,00
	Kasım	25.495,00	312,00
	Aralık	44.946,00	417,00

Tablo 22. Doğalgaz Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,982406
R Kare	0,965121
Ayarlı R Kare	0,964096
Standart Hata	3709,641
Gözlem	36

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	1	1,29E+10	1,29E+10	940,8094	2,31E-26
Fark	34	4,68E+08	13761437		
Toplam	35	1,34E+10			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	-1686,4	854,6986	-1,97309	0,056659	-3423,36	50,55505	-3423,36	50,55505
HDD	107,1575	3,493587	30,67262	2,31E-26	100,0576	114,2573	100,0576	114,2573

R^2=0,96

Referans Doğalgaz Tüketimi = (107,1575 x HDD)

Doğalgaz tüketimi ağırlıklı olarak ısıtma amaçlı olup, yaz aylarında baz yük ihmal edilebilir seviyededir. Bu nedenle regresyon modeli kesişimi sıfıra sabitlenerek oluşturulmuştur.

- **Elektrik Tüketimi-HDD-CDD Regresyon Analizi;**

Elektrik tüketimi regresyon analizleri 2022, 2023 ve 2024 yılları için yapılmıştır. Elektrik tüketimi ile ısıtma derece gün sayısı ve soğutma derece gün sayısı arasında regresyon analizi yapılmıştır.

Aşağıda elektrik tüketimi regresyon analizleri verilmiştir.

Tablo 23. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Veri Seti

Yıllar	**Aylar**	**Elektrik Tüketimi**	**Isıtma Derece Gün Sayısı**	**Soğutma Derece Gün Sayısı**
	Aylar	kWh	HDD	CDD
2022	Ocak	104.145,84	531,00	0,00
	Şubat	93.442,56	400,00	0,00
	Mart	102.202,80	447,00	0,00
	Nisan	79.515,60	100,00	0,00
	Mayıs	67.752,48	52,00	15,00
	Haziran	65.274,00	0,00	29,00
	Temmuz	57.363,84	0,00	69,00
	Ağustos	94.176,72	0,00	188,00
	Eylül	67.956,72	0,00	50,00
	Ekim	73.901,76	84,00	1,00
	Kasım	98.007,60	234,00	0,00
	Aralık	95.037,84	359,00	0,00
2023	Ocak	91.372,56	477,00	0,00
	Şubat	83.517,60	410,00	0,00
	Mart	83.274,72	266,00	0,00
	Nisan	76.225,68	141,00	0,00
	Mayıs	77.484,24	31,00	0,00
	Haziran	62.271,12	0,00	26,00
	Temmuz	69.430,56	0,00	127,00
	Ağustos	69.949,44	0,00	226,00
	Eylül	72.869,52	0,00	27,00
	Ekim	83.688,72	36,00	0,00
	Kasım	92.134,32	193,00	0,00
	Aralık	93.707,52	359,00	0,00
2024	Ocak	98.311,20	434,00	0,00
	Şubat	85.201,20	305,00	0,00
	Mart	93.100,32	289,00	0,00
	Nisan	65.814,96	31,00	4,00
	Mayıs	75.149,28	49,00	1,00
	Haziran	58.186,32	0,00	96,00
	Temmuz	70.446,24	0,00	128,00
	Ağustos	118.492,32	0,00	117,00
	Eylül	126.413,52	0,00	30,00
	Ekim	89.468,16	124,00	0,00
	Kasım	91.328,40	312,00	0,00
	Aralık	96.931,20	417,00	0,00

Tablo 24. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,513308
R Kare	0,263485
Ayarlı R Kare	0,218847
Standart Hata	14222,61
Gözlem	36

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	2	2,39E+09	1,19E+09	5,902791	0,006434
Fark	33	6,68E+09	2,02E+08		
Toplam	35	9,06E+09			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	74703,01	4400,015	16,9779	7,15E-18	65751,11	83654,9	65751,11	83654,9
HDD	49,96327	15,73822	3,174645	0,003243	17,94361	81,98292	17,94361	81,98292
CDD	26,81838	48,9053	0,548374	0,587126	-72,6802	126,317	-72,6802	126,317

R^2=0,22 (0,75'in altında olduğu için kabul edilebilir değil)

Elektrik tüketimi ile ısıtma ve soğutma derece-gün (CDD-HDD) değerleri arasında ilişki kurulabilmesi amacıyla regresyon analizi denenmiş, ancak soğutma dönemlerinde tüketim artışlarının CDD ile tutarlı olmadığı, bazı aylarda CDD artmasına rağmen elektrik tüketiminin azaldığı, bazı aylarda ise düşük CDD değerlerine rağmen yüksek tüketimler oluştuğu görülmüştür.

Bu durumun, binanın mesai saatlerinde kullanılan bir yapı olması, soğutma yüklerinin toplam elektrik tüketimi içerisindeki payının sınırlı kalması ve elektrik tüketiminin büyük ölçüde aydınlatma, priz yükleri ve yardımcı sistemlerden kaynaklanmasından ileri geldiği değerlendirilmiştir.

Referans enerji tüketimi olarak son 3 yılın ortalama elektrik tüketimi baz alınmıştır.

Referans Enerji= 1.007.848,96 kWh

2.4.2 ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ

Ölçme Doğrulama opsiyonu olarak C opsiyonu önerilmiştir. Birden fazla EVÖ olması ve bu EVÖ'lerin birbiri ile çapraz etkileşimli olması sebebi ile tasarruflar tüketim faturasına ait sayaçlar üzerinden c opsiyonu ile tüm tesiste hesaplanmalıdır.
Referans tüketim güven düzeyi IPMVP'ye göre %95 alınmıştır. Hassasiyet %5'dir.

Tablo 25. Referans Tüketim ve Ölçme Doğrulama Opsiyon Tablosu

EVÖ önerilen sistem	IPMVP veya ISO 50015'e Göre Ö&D Opsiyonu	Güven Düzeyi (%)	Hassasiyet (%)	Projenin Etki Ettiği Toplam Kullanım Alanı (m^2)	Elektrik Tüketimi (TEP/Yıl)	Doğalgaz Tüketimi (TEP/Yıl)	Toplam Enerji Tüketimi (TEP/Yıl)	Toplam Enerji Maliyeti (TL/Yıl)	Referans Düzey Maliyeti (TL/Yıl)	Toplam Emisyon Salımı (Ton CO_2 eşd.)
Yoğun Bakım Döşemesi ve Diş Polikliniği Çatısı Yalıtımı	C	95%	5%	28.100	132,20	184,30	316,50	10.835.758,40	10.835.758,40	1.232,56
Kompresör Atık Isısından Faydalanılması	C	95%	5%	28.100	132,20	184,30	316,50	10.835.758,40	10.835.758,40	1.232,56
Yalıtım Ceketi Uygulaması	C	95%	5%	28.100	132,20	184,30	316,50	10.835.758,40	10.835.758,40	1.232,56
GES Kurulumu	C	95%	5%	28.100	132,20	184,30	316,50	10.835.758,40	10.835.758,40	1.232,56
Otomasyon Sistemi Revizyonu	C	95%	5%	28.100	132,20	184,30	316,50	10.835.758,40	10.835.758,40	1.232,56

3. ENERJİ PERFORMANSI

Tablo 26. Binanın Enerji Kimlik Belgesi Sonuçları

Bina Adı	Belge Tipi	Sera Gazı Emisyonu (kg eşd. CO_2/m^2.yıl)	Sera Gazı Sınıfı	Yıllık Enerji Tüketimi Birincil (kWh/yıl)	Yıllık Enerji Tüketimi m^2 Başına (kWh/m^2.yıl)	EKB Sınıfı
KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi	EKB Ön Hesap Sonuç Raporu	57,93	B	4.881.832,71	222,07	**B**

Binanın onaylı projeleri temin edilmediği için Enerji Kimlik Belgesi (EKB) yerine EKB sonucunu gösteren Ön Hesap Sonuç Raporu hazırlanmış ve sonuçları yukarıdaki tabloda verilmiştir.

Binanın mevcut durumunda Enerji Sınıfı ve Sera Gazı sınıfı C olup Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin yeni binalar için önerdiği sınır değer aralığındadır.

Enerji Kimlik Belgesi sonuçlarına göre birincil enerji türünden yıllık enerji tüketimi toplamı **4.881.832,71 kWh/m^2.yıl**'dır.

Tablo 27. Enerji Kimlik Belgesi Detaylı Sonuçları

Sistem Adı	Yıllık Enerji Tüketimleri Birincil (kWh/yıl)	Yıllık Enerji Tüketimleri Birim Alan Başına (kWh/m^2.yıl)	Sınıfı
Isıtma	259.840,52	11,82	A
Sıcak Su	2.077.701,39	94,51	D
Soğutma	1.037.844,73	47,21	F
Havalandırma	331.154,22	15,06	F
Aydınlatma	1.175.291,85	53,46	C
Toplam	**4.881.832,71**	**222,07**	**B**

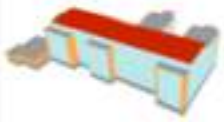
Binanın EKB sınıfını ve değerlerini gösteren Ön Hesap Sonuç Raporu aşağıdaki resimlere eklenmiş olup PDF dosyası olarak rapor ekinde mevcuttur.

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Hastane
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	28-11-2014
Toplam Alan:	28.100,01
İklimlendirilen Alan:	21.982,98
UAVT Bina No:	
Adresi:	KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ Yenişehir Mah. Çelebi Sokak No:1 YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü



SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Birim (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²/yıl)	Birim (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²/yıl)	
Toplam	4.881.832,71	222,07	0,00	0,00	B
Isıtma	259.840,52	11,82	0,00	0,00	A
Sıhhi Sıcak Su	2.077.701,39	94,51	0,00	0,00	D
Soğutma	1.037.844,73	47,21	0,00	0,00	F
Havalandırma	331.154,22	15,06			F
Aydınlatma	1.175.291,85	53,46			C
Kojenarasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	—
Fotovoltaik	—	—	0,00	0,00	—
Rüzgar Enerjisi	—	—	0,00	0,00	—

Belge Düzenleyenin

Adı Soyadı: Tarih:

Firması: İmza:

Sertifika No:

Yapı ruhsatına esas projeye ve eklerine göre düzenlenmiş olup, Enerji Kimlik Belgesi yerine kullanılamaz.

*Muhtemel Yapı Ruhsatı Tarihini İfade Eder.

EK: Bina ve Mekanik Sistem Bilgileri (1 Sayfa)

Resim 2. EKB Ön Hesap Sonuç Raporu Sayfa 1/2

BİNA VE MEKANİK SİSTEM BİLGİLERİ

BİNA DIŞ KABUĞUNDA EN FAZLA KULLANILAN YAPI BİLEŞENLERİ

Toplam Dış Duvar Alanı (m²): 2.664,52

Tipi	Alanı (m²)	U Değeri	Kalınlık(m)
Doğu Duvar	0,38	2664,52	0,02 / 0,19 / 0,06

Toplam Dış Betonarme Elemanı Alanı (m²): 5.265,58

Tipi	Alanı (m²)	U Değeri	Kalınlık(m)
Kolon/Barme	2284,88	0,31	0,02 / 0,40 / 0,00 / 0,10
Kolon/Barme	1582,61	0,43	0,02 / 0,40 / 0,08
Kiriş	1132,40	0,43	0,02 / 0,40 / 0,06
Kiriş	265,68	0,31	0,02 / 0,40 / 0,00 / 0,10

Toplam Döşeme Alanı (m²): 4.812,41

Tipi	Alanı (m²)	U Değeri	Kalınlık(m)
Temel	4812,41	0,40	0,02 / 0,03 / 0,05 / 0,25 / 0,08 / 0,50

Toplam Çatı Alanı (m²): 4.812,41

Tipi	Alanı (m²)	U Değeri	Kalınlık(m)
Kırma	2434,89	0,32	0,15 / 0,03 / 0,00 / 0,10 / 0,05
Teras	2377,52	0,32	0,12 / 0,03 / 0,00 / 0,10 / 0,05

Toplam Pencere Alanı (m²): 6.588,50

Tipi	Alanı (m²)
2007 Sonrası - Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı (4+16mmHava+4) (U:1.3 - G	4107,36
2007 Sonrası - Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camı - Mavi (6+16mmHava+6) (U	2481,15

BİNADA EN FAZLA KULLANILAN MEKANİK SİSTEMLER İLE DİĞER SİSTEMLER

Binanın Isıtma Sistemi

Sistemin Konumu	Merkezi
Sistemin Tipi	Standart Kazanlar
Sistemin Gücü (kW)	5235
Yakıt Tipi	Doğal Gaz
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok

Binanın Sıcak Su Sistemi

Merkezi	Merkezi
Standart Kazanlar	Standart Kazanlar
1745	
Doğal Gaz	Doğal Gaz
Yok	Yok

Binanın Soğutma Sistemi

Sistemin Konumu	Merkezi
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı
Sistemin Gücü (kW)	50

Binanın Havalandırma Sistemi

Sistemin Tipi	Besleme ve Egzoz Havaland
Isı Dışgüçleri	Var

Aydınlatma Sistemi

En Fazla Kullanılan Armatür Tipi ve Adedi		En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi	
A (Çıplak) - 27		Fluorosan (18 W) (1170 lümen)	9000
Toplam Aydınlatma Gücü (W):	245.700,00	Fluorosan (36 W) (2800 lümen)	960
Toplam Aydınlatma Lümeni:	13.218.000,00		

Kojenerasyon Sistemi Üretilen Enerji

Isı Geri Kazanımı (kWh):	0,00
Elektrik Güç Çıkışı (kW):	0
Isıl Güç Çıkışı (kW):	0
Yakıt Tüketimi (kW):	0
Yakıt Tipi	
Birincil Enerji Kazancı %	0.00

Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji

Pik Güç (kW):	0
Alan (m²):	0

Rüzgar Enerjisi Üretilen Enerji

Pik Güç (kW):	0

Kırmızı renk ile gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.

Resim 3. EKB Ön Hesap Sonuç Raporu Sayfa 2/2

3 YAPISAL SİSTEMLER

3.1 MİMARİ YAPI

KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi **2014-2016** yılında inşa edilmiş ve **28.100 m^2** alana sahip, betonarme yapıdan oluşan, kamu üniversitesine ait diş hekimliği fakültesi ve hastanesidir. Dilatasyon derzi ile ayrılmış fakat aynı mahalleri kullanan bitişik 4 bloktan oluşmaktadır.

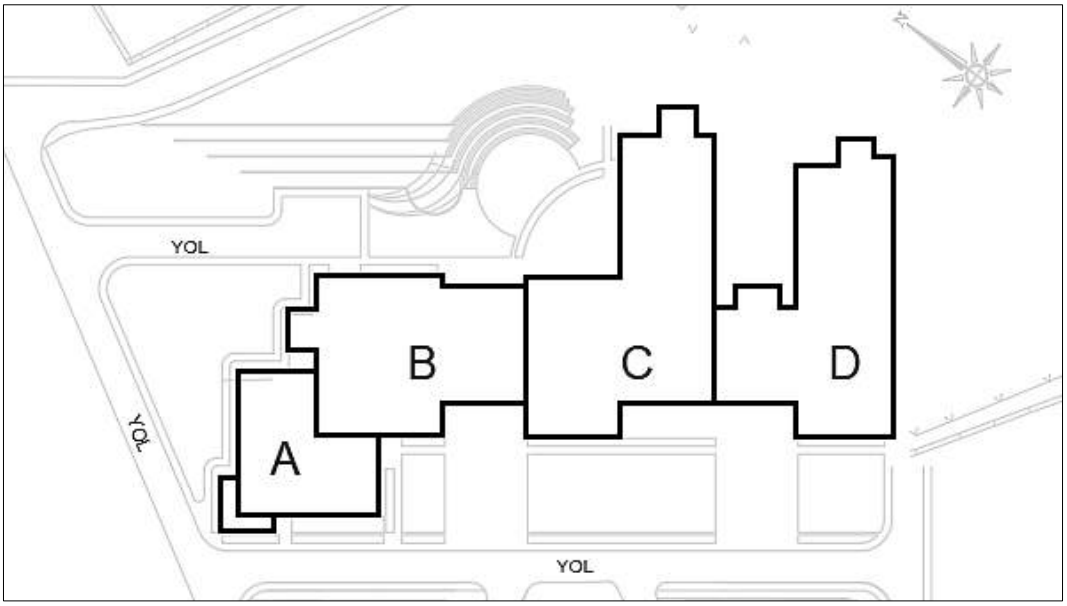
1 Bodrum, Zemin, 4 Normal Kat ve Çatı Katı'ndan oluşan binanın bodrum katında otopark, personel odaları, sterilizasyon, çamaşırhane, ısı merkezi, depolar ve teknik odalar bulunmaktadır. Zemin katta giriş holü, fuaye, personel ofisleri, kütüphane, laboratuvar, hasta ve doktor odaları bulunmaktadır. 1. Katta; amfiler, derslikler, laboratuvarlar ve poliklinikler yer almaktadır. 2. ve 3. Katta; laboratuvarlar, toplantı salonları, poliklinikler, akademik personel odaları bulunmaktadır. 4. Katta ise bunlara ek olarak yemekhane, başhekimlik, dekanlık, sekreterlik vb. idari odalar yer almaktadır. Çatı katında ise asansör makine dairesi ve klima santralleri bulunmaktadır.

Binanın taşıyıcı sistemi betonarme, dış duvarları ise kompozit kaplamalı tuğladır. **Kompozit kaplama**nın altına **8cm Taşyünü** kullanılarak ısı yalıtımı sağlanmıştır. Kompozit kaplama dışındaki alanlar ise **cam giydirme**dir.

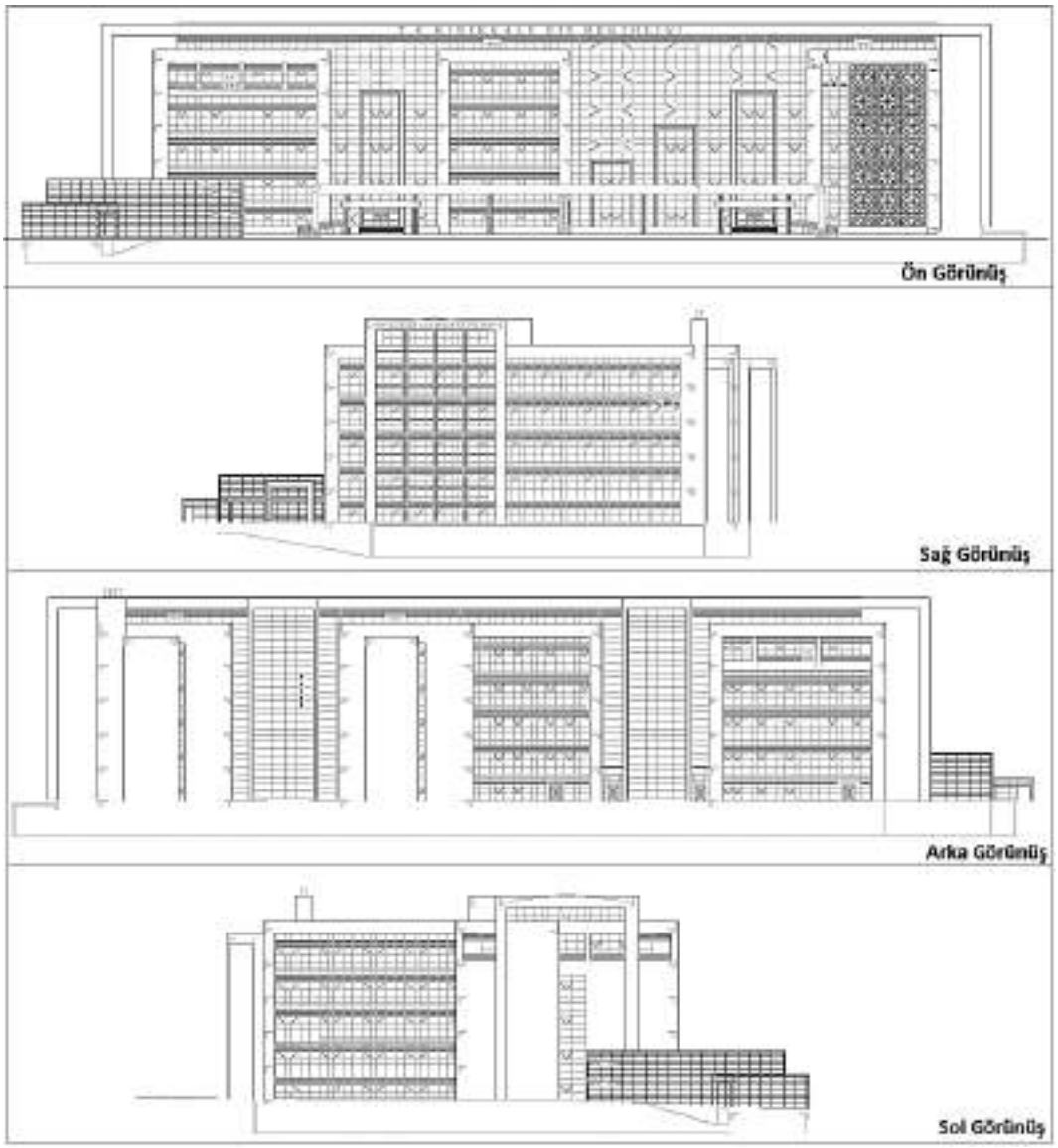
Tablo 28. Binanın Yapısal Özellikleri

Bina Adı	Kat Adedi	Yapım Yılı	Bina Tipi	İnşaat Alanı (m^2)	EKB Sınıfı
KKÜ Diş Hekimliği Fakültesi	6	2016	Diş Hekimliği Fakülte ve Hastane Binası (Kamu)	28.100	B

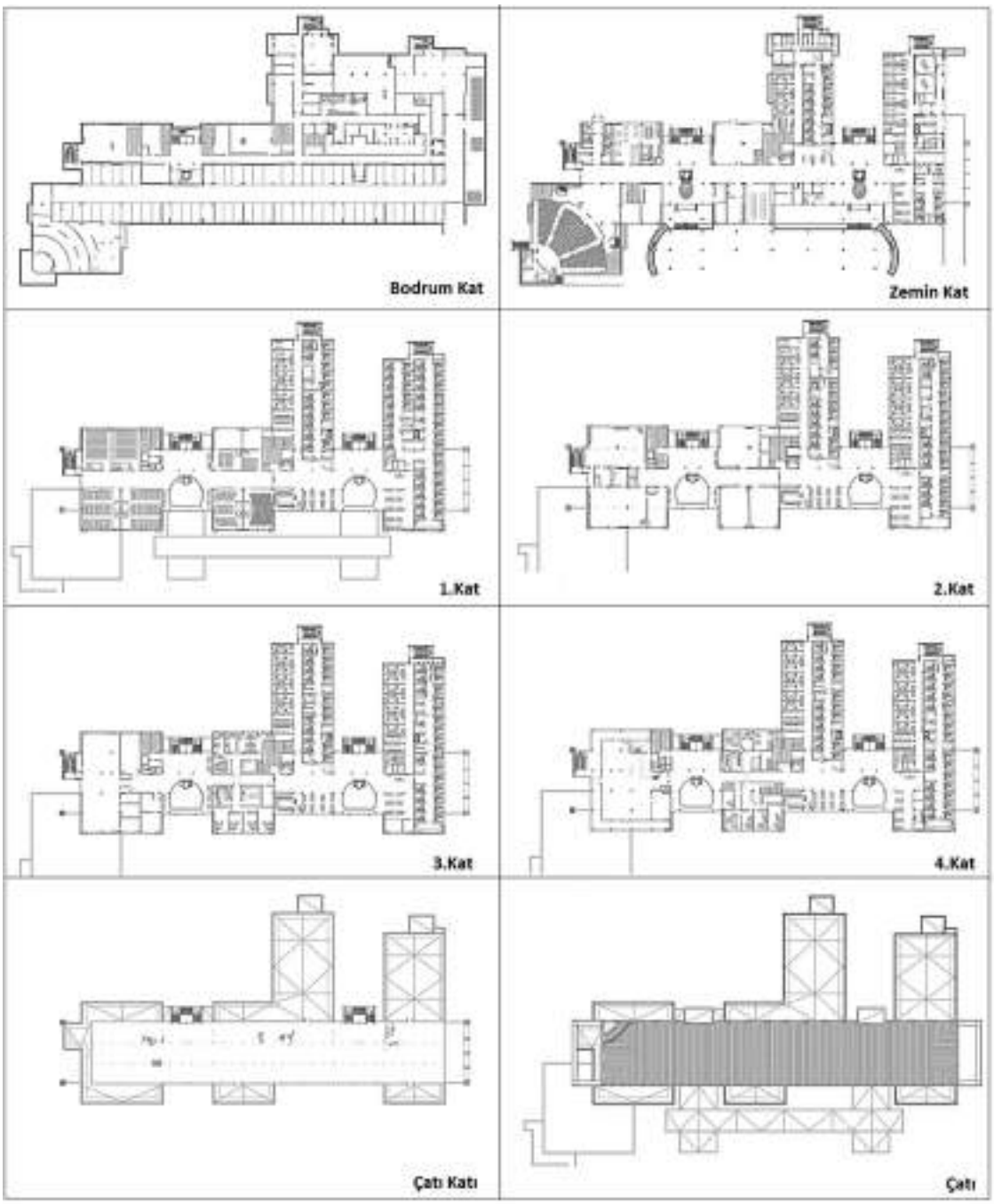
Resim 4. KKÜ Diş Hekimliği Uydu Görüntüsü



Resim 5. Vaziyet Planı



Resim 6. Cephe Görünüşleri



Resim 7. Kat Planları

Resim 8. Kesit Görünüşleri

3.2 ISI YALITIMI DURUMU

Binanın TS825 Isı Yalıtım Raporu temin edilmiş ve rapor ekine eklenmiştir. Bina dış cephesi yerinde incelendiğinde TS825 Isı Yalıtım Raporunda belirtilen malzemeler ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 29. TS825 Uygunluk Tablosu

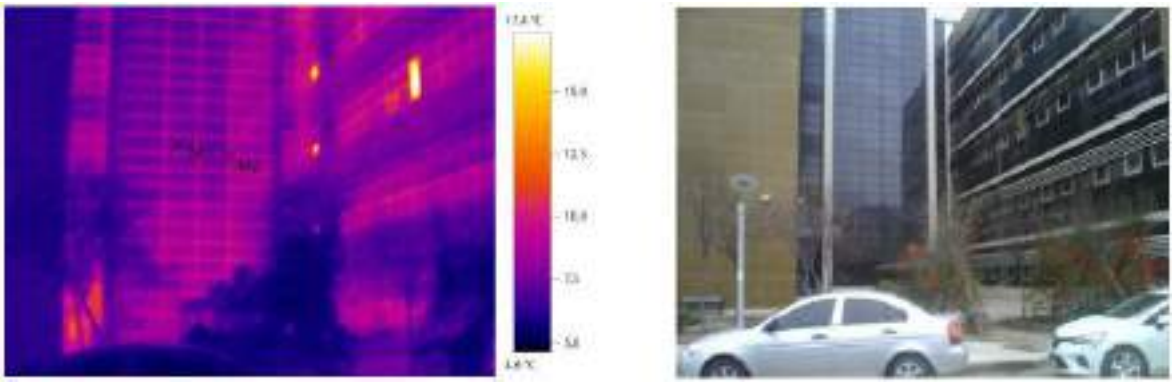
Bina Adı	Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hacim	Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Sınır Değeri	TS 825'e Uygunluğu
	Q (kWh)	(m^3)	Q (kWh/m^3)	Q' (kWh/m^3)	
KKÜ Diş Hek. Fak.	1.778.124	114.792	15,49	16,60	**Q<Q' - Uygun**

Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı **1.778.124 kWh/yıl**'dır. Birim hacim başına **15,49 kWh/m^3** olarak hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı TS825 Standardında **16,60 kwh/m^3** hesaplanan sınır değerini aşmamış ve binanın **TS825** standardına **uygun olduğu** tespit edilmiştir. Detayları Duvarlar başlığında olup TS825 Isı Yalıtım Raporunun tamamı eklerdedir. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere çatı vb. bileşenlerin standardın önerdiği sınır değeri aşmasına rağmen bina bütün olarak değerlendirildiğinde TS825'e uygundur.

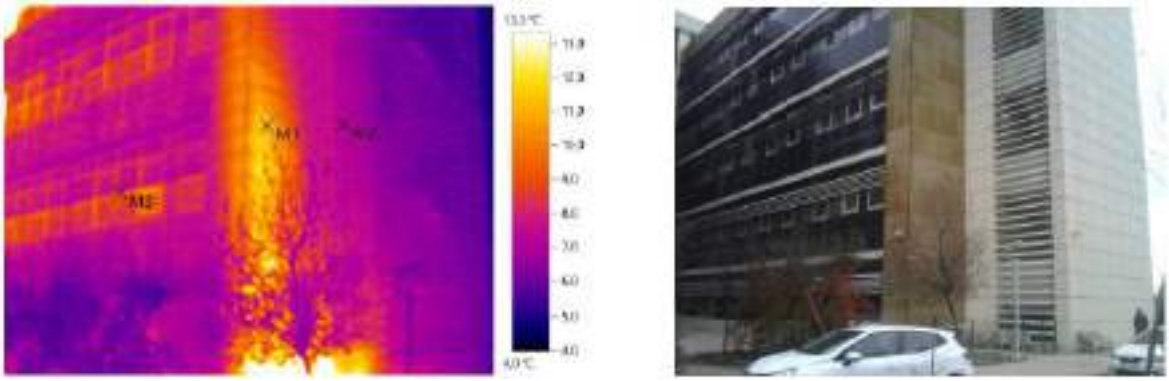
Tablo 30. Yapı Bileşenlerinin TS825'e uygunluğu

Yapı Bileşeni		Isıl Geçirgenlik Katsayısı	TS 825 3.Bölge Referans Değer	TS 825 Uygunluk Durumu	Bileşen Alanı	Katsayı	Isı Kaybı
		U (W/m^2K)	U (W/m^2K)		A (m^2)	k	Uxk.A (W/K)
Kompozit Kaplamalı, 8cm Taşyünü Yalıtımlı, Tuğla Duvar	D1.1	0,383	≤ 0,50	Uygun	1.084,79	1	415,27
Kompozit Kaplamalı Betonarme Duvar (Kolon, Kiriş), 8cm Taşyünü	D1.2	0,426	≤ 0,50	Uygun	3.864,76	1	1.644,58
Duvar Toprak Temaslı, EPS Köpük	D2.1	0,315	≤ 0,40	Uygun	501,91	0,5	78,97
Düz Çatı, 10cm EPS Köpük Yalıtımlı	T1.1	0,318	≤ 0,30	Uygun Değil	1.967,00	1	626,27
Düz Çatı, 10cm EPS Köpük Yalıtımlı	T1.2	0,320	≤ 0,30	Uygun Değil	488,00	1	155,97
Kırma Çatı, 10cm EPS Köpük Yalıtımlı	T2.1	0,315	≤ 0,30	Uygun Değil	1.518,00	0,8	382,42
Taban (Toprak Temaslı)	T1.1	0,397	≤ 0,45	Uygun	1.885,26	0,5	374,16
Taban (Isıtılmayan İç Ortam)	T1.2	0,534	≤ 0,45	Uygun Değil	2.073,05	0,5	553,87
Diğer Bileşenler Isı Kayıpları							3.734
Pencere ve Cam Alanlar		2,10	≤ 2,40	Uygun	5.118,60	1	10.749
						TOPLAM:	**18.715**

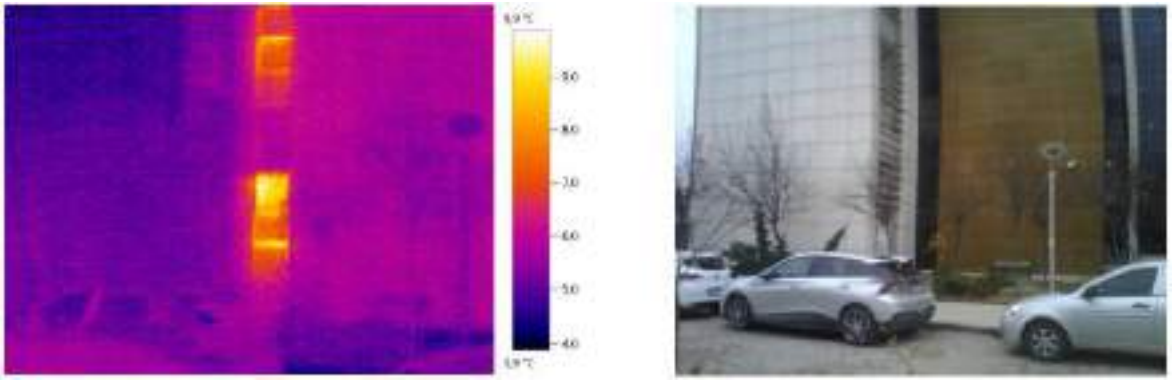
Termal kamera ile binanın ısı kayıpları ölçülmüş ve rapor ekine eklenmiştir. Bir kısmı aşağıdaki resimlerde verilen termal kamera görüntülerinde alüminyum doğramalardan ve pencere kenarlarından ısı kayıpları gerçekleştiği fakat ortam konforunu bozmayacak seviyede olduğu görülmektedir. Bina dış cephesinde bulunan kompozit kaplamadan dolayı kaplamalı duvarlardan alınan termal ölçümlerde ısı kayıpları ölçümü anlamlı bir sonuç vermemektedir. Dış cephe duvarlarının iç ortamdan alınan termal ölçümleri üzerinden değerlendirilmiştir. Pencere ve cam termal ölçümleri "3.4 Pencere ve Cam Alanlar" başlığına eklenmiştir.

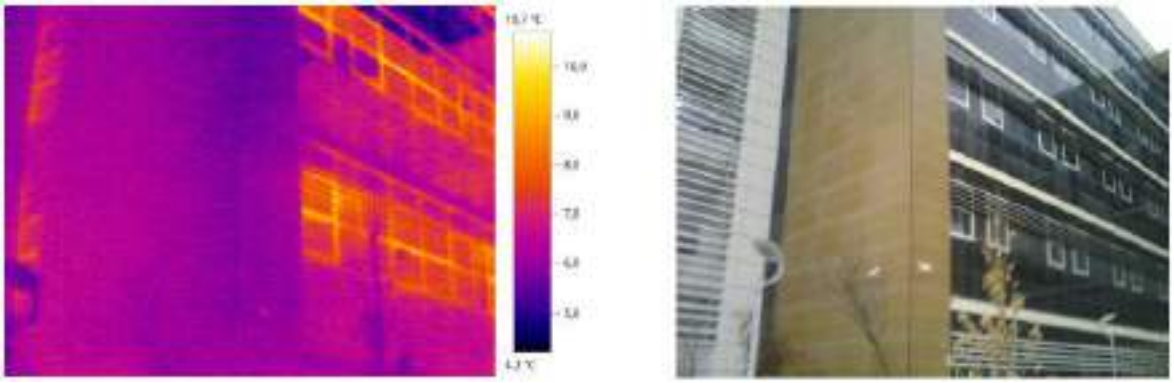


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	7,5	0,96	36,0	Cam Giydirme Sıcaklığı
Ölçme noktası 2	8,8	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Sıcaklığı

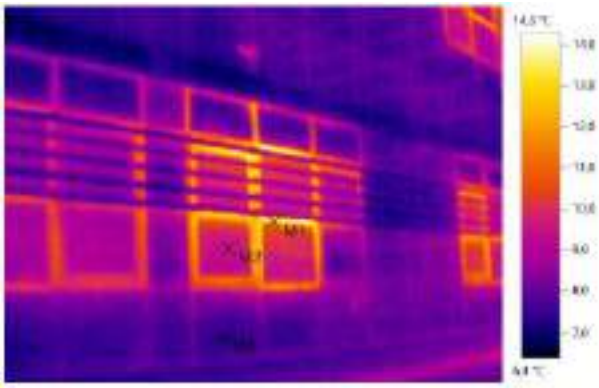


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	11,1	0,96	36,0	Kompozit Kaplama Sıcaklığı
Ölçme noktası 2	7,1	0,96	36,0	Kompozit Kaplama Sıcaklığı
Ölçme noktası 3	8,7	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı

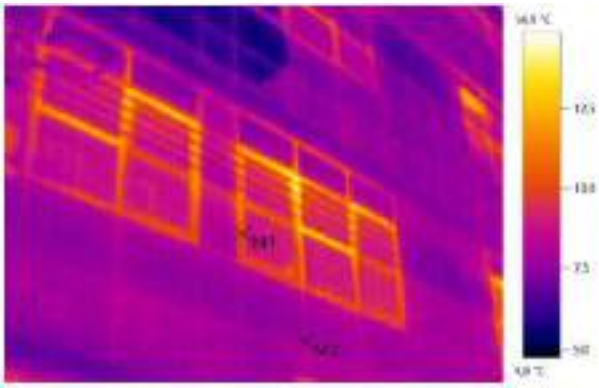




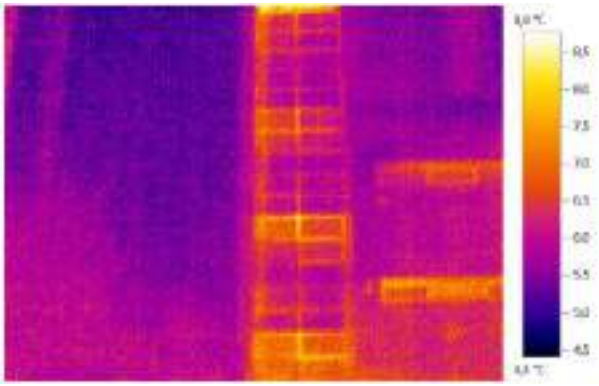
Resim 9. Dış Cephe Termal Kamera Ölçümleri

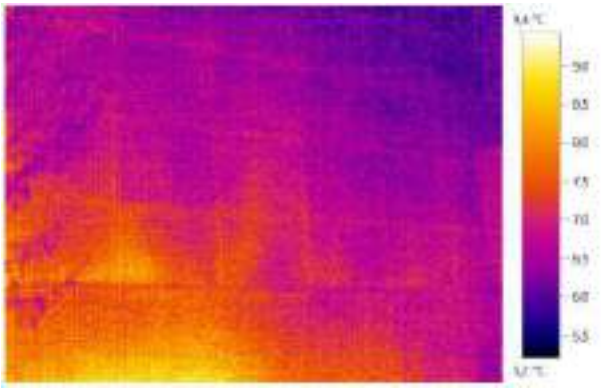


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	13,1	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	9,6	0,96	36,0	Açılır Cam Dış Sıcaklığı
Ölçme noktası 3	7,4	0,96	36,0	Cam Giydirme Cephe Sıcaklığı

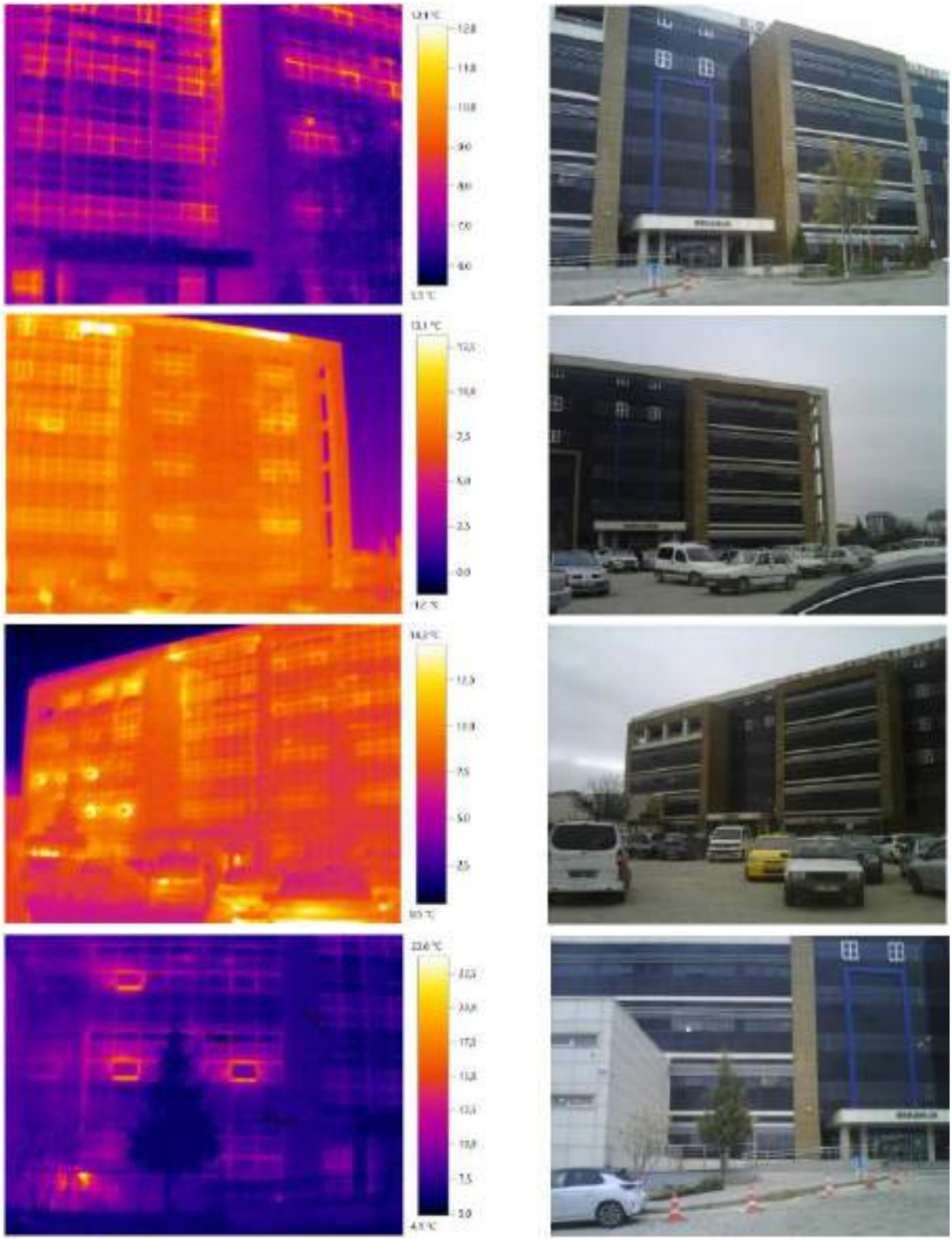


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	10,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	8,0	0,96	36,0	-





Resim 10. Dış Cephe Termal Kamera Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	7,1	0,96	36,0	Kompozit Kaplama
Ölçme noktası 2	9,5	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama
Ölçme noktası 3	7,0	0,96	36,0	Cam Giydirme

Resim 11. Dış Cephe Termal Kamera Ölçümleri

3.3 DUVAR, ÇATI ve ZEMİN

3.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Binanın dış duvarları **kompozit kaplamalı tuğla duvar** ve **betonarmeden** oluşmaktadır. Kompozit kaplama altında ısı yalıtım malzemesi olarak **8cm Taşyünü** mevcuttur. Toprakla temas eden bodrum kat duvarlarında 10cm EPS Köpük ile yalıtım yapılmıştır. Hem kırma çatı hem düz çatıda da 10cm EPS Köpük mevcuttur. Temel döşemesi ve ısıtılmayan ortama bakan döşemelerde ise 5cm EPS köpük ile ısı yalıtımı sağlanmıştır.

Tablo 31. Yapı Bileşenleri Tablosu

Kat Adedi	Taban (Döşeme) Alanı		Çatı Alanı		Tuğla Duvar Alanı	Betonarme Duvar Alanı	
	Toprak Temaslı	Isıtılmayan İç Ortam	Kırma Çatı	Düz Çatı	Kompozit	Kompozit	Toprak Temaslı
	5cm EPS	5cm EPS	10cm EPS	10cm EPS	8cm Taşyünü	8cm Taşyünü	10cm EPS
	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)
6	1.885	2.073	1.518	2.455	1.084	3.864	501

Resim 12. Kompozit Kaplamalı ve Cam Giydirme Cepheler

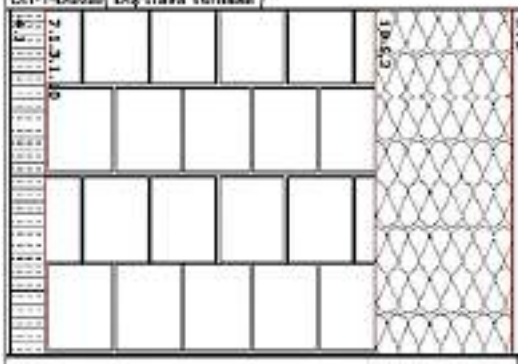
3.3.2 Ölçümler ve Tespit

Resim 13. Kompozit Kaplamalı Duvarlarda Tespit Edilen 8cm Taşyünü Yalıtımı

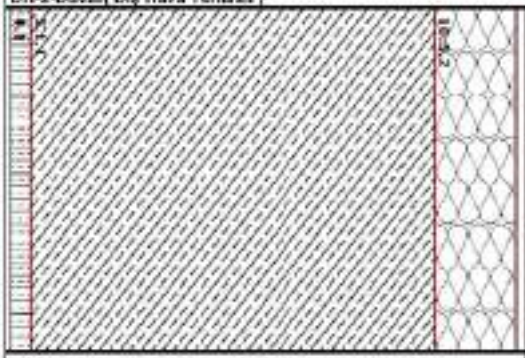
Resim 14. Binaya Ait Düz Çatı

Resim 15. Binaya Ait Kırma Çatı

Bir kısmı aşağıda verilen duvar kesit detaylarının tamamı ve U değerleri rapor ekindeki TS825 Isı Yalıtım Raporunda mevcuttur.

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
			d	λ_h	R	U
			(m)	(W/mK)	(m²K/W)	W/m²K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)						
	1/αi	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13	
	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1,0	0,02	
	7.1.2.1.10	Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,19	0,45	0,42	
	10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 040	0,08	0,040	2	
	KTB	11.01.03. Kompozit Kaplama	0,005	204	0	
	1/αe	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04	
TOPLAM					2,61	0,383

Resim 16. Kompozit Kaplamalı 8cm Taşyünü Yalıtımlı **Tuğla** Duvar Kesiti

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
			d	λ_h	R	U
			(m)	(W/mK)	(m²K/W)	W/m²K
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)						
	1/αi	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13	
	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1,0	0,02	
	6.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500'e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,4	2,5	0,16	
	10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 040	0,08	0,040	2	
	KTB	11.01.03. Kompozit Kaplama	0,005	204	0	
	1/αe	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04	
TOPLAM					2,35	0,426

Resim 17. Kompozit Kaplamalı 8cm Taşyünü Yalıtımlı **Betonarme** Duvar Kesiti

3.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tablo 32. Binanın TS825 Özgül Isı Kaybı Çizelgesi

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

	Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Eleman Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m²K/W)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	7.1.3.1.10 Normal harç kullanarak AB sınıfı	0,19	0,45	0,422			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,08	0,04	2,000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,040			
TOPLAM				**2,612**	**0,383**	**1084,79**	**415,27**
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.2	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	5.1.1 Donatılı	0,4	2,5	0,160			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,08	0,04	2,000			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,040			
TOPLAM				**2,350**	**0,426**	**3864,76**	**1644,58**
DUVAR:Isıtılmayan İç Duvar1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	7.1.3.1.10 Normal harç kullanarak AB sınıfı	0,19	0,45	0,422			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,05	0,04	1,250			
	6.5 Alçı karton plakalar(TS 452ye uygun)	0,02	0,25	0,080			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,130			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**2,032**	**0,492**	**269,00**	**66,18**
DUVAR:Isıtılmayan İç Duvar1.2	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	5.1.1 Donatılı	0,4	2,5	0,160			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,05	0,04	1,250			
	6.5 Alçı karton plakalar(TS 452ye uygun)	0,02	0,25	0,080			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,130			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**1,770**	**0,565**	**178,44**	**50,41**
DUVAR:Isıtılmayan İç Duvar1.3	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	7.1.3.1.10 Normal harç kullanarak AB sınıfı	0,19	0,45	0,422			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,130			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**,715**	**1,399**	**1745,36**	**1221,01**
DUVAR:Isıtılmayan İç Duvar1.4	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	5.1.1 Donatılı	0,4	2,5	0,160			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,130			
TOPLAM			**0,5 x A x U**	**,453**	**2,210**	**1764,09**	**1949,27**
DUVAR:Toprağa Temas Duvar1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	5.1.1 Donatılı	0,4	2,5	0,160			
	9.2.3.2 PVC örtü	0,002	0,19	0,011			
	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS	0,1	0,035	2,857			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,000			

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m²K/W)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
TOPLAM			0,5 x A x U	3,178	0,315	501,91	78,97
TAVAN:Üzeri Açık Tavan1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel ısıl İletim Katsayısı(İç)			0,130			
	5.1.1 Donatılı	0,15	2,5	0,060			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021			
	9.2.3.2 PVC örtü	0,002	0,19	0,011			
	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS	0,1	0,035	2,857			
	1.1 Kristal yapılı püskürtük ve metamorfik	0,05	2,3	0,022			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl İletim katsayısı(dış)			0,040			
TOPLAM				3,141	0,318	1967,00	626,27
TAVAN:Üzeri Açık Tavan1.2	$1/\alpha_i$ Yüzeysel ısıl İletim Katsayısı(İç)			0,130			
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021			
	9.2.3.2 PVC örtü	0,002	0,19	0,011			
	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS	0,1	0,035	2,857			
	1.1 Kristal yapılı püskürtük ve metamorfik	0,05	2,3	0,022			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl İletim katsayısı(dış)			0,040			
TOPLAM				3,129	0,320	488,00	155,97
TAVAN:Çatılı Tavan1.3	$1/\alpha_i$ Yüzeysel ısıl İletim Katsayısı(İç)			0,130			
	5.1.1 Donatılı	0,15	2,5	0,060			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,003	1,4	0,002			
	9.2.3.2 PVC örtü	0,002	0,19	0,011			
	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS	0,1	0,035	2,857			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl İletim katsayısı(dış)			0,080			
TOPLAM			0,8 x A x U	3,176	0,315	1518,00	382,42
TABAN:Toprak Temaslı Taban1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel ısıl İletim Katsayısı(İç)			0,170			
	1.4 Granit	0,02	2,8	0,007			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021			
	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS	0,05	0,035	1,429			
	5.1.1 Donatılı	0,15	2,5	0,060			
	2.1 Kum,kum-çakıl	0,4	2	0,200			
	5.1.1 Donatılı	0,8	2,5	0,320			
	5.1.2 Donatısız	0,1	1,66	0,061			
	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,01	0,19	0,053			
	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,01	0,19	0,053			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
	5.1.2 Donatısız	0,1	1,66	0,061			
	2.1 Kum,kum-çakıl	0,1	2	0,050			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl İletim katsayısı(dış)			0,000			
TOPLAM			0,5 x A x U	2,519	0,387	1885,26	374,16
TABAN:İzolasyonsuz İç Taban1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel ısıl İletim Katsayısı(İç)			0,170			
	1.5 Bazalt	0,02	3,5	0,006			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
	10.3.2.2.2 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS	0,05	0,035	1,429			

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Eleman Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m²K/W)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
	5.1.1 Donatılı	0,1	2,5	0,040			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,170			
TOPLAM			0,5 x A x U	1,871	0,534	2073,05	553,87
Dış Pencere1					2,1	5118,6	10749,0
Dış Kapı1					5,5	46,16	253,88
Isıt.Ic.Ort.Kapı1			0,5 x A x U		2	114,32	114,32
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						18.715,9	

$\Sigma AU = U_D A_D + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8\ U_T.A_T + 0.5\ U_t A_t + U_d A_d + ...$

$\Sigma AU =$ **18.715,9**

Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
$H_T = \Sigma AU + l\ Ul$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
$H_v = 0,33\ .\ n_h\ .\ V_h =$ **24.244,07** W/K

$H = H_i + H_h =$ .....**42.959,9**..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 18.715,90 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 24.244,07 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 42.959,90 W/K

Tablo 33. TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		19,3	829.127		132.379	316.046	0,38	0.93	1.387.249.85
ŞUBAT		18,9	811.943		160.894	344.561	0,42	0.91	1.291.833.96
MART		14,9	640.104		179.879	363.546	0,57	0.83	877.029.776
NİSAN		8,9	382.344		197.896	381.563	1,00	0.63	367.957.554
MAYIS		4,6	197.616		213.456	397.123	2,01	0.39	110.776.538
HAZİRAN	42.959,97	0,5	21.480	183.667	221.794	405.461	18,88	0.00	0
TEMMUZ		0,0	0		216.881	400.548	0,00	0.00	0
AĞUSTOS		0,0	0		209.138	392.805	0,00	0.00	0
EYLÜL		1,8	77.328		187.696	371.363	4,80	0.00	0
EKİM		7,4	317.904		160.819	344.486	1,08	0.60	288.261.706
KASIM		13,4	575.664		125.901	309.568	0,54	0.84	818.103.364
ARALIK		17,7	760.391		116.595	300.262	0,39	0.92	1.254.917.49

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 6.396.130.651

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0{,}278 \times 10^{-3} \times 6.396.130.65$ (kj) = 1.778.124 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5.\ A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 22.504,42 m^2

$V_{brüt}$ = 114792 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / V_{brut}$ 15.49 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0{,}32 \times V_{brüt}$ = 36.733,44 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$= 0,2 oranı 3. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *A/V<0.2 ->= 16,6* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 16,60 kWh/m ^{3} bulunur.

Q < Q' (15.49<16.60) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

3.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Duvarlarla ilgili onarılması gereken kısımlar tespit edildiğinde onarılması, mevcut durumun muhafaza edilmesi dışında öneri bulunmamaktadır.

3.4 KAPI-PENCERE SİSTEMLERİ

3.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Binanın dış cephesinin **%48'ini** pencere ve cam alanlar oluşturmaktadır. Binanın cam giydirme alanlarında **16mm Hava** Boşluklu, Low-e Kaplamalı, 6mm Temperli, Isı Camlı, Alüminyum Doğramalı pencereler kullanılmıştır. Açılır pencere olan kısımlarında ise aynı özelliklerde 12mm Hava Boşluklu pencereler kullanılmıştır. Bina cam giydirme cephelerinde her katta 4 sıra şerit şeklinde eklenmiş, alüminyum **güneş kırıcılar** mevcuttur. Binanın pencere alanları ve özellikleri aşağıdaki tablodadır.

Tablo 34. Pencere ve Cam Alanları ve Özellikleri

Bina Adı	Cam Tipi	Doğrama Tipi	Pencere Alanı	Toplam Düşey Dış Kabuk Alanı	Dış Cephe Pencere Oranı	$U_{pencere}$ değeri
			(m^2)	(m^2)	%	(W/m^2K)
KKÜ Diş Hekimliği Fak.	6+6 **16mm** Hava Boşluklu Cam	Alüminyum	5.118	10.567	%48	2,1
KKÜ Diş Hekimliği Fak.	6+6 **12mm** Hava Boşluklu Cam	Alüminyum				

Resim 18. Bina Pencereleri Genel Görünüş

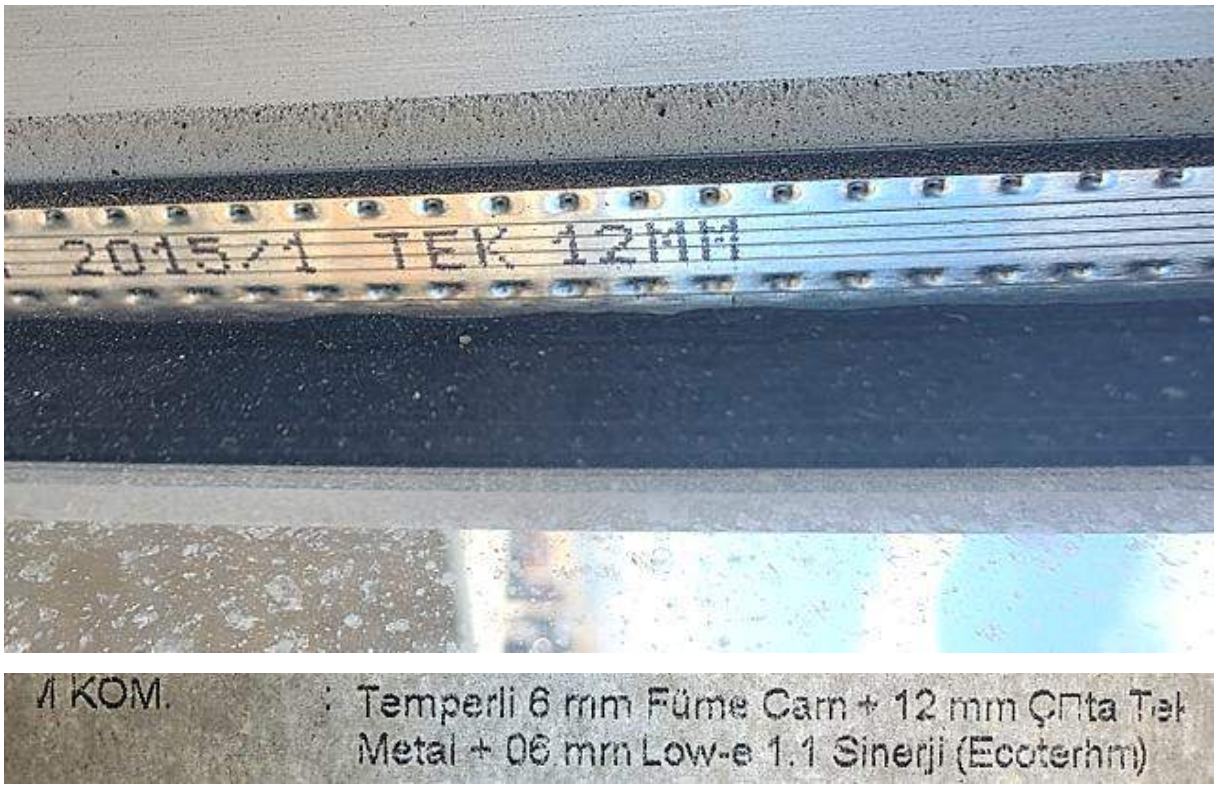
Resim 19. Bina Pencereleri Genel Görünüş

Resim 20. Fotoselli Giriş Kapıları

3.4.2 Ölçümler ve Tespit

Binada 16mm Hava Boşluklu, Low-e Kaplamalı, Alüminyum Doğramalı Pencereler kullanılmıştır. Açılır pencereler ise aynı özellikte 12mm Hava Boşlukludur.

Resim 21. 16mm Hava Boşluklu Alüminyum Doğramalı Pencere ve Etiketi



Resim 22. 12mm Hava Boşluklu Alüminyum Doğramalı Açılır Pencere ve Etiketi

3.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tablo 35. Pencere ve Cam Alanların U Değeri

Adı	Cam Isıl Geçirgenlik Katsayısı Uc (W/m^2K)	Doğrama Dahil Pencere Isıl Geçirgenlik Katsayısı Up (W/m^2K)	TS 825 Sınır Değer U (W/m^2K)	TS 825'e Uygunluğu
16mm Hava, Alüminyum Doğramalı	**1,6**	**2,0**	< 2,4	**Uygun**
12mm Hava, Alüminyum Doğramalı	**1,8**	**2,3**	< 2,4	**Uygun**

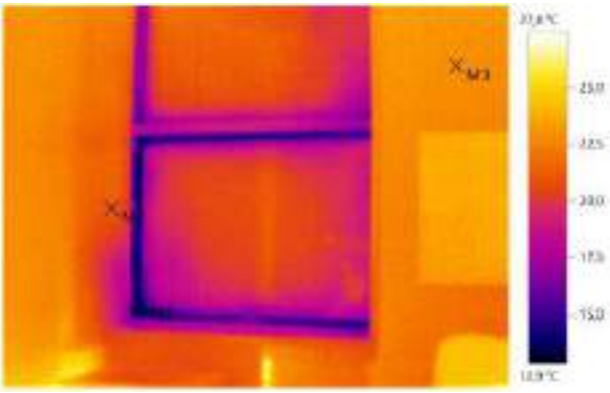
Binadaki pencereler TS825 standardına uygundur. Pencerelerin U değeri tespit edilirken TS825 A.4 çizelgesinden faydalanılmıştır. TS825 A.4 çizelgesinde doğrama hariç sadece 16mm boşluklu camın U değeri **1,8 $W/m^2.K$** iken Alüminyum doğrama ile birlikte hesaplanan **16mm** boşluklu pencere için U değeri **2,0 $W/m^2.K$** olarak belirtilmiştir. Aynı çizelgeye göre 12mm boşluklu camın U değeri **1,6 $W/m^2.K$**, Alüminyum doğrama ile birlikte **2,3 $W/m^2.K$'**tır. Mevcut pencerelere ait etikette U değeri bulunmadığı bu yöntemle tespit edilmiştir.

Tablo 36. TS 825 A.4 Çizelgesine Göre Pencerenin U Değeri (Up) Hesaplanması

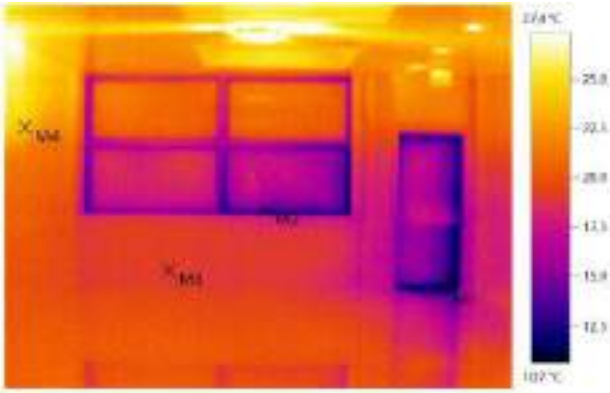
Türkiye'deki ısı bölgelerine uygun cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısıl geçirgenlik (U_p) katsayıları W/m²K		TEK CAMLI PENCERE	ÇİFT CAMLI PENCERE (kaplamasız cam)				ÇİFT CAMLI LOW-E KAPLAMALI PENCERE			
			ARA BOŞLUK (mm)				ARA BOŞLUK (mm)			
			6	9	12	16	6	9	12	16
	DOĞRAMASIZ	5,7	3,3	3,0	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
DOĞRAMA TİPİ	AHŞAP DOĞRAMA (meşe, dişbudak/sert ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3,0	2,8	2,8	2,3	2,2	2,0
	AHŞAP DOĞRAMA (iğne yapraklı yumuşak ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2,0	1,8
	PLASTİK DOĞRAMA (2 odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3,0	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
	PLASTİK DOĞRAMA (3 odacıklı)	5,0	3,2	3,0	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
	ALÜMİNYUM DOĞRAMA	5,9	4,0	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3,0	2,8
	ALÜMİNYUM DOĞRAMA (yalıtım köprülü)	5,2	3,4	3,2	3,0	2,9	2,9	2,4	2,3	2,0

Pencere ve cam alanların ısıl geçirgenlik (Up) değeri TS825'te sınır değer olarak belirtilen 2,4W/m^2K değerini aşmamaktadır. Alüminyum doğramalardan ısı kaybı gerçekleşse de iç ortamın standart sıcaklık değerlerini olumsuz etkileyecek seviyede olmayıp lokal kayıplardır.

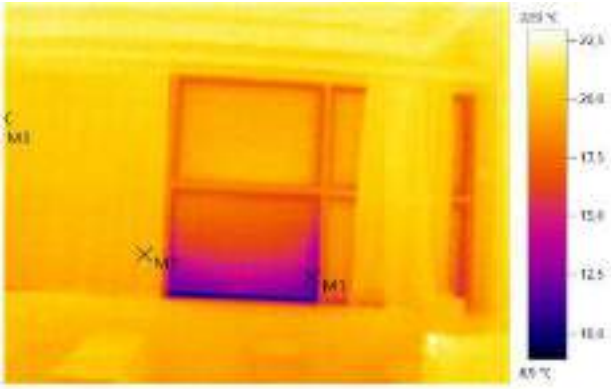
Pencere, Cam Alanlar ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri:



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	13,3	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	21,1	0,96	36,0	Duvar Sıcaklığı
Ölçme noktası 3	22,8	0,96	36,0	Duvar Sıcaklığı

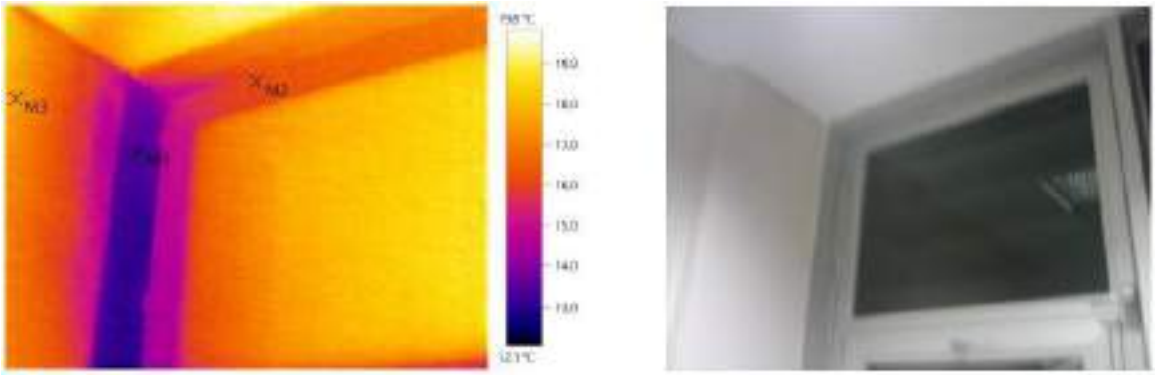


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	11,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	13,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	19,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	23,9	0,96	36,0	-

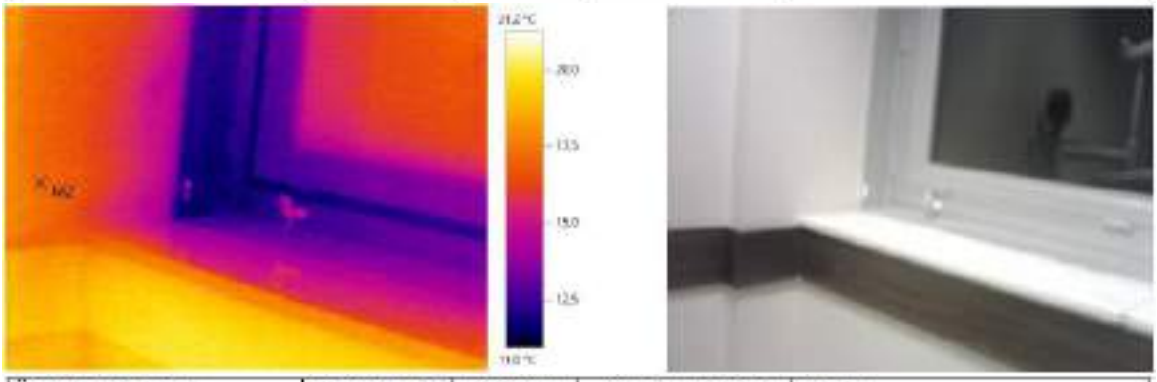


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	12,3	0,96	36,0	Derslik Pencere Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	19,9	0,96	36,0	Duvar İç Sıcaklığı
Ölçme noktası 3	20,6	0,96	36,0	Duvar İç Sıcaklığı

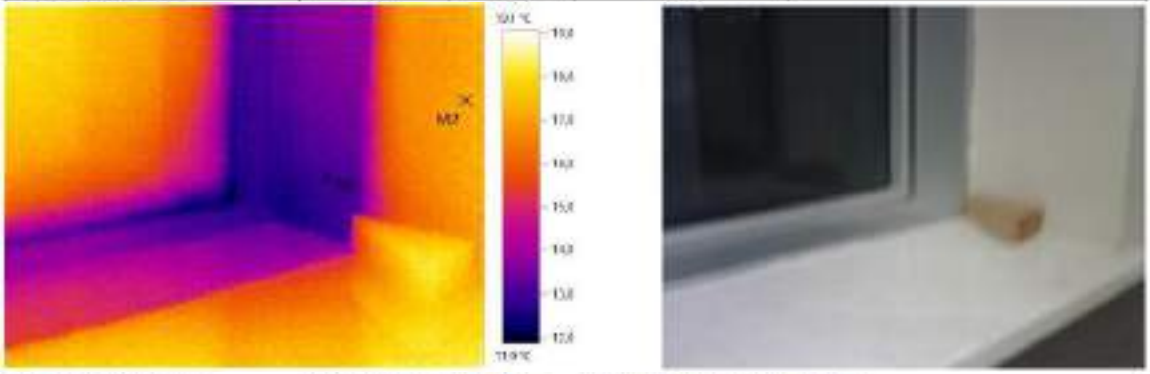
Resim 23. Pencere ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri



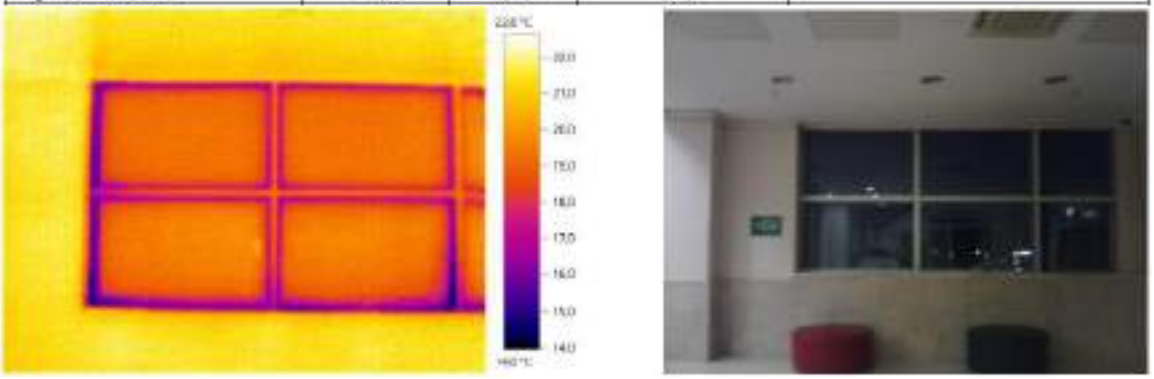
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	13,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	16,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	17,6	0,96	36,0	-



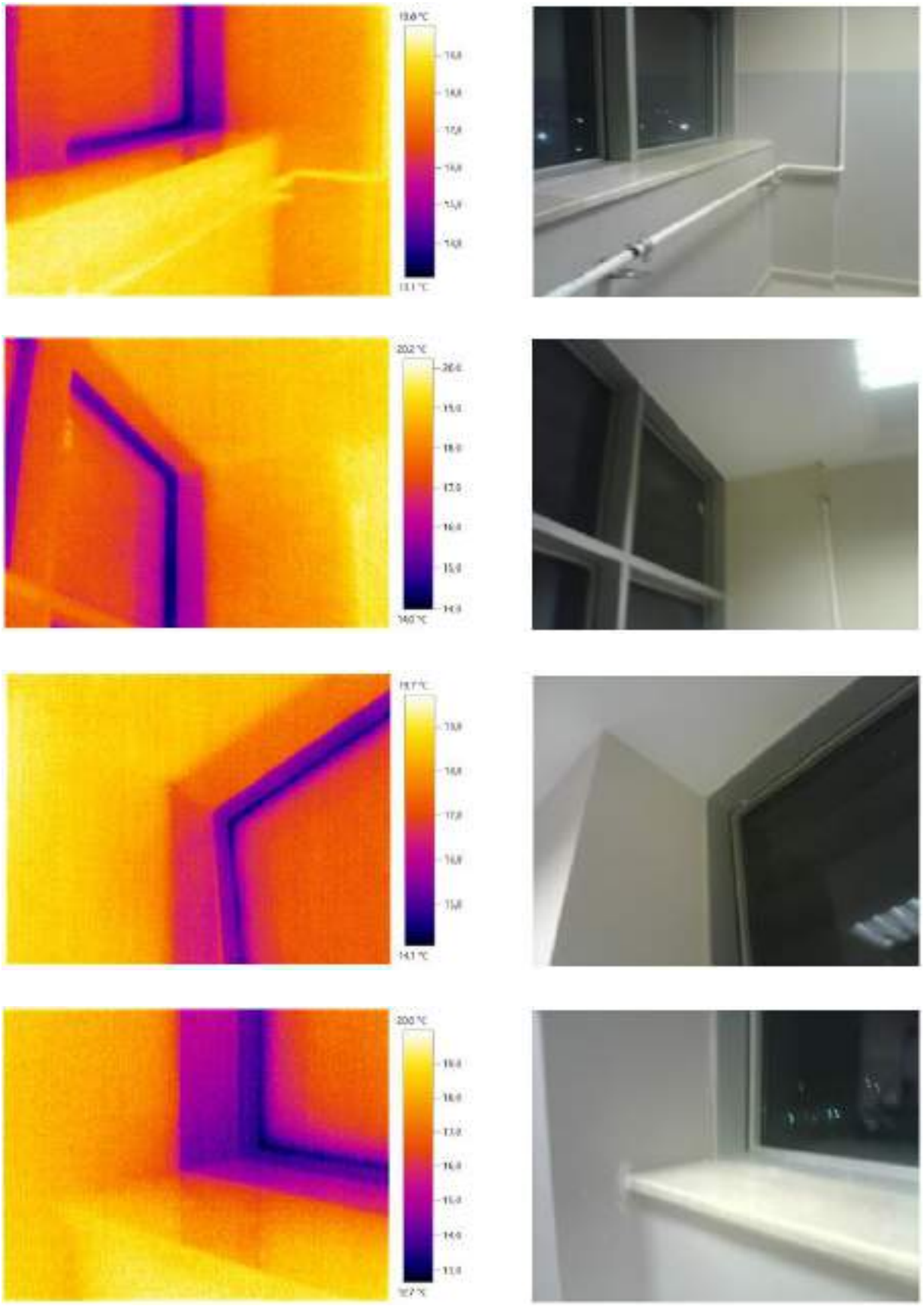
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	11,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	17,1	0,96	36,0	-



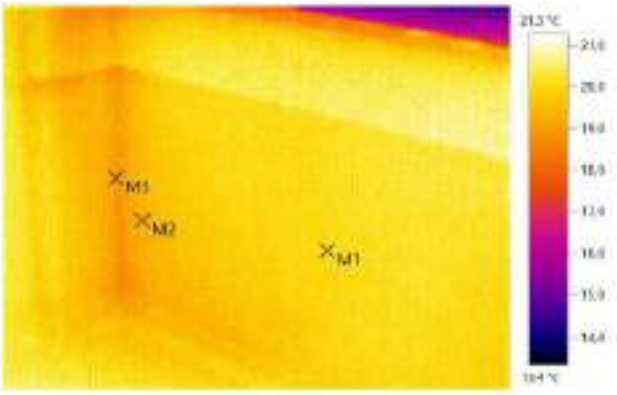
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	13,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	17,3	0,96	36,0	-



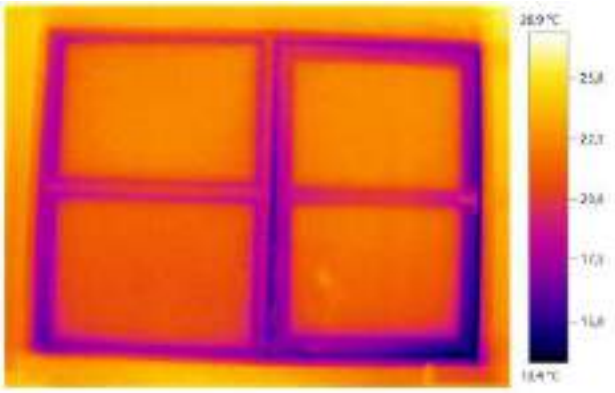
Resim 24. Pencere ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri

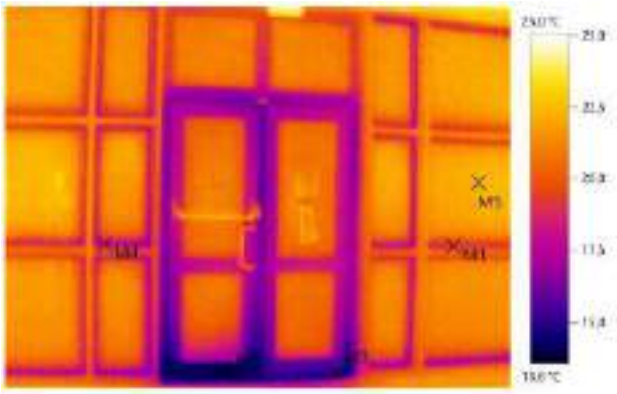


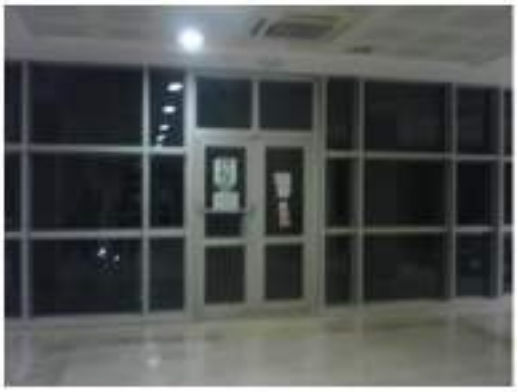
Resim 25. Pencere Termal Kamera Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	19,9	0,96	36,0	Duvar İç Sıcaklığı (Dış Hava 9 Derece İken)
Ölçme noktası 2	19,3	0,96	36,0	Duvar İç Sıcaklığı
Ölçme noktası 3	19,0	0,96	36,0	Duvar İç Sıcaklığı

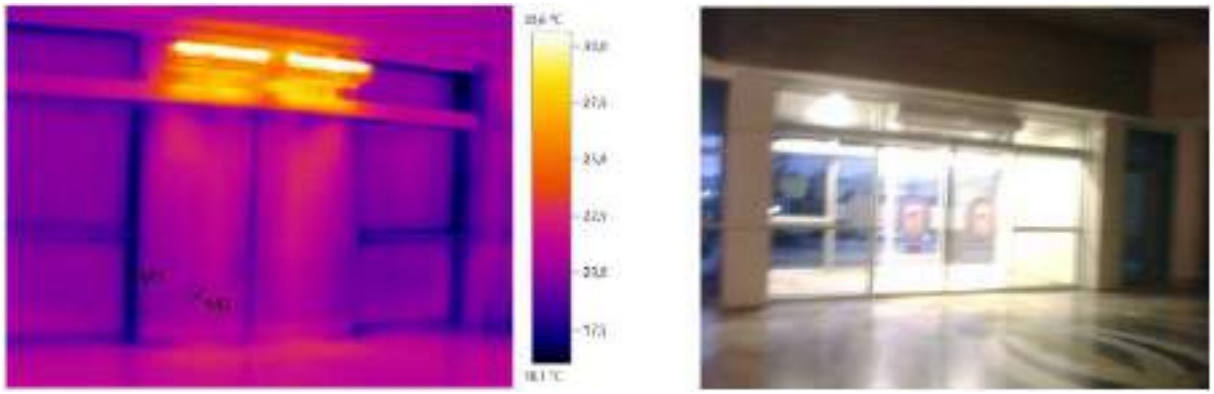




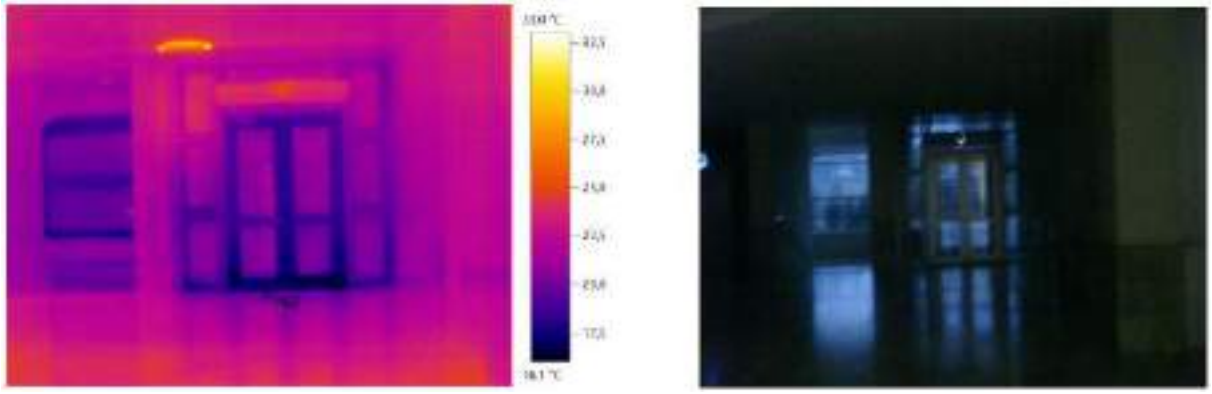


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	19,0	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	13,8	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 3	14,9	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 4	17,6	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 5	22,2	0,96	36,0	Cam

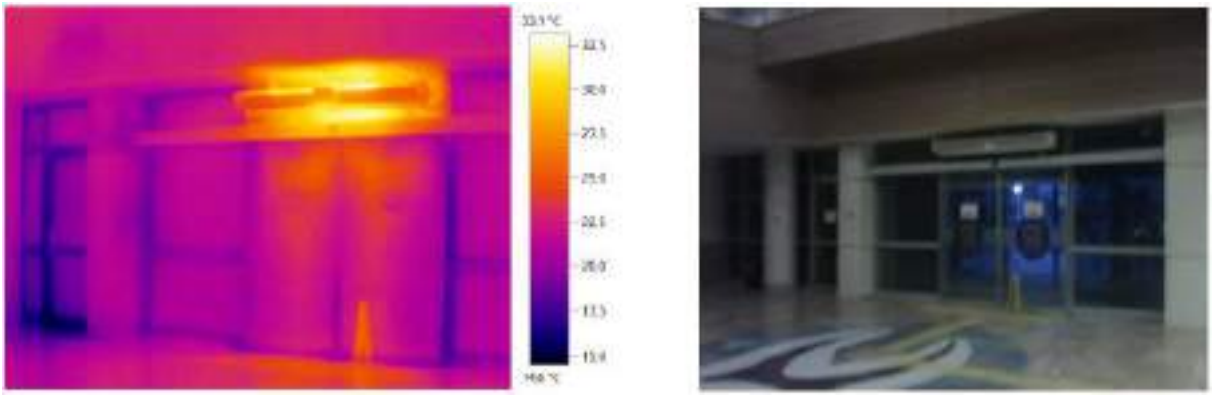
Resim 26. Pencere ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	17,0	0,96	36,0	Fotoselli Kapı Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	20,4	0,96	36,0	-



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	16,9	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	19,3	0,96	36,0	-



Resim 27. Fotoselli ve Cam Kapılar Termal Kamera Ölçümü

3.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Bu başlıkta enerji verimliliği önlemi bulunmamaktadır. Yıpranmış-aşınmış pencere fitillerinin değiştirilmesi, tam kapanmayan pencereler tespit edildiğinde onarılması ve bu kontrollerin her yıl periyodik olarak yapılması önerilmektedir. Sirkülasyon sebebi ile fotoselli giriş kapılarından ısı kayıpları meydana geldiği için yoğun kullanılan kapının iptal edilip menteşeli kapıdan giriş-çıkış verildiği gözlemlenmiştir. Mevcut uygulamaların devamlılığı önerilmektedir. Pencere ve cam alanlarda yatırım gerektiren köklü bir öneri bulunmamaktadır.

4 ISI SİSTEMLERİ

4.1 ISITMA

4.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Binanın ısıtma sistemi için 3 adet doğalgaz yakıtlı kazan bulunmaktadır. Kazanlar otomasyon sistemi ile kontrol edilmektedir. Kazanlar eş-yaşlandırma olacak şekilde çalışmaktadır. Su yumuşatma sistemi olmasına karşın kazanlardan birinde patlak vardır ve su sızdırmaktadır.

Sıcak su için 5 adet 1000lt boyler bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda envanter listesi verilmiştir.

Tablo 37. Envanter Tablosu

Marka-Model	Kullanım Yeri	Cihaz Tipi	İmal Tarihi	Adet	Kapasite	Rejimi	Çalışma Durumu
Erensan Euromax 1745	Isıtma Sistemi	Doğalgaz Kazanı	2015	3	1745 kW	70/90 ºC	Faal
CIB Unigas R91A	Isıtma Sistemi	Doğalgaz Brülörü	2014	3	2670 kW		Faal
Kodsan	Sıcak Su Sistemi	Boyler	2014	5	1000lt		Faal
Wates	Isıtma Sistemi Sistemi	Genleşme Tankı	2014	3	2000lt	10 Bar	Faal

Resim 28. Isıtma Kazanları

Resim 29. Boylerler

Resim 30. Kazan ve Etiketi

4.1.2 Ölçümler ve Tespit

Kazanlardan baca gazı analizi alınmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre yapılan hesaplama ve değerlendirmeler bir sonraki başlıkta verilmiştir. Baca gazı ölçüm sonuçlarına göre O_2 seviyeleri %6-7 arasındadır. Kazan brülör ayarlarının yapılması gerekmektedir.

3. kazanın patlak olduğu tespit edilmiştir. Kazan su sızdırmakta ve tesisata sürekli su ilavesi yapılmaktadır.

Isıtma sistemi sirkülasyon suyu için su yumuşatma sistemi bulunmaktadır fakat yapılan ölçümlerde su iletkenliği 1784 µS/cm olarak ölçülmüştür. Yumuşatma sistemi çıkışından alınan ölçüme göre su iletkenliği 12 µS/cm olarak ölçülmüştür. Su deposundan alınan iletkenlik ölçümüne göre sonuç 1156 µS/cm'dır. Ölçüm sonuçlarına göre yumuşatma sistemi çalışıyor fakat sistemi besleyen su muhtemelen şebeke suyu ile karıştırılıyor.

Kazan yüzeylerinden termal kamera ile ısı kayıpları ölçülmüştür. Kazan yan yüzeylerinin yalıtımı iyi fakat ön kapak ve arka yüzeyde yalıtım seviyesi düşüktür. Yan yüzeylerin sıcaklığı ortalama 25°C, ön ve arka yüzeyler ortalama 65°C ölçülmüştür.

Resim 31. Baca Gazı Ölçümü

Resim 32. Termal Kamera Ölçümü

Resim 33. Su İletkenlik Ölçümleri

Tablo 38. 1-Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri

dakika	Bacagazı Sıcaklığı °C	O_2 Ölçümü %	CO Ölçümü ppm	CO_2 Ölçümü %	T_{Ortam} Ölçümü °C	Ortam Nemi %	Su Sıcaklığı °C
0	92,3	6,7	6	8,17	21,5	39,7	71
2	98,4	7,9	4	7,49	22,2	39,7	

Tablo 39. 2-Kazan Yüzey Sıcaklıkları ve Alanları

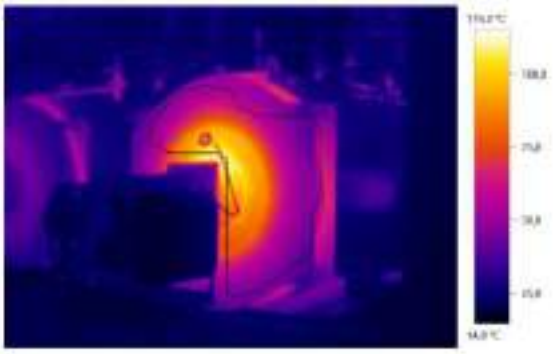
dakika	Bacagazı Sıcaklığı °C	O_2 Ölçümü %	CO Ölçümü ppm	CO_2 Ölçümü %	T_{Ortam} Ölçümü °C	Ortam Nemi %	Su Sıcaklığı °C
0	84,1	6,2	0	8,46	22,4	39,7	71
2	84,1	6,2	0	8,46	22,4	39,7	

Tablo 40. 3-Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri

dakika	Bacagazı Sıcaklığı °C	O_2 Ölçümü %	CO Ölçümü ppm	CO_2 Ölçümü %	T_{Ortam} Ölçümü °C	Ortam Nemi %	Su Sıcaklığı °C
0	93,3	7,3	7	7,83	22,6	39,7	71
2	105,4	6,6	6	8,23	22,9	39,7	

Tablo 41. Kazan Yüzey Sıcaklıkları ve Alanları

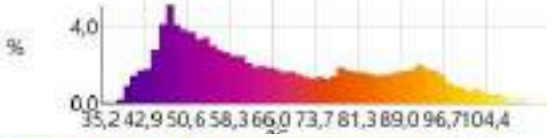
Ön yüzey °C	66	Ön yüzey m^2	2,56
Arka yüzey °C	64	Arka yüzey m^2	2,56
Sol yan yüzey °C	25	Sol yan yüzey m^2	5,6
Sağ yan yüzey °C	25	Sağ yan yüzey m^2	5,6

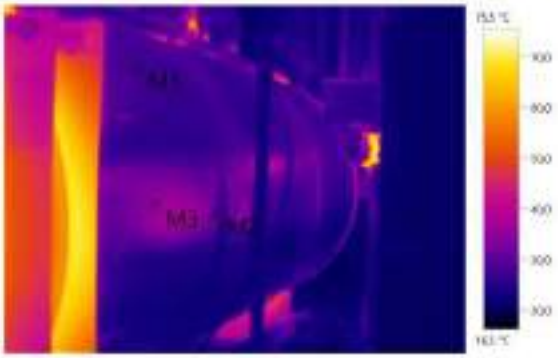


Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:26:41	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000677.BMT		

Histogram:

Minimum: 35,2 °C Maksimum: 112,1 °C Ortalama: 66,1 °C



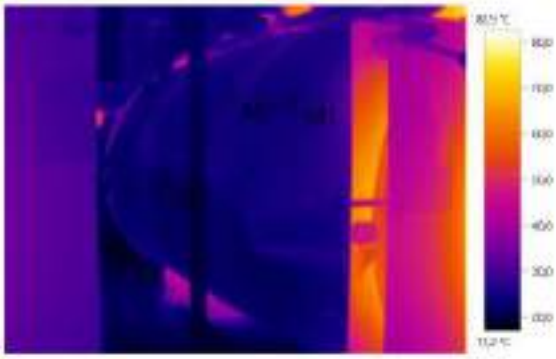


Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:27:07	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000679.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	27,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	29,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	35,9	0,96	36,0	-

Grafik 12. Kazan Termal Görüntüsü



Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:27:26	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000680.BMT		

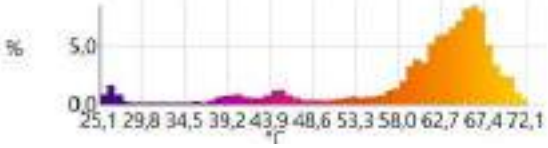
Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	23,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	24,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	21,4	0,96	36,0	-

Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:27:54	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000681.BMT		

Histogram:

Minimum: 25,1 °C Maksimum: 72,1 °C Ortalama: 60,8 °C



Grafik 13. Kazan Termal Görüntüsü

4.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Kazan verimlilikleri ve ısı kayıpları aşağıda verilmiştir. Kazanlardaki en yüksek ısı kaybı Kuru Baca Gazı (KBG) ısı kaybıdır. Bunun sebebi hava fazlalık katsayısının yüksek olmasıdır. Kazanlardan düzenli olarak baca gazı analizi alınarak brülör ayarları yapılmalıdır.

Tablo 42. 1-Kazan Isı Kayıpları

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)	Hava Fazlalık Oranı (%)
1	L(KBG)	3,55%	5,00%	95,00%	60,31%
2	L(NBG)	1,38%			
3	L(COBG)	0,00%			
4	L(RK)	0,07%			

Tablo 43. 2-Kazan Isı Kayıpları

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)	Hava Fazlalık Oranı (%)
1	L(KBG)	2,55%	3,87%	96,13%	41,89%
2	L(NBG)	1,25%			
3	L(COBG)	0,00%			
4	L(RK)	0,07%			

Tablo 44. 2-Kazan Isı Kayıpları

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)	Hava Fazlalık Oranı (%)
1	L(KBG)	3,50%	4,90%	95,10%	45,83%
2	L(NBG)	1,37%			
3	L(COBG)	0,01%			
4	L(RK)	0,02%			

1. Kazan Verim Hesabı;

1) Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (L_{KBG})

$$L_{KBG} = \frac{K \times (T_{BG} - T_O)}{CO_2} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{O_2}{21} \right] \right\} \times (CO_2)_{max}$$

$(CO_2)_{max}$ = 11,74 % (motorin için yanma tablosundan)

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{7,90}{21} \right] \right\} \times 11,74 = 7,32$$

$$K = \frac{69,7 \times C_{yakıt} \times (\text{Yakıt Alt Isıl Değeri})^2}{(\text{Yakıt Üst Isıl Değeri})^3}$$

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.313,43)^2}{(13.640,21)^3}$$

$$K = \frac{7,80972E+11}{2,53783E+12}$$

$$K = 0,308$$

$$L_{KBG} = \frac{0,308 \times (98,40 - 22,20)}{7,32} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

$$L_{KBG} = 3,55 \ \%$$

2) Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{NBG})

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times H_{yakıt}) \times (50{,}00 - T_O + (0{,}50 \times T_{BG}))}{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24{,}57) \times (50{,}00 - 22{,}20 + (0{,}50 \times 98{,}40))}{13.640{,}21} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

$$L_{NBG} = \frac{17.027{,}01}{13.640{,}21} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

L_{NBG} = **1,38** %

3) Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{COBG})

$$L_{COBG} = \frac{K \times CO_{bacagazı}}{CO_2 + CO_{bacagazı}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

Doğalgaz için K değeri = 32 (gaz yakıtlar için K=32 , sıvı yakıtlar için K=48)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0{,}0004}{7{,}32 + 0{,}0004} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

L_{COBG} = **0,00** %

4) Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (L_{RK})

$$L_{RK}' = (U_r + U_c) \times A \times (T_{yüzey} - T_{ortam})$$

Yüzey	Alan		Ortalama Yüzey Sıcaklığı		Ortam Sıcaklığı					
Ön Yüzey	2,560	m^2	**66**	°C	**22,2**	°C	alan	=	**2,56**	m2
Sol Yan Yüzey	5,600	m^2	**25**	°C	**22,2**	°C	alan	=	**5,60**	m2
Sağ Yan Yüzey	5,600	m^2	**25**	°C	**22,2**	°C	alan	=	**5,60**	m2
Arka Yüzey	2,560	m^2	**64**	°C	**22,2**	°C	alan	=	**2,56**	m2

$$U_r = \frac{E \times 5{,}67}{(T_{yüzey} - T_{ortam})} \times \left[\left(\frac{T_y}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_o}{100}\right)^4\right]$$

$$U_c = B \times (T_y - T_o)^{0{,}25}$$

E = Yüzey malzemesine ve işlenme şekline bağlı Emissivite katsayısı
Tyüzey = Yüzey Sıcaklığı
Tortam = Ortam Sıcaklığı

	B
Yatay Yüzeyler (yukarıya bakan)	1,70
Dikey Yüzeyler ve Geniş Silindirler	1,45
Yatay Silindirler	1,20

$$U_r = \frac{0{,}65 \times 5{,}67}{(66 - 22{,}2)} \times \left[\left(\frac{339}{100}\right)^4 - \left(\frac{295{,}2}{100}\right)^4\right]$$

$$U_c = 1{,}45 \times (66 - 22{,}2)^{0{,}25}$$

Yüzey	E	A m^2	U_r (Watt / m^2 °K)	B	U_c (Watt / m^2 °K)	(U_r + U_c) x A x (T_y - T_o) (Watt)
Ön Yüzey	**0,65**	1,327	4,723	**1,45**	3,730	491,320
Sol Yan Yüzey	**0,65**	3,471	3,847	**1,45**	1,876	55,614
Sağ Yan Yüzey	**0,65**	3,471	3,847	**1,45**	1,876	55,614
Arka Yüzey	**0,65**	1,327	4,677	**1,45**	3,687	463,908
					TOPLAM =	1.066,456

L_{RK}' = 1.066,456 x 0,860 = 917,15 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{L_{RK}'}{\text{Yakıt tarafından verilen Isı}}$$

Doğalgaz Sayaç Değeri = **906978,00** - **906973,00** = 5,00 m3 /DENEY

Doğalgaz Tüketimi = 5,00 x 30 = 150,00 m3 / saat

Yakıt tarafından verilen Isı = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri

Yakıt tarafından verilen Isı = 150,00 x 8.250,00

Yakıt tarafından verilen Isı = 1.237.500,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{917,15}{1.237.500,00} \times 100$$

L_{RK} = **0,074113 %**

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

L = L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK}

L = 3,55 + 1,38 + 0 + 0,07

L = 5,00 %

6) Kazan Verimi

Verim = 100 - L_{Toplam}

Verim = 100,00 - 5,00

Verim = 95,00 %

7) Fazla Hava Oranı %

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{O_2}{21 - O_2} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{7,90}{21 - 7,9} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = 60,31 %

2. Kazan Verim Hesabı;

1) Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (L_{KBG})

$$L_{KBG} = \frac{K \times (T_{BG} - T_O)}{CO_2} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{O_2}{21} \right] \right\} \times (CO_2)_{max}$$

$(CO_2)_{max}$ = 11,74 % (motorin için yanma tablosundan)

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{6,20}{21} \right] \right\} \times 11,74 = 8,27$$

$$K = \frac{69,7 \times C_{yakıt} \times (\text{Yakıt Alt Isıl Değeri})^2}{(\text{Yakıt Üst Isıl Değeri})^3}$$

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.313,43)^2}{(13.640,21)^3}$$

$$K = \frac{7,80972E+11}{2,53783E+12}$$

K = 0,308

$$L_{KBG} = \frac{0,308 \times (84,10 - 22,40)}{8,27} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{KBG} = 2,55 %

2) Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{NBG})

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times H_{yakıt}) \times (50,00 - T_O + (0,50 \times T_{BG}))}{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 22,40 + (0,50 \times 84,10))}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

$$L_{NBG} = \frac{15.401,70}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{NBG} = 1,25 %

3) Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{COBG})

$$L_{COBG} = \frac{K \times CO_{bacagazı}}{CO_2 + CO_{bacagazı}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

Doğalgaz için K değeri = 32 (gaz yakıtlar için K=32 , sıvı yakıtlar için K=48)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0}{8,27 + 0} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{COBG} = 0,00 %

4) Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (L_{RK})

$$L_{RK}' = (U_r + U_c) \times A \times (T_{yüzey} - T_{ortam})$$

Yüzey	Alan		Ortalama Yüzey Sıcaklığı		Ortam Sıcaklığı					
Ön Yüzey	2,560	m^2	**66**	°C	**22,4**	°C	alan	=	**2,56**	m2
Sol Yan Yüzey	5,600	m^2	**25**	°C	**22,4**	°C	alan	=	**5,60**	m2
Sağ Yan Yüzey	5,600	m^2	**25**	°C	**22,4**	°C	alan	=	**5,60**	m2
Arka Yüzey	2,560	m^2	**64**	°C	**22,4**	°C	alan	=	**2,56**	m2

$$U_r = \frac{E \times 5{,}67}{(T_{yüzey} - T_{ortam})} \times \left[\left(\frac{T_y}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_o}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = B \times (T_y - T_o)^{0{,}25}$$

E = Yüzey malzemesine ve işlenme şekline bağlı Emissivite katsayısı
Tyüzey = Yüzey Sıcaklığı
Tortam = Ortam Sıcaklığı

	B
Yatay Yüzeyler (yukarıya bakan)	1,70
Dikey Yüzeyler ve Geniş Silindirler	1,45
Yatay Silindirler	1,20

$$U_r = \frac{0{,}65 \times 5{,}67}{(66 - 22{,}4)} \times \left[\left(\frac{339}{100} \right)^4 - \left(\frac{295{,}4}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1{,}45 \times (66 - 22{,}4)^{0{,}25}$$

Yüzey	E	A m^2	U_r (Watt / m^2 °K)	B	U_c (Watt / m^2 °K)	$(U_r + U_c) \times A \times (T_y - T_o)$ (Watt)
Ön Yüzey	**0,65**	1,327	4,727	**1,45**	3,726	489,076
Sol Yan Yüzey	**0,65**	3,471	3,851	**1,45**	1,841	51,366
Sağ Yan Yüzey	**0,65**	3,471	3,851	**1,45**	1,841	51,366
Arka Yüzey	**0,65**	1,327	4,681	**1,45**	3,682	461,679
					TOPLAM =	1.053,486

$$L_{RK}' = 1.053{,}486 \times 0{,}860 = 906{,}00 \text{ kCal / saat}$$

$$L_{RK} = \frac{L_{RK}'}{\text{Yakıt tarafından verilen Isı}}$$

Doğalgaz Sayaç Değeri = **906978,00** - **906973,00** = 5,00 m3 /DENEY
Doğalgaz Tüketimi = 5,00 x 30 = 150,00 m3 / saat
Yakıt tarafından verilen Isı = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri
Yakıt tarafından verilen Isı = 150,00 x 8.250,00
Yakıt tarafından verilen Isı = 1.237.500,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{906{,}00}{1.237.500{,}00} \times 100$$

$$L_{RK} = \mathbf{0{,}073212} \ \%$$

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$L = L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK}$$

$$L = 2{,}55 + 1{,}25 + 0 + 0{,}07$$

$$L = \mathbf{3{,}87} \ \%$$

6) Kazan Verimi

Verim = 100 - L_{Toplam}

Verim = 100,00 - 3,87

Verim = 96,13 %

7) Fazla Hava Oranı %

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{O_2}{21 - O_2} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{6{,}20}{21 - 6{,}2} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = 41,89 %

3. Kazan Verim Hesabı

1) Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (L_{KBG})

$$L_{KBG} = \frac{K \times (T_{BG} - T_O)}{CO_2} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{O_2}{21} \right] \right\} \times (CO_2)_{max}$$

$(CO_2)_{max}$ = 11,74 % (motorin için yanma tablosundan)

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{6{,}60}{21} \right] \right\} \times 11{,}74 = 8{,}05$$

$$K = \frac{69{,}7 \times C_{yakıt} \times (\text{Yakıt Alt Isıl Değeri})^2}{(\text{Yakıt Üst Isıl Değeri})^3}$$

$$K = \frac{69{,}7 \times 73{,}90 \times (12.313{,}43)^2}{(13.640{,}21)^3}$$

$$K = \frac{7{,}80972E+11}{2{,}53783E+12}$$

K = 0,308

$$L_{KBG} = \frac{0{,}308 \times (105{,}40 - 22{,}90)}{8{,}05} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

L_{KBG} = 3,5 %

2) Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{NBG})

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times H_{yakıt}) \times (50{,}00 - T_O + (0{,}50 \times T_{BG}))}{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24{,}57) \times (50{,}00 - 22{,}90 + (0{,}50 \times 105{,}40))}{13.640{,}21} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

$$L_{NBG} = \frac{17.646{,}17}{13.640{,}21} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

L_{NBG} = 1,43 %

3) Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{COBG})

$$L_{COBG} = \frac{K \times CO_{bacagazı}}{CO_2 + CO_{bacagazı}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

Doğalgaz için K değeri = 32 (gaz yakıtlar için K=32 , sıvı yakıtlar için K=48)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0{,}0006}{8{,}05 + 0{,}0006} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

L_{COBG} = 0,00 %

4) Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (L_{RK})

$$L_{RK}' = (U_r + U_c) \times A \times (T_{yüzey} - T_{ortam})$$

Yüzey	Alan		Ortalama Yüzey Sıcaklığı		Ortam Sıcaklığı				
Ön Yüzey	2,560	m^2	**66**	°C	**22,9**	°C	alan =	**2,56**	m2
Sol Yan Yüzey	5,600	m^2	**25**	°C	**22,9**	°C	alan =	**5,60**	m2
Sağ Yan Yüzey	5,600	m^2	**25**	°C	**22,9**	°C	alan =	**5,60**	m2
Arka Yüzey	2,560	m^2	**64**	°C	**22,9**	°C	alan =	**2,56**	m2

$$U_r = \frac{E \times 5{,}67}{(T_{yüzey} - T_{ortam})} \times \left[\left(\frac{T_y}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_o}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = B \times (T_y - T_o)^{0{,}25}$$

E = Yüzey malzemesine ve işlenme şekline bağlı Emissivite katsayısı
Tyüzey = Yüzey Sıcaklığı
Tortam = Ortam Sıcaklığı

	B
Yatay Yüzeyler (yukarıya bakan)	1,70
Dikey Yüzeyler ve Geniş Silindirler	1,45
Yatay Silindirler	1,20

$$U_r = \frac{0{,}65 \times 5{,}67}{(66 - 22{,}9)} \times \left[\left(\frac{339}{100} \right)^4 - \left(\frac{295{,}9}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1{,}45 \times (66 - 22{,}9)^{0{,}25}$$

Yüzey	E	A m^2	U_r (Watt / m^2 °K)	B	U_c (Watt / m^2 °K)	(U_r + U_c) x A x (T_y - T_o) (Watt)
Ön Yüzey	**0,65**	1,327	4,738	**1,45**	3,715	483,462
Sol Yan Yüzey	**0,65**	3,471	3,860	**1,45**	1,746	40,861
Sağ Yan Yüzey	**0,65**	3,471	3,860	**1,45**	1,746	40,861
Arka Yüzey	**0,65**	1,327	4,691	**1,45**	3,671	456,101
					TOPLAM =	1.021,285

L_{RK}' = 1.021,285 x 0,860 = 878,31 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{L_{RK}'}{\text{Yakıt tarafından verilen Isı}}$$

Doğalgaz Sayaç Değeri = **906978,00** - **906973,00** = 5,00 m3 /DENEY
Doğalgaz Tüketimi = 5,00 x 30 = 150,00 m3 / saat
Yakıt tarafından verilen Isı = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri
Yakıt tarafından verilen Isı = 150,00 x 8.250,00
Yakıt tarafından verilen Isı = 1.237.500,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{878{,}31}{1.237.500{,}00} \times 100$$

L_{RK} = 0,070974 %

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$L = L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK}$$

$$L = 3{,}5 + 1{,}43 + 0 + 0{,}07$$

$$L = \mathbf{5{,}00}\ \%$$

6) Kazan Verimi

$$Verim = 100 - L_{Toplam}$$

$$Verim = 100{,}00 - 5{,}00$$

$$Verim = \mathbf{95{,}00}\ \%$$

7) Fazla Hava Oranı %

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{O_2}{21 - O_2} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{6{,}60}{21 - 6{,}6} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \mathbf{45{,}83}\ \%$$

4.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Kazan İyileştirmeleri Kapsamında Aşağıdaki Maddeler Uygulanmalıdır;

- Kapalı Devre Isıtma Sistemi Su Kimyasının Kontrol Altına Alınması
- Kazan Brülör Ayarlarının Yapılması
- Patlak Olan Kazanın Onarımı

Kapalı devre ısıtma sistemlerinde sirkülasyon suyunun iletkenliğinin yükselmesi, sistemde çözünmüş iyon miktarının arttığını göstermektedir. Yapılan ölçümlerde iletkenlik değerinin **1784 µS/cm** olduğu tespit edilmiştir. Bu değer, kapalı devre sıcak su sistemleri için önerilen (80-150 µS/cm) sınırların çok üzerindedir.

Yumuşatma sistemi bulunmasına rağmen depoya **doğrudan şebeke suyu basılması**, sisteme sürekli olarak yüksek sertlik ve yüksek iletkenlikte su girmesine neden olmaktadır. Bu durum aşağıdaki enerji kayıplarını oluşturmaktadır:

- **Kireçlenme ve tortu oluşumu:**
  Kazan ve ısı transfer yüzeylerinde oluşan ince kireç tabakası bile ısı transfer katsayısını ciddi şekilde düşürmektedir. Yaklaşık **1 mm kireç tabakası**, %7–10 oranında ek yakıt tüketimine neden olmaktadır.
- **Korozyon kaynaklı yüzey bozulmaları:**
  Yüksek iletkenlik, elektrokimyasal korozyonu hızlandırmakta; kazan sacında pitting ve lokal incelmeler oluşturarak ısı transfer yüzeylerinin etkinliğini azaltmaktadır.
- **Sürekli su yenileme ihtiyacı:**
  Korozyon ve patlaklar nedeniyle sisteme sürekli soğuk şebeke suyu beslenmesi yapılmakta, bu suyun tekrar ısıtılması için ilave doğalgaz tüketilmektedir.

- **Kazanın nominal veriminden uzak çalışması:**
  Kirli ve kimyasal olarak dengesiz su, kazanın tasarım veriminde çalışmasını engellemekte, baca gazı kayıplarını artırmaktadır.

Bu mekanizmalar birleştiğinde, sistemde **süreklilik arz eden bir <u>enerji verimsizliği</u>** oluşmaktadır.

Yapılması gerekenler;

- Isıtma sistemi besleme hattında bulunan **şebeke suyu bağlantısı tamamen iptal edilecektir**.
- Kazan ve sirkülasyon sistemine yalnızca **yumuşatma / arıtma sisteminden geçmiş suyun** beslenmesi sağlanacaktır.
- Mevcut yüksek iletkenlikli sistem suyu kontrollü şekilde boşaltılarak, tesisat **düşük iletkenlikli su ile yeniden doldurulacaktır**.
- Sisteme uygun **korozyon ve oksijen inhibitörleri** ilave edilerek su kimyası stabilize edilecektir.
- İletkenlik, pH ve sertlik değerlerinin düzenli izlenmesi için **periyodik ölçüm ve kayıt prosedürü** oluşturulacaktır.
- Patlak kazanda onarım yapılarak patlak olan yerler kaynaklanacak. Onarımı mümkün değilse kazan değişimine gidilecek.

Bu uygulama ile sistem tekrar **gerçek anlamda kapalı devre** haline getirilecektir.

Bu önlemin uygulanmasıyla;

- Isı transfer yüzeylerinde kireç ve tortu oluşumu engellenecek,
- Kazanların ısı iletim verimi artırılacak,
- Aynı ısı ihtiyacı için daha az doğalgaz tüketilecektir.

Su kimyası düzeltilmiş kapalı devre ısıtma sistemlerinde **%3 – %7 aralığında yakıt tasarrufu** sağlanabilmektedir.

Ayrıca;

- Kazan ömrü uzayacak,
- Plansız duruşlar ve acil kazan değişimleri önlenecek,
- İşletme sürekliliği sağlanacaktır.

Bu yönüyle önlem yalnızca enerji verimliliği değil, **işletme güvenliği açısından da kritik** bir iyileştirmedir.

Tablo 45. Isıtma Sistemi İyileştirmeleri Yaklaşık Maliyet Analizi

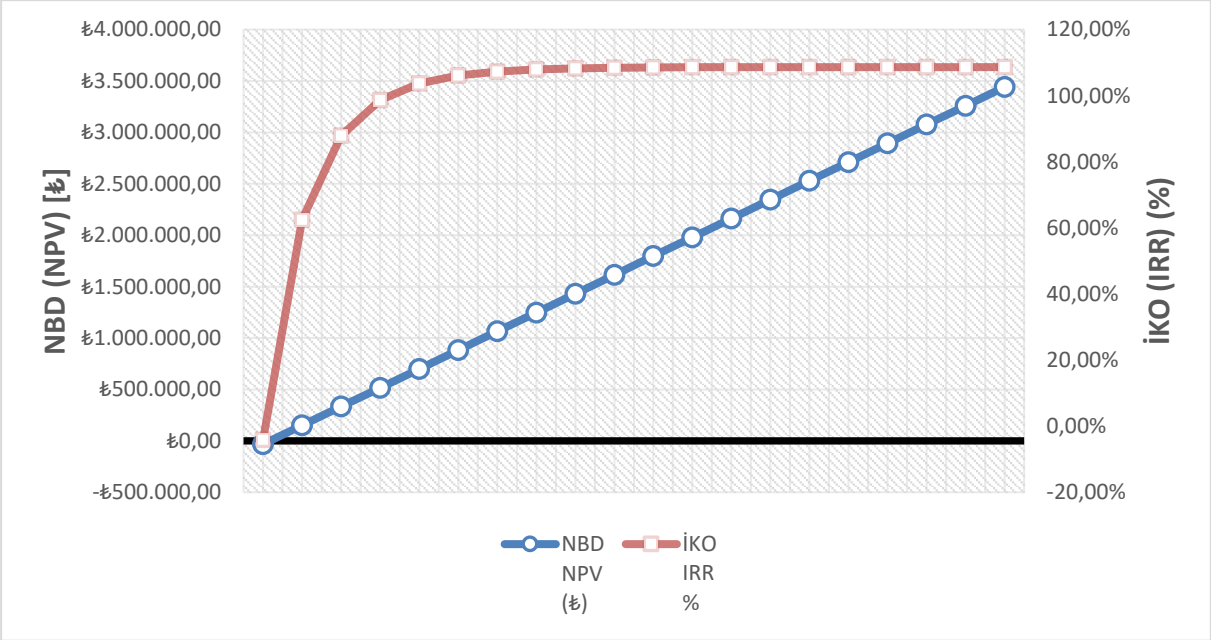
Kalem	Açıklama	Yaklaşık Maliyet (TL)
Kazan onarımı	Kaynak, sac tamiri, basınç testi	₺ 120.000,00
Sistem boşaltma ve yeniden doldurma	İşçilik + arıtılmış su	₺ 25.000,00
Kimyasal şartlandırma	İnhibitör + ilk dolum	₺ 30.000,00
Şebeke hattının iptali	Vana ve tesisat düzenlemesi	₺ 15.000,00
Brülör ayarları	Baca gazı analizleri dahil	₺ 25.000,00
Toplam Yatırım Bedeli		**₺ 215.000,00**

Tablo 46. Kazan İyileştirmeleri Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	196.971,33
Mevcut Kazan Verimi	%	7,0%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm3/Yıl	13.787,99
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/kWh	14,95
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	₺ 206.130,50
Yıllık CO2 azaltımı	tonCO_2	3,23
Yatırım Maliyeti	TL	₺ 215.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	1,04

Tablo 47. Kazan İyileştirmeleri Finansal Analiz Tablosu

EDİNİM BEDELİ ACQUISITION COST (₺)	EKONOMİK ÖMÜR ECONOMİC LIFE (YEAR)	TASARRUF MİKTARI FINANCIAL SAVING [₺]	KAZANÇ WINNINGS (₺)	FAİZ ORANI INTEREST RATE %	İKO IRR %	NBD NPV (₺)
₺215.000,00	2025	₺206.130,50	₺206.130,50	12,75%	-4,13%	-₺32.179,16
	2026	₺232.412,14	₺232.412,14	12,75%	62,43%	₺150.641,69
	2027	₺262.044,69	₺262.044,69	12,75%	87,92%	₺333.462,53
	2028	₺295.455,38	₺295.455,38	12,75%	98,68%	₺516.283,37
	2029	₺333.125,95	₺333.125,95	12,75%	103,64%	₺699.104,21
	2030	₺375.599,50	₺375.599,50	12,75%	106,05%	₺881.925,06
	2031	₺423.488,44	₺423.488,44	12,75%	107,27%	₺1.064.745,90
	2032	₺477.483,22	₺477.483,22	12,75%	107,91%	₺1.247.566,74
	2033	₺538.362,33	₺538.362,33	12,75%	108,24%	₺1.430.387,59
	2034	₺607.003,52	₺607.003,52	12,75%	108,42%	₺1.613.208,43
	2035	₺684.396,47	₺684.396,47	12,75%	108,51%	₺1.796.029,27
	2036	₺771.657,02	₺771.657,02	12,75%	108,56%	₺1.978.850,11
	2037	₺870.043,29	₺870.043,29	12,75%	108,59%	₺2.161.670,96
	2038	₺980.973,81	₺980.973,81	12,75%	108,61%	₺2.344.491,80
	2039	₺1.106.047,98	₺1.106.047,98	12,75%	108,62%	₺2.527.312,64
	2040	₺1.247.069,09	₺1.247.069,09	12,75%	108,62%	₺2.710.133,49
	2041	₺1.406.070,40	₺1.406.070,40	12,75%	108,62%	₺2.892.954,33
	2042	₺1.585.344,38	₺1.585.344,38	12,75%	108,62%	₺3.075.775,17
	2043	₺1.787.475,79	₺1.787.475,79	12,75%	108,62%	₺3.258.596,01
	2044	₺2.015.378,95	₺2.015.378,95	12,75%	108,62%	₺3.441.416,86



Grafik 14. Kazan İyileştirmeleri Finansal Analiz

4.2 SOĞUTMA

4.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Binada Alarko Coolmaster AC/X 14752 B NS model 2 adet hava soğutmalı chiller mevcuttur. Her bir chiller soğutma kapasitesi 1395kW'tır. Toplam soğutma kapasitesi 2790kW'tır. Cihazlardan biri arızalı ve tek cihaz çalıştırılmaktadır.

Resim 34. Chiller Cihazları

Resim 35. Chiller Etiketi

Resim 36. Arızalı Chiller İç Görünüm

Resim 37. Arızalı Chiller Kompresörü

4.2.2 Ölçümler ve Tespit

Binanın soğutma yükü Mekanik Hesap Raporundan alınmıştır. Toplam soğutma yükü aşağıdaki gibidir.

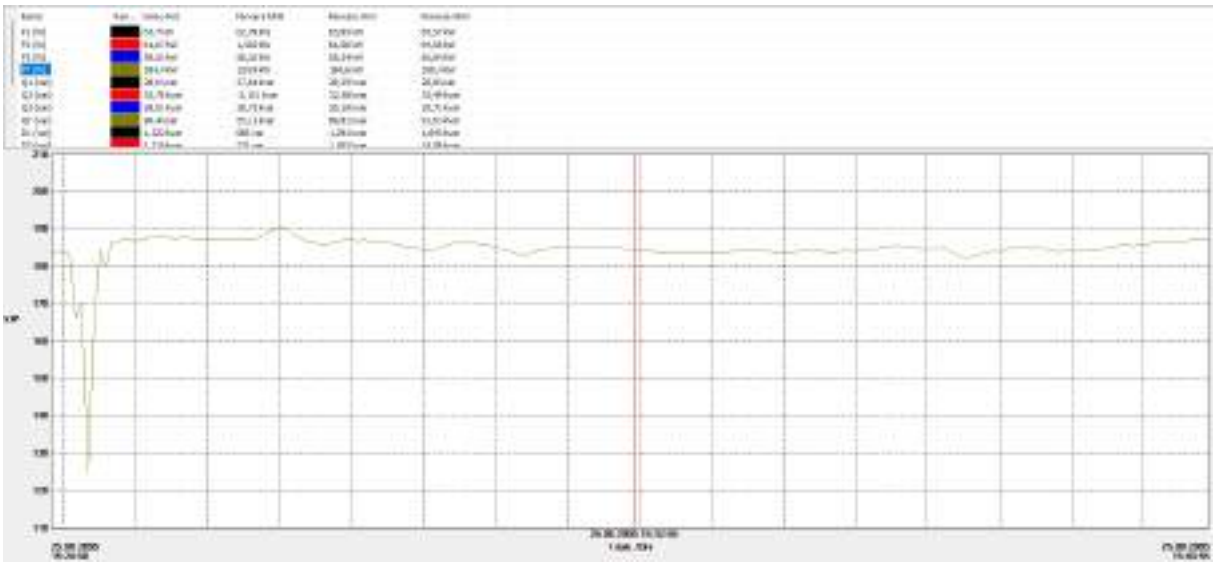
Tablo 48. Bina Toplam Soğutma Yükü

EKİPMAN ADI	EKİPMAN YÜKÜ
	Kcal/h
KS-01	140.000
KS-02	125.000
KS-03	20.000
KS-04	45.000
KS-05	120.000
KS-06	40.000
KS-07	85.000
KS-08	95.000
KS-09	95.000
KS-10	10.000
KS-11	55.000
KS-12	30.000
KS-13	20.000
KS-14	85.000
KS-15	55.000
KS-16	25.000
KS-17	40.000
KS-18	50.000
KS-19	25.000
KS-20	65.000
KS-21	295.000
KLİMA SANTRALLERİ TOPLAMI :	**1.520.000 Kcal/h**
FC devresi	1.884.166 Kcal/h
Genel Toplam ;	**3.404.166 Kcal/h**

Chiller kapasitesi, hesaplanan soğutma yükünün %70'i olarak seçilmiştir. Eş kullanım oranı %70 olarak öngörülmüştür. Mevcut şartlarda binanın tamamı kullanıldığı için chiller kapasitesi yetmemektedir. 2 cihazın toplamı 2790kW olarak seçildiği için cihazlar yedekli değildir.

Chiller cihazlarından biri arızalı olduğu için tek kalan cihaz binaya yetmemektedir. Arızalı cihazın yenilenmesi ve daha yüksek kapasite ile ikame edilmesi gerekmektedir.

Cihazdan enerji analizörü ölçümü, debi ölçümü ve sıcaklık ölçümü alınmıştır.



Grafik 15. Chiller Enerji Analizörü Ölçüm Sonucu

Resim 38. Chiller Enerji Analizörü Ölçümü

Resim 39. Debi Ölçümü

Resim 40. Sıcaklık Ölçümleri

4.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Ölçüm verilerine göre cihaz verimliliği COP:3,62 olarak hesaplanmıştır. Bu verim değeri kabul edilebilir seviyededir ve bu cihaz için ilave yatırım önerilmez. Aşağıda hesap tablosu verilmiştir.

Tablo 49. Chiller Verim Hesabı

Sabit Veriler			
1 Joule	=	$2.777778 \cdot 10^{-7}$	kWh
Su Özgül Isı	=	4186	J/kg°**C**
Ölçülen Veriler			
Güç (Kw)	=	184	kW
Debi(m)	=	185000	kg/h
Giriş Sıc.	=	12,2	°C
Çıkış Sıc.	=	9,1	°C
Enerji Denklemi			
Q	=	m x c x dT	
Q	**=**	**666,85**	**kW**
COP	**=**	**3,62**	

4.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Soğutma sistemi iki adet chiller ile tasarlanmış olup, inceleme sırasında chillerlerden birinin arızalı olduğu ve sistemin tek chiller ile çalıştırıldığı tespit edilmiştir.

Çalışan chiller için yapılan hesaplamalarda anlık/ortalama verim değeri yaklaşık COP = 3,62 olarak bulunmuştur. Bu verim değeri kabul edilebilir seviyededir.

Sistem yedekli olarak tasarlanmadığı için mevcut durumdaki tek chiller kapasiteyi karşılamamaktadır. Bu sebeple çalışan chillerin de erken yıpranması ve arızalanması muhtemeldir. Sistemin güvenli bir şekilde çalışabilmesi için arızayı chillerin yenilenmesi ve sistemin birbiri ile haberleşmeli olarak çalışabilmesi sağlanmalıdır.

4.3 HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME

4.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Binanın havalandırması için klima santralleri mevcuttur. Klima santral tipleri, kapasiteleri ve bastıkları mahaller aşağıda tablo olarak verilmiştir.

Klima santralleri otomasyon ile kontrol edilmektedir. Isıtma-soğutma hatları iki yollu vana ile kontrol edilmektedir. Frekans invertörlü fanların 50hz'de çalıştırıldığı görülmüştür.

Klima santrallerinin çoğu çalıştırılmamaktadır. Çalıştırılan klima santralleri de %100 karışım havası ile çalıştırılmaktadır. Santraller taze hava ihtiyacından çok ısıtma-soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Binadaki aktivite mesai saatlerindedir ve gece çalışma yoktur. Yatan hasta bulunmamaktadır. Bu sebeple taze hava gereksinimi olmamaktadır.

Resim 41. Örnek Klima Santrali

Resim 42. Klima Santrali ve Motor Etiketi

Resim 43. Klima Santrali Frekans İnvertörü

Tablo 50. Klima Santralleri Envanter Listesi

Klima No	Hizmet Verdiği Mahal	Hava Debi (m^3/h)	Soğutucu Yükü (kcal/h)	Isıtıcı Yükü (kcal/h)	Filtre	Vent Basınç (mmss)	Çekiş Gücü (kW)	Özellik	Nemlendirici	Asp Hava (m^3/h)	Asp Basınç (mmss)	Asp Güç (kW)	Fan Tipi
Ks-01	D Blok Klinikler	35560	140000	350000	Eu4	40	15	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	30640	38	15	Radyal
Ks-02	C Blok Klinikler	31140	140000	310000	Eu4	40	15	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	26490	38	15	Radyal
Ks-03	4.Kat Kafeterya	6050	20000	60000	Eu4	26	3	%100 Dış Havalı	-	0	0	0	Radyal
Ks-04	İdari Bölümler	10150	45000	105000	Eu4	35	6,5	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	10000	33	6,5	Radyal
Ks-05	3.Kat Fantom Laboratuvarı	14700	85000	165000	Eu4	32	6,5	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	15500	30	6,5	Radyal
Hks-06	3.Kat Genetik Hücre Kültürü	4200	40000	65000	Eu7+F9	60	4	%100 Taze Havalı, Hijyenik Tıp	35 kgh - 22.5kW	0	0	0	Radyal
Ks-07	2.Kat Anatomi/Histoloji/Patoloji, Fizyoloji ve Fıtık Laboratuvarı	14360	85000	145000	Eu4	35	7,5	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	13490	33	7,5	Radyal
Ks-08	2.Kat Protez Manipülasyon ve Preklinik Laboratuvarı	16000	95000	160000	Eu4	35	7,5	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	16360	33	7,5	Radyal
Ks-09	1.Kat Derslikler	23800	96000	236000	Eu4	37	11	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	22810	35	11	Radyal
Ks-10	Zemin Kat Kafeterya	2400	10000	25000	Eu4	32	2,2	%100 Dış Havalı	-	0	0	0	Radyal
Ks-11	Zemin Kat Müşahit Polikliniği, Kütüphane, Internet, Mescit	13240	65000	135000	Eu4	32	7,5	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	13645	30	7,5	Radyal
Ks-12	Bodrum Kat Laboratuvarı	3300	25000	45000	Eu4	28	2,2	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	3300	26	2,2	Radyal
Ks-13	Çamaşırhane	4500	20000	45000	Eu4	26	2,2	%100 Dış Havalı	-	0	0	0	Radyal
Ks-14	Bodrum Kat Genel	21650	86000	215000	Eu4	35	11	%100 Dış Havalı	-	0	0	0	Radyal
Ks-15	Sterilizasyon Ayırma/Ön Yıkama Ve Hazırlık	6500	25000	65000	Eu4	60	4	Hijyenik Tıp	45 kgh - 27 kW	10620	26	5,5	Radyal
Hks-16	Steril Depo	8030	60000	90000	Eu7+F9	80	4	%100 Taze Havalı, Hijyenik Tıp	45 kgh - 22.5 kW	0	0	0	Radyal
Hks-17	2.Kat Üniteler Hijyenik Alan	4500	40000	80000	Eu7+F9	80	4	%100 Taze Havalı, Hijyenik Tıp	45 kgh - 22.5 kW	0	0	0	Radyal
Hks-18	1.Kat Üniteler Hijyenik Alan	5650	50000	80000	Eu7+F9	80	5,5	%100 Taze Havalı, Hijyenik Tıp	45 kgh - 27 kW	0	0	0	Radyal
Hks-19	Zemin Kat Z-40 No'lu Ameliyathane	6500	50000	90000	Eu7+F9	80	5,5	Hijyenik Tıp	45 kgh - 18 kW	0	0	0	Radyal
Hks-20	Zemin Kat Z-39 No'lu Ameliyathane	7350	65000	90000	Eu4	60	5,5	%100 Taze Havalı	45 kgh - 38 kW	0	0	0	Radyal
Ks-21	Konferans Salonu ve Fuaye	33960	296000	396000	Eu4	35	15	Plakalı Tıp, Havadan Havaya Isı Geri Kazanımlı, Susturuculu	-	31200	33	15	Radyal

4.3.2 Ölçümler ve Tespit

Havalandırma santrallerinden enerji ve basınç ve hız ölçümleri alınmıştır. Santrallerin hepsi çalıştırılmamaktadır. Aktif çalışan santrallerden örneklem alınmıştır.

Frekans invertörlü olan santrallerin 50hz frekansta çalıştığı görülmüştür. Bu santrallerde frekans ayarı yapılarak fanlar daha verimli bir noktada çalıştırılabilir.

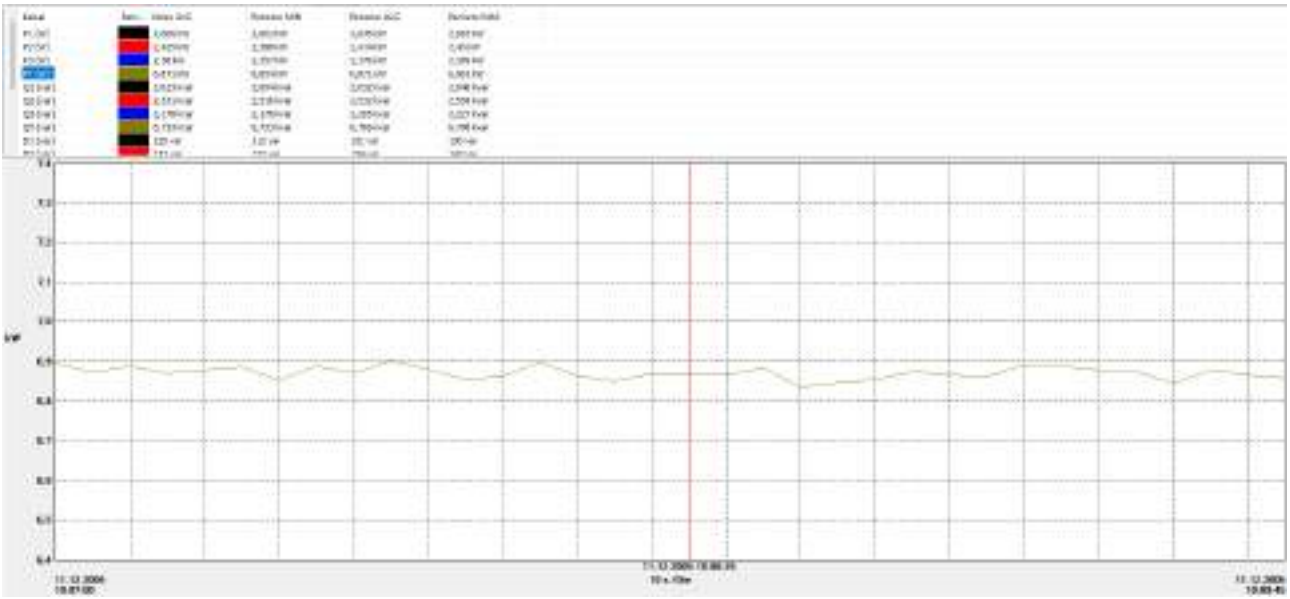
Filtre basınç kayıpları 160-250Pa aralığındadır. Filtreler için 200Pa üzeri basınç kaybı yüksek kabul edilir. Bu basınç kaybından dolayı fan debisi düşmekte ve motor frekansı artmaktadır. Filtrelerin düzenli temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekmektedir.

Tablo 51. HKS 20 Hız-Debi Ölçümü

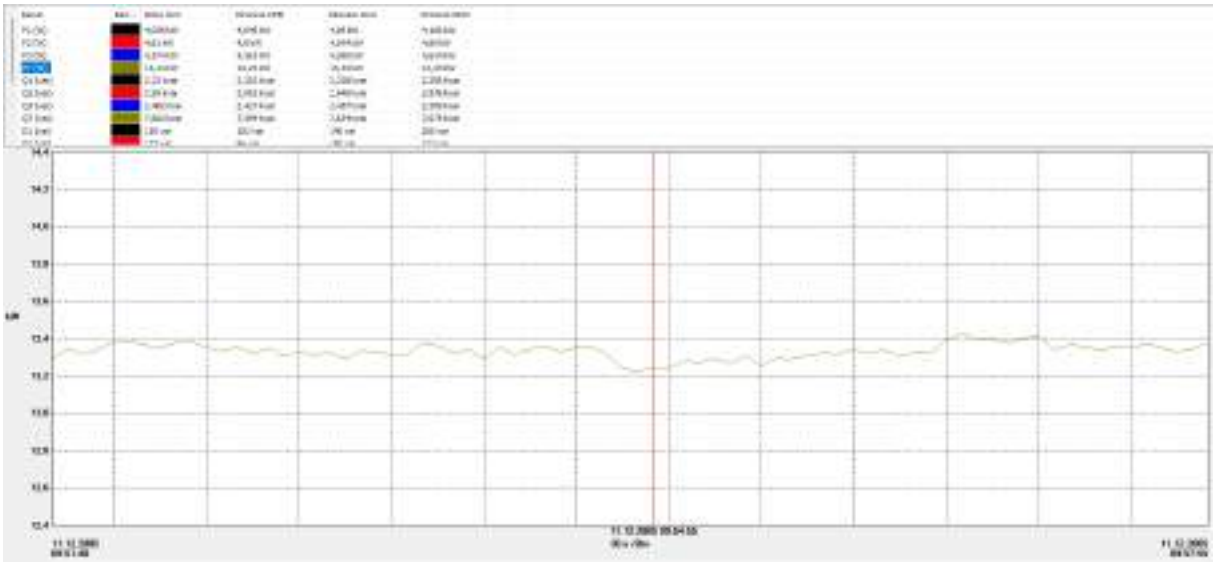
Ölçüm Noktası	**Hız m/s**
1	4,00
2	4,90
3	4,10
4	4,10
5	2,10
6	2,30
7	4,50
8	3,30
9	2,40
10	2,30
11	2,60
12	2,20
Ort (m/s)	**3,40**
Alan (m2)	**1,00**
Debi (m3/h)	**12459,10**

Tablo 52. Klima Santrali Ölçüm Değerleri

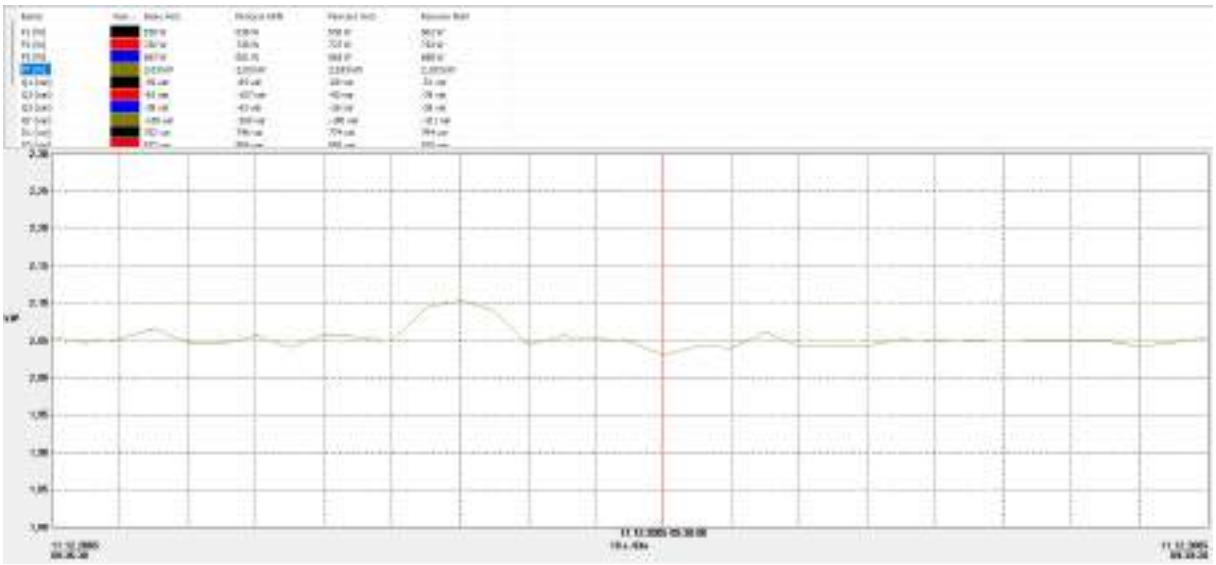
		Etiket Değerleri				**Ölçüm Değerleri**			
Tip	**Kod**	**Debi (m3/h)**	**Basınç (Pa)**	**Motor Gücü (kW)**	**Motor Verimi (%)**	**Debi (m3/h)**	**Basınç (Pa)**	**Motor Gücü (kW)**	**Filtre Basınç Kaybı (Pa)**
Vantilatör	HKS 20	7350	1508	5,5	87,00%	12459	750	4,85	245
Vantilatör	KS1	35580	1050	18,5	91%	28370	967	13,33	169
Aspiratör	KS1	30640	830	15	91%	22970	588	6,87	
Aspiratör	EF-2	7000	465	2,2	84%	7160	488	2	
Aspiratör	EF3	2200	400	0,75	80%	3000	169	0,583	



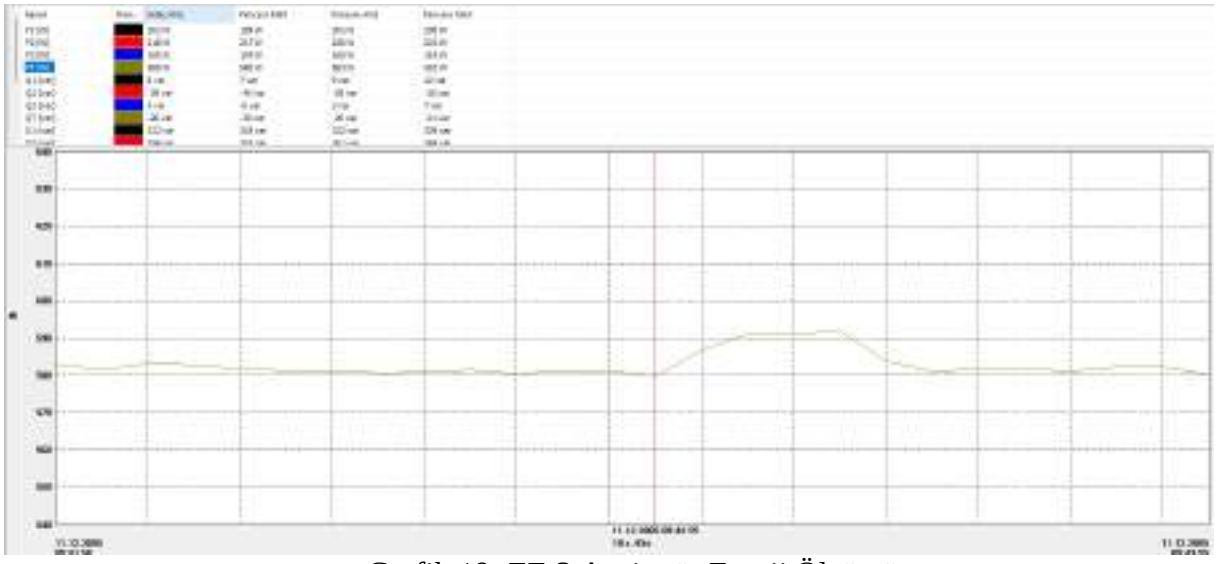
Grafik 16. KS-1 Aspiratör Enerji Ölçümü



Grafik 17. KS-2 Vantilatör Enerji Ölçümü



Grafik 18. EF-2 Aspiratör Enerji Ölçümü



Grafik 19. EF-3 Aspiratör Enerji Ölçümü

Resim 44. Havalandırma Sistemi Enerji Analizörü Ölçümü

Resim 45. Havalandırma Sistemi Basınç Ölçümü

Resim 46. Hava Hızı Ölçümü

Resim 47. Filtreler

Resim 48. Aspiratör Emiş Tarafı Kapalı Damper

Tablo 53. İç Ortam Kalitesi Ölçüm Sonuçları

Bina	Mahal	Sıcaklık	Nem	Açıklama
Kat	**Adı**	°C	%H	
Bodrum	Kazan Dairesi	19, 9	44,8	
Zemin	Başkanlık Giriş Holü	22,4	43	Hava Perdesi Bozuk
	Danışma Önü Koridor	23	40	
	Güvenlik Odası	23,2	39	Klima Bozuk. Elektrikli Radyatör Var
	Radyoloji	24, 1	39	
	Ameliyathane Koridor	26	35,7	
1.Kat	Danışma-Hol	23,2	38,8	
	Ağız Diş Çene Cerrahisi	23,3	39	
	Derslik Koridoru	22,4	40	
	Derslik 4	22,5	38	
	Derslik 3	22,1	39,4	
	Entegre Kliniği	24,5	34,7	
2.Kat	Koridor	23,7	37,6	
	Perlodontoji	24,4	38	
	Derslik Koridor	23,9	37	
	Etüt Laboratuvarı	22,3	40	
	Protetik Diş Tedavisi	22,9	38	
3.Kat	Koridor	23,5	40	
	Endodonti	24,1	41	
	Temel Tıp Bilimleri	24,5	37	
	İdari Bölüm	24,6	38	
	Laboratuvar	24, 1	37	
4.Kat	Yemekhane	25	45	
	Koridor	24, 1	36	
	Dekanlık	24,2	37	
	Sekreterlik	24,3	37	
	Restoratif Diş Tedavisi	24,5	39	
	Ortodonti	24,6	37	
5.Kat	Çatı Katı	23,5	37	

Resim 49. Ortam Ölçümleri

4.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Fan ölçümlerine göre yapılan verim hesapları aşağıda verilmiştir. Fan verimleri kabul edilebilir seviyededir. Fanların VSD frekansı 50hz yani şebeke ayarındadır. VSD kontrolünden tasarruf edilebilmesi için frekans ayarı fanlar için yapılmalı ve doğru frekansta çalıştırılmalıdır. Bunun için test ayar dengeleme çalışması yapılmalıdır.

Filtre basınç kayıpları yüksektir. Filtrelerin temizlenmesi gerekmektedir. Bakım anlaşması yapılarak klima santrallerinin sürekli bakımlarının yaptırılması sağlanabilir.

İki yollu vanaların bazılarında bay-pass vanaları açık bırakılmıştır. 2 yollu vanaların aktif kullanılması sıcaklık kontrolü için gereklidir. Arızalı iki yollu vanalar onarılmalı ve aktif çalıştırılmalıdır.

Ortam ölçümlerinde sıcaklıkların standart değer olan 22-23ºC'nin üzerinde olduğu görülmüştür. Üst katlara çıkıldıkça sıcaklığın arttığı görülmektedir. Bina mimari olarak giriş kattan itibaren çatıya kadar galeri boşluğu ile tasarlanmıştır. Bu tarz tasarımlar aydınlatma ve havalandırma açısından tasarruf sağlar fakat sıcaklık dağılımı konusunda dezavantajlıdır. Isınan hava galeri boşluğundan yükselerek bina içerisinde bir sirkülasyon oluşur ve üst katlar daha sıcak olur.

Tablo 54. Fan Verim Hesabı

		Etiket Değerleri				Ölçüm Değerleri				Hesaplanan Değerler		
Tip	Kod	Debi (m3/h)	Basınç (Pa)	Motor Gücü (kW)	Motor Verimi (%)	Debi (m3/h)	Basınç (Pa)	Motor Gücü (kW)	Filtre Basınç Kaybı (Pa)	Mekanik Güç (kW)	Mil Güci (kW)	Fan Verimi (%)
Vantilatör	HKS 20	7350	1508	5,5	87%	12459	750	4,85	245	2,596	4,220	62%
Vantilatör	KS1	35580	1050	18,5	91%	28370	967	13,33	169	7,620	12,157	63%
Aspiratör	KS1	30640	830	15	91%	22970	588	6,87		3,752	6,224	60%
Aspiratör	EF-2	7000	465	2,2	84%	7160	488	2		0,971	1,686	58%
Aspiratör	EF3	2200	400	0,75	80%	3000	169	0,583		0,141	0,464	30%

4.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Havalandırma santralleri için bir yatırım önerilmemektedir. Mevcut sistemin daha verimli kullanılması sağlanmalıdır. Bunun aşağıdaki öneriler gerçekleştirilmelidir. Donanım olarak bir yatırıma gerek olmasa dahi, bakım anlaşması ve test ayar dengeleme yapılması için yatırıma ihtiyaç vardır.

- Havalandırma santrallerinin periyodik bakımları yapılmalı, tıkalı filtreler değiştirilmelidir.
- Test ayar dengeleme ile fanların olması gereken frekans ayarında çalışması sağlanmalı.
- İki yollu vanalar aktif kullanılmalı, sıcaklık kontrolü bu şekilde sağlanmalıdır.
- Termostatların standart aralık olan 22-23°C sıcaklığa getirilmesi ve kullanılmayan yerlerde kapatılması gerekmektedir.

4.4 TESİSAT

4.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Kazan dairesi tesisatında borular standartlara uygun bir şekilde yalıtılmıştır. Vana gibi bağlantı elemanları yalıtım ceketi ile yalıtılmıştır. Birkaç tesisat elemanının yalıtımının söküldüğü görülmüştür. Bunlar basitçe tekrar yerine takılabilir. Tesisat yalıtımı ile ilgili başka bir eksik bulunmamaktadır.

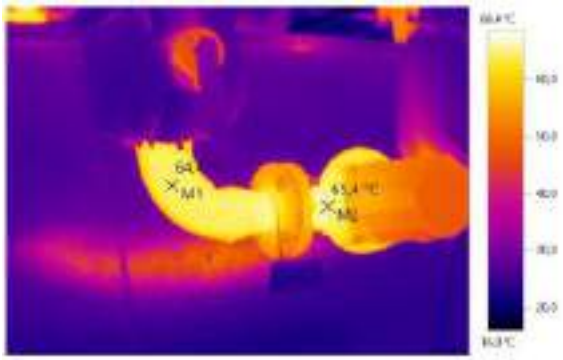
Kazanlardan biri patlak ve su kaçırmaktadır. Buradan kaçan su sebebi ile tesisata sürekli taze su basılmaktadır. Su deposundan ve tesisattan alınan su iletkenliği ölçümlerine göre kullanılan su tesisata ve kazanlara zarar vermektedir. Tesisattaki su iletkenliği 1784 µS/cm, su deposundaki ise 1156 µS/cm'dır. Tesisata şebeke suyu basıldığı anlaşılmaktadır. Sistemde su yumuşatma sistemi vardır ve sisteme sadece burada üretilen yumuşak su verilmelidir.

Resim 50. Yalıtımlı ve Yalıtımsız Tesisat Elemanları

Resim 51. Kazandan Meydaa Gelen Su Kaçağı

4.4.2 Ölçümler ve Tespit

Yalıtımsız tesisat ekipnalarından gerçekleşen ısı kayıpları termal kamera ile görüntülenmiştir. Aşağıda termal kamera görüntüleri verilmiştir.

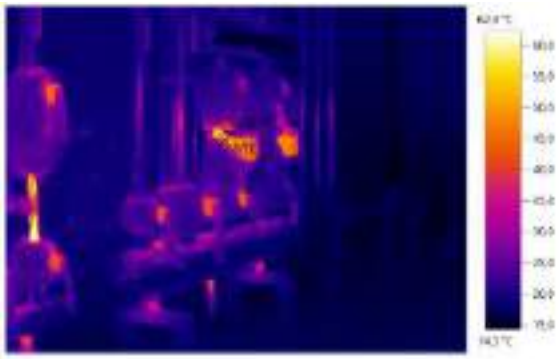


Resim verileri: **Tarih:** 9.12.2025 **Emisyon derecesi:** 0,96
Saat: 21:29:52 **Yans. sıc. [°C]:** 36,0
Dosya: IR000689.BMT

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	64,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	65,4	0,96	36,0	-

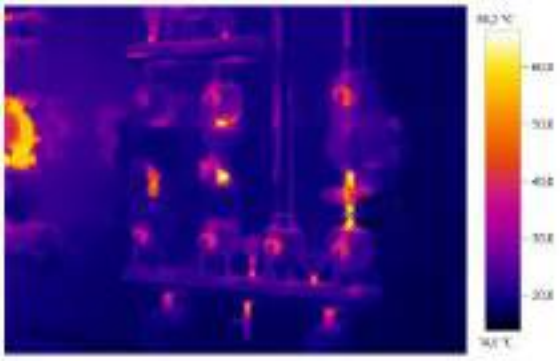
Resim verileri: **Tarih:** 9.12.2025 **Emisyon derecesi:** 0,96
Saat: 21:31:01 **Yans. sıc. [°C]:** 36,0
Dosya: IR000694.BMT



Resim verileri:	**Tarih:**	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:31:36	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000695.BMT		

Resim işaretleri:

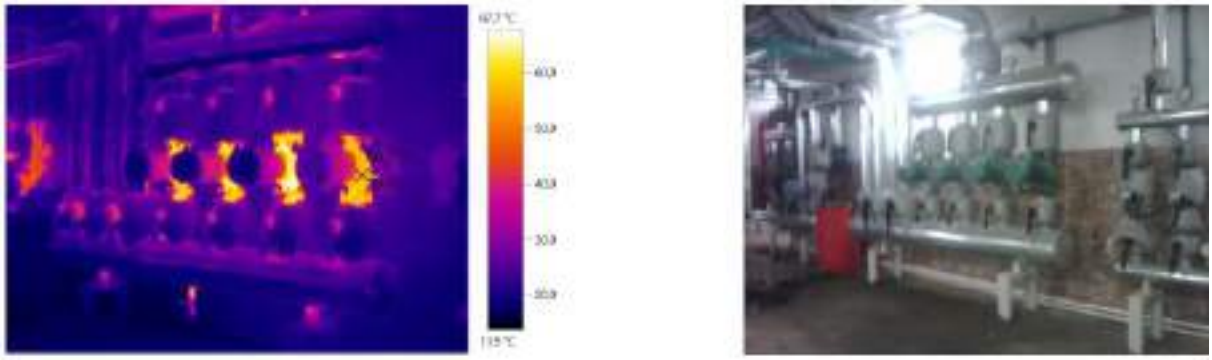
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	50,8	0,96	36,0	-



Resim verileri:	**Tarih:**	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:31:48	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000696.BMT		

Resim işaretleri:

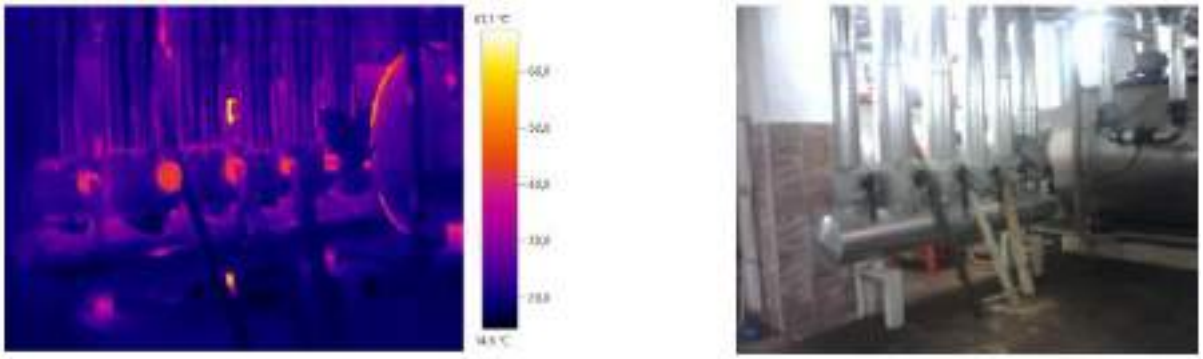
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	59,7	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:31:57	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000697.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	56,7	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:32:19	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000699.BMT		

Grafik 20. Yalıtımsız Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

4.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Yalıtım ceketlerinde birkaç nokta harici eksik yoktur. Bu sebeple tasarruf hesabına gerek görülmemiştir. Bu noktalardaki yalıtım eksiklerinin giderilmesi tavsiye edilir.

4.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Tasarruf potansiyeli bulunmamaktadır.

5 ELEKTRİK SİSTEMLERİ

5.1 DAĞITIM SİSTEMLERİ

5.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Trafolar Diş Fakültesi ve Tıp Fakültesi binaları arasında bulunmaktadır. Buradan bina içerisindeki ana dağıtım panosuna gelen enerji binaya dağılmaktadır.

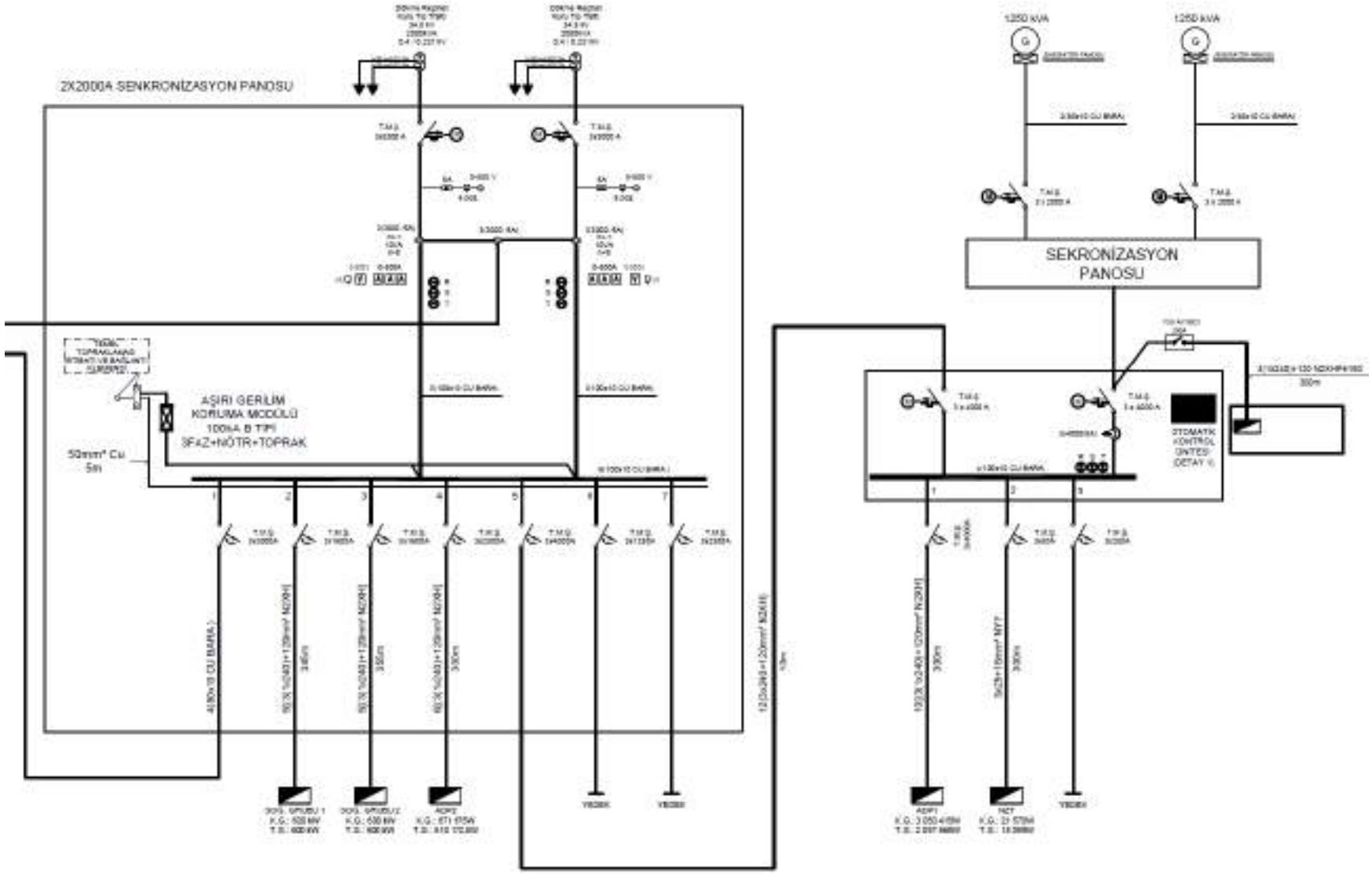
Binada 2 adet 250KVA kapasiteli UPS bulunmaktadır. Toplam UPS kapasitesi 500kVA'dır.

Yedek güç olarak 2 adet 1250 kVA kapasiteli diesel jeneratör tesis edilmiştir. Toplam jeneratör gücü 2500kVA'dır.

Resim 52. UPS Sistemi ve Etiketi

Tablo 55. Trafo Listesi

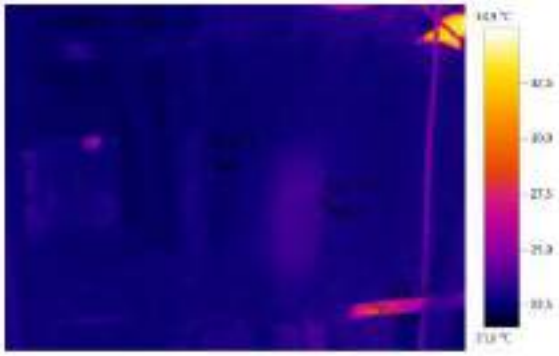
Trafo No	Trafo Adı	Trafonun Bulunduğu yer	Trafo Gücü (KVA)	Tesisat No
DİŞ TR1	Diş Hekimliği Fakültesi	Tıp-Diş arasındaki trafo binası	2000	4010537036
DİŞ TR2	Diş Hekimliği Fakültesi	Tıp-Diş arasındaki trafo binası	2000	



Grafik 21. Tek Hat Şeması

5.1.2 Ölçümler ve Tespit

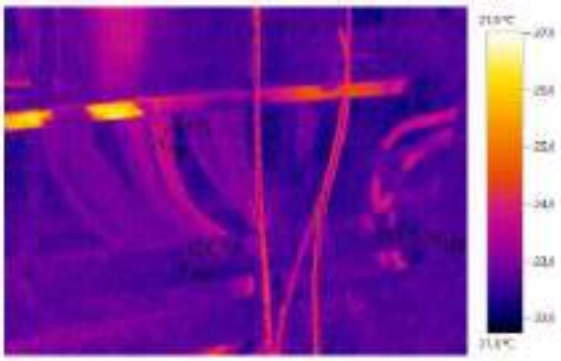
Elektrik panolarından termal ölçümler alınmıştır. Ölçümlere göre aşırı ısınma görülmemiştir. Panolardan alınan termal görüntüler aşağıdadır.



Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	17:05:32	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001025.BMT		

Resim işaretleri:

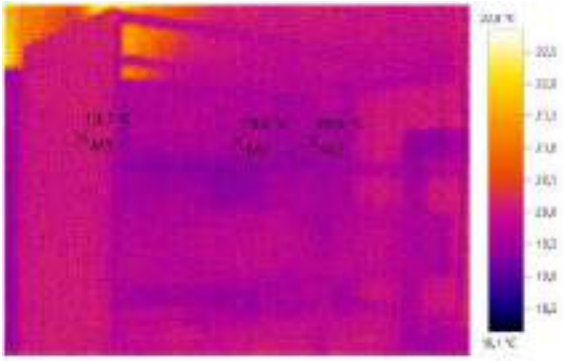
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	22,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	23,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	28,8	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	17:05:37	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001026.BMT		

Resim işaretleri:

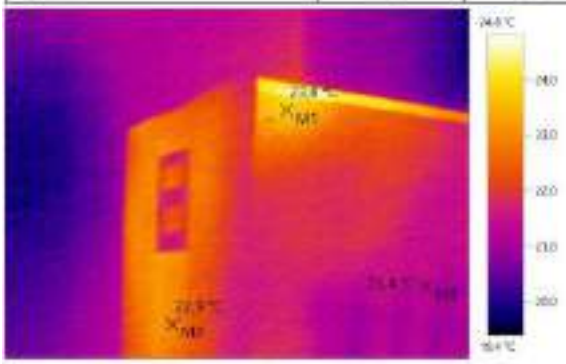
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	23,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	22,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	22,8	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	17:07:46	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001031.BMT		

Resim işaretleri:

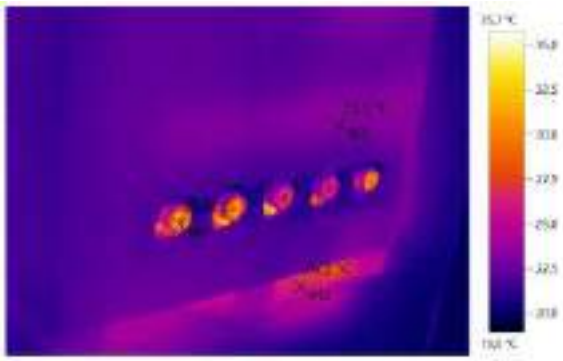
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	19,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	19,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	19,7	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	17:08:00	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001032.BMT		

Resim işaretleri:

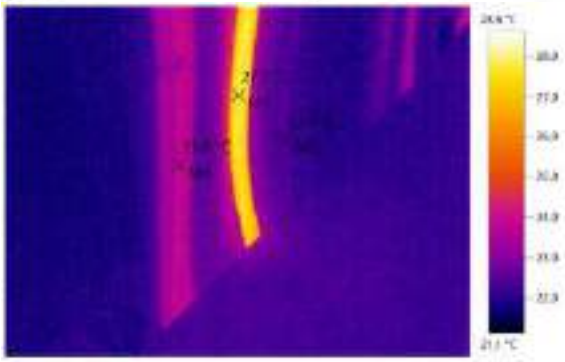
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	23,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	22,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	21,4	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	17:08:08	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001033.BMT		

Resim işaretleri:

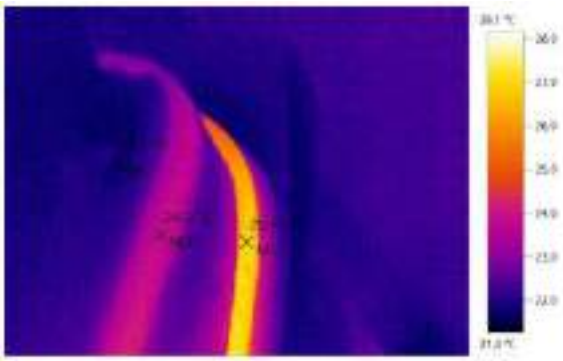
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	31,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	26,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	23,3	0,96	36,0	-

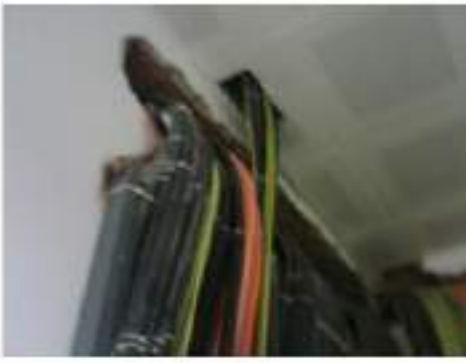


Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	17:09:52	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001036.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	27,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	22,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	23,8	0,96	36,0	-





Resim verileri:	**Tarih:**	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	17:09:58	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR001037.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	26,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	24,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	21,5	0,96	36,0	-

Resim verileri:	**Tarih:**	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	17:04:08	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR001020.BMT		

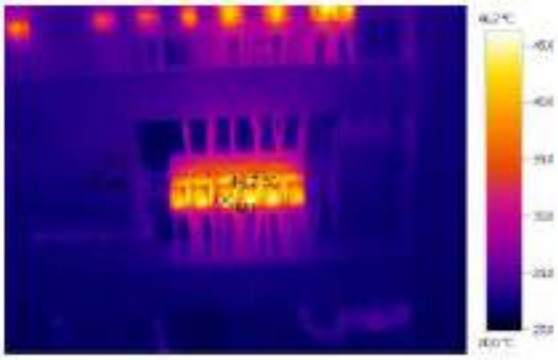
Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	30,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	21,5	0,96	36,0	-

Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	23:18:38	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000731.BMT		

Resim işaretleri:

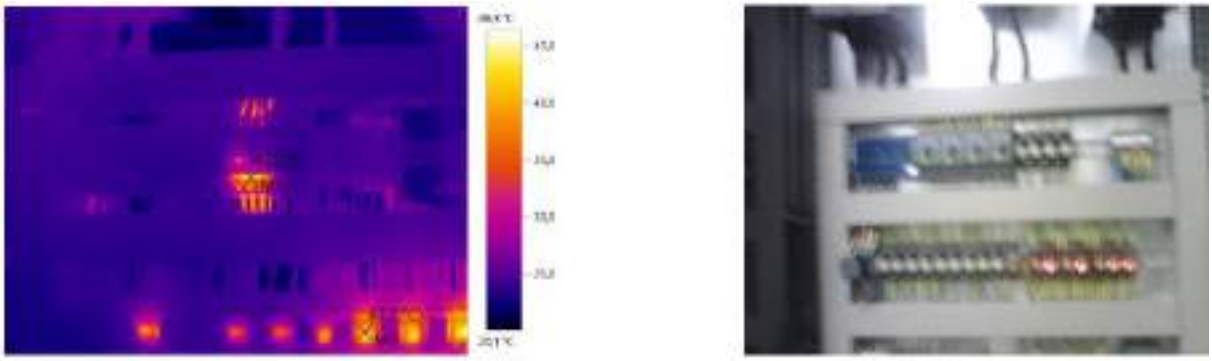
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	36,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	25,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	22,6	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	23:18:46	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000732.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	44,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	22,8	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	9.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	23:18:59	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000734.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	42,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	41,2	0,96	36,0	-

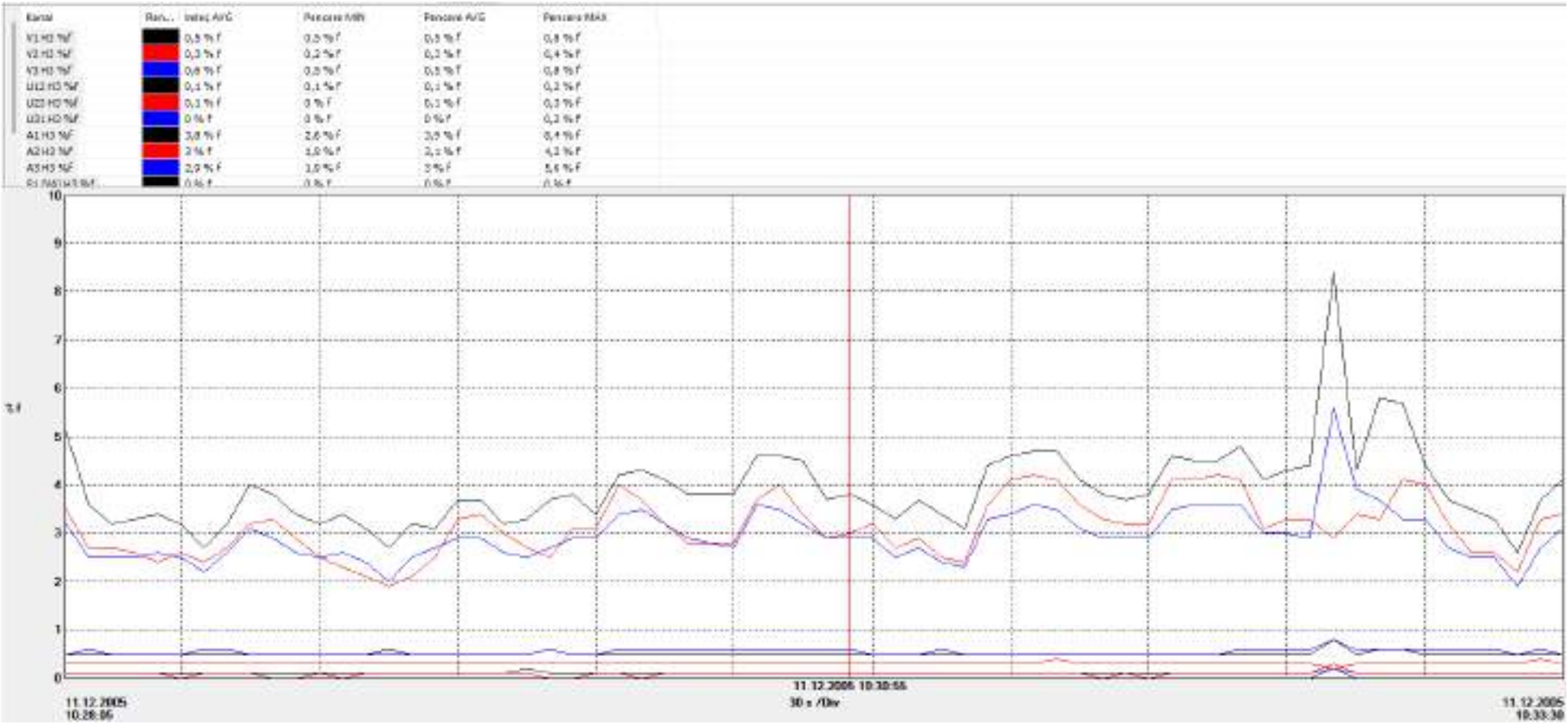
Grafik 22. Panolardan Alınan Termal Görüntüler

Ana dağıtım panosundan enerji analizörü ölçümü alınmıştır.

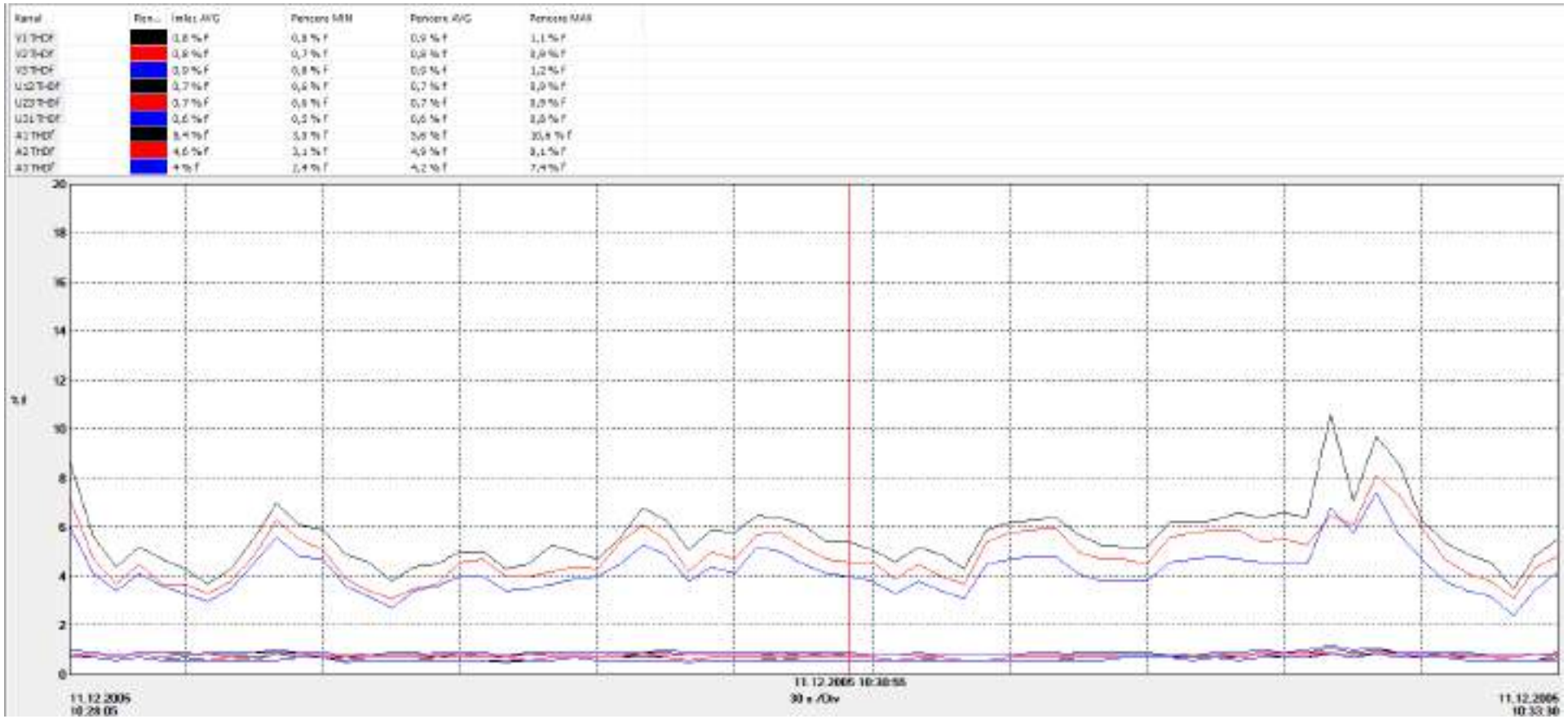
Harmonik analizi 55 kademe için yapılmıştır. En yüksek harmonik 3. kademede tespit edilmiştir. Harmonik seviyeleri sınır değerlerin altındadır.

Ölçüm verilerine göre max akım harmoniği 10,6%f olarak ölçülmüştür. Max gerilim harmoniği ise %1,2 olarak ölçülmüştür.

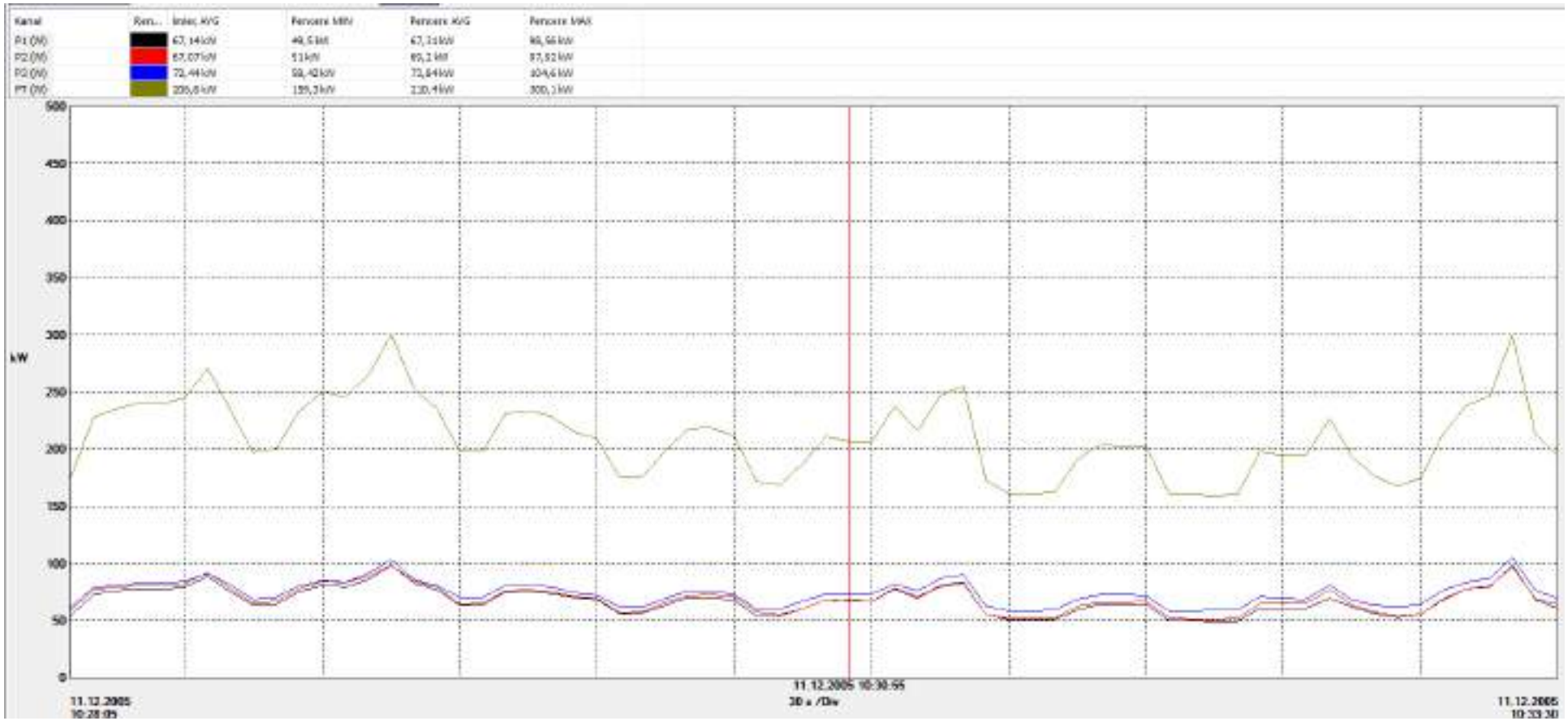
IEEE 519 standardına göre toplam gerilim harmonik bozulma oranının (THDv) %5'in altında olması gerekmektedir. Akım harmoniği ise %8-12 arası kabul edilebilir seviyedir. Ölçümlere göre max akım harmoniği %10'dur ve kabul edilebilir seviyededir.



Grafik 23. 3. Kademe Harmonik Analizi



Grafik 24. Toplam Harmonik Analizi



Grafik 25. Güç Çekişi

5.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Gerilim harmoniği düşüktür ve sınırın çok altındadır. Akım harmoniğinde en yüksek değer %10 görülmüştür. Sınır aralıktadır.

Panolardan alınan termal ölçümlerde aşırı ısınmaya rastlanmamıştır.

5.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Bir öneri bulunmamaktadır.

5.2 POMPA

5.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Aşağıda pompalara ait envanter listesi verilmiştir. 1 kW altındaki pompalar kademeli kontrollü olarak seçilmiştir. Değişken debiye ihtiyaç olmayan chiller sirkülasyon pompası kontaktörlü olarak kontrol edilmektedir. Diğer pompalar frekans invertörlüdür ve basın set değerine göre kontrol edilmektedir.

Tablo 56. Pompa Envanter Listesi

Hat	Bastığı Yer	Pompa Adedi	Marka	Model	Güç (kW)	Verim		Pompa Kontrolü
Isıtma	Fancoil Sirkülasyon	2	Wilo	IPL65/120 3/2	3	85%	IE2	VSD
Isıtma	Klima Santrali Sirkülasyon	4	Wilo	IPL65/120 3/2	3	85%	IE2	VSD
Isıtma	Radyatör Sirkülasyon	2	Wilo	Yonos PICO 25/1-8	0,075			Kademeli
Sıcak Su	Boyler Primer Devre	2	Wilo	Top-STG 50/10	0,88			Kademeli
Sıcak Su	Resirkülasyon	2	Wilo	Top-Z30/10	0,335			Kademeli
Sıcak Su	Arıtılmış Sıcak Su	2	Wilo	Top-Z30/10	0,335			Kademeli
Soğutma	Chiller Sirkülasyon	3	Wilo	IL100/150-152	15	90%	IE2	VSD
Soğutma	Fancoil Sirkülasyon	4	Wilo	IPL80/155-7,5/2	7,5	89%	IE2	VSD
Soğutma	Klima Santrali Sirkülasyon	4	Wilo	IL80/150-7,5/2	7,5	89%	IE2	Kontaktör

Resim 53. Soğutma Sistemi Pompalar

Resim 54. Örnek Pompa Etiketleri

Resim 55. Pompa Frekans İnvertörleri

5.2.2 Ölçümler ve Tespit

Yaz sezonunda chiller pompaları, kış sezonunda da ısıtmada en yüksek kapasiteli olan klima santrali pompaları ölçülmüştür.

Ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 57. Pompa Ölçümleri

Adet	Pompa	Debi (m3/h)	H (mss)	Güç (kW)
2	Klima Santrali Isıtma	132	10	6,7
2	Chiller Soğutma Sirkülasyon	189	21,42	25,79

Resim 56. Pompa Enerji Ölçümü

Resim 57. Pompa Debi Ölçümü

5.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Isıtma sistemi sekonder pompa verimi 63,5% olarak hesaplanmıştır. Pompa verimi iyi durumdadır.

Tablo 58. Klima Santrali Isıtma Pompası Verim Hesabı

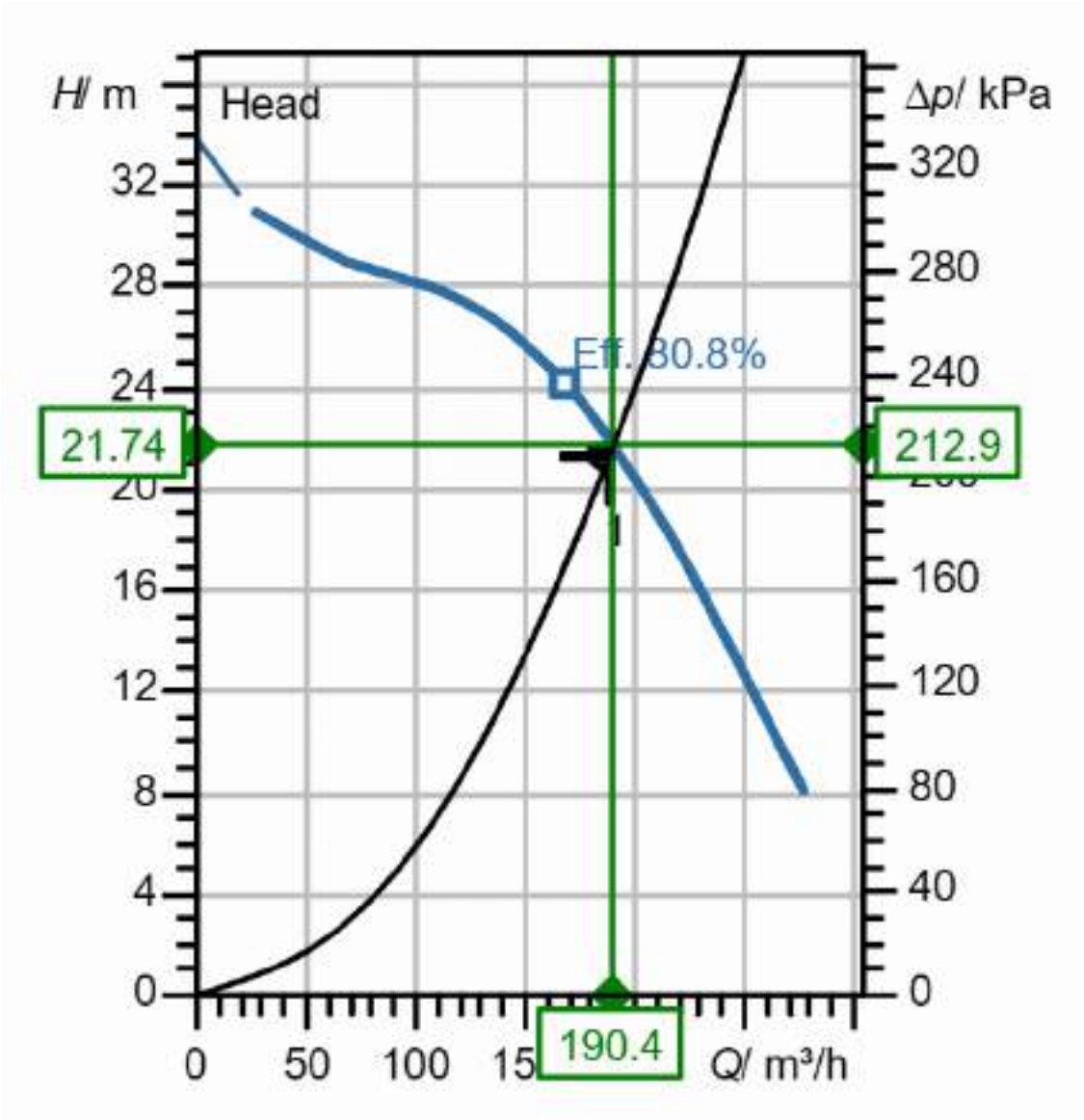
P1: Spindle power (kW)	5,67
P2: Electric power (kW)	6,7
ηm : Pump motor efficiency	84,6%
Phid : Hydraulic power (kW)	3,60
Q: Pump flow (m3/h)	132
H: Pump head (mSS)	10
ρ: Liquid density (kg/m3)	1000
g: Gravitational acceleration (9.81 m/s2)	9,81
ηsis : System efficiency (%)	53,7%
ηp : Pump efficiency (%)	63,5%

Chiller pompası sistemdeki en büyük pompadır ve verimi düşüktür. Bunun sebebi pompadan kaynaklanmamakta, chiller sisteminin mevcut durumundan kaynaklanmaktadır. Soğutma sistemi, toplam soğutma ihtiyacının yaklaşık %70'ini karşılayacak şekilde, yedekleme (N+1) öngörülmeden tasarlanmıştır. Bu nedenle chillerler yüksek dış hava sıcaklıklarında sürekli tam yükte çalışmakta ve işletme esnekliği bulunmamaktadır. Yapılan pompa ölçümleri, sistemde yalnızca bir chillerin devrede olduğu kısmi yük koşullarında gerçekleştirilmiş olup, mevcut pompa grubunun tasarım çalışma noktasını temsil etmemektedir. Ölçülen düşük pompa verimleri, pompaların tasarım dışı işletme koşullarında çalışmasından kaynaklanmaktadır.

Chiller pompa verimi %47,4 olarak hesaplanmıştır. Bu hesap iki pompa birlikte çalıştığı koşullardaki ölçümlere göre yapılmıştır. Ölçümler sırasında tek chiller çalışmaktadır. Arızalı olan chiller yenilendiğinde pompa çalışma noktası da düzelecek ve tasarım noktasına gelecektir.

Tablo 59. Chiller Sirkülasyon Pompası Verim Hesabı

P1: Spindle power (kW)	23,29
P2: Electric power (kW)	25,79
ηm : Pump motor efficiency	90,3%
Phid : Hydraulic power (kW)	11,03
Q: Pump flow (m3/h)	189
Giriş Basıncı (Bar)	4
Çıkış Basıncı (Bar)	6,1
H: Pump head (mSS)	21,42
ρ: Liquid density (kg/m3)	1000
g: Gravitational acceleration (9.81 m/s2)	9,81
ηsis : System efficiency (%)	42,8%
ηp : Pump efficiency (%)	47,4%



Grafik 26. Chiller Pompa Eğrisi ve Çalışma Noktası

5.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Mevcut durumda sistemde yalnızca bir chiller devrede olduğundan, iki pompanın birlikte çalışması kısmi yük koşullarında gereksiz debi artışına ve enerji kaybına neden olmaktadır. Chiller minimum debi şartları ve uç mahallerin soğutma durumu göz önünde bulundurularak, uygun hidronik dengeleme sağlanması koşuluyla tek pompa ile işletme alternatifinin denenmesi önerilir.

Arızalı chiller yenilendiğinde pompalar yine ikisi birlikte çalıştırılabilir.

5.3 FAN

Binada bulunan fanlar iklimlendirme sisteminin bir parçası olarak *"5.3. Havalandırma ve İklimlendirme"* başlığında incelenmiştir.

5.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Havalandırma ve İklimlendirme başlığında incelenmiştir.

5.3.2 Ölçümler ve Tespit

Havalandırma ve İklimlendirme başlığında incelenmiştir.

5.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Havalandırma ve İklimlendirme başlığında incelenmiştir.

5.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Havalandırma ve İklimlendirme başlığında incelenmiştir.

5.4 BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİ

5.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesiste basınçlı hava ve vakum sistemleri yardımcı işletme sistemleri kapsamında yer almakta olup, çeşitli proses ve ekipmanların ihtiyaçları doğrultusunda kullanılmaktadır.

Basınçlı hava sistemi kapsamında;

- **3 adet kompresör** bulunmakta olup, her bir kompresörün motor gücü **5,5 kW**, toplam kurulu gücü **16,5 kW**'tır.
- Sisteme ait hava tankı hacmi **500 litre**dir.

Vakum sistemi kapsamında;

- **3 adet vakum ünitesi** bulunmakta olup, her bir ünitenin motor gücü **1,5 kW**, toplam kurulu gücü **4,5 kW**'tır.
- Vakum sistemine ait tank hacmi **500 litre**dir.

Tablo 60. Basınçlı Hava Sistemi Envanter Listesi

Sistem	Adet	Birim Güç (kW)	Toplam Güç (kW)	Tank Hacmi (lt)
Basınçlı Hava	3	5,5	16,5	500
Vakum	3	1,5	4,5	500

Resim 58. Vakum Pompaları

Resim 59. Vakum Pompası ve Etiketi

Resim 60. Basınçlı Hava Kompresörü

5.4.2 Ölçümler ve Tespit

Basınçlı hava ve vakum sistemlerine yönelik bu çalışma kapsamında detaylı enerji tüketim ölçümü yapılmamıştır.

Saha gözlemleri ve işletme beyanlarına göre;

- Basınçlı hava ve vakum sistemlerinin **sürekli çalışmadığı**, ihtiyaca bağlı olarak devreye girdiği,
- Sistemlerin kullanım sürelerinin sınırlı olduğu,
- İşletme sırasında belirgin bir kapasite veya basınç ihtiyacının bulunmadığı tespit edilmiştir.

5.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Sistemlerin sınırlı sürelerle ve düşük kullanım yoğunluğunda çalışması nedeniyle, basınçlı hava ve vakum sistemlerinin tesisin toplam enerji tüketimi içerisindeki payının düşük olduğu değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda, söz konusu sistemlerde kapsamlı yatırım gerektiren enerji verimliliği uygulamalarının geri dönüş sürelerinin uzun olacağı ve tasarruf potansiyelinin sınırlı kalacağı öngörülmektedir.

5.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Basınçlı hava ve vakum sistemleri için enerji verimliliği önlemleri daha çok **iyi işletme uygulamaları** kapsamında değerlendirilmektedir:

- Sistemlerin yalnızca ihtiyaç halinde çalıştırılmasına devam edilmesi,
- Periyodik bakım faaliyetlerinin sürdürülmesi,
- Zaman içerisinde kullanım yoğunluğunun artması durumunda sistem performansının yeniden değerlendirilmesi.

Mevcut kullanım koşulları altında, basınçlı hava ve vakum sistemleri için **önemli bir enerji tasarrufu potansiyeli bulunmadığı** değerlendirilmiştir.

5.5 ELEKTRİK MOTORLARI

5.5.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Binadaki pompa motorları *"Pompalar"* başlığında ve "Havalandırma" başlığında incelenmiştir.

5.5.2 Ölçümler ve Tespit

Motorlar EFF2 ve IE2 olarak seçilmiştir. Mevcut motorların değişimi önerilmemiştir.

5.5.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Motorlar ömürlerini tamamladıklarında değişimi yapılırken enerji verimliliği açısından da değerlendirilmelidir. IE3 veya IE4 verimlilik sınıfında motorlar tercih edilmelidir. Mevcut çalışan motorlar ile ilgili bir öneri bulunmamaktadır.

5.5.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Enerji verimliliği önlemi bulunmamaktadır.

5.6 İÇ VE DIŞ AYDINLATMA

5.6.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesiste aydınlatma sistemi ağırlıklı olarak floresan armatürlerden oluşmaktadır. Yapılan envanter çalışmasına göre mevcut aydınlatma armatürleri aşağıdaki gibidir:

Tablo 61. Aydınlatma Envanter Listesi

Aydınlatma	Tip	Adet
Floresan	2X36W	329
Floresan	2X13W	376
Floresan	2X14W	428
Floresan	4X18W	76
Floresan	2X26W	483
Floresan	5X20W	73
Floresan	2X18W	1545
Floresan	4X14W	1429

Aydınlatma sistemi genel olarak **mesai saatlerinde** kullanılmakta olup, mesai sonrası aydınlatmaların büyük bölümü kapatılmaktadır. Koridor ve ortak alanların bir kısmında **hareket sensörlü aydınlatma** uygulamaları mevcuttur. Bu nedenle aydınlatma sisteminin toplam kullanım süresi sınırlıdır.

Resim 61. Örnek Aydınlatma Armatürleri

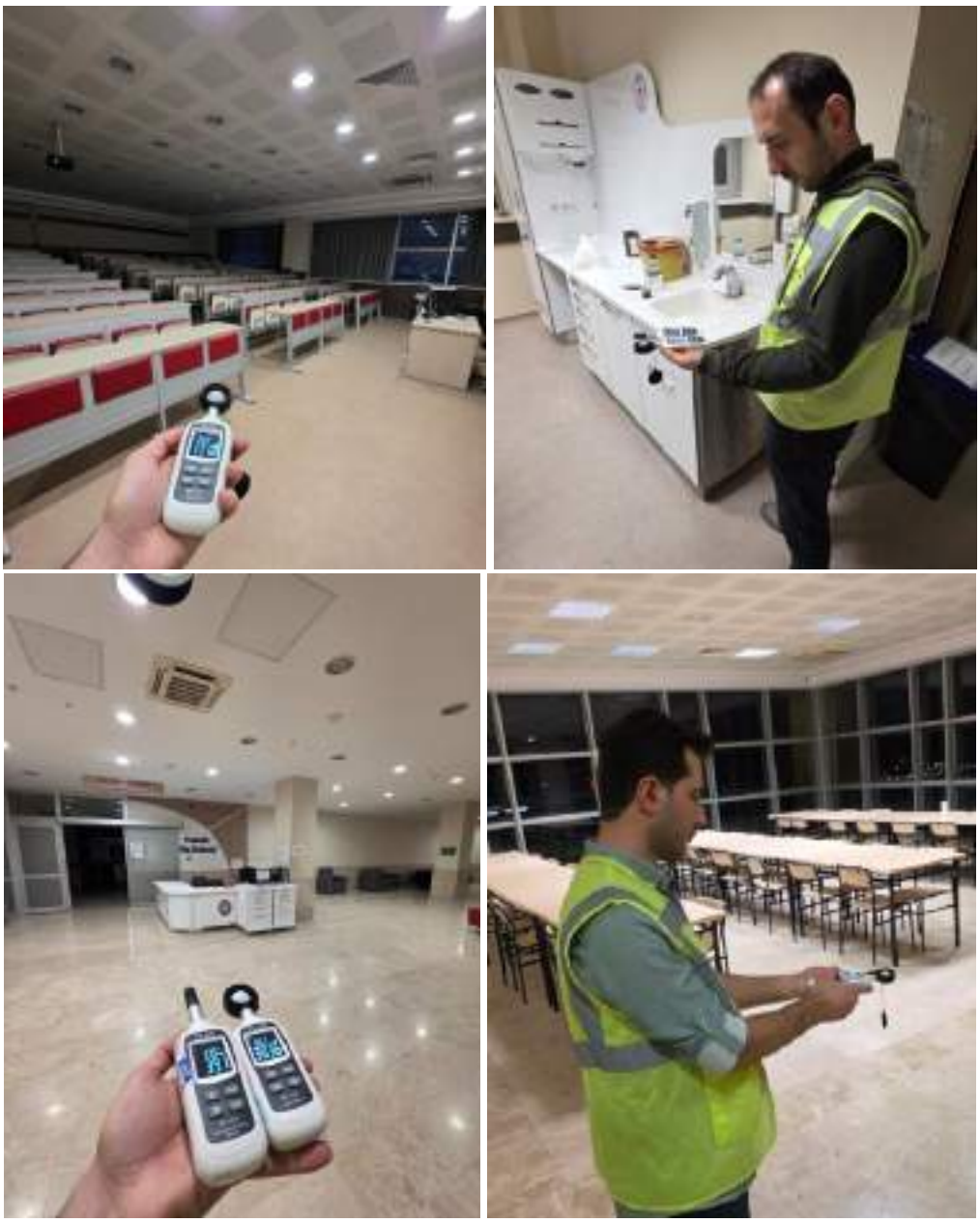
5.6.2 Ölçümler ve Tespit

Aydınlatma sistemine yönelik bu çalışma kapsamında aydınlık seviyesi ölçümleri alınmıştır. Saha gözlemleri doğrultusunda;

- Aydınlatma kullanımının büyük ölçüde mesai saatleri ile sınırlı olduğu,
- Mesai sonrası gereksiz aydınlatma kullanımının düşük olduğu,
- Sensörlü aydınlatmalar sayesinde ortak alanlarda kontrol sağlandığı
- Aydınlık seviyelerinin yeterli olduğu

tespit edilmiştir.

Mevcut durumda aydınlatma sistemi işletme alışkanlıkları açısından olumsuz bir durum göstermemektedir.



Resim 62. Aydınlık Seviyesi Ölçümleri

Tablo 62. Aydınlık Seviyesi Ölçüm Sonuçları

Bina	Mahal	Lüx
Kat	**Adı**	
Bodrum	Kazan Dairesi	337
Zemin	Başkanlık Giriş Holü	250
	Danışma Önü Koridor	212
	Güvenlik Odası	400
	Radyoloji	39
	Ameliyathane Koridor	55
1.Kat	Danışma-Hol	260
	Ağız Diş Çene Cerrahisi	170
	Derslik Koridoru	280
	Derslik 4	190
	Derslik 3	226
	Entegre Kliniği	358
2.Kat	Koridor	244
	Perlodontoji	140
	Derslik Koridor	134
	Etüt Laboratuvarı	260
	Protetik Diş Tedavisi	220
3.Kat	Koridor	18
	Endodonti	124
	Temel Tıp Bilimleri	184
	İdari Bölüm	285
	Laboratuvar	195
4.Kat	Yemekhane	205
	Koridor	120
	Dekanlık	180
	Sekreterlik	190
	Restoratif Diş Tedavisi	175
	Ortodonti	220
5.Kat	Çatı Katı	280

5.6.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Enerji verimliliği değerlendirmesinde, mevcut floresan armatürlerin **LED armatürler ile değiştirilmesi** senaryosu ele alınmıştır.

Tablo 63. Toplam Armatür Gücü

Aydınlatma	Tip	Adet	Armatür Gücü (W)	Toplam Güç (kW)
Floresan	2X36W	329	72	23,69
Floresan	2X13W	376	26	9,78
Floresan	2X14W	428	28	11,98
Floresan	4X18W	76	72	5,47
Floresan	2X26W	483	52	25,12
Floresan	5X20W	73	100	7,30
Floresan	2X18W	1545	36	55,62
Floresan	4X14W	1429	56	80,02
			Toplam	**218,98**

Tablo 64. Önerilen LED Armatürler

Mevcut Armatür	Adet	Mevcut Güç	Önerilen LED	LED Gücü	Birim Fiyat (TL)
2×36 W sıva üstü floresan	329	72	Sıva üstü LED lineer	36	₺1.600,00
2×13 W gömme spot	376	26	LED gömme spot	15	₺ 900,00
2×14 W gömme panel	428	28	LED panel	18	₺1.200,00
4×18 W gömme panel	76	72	LED panel	36	₺1.500,00
2×26 W gömme spot	483	52	LED gömme spot	24	₺1.100,00
5×20 W avize	73	100	LED avize / LED retrofit	50	₺2.000,00
2×18 W gömme spot	1.545	36	LED gömme spot	18	₺ 950,00
4×14 W gömme panel	1.429	56	LED panel	36	₺1.500,00

Tablo 65. Önerilen LED Armatür Gücü

Önerilen LED	Adet	LED Gücü	Toplam Güç (kW)
Sıva üstü LED lineer	329	36	11,84
LED gömme spot	376	15	5,64
LED panel	428	18	7,70
LED panel	76	36	2,74
LED gömme spot	483	24	11,59
LED avize / LED retrofit	73	50	3,65
LED gömme spot	1.545	18	27,81
LED panel	1.429	36	51,44
		Toplam	**122,42**

5.6.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Bina mesai saatleri içerisinde kullanılmaktadır ve bu sebeple binadaki aydınlatma kullanım süreleri düşüktür. Aydınlatma kullanım süreleri düşük olduğu için LED dönüşümü yatırımı kendisini 10,83 yılda geri ödeyebilmektedir. Finansal kaynak bulunamaması durumunda en çok kullanılan yerlerden başlayarak aydınlatmalar kısım kısım LED ile değiştirilebilir.

Tablo 66. LED Dönüşümü Tasarruf Miktarı

Terim	Birim	Değer
Mevcut Kurulu Güç	kW	218,98
Önerilen LED Gücü	kW	122,42
Eş Kullanım Oranı	%	25%
Yıllık Kullanım Süresi	Saat	800
Mevcut Yıllık Enerji Tüketimi	kWh	43.796,00
Önetilen Yıllık Enerji Tüketimi	kWh	24.484,00
Yıllık Enerji Tasarrufu	kWh	19.312,00

Tablo 67. LED Dönüşümü Maliyet Analizi

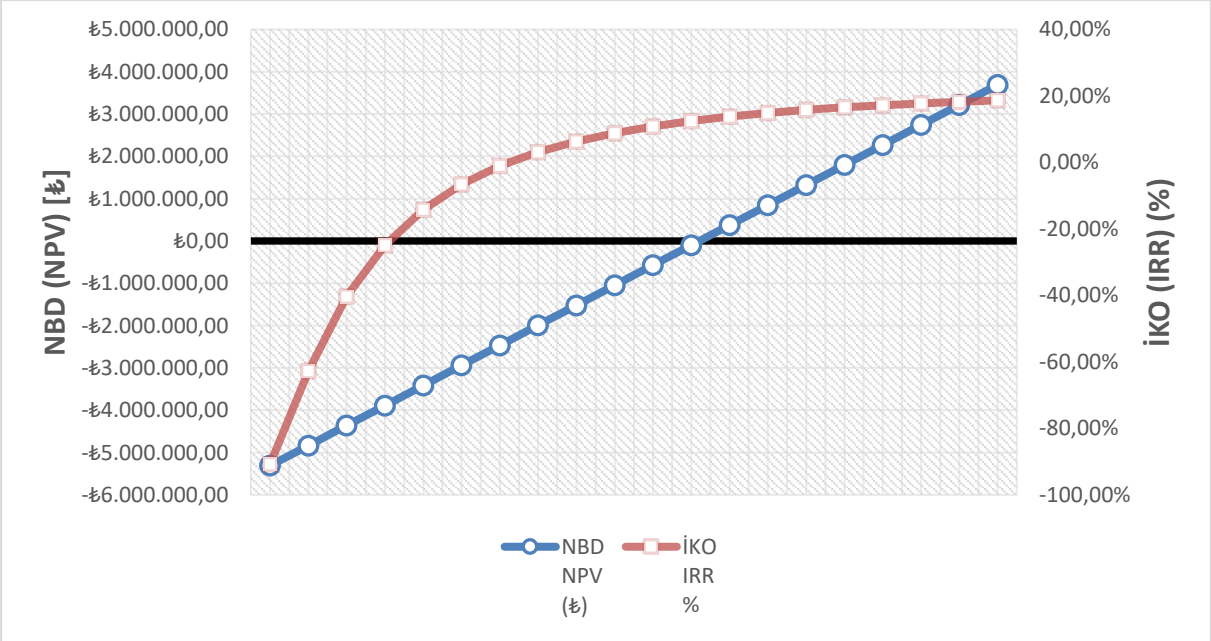
Önerilen LED	Adet	Birim Fiyat (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Sıva üstü LED lineer	329	₺1.600,00	₺ 526.400,00
LED gömme spot	376	₺ 900,00	₺ 338.400,00
LED panel	428	₺1.200,00	₺ 513.600,00
LED panel	76	₺1.500,00	₺ 114.000,00
LED gömme spot	483	₺1.100,00	₺ 531.300,00
LED avize / LED retrofit	73	₺2.000,00	₺ 146.000,00
LED gömme spot	1.545	₺ 950,00	₺ 1.467.750,00
LED panel	1.429	₺1.500,00	₺ 2.143.500,00
Toplam			**₺ 5.780.950,00**

Tablo 68. LED Dönüşümü Tasarruf Analizi ve Geri Ödeme Süresi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Enerji Tasarrufu	kWh/Yıl	104.284,80
Elektrik Birim Fiyatı	TL/kWh	5,12
Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	533.938,18
Yıllık CO2 azaltımı	Ton	45,89
Yatırım Bedeli	TL	5.780.950,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	10,83

Tablo 69. Aydınlatma LED Dönüşümü Finansal Analiz Tablosu

EDİNİM BEDELİ ACQUISITION COST (₺)	EKONOMİK ÖMÜR ECONOMİC LIFE (YEAR)	TASARRUF MİKTARI FINANCIAL SAVING (₺)	KAZANÇ WINNINGS (₺)	FAİZ ORANI INTEREST RATE %	İKO IRR %	NBD NPV (₺)
₺5.780.950,00	2025	₺533.938,18	₺533.938,18	12,75%	-90,76%	-₺5.307.390,64
	2026	₺602.015,30	₺602.015,30	12,75%	-62,78%	-₺4.833.831,28
	2027	₺678.772,25	₺678.772,25	12,75%	-40,33%	-₺4.360.271,92
	2028	₺765.315,71	₺765.315,71	12,75%	-24,87%	-₺3.886.712,55
	2029	₺862.893,46	₺862.893,46	12,75%	-14,19%	-₺3.413.153,19
	2030	₺972.912,38	₺972.912,38	12,75%	-6,60%	-₺2.939.593,83
	2031	₺1.096.958,71	₺1.096.958,71	12,75%	-1,05%	-₺2.466.034,47
	2032	₺1.236.820,94	₺1.236.820,94	12,75%	3,12%	-₺1.992.475,11
	2033	₺1.394.515,61	₺1.394.515,61	12,75%	6,32%	-₺1.518.915,75
	2034	₺1.572.316,35	₺1.572.316,35	12,75%	8,84%	-₺1.045.356,39
	2035	₺1.772.786,69	₺1.772.786,69	12,75%	10,84%	-₺571.797,02
	2036	₺1.998.816,99	₺1.998.816,99	12,75%	12,45%	-₺98.237,66
	2037	₺2.253.666,16	₺2.253.666,16	12,75%	13,78%	₺375.321,70
	2038	₺2.541.008,59	₺2.541.008,59	12,75%	14,87%	₺848.881,06
	2039	₺2.864.987,19	₺2.864.987,19	12,75%	15,79%	₺1.322.440,42
	2040	₺3.230.273,06	₺3.230.273,06	12,75%	16,56%	₺1.795.999,78
	2041	₺3.642.132,87	₺3.642.132,87	12,75%	17,21%	₺2.269.559,14
	2042	₺4.106.504,81	₺4.106.504,81	12,75%	17,77%	₺2.743.118,51
	2043	₺4.630.084,18	₺4.630.084,18	12,75%	18,25%	₺3.216.677,87
	2044	₺5.220.419,91	₺5.220.419,91	12,75%	18,66%	₺3.690.237,23



Grafik 27. Aydınlatma LED Dönüşümü Finansal Analiz Grafiği

5.7 TARİFE ANALİZİ

5.7.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Kurumun Tarife Bilgileri;
Abone Grubu : Dağıtımı Sistemi Kullanıcısı – Kamu/Özel Sektör ve Diğer
Abone Tarife Grubu : Tek Terimli Tek Zamanlı Kamu/Özel Sektör ve Diğer OG Tarifesi(Son Kaynak Tarifesi)
Tüketici Sınıfı : Serbest Tüketici

5.7.2 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Elektrik enerjisi, son kaynak tarifeden alınmaktadır. Tek terimli tarifeden alınan elektrik enerjisi, çift terimli tarife üzerinden de alınabilmektedir.

2024 yılı elektrik tüketimi incelenerek, çift terimli tarifeden alınsaydı ne kadar fatura geleceği hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda çift terimli ve tek terimli tarifeyi oluşturan birim fiyatlar verilmiştir. Tüketimler incelendiğinde bu birim fiyatlara göre oluşacak fatura tutarı tablo halinde verilmiştir. Tablonun en sağında tasarruf miktarları verilmiştir.

Çift terimli tarifede tasarruf edilebilmesi için sözleşme gücünün doğru öngörülmesi ve gerektiğinde dağıtım şirketine dilekçe verilerek değiştirilmesi gerekmektedir. Çift terimli tarifede sözleşme bedeli düşük seçildiğinde güç aşım cezası ödeme riski bulunmaktadır. Sözleşme gücü yüksek seçildiğinde de daha fazla fatura ödenmesi gerekmektedir. Bu nedenle çift terimli tarifeden tasarruf edilmesi için sözleşme gücünün ve demant değerlerinin sürekli takip edilmesi gerekmektedir. Sözleşme gücü hesaplarda 650kW alınmıştır.

Çift Terim Tarife – Tek Terim Tarife Farkı

Tablo 70. Tarife Analizi

Fatura Dönemi	Toplam Tüketim kWh	EB1 Krş/kWh	EB2 Krş/kWh	DB1 Krş/kWh	DB2 Krş/kWh	SGB Krş/Ay/Kw	OSG kW	SGAB Krş/Ay/Kw	SGA kW	Tasarruf Tutarı TL (KDV Hariç)
Ocak	98.311,20	279,82	279,82	117,1606	93,9251	3.224,5379	650	6.449,08	0,00	1.883,60
Şubat	85.201,20	284,15	284,15	117,1606	93,9251	3.224,5379	650	6.449,08	0,00	-1.162,57
Mart	93.100,32	264,30	264,30	117,1606	93,9251	3.224,5379	650	6.449,08	0,00	672,83
Nisan	65.814,96	303,13	303,13	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	-7.622,23
Mayıs	75.149,28	284,82	284,82	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	-4.705,10
Haziran	58.186,32	297,65	297,65	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	-10.006,31
Temmuz	70.446,24	341,82	341,82	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	-6.174,88
Ağustos	118.492,32	326,55	326,55	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	8.840,34
Eylül	126.413,52	312,44	312,44	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	11.315,85
Ekim	89.468,16	324,12	324,12	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	-230,20
Kasım	91.328,40	324,12	324,12	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	351,15
Aralık	96.931,20	324,12	324,12	157,5810	126,3293	4.337,0036	650	8.674,01	0,00	2.102,12
									Toplam	-4.735,38

EB1 : Tek Terimli Enerji Bedeli

EB2 : Çift Terimli Enerji Bedeli

DB1 : Tek Terimli Dağıtım Bedeli

DB2 : Çift Terimli Dağıtım Bedeli

SGB : Sözleşme Güç Bedeli

OSG : Optimize Edilmiş Sözleşme Gücü

SGAB : Sözleşme Güç Aşım Bedeli

SGA : Sözleşme Güç Aşımı

5.7.3 Enerji Tasarruf İmkanları

Tek Terimli Tarifeden Çift Terimli Tarifeye geçiş yapmış olması durumunda ve 650kW sözleşme gücü ile 2024 yılı için KDV hariç -4.735,38TL zarar edileceği hesaplanmıştır.

Hastane çift zamanlı tarife ile kar elde edilmesi için demand değerleri sürekli kontrol edilmeli ve öngörülen demand değerlerine göre sözleşme gücü yıl içerisinde değiştirilmelidir. Bu operasyonun zorluğu ve zarar etme riskleri nedeni ile tarife değişikliği önerilmemiştir.

5.8 KOMPANZASYON

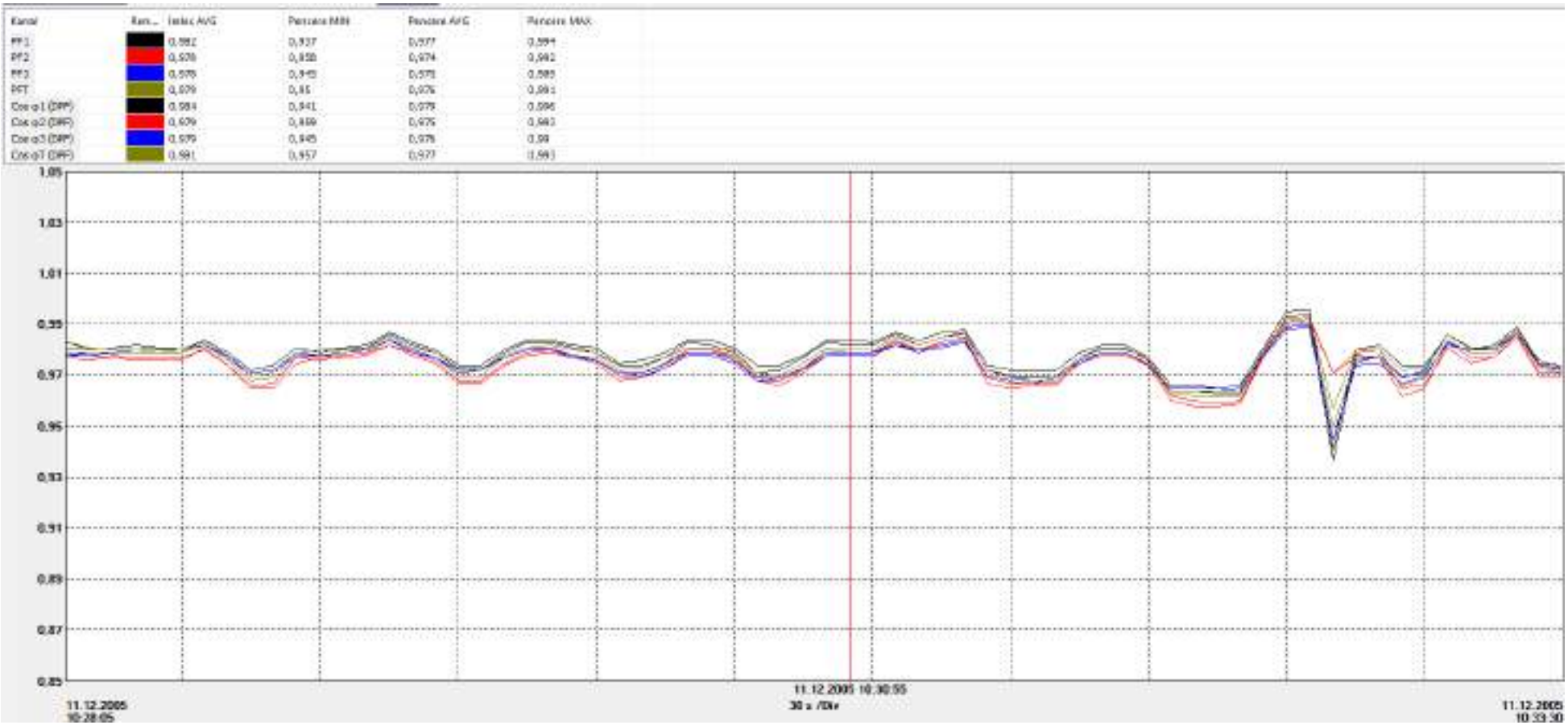
5.8.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

12 kademeli 2420 kVAR kapasiteli 400V kompanzasyon sistemi bulunmaktadır. Kompanzasyon sistemi aktif olarak çalışmaktadır. Panolarda uzaktan okuma sistemi bulunmaktadır. Reaktif güç çekişleri sürekli kontrol edilmektedir. Faturalarda reaktif ceza bulunmamaktadır.

5.8.2 Ölçümler ve Tespit

Şebekeden gelen ana girişe enerji analizörü bağlanarak ölçüm alınmıştır. Ölçüm grafikleri aşağıdadır.

Resim 63. Portatif Analizör ve Sabit Analizör Ölçümü



Grafik 28. CosQ-Güç Faktörü Ölçümü

5.8.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Ölçümler sırasında CosQ minimum 0,95'e düşmüştür. Ortalama değer 0,977'dir. Kompanzasyon sistemi görevini yapmaktadır.

Panolarda aşırı ısınma tespit edilmemiştir.

5.8.4 Tasarruf Önlemleri

Enerji Tasarruf Önerisi bulunmamaktadır.

6 ENERJİ YÖNETİMİ

6.1 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ

6.1.1 Sistem Tarifi ve Uygulamalar

Tesiste enerji yönetimi kapsamında elektrik, doğal gaz ve su tüketimleri izlenmekte; ana ve tali tüketimler sayaçlar üzerinden takip edilmektedir. Enerji tüketimleri aylık bazda değerlendirilmekte olup, geçmiş dönem tüketimleri ile karşılaştırmalar yapılmaktadır.

Enerji tüketimini etkileyen başlıca sistemler; ısıtma-soğutma sistemleri, havalandırma sistemleri, aydınlatma ve yardımcı işletme ekipmanlarıdır. Mevcut durumda tesis genelinde enerji tüketimini azaltmaya yönelik otomasyon, zamanlama ve ekipman bazlı kontrol uygulamaları sınırlı düzeydedir.

Enerji yönetimine ilişkin görev ve sorumluluklar belirli bir prosedür çerçevesinde tanımlanmamış olup, uygulamalar işletme ihtiyaçlarına göre reaktif şekilde yürütülmektedir.

6.1.2 Tespit

Binada iklimlendirme sistemleri çoğunlukla kullanıcı kontrolünde çalışmaktadır. Sıcaklık set değerleri, gibi enerji tüketen unsurların belirli bir standart olmaksızın kullanıcı kontrolüne verilmesi enerji tüketimlerini artırmaktadır. Tüketimin büyük kısmı iklimlendirme, aydınlatma ve ısıtma sistemlerinden kaynaklanmaktadır.

Yapılan incelemeler sonucunda aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir:

- Enerji tüketimleri sistem bazında detaylı olarak ayrıştırılamamakta, izleme ağırlıklı olarak ana sayaçlar üzerinden yapılmaktadır.
- Enerji tüketimlerine yönelik hedef, performans göstergesi (EnPI) ve referans değerler tanımlı değildir.
- Enerji verimliliğine yönelik düzenli eğitim, farkındalık ve iç denetim faaliyetleri bulunmamaktadır.
- Enerji tüketimini etkileyen ekipmanların işletme koşulları çoğunlukla sabit olup, yük ve kullanım durumuna göre optimizasyon yapılmamaktadır.

Bu Kapsamda Binada yapılması gereken çalışmalar;

1. Cihaz periyodik bakımlarının düzenli yapılması; Kazan brülör ayarlarının baca gazı analizine göre yapılması ile kazan doğalgaz tüketimi azaltılabilecektir.

2. Ömrünü tamamlayan enerji tüketimi olan cihazların yeni alımlarında verimli olanları tercih edilmeli ve ömür boyu maliyet hesaplaması yapılmalıdır. Kullanılan cihazlar için enerji sınıflarını da kapsayacak şekilde standartlar belirlenmeli ve alımlar bu standartlara göre yapılmalıdır.

3. Personelin enerji verimliliğini benimsemesi için; Bir eğitim takvimi oluşturularak, personele düzenli eğitim verilmelidir.

4. Cihazların ve sistemlerin bakımları düzenli olarak yapılmalıdır. Bakım için bir takvim oluşturulmalıdır.

5. Isıtma soğutma set değerleri için bir standart belirlenmeli ve kullanıcıların bu standartlara uyması sağlanmalıdır. Bu standartlar;

- Yaz Sezonu; Koridorlar :24°C , Odalar: 23 ^{o}C

- Kış Sezonu; Koridorlar :21°C , Odalar: 22 ^{o}C

6.1.3 Değerlendirmeler

27 Ekim 2011 tarihli, Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin kullanımında verimliliğin arttırılmasına dair yönetmelikte enerji yönetiminin kapsamı şu şekilde sıralanmıştır:

Enerji yönetimi - MADDE 8 – (1) Enerji yönetimi kapsamında aşağıdaki faaliyetler yürütülür:

a) Enerji yönetimi konusunda hedef ve öncelikleri tanımlayan bir enerji politikasının oluşturulması; enerji yöneticisinin veya enerji yönetim biriminin hiyerarşik yapı içindeki yerinin, görev, yetki ve sorumluluklarının tanımlanması; bunları yazılı kurallar halinde yayımlamak suretiyle tüm çalışanların ve enerji yönetimi faaliyetleri ile ilgili kişilerin bunlardan haberdar edilmesi,

b) Tüketim alışkanlıklarının iyileştirilmesine, gereksiz ve bilinçsiz kullanımın önlenmesine yönelik önlemlerin ve prosedürlerin belirlenmesi, tanıtımının yapılması ve çalışanların bilgi ve bilinç düzeyini artırıcı eğitim programları düzenlenmesi,

c) Enerji tüketen sistemler, süreçler veya ekipmanlar üzerinde yapılabilecek tadilatların belirlenmesi ve uygulanması,

d) Etütlerin yapılması, projelerin hazırlanması ve uygulanması,

e) Enerji tüketen ekipmanların verimliliklerinin izlenmesi, bakım ve kalibrasyonlarının zamanında yapılması,

f) Yönetime sunulmak üzere, enerji ihtiyaçlarının ve verimlilik artırıcı uygulamaların planlarının, bütçe ihtiyaçlarının, fayda ve maliyet analizlerinin hazırlanması,

g) Enerji tüketiminin ve maliyetlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve periyodik raporlar üretilmesi,

h) Enerji tüketimlerini izlemek için ihtiyaç duyulan sayaç ve ölçüm cihazlarının temin edilmesi, montajı ve kalibrasyonlarının zamanında yapılması,

i) Özgül enerji tüketiminin, mal veya hizmet üretimi ile enerji tüketimi ilişkisinin, enerji maliyetlerinin, işletmenin enerji yoğunluğunun izlenmesi ve bunları iyileştirici önerilerin hazırlanması,

j) Enerji kompozisyonunun değiştirilmesi ve alternatif yakıt kullanımı ile ilgili imkânların araştırılması,

k) Çevrenin korunmasına, çevreye zararlı salımların azaltılmasına ve sınır değerlerin

aşılmamasına yönelik önlemlerin hazırlanarak bunların uygulanması,

l) Enerji ikmal kesintisi durumunda uygulanmak üzere petrol ve doğal gaz kullanımını azaltmaya yönelik alternatif planların hazırlanması,

m) Enerji kullanımına ve enerji yönetimi konusunda yapılan çalışmalara ilişkin yıllık bilgilerin her yıl Mart ayı sonuna kadar Genel Müdürlüğe gönderilmesi,

n) Toplam ve birim ürün veya fayda başına karbondioksit salımlarının ve enerji verimliliği tedbirleri ile azaltılabilecek salım miktarlarının belirlenmesi.

o) Enerji yöneticisi görevlendirmekle veya enerji yönetim birimi kurmakla yükümlü endüstriyel işletmelerdeki, organize sanayi bölgelerindeki ve binalardaki enerji yönetimi sistemleri, belgelendirmeye esas olan yürürlükteki ulusal veya uluslararası ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Kullanım Kılavuzu ve Şartlar Standardına uygun şekilde oluşturulur.

Yine aynı yönetmelikte, kamuda enerji verimliliği ile ilgili Bilinçlendirme ve Tanıtım Etkinlikleri için aşağıdaki maddeler bulunmaktadır:

Bilinçlendirme ve tanıtım etkinlikleri

MADDE 24 – (1) Kamu kesiminde faaliyet yürüten kurum ve kuruluşlar toplumda enerji kültürünün ve verimlilik bilincinin gelişimine katkıda bulunmak amacıyla, Genel Müdürlük ile koordineli olarak tanıtım ve bilinçlendirme etkinlikleri düzenler veya Genel Müdürlük tarafından organize edilen etkinliklere katkıda bulunur.

3) .....ve kamu kurum ve kuruluşlarının hizmet içi eğitimlerinde enerji ve enerji verimliliği ile ilgili temel kavramlar, Türkiye'nin genel enerji durumu, enerji kaynakları, enerji üretim teknikleri, günlük hayatta enerjinin verimli kullanımı, iklim değişikliği ve çevrenin korunmasında enerji verimliliğinin önemi konularında teorik ve pratik bilgiler verilmek üzere gerekli düzenlemeler, Milli Savunma Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı ve ilgili kamu kurum veya kuruluşları tarafından yapılır.

(4) Kamu kesiminde bilinçlendirme amacıyla aşağıdaki faaliyetler yürütülür: a) Enerji tüketiminin azaltılması için çalışanları bilinçlendirmek üzere hizmet içi eğitim seminerleri düzenlenir. Çalışanlar çalıştıkları yerlerin enerji tüketimi hakkında bilgilendirilir. b) Herkesin görebileceği yemekhane, konferans salonu, geçiş bölgeleri ve benzeri yerlere; kullanılmayan lambaların söndürülmesine, elektrikli ev aletleri ve ampullere yönelik verimlilik etiketlerinin tanıtılmasına, ofis cihazlarının kullanılmadığı durumlarda kapatılmasına yönelik afişler ve spotlar asılır.

6.1.4 Enerji Tasarruf İmkânları

Enerji yönetimi kapsamında aşağıdaki tasarruf imkânları bulunmaktadır:

Ana ve tali tüketimleri kapsayacak şekilde detaylı enerji izleme altyapısının oluşturulması,

Enerji tüketimlerine yönelik performans göstergelerinin (EnPI) tanımlanması ve düzenli olarak takip edilmesi,

Enerji verimliliği sorumluluğunun belirli bir kişi veya ekip tarafından yürütülmesi,

İşletme personeline yönelik enerji verimliliği farkındalık eğitimlerinin düzenlenmesi,

Büyük enerji tüketicisi sistemlerde (HVAC, pompalar, fanlar vb.) işletme koşullarına bağlı optimizasyon uygulamalarının hayata geçirilmesi,

Enerji yönetiminin sürekli iyileştirme yaklaşımıyla ele alınması.

Binada ISO 50001 yönetim sistemi kurulması ile bu iyileştirmeler zaman içerisinde gerçekleştirilebilir ve sürekli iyileştirmenin devamlılığı sağlanabilir.

ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi'nin kurulması ve etkin şekilde işletilmesi, teknik yatırımlardan bağımsız olarak enerji tüketimlerinin sistematik şekilde izlenmesini, sapmaların erken tespit edilmesini ve işletme alışkanlıklarının iyileştirilmesini sağlamaktadır.

DOE analizlerine göre; ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi'nin uygulandığı çeşitli kuruluşlarda 3 yıllık süreçte enerji tüketimi iyileştirmelerinin %5,6 ile %30,6 arasında olduğu raporlanmıştır. Ayrıca ISO'nın değerlendirmelerine göre ISO 50001 uygulayan tesislerde enerji maliyetlerinde %5 ile %30'a kadar azalma sağlanmıştır. Bu bağlamda, ISO 50001 ile enerji yönetiminin sistematik yürütülmesi sonucunda **%5–15 aralığında** enerji tasarrufu potansiyeli bulunduğu kabul edilebilir.

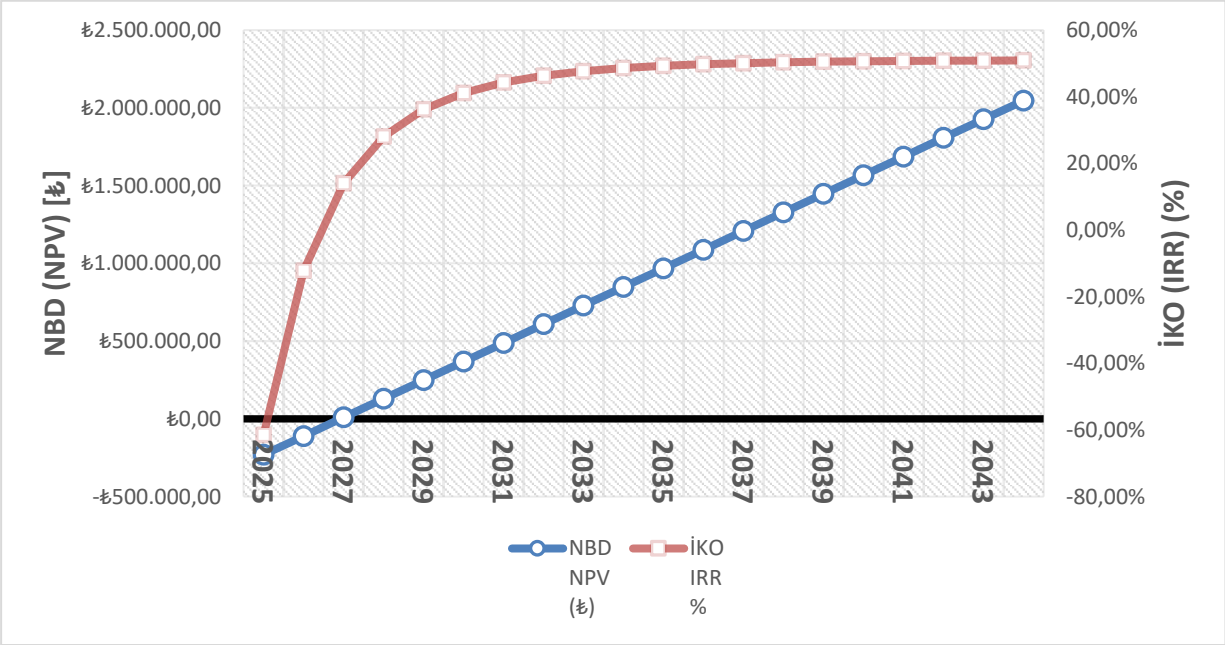
Bu binada ISO 50001 yönetim sistemi ile %3 oranında tasarruf elde edileceği öngörülmüştür.

Tablo 71. ISO 50001 Yönetim sistemi Kurulması Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm3/Yıl	196.971,33
Yıllık Elektrik Tüketimi	kWh/Yıl	302.354,69
EYS ile Sağlanacak Tasarrufun Ampirik Değeri	%	3%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm3/Yıl	5.909,14
Yıllık Elektrik Tasarrufu	kWh/Yıl	9.070,64
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/Sm3	14,95
Birim Elektrik Fiyatı	TL/kWh	5,12
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	88.341,64
Elektrik Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	46.441,68
Yıllık Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	134.783,32
Yıllık CO2 azaltımı	tonCO2	5,37
Yatırım Bedeli	TL	350.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	2,60

Tablo 72. ISO 50001 Yönetim Sistemi Kurulması Finansal Analiz Tablosu

EDİNİM BEDELİ ACQUISITION COST (₺)	EKONOMİK ÖMÜR ECONOMİC LIFE (YEAR)	TASARRUF MİKTARI FINANCIAL SAVING (₺)	KAZANÇ WINNINGS (₺)	FAİZ ORANI INTEREST RATE %	İKO IRR %	NBD NPV (₺)
₺350.000,00	2025	₺134.783,32	₺134.783,32	12,50%	-61,49%	-₺230.192,60
	2026	₺151.631,24	₺151.631,24	12,50%	-12,17%	-₺110.385,20
	2027	₺170.585,14	₺170.585,14	12,50%	14,01%	₺9.422,19
	2028	₺191.908,29	₺191.908,29	12,50%	28,11%	₺129.229,59
	2029	₺215.896,82	₺215.896,82	12,50%	36,21%	₺249.036,99
	2030	₺242.883,92	₺242.883,92	12,50%	41,13%	₺368.844,39
	2031	₺273.244,42	₺273.244,42	12,50%	44,25%	₺488.651,79
	2032	₺307.399,97	₺307.399,97	12,50%	46,30%	₺608.459,19
	2033	₺345.824,96	₺345.824,96	12,50%	47,68%	₺728.266,58
	2034	₺389.053,08	₺389.053,08	12,50%	48,63%	₺848.073,98
	2035	₺437.684,72	₺437.684,72	12,50%	49,30%	₺967.881,38
	2036	₺492.395,31	₺492.395,31	12,50%	49,77%	₺1.087.688,78
	2037	₺553.944,72	₺553.944,72	12,50%	50,10%	₺1.207.496,18
	2038	₺623.187,81	₺623.187,81	12,50%	50,35%	₺1.327.303,58
	2039	₺701.086,29	₺701.086,29	12,50%	50,52%	₺1.447.110,97
	2040	₺788.722,08	₺788.722,08	12,50%	50,65%	₺1.566.918,37
	2041	₺887.312,33	₺887.312,33	12,50%	50,74%	₺1.686.725,77
	2042	₺998.226,38	₺998.226,38	12,50%	50,81%	₺1.806.533,17
	2043	₺1.123.004,67	₺1.123.004,67	12,50%	50,86%	₺1.926.340,57
	2044	₺1.263.380,26	₺1.263.380,26	12,50%	50,90%	₺2.046.147,97



Grafik 29. ISO 50001 Yönetim sistemi Kurulması Finansal Analiz Grafiği

6.2 BİNA OTOMASYONU

6.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Tesiste bina otomasyon sistemi (BOS) mevcut olup, ısıtma sistemine ait kazanlar, sirkülasyon pompaları ve ilgili ekipmanlar otomasyon sistemi üzerinden kontrol edilmektedir. Kazanlara ait gidiş ve dönüş suyu sıcaklıkları otomasyon ekranları üzerinden izlenebilmekte, bu parametrelere ilişkin trend (zaman serisi) verileri alınabilmektedir.

Otomasyon sistemi üzerinden kazanlar için sıcaklık set değerleri tanımlanabilmekte ve sistem bu set değerlerine göre kademeli olarak çalıştırılabilmektedir. Mevcut sistem, teknik olarak ısıtma sisteminin yük durumuna göre kontrol edilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Otomasyon sistemi kapsamında aşağıdaki ekipmanlar kontrol edilmektedir:

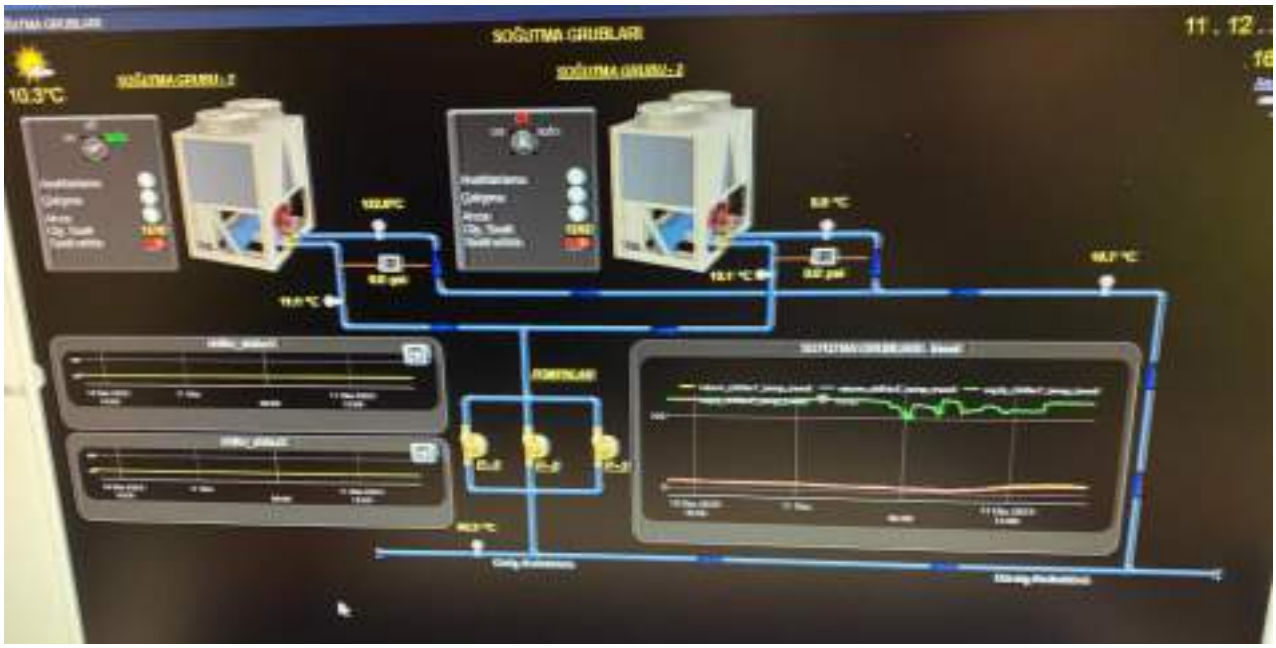
- Isıtma sistemine ait kazanlar ve boylerler
- Soğutma sistemine ait chillerler
- Isıtma ve soğutma sirkülasyon pompaları
- Hidrofor sistemleri
- Klima santralleri
- Aspiratörler

6.2.2 Ölçümler ve Tespit

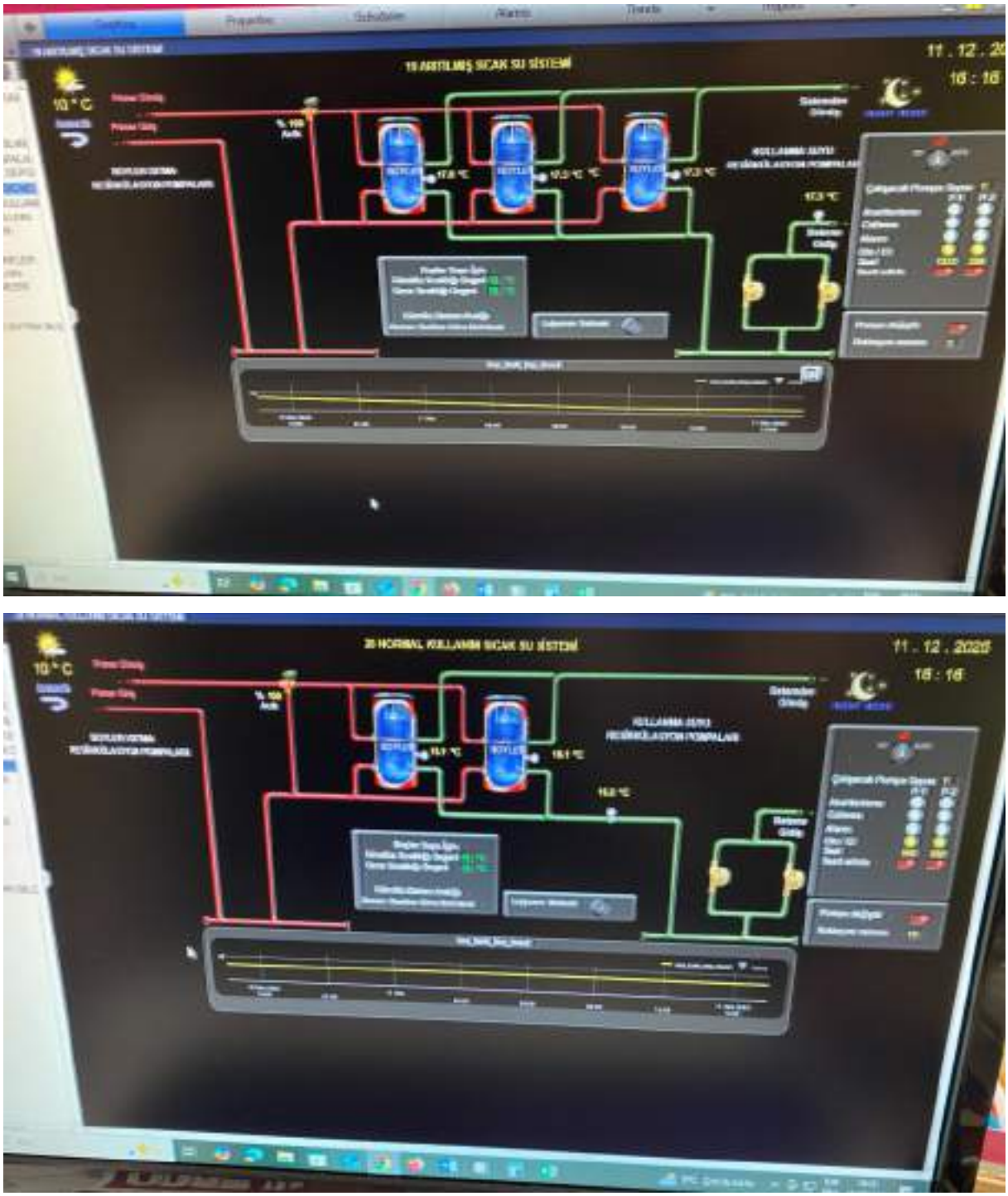
Yapılan saha incelemeleri ve otomasyon sistemi üzerinden alınan veriler doğrultusunda aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir:

- Klima santrallerinde iki yollu kontrol vanaları bulunmasına rağmen, bazı vanaların bypass hattı üzerinden sürekli akışa izin verecek şekilde çalıştığı görülmüştür. Bu durum, ilgili santrallerde yükten bağımsız olarak sirkülasyonun devam etmesine ve gereksiz ısıtma/soğutma enerjisi tüketimine neden olmaktadır.
- Klima santrallerine set değeri atanabilmekte ancak set değerlerinin mahal kullanımına, zaman dilimine veya dış hava koşullarına göre dinamik olarak optimize edilmediği değerlendirilmiştir.
- Kazan gidiş ve dönüş suyu sıcaklıklarının düzenli olarak izlenebildiği ve trend verilerinin kaydedildiği görülmüştür.
- Kazan set sıcaklıklarının otomasyon sistemi üzerinden ayarlanabildiği tespit edilmiştir.
- Bina kullanımının ağırlıklı olarak mesai saatleri ile sınırlı olmasına rağmen, ısıtma sisteminin **7 gün 24 saat sürekli çalıştırıldığı** görülmüştür.
- Isıtma sisteminde gece, hafta sonu veya düşük kullanım dönemlerine yönelik sıcaklık düşümü (setback) veya zaman programı uygulanmadığı belirlenmiştir.

Resim 64. Kazan Sistemi Otomasyon Ekranı



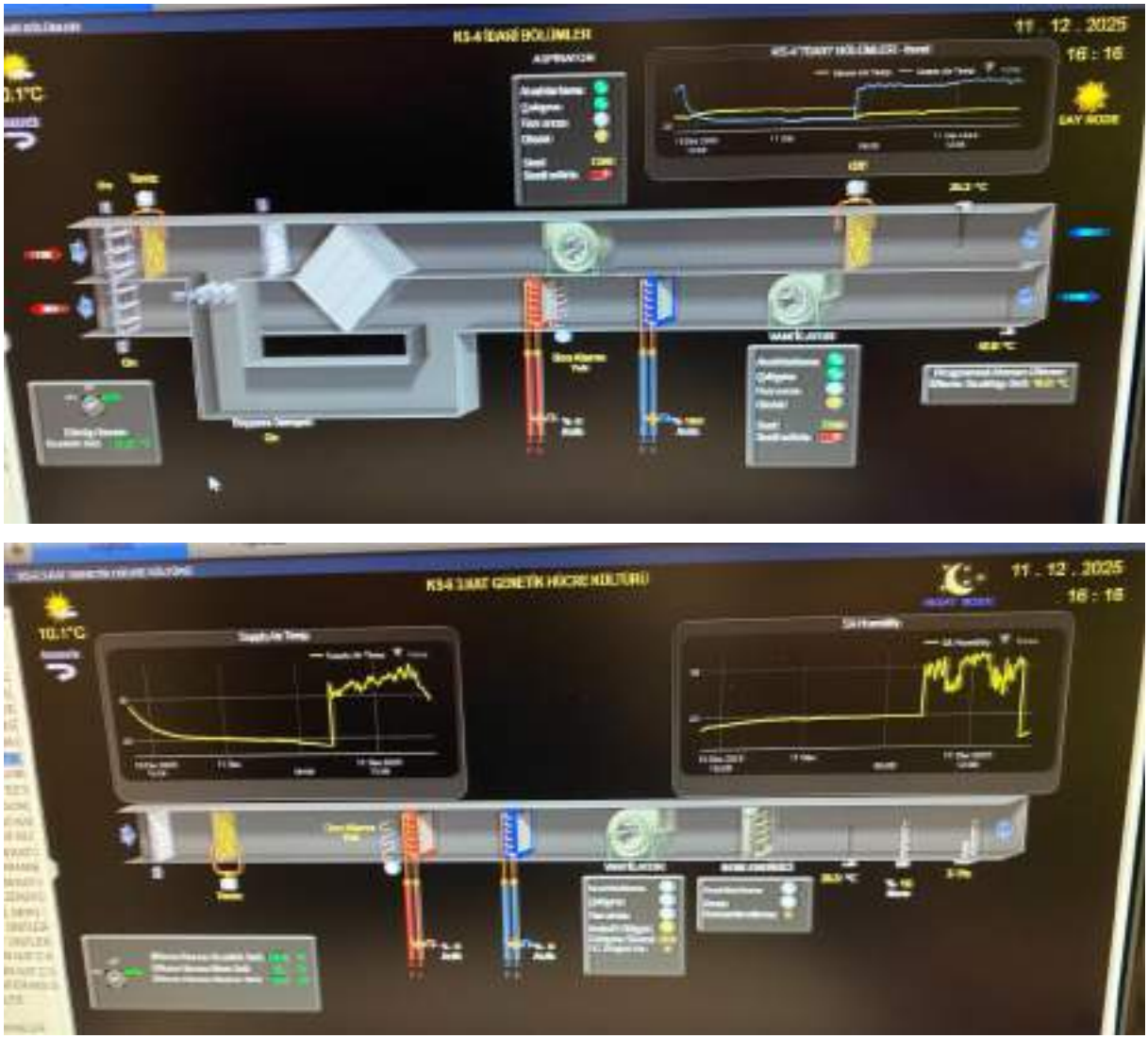
Resim 65. Chiller Otomasyon Ekranı



Resim 66. Arıtılmış ve Şebeke Sıcak Su Boylerleri Otomasyon Ekranı

Resim 67. Havalandırma Sistemi Otomasyon Ekranı

Resim 68. Pompa Otomasyon Ekranı



Resim 69. Klima Santrali Otomasyon Ekranı

6.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Mevcut otomasyon altyapısı, tesis genelinde mekanik sistemlerin merkezi olarak kontrol edilebilmesine imkân sağlamaktadır. Ancak kontrol stratejilerinin sınırlı olması nedeniyle otomasyon sisteminin enerji verimliliği potansiyeli tam olarak değerlendirilememektedir.

Bu durum, ısıtma ve soğutma sistemlerinde gereksiz çalışma sürelerine ve kısmi yüklerde düşük verimle işletmeye neden olabilmektedir.

Soğuk iklim koşulları nedeniyle ısıtma sisteminin tamamen kapatılmasının uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Binanın sürekli ısıtılması, konforun korunması ve sistemin tekrar devreye alınmasında yaşanabilecek yüksek enerji ihtiyacının önlenmesi açısından teknik olarak gerekçelendirilebilir bir işletme yaklaşımıdır.

Bununla birlikte, binanın kullanılmadığı zaman dilimlerinde (gece saatleri ve hafta sonları) **daha düşük kazan gidiş suyu sıcaklıkları ile işletme yapılması** mümkündür. Trend verilerinin mevcut olması, sistemin bu dönemlerde kontrollü sıcaklık düşümü ile çalıştırılabileceğini göstermektedir.

Bu kapsamda, mevcut işletme yaklaşımının tamamen kesintisiz çalışmaya dayalı olması, enerji tüketimi açısından iyileştirme potansiyeli barındırmaktadır.

6.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Otomasyon sistemi kapsamında aşağıdaki enerji verimliliği önlemlerinin uygulanması önerilmektedir:

- Klima santrallerindeki iki yollu vanaların kontrol mantıklarının gözden geçirilmesi ve bypass üzerinden sürekli akışın önlenmesi,
- Klima santrallerinde set değerlerinin mahal kullanım saatleri ve dış hava şartlarına bağlı olarak optimize edilmesi,
- Isıtma sisteminin, soğuk iklim koşulları göz önünde bulundurularak **tamamen kapatılmadan**, kullanılmayan saatlerde kazan gidiş suyu sıcaklıklarında kontrollü düşürme (setback) uygulanması,
- Gece ve hafta sonları için farklı sıcaklık set değerlerinin otomasyon sistemi üzerinden tanımlanması,
- Kazan gidiş–dönüş suyu sıcaklık trendlerinin analiz edilerek, gereksiz yüksek sıcaklık seviyelerinin önüne geçilmesi,

Bu önlemler ile ısıtma sisteminin sürekli çalışması korunurken, düşük kullanım dönemlerinde daha düşük sıcaklık seviyeleriyle işletme yapılması sayesinde **%5–10 aralığında enerji tasarrufu potansiyeli** bulunduğu değerlendirilmektedir.

6.3 ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE OFİS EKİPMANLARI

6.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Binada elektrikli cihazlar ve ofis ekipmanları; medikal cihazlar, bilgisayarlar, yazıcılar, fotokopi cihazları, küçük mutfak ekipmanları ve benzeri priz yüklerinden oluşmaktadır. Bu ekipmanlar ağırlıklı olarak ofis kullanımına yönelik olup, bina kullanım şekli gereği mesai saatleri içerisinde çalışmaktadır. Elektrikli cihazlar bina genel elektrik sistemi üzerinden beslenmekte olup, bu ekipmanlara ait ayrı bir alt sayaçlama bulunmamaktadır.

6.3.2 Ölçümler ve Tespit

Elektrikli cihazlar ve ofis ekipmanlarına yönelik detaylı bireysel güç ölçümü veya cihaz bazlı tüketim ölçümü yapılmamıştır. Ancak saha gözlemleri ve bina kullanım alışkanlıkları dikkate alındığında, söz konusu ekipmanların büyük bölümünün mesai saatleriyle sınırlı olarak kullanıldığı, mesai sonrası dönemlerde ise önemli bir kısmının kapalı veya bekleme (stand-by) modunda olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, elektrikli cihaz ve ofis ekipmanlarının toplam elektrik tüketimi içerisindeki payının sınırlı olduğu değerlendirilmektedir.

6.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Elektrikli cihazlar ve ofis ekipmanlarının tüketimleri bina genel elektrik tüketimi içerisinde "baz yük" kapsamında yer almakta olup, ölçüm verisi bulunmaması nedeniyle ayrı bir enerji tüketim hesabı yapılmamıştır. Ancak geçmiş dönem elektrik tüketim verileri incelendiğinde, yaz ve kış ayları arasında belirgin bir fark oluşmadığı ve tüketimin büyük ölçüde aydınlatma ve diğer yardımcı sistemlerle birlikte sabit bir profil izlediği görülmektedir. Bu durum, ofis ekipmanlarının enerji tüketiminin sınırlı ve kontrol altında olduğunu göstermektedir.

6.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Elektrikli cihazlar ve ofis ekipmanları için yüksek maliyetli teknik iyileştirme önlemleri yerine, işletme ve kullanım alışkanlıklarına yönelik önlemler önerilmektedir. Bu kapsamda; mesai saatleri dışında kullanılmayan ekipmanların tamamen kapatılması, bilgisayar ve yazıcıların enerji tasarruf modlarının aktif hale getirilmesi, yeni alınacak ofis ekipmanlarında yüksek enerji verimliliğine sahip ürünlerin tercih edilmesi ve personelin enerji farkındalığının artırılmasına yönelik bilgilendirme yapılması önerilmektedir. Bu önlemlerle düşük maliyetli ancak sürekli bir enerji verimliliği kazanımı sağlanması mümkündür.

7 YERİNDEN ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ

7.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Kırıkkale, kar yükünün etkin olduğu bir bölgededir. Çatıdaki kar yükünün yanında GES panellerinin yüklenmesi için çatının statik olarak analiz edilmesi ve buna göre karar verilmesi gerekmektedir. Ayrıca çatıya panel montajının, mevcut izolasyon malzemelerine zarar vermesi, su kaçaklarına sebep olması, periyodik panel bakım/temizliklerinin çatıya zarar vermesi gibi sebeplerden dolayı çatı yerine otopark GES yapımı önerilmiştir.

GES panellerinin çatıya yerleştirilmesi yerine açık otoparka yerleştirilmesi otoparkta bulunan araçların güneş ve yağış etkisinden de korunmasını sağlayacaktır. Yüksek araçların kullanım alanı bırakmak için otopark alanının tamamına panel yerleşimi yapılmamış, boş alanlar bırakılmıştır.

Otopark alanında "Carport" olarak bilinen çelik konstrüksiyon üzerine panel yerleşimi önerilmiştir.

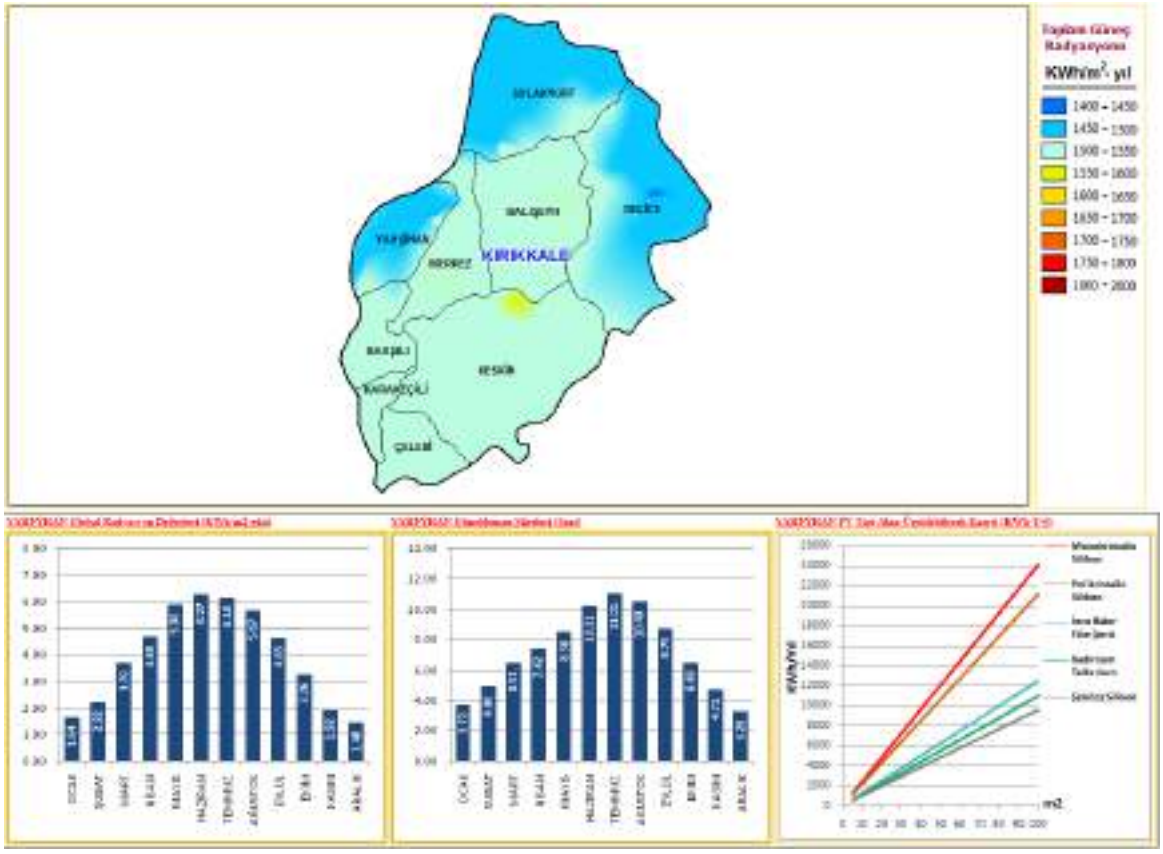
Panel Alanı: **1500m2**	Enlem: 39.870769°	Rakım: 773 m
Kurulu Güç: **330 kWp**	Boylam: 33.454985°	

Resim 70. Otopark için "Carport" Tipi Panel Yerleşim Örneği

7.1.2 Ölçümler ve Tespit

Otopark alanında GES yapılması planlanan alanların resimleri aşağıda verilmiştir. Sarı ile işaretli Otopark alanlarına GES kurulumu yapılması önerilmiştir.

Resim 71. Otopark GES Panel Yerleşimi



Resim 72. Kırıkkale Yahşihan Güneşlenme Miktarları

Yukarıda verilen grafikte görüldüğü gibi bölgeye düşen güneş enerjisi miktarı aylara göre değişkenlik göstermektedir.

En düşük güneş enerjisi **Aralık** ayında m^2 başına günlük **1,48 kWh** enerji düşmektedir.

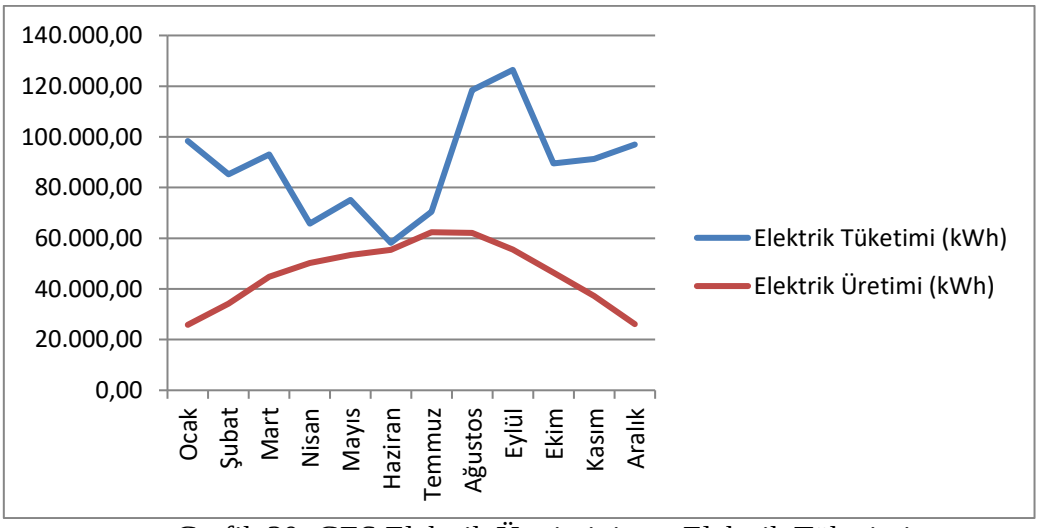
En yüksek güneş enerjisi **Haziran** ayında m^2 başına günlük **6,27 kWh** enerji düşmektedir.

7.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Sistem kayıpları düşüldükten sonra GES ile üretilecek yıllık elektrik enerjisi miktarı 553.772,74 kWh olarak hesaplanmıştır. Üretilen bu enerji miktarı binanın elektrik tüketiminin %52'sini karşılamaktadır.

Tablo 73. GES Elektrik üretimi ve Bina Elektrik Tüketimi Karşılaştırma Tablosu

2022	Elektrik Tüketimi (kWh)	Elektrik Üretimi (kWh)	Fark (kWh)	Üretimin Tüketime Oranı %
Ocak	98.311,20	25.834,50	72.476,70	26%
Şubat	85.201,20	34.214,24	50.986,96	40%
Mart	93.100,32	44.786,41	48.313,91	48%
Nisan	65.814,96	50.286,48	15.528,48	76%
Mayıs	75.149,28	53.442,26	21.707,02	71%
Haziran	58.186,32	55.379,24	2.807,08	95%
Temmuz	70.446,24	62.363,94	8.082,30	89%
Ağustos	118.492,32	62.089,50	56.402,82	52%
Eylül	126.413,52	55.558,24	70.855,28	44%
Ekim	89.468,16	46.460,08	43.008,08	52%
Kasım	91.328,40	37.216,61	54.111,79	41%
Aralık	96.931,20	26.141,24	70.789,96	27%
Toplam	**1.068.843,12**	**553.772,74**	**515.070,38**	**52%**



Grafik 30. GES Elektrik Üretiminin ve Elektrik Tüketimi

Yukarıdaki tablo incelendiğinde yaz aylarında elektrik üretimini artması ve elektrik tüketiminin azalması sebebiyle GES ile karşılanan elektrik %95'e kadar çıkmaktadır.

Kış aylarında elektrik tüketiminin artması ve elektrik üretiminin azalması sebebi ile GES ile karşılanan elektrik oranı %26'ya düşmektedir.

7.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Otopark GES yatırımı, konstrüksiyon maliyetinden dolayı çatı GES'e göre daha yüksek maliyetlidir. Bu sebeple geri ödeme süresi de Çatı GES'e göre daha uzundur. Bu dezavantajın yanı sıra otopark GES sistemi otopark alanında araçlara gölgelik ve korunaklı alan oluşturması açısından avantaj sağlayacaktır.

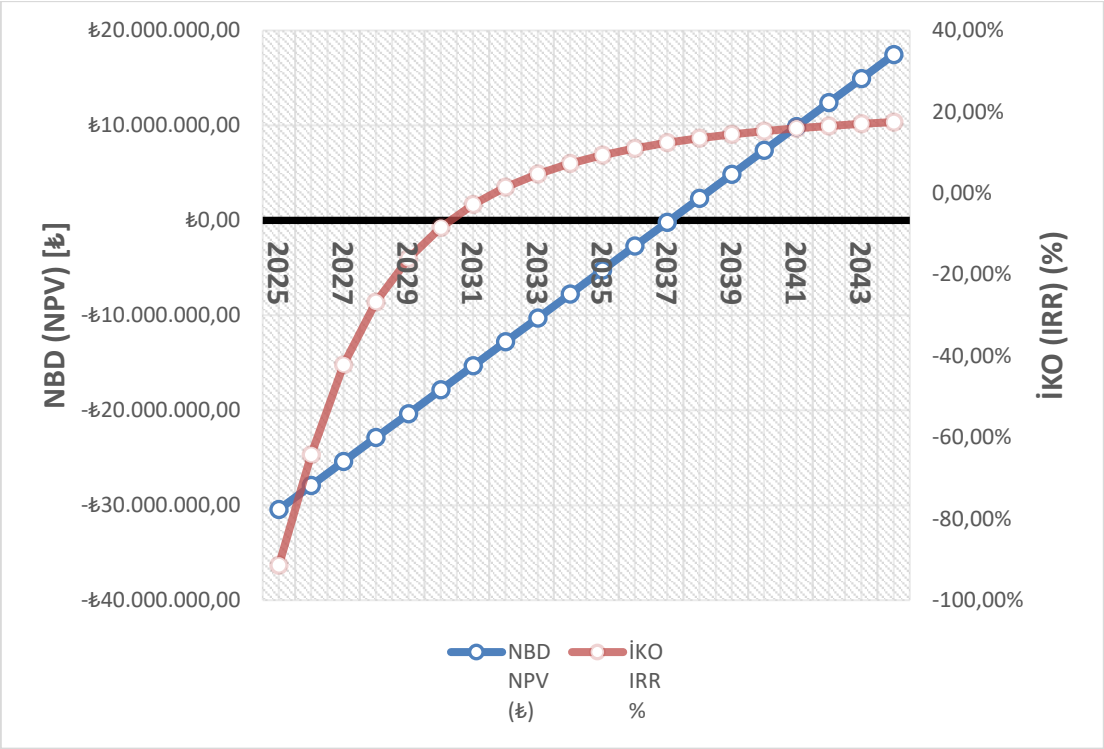
Yatırım bedeli **32.958.750,00 TL** olarak hesaplanmıştır. Sistemin sağlayacağı maddi kazanç **yıllık 2.835.316,43 TL**'dir. Yatırım kendisini **11,62 yıl**da geri ödemektedir.

Tablo 74. GES Kurulumu Enerji Tasarruf Miktarları ve Geri Ödeme Süresi

Terim	**Birim**	**Miktar**
Kurulu Güç	kWp	330,00
Yıllık Üretilen Enerji	kWh/Yıl	553.772,74
Elektrik Birim Fiyatı	TL/kWh	5,12
Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	2.835.316,43
Yıllık CO2 azaltımı	Ton	243,66
GES Maliyeti	USD	280.500,00
Konstrüksiyon Maliyeti	USD	495.000,00
Toplam Yatırım Bedeli	USD	775.500,00
Döviz Kuru	TL/USD	42,50
Yatırım Bedeli	TL	32.958.750,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	11,62

Tablo 75. GES Yatırımı Finansal Analiz Tablosu

EDİNİM BEDELİ ACQUISITION COST (₺)	**EKONOMİK ÖMÜR** ECONOMİC LIFE (YEAR)	**TASARRUF MİKTARI** FINANCIAL SAVING (₺)	**KAZANÇ** WINNINGS (₺)	**FAİZ ORANI** INTEREST RATE %	**İKO** IRR %	**NBD** NPV (₺)
₺32.958.750,00	2025	₺2.835.316,43	₺2.835.316,43	12,50%	-91,40%	-₺30.438.468,73
	2026	₺3.189.730,98	₺3.189.730,98	12,50%	-64,29%	-₺27.918.187,46
	2027	₺3.588.447,36	₺3.588.447,36	12,50%	-42,14%	-₺25.397.906,19
	2028	₺4.037.003,27	₺4.037.003,27	12,50%	-26,74%	-₺22.877.624,92
	2029	₺4.541.628,68	₺4.541.628,68	12,50%	-16,03%	-₺20.357.343,65
	2030	₺5.109.332,27	₺5.109.332,27	12,50%	-8,38%	-₺17.837.062,38
	2031	₺5.747.998,80	₺5.747.998,80	12,50%	-2,75%	-₺15.316.781,11
	2032	₺6.466.498,65	₺6.466.498,65	12,50%	1,48%	-₺12.796.499,84
	2033	₺7.274.810,99	₺7.274.810,99	12,50%	4,75%	-₺10.276.218,57
	2034	₺8.184.162,36	₺8.184.162,36	12,50%	7,32%	-₺7.755.937,30
	2035	₺9.207.182,65	₺9.207.182,65	12,50%	9,37%	-₺5.235.656,03
	2036	₺10.358.080,48	₺10.358.080,48	12,50%	11,04%	-₺2.715.374,76
	2037	₺11.652.840,55	₺11.652.840,55	12,50%	12,40%	-₺195.093,49
	2038	₺13.109.445,61	₺13.109.445,61	12,50%	13,54%	₺2.325.187,78
	2039	₺14.748.126,32	₺14.748.126,32	12,50%	14,49%	₺4.845.469,05
	2040	₺16.591.642,10	₺16.591.642,10	12,50%	15,29%	₺7.365.750,32
	2041	₺18.665.597,37	₺18.665.597,37	12,50%	15,97%	₺9.886.031,59
	2042	₺20.998.797,04	₺20.998.797,04	12,50%	16,55%	₺12.406.312,86
	2043	₺23.623.646,67	₺23.623.646,67	12,50%	17,06%	₺14.926.594,13
	2044	₺26.576.602,50	₺26.576.602,50	12,50%	17,49%	₺17.446.875,40



Grafik 31. GES Yatırımı Finansal Analiz Grafiği

8 TEŞEKKÜR

Enerji verimliliği; enerji tüketen bir sistemin kullanımından feragat etmek veya konfor şartlarından mahrum kalmak değil bilakis aynı konfor şartlarını daha az enerji tüketerek sağlamaya çalışmaktır.

Bir binada enerji verimliliği çalışması yapabilmek için; enerji tüketen sistemlerde ölçüm yapılması, geçmiş enerji tüketimlerinin doğru arşivlenmiş olması ve yönetimin bu verileri paylaşmada şeffaf davranması en önemli kriterlerdendir. Bu raporun hazırlanmasındaki katkılarından dolayı Kırıkkale Üniversitesi Teknik ve İdari personellerine teşekkür ederiz.

Saha çalışmalarında bizzat bulunan ve ekibimize yardımlarını esirgemeyen Kırıkkale Üniversitesi Yapı İşleri personelleri Mustafa ELİBOL ve Ahmet ŞAHİN'e teşekkür ederiz.

AKTÜEL ENERJİ A.Ş.

9 EKLER (CD İçerisindedir):

EK-1 Kalibrasyon Sertifikaları

EK-2 Analiz ve Hesaplamalar

EK-3 Termal Kamera Ölçümleri

EK-4 Baca Gazı Ölçümleri

EK-5 TS825 Isı Yalıtım Raporu

EK-6 Enerji Kimlik Belgesi (EKB)

EK-7 Projeler

EK-8 Saha Ölçüm Fotoğrafları