AKTÜEL ENERJİ

Aktüel Enerji Anonim Şirketi | *Aktüel Energy Incorporated*

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ

MERKEZ KAMPÜSÜ

ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜT RAPORU



Hazırlayanlar

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

19 Aralık 2025
Kırıkkale
Revizyon No: 0

ENERJİ VERİMLİLİĞİ ETÜDÜNÜN
AİT OLDUĞU İDARE BİLGİLERİ

Kurum Adı	: Kırıkkale Üniversitesi
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 17
KISALTMALAR 17
REFERANS DEĞERLER 18
1 YÖNETİCİ ÖZETİ 19
1.1 BİNA veya BİNA GRUBU KÜNYESİ 21
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI 22
1.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI 22
1.4 ÇALIŞMANIN TARİHİ 23
1.5 ÖLÇÜM CİHAZLARI VE ALINAN ÖLÇÜMLER 24
1.6 ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ 25
1.7 GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER 28
2 ENERJİ TÜKETİMİ 34
2.1 BİNA BİLGİLERİ 34
2.2 TÜKETİM VERİLERİ 44
2.3 TÜKETİM ANALİZLERİ 46
2.4 REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ, REFERANS KOŞULLARI VE ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ 55
2.4.1 REFERANS ENERJİ TÜKETİMİ DEĞERLERİ VE REFERANS KOŞULLARI 55
2.4.2 ÖLÇME DOĞRULAMA YÖNTEMLERİ 60
3. ENERJİ PERFORMANSI 61
3 YAPISAL SİSTEMLER 82
3.1 MİMARİ YAPI 82
3.2 ISI YALITIMI DURUMU 92
3.3 DUVAR, ÇATI ve ZEMİN 105
3.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 105
3.3.2 Ölçümler ve Tespit 110
3.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 117
3.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 132
3.4 KAPI-PENCERE SİSTEMLERİ 135
3.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 135
3.4.2 Ölçümler ve Tespit 139
3.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 145
3.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 156
4 ISI SİSTEMLERİ 159

4.1 ISITMA 159
4.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 159
4.1.2 Ölçümler ve Tespit 161
4.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 169
4.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 182
4.2 SOĞUTMA 186
4.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 186
4.2.2 Ölçümler ve Tespit 191
4.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 195
4.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 196
4.3 HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME 200
4.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 200
4.3.2 Ölçümler ve Tespit 209
4.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 241
4.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 243
4.4 TESİSAT 248
4.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 248
4.4.2 Ölçümler ve Tespit 250
4.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 276
4.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 277
5 ELEKTRİK SİSTEMLERİ 279
5.1 DAĞITIM SİSTEMLERİ 279
5.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 279
5.1.2 Ölçümler ve Tespit 282
5.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 287
5.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 287
5.2 POMPA 288
5.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 288
5.2.2 Ölçümler ve Tespit 294
5.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 297
5.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 299
5.3 FAN 304
5.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 304
5.3.2 Ölçümler ve Tespit 304
5.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 304
5.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 304
5.4 BASINÇLI HAVA SİSTEMLERİ 304

5.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 304
5.4.2 Ölçümler ve Tespit 304
5.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 304
5.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 304
5.5 ELEKTRİK MOTORLARI 304
5.5.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 304
5.5.2 Ölçümler ve Tespit 304
5.5.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 304
5.5.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 304
5.6 İÇ VE DIŞ AYDINLATMA 305
5.6.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 305
5.6.2 Ölçümler ve Tespit 306
5.6.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 312
5.6.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 313
5.7 TARİFE ANALİZİ 315
5.7.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 315
5.7.2 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 315
5.7.3 Enerji Tasarruf İmkanları 316
5.8 KOMPANZASYON 317
5.8.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 317
5.8.2 Ölçümler ve Tespit 317
5.8.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 319
5.8.4 Tasarruf Önlemleri 319
6 ENERJİ YÖNETİMİ 320
6.1 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ 320
6.1.1 Sistem Tarifi ve Uygulamalar 320
6.1.2 Tespit 320
6.1.3 Değerlendirmeler 321
6.1.4 Enerji Tasarruf İmkânları 323
6.2 BİNA OTOMASYONU 325
6.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 325
6.2.2 Ölçümler ve Tespit 325
6.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 326
6.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 326
6.3 ELEKTRİKLİ CİHAZLAR VE OFİS EKİPMANLARI 327
6.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 327
6.3.2 Ölçümler ve Tespit 327

6.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 327
6.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 327
7 YERİNDEN ÜRETİM VE YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ 328
7.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri 328
7.1.2 Ölçümler ve Tespit 329
7.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler 330
7.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri 331
8 TEŞEKKÜR 333
9 EKLER (CD İçerisindedir): 333

TABLOLAR

Tablo 1. Elektrik ve doğalgaz için referans alınan değerler 18
Tablo 2. Kapsam Dahilinde İncelenen Binalar 23
Tablo 3. Ölçüm Cihazları Kalibrasyon Bilgileri 24
Tablo 4. Enerji Tüketim Miktarları ve Maliyeti 25
Tablo 5. Enerji Verimliliği Önlemleri 28
Tablo 6. Enerji Tasarruf Oranları 33
Tablo 7. KKÜ Merkez Kampüsü Kapsam Dahilindeki Bina Listesi 34
Tablo 8. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti 44
Tablo 9. 2023 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti 44
Tablo 10. 2024 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti 44
Tablo 11. 2024 Yılı Toplam Enerji Tüketim Tablosu 45
Tablo 12. 2022 Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri 46
Tablo 13. 2023 Yılı Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri 46
Tablo 14. 2024 Yılı Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri 47
Tablo 15. 2022 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri 48
Tablo 16. 2023 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri 48
Tablo 17. 2024 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri 49
Tablo 18. 2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı 50
Tablo 19. 2023 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı 50
Tablo 20. 2024 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı 51
Tablo 21. Aylara Göre Enerji Yoğunluğu Tablosu (2024 verilerine göre) 52
Tablo 22. Tüketim Analizleri Tablosu 54
Tablo 23. Doğalgaz Referans Enerji Regresyon Analizi Veri Seti 56
Tablo 24. Doğalgaz Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi 57
Tablo 25. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Veri Seti 58
Tablo 26. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi 59
Tablo 27. Referans Tüketim ve Ölçme Doğrulama Opsiyon Tablosu 60
Tablo 28. Binanın Enerji Kimlik Belgesi Sonuçları 61
Tablo 29. Binaların Yapısal Özellikleri 82
Tablo 30. TS825 Uygunluk Tablosu 92
Tablo 31. Yapı Bileşenleri Tablosu 105
Tablo 32. Duvar Kesitleri ve Yalıtım Bilgileri 110
Tablo 33. Mühendislik Fakültesi TS825 Özgül Isı Kaybı (Mevcut Durum) 117
Tablo 34. Mühendislik Fakültesi TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı 118
Tablo 35. Veteriner Fakültesi TS825 Özgül Isı Kaybı 119
Tablo 36. Veteriner Fakültesi TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı 120
Tablo 37. İnsan Toplum Bilimleri TS825 Özgül Isı Kaybı 121
Tablo 38. İnsan Toplum Bilimleri TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı 122
Tablo 39. İktisat TS825 Özgül Isı Kaybı 123
Tablo 40. İktisat TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı 124
Tablo 41. Rektörlük Binası TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı 124
Tablo 42. Rektörlük Binası Özgül Isı Kaybı 125
Tablo 43. Merkezi Derslik TS825 Özgül Isı Kaybı 126
Tablo 44. Merkezi Derslik TS825 Özgül Isı Kaybı 127
Tablo 45. Hukuk Fakültesi ve Enstitüler TS825 Özgül Isı Kaybı 128
Tablo 46. Hukuk ve Enstitüler TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı 129
Tablo 47. Güzel Sanatlar TS825 Özgül Isı Kaybı 130
Tablo 48. Güzel Sanatlar TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı 131
Tablo 49. Önerilen Malzeme Özellikleri 132

Tablo 50. Yalıtım Öncesi ve Sonrası Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçları* 133
Tablo 51. 5 Binaya 8cm Taşyünü Mantolama Yapılması Toplam Maliyeti* 133
Tablo 52. Dış Cephe Yalıtımı Tasarruf Analizi 134
Tablo 53. Dış Cephe Yalıtımı Finansal Analiz Tablosu 134
Tablo 54. Pencere ve Cam Alanları ve Özellikleri 135
Tablo 55. Pencere ve Cam Alanların U Değeri 145
Tablo 56. TS 825 A.4 Çizelgesine Göre Pencerenin U Değeri (Up) Hesaplanması 145
Tablo 57. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması Maliyet Analizi 156
Tablo 58. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması Tasarruf Analizi 156
Tablo 59. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması Finansal Analiz Tablosu 157
Tablo 60. Envanter Tablosu 159
Tablo 61. MYO 1. Kazan Baca Gazı Ölçümleri 168
Tablo 62. MYO 2. Kazan Baca Gazı Ölçümleri 168
Tablo 63. Ana Isı Merkezi 3. Kazan Baca Gazı Ölçümleri 168
Tablo 64. Ana Isı Merkezi 4. Kazan Baca Gazı Ölçümleri 168
Tablo 65. Ana Isı Merkezi 5. Kazan Baca Gazı Ölçümleri 168
Tablo 66. MYO 1.Kazan Verimi 170
Tablo 67. MYO 2.Kazan Verimi 170
Tablo 68. Ana Isı Merkezi 3.Kazan Verimi 170
Tablo 69. Ana Isı Merkezi 4.Kazan Verimi 170
Tablo 70. Ana Isı Merkezi 5.Kazan Verimi 170
Tablo 71. Isıtma Sistemi İyileştirmeleri Yaklaşık Maliyet Analizi 182
Tablo 72. Kazan İyileştirmeleri Tasarruf Analizi 183
Tablo 73. Kazan İyileştirmeleri Finansal Analiz Tablosu 183
Tablo 74. MYO Isı Merkezi İyileştirmesi Tasarruf Analizi 185
Tablo 75. MYO Isı Merkezi İyileştirmesi Finansal Analiz Tablosu 185
Tablo 76. Soğutma Sistemi Envanter Listesi 186
Tablo 77. Chiller Verim Hesapları 196
Tablo 78. Rektörlük Binası Soğutma Sistemi İyileştirmelerinin Yaklaşık Tasarruf Oranları 198
Tablo 79. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi Maliyet Analizi 198
Tablo 80. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi Tasarruf Analizi 199
Tablo 81. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi Finansal Analiz Tablosu 199
Tablo 82. Bina Bazlı Eşanjör Listesi 204
Tablo 83. Havalandırma Santralleri Envanter Listesi 205
Tablo 84. Klima Santrali Ölçüm Değerleri 211
Tablo 85. Binalara Göre Sıcaklık ve Nem Ölçümleri 214
Tablo 86. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması Maliyeti . 246
Tablo 87. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması Tasarruf Analizi 246
Tablo 88. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması Finansal Analiz Tablosu 247
Tablo 89. Tesisat Yalıtımı Tasarruf Hesaplamaları 276
Tablo 90. Yalıtım Ceketi Maliyet Analizi 277
Tablo 91. Tesisat İzolasyonu Tasarruf Analizi 277
Tablo 92. Tesisat İzolasyonu Finansal Analiz Tablosu 278
Tablo 93. Trafo Listesi 281
Tablo 94. Pompa Envanter Listesi 289
Tablo 95. Pompa Verim Hesabı 297
Tablo 96. Pompa Değişimi Tasarruf Analizi 300

Tablo 97. Ana Isı Merkezi VSD İyileştirmesi Maliyeti 302
Tablo 98. Ana Isı Merkezi VSD İyileştirmesi Geri Ödeme Süresi 302
Tablo 99. Pompa Değişimi ve VSD Optimizasyonu Tasarruf Analizi..... 302
Tablo 100. Pompa Değişimi ve VSD Optimizasyonu Finansal Analiz Tablosu..... 303
Tablo 101. Aydınlatma Envanter Listesi..... 305
Tablo 102. Kampüs Binaları Aydınlık Seviyesi Ölçüm Sonuçları..... 307
Tablo 103. Toplam Armatür Gücü 312
Tablo 104. Önerilen LED Armatürler 312
Tablo 105. Önerilen LED Armatür Gücü..... 312
Tablo 106. LED Dönüşümü Tasarruf Miktarı..... 313
Tablo 107. LED Dönüşümü Maliyet Analizi 313
Tablo 108. LED Dönüşümü Tasarruf Analizi ve Geri Ödeme Süresi..... 313
Tablo 109. Aydınlatma LED Dönüşümü Finansal Analiz Tablosu..... 314
Tablo 110. Tarife Analizi 315
Tablo 111. ISO 50001 Yönetim sistemi Kurulması Tasarruf Analizi..... 323
Tablo 112. ISO 50001 Yönetim Sistemi Kurulması Finansal Analiz Tablosu 324
Tablo 113. GES Elektrik üretimi ve Bina Elektrik Tüketimi Karşılaştırma Tablosu..... 331
Tablo 114. GES Kurulumu Enerji Tasarruf Miktarları ve Geri Ödeme Süresi..... 332
Tablo 115. GES Yatırımı Finansal Analiz Tablosu..... 332

RESİMLER

Resim 1. Mühendislik Fakültesi A Blok 35
Resim 2. Mühendislik Fakültesi B Blok 35
Resim 3. Mühendislik Fakültesi C Blok 35
Resim 4. Veteriner Fakültesi 36
Resim 5. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi 36
Resim 6. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi 37
Resim 7. Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok) 37
Resim 8. Merkezi Derslikler 37
Resim 9. Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası 38
Resim 10. Güzel Sanatlar Fakültesi 38
Resim 11. Eğitim Fakültesi 38
Resim 12. Merkez Kütüphane 39
Resim 13. Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok) 39
Resim 14. Spor Bilimleri Derslikler (B Blok) 39
Resim 15. AB Ofisi, Jimnastik Salonu (Personel Yemekhanesi) 40
Resim 16. Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı) 40
Resim 17. Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı) 40
Resim 18. Sosyal Tesis ve Konukevi 41
Resim 19. Cami 41
Resim 20. Kampüs Ana Isı Merkezi 41
Resim 21. MYO Isı Merkezi 42
Resim 22. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon 42
Resim 23. MYO Yemekhane 43
Resim 24. MYO Bilgisayar Laboratuvarı 43
Resim 25. Sağlık Hizmetleri MYO 43
Resim 26. Mühendislik Fakültesi A-B-C Blok EKB 62
Resim 27. Veteriner Fakültesi EKB 63
Resim 28. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi EKB 64
Resim 29. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi EKB 65
Resim 30. Rektörlük (Makam ve İdari) EKB 66
Resim 31. Merkezi Derslikler EKB 67
Resim 32. Hukuk Fakültesi EKB 68
Resim 33. Güzel Sanatlar Fakültesi EKB 69
Resim 34. Eğitim Fakültesi EKB 70
Resim 35. Merkez Kütüphane EKB 71
Resim 36. Spor Bilimleri Fakültesi D Blok EKB 72
Resim 37. Spor Bilimleri Derslikler (B Blok) EKB 73
Resim 38. AB Ofisi – Jimnastik Salonu EKB 74
Resim 39. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) EKB 75
Resim 40. Spor Salonu (Havuz Yanı) EKB 76
Resim 41. Sosyal Tesis ve Konukevi EKB 77
Resim 42. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon EKB 78
Resim 43. MYO Yemekhane EKB 79
Resim 44. MYO Bilgisayar Laboratuvarı EKB 80
Resim 45. Sağlık MYO EKB 81
Resim 46. KKÜ Merkez Kampüsü Uydu Görüntüsü Fakülteler Tarafı 83
Resim 47. KKÜ Merkez Kampüsü Uydu Görüntüsü MYO Tarafı 83
Resim 48. KKÜ Merkez Kampüsü Uydu Görüntüsü 84
Resim 49. Vaziyet Planı 84

Resim 50. Mühendislik Fakültesi A-B-C Blok Kat Planı 84
Resim 51. Veteriner Fakültesi Kat Planı 85
Resim 52. Veteriner Fakültesi Cephe Görünüşleri 85
Resim 53. İnsan Toplum Bilimleri Kat Planı 85
Resim 54. İktisadi İdari Bilimler Kat Planı 86
Resim 55. Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Kat Planı 86
Resim 56. Rektörlük Kat Planı ve Kesitleri 87
Resim 57. Merkezi Derslik Kat Planı ve Görünüşleri 87
Resim 58. Güzel Sanatlar Kat Planı ve Görünüşleri 88
Resim 59. Eğitim Fakültesi Kat Planı ve Görünüşleri 88
Resim 60. Merkez Kütüphane Kat Planı 88
Resim 61. Spor Bilimleri D Blok ve B Blok Kat Planları 89
Resim 62. AB Ofisi ve Jimnastik Salonu (Eski Yemekhane) Kat Planı 89
Resim 63. Sosyal Tesis ve Konukevi Kat Planı 89
Resim 64. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) Kat Planı 90
Resim 65. Spor Salonu (Havuz Yanı) Kat Planı 90
Resim 66. Camii Kat Planı 90
Resim 67. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Kat Planı 91
Resim 68. MYO Yemekhane Kat Planı 91
Resim 69. Sağlık MYO Kat Planı 91
Resim 70. Mühendislik Fakültesi Termal Ölçümleri 93
Resim 71. Veteriner Fakültesi Termal Ölçümleri 94
Resim 72. İnsan Toplum Bilimleri Termal Ölçümleri 95
Resim 73. İktisadi İdari Bilimler Termal Ölçümleri 95
Resim 74. Rektörlük Termal Ölçümleri 96
Resim 75. Merkezi Derslik Termal Ölçümleri 96
Resim 76. Hukuk ve Enstitüler Binası Termal Ölçümleri 97
Resim 77. Güzel Sanatlar Fakültesi Termal Ölçümleri 98
Resim 78. Eğitim Fakültesi Termal Ölçümleri 98
Resim 79. Merkez Kütüphane Termal Ölçümleri 99
Resim 80. Spor Bilimleri D Blok Termal Ölçümleri 99
Resim 81. AB Ofisi – Jimnastik Salonu Termal Ölçümleri 100
Resim 82. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) Termal Ölçümleri 100
Resim 83. Spor Salonu (Havuz Yanı) Termal Ölçümleri 101
Resim 84. Sosyal Tesis ve Konukevi Termal Ölçümleri 101
Resim 85. Camii Termal Ölçümleri 102
Resim 86. MYO Yemekhane Termal Ölçümleri 102
Resim 87. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Termal Ölçümleri 103
Resim 88. MYO Bilgisayar Lab. Termal Ölçümleri 104
Resim 89. Sağlık MYO Termal Ölçümleri 104
Resim 90. Mühendislik Fakültesi Tuğla (Gazbeton) ve Betonarme Duvarları 106
Resim 91. Mühendislik Fakültesi Kompozit Kaplamalı Duvarlar 106
Resim 92. Veterinerlik Fakültesi Tuğla Kaplama, Kompozit ve Cam Giydirme Cepheleri 106
Resim 93. İnsan ve Toplum Bilimleri Tuğla (Gazbeton) ve Betonarme Duvarları 107
Resim 94. İnsan ve Toplum Bilimleri Kompozit Kaplamalı Duvar 107
Resim 95. İktisat Fakültesi Gazbeton ve Betonarme Duvarları 107
Resim 96. Rektörlük, Merkezi Derslik ve Eğitim Kompozit Kaplamalı Duvarları 107
Resim 97. Spor Bilimleri Binaları, Merkez Kütüphane ve Sosyal Tesis Siding Kaplama 108

Resim 98. Kırıkkale MYO Siding Kaplamalı Duvarlar (Sağ) ve Yalıtımsız Duvarlar (Sol) 108
Resim 99. MYO Yemekhane, Laboratuvar ve Sağlık MYO Duvarları 108
Resim 100. Mühendislik Fakültesi Çatısı 109
Resim 101. İnsan Toplum Bilimleri Çatısı 109
Resim 102. İktisat ve Hukuk Çatıları 109
Resim 103. Güzel Sanatlar Fakültesi Çatı 109
Resim 104. Merkez Kütüphane Çatısı 109
Resim 105. Spor Bilimleri Fakültesi Çatısı 109
Resim 106. Mühendislik Fk. Yalıtımsız Gazbeton ve Lokal Yalıtımlı Kompozit Duvar 110
Resim 107. Veteriner Fakültesi 5cm EPS Köpük 111
Resim 108. Veteriner Fakültesi Kompozit Kaplama Altındaki 5cm Taşyünü 111
Resim 109. İnsan Toplum, İktisat, Hukuk Yalıtımsız Gazbeton Duvarları 111
Resim 110. İnsan Toplum ve Hukuk Fakülteleri Kompozit Kaplama **Lokal** Yalıtım 111
Resim 111. Rektörlük Binası Kompozit Kaplama Altındaki 5cm Taşyünü Yalıtımı 112
Resim 112. Merkezi Derslik 5cm Taşyünü Yalıtım 112
Resim 113. Hukuk Fk. Yalıtımsız Gazbeton ve Yalıtımlı Kompozit Kaplama Kesişimi 112
Resim 114. Güzel Sanatlar Fakültesi Yalıtımsız Tuğla Duvar 113
Resim 115. Eğitim Fakültesi Kompozit Kaplama Altındaki 5cm Taşyünü 113
Resim 116. Spor Bilimleri Fakültesi Siding Kaplama Altındaki 3cm EPS Köpük 113
Resim 117. Sosyal Tesis Binası Siding Kaplama Altındaki 3cm EPS Köpük 114
Resim 118. Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı) 3cm EPS Köpük 114
Resim 119. Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı) Yalıtımsız Tuğla Duvar 114
Resim 120. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Siding Kaplama Altında 5cm EPS Köpük . 115
Resim 121. Kırıkkale MYO Atölye-Derslikler Tarafı Yalıtımsız Tuğla Duvar 115
Resim 122. MYO Yemekhane Binası Siding Kaplama Altında 2cm Yıpranmış Köpük 115
Resim 123. MYO Bilgisayar Laboratuvarı Yalıtımsız Tuğla Duvar 116
Resim 124. Sağlık MYO 3cm EPS Köpük Yalıtımı 116
Resim 125. Veterinerlik Fakültesi Ahşap Kırma Çatı Arası 5cm Camyünü Yalıtım 116
Resim 126. Mühendislik, İnsan Toplum, İktisat, Hukuk Fakültesi Pencereleri 136
Resim 127. Veteriner Fakültesi Pencereleri Genel Görünüş 136
Resim 128. Rektörlük Binası Pencere ve Cam Alanları 136
Resim 129. Merkezi Derslik Pencere ve Cam Alanları 137
Resim 130. Güzel Sanatlar ve Eğitim Fakültesi Pencereleri 137
Resim 131. Merkez Kütüphane Pencereleri 137
Resim 132. Spor Fakültesi Binaları Pencereleri 138
Resim 133. Camii Pencereleri 138
Resim 134. MYO (PVC) ve Sağlık MYO (Alüminyum) Pencereleri 138
Resim 135. Mühendislik Fakültesi 12mm Hava Boşluklu PVC Doğramalı Pencere 139
Resim 136. Veteriner Fakültesi 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 139
Resim 137. İnsan Toplum Bilimleri 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 139
Resim 138. İktisat 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 140
Resim 139. Rektörlük Binası 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 140
Resim 140. Merkezi Derslikler Binası 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere ... 140
Resim 141. Hukuk Fakültesi 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 141
Resim 142. Güzel Sanatlar Fakültesi 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere 141
Resim 143. Eğitim Fakültesi 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere 141
Resim 144. Merkez Kütüphane Binası 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere .. 141
Resim 145. Spor Bilimleri Fakültesi D Blok 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 142

Resim 146. Spor Bilimleri Derslikler B Blok 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 142
Resim 147. AB Ofisi 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 142
Resim 148. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 143
Resim 149. Spor Salonu (Havuz Yanı) Tek Camlı Demir Doğramalı Pencere 143
Resim 150. Sosyal Tesis 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere 143
Resim 151. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere 143
Resim 152. MYO Yemekhane 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere 144
Resim 153. MYO Bilgisayar Laboratuvarı 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere 144
Resim 154. Sağlık MYO 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere 144
Resim 155. Mühendislik Fakültesi Pencere Termal Ölçümleri 146
Resim 156. Veteriner Fakültesi Pencere ve Cam Alanlar Termal Ölçümü 147
Resim 157. İnsan Toplum Bilimleri Pencere Termal Ölçümleri 148
Resim 158. İktisat Pencere Termal Ölçümleri 148
Resim 159. Rektörlük Pencere ve Cam Alanlar Termal Ölçümleri 149
Resim 160. Merkezi Derslik Pencere Termal Ölçümleri 149
Resim 161. Hukuk Fakültesi Pencere Termal Ölçümleri 150
Resim 162. Merkez Kütüphane Pencere Termal Ölçümleri 150
Resim 163. Spor Bilimleri D Blok Pencere Termal Ölçümleri 151
Resim 164. Spor Bilimler B Blok (Derslikler) Pencere Termal Ölçümleri 151
Resim 165. AB Ofisi – Jimnastik Salonu Pencere Termal Ölçümleri 152
Resim 166. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) Pencere Termal Ölçümleri 152
Resim 167. Spor Salonu (Havuz Yanı) Pencere Termal Ölçümleri 152
Resim 168. Sosyal Tesis ve Konukevi Pencere ve Cam Alanlar Termal Ölçümü 153
Resim 169. Camii Pencere Termal Ölçümleri 153
Resim 170. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Pencere Termal Ölçümleri 154
Resim 171. MYO Yemekhane Pencere Termal Ölçümleri 154
Resim 172. MYO Bilgisayar Laboratuvarı Pencere Termal Ölçümleri 155
Resim 173. Sağlık MYO Pencere Termal Ölçümleri 155
Resim 174. Ana Isı Merkezi Kazanları 159
Resim 175. Ana Isı Merkezi Kazan Etiketleri 160
Resim 176. MYO Isı Merkezi Kazanları 160
Resim 177. MYO Isı Merkezi Kazan Etiketi 161
Resim 178. Su Yumuşatma Sistemi 161
Resim 179. Baca Gazı Ölçümleri 162
Resim 180. Su İletkenlik Ölçümü 162
Resim 181. Ana Isı Merkezi Ortam Ölçümü 163
Resim 182. Ana Isı Merkezi Kazan O_2 Trim Sistemi 163
Resim 183. Veteriner Fakültesi Chiller Cihazları 187
Resim 184. Merkezi Derslikler Chiller 187
Resim 185. Spor Bilimleri Fakültesi Chiller Cihazı 187
Resim 186. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Chiller Cihazı 188
Resim 187. Mühendislik Fakültesi Chiller Cihazı 188
Resim 188. Eğitim Fakültesi DX Batarya 188
Resim 189. Cami Salon Tipi Klima 189
Resim 190. Merkezi Derslikler (Solda), Veterinerlik (Sağda) Chiller Etiketleri 189
Resim 191. Mühendislik (Solda), İnsan ve Toplum Bilimleri (Sağda) Chiller Etiketi 190
Resim 192. Spor Bilimleri Fakültesi Chiller Etiketi 190
Resim 193. Chiller Ölçümleri 191

Resim 194. Chiller Debi Ölçümleri 192
Resim 195. Chiller Enerji Ölçümü 193
Resim 196. Mühendislik Fakültesi Chiller Arızası 193
Resim 197. Chiller Giriş/Çıkış Sıcaklık Ölçümü 194
Resim 198. VRF Bakır Boru Yalıtımları 194
Resim 199. Rektörlük İdari Bina Cam Cephesi 197
Resim 200. Örnek Kollektör Dairesi Eşanjörleri 201
Resim 201. Örnek Yenilenmiş Eşanjörler 202
Resim 202. Örnek Eski Havalandırma Sistemi 202
Resim 203. Merkezi Derslikler Yeni Havalandırma Sistemleri 203
Resim 204. Merkezi Derslikler Havalandırma Sistemi VSD Kontrolü 203
Resim 205. Havalandırma Sistemi Basınç Ölçümü 212
Resim 206. Ortam Ölçümleri 213
Resim 207. Havalandırma Sistemi Enerji Analizörü Ölçümü 213
Resim 208. Mühendislik Fakültesi İklimlendirme Termal Görüntüleri 220
Resim 209. Veteriner Fakültesi İklimlendirme Termal Görüntüleri 222
Resim 210. Merkez Kütüphane İklimlendirme Termal Görüntüleri 225
Resim 211. Rektörlük Binası İklimlendirme Termal Görüntüleri 226
Resim 212. Merkezi Derslik İklimlendirme Termal Görüntüleri 227
Resim 213. Hukuk Fakültesi İklimlendirme Termal Görüntüleri 228
Resim 214. Cami Yerden Isıtma Termal Görüntüleri 229
Resim 215. Spor Bilimleri D Blok Yerden Isıtma Termal Görüntüsü 230
Resim 216. Spor Bilimleri D Blok Radyatör Termal Görüntüsü 230
Resim 217. Spor Bilimleri B Blok İklimlendirme Termal Görüntüsü 232
Resim 218. Kapalı Spor Salonu Yemekhane Yanı İklimlendirme Termal Görüntüleri 234
Resim 219. Kapalı Spor Salonu Havuz Yanı İklimlendirme Termal Görüntüleri 236
Resim 220. Konuk Evi Yerden Isıtma Termal Görüntüleri 237
Resim 221. Sosyal Tesis Radyatör Termal Kamera Görüntüleri 238
Resim 222. MYO Yerden Isıtma Termal Kamera Görüntüleri 240
Resim 223. Örnek Yalıtımsız Tesisat Görseli (Hukuk Fakültesi) 249
Resim 224. Yangın Sebebi ile Bertaraf Olan Yalıtım (Mühendislik Fakültesi) 249
Resim 225. Ana ısı Merkezi Tesisat Termal Görüntüler 252
Resim 226. Mühendislik Fakültesi Tesisat Termal Görüntüler 254
Resim 227. Veterinerlik Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 255
Resim 228. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 257
Resim 229. Hukuk Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 258
Resim 230. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 260
Resim 231. Güzel Sanatlar Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 262
Resim 232. Kapalı Spor Salonları Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 265
Resim 233. Spor Bilimleri Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 268
Resim 234. Rektörlük Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 269
Resim 235. Kütüphane Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 272
Resim 236. Merkezi Derslikler Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 275
Resim 237. Kompanzasyon Sistemi ve Trafosu 280
Resim 238. Ana Girişten Alınan Enerji Analizörü Ölçümü 283
Resim 239. Veterinerlik Kızgın Su Pompaları 291
Resim 240. Ana Kızgın Su Hattı Pompası 291
Resim 241. MYO Örnek Pompa 292
Resim 242. Eşanjör Dairesi Isıtma Pompası Örneği 292
Resim 243. Merkezi Derslik VSD Kontrollü Pompalar ve Panoları 293

Resim 244. Merkezi Derslik Örnek Pompa Etiketi 293
Resim 245. Pompa Enerji Ölçümü 295
Resim 246. Pompa Basınç Ölçümü 296
Resim 247. Pompa Debi Ölçümü 296
Resim 248. Aydınlık Seviyesi Ölçümleri 306
Resim 249. Kompanzasyon Panosu 317
Resim 250. Enerji Analizörü Ölçümü 317
Resim 251. Otopark için “Carport” Tipi Panel Yerleşim Örneği 328
Resim 252. Otopark GES Panel Yerleşimi 329
Resim 253. Kırıkkale Yahşihan Güneşlenme Miktarları 330

GRAFİKLER

Grafik 1. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri 26
Grafik 2. 2023 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri 26
Grafik 3. 2024 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri 26
Grafik 4. Son 3 Yılın Ortalama Enerji Tüketimi Dağılım Grafiği 27
Grafik 5. Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi 45
Grafik 6. Aylara Göre Doğalgaz Tüketimi ve Derece Gün Sayısı Grafiği 47
Grafik 7. Aylara Göre Elektrik Tüketimi ve Derece-Gün Sayısı Grafiği 49
Grafik 8. Toplam Enerji Tüketimi ve Derece-Gün Sayısı Başına Tüketim Grafiği 51
Grafik 9. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Doğalgaz 53
Grafik 10. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Elektrik 53
Grafik 11. Enerji Yoğunluğu Grafiği – **Toplam** 53
Grafik 12. Dış Cephe Yalıtımı Finansal Analiz Tablosu 134
Grafik 13. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması Finansal Analiz Grafiği 157
Grafik 14. Ana ısı Merkezi Kazan Termal Görüntüleri 166
Grafik 15. MYO Isı Merkezi Kazan Termal Görüntüleri 167
Grafik 16. Kazan İyileştirmeleri Finansal Analiz 183
Grafik 17. MYO Isı Merkezi İyileştirmesi Finansal Analiz Grafiği 185
Grafik 18. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi Finansal Analiz Grafiği 199
Grafik 19. Hukuk Fakültesi KS5 Vantilatör Enerji Ölçümü 212
Grafik 20. Hukuk Fakültesi KS5 Aspiratör Enerji Ölçümü 212
Grafik 21. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması Finansal Analiz Grafiği 247
Grafik 22. Tesisat İzolasyonu Finansal Analiz Grafiği 278
Grafik 23. Panolardan Alınan Termal Görüntüler 282
Grafik 24. Toplam Harmonik Analizi 284
Grafik 25. Güç Çekişi 285
Grafik 26. RMS Değerleri 286
Grafik 27. Pompa Değişimi ve VSD Optimizasyonu Finansal Analiz Grafiği 303
Grafik 28. Aydınlatma LED Dönüşümü Finansal Analiz Grafiği 314
Grafik 29. CosQ-Güç Faktörü Ölçümü 318
Grafik 30. ISO 50001 Yönetim sistemi Kurulması Finansal Analiz Grafiği 324
Grafik 31. GES Elektrik Üretiminin ve Elektrik Tüketimi 331
Grafik 32. GES Yatırımı Finansal Analiz Grafiği 332

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

Bu çalışma kapsamında Kırıkkale Üniversitesi yerleşkesinde yer alan binaların ısıtma, soğutma, elektrik dağıtımı, pompaj sistemleri, aydınlatma ve yenilenebilir enerji potansiyeli incelenmiş; saha ölçümleri, mevcut işletme verileri ve teknik analizler doğrultusunda enerji verimliliğini artırmaya yönelik önlemler belirlenmiştir.

Çalışma süresince kazan daireleri, eşanjör odaları, pompalar, trafo merkezleri ve seçili elektrik panolarında **yerinde incelemeler**, **termal kamera ölçümleri** ve **enerji analizörü ölçümleri** yapılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları mevcut sistemlerin işletme koşulları ile birlikte değerlendirilmiş, hesaplamalar gerçek çalışma şartlarını yansıtacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Belirlenen enerji verimliliği önlemleri sonucunda;

- **Toplam yıllık enerji tasarrufu**: **1.041,39 TEP/yıl**
- **Toplam yıllık parasal tasarruf**: **24.778.243,14 TL/yıl**
- **Toplam yıllık CO_2 azaltımı**: **984,68 ton/yıl**
- **Toplam yatırım maliyeti**: **246.701.943,93 TL**
- **Genel basit geri ödeme süresi**: **9,96 yıl**
- **Toplam enerji tasarruf oranı**: **%42** olarak hesaplanmıştır.

Yakıt türlerine göre değerlendirildiğinde;

- Elektrik enerjisinde yıllık **1.658.541,98 kWh** tasarruf ile yaklaşık **%32** oranında,
- Doğalgaz tüketiminde yıllık **1.089.398,54 Sm^3** tasarruf ile yaklaşık **%44** oranında azalma potansiyeli bulunmaktadır.

Aşağıda belirtilen maddelerde kısa vadede geri dönüş sağlayan öneriler olduğu gibi, uzun vadeli yapısal iyileştirmeler de yer almaktadır;

- Kazan ve tesisat sistemlerinde iyileştirmeler,
- Eşanjör sistemlerinin yenilenmesi ve hidrolik ayrımların yapılması,
- Yalıtımsız tesisat elemanlarının yalıtılması,
- Bina Dış cephelerinin yalıtılması,
- Pompa sistemlerinde optimizasyon ve seçili pompaların yüksek verimli muadilleri ile değiştirilmesi,
- Soğutma sistemi için güneş kazanımlarını azaltıcı önlemler,
- Aydınlatma sistemlerinin LED dönüşümü,
- Güneş Enerjisi Santrali (GES) kurulumu,
- ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi kurulması

Önlemler ekonomik açıdan birlikte değerlendirilmiş olmakla birlikte, **geri ödeme süresi kısa olan uygulamalardan başlanarak** kademeli bir yatırım planı oluşturulması mümkündür. Özellikle **ana ısı merkezindeki sistem iyileştirmeleri ve kontrol optimizasyonları**, düşük yatırım maliyeti ve yüksek tasarruf potansiyeli nedeniyle öncelikli uygulamalar arasında değerlendirilmektedir.

Bu raporda sunulan analiz ve öneriler, üniversitenin enerji maliyetlerini azaltırken işletme güvenliğini ve sistem sürdürülebilirliğini artırmayı hedeflemekte olup, uygulanması halinde önemli ekonomik ve çevresel kazanımlar sağlayacaktır.

1.1 BİNA veya BİNA GRUBU KÜNYESİ

1. Binanın / Bina Grubunun Adı	:	Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüsü
2. İnşa Yılı	:	1993-2018
3. Kullanım Amacı	:	Eğitim
4. Bina Grubu İçerisindeki Bina Sayısı	:	23
5. Kapalı Hacim	:	851.352 m^3
6. İnşaat Alanı	:	212.838 m^2
7. Kullanım Alanı	:	191.554 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	:	Yalıtımsız, 5cm Köpük, 5cm Taşyünü
12. Çalışan Sayısı	:	24.383 *(978 Personel+21.481 Öğrenci+2.076 Ziyaretçi)*
13. Adresi	:	Yenişehir Mah. Çelebi Sokak No:1 71450 Yahşihan/KIRIKKALE
14. Bina Yöneticisi veya Sorumlusu Adı Soyadı	:	Doç. Dr. Şevket EVCİ (Genel Sekreter V.)
14.1. Posta Adresi	:	Kırıkkale Üniversitesi, Şehitler Kampüsü, 71450 Yahşihan/KIRIKKALE
14.2. Telefon No	:	0318 357 38 59
14.3. Faks No	:	0318 357 36 94
14.4. Elektronik Posta Adresi	:	genelsekreterlik@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)	:	2.494,43

Yıllar	Tüketimler (TEP)
2022	2.701,24
2023	2.263,70
2024	2.518,36

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışma; Kırıkkale Üniversitesi yerleşkesinde yer alan binaların ısıtma, soğutma, elektrik dağıtımı, pompa sistemleri, aydınlatma ve yardımcı tesisatlarının mevcut durumunun incelenmesi, ölçüm ve saha tespitleri ile desteklenerek enerji tüketim karakteristiklerinin ortaya konulması amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışma kapsamında;

- Doğalgaz ve elektrik tüketimlerinin sistem bazında analiz edilmesi,
- Mevcut sistemlerin verimlilik düzeylerinin değerlendirilmesi,
- Teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilir enerji verimliliği önlemlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Önerilen enerji verimliliği önlemleri; yatırım maliyeti, yıllık enerji ve maliyet tasarrufu, geri ödeme süresi, CO_2 emisyon azaltımı, net bugünkü değer ve iç kârlılık oranı gibi kriterler dikkate alınarak değerlendirilmiş; kısa, orta ve uzun vadede uygulanabilecek şekilde önceliklendirilmiştir.

Bu rapor ile amaçlanan; üniversite genelinde enerji maliyetlerinin azaltılması, sistemlerin daha güvenli ve sürdürülebilir şekilde işletilmesi, enerji yönetim altyapısının güçlendirilmesi ve uzun vadede çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlanmasıdır.

1.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Kırıkkale Üniversitesi Yerleşkesinde aşağıdaki tabloda belirtilen 23 adet bina etüt kapsamında incelenmiştir. Bu çalışma enerji verimliliği uygulamaları öncesi ve sonrasında binaların 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:

- Binaların 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 yerleşkenin değerlendirilmesi.

Tablo 2. Kapsam Dahilinde İncelenen Binalar

	Bina Adı	Yapım Yılı	İnşaat Alanı (m^2)
1	Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi A-B-C Blok	2005	47.100
2	Veteriner Fakültesi	2010	30.650
3	İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	2003	28.500
4	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	2004	18.000
5	Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	2014	15.075
6	Merkezi Derslikler Binası	2018	11.500
7	Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	2003	10.800
8	Güzel Sanatlar Fakültesi	93 Öncesi	7.270
9	Eğitim Fakültesi	93 Öncesi	5.140
10	Merkez Kütüphane	2003	5.968
11	Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	2005	4.949
12	Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	2005	2.118
13	AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	2005	2.613
14	Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	2010	2.900
15	Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	2005	1.540
16	Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	2005	2.020
17	Camii	2014	1.500
18	Kampüs Ana Isı Merkezi	2004	1.570
19	MYO Isı Merkezi	1999	560
20	Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	1999	8.440
21	MYO Yemekhane	1999	2.075
22	Bilgisayar Laboratuvar Binası (SHMYO Yanı)	1999	500
23	Sağlık Hizmetleri MYO	1999	2.050
		TOPLAM:	**212.838**

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 Isıtma Ölçümleri	9-19 Aralık 2025	8	2
Detaylı Etüt Raporlama	24 Ağustos – 19 Aralık 2025	35	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 3. Ölçüm Cihazları Kalibrasyon Bilgileri

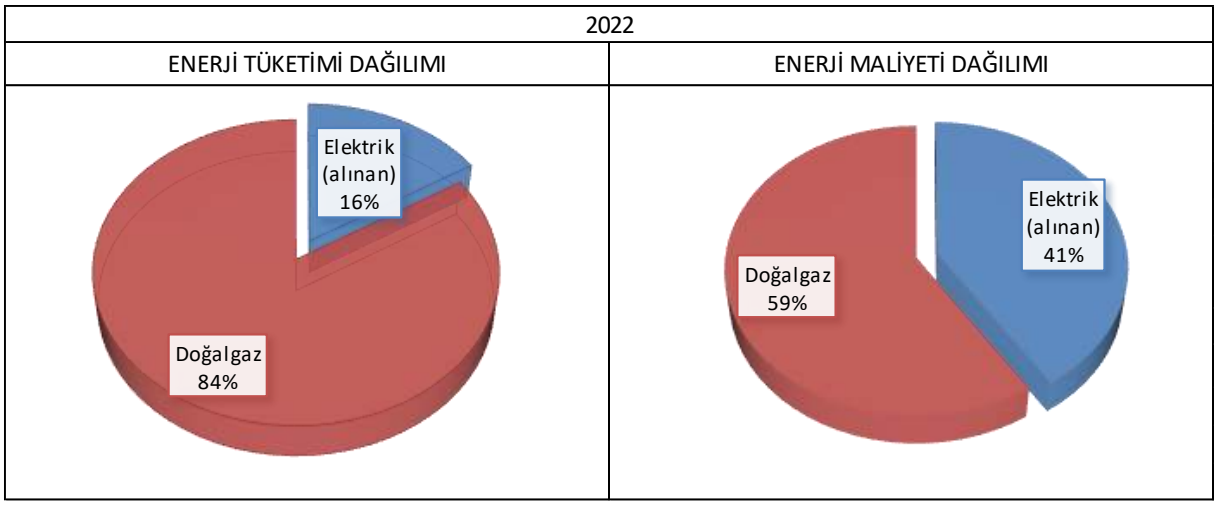
Cihaz adı	Seri No	Kalibrasyon Bilgileri			Etüt sırasında Kullanıldığı Yerler
		Tarihi	Geçerlilik Süresi	Yapan Kurum/Kuruluş	
Testo 870 Termal Kamera	2977781	8.08.2025	1 yıl	Testo	Tesisat İzolasyonu
					Bina Dış Kabuğu
					Pencere ve Kapı Isı Kaçakları
PCE-777 Infrared Termometre	160106078	5.08.2025	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

1.6 ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ

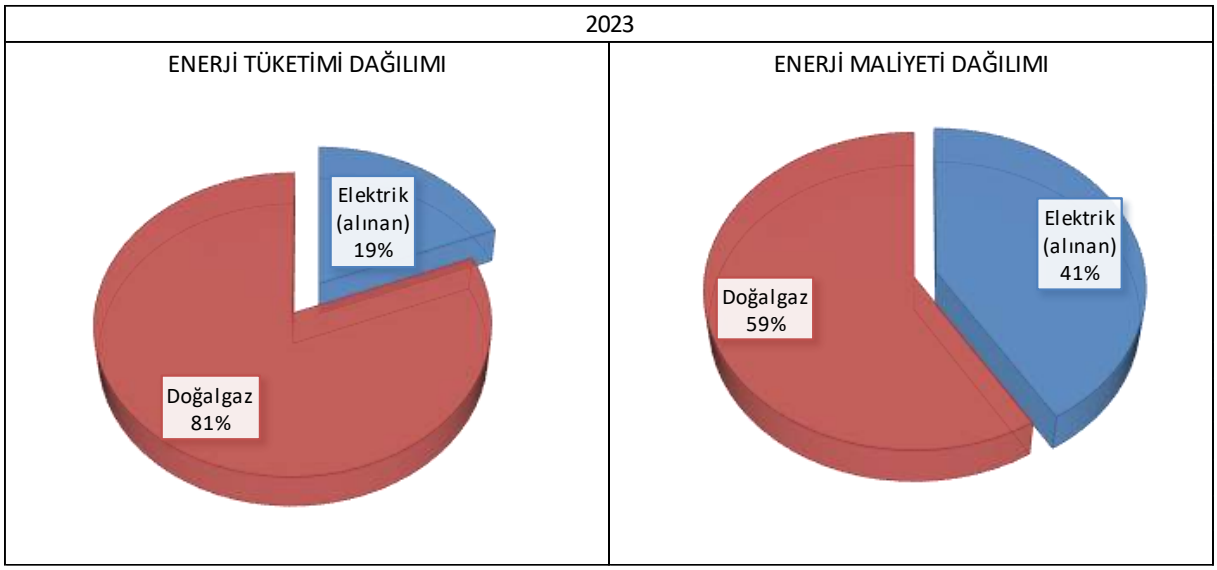
Tablo 4. Enerji Tüketim Miktarları ve Maliyeti

2022							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	5.052.400,80	kWh	434,51	16,09	19.279.222,06	40,83	44.370,39
Doğalgaz	2.747.556,00	Sm^3	2266,73	83,91	27.935.055,88	59,17	12.323,92
TOPLAM			2.701,24	100,00	47.214.277,94	100,00	17.478,74
2023							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	4.969.283,40	kWh	427,36	18,88	20.005.169,49	41,23	46.811,23
Doğalgaz	2.225.873,00	Sm^3	1.836,35	81,12	28.518.797,76	58,77	15.530,19
TOPLAM			2.263,70	100,00	48.523.967,25	100,00	21.435,65
2024							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	5.353.875,60	kWh	460,43	18,28	25.088.516,38	38,99	54.488,93
Doğalgaz	2.494.451,00	Sm^3	2.057,92	81,72	39.262.274,23	61,01	19.078,60
TOPLAM			2.518,36	100,00	64.350.790,61	100,00	25.552,70

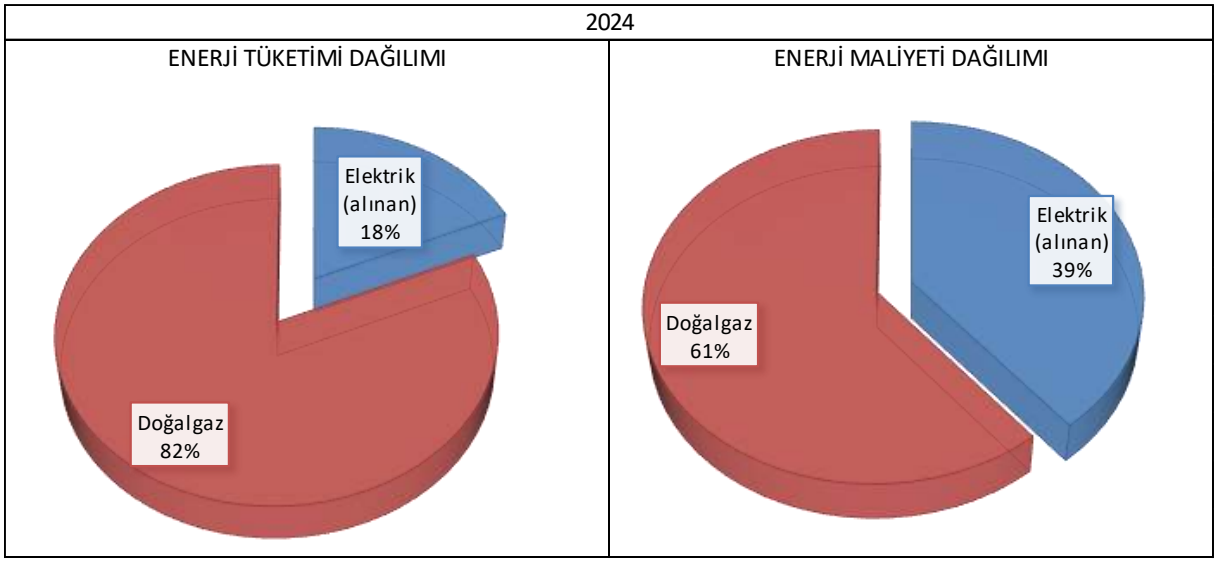
ORTALAMA							
ENERJI TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	%	TL	%	TL / TEP
Elektrik (alınan)	5.125.186,60	kWh	440,77	17,67	21.457.635,98	40,35	48.682,60
Doğalgaz	2.489.293,33	Sm^3	2.053,67	82,33	31.905.375,96	59,65	15.535,81
TOPLAM			2.494,43	100,00	53.363.011,93	100,00	21.392,84



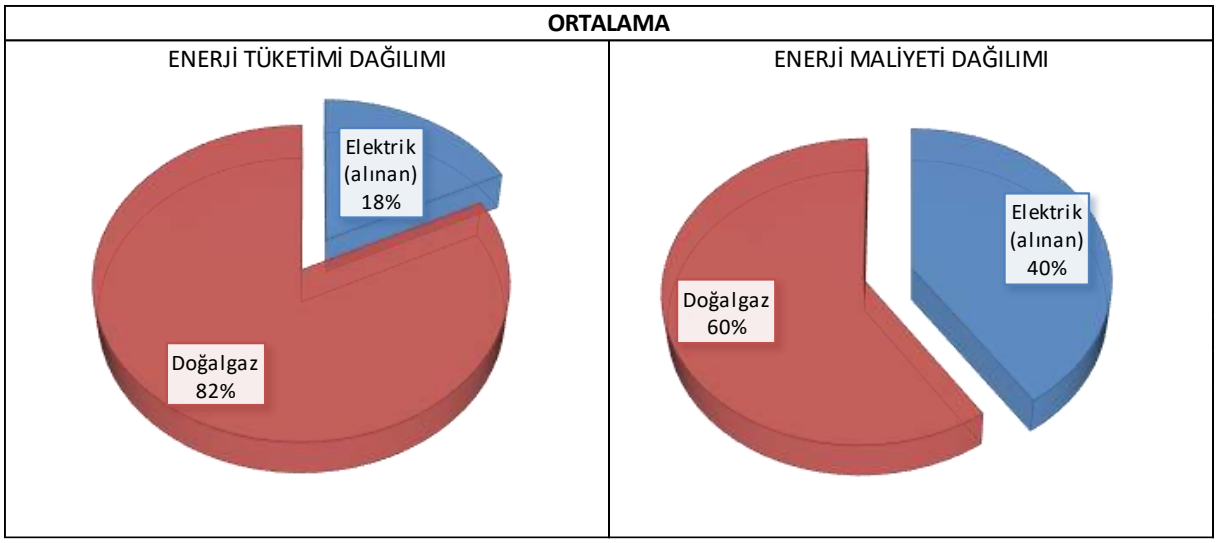
Grafik 1. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri Dağılım Grafikleri



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** %82'sini Doğalgaz, %18'ini Elektrik oluşturmuştur. Tüketim **maliyetlerinin** ise %60'ını Doğalgaz, %42'sini Elektrik oluşturmaktadır. Doğalgaz tüketimleri %82 olmasına rağmen maliyetin %60 olmasının sebebi eşdeğer enerji türünden doğalgaz birim fiyatının elektrik birim fiyatından düşük olmasıdır.

1.7 GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER

Tablo 5. 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
5 Adet Yalıtımsız Binanın Dış Cephelerine 8cm Taşyünü ile Yalıtım Yapılması	Doğalgaz	445.254,94	Sm^3	367,34	6.656.561,42	104,19	74.666.035,24	11,22	UV	43.410.442,28	18,19%	20
Pencerelerin Fitillerinin Değişimi ve Bakım Yapılması	Doğalgaz	24.892,93	Sm^3	20,54	372.149,35	5,82	2.906.732,81	7,81	UV	3.694.586,09	23,47%	20
Ana Isı Merkezi Kazanlarında Yanma Kontrolünün İyileştirilmesi ve Lokal Yalıtım Uygulamaları	Doğalgaz	81.690,17	Sm^3	67,39	1.221.268,05	19,12	905.000,00	0,74	KV	20.758.291,37	147,70%	20
MYO Isı Merkezi Kazan ve Tesisat Sistemlerinin İyileştirilmesi, Kazan Dairesi Revizyonu ve Su Yumuşatma Sistemi Kurulumu	Doğalgaz	48.096,73	Sm^3	39,68	719.046,09	11,25	10.030.000,00	13,95	UV	2.724.697,78	15,46%	20
Radyatör ve Hav. Santrali Devrelerinin Ayrılması, Kütüphane ve Ek Çalışma Binası Isıtma Dev. Ayrılması, K. Spor Salonu Hava Apareylerinin Yenilenmesi, Eğitim Fakültesi – Çelik Hatların Yenilenmesi	Doğalgaz	186.253,59	Sm^3	153,66	2.784.491,16	43,58	26.300.000,00	9,45	UV	23.092.304,33	20,57%	20
Yalıtımsız Tesisat Elemanlarına Yalıtım Ceketi Uygulanması	Doğalgaz	228.531,38	Sm^3	188,54	3.416.544,07	53,48	1.954.475,88	0,57	KV	58.649.409,94	187,56%	20
Rektörlük Binası Cam Cepheye Güneş Kırıcı ve Üst Kotta Elektrikli Açılır Pencere Yapılması	Elektrik	54.000,00	kWh	4,64	276.480,00	23,76	2.878.000,00	10,41	UV	2.026.301,55	19,20%	20
Pompaların Yüksek Verimli Olarak Değişimi	Elektrik	75.260,70	kWh	6,47	385.334,78	33,11	6.365.000,00	16,52	UV	470.206,74	13,53%	20
Aydınlatma Sistemi LED Dönüşümü Yapılması	Elektrik	207.799,20	kWh	17,87	1.063.931,90	91,43	43.941.700,00	41,30	UV	-25.069.293,72	4,88%	20
GES Kurulumu	Elektrik	1.275.355,40	kWh	109,68	6.529.819,65	561,16	75.905.000,00	11,62	U V	40.180.682,74	17,49%	20
Iso 50001 Enerji Yönetim Sistemi Kurulması	Elektrik	46.126,68	kWh	3,97	236.168,60	37,77	850.000,00	0,63	KV	23.196.518,37	171,63%	20
	Doğalgaz	74.678,80	Sm^3	61,61	1.116.448,06							
Toplam				1.041,39	24.778.243,14	984,68	246.701.943,93	9,96	U V	204.261.651,08	20,18%	20

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 Verimliliği Önlemlerinin Genel Değerlendirmesi ve Önceliklendirilmesi

Yapılan etüt çalışmaları kapsamında; kampüs genelinde **doğalgaz ve elektrik tüketimlerini azaltmaya yönelik toplam 11 adet enerji verimliliği önlemi** belirlenmiştir. Bu önlemler; bina kabuğu iyileştirmeleri, mekanik tesisat optimizasyonları, ekipman değişimleri, yenilenebilir enerji uygulamaları ve enerji yönetim sistemi kurulumu başlıkları altında toplanmıştır.

Önerilen önlemlerin tamamı birlikte değerlendirildiğinde;

- Toplam yıllık enerji tasarrufu: 1.041,39 TEP/yıl
- Toplam yıllık mali tasarruf: 24.778.243,14 TL/yıl
- Toplam CO_2 emisyon azaltımı: 984,68 ton/yıl
- Toplam yatırım maliyeti: 246.701.943,93 TL
- Ağırlıklı ortalama geri ödeme süresi: 9,96 yıl
- Toplam net bugünkü değer (NBD): 204.261.651,08 TL
- İç kârlılık oranı (IRR): %20,18

olarak hesaplanmıştır.

Önlemlerin Geri Ödeme Süresine Göre Değerlendirilmesi

Enerji verimliliği önlemleri incelendiğinde, **geri ödeme sürelerinin önlem bazında önemli farklılıklar gösterdiği** görülmektedir. Bu nedenle uygulamada **önceliklendirme yapılması**, yatırım bütçesinin etkin kullanılması açısından önem arz etmektedir.

Kısa Vadede Öncelikli Olarak Uygulanması Önerilen Önlemler (KV)

Aşağıda yer alan önlemler; **düşük yatırım maliyeti, kısa geri ödeme süresi ve yüksek iç kârlılık oranları** nedeniyle kısa vadede uygulanması önerilen önlemlerdir:

- Ana Isı Merkezi kazanlarında yanma kontrolünün iyileştirilmesi ve lokal yalıtım uygulamaları *(Geri ödeme süresi: 0,74 yıl – IRR: %147)*
- Yalıtımsız tesisat elemanlarına yalıtım ceketi uygulanması *(Geri ödeme süresi: 0,57 yıl – IRR: %188)*
- ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi kurulması *(Geri ödeme süresi: 0,63 yıl – IRR: %172)*

Bu önlemler, **kampüs genelinde enerji verimliliği kültürünün hızlı şekilde oluşturulmasına katkı sağlayacak**, aynı zamanda yatırımın kısa sürede geri kazanılmasını mümkün kılacaktır.

Orta ve Uzun Vadeli Önlemler (OV – UV)

Bina kabuğu iyileştirmeleri, büyük ölçekli mekanik tesisat revizyonları, GES kurulumu ve bazı elektrik tüketimi azaltıcı önlemler; **yüksek yatırım maliyetleri nedeniyle orta ve uzun vadeli** önlemler olarak değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda;

- Dış cephe ısı yalıtımı ve pencere iyileştirmeleri,
- Büyük ölçekli tesisat ayrıştırmaları,
- GES kurulumu,
- Pompaların yüksek verimli pompalar ile değişimi,
- Aydınlatma sisteminin LED dönüşümü

gibi önlemler, **kurumun yatırım planlamasına bağlı olarak kademeli şekilde** uygulanabilir.

Pompalar ile İlgili Özel Değerlendirme

Pompalara yönelik enerji verimliliği önlemleri kapsamında; ölçüm yapılan ana pompalar için **sistem optimizasyonu ve kontrol iyileştirmeleri** öncelikli olarak önerilmiştir.

Pompa değişimi önerisi verilen gruplar için yapılan analizlerde **bazı pompaların geri ödeme süresinin uzun olduğu**, bazılarının ise **daha kısa geri ödeme süresine sahip olduğu** görülmüştür. Bu sebeple pompa değişimlerinin, geri ödeme süresi daha kısa olan ekipmanlardan başlanarak kademeli şekilde yapılması önerilmektedir.

Özellikle **Ana Isı Merkezi kızgın su pompa grubu pano ve kontrol sistemi iyileştirmesi**, sistem genelinde verimsizliğe neden olan çalışma koşullarını ortadan kaldıracağı için **öncelikli olarak uygulanması gereken önlem** olarak değerlendirilmiştir.

Aydınlatma Sistemi LED Dönüşümü Hakkında Değerlendirme

Aydınlatma sisteminin LED armatürlerle yenilenmesi teknik olarak enerji tasarrufu sağlayan bir önlem olmakla birlikte, yapılan ekonomik analiz sonucunda bu önlemin **geri ödeme süresinin oldukça uzun olduğu** görülmüştür.

Net bugünkü değer (NBD) ve iç kârlılık oranı (İKO) açısından **kurum için öncelikli bir yatırım olmadığı** değerlendirilmiştir.

Bu nedenle LED dönüşümünün; z**orunlu yenileme gerektiren alanlarda** (armatür arızaları, kullanım ömrünü tamamlayan ürünler), a**şamalı ve planlı** şekilde uygulanması önerilir.

Tabloya Dahil Edilmeyen İlave Enerji Verimliliği ve İşletme İyileştirme Önerileri

Yapılan saha incelemeleri, ölçümler ve işletme gözlemleri kapsamında bazı iyileştirme önerileri, doğrudan ölçülebilir bir yıllık enerji tasarrufu hesabına konu edilememiştir. Bununla birlikte, bu öneriler sistemin **kontrol kabiliyetini artıran**, **gereksiz enerji tüketimlerini ve konforsuzluk risklerini azaltan** ve uzun vadede enerji verimliliği önlemlerinin sürdürülebilirliğini sağlayan kritik uygulamalardır.

Üç Yollu Vanalar ve Servo Motorların Yenilenmesi

Isıtma ve soğutma tesisatlarında bulunan üç yollu kontrol vanalarının önemli bir kısmının korozyona uğradığı, mekanik olarak sağlıklı çalışmadığı ve bazı vanalarda **iç kaçak (su kaçırma)** oluştuğu tespit edilmiştir. Bu durum;

- Isıtma/soğutma ihtiyacı olmayan zonlara akış devam etmesine,
- Kazan ve chillerlerin gereksiz yük altında çalışmasına,
- Pompa debilerinin ve basınç dengesinin bozulmasına,
- Otomasyon sisteminin sağlıklı modülasyon yapamamasına

neden olmaktadır.

Bu kapsamda, üç yollu vanaların **servo motorları ile birlikte komple yenilenmesi**, vana karakteristiklerinin projeye ve kullanım amacına uygun seçilmesi önerilmektedir. Bu uygulama doğrudan bir "tek başına tasarruf kalemi" olarak değil, mevcut ve önerilen enerji verimliliği önlemlerinin **etkinliğini artıran tamamlayıcı bir iyileştirme** olarak değerlendirilmelidir.

Dış Hava Sensörü Sayısının Artırılması ve Ortalama Dış Hava Sıcaklığına Göre Kontrol

Mevcut durumda kampüs genelinde ısıtma sisteminin, **tek bir dış hava sensörü** üzerinden kontrol edildiği görülmüştür. Kampüs ölçeğinde, farklı cephe yönleri, kot farkları ve mikro iklim etkileri göz önüne alındığında, tek noktadan alınan dış hava sıcaklığı verisi tüm binalar için temsil edici olmamaktadır.

Bu durum;

- Bazı binalarda gereğinden yüksek kazan suyu sıcaklığına,
- Bazı binalarda ise konfor yetersizliklerine,
- Genel olarak ısıtma sisteminin konservatif ve verimsiz çalışmasına

yol açabilmektedir.

Bu nedenle, kampüsün farklı bölgelerini temsil edecek şekilde **en az 4 adet dış hava sensörü** yerleştirilmesi ve ısıtma sisteminin **ortalama dış hava sıcaklığına göre** kontrol edilmesi önerilmektedir. Bu uygulama ile:

- Kazan çıkış sıcaklıkları daha hassas ayarlanabilecek,
- Kısmi yüklerde gereksiz enerji tüketimi azaltılacak,
- Isıtma sisteminin dinamik kontrol kabiliyeti artırılacaktır.

Bu öneri de doğrudan tek başına bir tasarruf hesabı yerine, kazan, pompa ve otomasyon optimizasyonlarının **destekleyici ve tamamlayıcı bir unsuru** olarak değerlendirilmelidir.

Yüksek Tavanlı Amfi Salonlarında Isıl Konforun Artırılmasına Yönelik Öneri

Mühendislik Fakültesi binasında yer alan amfi salonlarında, yüksek tavanlı hacimlerden kaynaklı olarak ısıtma döneminde sıcak hava üst kotlarda birikmekte, oturma seviyesinde yeterli ısıl konfor sağlanamamaktadır. Bu durum, merkezi klima santralinin daha uzun süre ve yüksek kapasitede çalışmasına neden olmaktadır.

Bu kapsamda, tavanda biriken sıcak havanın aşağıya yönlendirilmesini sağlamak amacıyla destratifikasyon (tavan sirkülasyon) fanlarının kullanılması önerilmektedir. Söz konusu uygulama, mevcut sistemde büyük bir tadilat gerektirmeden ısıl konforun artırılmasına katkı sağlayacak nitelikte olup, işletme sırasında sistemin daha verimli çalışmasına imkân sağlayacaktır.

Eğitim Fakültesi Binası Galeri Boşluğu Şeffaf Çatı Örtüsü Değişimi

Eğitim Fakültesi binası galeri boşluğu çatısını kapatan ve cam alan işlevi gören görseldeki malzeme hem ısı yalıtımı açısından hem de aydınlık açısından işlevini yitirmiştir. Isı kaybının engellenmesi ve aydınlık sağlayabilmesi için bu malzemenin ısı yalıtımı sağlayan ve şeffaf yapıda bir malzeme ile yenilenmesi önerilmektedir. (Bkz. *"3.4.4 Kapı Pencere Sist. Enerji Ver. Önerileri"* Başlığı)

Veteriner Fakültesi Giriş Kapısı ve Koridor Kapıları

(Bkz. *"3.4.4 Kapı Pencere Sist. Enerji Ver. Önerileri"* Başlığı)

Genel Değerlendirme

Bu başlık altında sunulan öneriler, yatırım-tasarruf oranı ile sayısallaştırılmamış olmakla birlikte, kampüs genelinde önerilen enerji verimliliği önlemlerinin **sahada doğru çalışmasını**, **kontrolsüz enerji tüketimlerinin önlenmesini** ve sistemlerin uzun vadeli işletme performansının iyileştirilmesini hedeflemektedir. Özellikle otomasyon altyapısının güçlendirilmesi, yapılan yatırımların beklenen geri dönüşleri sağlaması açısından kritik öneme sahiptir.

Tablo 6. Enerji Tasarruf Oranları

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı			Enerji Tasarruf
	Miktar	Enerji	Maliyet	Oranı
	(….. / Yıl)	(TEP / Yıl)	(TL / Yıl)	(%)
Elektrik (kWh)	1.658.541,98	142,63	8.491.734,94	32%
Doğal Gaz (Sm^3)	1.089.398,54	898,75	16.286.508,20	44%
Toplam:		1.041,39	24.778.243,14	42%

Yapılan enerji etüdü çalışmaları kapsamında belirlenen enerji verimliliği önlemlerinin tamamının uygulanması halinde, kampüs genelinde **yıllık toplam 1.041,39 TEP** düzeyinde bir enerji tasarrufu potansiyeli ortaya çıkmaktadır. Bu tasarruf, parasal karşılık olarak **yıllık 24.778.243,14 TL** seviyesindedir.

Elektrik enerjisi tarafında; toplam **1.658.541,98 kWh/yıl** tasarruf öngörülmekte olup, bu değer mevcut elektrik tüketimi dikkate alındığında yaklaşık **%32** oranında bir iyileşmeye karşılık gelmektedir. Doğalgaz tüketiminde ise **1.089.398,54 Sm³/yıl** tasarruf potansiyeli hesaplanmış olup, bu da toplam doğalgaz tüketimi üzerinden yaklaşık **%44** oranında bir azalma anlamına gelmektedir.

Elektrik ve doğalgaz tasarrufları birlikte değerlendirildiğinde, kampüs genelinde **toplam enerji tüketiminde yaklaşık %42 seviyesinde** bir tasarruf potansiyeli bulunduğu görülmektedir. Bu oran, kamu binaları ölçeğinde ve mevcut sistemlerin yaşı, işletme alışkanlıkları ve kullanım profilleri dikkate alındığında **ulaşılabilir ve gerçekçi** bir seviyeyi ifade etmektedir.

Özellikle kısa geri ödeme süresine sahip önlemler (yanma kontrolü iyileştirmeleri, tesisat yalıtımları, otomasyon ve pompa optimizasyonları) önceliklendirildiğinde, toplam tasarruf oranlarına daha erken dönemde ulaşılması mümkün olup, uzun vadeli ve yüksek yatırım gerektiren önlemler ise kademeli bir uygulama planı ile hayata geçirilebilir.

2 ENERJİ TÜKETİMİ

2.1 BİNA BİLGİLERİ

1992 yılında Kırıkkale'nin Yahşihan ilçesinde bir kamu üniversitesi olarak kurulan **Kırıkkale Üniversitesi (KKÜ) Merkez Kampüsü** içerisinde **1992-2018** yılları arasında yapılmış **21 adet bina** ve 2 adet ısı merkezi etüt kapsamında incelenmiştir. Binaların toplam alanı **212.838 m^2**'dir. 978 personel, 21.481 öğrenci ve 2.076 ziyaretçi olmak üzere toplam **24.383 kişi** binaları kullanmaktadır. Binalar mesai saatleri içerisinde hizmet vermektedir. Öğrencilerin yoğun olarak kullandığı dönem ise akademik tatil dışındaki dönemlerdir.

Enerji türleri olarak **doğalgaz** ve **elektrik** kullanılmaktadır. MYO binaları için bir ısı merkezi ve diğer binalar için ana ısı merkezi olmak üzere **2 ısı merkezinde** yer alan doğalgaz kazanları ile ısıtma sağlanmaktadır. Her binanın altında eşanjörler yer almakta ve ısı merkezinde üretilen ısı, galeri boşluklarındaki tesisatlar aracılığı eşanjörlere iletilerek binaların ısıtması sağlanmaktadır. Doğalgazın bir kısmı yemekhane/mutfak için kullanılmaktadır. Soğutma için ise chiller mevcuttur. Soğutma sisteminin haricinde laboratuvar cihazları, ofis ekipmanları ve aydınlatma sistemleri için elektrik kullanılmaktadır. Doğalgaz ve elektrik olmak üzere toplam yıllık enerji tüketimleri ort. **2.494,43 TEP**'tir.

Tablo 7. KKÜ Merkez Kampüsü Kapsam Dahilindeki Bina Listesi

	Bina Adı	Yapım Yılı	İnşaat Alanı (m^2)	Kişi Sayısı
1	Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi A-B-C Blok	2005	47.100	4.281
2	Veteriner Fakültesi	2010	30.650	870
3	İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	2003	28.500	3.100
4	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	2004	18.000	3.302
5	Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	2014	15.075	768
6	Merkezi Derslikler Binası	2018	11.500	1.520
7	Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	2003	10.800	2.061
8	Güzel Sanatlar Fakültesi	93 Öncesi	7.270	1.177
9	Eğitim Fakültesi	93 Öncesi	5.140	1.602
10	Merkez Kütüphane	2003	5.968	280
11	Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	2005	4.949	851
12	Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	2005	2.118	
13	AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	2005	2.613	
14	Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	2010	2.900	
15	Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	2005	1.540	
16	Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	2005	2.020	25
17	Camii	2014	1.500	850
18	Kampüs Ana Isı Merkezi	2004	1.570	
19	MYO Isı Merkezi	1999	560	
20	Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	1999	8.440	2.506
21	MYO Yemekhane	1999	2.075	
22	Bilgisayar Laboratuvar Binası (SHMYO Yanı)	1999	500	
23	Sağlık Hizmetleri MYO	1999	2.050	1.190
		TOPLAM:	**24.383**	**24.383**



Resim 1. Mühendislik Fakültesi A Blok



Resim 2. Mühendislik Fakültesi B Blok



Resim 3. Mühendislik Fakültesi C Blok



Resim 4. Veteriner Fakültesi



Resim 5. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi



Resim 6. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi



Resim 7. Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)



Resim 8. Merkezi Derslikler



Resim 9. Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası



Resim 10. Güzel Sanatlar Fakültesi



Resim 11. Eğitim Fakültesi



Resim 12. Merkez Kütüphane



Resim 13. Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)



Resim 14. Spor Bilimleri Derslikler (B Blok)



Resim 15. AB Ofisi, Jimnastik Salonu (Personel Yemekhanesi)



Resim 16. Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)



Resim 17. Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)



Resim 18. Sosyal Tesis ve Konukevi



Resim 19. Cami



Resim 20. Kampüs Ana Isı Merkezi



Resim 21. MYO Isı Merkezi



Resim 22. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon



Resim 23. MYO Yemekhane



Resim 24. MYO Bilgisayar Laboratuvarı



Resim 25. Sağlık Hizmetleri MYO

2.2 TÜKETİM VERİLERİ

Tablo 8. 2022 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti

Elektrik - 2022			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	kWh	**TEP**	**TL**
Ocak	511.593,60	44,00	1.320.259,35
Şubat	452.281,20	38,90	975.099,81
Mart	535.398,60	46,04	1.349.389,49
Nisan	396.267,00	34,08	1.103.180,28
Mayıs	353.349,00	30,39	966.055,70
Haziran	344.862,00	29,66	1.242.121,40
Temmuz	301.750,80	25,95	1.038.584,26
Ağustos	358.041,00	30,79	1.575.668,21
Eylül	358.772,40	30,85	1.932.403,48
Ekim	424.267,20	36,49	2.291.042,88
Kasım	484.228,20	41,64	2.614.832,28
Aralık	531.589,80	45,72	2.870.584,92
Toplam	**5.052.400,80**	**434,51**	**19.279.222,06**

Doğalgaz - 2022			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	Sm³	**TEP**	**TL**
Ocak	622.872,00	513,87	3.917.864,88
Şubat	517.274,00	426,75	3.253.653,46
Mart	567.296,00	468,02	4.339.814,40
Nisan	165.812,00	136,79	1.566.923,40
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	48.242,00	39,80	970.629,04
Kasım	356.670,00	294,25	6.455.727,00
Aralık	469.390,00	387,25	7.430.443,70
Toplam	**2.747.556,00**	**2.266,73**	**27.935.055,88**

Tablo 9. 2023 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti

Elektrik - 2023			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	kWh	**TEP**	**TL**
Ocak	554.746,20	47,71	2.994.105,68
Şubat	438.012,00	37,67	1.994.216,17
Mart	411.378,00	35,38	1.475.702,52
Nisan	328.550,40	28,26	1.149.926,40
Mayıs	315.537,00	27,14	1.099.021,58
Haziran	271.956,60	23,39	789.143,87
Temmuz	391.602,60	33,68	1.370.609,10
Ağustos	504.348,60	43,37	2.086.259,61
Eylül	331.572,60	28,52	1.262.543,54
Ekim	397.384,80	34,18	1.687.406,42
Kasım	482.655,00	41,51	1.930.076,20
Aralık	541.539,60	46,57	2.166.158,40
Toplam	**4.969.283,40**	**427,36**	**20.005.169,49**

Doğalgaz - 2023			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	Sm³	**TEP**	**TL**
Ocak	583.918,00	481,73	9.243.421,94
Şubat	470.299,00	388,00	6.452.502,28
Mart	350.770,00	289,39	3.851.454,60
Nisan	158.796,00	131,01	1.443.455,64
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	0,00	0,00	0,00
Kasım	187.460,00	154,65	2.131.420,20
Aralık	474.630,00	391,57	5.396.543,10
Toplam	**2.225.873,00**	**1.836,35**	**28.518.797,76**

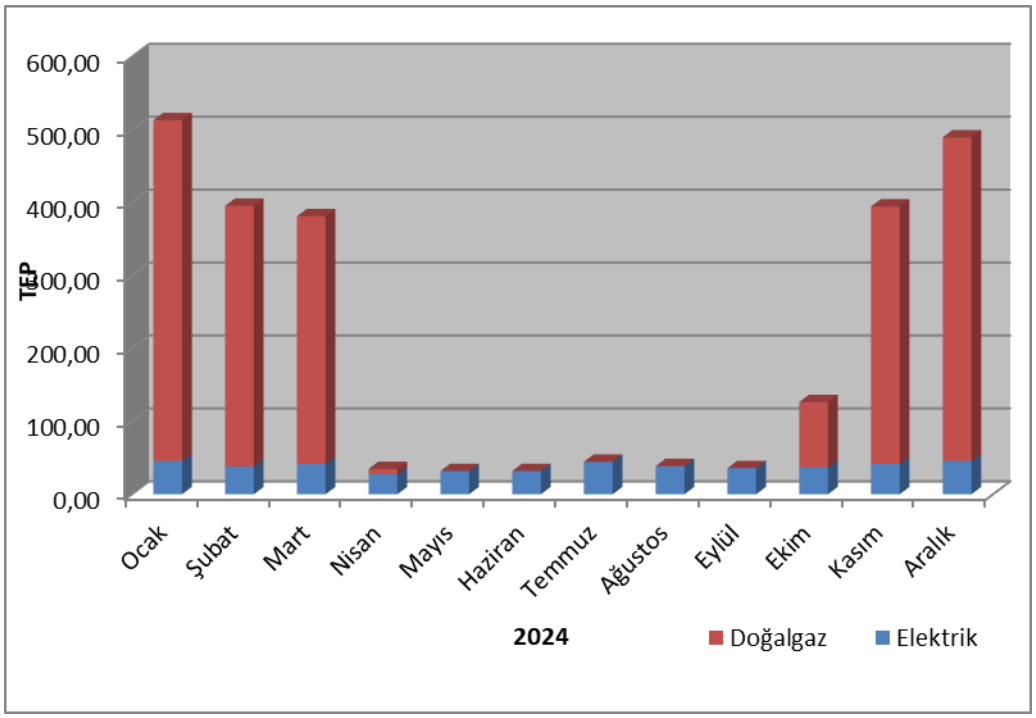
Tablo 10. 2024 Yılı Enerji Tüketimleri ve Maliyeti

Elektrik - 2024			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	kWh	**TEP**	**TL**
Ocak	533.176,80	45,85	2.105.867,29
Şubat	442.483,20	38,05	1.762.990,40
Mart	483.607,20	41,59	2.094.144,22
Nisan	321.098,40	27,61	1.205.690,91
Mayıs	370.336,80	31,85	1.726.862,07
Haziran	370.847,40	31,89	1.658.977,55
Temmuz	519.777,00	44,70	2.796.918,32
Ağustos	450.197,40	38,72	2.299.205,21
Eylül	417.174,00	35,88	2.072.503,10
Ekim	428.241,60	36,83	2.131.058,77
Kasım	484.752,60	41,69	2.509.040,88
Aralık	532.183,20	45,77	2.725.257,66
Toplam	**5.353.875,60**	**460,43**	**25.088.516,38**

Doğalgaz - 2024			
Aylar	**Tüketim**		**Maliyet**
	Sm³	**TEP**	**TL**
Ocak	566.305,00	467,20	7.885.859,95
Şubat	433.381,00	357,54	6.037.721,68
Mart	411.707,00	339,66	5.746.966,54
Nisan	8.645,00	7,13	122.518,54
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	108.650,00	89,64	5.505.137,84
Kasım	427.857,00	352,98	6.223.435,55
Aralık	537.906,00	443,77	7.740.634,13
Toplam	**2.494.451,00**	**2.057,92**	**39.262.274,23**

Tablo 11. 2024 Yılı Toplam Enerji Tüketim Tablosu

Toplam Enerji Tüketimi				
Aylar	**Elektrik Alınan**	**Doğalgaz**	**Toplam**	**Toplam Maliyet**
	TEP	**TEP**	**TEP**	
Ocak	45,85	467,20	513,05	9.991.727,24
Şubat	38,05	357,54	395,59	7.800.712,08
Mart	41,59	339,66	381,25	7.841.110,76
Nisan	27,61	7,13	34,75	1.328.209,45
Mayıs	31,85	0,00	31,85	1.726.862,07
Haziran	31,89	0,00	31,89	1.658.977,55
Temmuz	44,70	0,00	44,70	2.796.918,32
Ağustos	38,72	0,00	38,72	2.299.205,21
Eylül	35,88	0,00	35,88	2.072.503,10
Ekim	36,83	89,64	126,47	7.636.196,61
Kasım	41,69	352,98	394,67	8.732.476,43
Aralık	45,77	443,77	489,54	10.465.891,79
Toplam	**460,43**	**2.057,92**	**2.518,36**	**64.350.790,61**



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 12. 2022 Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD) başına düşen doğalgaz tüketimleri

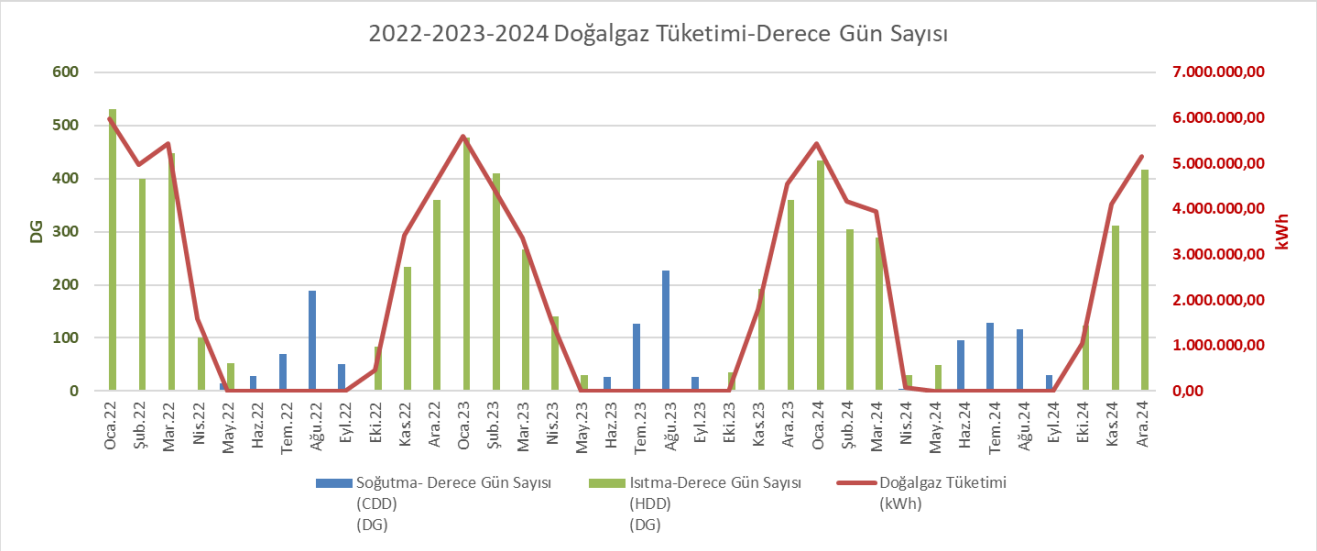
Aylar 2022	**Isıtma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)**	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Derece- Gün Başına Düşen Doğalgaz Tüketimi (kWh/DG)**
Ocak	531	5.973.342,48	11.249,23
Şubat	400	4.960.657,66	12.401,64
Mart	447	5.440.368,64	12.170,85
Nisan	100	1.590.137,08	15.901,37
Mayıs	52	0,00	-
Haziran		0,00	
Temmuz		0,00	
Ağustos		0,00	
Eylül		0,00	#SAYI/0!
Ekim	84	462.640,78	5.507,63
Kasım	234	3.420.465,30	14.617,37
Aralık	359	4.501.450,10	12.538,86
TOPLAM	**2207**	**26.349.062,04**	**11.938,86**

Tablo 13. 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	5.599.773,62	11.739,57
Şubat	410	4.510.167,41	11.000,41
Mart	266	3.363.884,30	12.646,18
Nisan	141	1.522.853,64	10.800,38
Mayıs	31	0,00	-
Haziran		0,00	
Temmuz		0,00	
Ağustos		0,00	
Eylül		0,00	
Ekim	36	0,00	-
Kasım	193	1.797.741,40	9.314,72
Aralık	359	4.551.701,70	12.678,83
TOPLAM	**1913**	**21.346.122,07**	**11.158,45**

Tablo 14. 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	5.430.864,95	12.513,51
Şubat	305	4.156.123,79	13.626,64
Mart	289	3.948.270,13	13.661,83
Nisan	31	82.905,55	2.674,37
Mayıs	49	0,00	-
Haziran		0,00	
Temmuz		0,00	
Ağustos		0,00	
Eylül		0,00	
Ekim	124	1.041.953,50	8.402,85
Kasım	312	4.103.148,63	13.151,12
Aralık	417	5.158.518,54	12.370,55
TOPLAM	**1961**	**23.921.785,09**	**12.198,77**



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 15. 2022 Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD) başına düşen elektrik tüketimleri

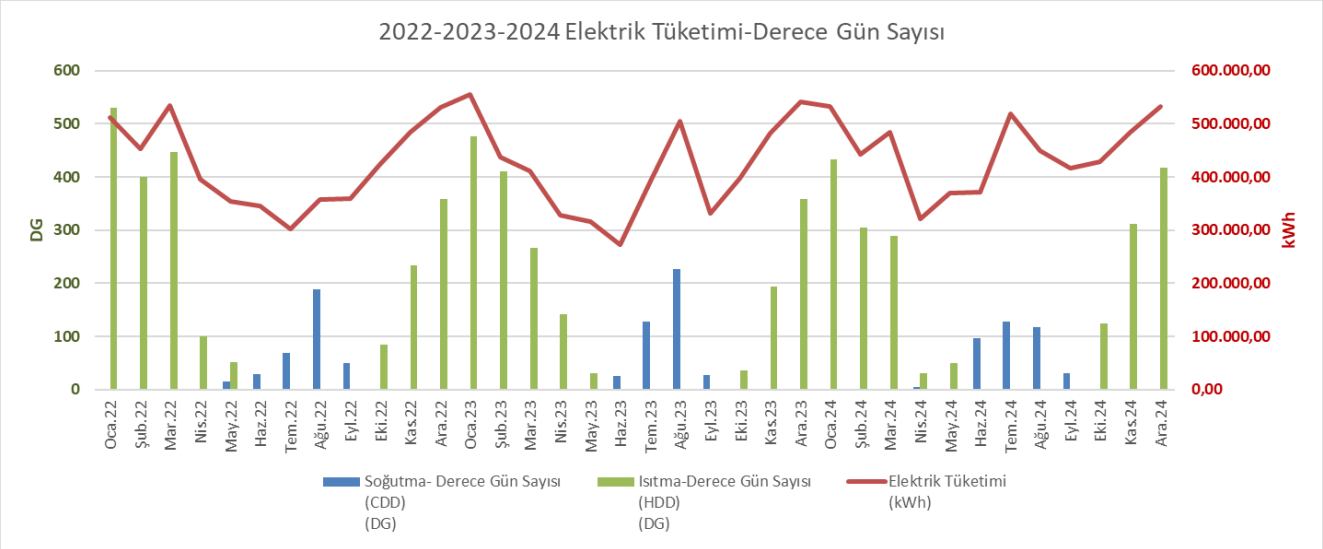
Aylar 2022	Soğutma-Derece Gün Sayısı (HDD) (DG)	Elektrik Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Elektrik Tüketimi (kWh/DG)
Ocak		511.593,60	
Şubat		452.281,20	
Mart		535.398,60	
Nisan		396.267,00	
Mayıs	15	353.349,00	23.556,60
Haziran	29	344.862,00	11.891,79
Temmuz	69	301.750,80	4.373,20
Ağustos	188	358.041,00	1.904,47
Eylül	50	358.772,40	7.175,45
Ekim	1	424.267,20	424.267,20
Kasım		484.228,20	
Aralık		531.589,80	
TOPLAM	**352**	**5.052.400,80**	**14.353,41**

Tablo 16. 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		554.746,20	
Şubat		438.012,00	
Mart		411.378,00	
Nisan		328.550,40	
Mayıs		315.537,00	
Haziran	26	271.956,60	10.459,87
Temmuz	127	391.602,60	3.083,49
Ağustos	226	504.348,60	2.231,63
Eylül	27	331.572,60	12.280,47
Ekim		397.384,80	
Kasım		482.655,00	
Aralık		541.539,60	
TOPLAM	**406**	**4.969.283,40**	**12.239,61**

Tablo 17. 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		533.176,80	
Şubat		442.483,20	
Mart		483.607,20	
Nisan	4	321.098,40	80.274,60
Mayıs	1	370.336,80	370.336,80
Haziran	96	370.847,40	3.862,99
Temmuz	128	519.777,00	4.060,76
Ağustos	117	450.197,40	3.847,84
Eylül	30	417.174,00	13.905,80
Ekim		428.241,60	
Kasım		484.752,60	
Aralık		532.183,20	
TOPLAM	**376**	**5.353.875,60**	**14.239,03**



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 18. 2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimi ve Derece Gün Sayısı

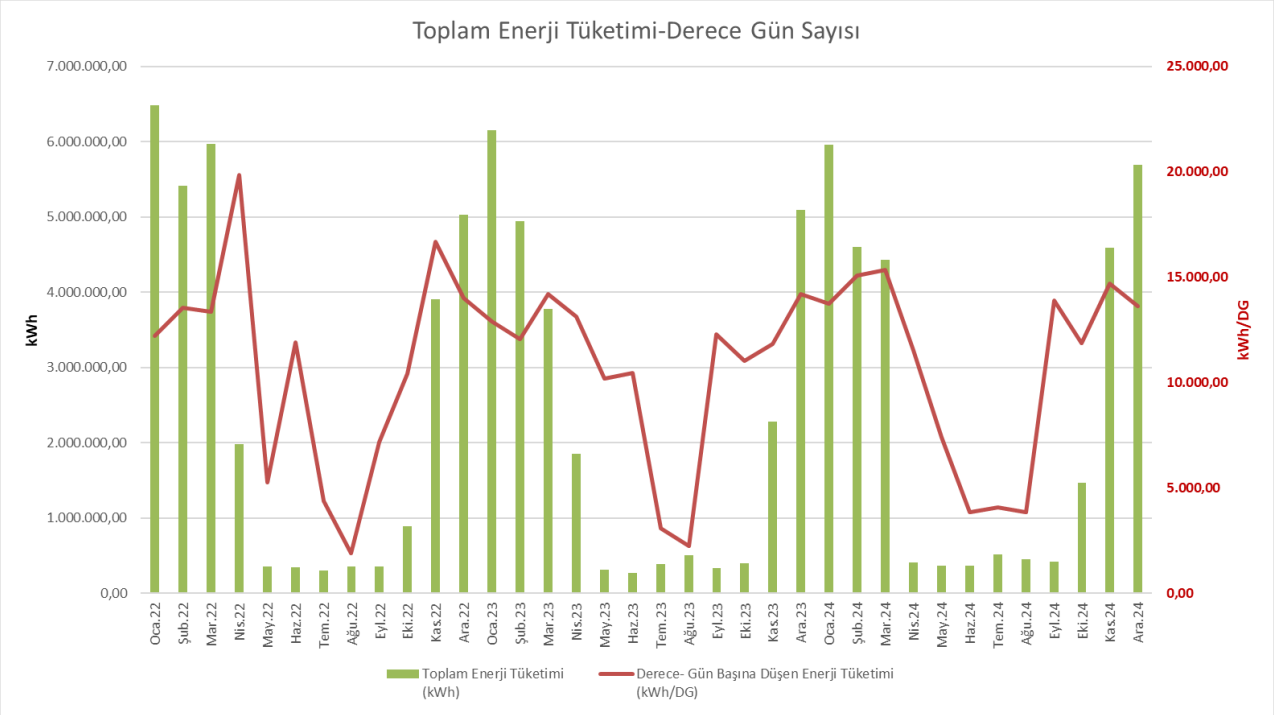
Aylar 2022	Toplam Derece Gün Sayısı (DG)	Toplam Enerji Tüketimi (kWh)	Derece- Gün Başına Düşen Enerji Tüketimi (kWh/DG)
Ocak	531	6.484.936,08	12.212,69
Şubat	400	5.412.938,86	13.532,35
Mart	447	5.975.767,24	13.368,61
Nisan	100	1.986.404,08	19.864,04
Mayıs	67	353.349,00	5.273,87
Haziran	29	344.862,00	11.891,79
Temmuz	69	301.750,80	4.373,20
Ağustos	188	358.041,00	1.904,47
Eylül	50	358.772,40	7.175,45
Ekim	85	886.907,98	10.434,21
Kasım	234	3.904.693,50	16.686,72
Aralık	359	5.033.039,90	14.019,61
TOPLAM	**2.559**	**31.401.462,84**	**12.270,99**

Tablo 19. 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	6.154.519,82	12.902,56
Şubat	410	4.948.179,41	12.068,73
Mart	266	3.775.262,30	14.192,72
Nisan	141	1.851.404,04	13.130,53
Mayıs	31	315.537,00	10.178,61
Haziran	26	271.956,60	10.459,87
Temmuz	127	391.602,60	3.083,49
Ağustos	226	504.348,60	2.231,63
Eylül	27	331.572,60	12.280,47
Ekim	36	397.384,80	11.038,47
Kasım	193	2.280.396,40	11.815,53
Aralık	359	5.093.241,30	14.187,30
TOPLAM	**2.319**	**26.315.405,47**	**11.347,74**

Tablo 20. 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	5.964.041,75	13.742,03
Şubat	305	4.598.606,99	15.077,40
Mart	289	4.431.877,33	15.335,22
Nisan	35	404.003,95	11.542,97
Mayıs	50	370.336,80	7.406,74
Haziran	96	370.847,40	3.862,99
Temmuz	128	519.777,00	4.060,76
Ağustos	117	450.197,40	3.847,84
Eylül	30	417.174,00	13.905,80
Ekim	124	1.470.195,10	11.856,41
Kasım	312	4.587.901,23	14.704,81
Aralık	417	5.690.701,74	13.646,77
TOPLAM	**2.337**	**29.275.660,69**	**12.527,03**



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 21. 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	28,65	276,10	4,57	44,46	33,22	320,56	22.772
Şubat	21,93	221,99	3,79	35,04	25,72	257,03	22.812
Mart	20,83	165,79	4,15	32,95	24,98	198,74	22.782
Nisan	0,44	75,58	2,75	26,51	3,19	102,09	22.622
Mayıs	0,00	0,00	3,18	25,58	3,18	25,58	22.512
Haziran	0,00	0,00	3,18	56,05	3,18	56,05	8.855
Temmuz	0,00	0,00	4,46	74,27	4,46	74,27	9.623
Ağustos	0,00	0,00	3,86	94,23	3,86	94,23	9.768
Eylül	0,00	0,00	3,58	26,64	3,58	26,64	22.712
Ekim	5,50	0,00	3,67	31,88	9,17	31,88	22.747
Kasım	21,65	89,39	4,16	39,01	25,80	128,39	22.582
Aralık	27,21	223,35	4,56	43,19	31,78	266,54	22.882
TOPLAM	**126,20**	**1052,20**	**45,91**	**529,81**	**172,10**	**1582,01**	**232.669**

**Kişi Sayısı: Personel + Öğrenci + Ziyaretçi*

**Toplam Alan: 212.838 m²*

Enerji Yoğunluklarının yarısından fazlasını birincil enerji türünden doğalgaz oluşturmaktadır.

Binadaki kişi başına düşen toplam yıllık enerji tüketimi ortalama **1.582,01 kWh/Kişi**'dir. Birim alan başına düşen toplam tüketim ise yıllık **172,10 kWh/m²**'dir.

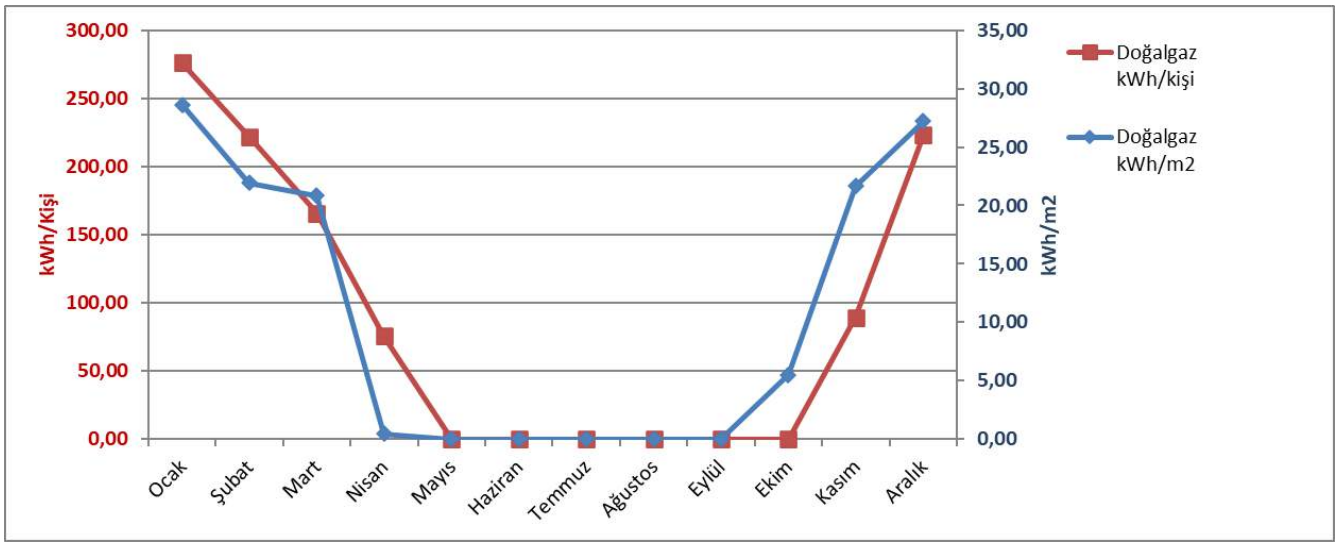
BEP Yönetmeliğinde 3.Bölgede bulunan Eğitim binalarının birim alan başına düşen yıllık tüketimleri 300 kWh/m².yıl olarak referans alınmıştır. KKÜ Merkez Kampüsü tüketimleri bu referans gösterge ile oranlandığında %42 daha tasarruflu olduğu tespit edilmiştir

(1-172,10/300=*0,42*).

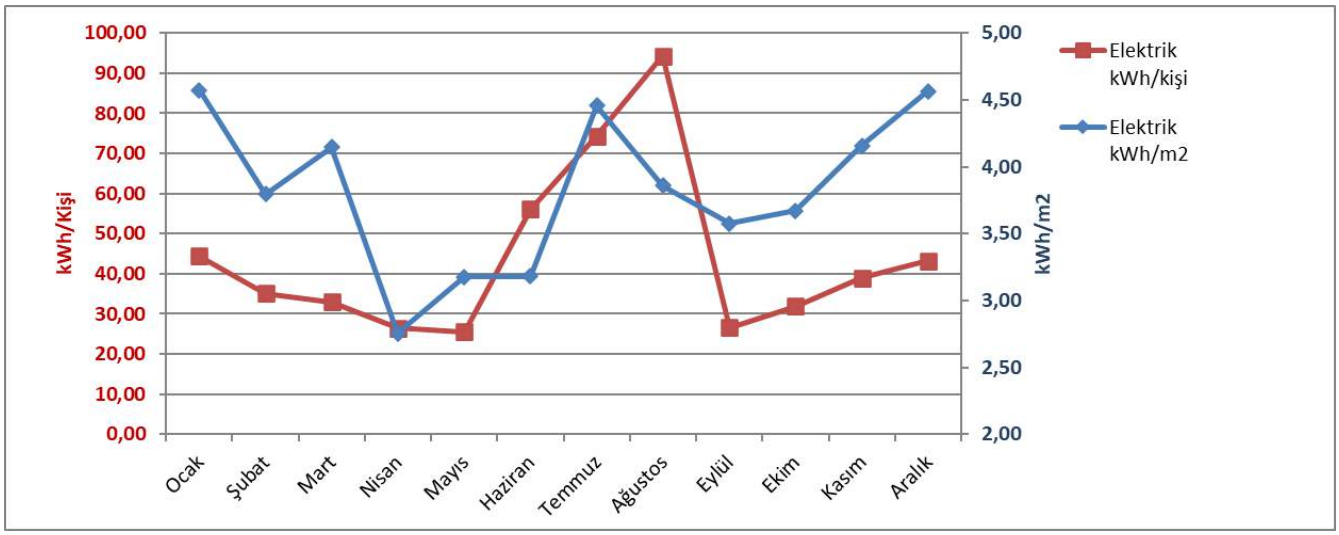
Enerji Yoğunluğu Grafikleri:

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.

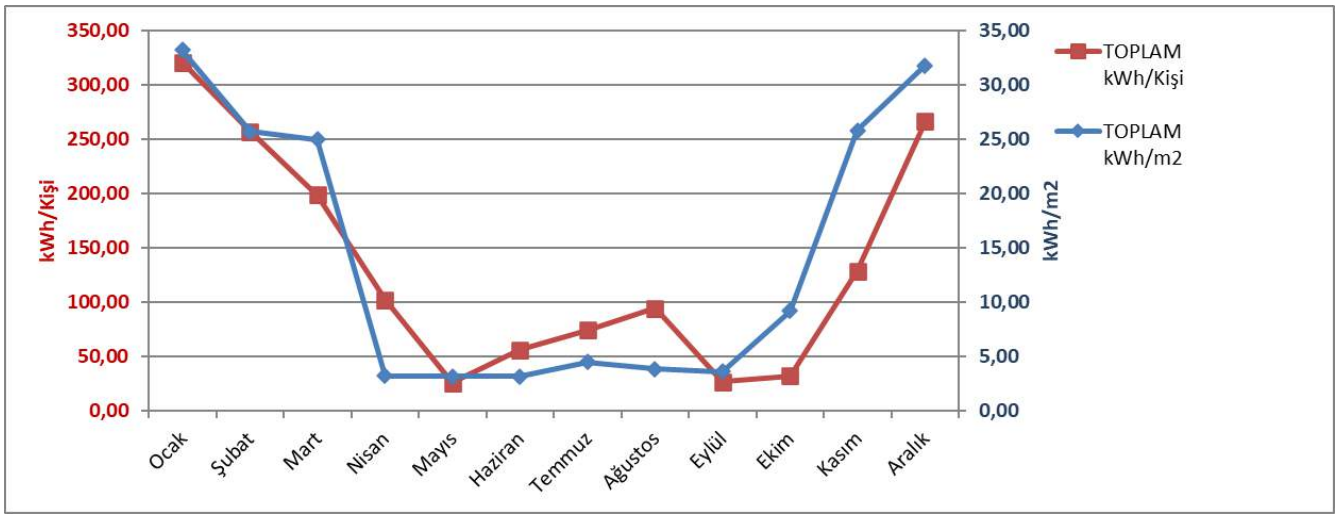
Grafikler incelendiğinde yaz aylarında kişi başına olan doğalgaz tüketimlerinin azaldığı, elektrik tüketimlerinin arttığı görülmektedir. Bunun sebebi yaz tüketimlerinin soğutma amaçlı olmasıdır.



Grafik 9. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Doğalgaz



Grafik 10. Enerji Yoğunluğu Grafiği – Elektrik



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

Tablo 22. Tüketim Analizleri Tablosu

GÖSTERGELER	Birimi	2022	2023	2024	Ortalama
m^2 Başına Toplam Tüketim	kWh/m^2.yıl	147,54	123,64	137,55	**136,24**
m^3 Başına Toplam Tüketim	kWh/m^3.yıl	36,88	30,91	34,39	**34,06**
m^2 Başına Toplam Tüketim Maliyeti	TL/m^2.yıl	221,83	227,99	302,35	**250,72**
Kişi Başına Tüketim	kWh/kişi.yıl	134,96	113,10	125,83	**124,63**
m^2 Başına Elektrik Tüketimi	kWh/m^2.yıl	23,74	23,35	25,15	**24,08**
m^2 Başına Yakıt Tüketimi	kWh/m^2.yıl	123,80	100,29	112,39	**112,16**
m^2 Başına Emisyon	Ton CO_2 eşd./m^2.yıl	39,41	33,74	37,37	**36,84**
Kişi Başına Emisyon	Ton CO_2 eşd/kişi.yıl	36,05	30,87	34,18	**33,70**
HDD (IDGS) Başına Yakıt Tüketimi	kWh/ IDSG.m^2.yıl	0,056	0,052	0,057	**0,055**
CDD (SDGS) Başına Elektrik Tüketimi	kWh/ SDGS.m^2.yıl	0,067	0,058	0,067	**0,064**

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

Bu Ölçme ve Doğrulama (Ö&D) planı, Kırıkkale Üniversitesi Yerleşke Binalarında 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 23. Doğalgaz Referans Enerji Regresyon Analizi Veri Seti

Yıllar	Aylar	Doğalgaz Tüketimi	Isıtma Derece Gün Sayısı
	Aylar	Sm^3	HDD
2022	Ocak	622.872,00	531,00
	Şubat	517.274,00	400,00
	Mart	567.296,00	447,00
	Nisan	165.812,00	100,00
	Mayıs	-	52,00
	Haziran	-	0,00
	Temmuz	-	0,00
	Ağustos	-	0,00
	Eylül	-	0,00
	Ekim	48.242,00	84,00
	Kasım	356.670,00	234,00
	Aralık	469.390,00	359,00
2023	Ocak	583.918,00	477,00
	Şubat	470.299,00	410,00
	Mart	350.770,00	266,00
	Nisan	158.796,00	141,00
	Mayıs	-	31,00
	Haziran	-	0,00
	Temmuz	-	0,00
	Ağustos	-	0,00
	Eylül	-	0,00
	Ekim	-	36,00
	Kasım	187.460,00	193,00
	Aralık	474.630,00	359,00
2024	Ocak	566.305,00	434,00
	Şubat	433.381,00	305,00
	Mart	411.707,00	289,00
	Nisan	8.645,00	31,00
	Mayıs	-	49,00
	Haziran	-	0,00
	Temmuz	-	0,00
	Ağustos	-	0,00
	Eylül	-	0,00
	Ekim	108.650,00	124,00
	Kasım	427.857,00	312,00
	Aralık	537.906,00	417,00

Tablo 24. Doğalgaz Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,994363
R Kare	0,988757
Ayarlı R Kare	0,960186
Standart Hata	33472,4
Gözlem	36

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	1	3,45E+12	3,45E+12	3078,034	6,15E-35
Fark	35	3,92E+10	1,12E+09		
Toplam	36	3,49E+12			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
HDD	1265,117	22,80311	55,48003	1,05E-35	1218,825	1311,41	1218,825	1311,41

R^2=0,988

Referans Doğalgaz Tüketimi = (1265,117 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 25. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Veri Seti

Yıllar	Aylar	Elektrik Tüketimi	Isıtma Derece Gün Sayısı	Soğutma Derece Gün Sayısı
	Aylar	kWh	HDD	CDD
2022	Ocak	511.593,60	531,00	0,00
	Şubat	452.281,20	400,00	0,00
	Mart	535.398,60	447,00	0,00
	Nisan	396.267,00	100,00	0,00
	Mayıs	353.349,00	52,00	15,00
	Haziran	344.862,00	0,00	29,00
	Temmuz	301.750,80	0,00	69,00
	Ağustos	358.041,00	0,00	188,00
	Eylül	358.772,40	0,00	50,00
	Ekim	424.267,20	84,00	1,00
	Kasım	484.228,20	234,00	0,00
	Aralık	531.589,80	359,00	0,00
2023	Ocak	554.746,20	477,00	0,00
	Şubat	438.012,00	410,00	0,00
	Mart	411.378,00	266,00	0,00
	Nisan	328.550,40	141,00	0,00
	Mayıs	315.537,00	31,00	0,00
	Haziran	271.956,60	0,00	26,00
	Temmuz	391.602,60	0,00	127,00
	Ağustos	504.348,60	0,00	226,00
	Eylül	331.572,60	0,00	27,00
	Ekim	397.384,80	36,00	0,00
	Kasım	482.655,00	193,00	0,00
	Aralık	541.539,60	359,00	0,00
2024	Ocak	533.176,80	434,00	0,00
	Şubat	442.483,20	305,00	0,00
	Mart	483.607,20	289,00	0,00
	Nisan	321.098,40	31,00	4,00
	Mayıs	370.336,80	49,00	1,00
	Haziran	370.847,40	0,00	96,00
	Temmuz	519.777,00	0,00	128,00
	Ağustos	450.197,40	0,00	117,00
	Eylül	417.174,00	0,00	30,00
	Ekim	428.241,60	124,00	0,00
	Kasım	484.752,60	312,00	0,00
	Aralık	532.183,20	417,00	0,00

Tablo 26. Elektrik Referans Enerji Tüketimi Regresyon Analizi

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,803896
R Kare	0,646249
Ayarlı R Kare	0,62481
Standart Hata	49023,48
Gözlem	36

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	2	1,45E+11	7,24E+10	30,14303	3,58E-08
Fark	33	7,93E+10	2,4E+09		
Toplam	35	2,24E+11			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	338556,4	15166,28	22,32298	1,74E-21	307700,4	369412,4	307700,4	369412,4
HDD	418,8169	54,24759	7,72047	6,83E-09	308,4493	529,1844	308,4493	529,1844
CDD	564,9943	168,5702	3,351686	0,002025	222,0357	907,9528	222,0357	907,9528

R^2=0,62 (0,75'in altında fakat yakın olduğu için kabul edildi)

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 Doğalgaz Tüketimi = (418,8169 x HDD + 564,9943 x CDD + 338556,4)

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 27. 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.)
5 Adet Yalıtmsız Binaların Dış Cephelerine 8cm Taşyünü Yalıtım	C	95%	5%	111.670	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Pencerelerin Fitillerinin Değişimi ve Bakım Yapılması	C	95%	5%	212.838	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Ana Isı Merkezi Kazanlarında Yanma Kontrolünün İyileştirilmesi ve Lokal Yalıtım Uygulamaları	C	95%	5%	199.213	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
MYO Isı Merkezi Kazan ve Tesisat Sistemlerinin İyileştirilmesi, Kazan Dairesi Revizyonu ve Su Yumuşatma Sistemi Kurulumu	C	95%	5%	13.625	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Radyatör ve Havalandırma Santrali Devrelerinin Ayrılması, Kütüphane ve Ek Çalışma Binası Isıtma Devrelerinin Ayrılması..	C	95%	5%	117.048	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Yalıtımsız Tesisat Elemanlarına Yalıtım Ceketi Uygulanması	C	95%	5%	212.838	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Rektörlük Binası Cam Cepheye Güneş Kırıcı ve Üst Kotta Elektrikli Açılır Pencere Yapılması	C	95%	5%	15.075	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Pompaların Yüksek Verimlilikli Pompalar ile Değişimi	C	95%	5%	212.838	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Aydınlatma Sistemi LED Dönüşümü	C	95%	5%	182.240	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
GES Kurulumu	C	95%	5%	212.838	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
Iso 50001 Enerji Yönetim Sistemi	C	95%	5%	212.838	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70
	C	95%	5%	212.838	1322,30	12322,00	13644,30	302.012.478,18	302.012.478,18	43.951,70

3. ENERJİ PERFORMANSI

Tablo 28. Binanın Enerji Kimlik Belgesi Sonuçları

Bina Adı	Sera Gazı Emisyonu (kg eşd. CO_2/m^2.yıl)	Sera Gazı Sınıfı	Yıllık Enerji Tüketimi		EKB Sınıfı
			Birincil (kWh/yıl)	m^2 Başına (kWh/m^2.yıl)	
Mühendislik ve Doğa Bilimleri A-B-C Blok	31,38	C	5.562.278,76	124,91	**C**
Veteriner Fakültesi	23,06	B	3.118.984,58	91,15	**B**
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	24,66	C	2.402.465,28	95,19	**C**
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	33,50	D	2.107.012,31	129,13	**D**
Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	19,92	B	1.148.440,36	78,47	**B**
Merkezi Derslikler Binası	20,74	B	1.054.522,62	84,70	**B**
Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	22,60	D	1.026.659,55	88,70	**D**
Güzel Sanatlar Fakültesi	28,36	E	927.906,45	115,60	**E**
Eğitim Fakültesi	19,99	C	354.273,29	71,10	**C**
Merkez Kütüphane	25,29	C	612.013,09	102,96	**C**
Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	24,74	B	397.105,81	100,61	**B**
Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	17,60	C	78.413,55	71,29	**C**
AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	18,54	C	235.239,58	73,75	**C**
Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	64,61	B	568.508,52	270,72	**B**
Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	50,75	D	213.577,54	214,11	**D**
Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	37,74	C	293.516,64	157,91	**C**
Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	22,43	C	780.340,40	86,79	**C**
MYO Yemekhane	93,29	C	723.282,46	385,60	**C**
MYO Bilgisayar Laboratuvar Binası	34,78	F	131.520,21	134,75	**F**
Sağlık MYO	14,71	B	94.718,47	59,69	**B**
TOPLAM:	**628,69**		**21.830.779,47**	**2.537,13**	

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

BEP Yönetmeliğine göre ibadethaneler EKB'den muaf olduğu için Camii'ye EKB hazırlanmamıştır. Binaların ısıtma, sıcak su, soğutma, havalandırma, aydınlatma, yenilenebilir enerji, yalıtım, pencere, bina tipi ve kullanım amacı gibi özelliklere göre yapılmış olan sınıflandırmalar A-G aralığındadır. Veterinerlik, Merkezi Derslikler, Rektörlük, Spor Bilimleri, Spor Salonu (Yemekhane Yanı) ve Sağlık MYO binaları en iyi sınıfa sahip binalar iken MYO Bilgisayar Laboratuvarı en düşük sınıfa sahiptir.

Enerji Kimlik Belgesi sonuçlarına göre bütün binaların birincil enerji türünden yıllık enerji tüketimi toplamı **2.1.830.779,47 kWh/m^2.yıl**'dır. Birim alanda tüketilen birincil enerji ise **2.537,13 kWh/m^2**'dir.

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



ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	21-12-1995
Toplam Alan:	48.387,00
İklimlendirilen Alan:	44.529,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü

ENERJİ PERFORMANSI — ORAN

A 0 - 39
B 40 - 79
C 80 - 99 — 83
D 100 - 119
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

SERA GAZI EMİSYONU — ORAN

A 0-32
B 40 - 79
C 80 - 99 — 82
D 100 - 119
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI

% 0,00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	5.562.278,76	124,91	0,00	0,00	C
Isıtma	3.871.938,12	86,95	0,00	0,00	F
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	A
Soğutma	758.330,39	17,03	0,00	0,00	C
Havalandırma	109.225,13	2,45			E
Aydınlatma	822.785,12	18,48			B
Kojenerasyon	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 26. Mühendislik Fakültesi A-B-C Blok EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	12-03-2010
Toplam Alan:	34.219,88
İklimlendirilen Alan:	34.219,88
UAVT Bina No:	
Adresi:	VETERİNER FAKÜLTESİ KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	3.118.984,58	91,15	0,00	0,00	B
Isıtma	907.857,88	26,53	0,00	0,00	B
Sıhhi Sıcak Su	1.153.897,05	33,72	0,00	0,00	D
Soğutma	573.341,02	16,75	0,00	0,00	E
Havalandırma	150.904,06	4,41			F
Aydınlatma	332.984,58	9,73			B
Kojenerasyon	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 27. Veteriner Fakültesi EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	20-12-1988
Toplam Alan:	25.239,00
İklimlendirilen Alan:	25.239,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	İNSAN VE TOPLUM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	2.402.465,28	95,19	0,00	0,00	C
Isıtma	1.291.484,39	51,17	0,00	0,00	F
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	435.296,39	17,25	0,00	0,00	B
Havalandırma	64.109,73	2,54			E
Aydınlatma	611.574,77	24,23			B
Kojenerasyon	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 28. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi EKB



ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	03-09-1997
Toplam Alan:	16.317,00
İklimlendirilen Alan:	21.756,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	İKTİSATİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü

ENERJİ PERFORMANSI — ORAN

A 0 - 39
B 40 - 79
C 80 - 99
D 100 - 119
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

SERA GAZI EMİSYONU — 33,50 — ORAN — 97

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI — % 0,00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	2.107.012,31	129,13	0,00	0,00	D
Isıtma	1.112.252,65	68,17	0,00	0,00	F
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	373.311,91	22,88	0,00	0,00	B
Havalandırma	55.244,71	3,39			E
Aydınlatma	566.203,05	34,70			B
Kojenerasyon	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)

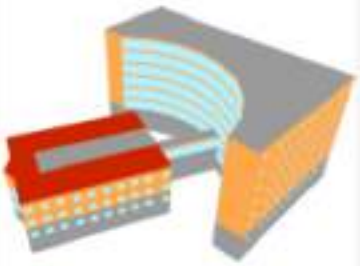
Resim 29. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	İşyeri Binası
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	20-12-1988
Toplam Alan:	16.966,01
İklimlendirilen Alan:	14.635,77
UAVT Bina No:	
Adresi:	REKTÖRLÜK (MAKAM VE İDARİ) KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	1.148.440,36	78,47	0,00	0,00	B
Isıtma	751.960,18	51,38	0,00	0,00	B
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	127.087,97	8,68	0,00	0,00	E
Havalandırma	72.257,73	4,94			F
Aydınlatma	197.134,48	13,47			C
Kojenerasyon	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 30. Rektörlük (Makam ve İdari) EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	15-01-2018
Toplam Alan:	12.450,14
İklimlendirilen Alan:	12.450,14
UAVT Bina No:	
Adresi:	MERKEZİ DERSLİKLER KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Binasal (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	1.054.522,62	84,70	0,00	0,00	B
Isıtma	369.364,45	29,67	0,00	0,00	B
Sıhhi Sıcak Su	488.118,71	39,21	0,00	0,00	D
Soğutma	109.334,04	8,78	0,00	0,00	E
Havalandırma	49.580,75	3,98			F
Aydınlatma	38.115,68	3,06			B
Kojenerasyon	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 31. Merkezi Derslikler EKB



ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	03-09-1997
Toplam Alan:	11.574,00
İklimlendirilen Alan:	11.574,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	HUKUK FAKÜLTESİ KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü

ENERJİ PERFORMANSI — ORAN

A 0 - 39
B 40 - 79
C 80 - 99
D 100 - 119 — 108
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

SERA GAZI EMİSYONU — 22,60 — ORAN

A 0 - 32
B 40 - 79
C 80 - 99
D 100 - 119 — 103
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI

% 0,00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	1.026.659,55	88,70	0,00	0,00	D
Isıtma	634.695,14	54,84	0,00	0,00	G
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	189.049,16	16,33	0,00	0,00	C
Havalandırma	30.461,58	2,63			E
Aydınlatma	172.453,66	14,90			B
Kojenerasyon	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 32. Hukuk Fakültesi EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	21-12-1995
Toplam Alan:	8.027,06
İklimlendirilen Alan:	8.027,06
UAVT Bina No:	
Adresi:	GÜZEL SANATLAR FAKÜLTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	927.906,45	115,60	0,00	0,00	E
Isıtma	748.818,20	93,29	0,00	0,00	F
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	32.931,11	4,10	0,00	0,00	B
Havalandırma	14.739,48	1,84			C
Aydınlatma	131.417,66	16,37			C
Kojenerasyon	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 33. Güzel Sanatlar Fakültesi EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	01-01-1993
Toplam Alan:	4.982,49
İklimlendirilen Alan:	4.982,49
UAVT Bina No:	
Adresi:	EĞİTİM FAKÜLTESİ KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	354.273,29	71,10	0,00	0,00	C
Isıtma	29.497,50	5,92	0,00	0,00	A
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	59.552,77	11,95	0,00	0,00	D
Havalandırma	14.798,06	2,97			F
Aydınlatma	250.424,94	50,26			C
Kojenerasyon	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 34. Eğitim Fakültesi EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	28-11-1995
Toplam Alan:	7.585,81
İklimlendirilen Alan:	5.944,31
UAVT Bina No:	
Adresi:	MERKEZ KÜTÜPHANE KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	612.013,09	102,96	0,00	0,00	C
Isıtma	493.872,41	83,08	0,00	0,00	B
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	23.171,33	3,90	0,00	0,00	C
Havalandırma	22.833,39	3,84			F
Aydınlatma	72.135,97	12,14			C
Kojenerasyon	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 35. Merkez Kütüphane EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	04-10-2005
Toplam Alan:	3.946,83
İklimlendirilen Alan:	3.946,83
UAVT Bina No:	
Adresi:	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ D BLOK KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	397.105,81	100,61	18.348,44	4,65	B
Isıtma	218.264,35	55,30	0,00	0,00	C
Sıhhi Sıcak Su	105.739,84	26,79	18.348,44	4,65	B
Soğutma	23.913,85	6,06	0,00	0,00	C
Havalandırma	14.202,79	3,60			F
Aydınlatma	34.984,98	8,86			B
Kojenerasyon	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:

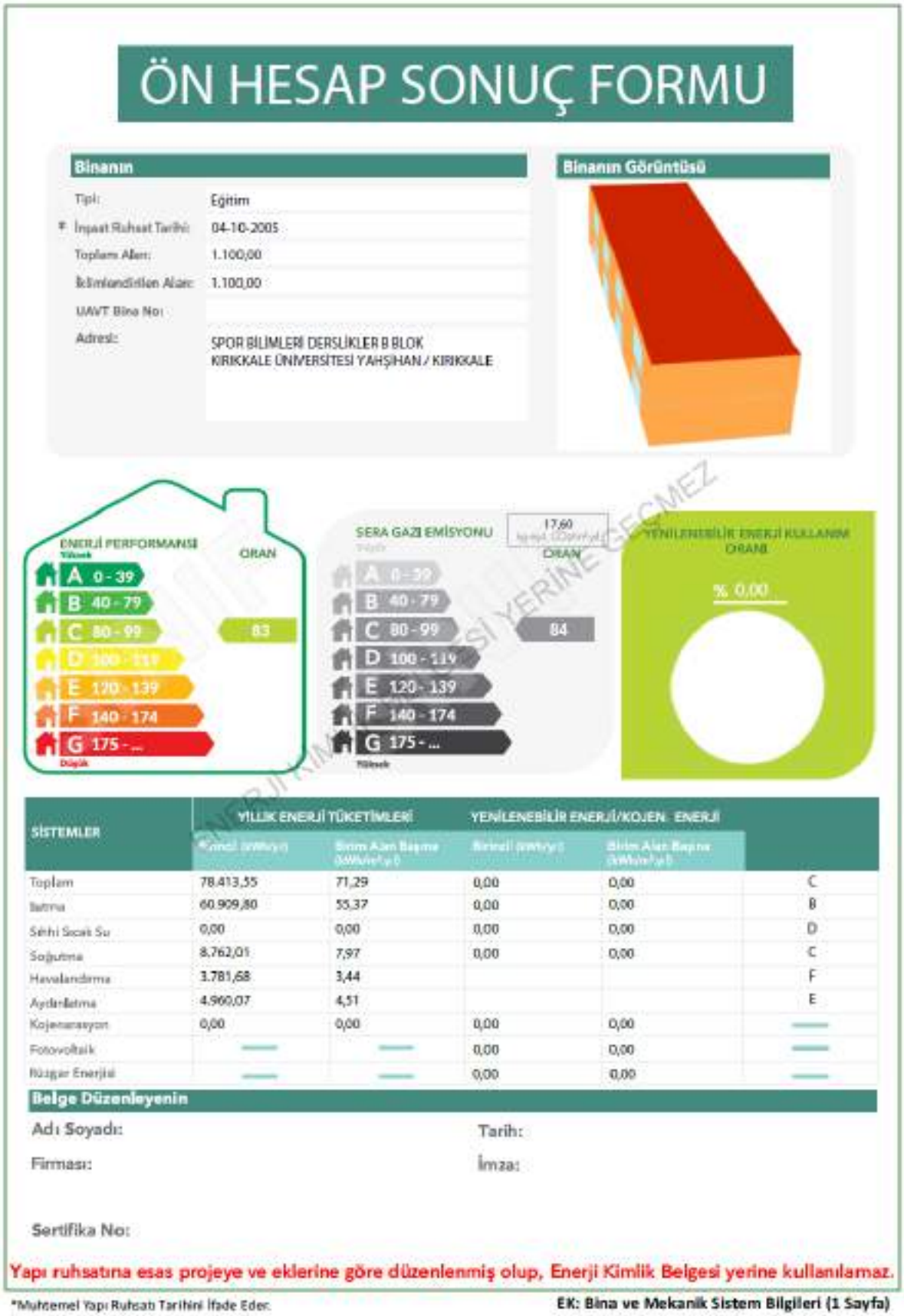
Sertifika No:

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 36. Spor Bilimleri Fakültesi D Blok EKB



ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	04-10-2005
Toplam Alan:	1.100,00
İklimlendirilen Alan:	1.100,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	SPOR BİLİMLERİ DERSLİKLER B BLOK KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü

ENERJİ PERFORMANSI — ORAN

A 0 - 39
B 40 - 79
C 80 - 99 — 83
D 100 - 119
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

SERA GAZI EMİSYONU — 17,60 — ORAN

A 0-32
B 40 - 79
C 80 - 99 — 84
D 100 - 119
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI

% 0,00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	78.413,55	71,29	0,00	0,00	C
Isıtma	60.909,80	55,37	0,00	0,00	B
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	8.762,01	7,97	0,00	0,00	C
Havalandırma	3.781,68	3,44			F
Aydınlatma	4.960,07	4,51			E
Kojenerasyon	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 37. Spor Bilimleri Derslikler (B Blok) EKB



ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	04-10-2005
Toplam Alan:	3.189,84
İklimlendirilen Alan:	3.189,84
UAVT Bina No:	
Adresi:	AB OFİSİ - PERSONEL YEMEKHANE (JİMNASTİK SALONU) KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	235.239,58	73,75	0,00	0,00	C
Isıtma	163.020,00	51,11	0,00	0,00	C
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	19.595,11	6,14	0,00	0,00	D
Havalandırma	9.333,09	2,93			E
Aydınlatma	43.291,38	13,57			C
Kojenerasyon	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 38. AB Ofisi – Jimnastik Salonu EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	12-03-2010
Toplam Alan:	2.100,00
İklimlendirilen Alan:	2.100,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	KAPALI SPOR SALONU (YEMEKHANE YANI) KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	568.508,52	270,72	0,00	0,00	B
Isıtma	447.530,85	213,11	0,00	0,00	C
Sıhhi Sıcak Su	78.291,72	37,28	0,00	0,00	B
Soğutma	4.475,36	2,13	0,00	0,00	B
Havalandırma	3.121,82	1,49			B
Aydınlatma	35.088,77	16,71			A
Kojenerasyon	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:

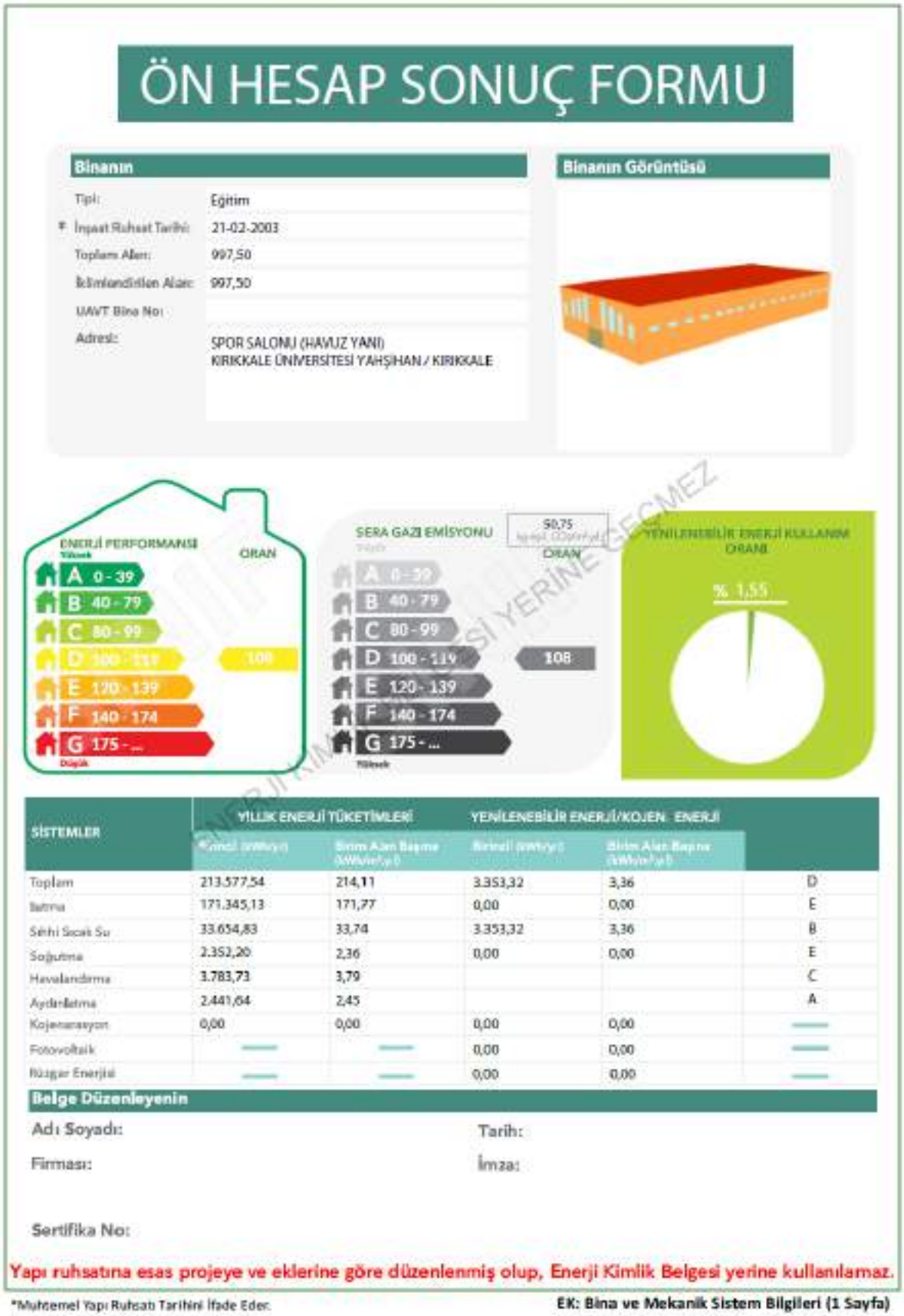
Sertifika No:

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 39. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) EKB



ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	21-02-2003
Toplam Alan:	997,50
İklimlendirilen Alan:	997,50
UAVT Bina No:	
Adresi:	SPOR SALONU (HAVUZ YANI) KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü

ENERJİ PERFORMANSI — ORAN

A 0 - 39
B 40 - 79
C 80 - 99
D 100 - 119 — 108
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

SERA GAZI EMİSYONU — 50,75 — ORAN

A 0 - 39
B 40 - 79
C 80 - 99
D 100 - 119 — 108
E 120 - 139
F 140 - 174
G 175 - ...

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI

% 1,55

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	213.577,54	214,11	3.353,32	3,36	D
Isıtma	171.345,13	171,77	0,00	0,00	E
Sıhhi Sıcak Su	33.654,83	33,74	3.353,32	3,36	B
Soğutma	2.352,20	2,36	0,00	0,00	E
Havalandırma	3.783,73	3,79			C
Aydınlatma	2.441,64	2,45			A
Kojenerasyon	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 40. Spor Salonu (Havuz Yanı) EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	04-10-2005
Toplam Alan:	1.858,75
İklimlendirilen Alan:	1.858,75
UAVT Bina No:	
Adresi:	SOSYAL TESİS VE KONUKEVİ KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	293.516,64	157,91	0,00	0,00	C
Isıtma	134.563,51	72,39	0,00	0,00	C
Sıhhi Sıcak Su	136.953,41	73,68	0,00	0,00	C
Soğutma	13.688,73	7,36	0,00	0,00	C
Havalandırma	6.268,38	3,37			F
Aydınlatma	2.042,62	1,10			B
Kojenerasyon	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 41. Sosyal Tesis ve Konukevi EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	26-01-1990
Toplam Alan:	9.501,00
İklimlendirilen Alan:	8.991,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	KIRIKKALE MYO KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Enerji (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	780.340,40	86,79	0,00	0,00	C
Isıtma	432.306,44	48,08	0,00	0,00	B
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	100.647,42	11,19	0,00	0,00	E
Havalandırma	16.681,09	1,86			C
Aydınlatma	230.705,44	25,66			D
Kojenerasyon	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 42. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	26-01-1990
Toplam Alan:	1.875,75
İklimlendirilen Alan:	1.875,75
UAVT Bina No:	
Adresi:	MYO YEMEKHANE YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Binanın (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	723.282,46	385,60	0,00	0,00	C
Isıtma	46.298,84	24,68	0,00	0,00	D
Sıhhi Sıcak Su	569.217,15	303,46	0,00	0,00	C
Soğutma	47.555,92	25,35	0,00	0,00	D
Havalandırma	3.361,77	1,79			C
Aydınlatma	56.848,79	30,31			G
Kojenerasyon	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)

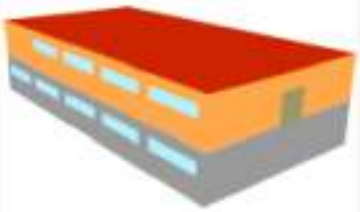
Resim 43. MYO Yemekhane EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	26-01-1990
Toplam Alan:	976,00
İklimlendirilen Alan:	976,00
UAVT Bina No:	
Adresi:	MYO BILGISAYAR LABORATUVARI YAHŞIHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Binanın (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	131.520,21	134,75	0,00	0,00	F
Isıtma	71.643,79	73,41	0,00	0,00	G
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	11.879,02	12,17	0,00	0,00	C
Havalandırma	1.786,11	1,83			C
Aydınlatma	46.211,29	47,35			E
Kojenerasyon	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 44. MYO Bilgisayar Laboratuvarı EKB

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi:	Eğitim
* İnşaat Ruhsat Tarihi:	26-01-1990
Toplam Alan:	1.586,88
İklimlendirilen Alan:	1.586,88
UAVT Bina No:	
Adresi:	SAĞLIK MYO KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ YAHŞİHAN / KIRIKKALE

Binanın Görüntüsü









SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
	*Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	Toplam (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m²yıl)	
Toplam	94.718,47	59,69	0,00	0,00	B
Isıtma	75.261,84	47,43	0,00	0,00	C
Sıhhi Sıcak Su	0,00	0,00	0,00	0,00	D
Soğutma	12.130,50	7,64	0,00	0,00	E
Havalandırma	3.016,67	1,90			C
Aydınlatma	4.309,46	2,72			A
Kojenerasyon	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 45. Sağlık MYO EKB

3 YAPISAL SİSTEMLER

3.1 MİMARİ YAPI

Kırıkkale Üniversitesi Merkez Yerleşkesi binalarının dağılımı aşağıdaki uydu görüntülerine, bina özellikleri ise aşağıdaki tabloya eklenmiştir. 23 adet binanın toplam alanı **212.838 m^2**'dir. Binaların tamamı **betonarme** olup 1993-2018 yılları arasında inşa edilmişlerdir.

Rektörlük, Merkezi Derslikler ve Eğitim Fakültesi binaları **kompozit** kaplı olup kaplama altında **5cm Taşyünü** ile ısı yalıtımı sağlanmıştır. Veteriner Fakültesinde taş kaplama altında **5cm EPS Köpük** bulunmaktadır. Yemekhane yanındaki Kapalı Spor Salonu ve Sağlık Hizmetleri MYO binalarına **3cm EPS** köpük ile mantolama yapılmıştır. Merkezi Kütüphane, Spor Bilimleri Fakültesi ve Derslikleri, AB Ofisi, Jimnastik Salonu, Sosyal Tesisler, MYO Yemekhanesi, Kırıkkale MYO ve Mavi Salon binalarında **Siding** kaplama altında **3cm XPS Köpük** malzemesi kullanılarak ısı yalıtımı sağlanmıştır. Kırıkkale MYO binasının atölye kısımları **yalıtımsız tuğla** duvardır. Mühendislik, İnsan Toplum Bilimleri, İktisat, Hukuk fakülteleri yalıtımsız olup yapı malzemesi olarak **gazbeton** kullanılmıştır. Havuz yanındaki kapalı spor salonu ve MYO Bilgisayar Laboratuvarı binaları ise **yalıtımsız tuğla** duvardır.

Tablo 29. Binaların Yapısal Özellikleri

	Bina Adı	Kat Adedi	Yapım Yılı	İnşaat Alanı (m^2)	EKB Sınıfı
1	Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi A-B-C Blok	B+Z+3	2005	47.100	C
2	Veteriner Fakültesi	B+Z+3	2010	30.650	B
3	İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	B+Z+4	2003	28.500	C
4	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	B+Z+2	2004	18.000	D
5	Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	2B+Z+5	2014	15.075	B
6	Merkezi Derslikler Binası	B+Z+2	2018	11.500	B
7	Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	B+Z+2	2003	10.800	D
8	Güzel Sanatlar Fakültesi	Z+1	93 Öncesi	7.270	E
9	Eğitim Fakültesi	B+Z+1	93 Öncesi	5.140	C
10	Merkez Kütüphane	B+Z+2	2003	5.968	C
11	Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	2B+Z+1	2005	4.949	B
12	Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	Z+1	2005	2.118	C
13	AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	B+Z+1	2005	2.613	C
14	Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	Z	2010	2.900	B
15	Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	Z	2005	1.540	D
16	Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	Z+2	2005	2.020	C
17	Camii	B+Z+Asma	2014	1.500	C
18	Kampüs Ana Isı Merkezi	Z+1+2	2004	1.570	C
19	MYO Isı Merkezi	Z+1	1999	560	F
20	Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	B+Z	1999	8.440	B
21	MYO Yemekhane	B+Z+1	1999	2.075	C
22	Bilgisayar Laboratuvar Binası (SHMYO Yanı)	B+Z+3	1999	500	B
23	Sağlık Hizmetleri MYO	B+Z+3	1999	2.050	C
			TOPLAM:	**24.383**	

Fakülte binalarında derslikler, amfiler, laboratuvarlar, atölyeler, akademisyen odaları, kantin, dekanlık, sekreterlik, idari odalar yer almaktadır. Merkezi derslikler binasında farklı fakültelerden öğrencilerin geldiği derslikler, idari odalar, öğrenci yemekhanesi bulunmaktadır. 2 kısımdan oluşan rektörlük binasında bir blok makam binası iken diğer blok ise yapı işleri, bilgi işlem vb müdürlüklerin yer aldığı idari ofisler yer almaktadır. Spor fakültesinde dersliklerin yanı sıra jimnastik salonu ve 2 adet kapalı spor salonu yer almaktadır. Sosyal tesis ve konukevi binasında restoran, mutfak, protokol salonu ve otel/misafirhane yer almaktadır. Merkezi kütüphane binası 2 bloktan oluşmaktadır. Kütüphane hizmetinin dışında çalışma salonları, bilgisayar salonu, idari odalar yer almaktadır. Veterinerlik fakültesinde derslikler ve idari birimlere ek olarak hayvanların tedavisi ve barınaklarının yer aldığı alan bulunmaktadır. MYO binaları ise kampüsün doğusunda yer alıp ayrı bir ısı merkezinden beslenmekte ve kendine ait derslikler, laboratuvar, yemekhane, seminer salonu binaları vardır.



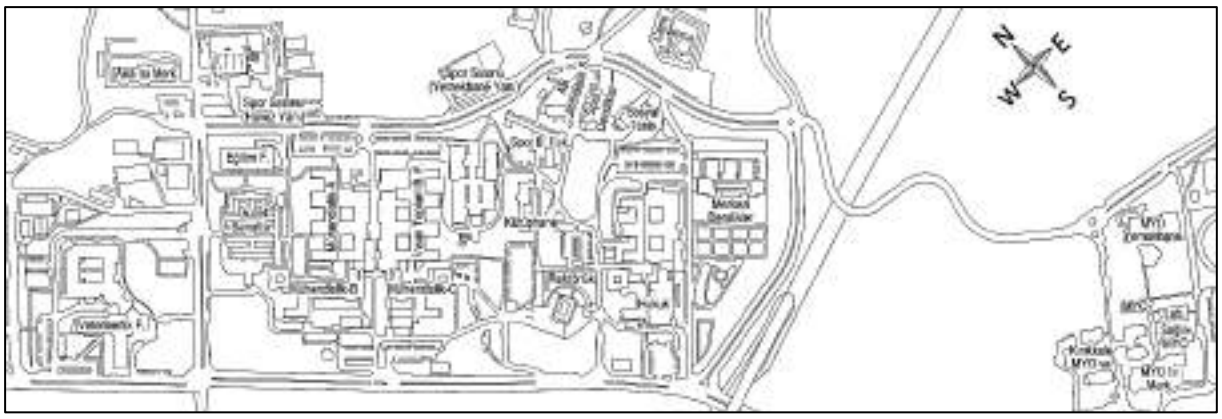
Resim 46. KKÜ Merkez Kampüsü Uydu Görüntüsü Fakülteler Tarafı



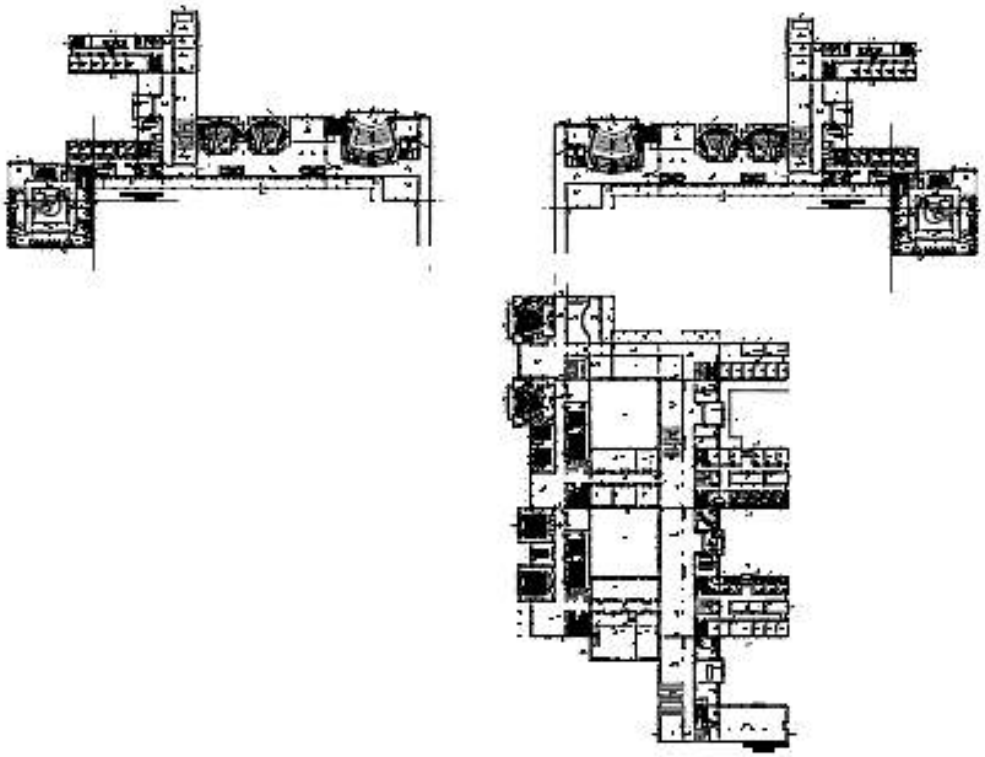
Resim 47. KKÜ Merkez Kampüsü Uydu Görüntüsü MYO Tarafı



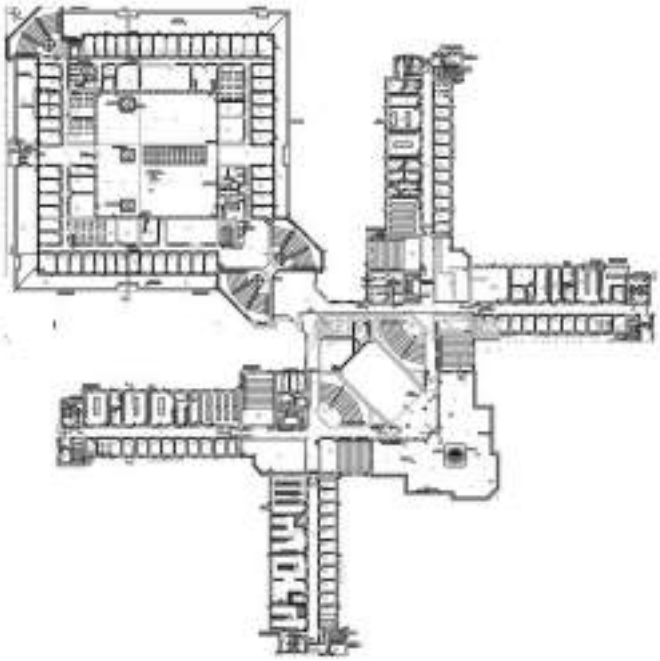
Resim 48. KKÜ Merkez Kampüsü Uydu Görüntüsü



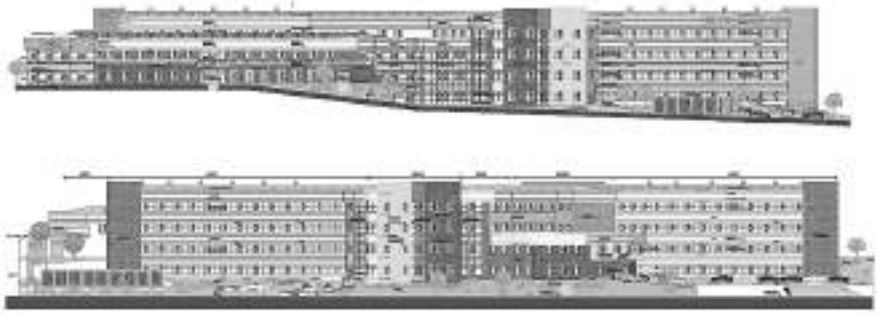
Resim 49. Vaziyet Planı



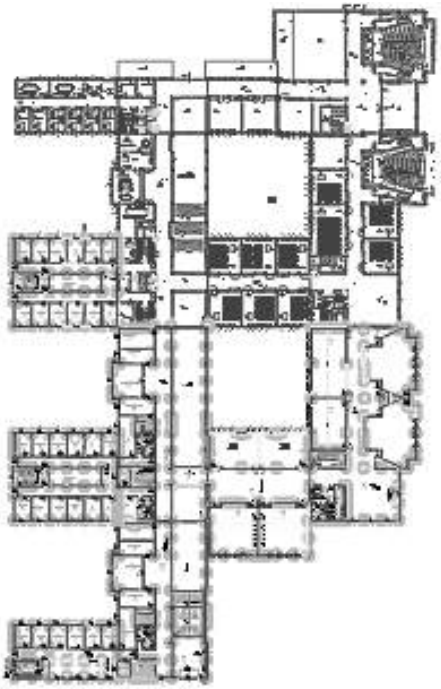
Resim 50. Mühendislik Fakültesi A-B-C Blok Kat Planı



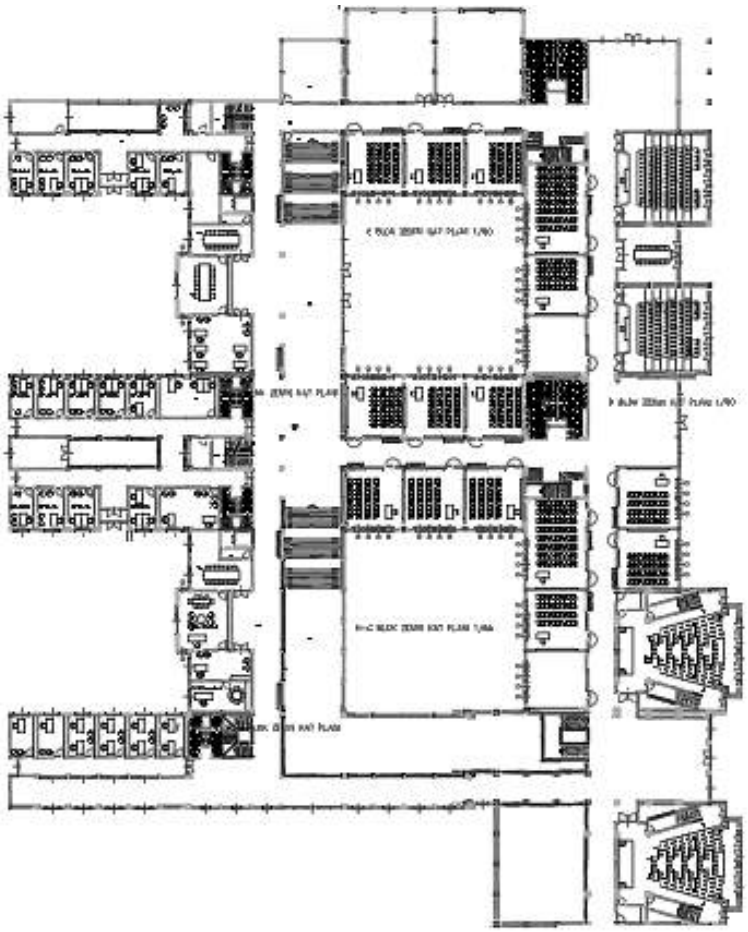
Resim 51. Veteriner Fakültesi Kat Planı



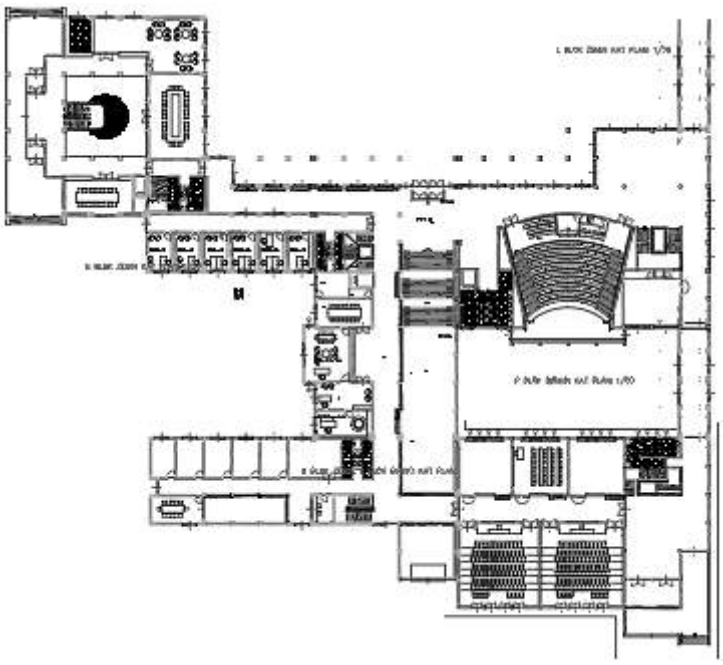
Resim 52. Veteriner Fakültesi Cephe Görünüşleri



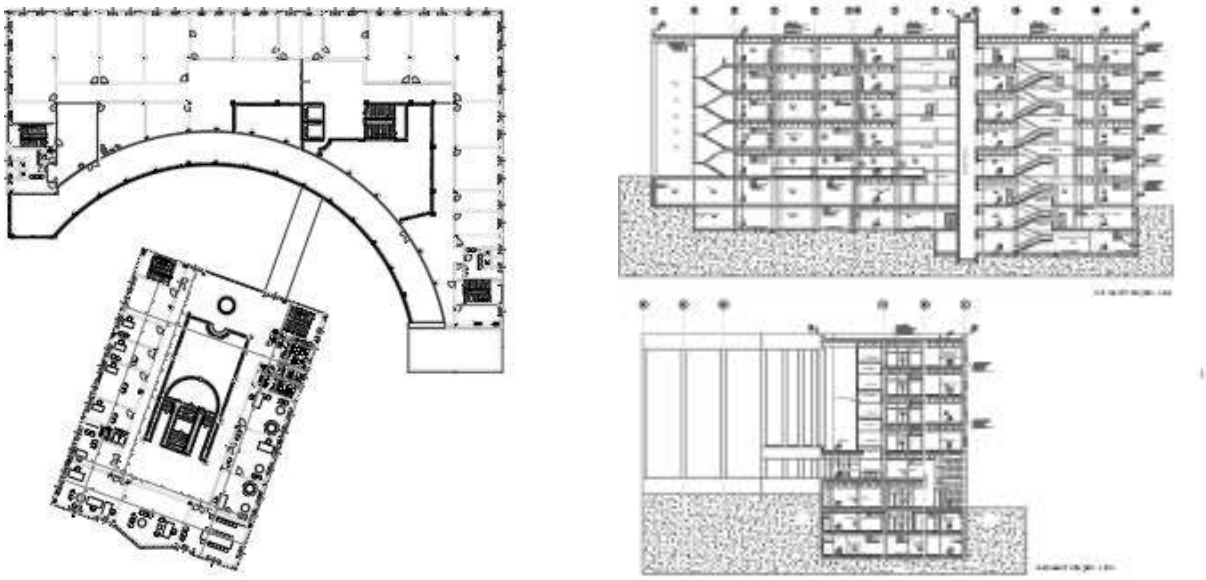
Resim 53. İnsan Toplum Bilimleri Kat Planı



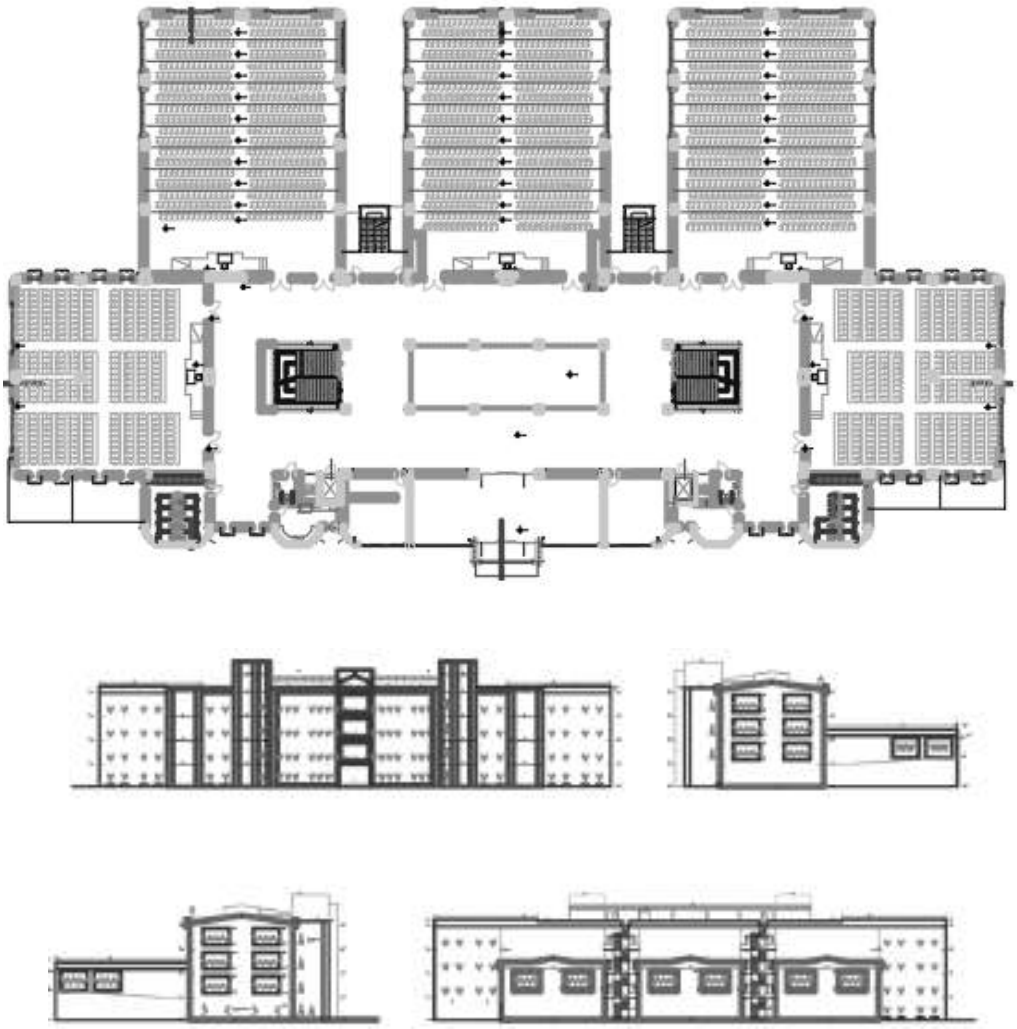
Resim 54. İktisadi İdari Bilimler Kat Planı



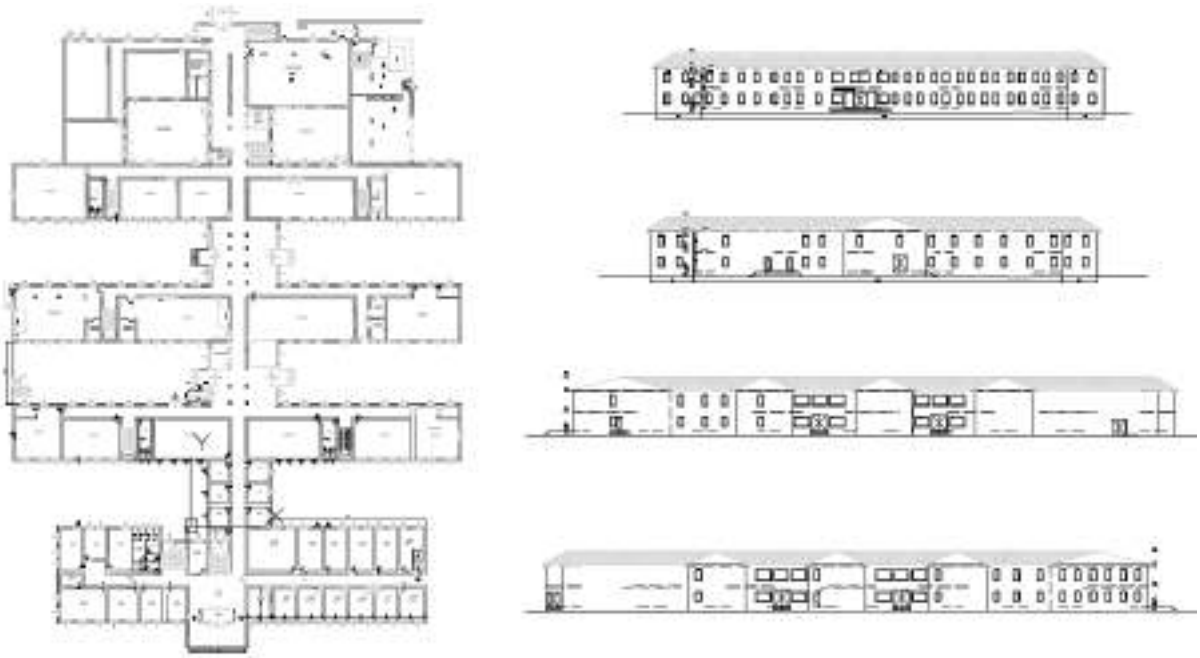
Resim 55. Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Kat Planı



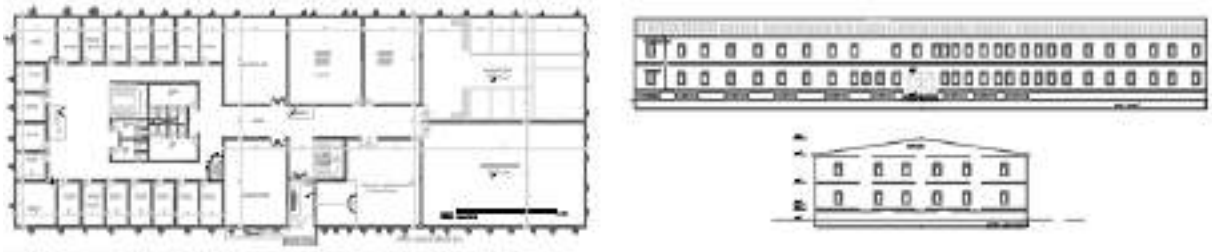
Resim 56. Rektörlük Kat Planı ve Kesitleri



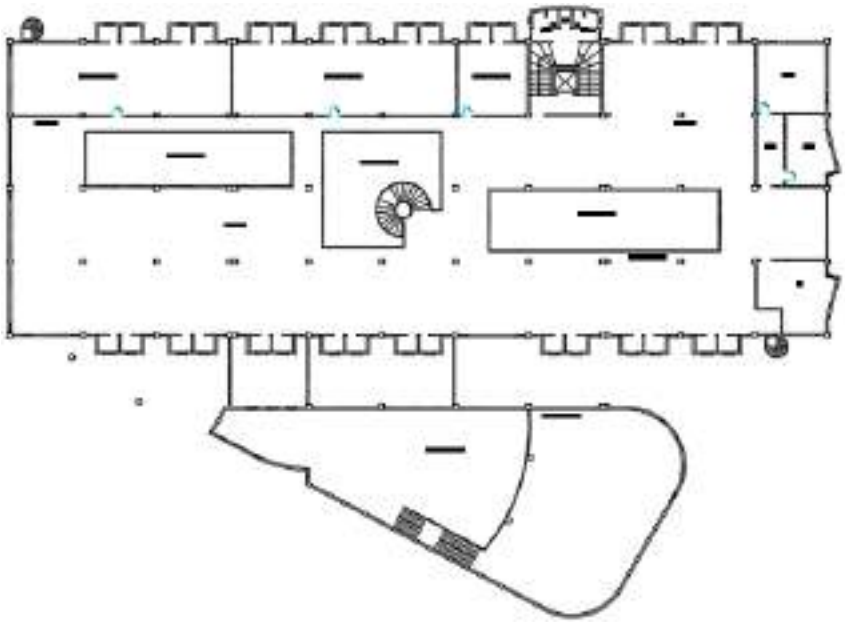
Resim 57. Merkezi Derslik Kat Planı ve Görünüşleri



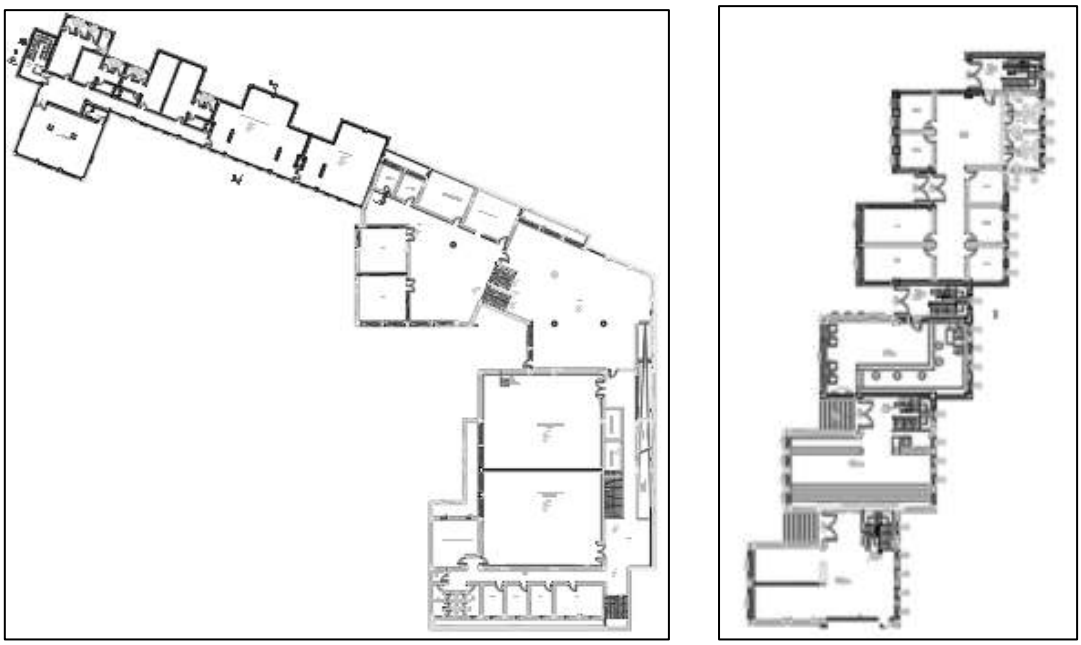
Resim 58. Güzel Sanatlar Kat Planı ve Görünüşleri



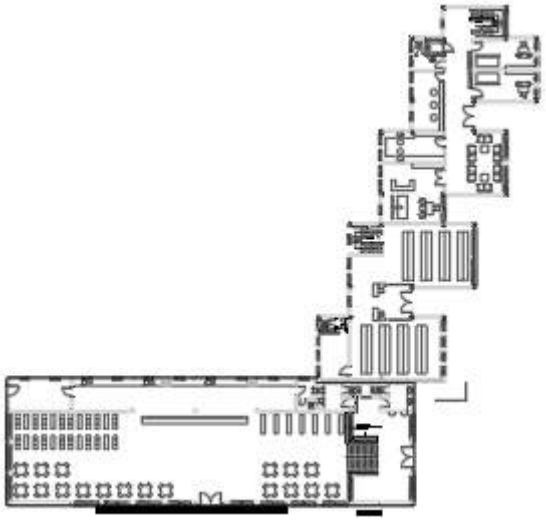
Resim 59. Eğitim Fakültesi Kat Planı ve Görünüşleri



Resim 60. Merkez Kütüphane Kat Planı



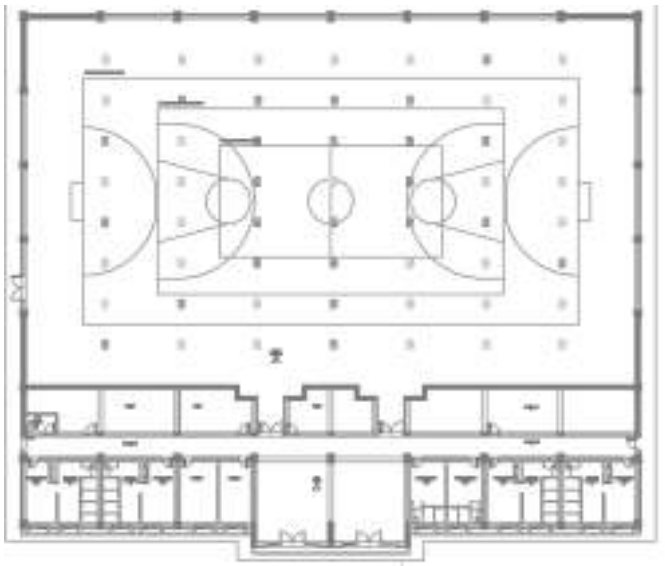
Resim 61. Spor Bilimleri D Blok ve B Blok Kat Planları



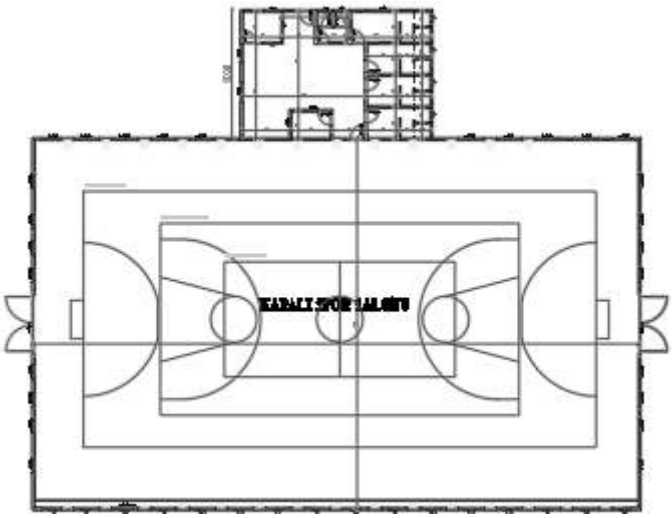
Resim 62. AB Ofisi ve Jimnastik Salonu (Eski Yemekhane) Kat Planı



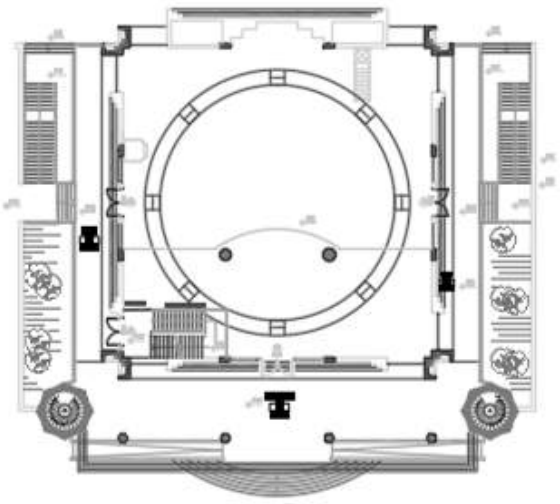
Resim 63. Sosyal Tesis ve Konukevi Kat Planı



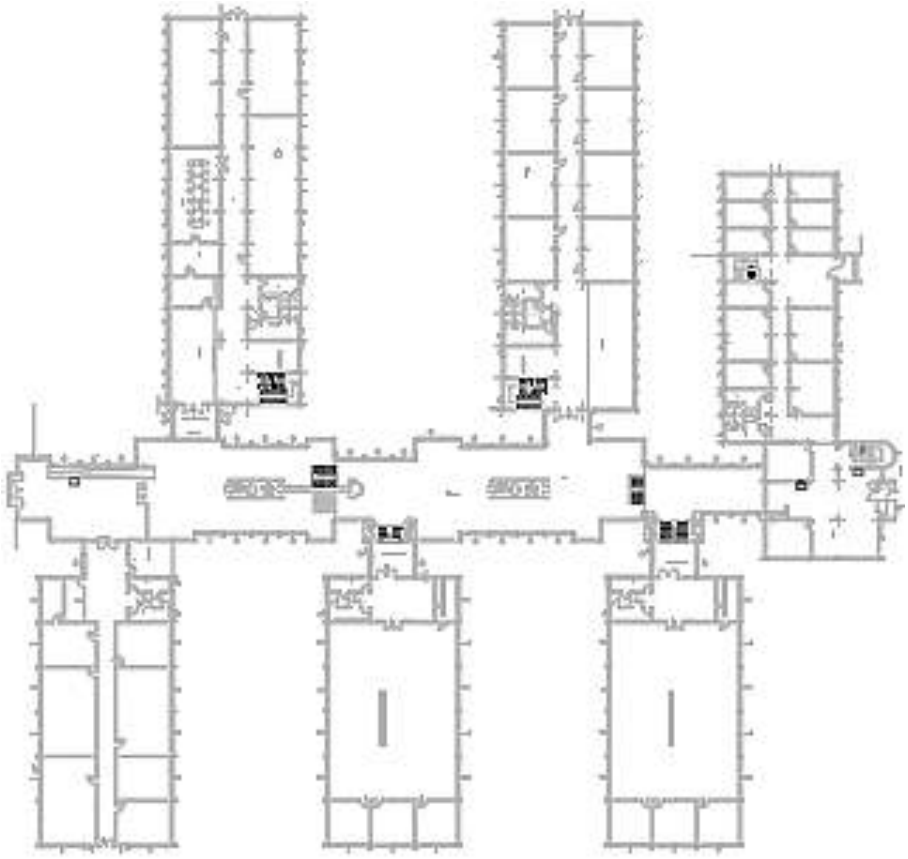
Resim 64. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) Kat Planı



Resim 65. Spor Salonu (Havuz Yanı) Kat Planı



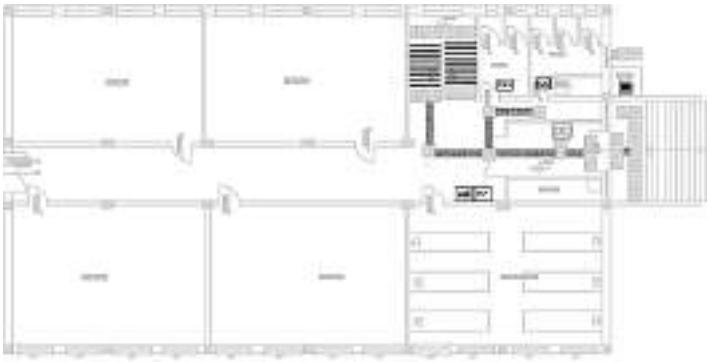
Resim 66. Camii Kat Planı



Resim 67. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Kat Planı



Resim 68. MYO Yemekhane Kat Planı



Resim 69. Sağlık MYO Kat Planı

3.2 ISI YALITIMI DURUMU

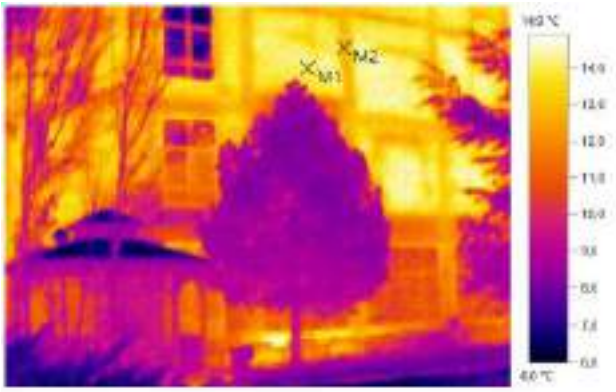
Binaların TS825 Isı Yalıtım Raporu hazırlanmış ve rapor ekine eklenmiştir. Binaların yalıtım malzemeleri "3.3 Duvar" başlığında detaylı olarak incelenmiştir. Bu başlıkta ise TS825'te hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları ve TS825 uygunlukları değerlendirilmiştir.

Tablo 30. TS825 Uygunluk Tablosu

Bina Adı	Yalıtım	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)	
Mühendislik A-B-C	**Yok**	3.787.501	164.850	22,98	17,15	**Q>Q' – Uygun Değil**
Veteriner Fakültesi	Var	2.314.131	147.120	15,73	18,45	**Q<Q' - Uygun**
İnsan ve Toplum Bil.	**Yok**	2.133.340	99.750	23,39	17,15	**Q>Q' – Uygun Değil**
İktisadi ve İdari Bil.	**Yok**	1.826.879	63.000	29,00	19,28	**Q>Q' – Uygun Değil**
Rektörlük Binası	Var	1.108.894	63.315	17,51	18,18	**Q<Q' - Uygun**
Merkezi Derslikler	Var	754.937	49.450	15,27	18,21	**Q<Q' - Uygun**
Hukuk Fakültesi	**Yok**	1.036.557	37.800	27,42	20,10	**Q>Q' – Uygun Değil**
Güzel Sanatlar Fakült	**Yok**	1.260.833	27.626	45,64	23,10	**Q>Q' – Uygun Değil**
Eğitim Fakültesi	Var	294.305	17.219	17,09	19,60	**Q<Q' - Uygun**
Merkez Kütüphane	Var	474.420	26.856	17,67	18,03	**Q<Q' - Uygun**
Spor Bilimleri D Blok	Var	378.441	20.291	18,65	19,31	**Q<Q' - Uygun**
Spor Bil. Derslikler B	Var	146.219	8.472	17,26	18,68	**Q<Q' - Uygun**
AB Ofisi Jimnastik S.	Var	235.429	10.713	21,98	22,18	**Q<Q' - Uygun**
Spor Salonu- Y	Var	361.152	23.200	15,57	17,16	**Q<Q' - Uygun**
Spor Salonu- H	**Yok**	380.560	12.320	30,89	19,87	**Q>Q' – Uygun Değil**
Sosyal Tesisler	Var	183.947	8.080	22,77	23,15	**Q<Q' - Uygun**
Camii	Var	131.884	8.250	15,99	20,34	**Q<Q' - Uygun**
MYO ve Mavi Salon	Kısmî	758.339	32.072	23,64	22,27	**Q>Q' – Uygun Değil**
MYO Yemekhane	Var	228.946	7.885	29,04	23,13	**Q>Q' – Uygun Değil**
MYO Bilg. Lab.	**Yok**	154.220	1.900	41,59	22,76	**Q>Q' – Uygun Değil**
Sağlık MYO	Var	137.449	7.790	17,64	19,70	**Q<Q' - Uygun**
TOPLAM:		**18.088.383**	**837.959**			

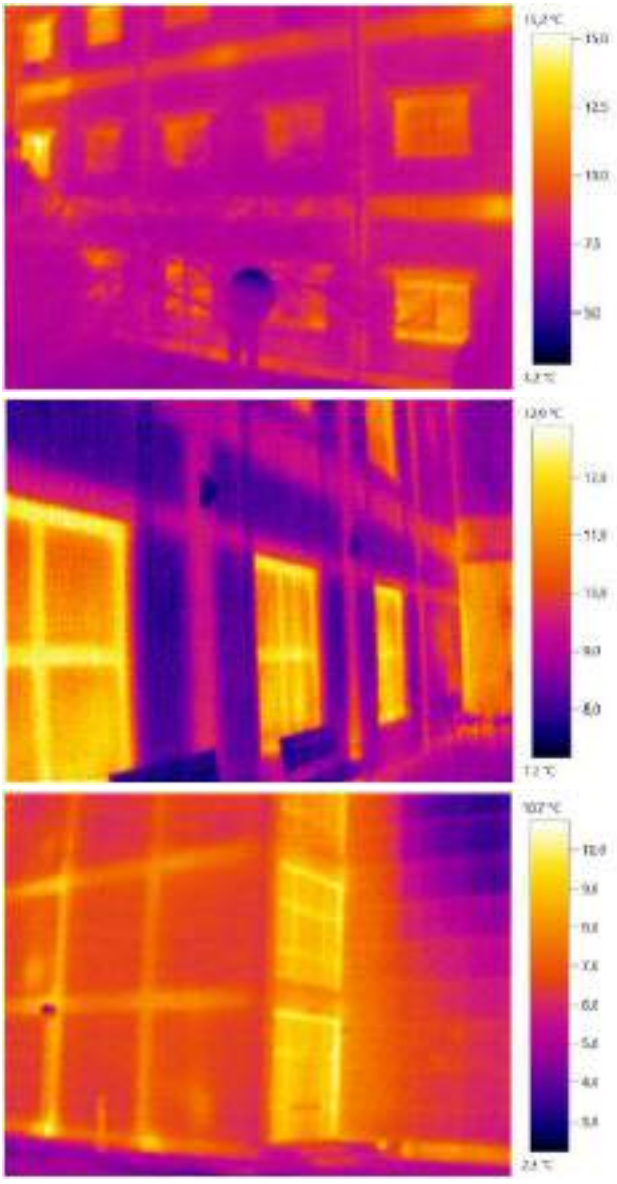
Binaların toplam yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı **18.088.383 kWh/yıl**'dır. Yalıtımsız olan binaların TS825 Isı Yalıtım Standardına uygun olmadığı, diğer binaların uygun olduğu hesaplanmıştır. Detayları Duvarlar başlığında olup TS825 Isı Yalıtım Raporunun tamamı eklerdedir.

Termal kamera ile binaların 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. Ayrıca yalıtımsız binalarda kolon/kirişlerin meydana getirdiği ısı köprüleri ve ısı kayıpları da görülmektedir. Bu binalara ısı köprülerini engelleyecek şekilde yalıtım yapılması önerilmiş ve detayları Duvarlar başlığına eklenmiştir. Pencere ve cam termal ölçümleri "3.4 Pencere ve Cam Alanlar" başlığına eklenmiştir.



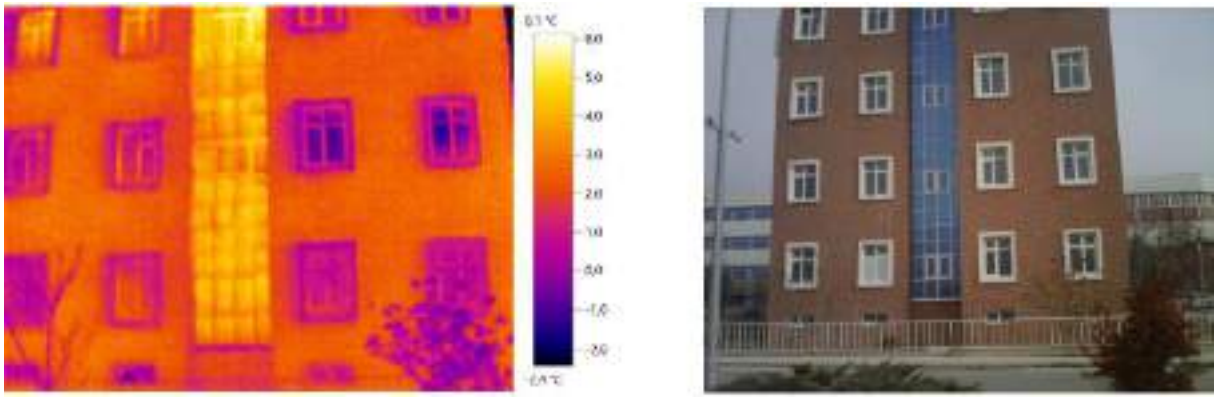


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	14,2	0,96	36,0	Yalıtımsız Duvar
Ölçme noktası 2	12,6	0,96	36,0	Yalıtımsız Kolon Isı Köprüsü

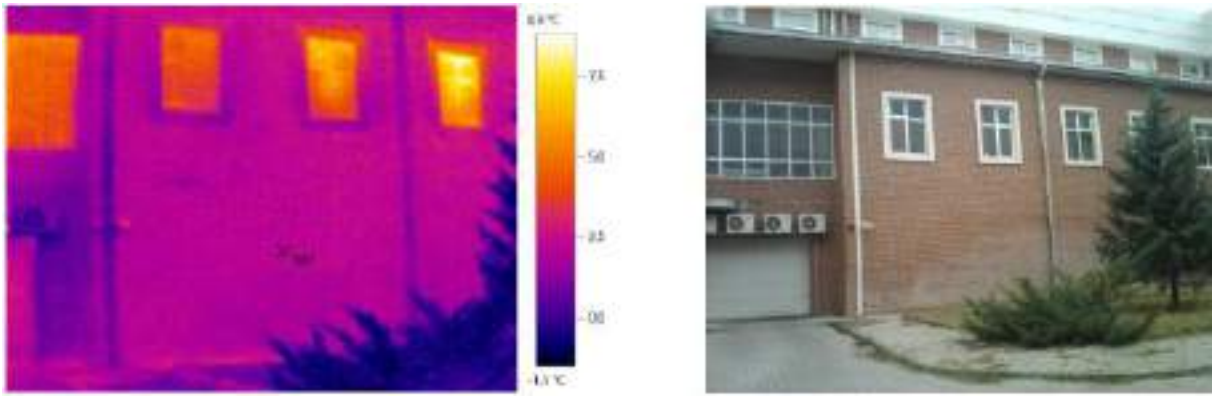




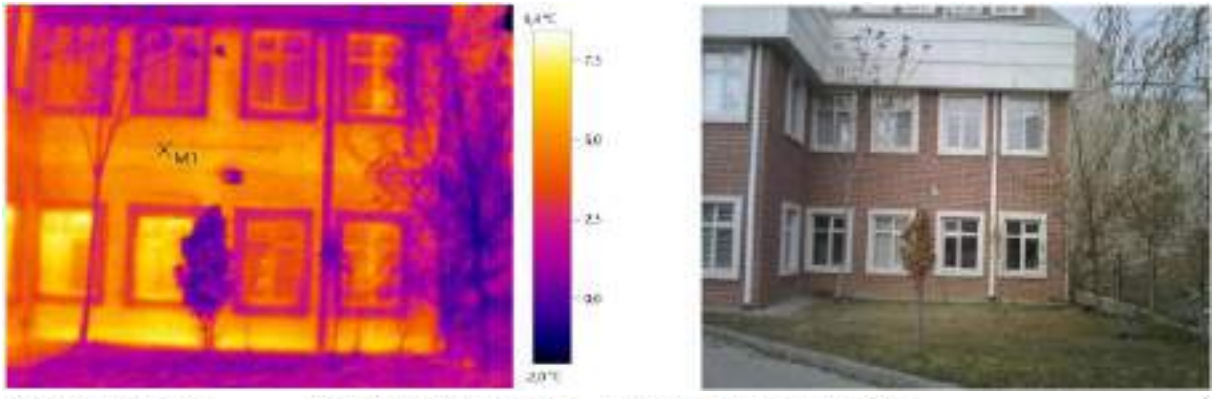
Resim 70. Mühendislik Fakültesi Termal Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	0,9	0,96	36,0	Kompozit Kaplama

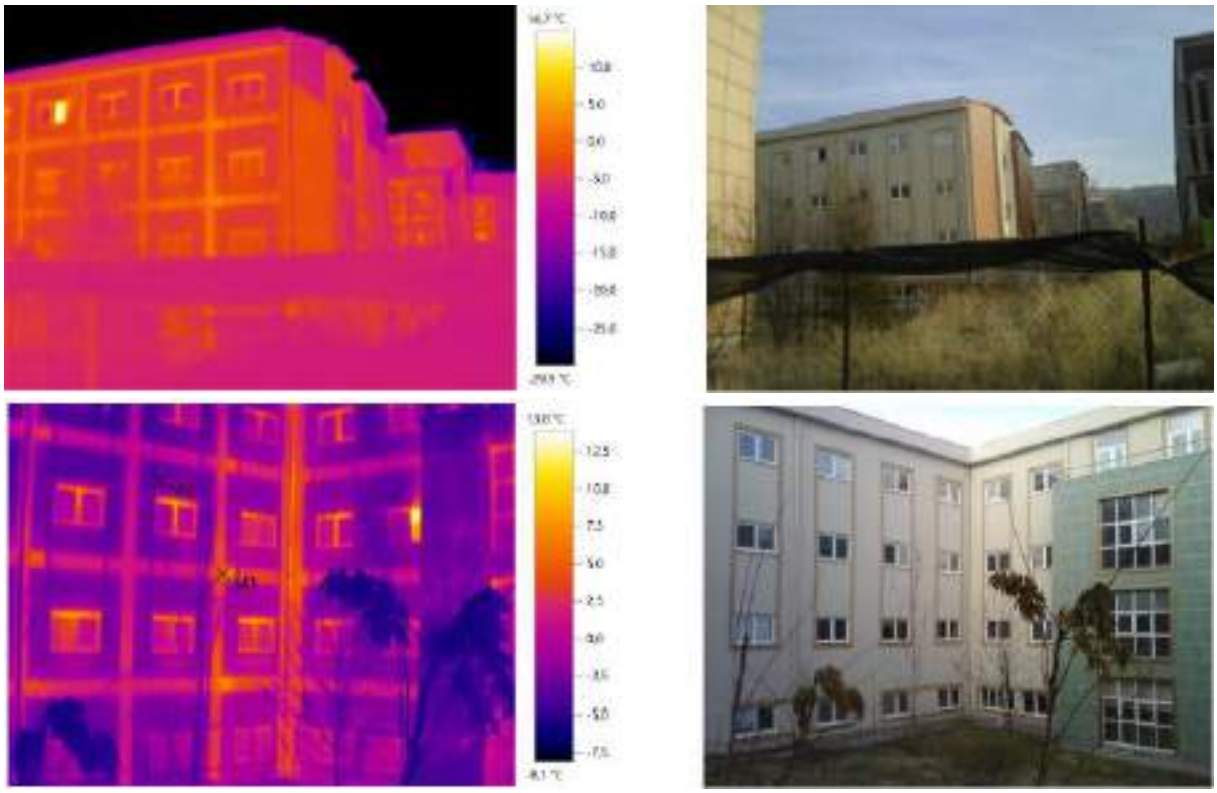


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	2,2	0,96	36,0	Yalıtımlı Duvar



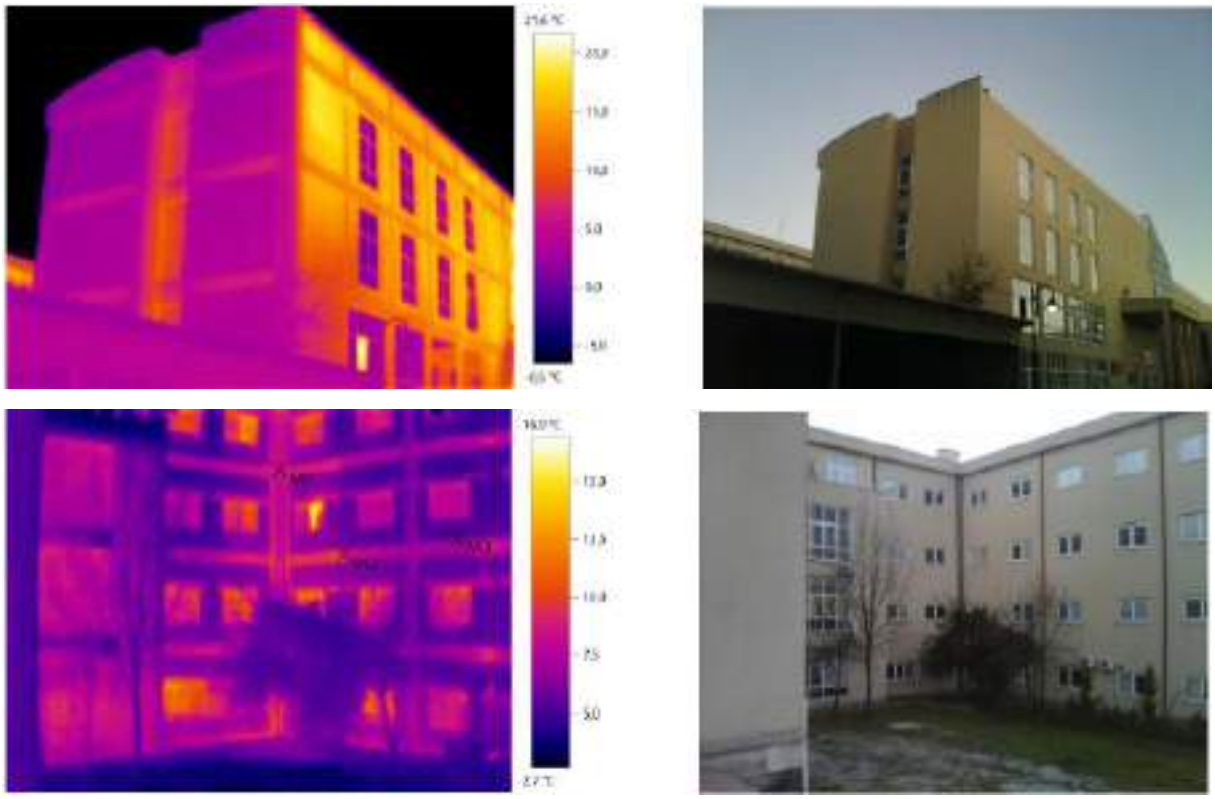
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	5,4	0,96	36,0	Yalıtımlı Duvar

Resim 71. Veteriner Fakültesi Termal Ölçümleri

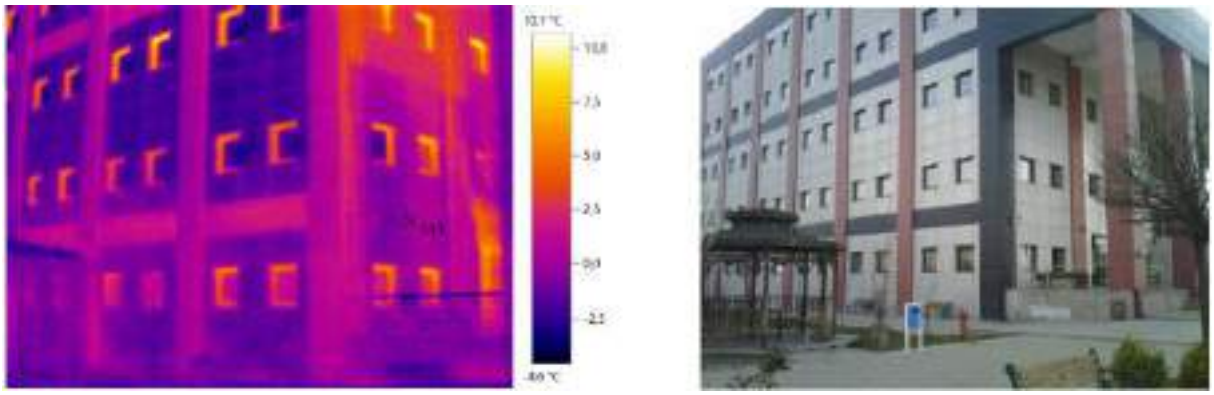


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	5,4	0,96	36,0	Yalıtımsız Kolon/Kiriş Isı Köprüsü
Ölçme noktası 2	-3,0	0,96	36,0	Yalıtımsız Duvar

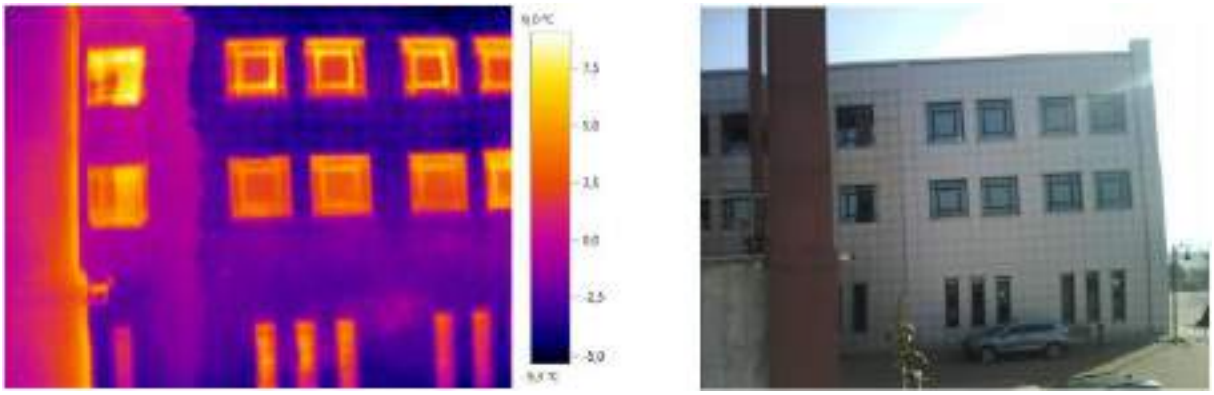
Resim 72. İnsan Toplum Bilimleri Termal Ölçümleri



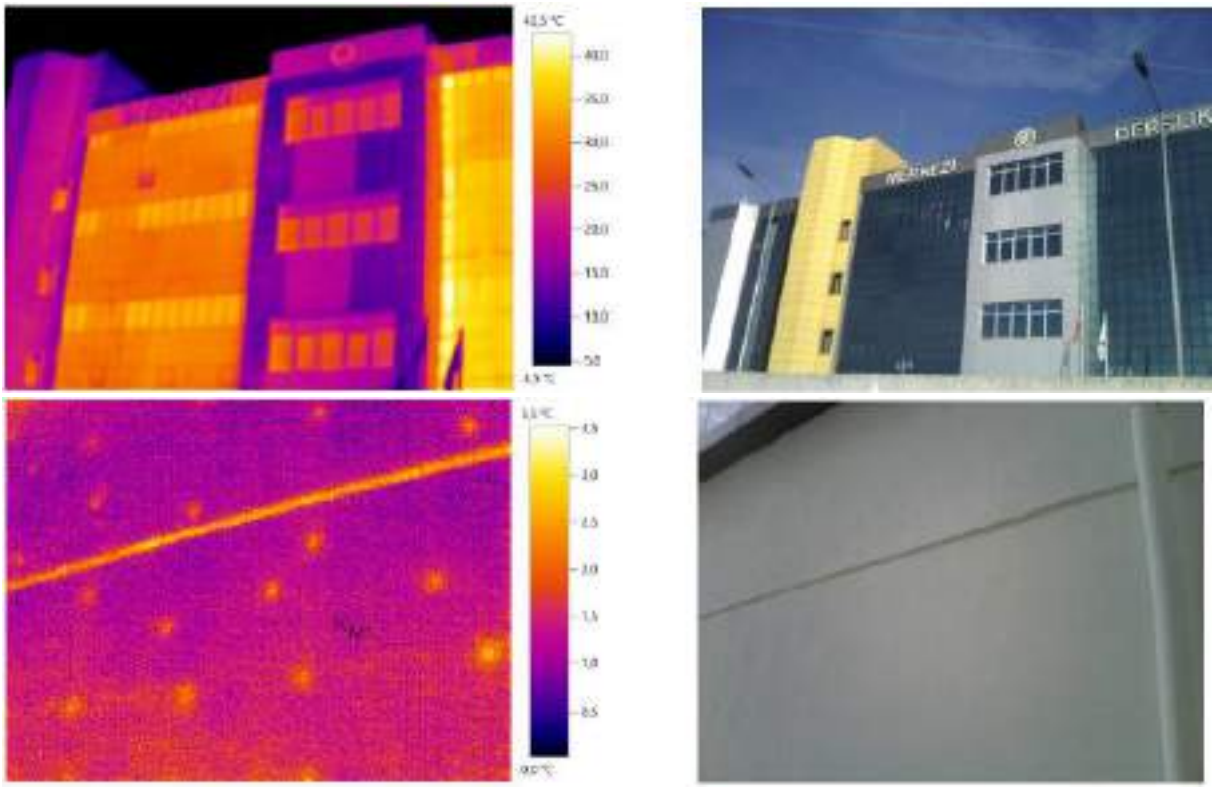
Resim 73. İktisadi İdari Bilimler Termal Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	0,1	0,96	36,0	Kompozit Kaplama

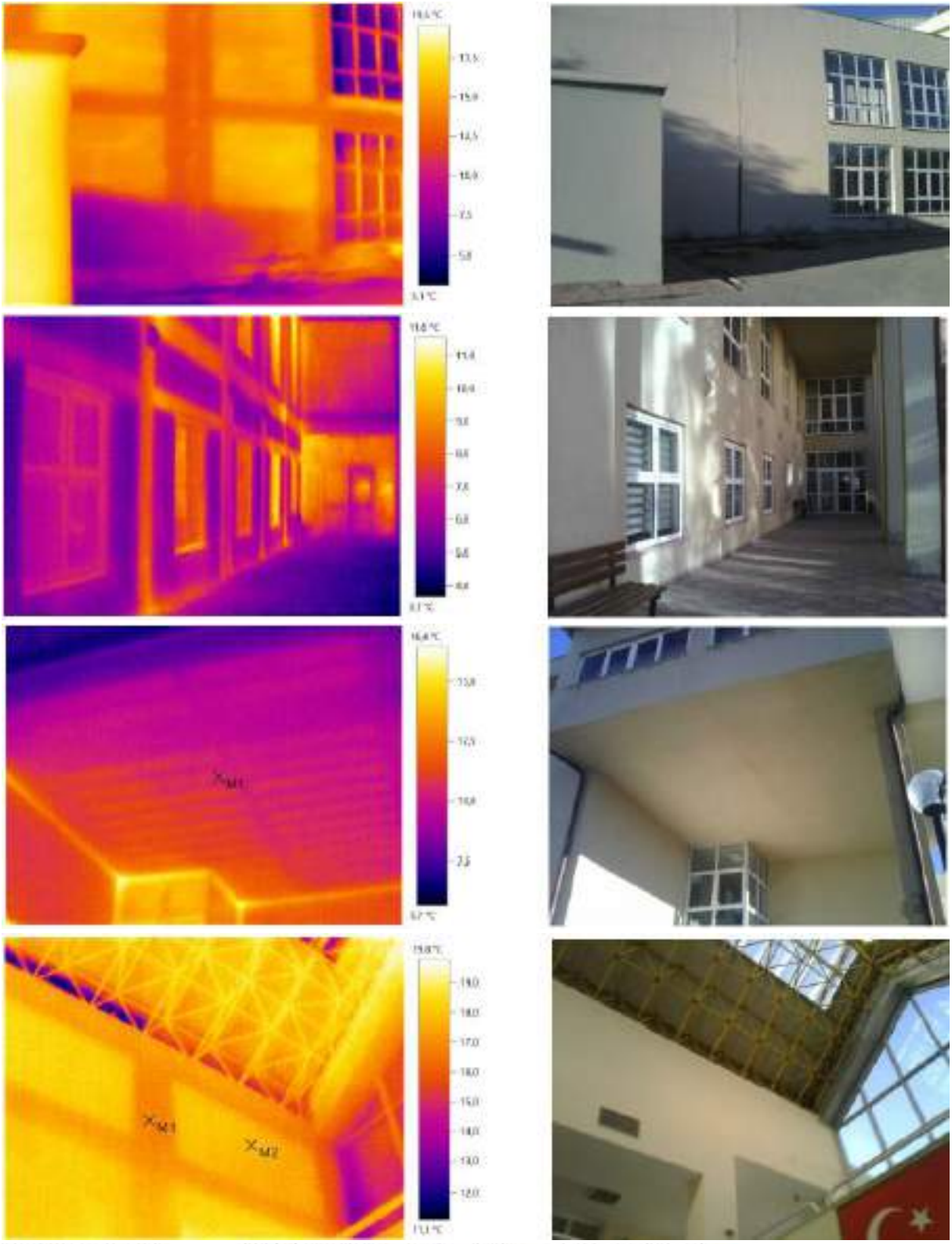


Resim 74. Rektörlük Termal Ölçümleri



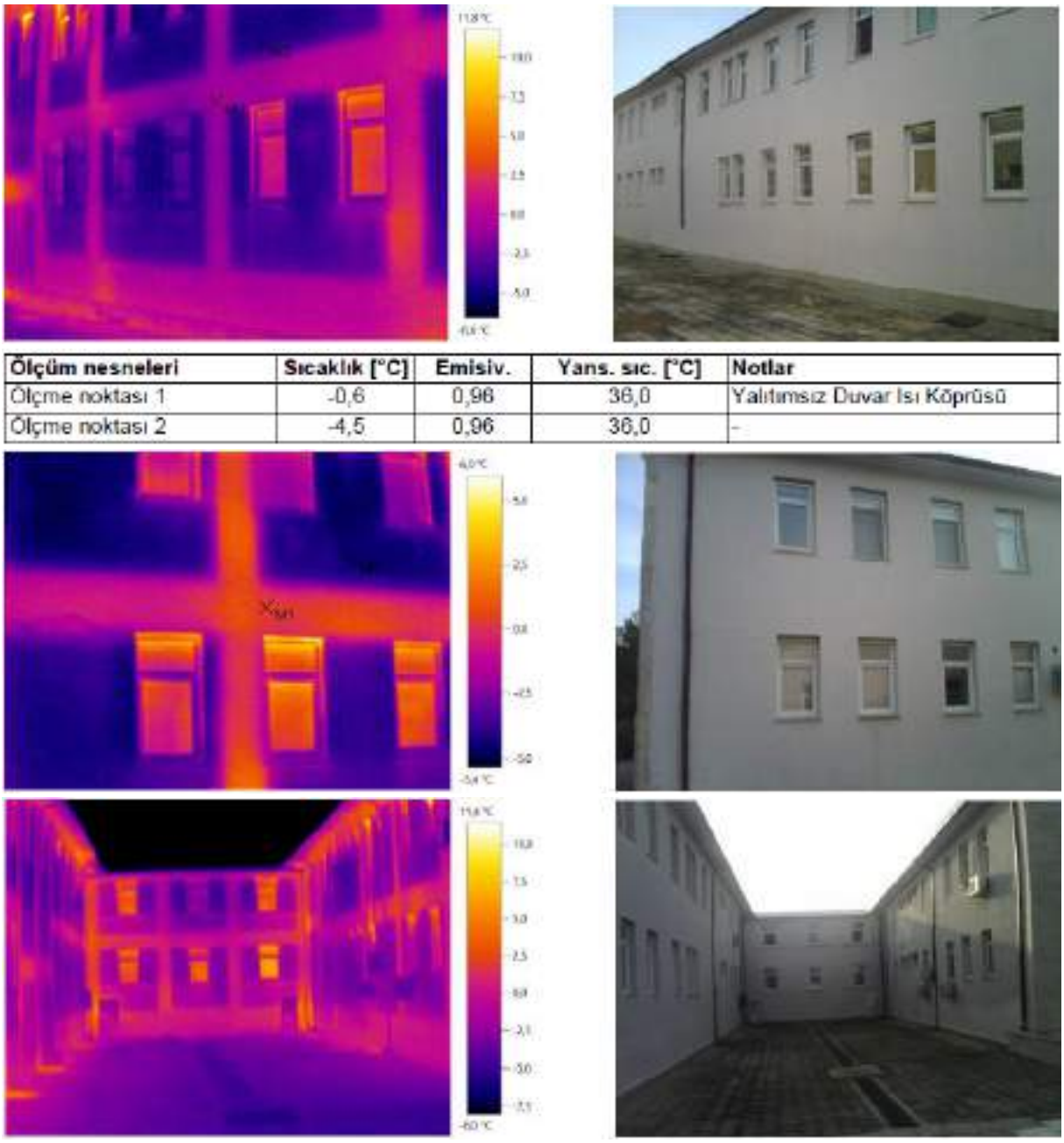
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	1,1	0,96	36,0	Mantolamalı Duvar

Resim 75. Merkezi Derslik Termal Ölçümleri



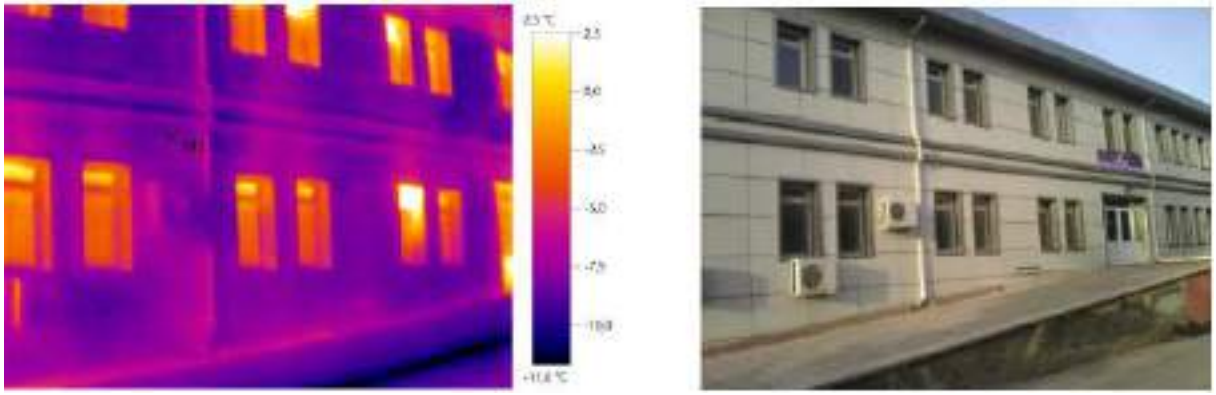
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	16,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	17,7	0,96	36,0	-

Resim 76. Hukuk ve Enstitüler Binası Termal Ölçümleri



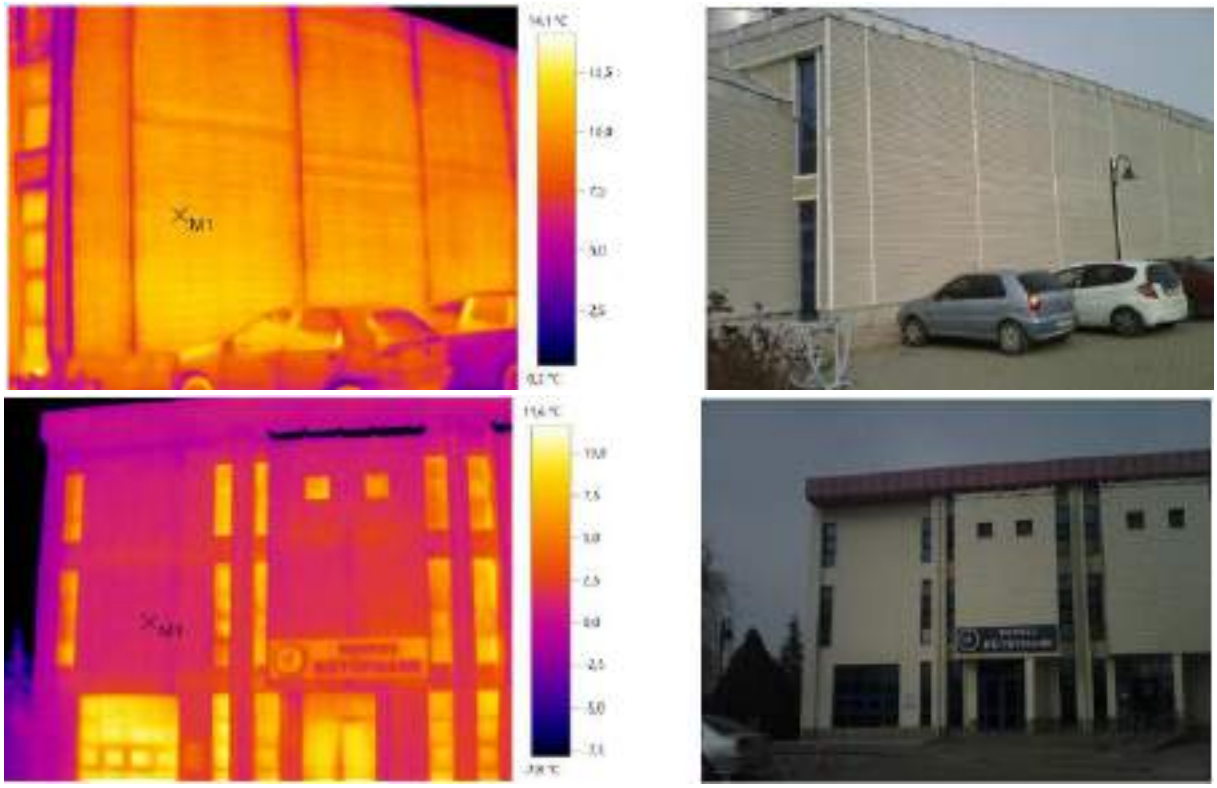
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	-0,6	0,96	36,0	Yalıtımsız Duvar Isı Köprüsü
Ölçme noktası 2	-4,5	0,96	36,0	-

Resim 77. Güzel Sanatlar Fakültesi Termal Ölçümleri



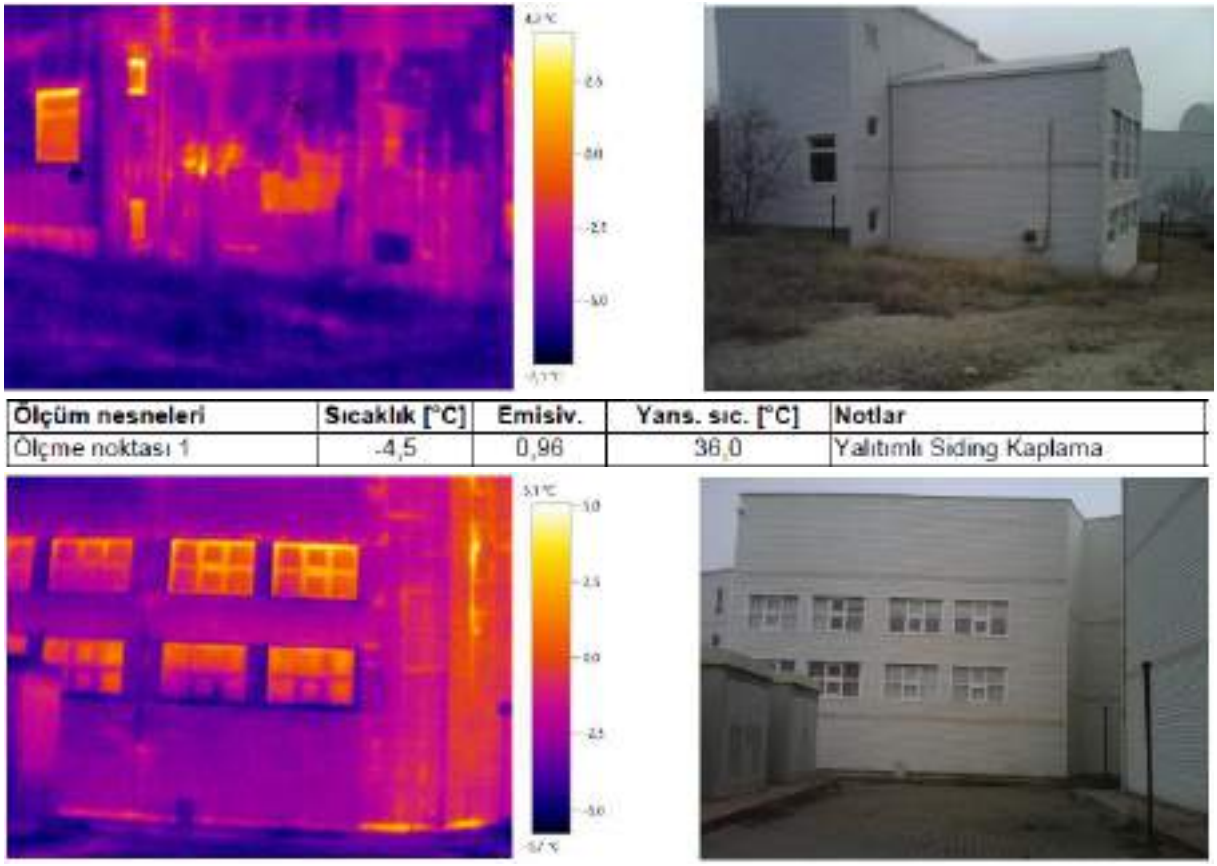
Ölçme noktası 1	-7,9	0,96	36,0	Kompozit Kaplama

Resim 78. Eğitim Fakültesi Termal Ölçümleri



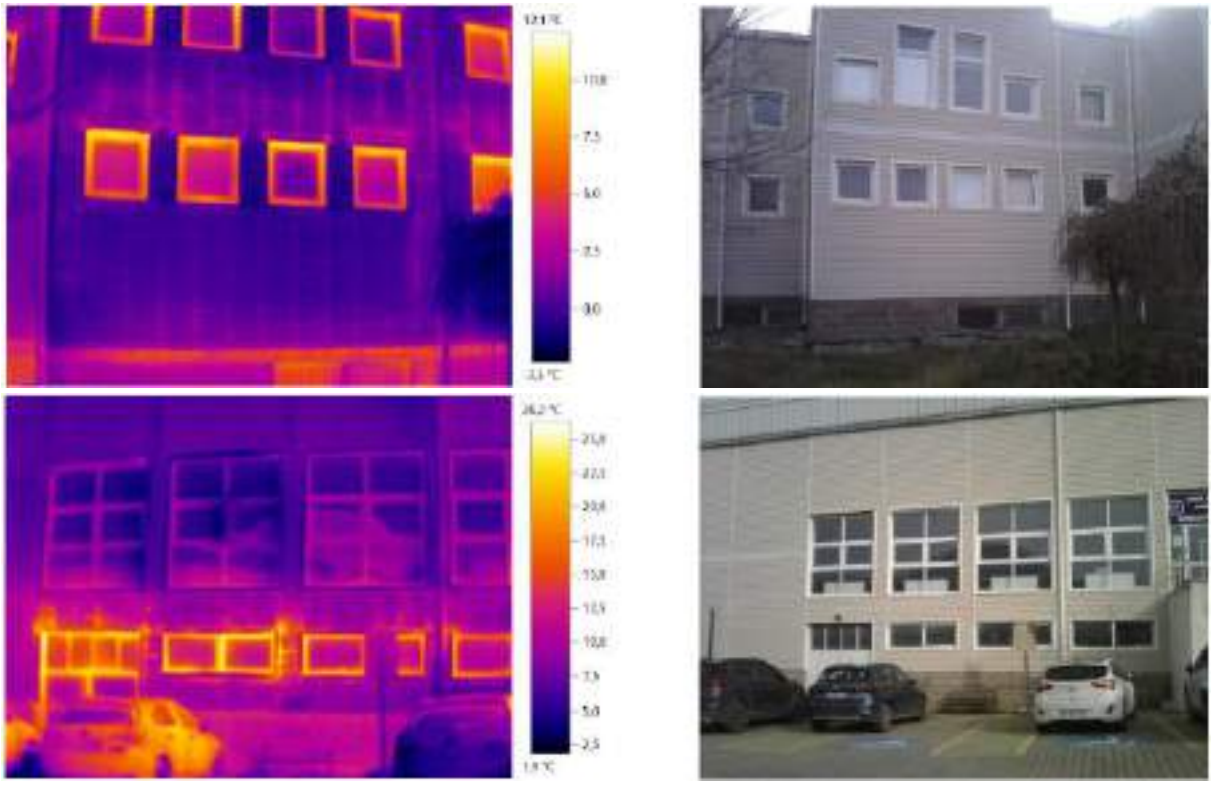
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	1,2	0,96	36,0	Yalıtımlı Siding Kaplama

Resim 79. Merkez Kütüphane Termal Ölçümleri

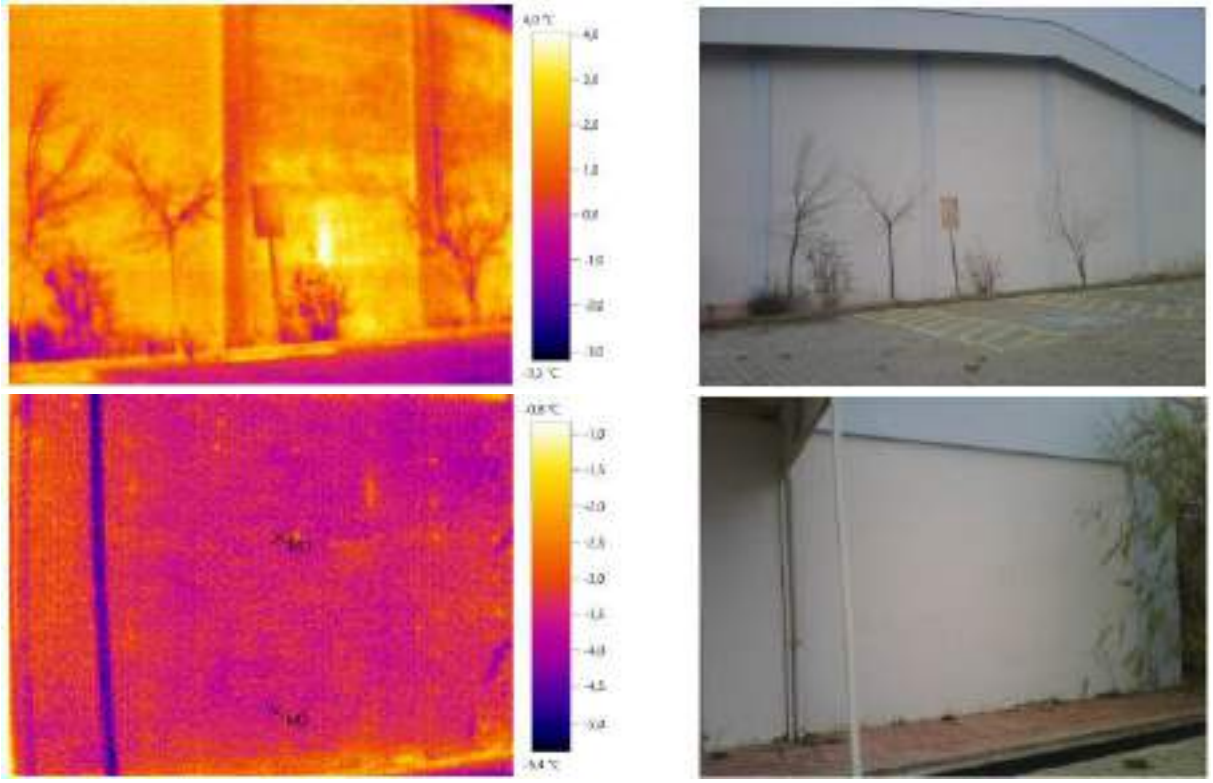


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	-4,5	0,96	36,0	Yalıtımlı Siding Kaplama

Resim 80. Spor Bilimleri D Blok Termal Ölçümleri

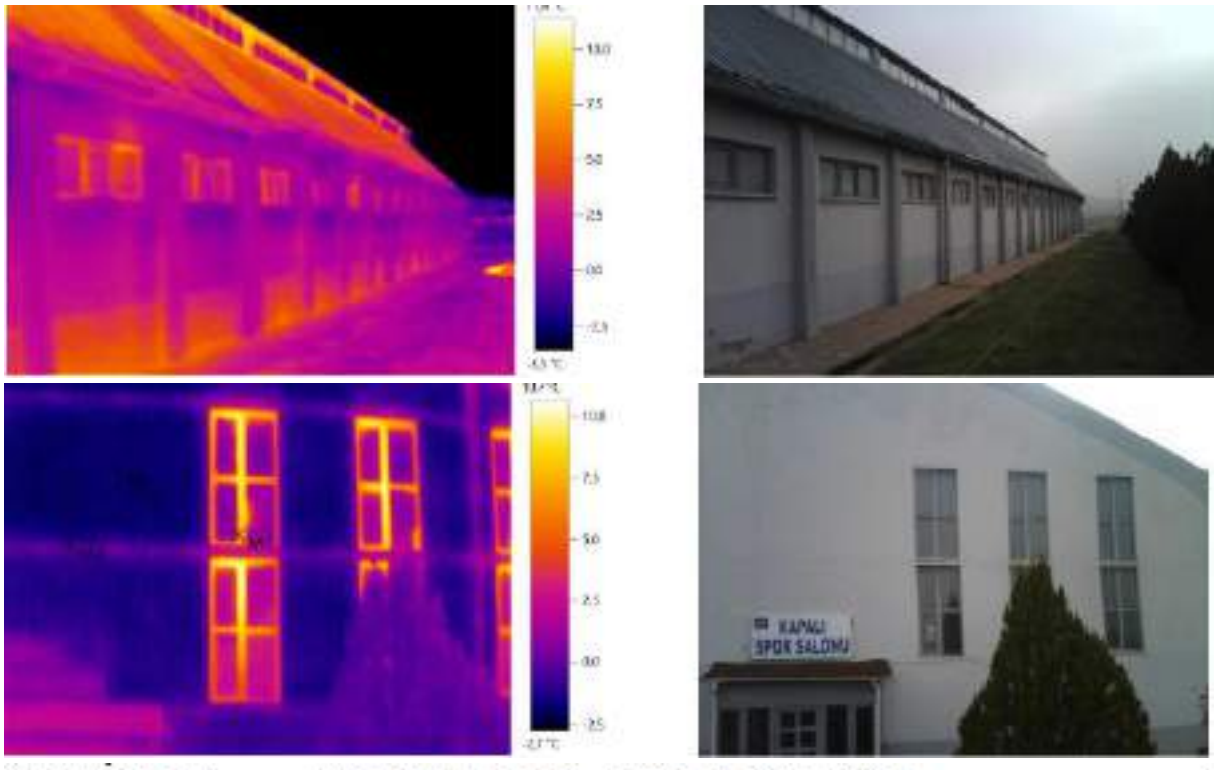


Resim 81. AB Ofisi – Jimnastik Salonu Termal Ölçümleri



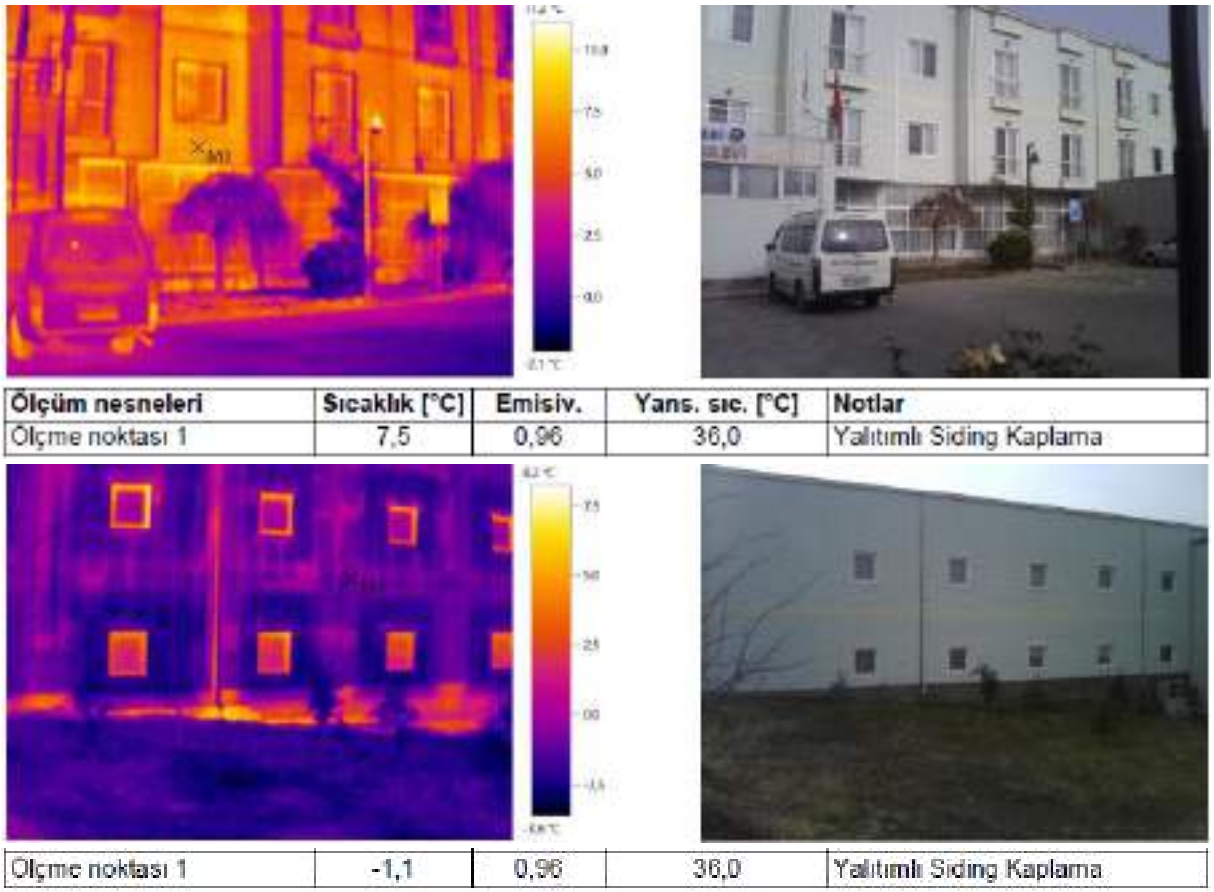
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	-3,5	0,96	36,0	Mantolamalı Dış Cephe
Ölçme noktası 2	-3,3	0,96	36,0	-

Resim 82. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) Termal Ölçümleri



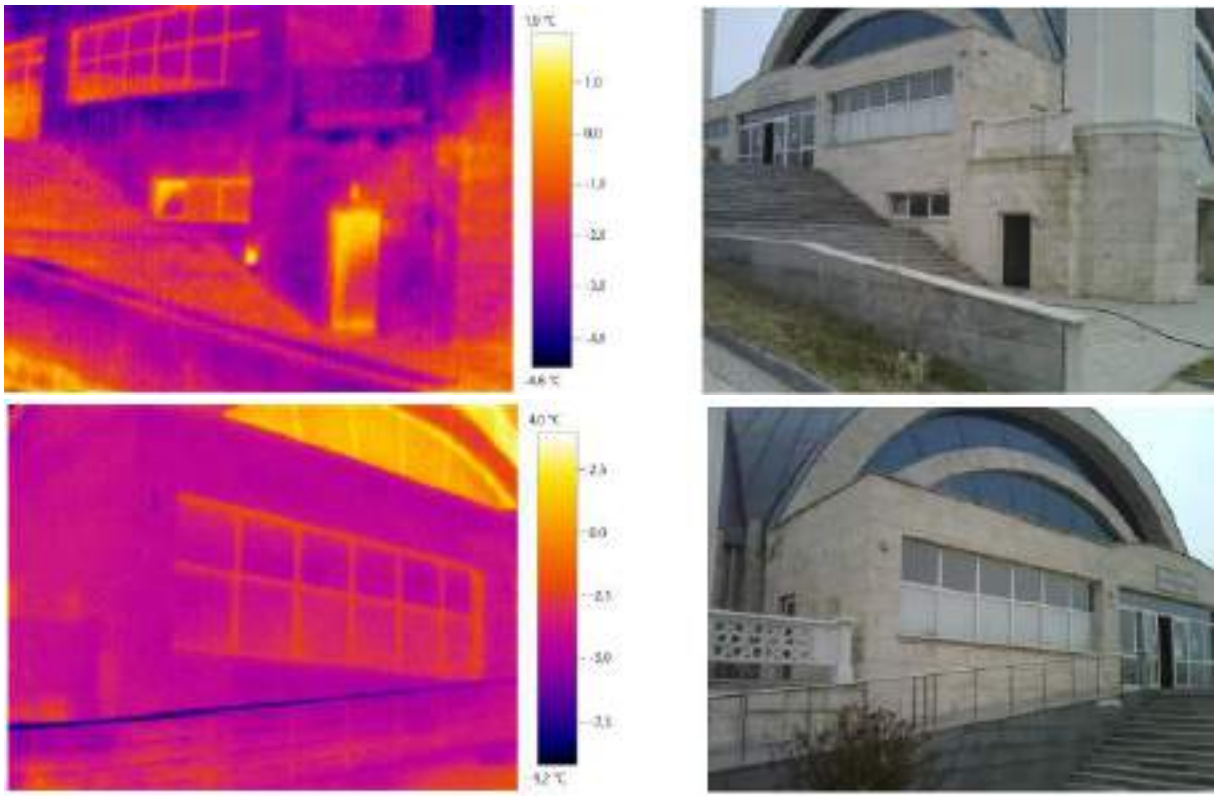
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	7,1	0,96	36,0	Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	-1,8	0,96	36,0	Yalıtımsız Duvar

Resim 83. Spor Salonu (Havuz Yanı) Termal Ölçümleri

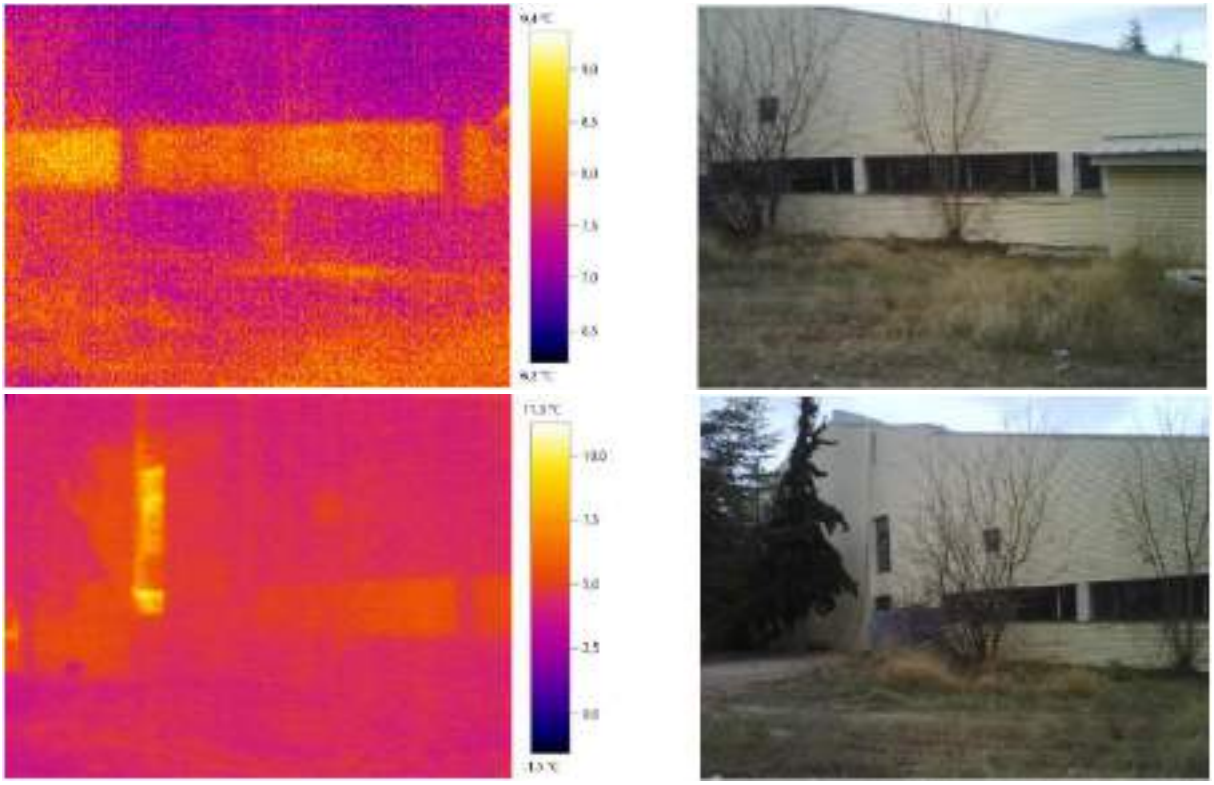


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	7,5	0,96	36,0	Yalıtımlı Siding Kaplama
Ölçme noktası 1	-1,1	0,96	36,0	Yalıtımlı Siding Kaplama

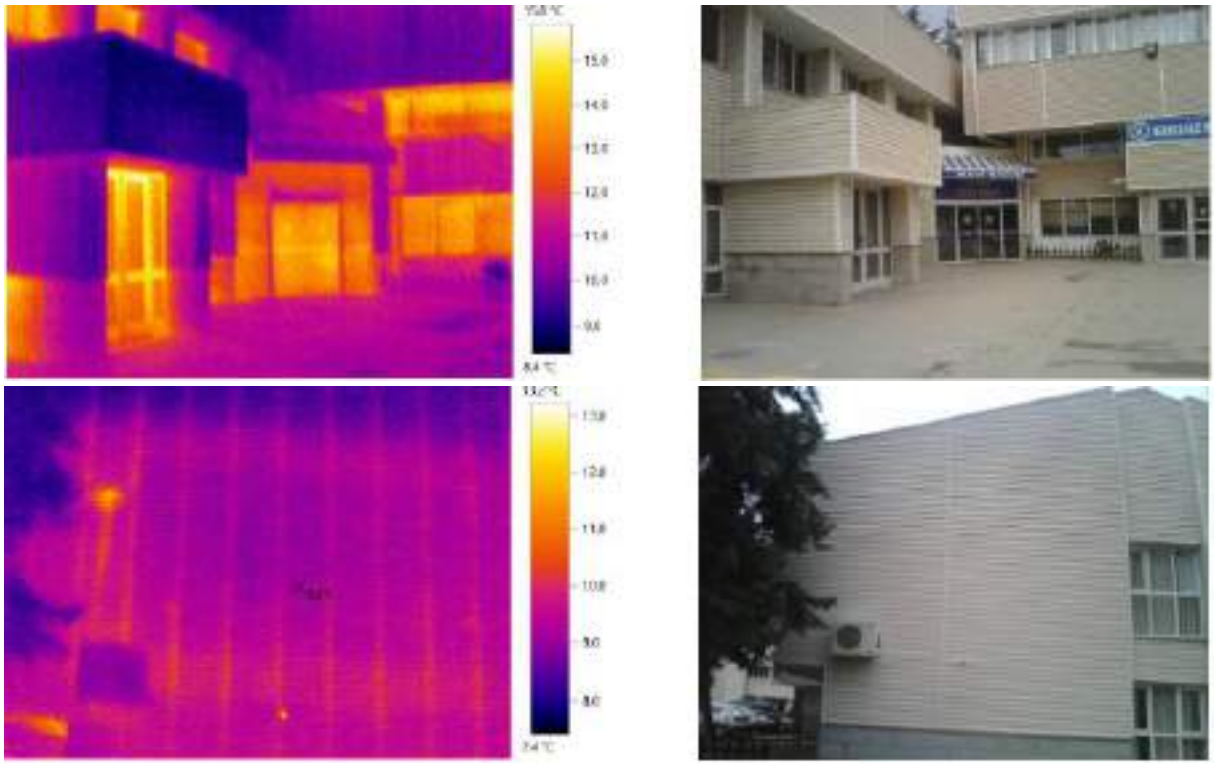
Resim 84. Sosyal Tesis ve Konukevi Termal Ölçümleri



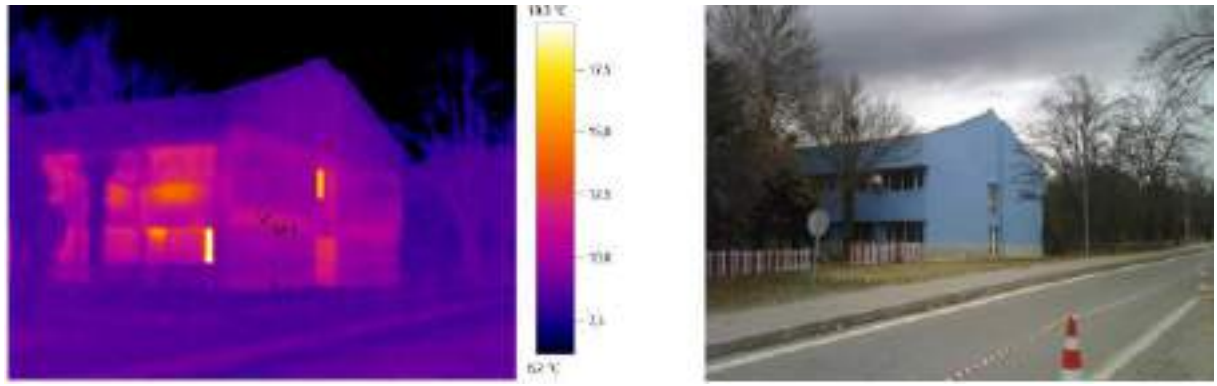
Resim 85. Camii Termal Ölçümleri



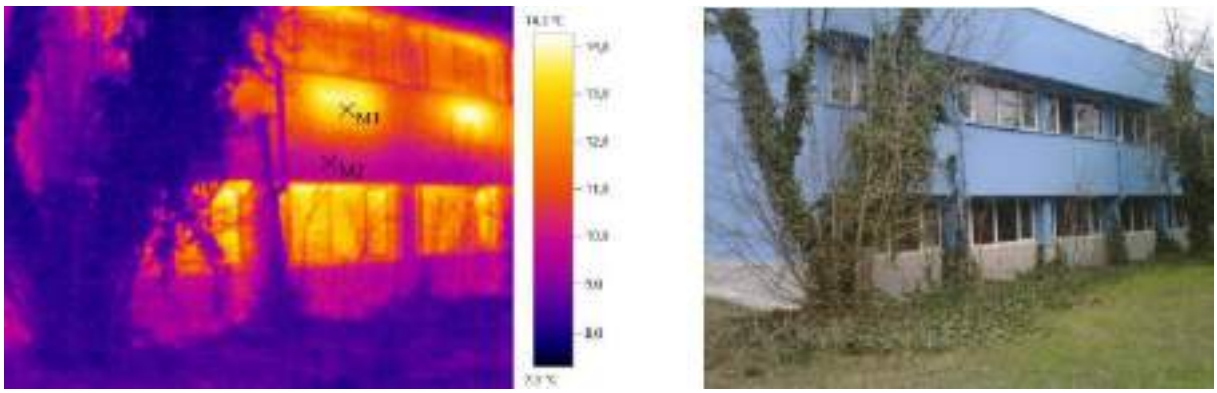
Resim 86. MYO Yemekhane Termal Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	9,2	0,96	36,0	Yalıtımlı Siding Kaplama

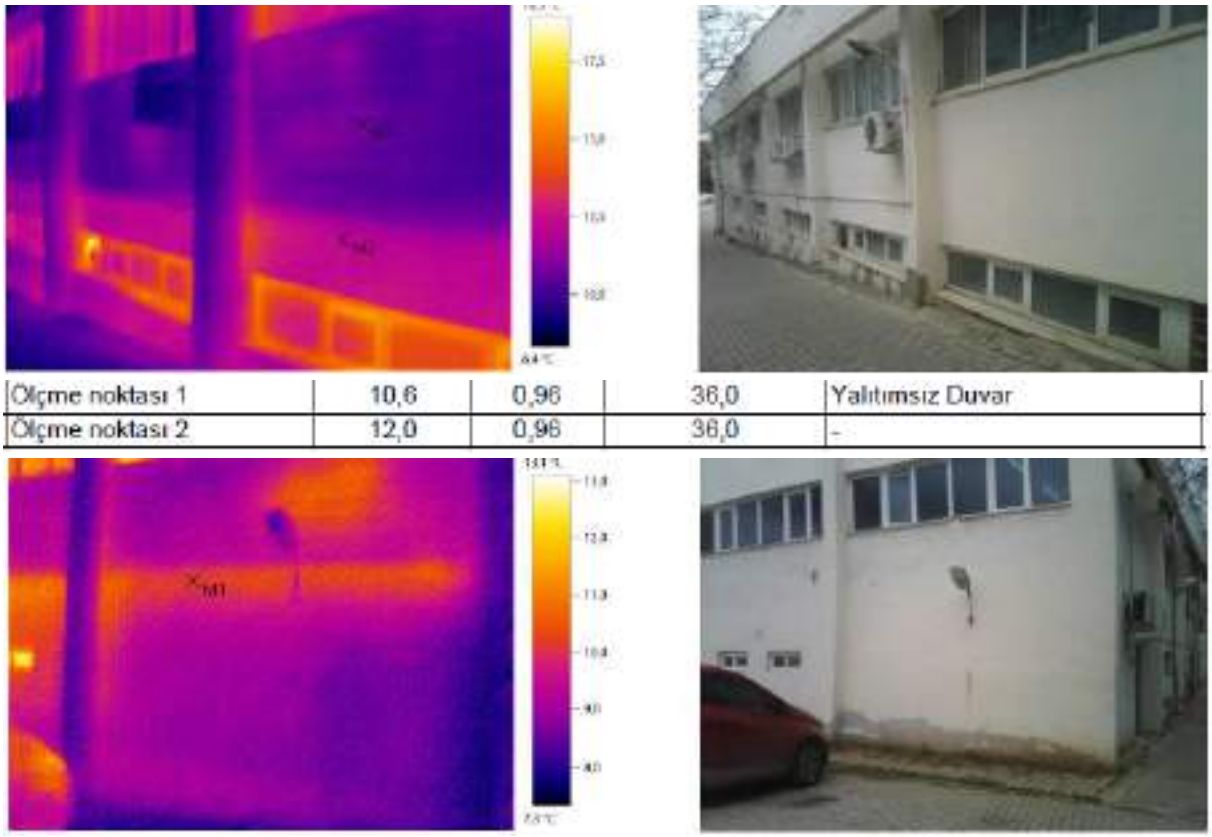


Ölçme noktası 1	11,4	0,96	36,0	Atölye-Yalıtımsız Duvar



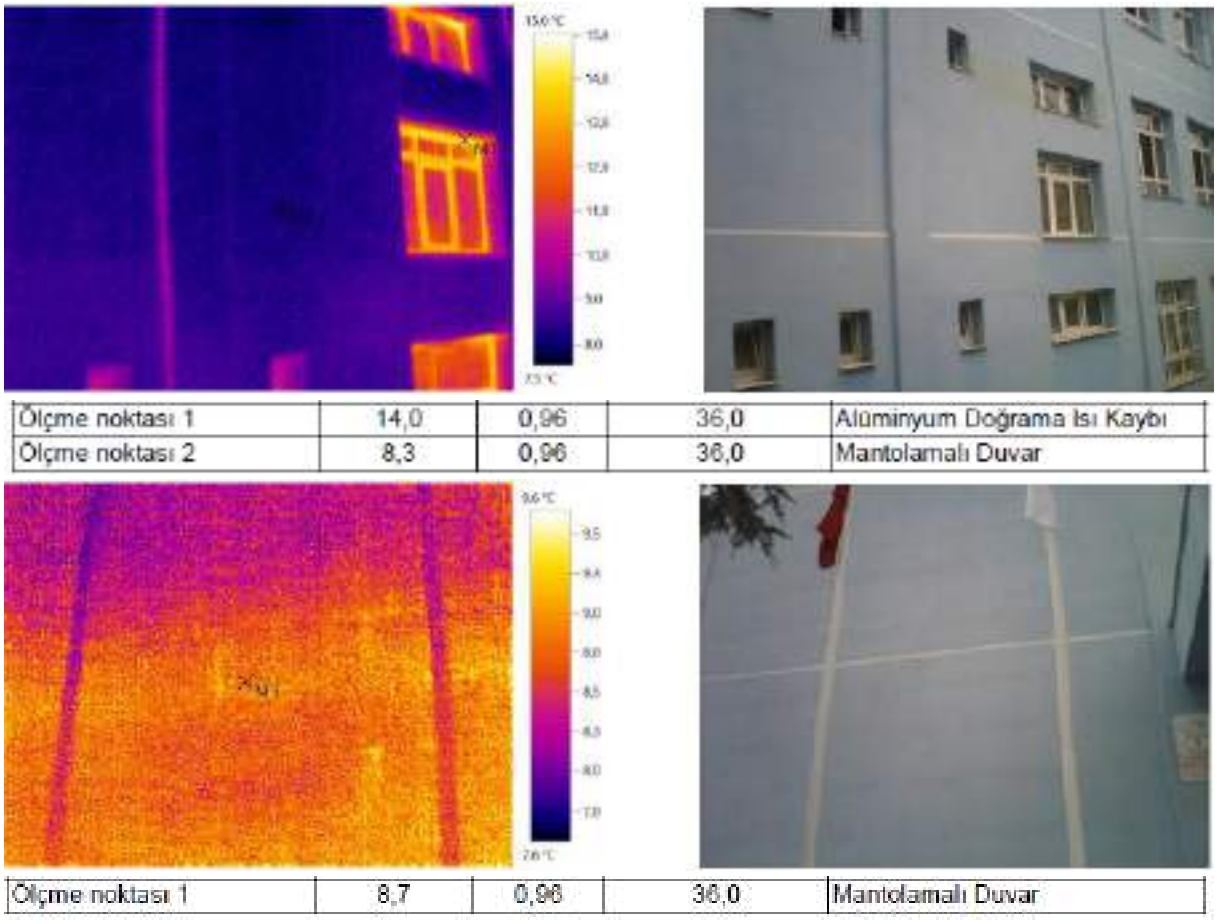
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	13,6	0,96	36,0	Yalıtımsız Duvar Isı Kaybı (Radyatörün Isısı)
Ölçme noktası 2	9,8	0,96	36,0	Yalıtımsız Duvar

Resim 87. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Termal Ölçümleri



Ölçme noktası 1	10,6	0,96	36,0	Yalıtımsız Duvar
Ölçme noktası 2	12,0	0,96	36,0	-

Resim 88. MYO Bilgisayar Lab. Termal Ölçümleri



Ölçme noktası 1	14,0	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	8,3	0,96	36,0	Mantolamalı Duvar
Ölçme noktası 1	8,7	0,96	36,0	Mantolamalı Duvar

Resim 89. Sağlık MYO Termal Ölçümleri

3.3 DUVAR, ÇATI ve ZEMİN

3.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Yapı bileşen alanları aşağıdaki tabloya eklenmiş olup binaların yalıtım malzemesi detayları bir sonraki tablodadır.

Tablo 31. Yapı Bileşenleri Tablosu

Bina Adı	Kat Sayısı	Kat Yüks. (m)	İnşaat Alanı (m^2)	Hacim (m^3)	Taban Alanı (m^2)	Tavan Alanı (m^2)	Tuğla Duvar Al. (m^2)	Betonarme Duvar Al. (m^2)	Pencere Alanı (m^2)
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi A-B-C Blok	B+Z+3	3,5	47.100	164.850	8.000	8.000	7.000	5.500	3.600
Veteriner Fakültesi	B+Z+3	4,8	30.650	147.120	10.800	10.800	6.121	7.921	5.034
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	B+Z+4	3,5	28.500	99.750	6.000	6.000	3.750	3.618	1.596
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	B+Z+2	3,5	18.000	63.000	6.000	6.000	3.238	3.502	1.370
Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	2B+Z+5	4,2	15.075	63.315	3.500	3.500	5.452	1.873	2.502
Merkezi Derslikler Binası	B+Z+2	4,3	11.500	49.450	3.520	3.520	2.618	1.943	1.595
Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	B+Z+2	3,5	10.800	37.800	3.200	3.200	1.720	1.533	1.002
Güzel Sanatlar Fakültesi	Z+1	3,8	7.270	27.626	4.000	4.000	3.003	1.263	615
Eğitim Fakültesi	B+Z+1	3,4	5.140	17.219	1.850	1.850	786	862	228
Merkez Kütüphane	B+Z+2	4,5	5.968	26.856	2.300	2.300	1.954	1.031	724
Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	2B+Z+1	4,1	4.949	20.291	1.750	1.750	1.472	877	480
Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	Z+1	4,0	2.118	8.472	760	760	425	288	190
AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	B+Z+1	4,1	2.613	10.713	1.070	1.070	1.370	733	378
Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	Z	8,0	2.900	23.200	1.950	1.950	784	436	67
Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	Z	8,0	1.540	12.320	1.540	1.540	743	218	86
Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	Z+2	4,0	2.020	8.080	1.100	1.100	860	383	350
Camii	B+Z+Asma	5,5	1.500	8.250	800	800	816	384	120
Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	Z+1+2	3,8	8.440	32.072	4.150	4.150	3.315	1.116	1.166
MYO Yemekhane	Z+1	3,8	2.075	7.885	1.380	1.380	557	260	116
Bilgisayar Laboratuvar Binası (SHMYO Yanı)	B+Z	3,8	500	1.900	500	500	397	198	110
Sağlık Hizmetleri MYO	B+Z+1	3,8	2.050	7.790	800	800	554	172	229
TOPLAM:			**210.708**	**837.959**	**64.970**	**64.970**	**46.935**	**34.111**	**21.558**



Resim 90. Mühendislik Fakültesi Tuğla (Gazbeton) ve Betonarme Duvarları



Resim 91. Mühendislik Fakültesi Kompozit Kaplamalı Duvarlar



Resim 92. Veterinerlik Fakültesi Tuğla Kaplama, Kompozit ve Cam Giydirme Cepheleri



Resim 93. İnsan ve Toplum Bilimleri Tuğla (Gazbeton) ve Betonarme Duvarları



Resim 94. İnsan ve Toplum Bilimleri Kompozit Kaplamalı Duvar



Resim 95. İktisat Fakültesi Gazbeton ve Betonarme Duvarları



Resim 96. Rektörlük, Merkezi Derslik ve Eğitim Kompozit Kaplamalı Duvarları



Resim 97. Spor Bilimleri Binaları, Merkez Kütüphane ve Sosyal Tesis Siding Kaplama



Resim 98. Kırıkkale MYO Siding Kaplamalı Duvarlar (Sağ) ve Yalıtımsız Duvarlar (Sol)



Resim 99. MYO Yemekhane, Laboratuvar ve Sağlık MYO Duvarları



Resim 100. Mühendislik Fakültesi Çatısı



Resim 101. İnsan Toplum Bilimleri Çatısı



Resim 102. İktisat ve Hukuk Çatıları



Resim 103. Güzel Sanatlar Fakültesi Çatı



Resim 104. Merkez Kütüphane Çatısı



Resim 105. Spor Bilimleri Fakültesi Çatısı

3.3.2 Ölçümler ve Tespit

Mühendislik, İnsan Toplum ve Hukuk Fakülteleri binalarının kompozit kaplamalı olan cephesinde 5cm taşyünü ile yalıtım mevcuttur. Toplam bina çevrelerinin %6'sına denk gelen bu lokal yalıtım yok sayılarak değerlendirilmiştir. *****

Tablo 32. Duvar Kesitleri ve Yalıtım Bilgileri

Bina Adı	Dış Duvar ve Yalıtım Malzemesi	Yalıtım
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi A-B-C Blok	(Sıva +20cm Gazbeton + Sıva) *	**Yok**
Veteriner Fakültesi	Sıva + Tuğla + 5cm EPS Köpük + Kaplama	Var
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	(Sıva +20cm Gazbeton + Sıva) *	**Yok**
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	Sıva +20cm Gazbeton + Sıva	**Yok**
Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	Sıva + Gazbeton + 5cm EPS Köpük + Kompozit	Var
Merkezi Derslikler Binası	Sıva + Gazbeton + 5cm EPS Köpük + Kompozit	Var
Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	(Sıva +20cm Gazbeton + Sıva) *	**Yok**
Güzel Sanatlar Fakültesi	Sıva +19cm Tuğla + Sıva	**Yok**
Eğitim Fakültesi	Sıva + Tuğla + 5cm EPS Köpük + Kompozit	Var
Merkez Kütüphane	Sıva + Tuğla + 3cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	Sıva + Tuğla + 3cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	Sıva + Tuğla + 3cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	Sıva + Tuğla + 3cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	Sıva + Tuğla + 3cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	Sıva +19cm Tuğla + Sıva	**Yok**
Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	Sıva + Tuğla + 3cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
Camii	Sıva +19cm Tuğla + Sıva	**Yok**
Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	Sıva + Tuğla + 5cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
MYO Yemekhane	Sıva + Tuğla + 2cm EPS Köpük + Siding Kapl	Var
Bilgisayar Laboratuvar Binası (SHMYO Yanı)	Sıva +19cm Tuğla + Sıva	**Yok**
Sağlık Hizmetleri MYO	Sıva + Tuğla + 3cm EPS Köpük + Sıva	Var



Resim 106. Mühendislik Fk. Yalıtımsız Gazbeton ve Lokal Yalıtımlı Kompozit Duvar




Resim 107. Veteriner Fakültesi 5cm EPS Köpük




Resim 108. Veteriner Fakültesi Kompozit Kaplama Altındaki 5cm Taşyünü




Resim 109. İnsan Toplum, İktisat, Hukuk Yalıtımsız Gazbeton Duvarları




Resim 110. İnsan Toplum ve Hukuk Fakülteleri Kompozit Kaplama **Lokal** Yalıtım



Resim 111. Rektörlük Binası Kompozit Kaplama Altındaki 5cm Taşyünü Yalıtımı



Resim 112. Merkezi Derslik 5cm Taşyünü Yalıtım



Resim 113. Hukuk Fk. Yalıtımsız Gazbeton ve Yalıtımlı Kompozit Kaplama Kesişimi



Resim 114. Güzel Sanatlar Fakültesi Yalıtımsız Tuğla Duvar



Resim 115. Eğitim Fakültesi Kompozit Kaplama Altındaki 5cm Taşyünü



Resim 116. Spor Bilimleri Fakültesi Siding Kaplama Altındaki 3cm EPS Köpük

- Spor Bilimleri Fakültesi D Blok, Merkezi Kütüphane, Spor Bilimleri Derslikleri (B Blok), AB Ofisi-Jimnastik Salonu ve Sosyal Tesis binaları; siding kaplama altına 3cm EPS köpük malzemesi ile ısı yalıtımı mevcuttur.



Resim 117. Sosyal Tesis Binası Siding Kaplama Altındaki 3cm EPS Köpük



Resim 118. Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı) 3cm EPS Köpük



Resim 119. Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı) Yalıtımsız Tuğla Duvar



Resim 120. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Siding Kaplama Altında 5cm EPS Köpük



Resim 121. Kırıkkale MYO Atölye-Derslikler Tarafı Yalıtımsız Tuğla Duvar



Resim 122. MYO Yemekhane Binası Siding Kaplama Altında 2cm Yıpranmış Köpük



Resim 123. MYO Bilgisayar Laboratuvarı Yalıtımsız Tuğla Duvar



Resim 124. Sağlık MYO 3cm EPS Köpük Yalıtımı



Resim 125. Veterinerlik Fakültesi Ahşap Kırma Çatı Arası 5cm Camyünü Yalıtım

3.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tablo 33. Mühendislik Fakültesi TS825 Özgül Isı Kaybı (Mevcut Durum)

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**1,26**	**0,794**	**7000**	**5558**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**0,33**	**3,053**	**5500**	**16791,5**
DH-3-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,05	0,045	1,11			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.04			
TOPLAM				**2,37**	**0,422**	**500**	**211**
DT-1-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,22**	**0,5x0,82**	**2300**	**943**
DT-2-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**0,29**	**0,5x3,478**	**1900**	**3304,1**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,03	0,045	0,67			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1**	**0,8x1,004**	**8000**	**6425,6**

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	2,5	0,04			
2.1	Kum, kum - çakıl	0,08	2,0	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
5.1.2	Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	1,65	0,06			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**0,6**	**0,5x1,677**	**8000**	**6708**
PENCERE 1					**2**	**3600**	**7200**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 47141,2 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 34816,32 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 81957,52 W/K

Tablo 34. Mühendislik Fakültesi TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

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			
	$H=H_i+H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,ºC)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	81958	20,3	1.663.738	527.520	79.526	607.046	0,36	0,935	2.840.470.840
Şubat	81958	19,9	1.630.955	527.520	101.736	629.256	0,39	0,925	2.718.533.398
Mart	81958	15,9	1.303.125	527.520	130.680	658.200	0,51	0,862	1.907.237.992
Nisan	81958	9,9	811.379	527.520	143.333	670.853	0,83	0,702	883.038.029
Mayıs	81958	5,6	458.962	527.520	174.408	701.928	1,53	0,48	316.382.654
Haziran	81958	1,5	122.936	527.520	184.637	712.157	5,79	(-)	
Temmuz	81958	Td yüksek	(-)	527.520	177.456	704.976	(-)	(-)	
Ağustos	81958	Td yüksek	(-)	527.520	165.034	692.554	(-)	(-)	
Eylül	81958	2,8	229.481	527.520	133.901	661.421	2,88	(-)	
Ekim	81958	8,4	688.443	527.520	103.949	631.469	0,92	0,664	697.861.779
Kasım	81958	14,4	1.180.188	527.520	76.013	603.533	0,51	0,859	1.716.045.079
Aralık	81958	18,7	1.532.606	527.520	69.120	596.640	0,39	0,923	2.544.535.122

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma\, Q_{ay}$ = 13.624.104.893 kJ

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 13.624.104.893 = 3.787.501 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 17,15 kWh / m³

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 22,98 kWh / m³

Q > Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygun değildir!

Tablo 35. Veteriner Fakültesi TS825 Özgül Isı Kaybı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
10.3.1.1	Polistiren - parçacık köpüklü - TS 7316 EN 13163 e uygun; yoğunluk ≥15; ısıl iletkenlik grubu 035	0,05	0,035	1,43			
1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	0,03	2,3	0,01			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**2,68**	**0,373**	**6121**	**2283,13**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
10.3.1.1	Polistiren - parçacık köpüklü - TS 7316 EN 13163 e uygun; yoğunluk ≥15; ısıl iletkenlik grubu 035	0,05	0,035	1,43			
1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	0,03	2,3	0,01			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**1,75**	**0,571**	**7921**	**4522,89**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,05	0,045	1,11			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1,44**	**0,8x0,694**	**10800**	**5996,16**
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			
4.8.1	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,05	0,30	0,17			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları; yoğunluk ≤1200	0,1	0,22	0,45			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,08**	**0,5x0,929**	**10800**	**5016,6**
PENCERE 1					**2**	**5034**	**10068**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 27886,78 W/K
Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 31071,74 W/K
Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 58958,52 W/K

Tablo 36. Veteriner Fakültesi TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

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			
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	58959	20,3	1.196.858	470.784	112.257	583.041	0,49	0,872	1.785.023.000
Şubat	58959	19,9	1.173.275	470.784	143.446	614.230	0,52	0,852	1.684.763.584
Mart	58959	15,9	937.441	470.784	184.099	654.883	0,70	0,761	1.138.011.868
Nisan	58959	9,9	583.689	470.784	201.558	672.342	1,15	0,58	501.680.527
Mayıs	58959	5,6	330.168	470.784	245.442	716.226	2,17	0,369	170.137.379
Haziran	58959	1,5	88.438	470.784	259.906	730.690	8,26	(-)	
Temmuz	58959	Td yüksek	(-)	470.784	249.697	720.481	(-)	(-)	
Ağustos	58959	Td yüksek	(-)	470.784	232.302	703.086	(-)	(-)	
Eylül	58959	2,8	165.084	470.784	188.480	659.264	3,99	(-)	
Ekim	58959	8,4	495.252	470.784	146.461	617.245	1,25	0,552	400.980.634
Kasım	58959	14,4	849.003	470.784	107.173	577.957	0,68	0,77	1.047.347.625
Aralık	58959	18,7	1.102.524	470.784	97.592	568.376	0,52	0,856	1.596.268.930

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay}$ = 8.324.213.548 kJ
$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 8.324.213.548 = 2.314.131 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 18,45 kWh / m³
Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 15,73 kWh / m³

Q < Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygundur.

Tablo 37. İnsan Toplum Bilimleri TS825 Özgül Isı Kaybı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**1,26**	**0,794**	**3750**	**2977,5**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**0,33**	**3,053**	**3618**	**11045,75**
DH-3-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,05	0,045	1,11			
KTB	Kompozit Kaplama	0,005	204	0			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			4			
TOPLAM				**19,2**	**0,422**	**458**	**193,28**
DT-1-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,22**	**0,5x0,82**	**450**	**184,5**
DT-2-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**0,29**	**0,5x3,478**	**400**	**695,6**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,03	0,045	0,67			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1**	**0,8x1,004**	**6000**	**4819,2**
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.17			

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları; yoğunluk ≤1200	0,15	0,22	0,68			
5.1.2	Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	1,65	0,06			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,24**	**0,5x0,81**	**6000**	**2430**
PENCERE 1					**2**	**1596**	**3192**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 25537,83 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 21067,2 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 46605,03 W/K

Tablo 38. İnsan Toplum Bilimleri TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

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			
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	46605	20,3	946.082	319.200	35.310	354.510	0,37	0,931	1.597.072.165
Şubat	46605	19,9	927.440	319.200	45.121	364.321	0,39	0,922	1.533.659.008
Mart	46605	15,9	741.020	319.200	57.858	377.058	0,51	0,86	1.080.332.279
Nisan	46605	9,9	461.390	319.200	63.317	382.517	0,83	0,701	501.223.667
Mayıs	46605	5,6	260.988	319.200	76.915	396.115	1,52	0,483	181.018.322
Haziran	46605	1,5	69.908	319.200	81.387	400.587	5,73	(-)	
Temmuz	46605	Td yüksek	(-)	319.200	78.260	397.460	(-)	(-)	
Ağustos	46605	Td yüksek	(-)	319.200	72.831	392.031	(-)	(-)	
Eylül	46605	2,8	130.494	319.200	59.230	378.430	2,90	(-)	
Ekim	46605	8,4	391.482	319.200	46.084	365.284	0,93	0,658	392.113.433
Kasım	46605	14,4	671.112	319.200	33.756	352.956	0,53	0,851	961.303.238
Aralık	46605	18,7	871.514	319.200	30.699	349.899	0,40	0,917	1.427.162.745

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma\ Q_{ay}$ = 7.673.884.858 kJ

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 7.673.884.858 = 2.133.340 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 17,15 kWh / m³

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 21,39 kWh / m³

Q > Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygun değildir!

Tablo 39. İktisat TS825 Özgül Isı Kaybı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**1,26**	**0,794**	**3238**	**2570,97**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**0,33**	**3,053**	**3502**	**10691,61**
DT-1-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,22**	**0,5x0,82**	**350**	**143,5**
DT-2-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**0,29**	**0,5x3,478**	**300**	**521,7**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,03	0,045	0,67			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1**	**0,8x1,004**	**5400**	**4337,28**
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları; yoğunluk ≤1200	0,15	0,22	0,68			
5.1.2	Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	1,65	0,06			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,24**	**0,5x0,81**	**5400**	**2187**
PENCERE 1					**2**	**1370**	**2740**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 23192,06 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 13305,6 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 36497,66 W/K

Tablo 40. İktisat TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

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			
	$H=H_i+H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	36498	20,3	740.902	201.600	30.259	231.859	0,31	0,959	1.344.048.223
Şubat	36498	19,9	726.303	201.600	38.688	240.288	0,33	0,951	1.290.066.549
Mart	36498	15,9	580.313	201.600	49.646	251.246	0,43	0,901	917.599.074
Nisan	36498	9,9	361.327	201.600	54.389	255.989	0,71	0,756	434.788.869
Mayıs	36498	5,6	204.387	201.600	66.106	267.706	1,31	0,534	159.262.169
Haziran	36498	1,5	54.746	201.600	69.960	271.560	4,96	(-)	
Temmuz	36498	Td yüksek	(-)	201.600	67.262	268.862	(-)	(-)	
Ağustos	36498	Td yüksek	(-)	201.600	62.578	264.178	(-)	(-)	
Eylül	36498	2,8	102.193	201.600	50.846	252.446	2,47	0,333	47.056.519
Ekim	36498	8,4	306.580	201.600	39.523	241.123	0,79	0,72	344.924.810
Kasım	36498	14,4	525.566	201.600	28.930	230.530	0,44	0,898	825.864.150
Aralık	36498	18,7	682.506	201.600	26.304	227.904	0,33	0,95	1.207.895.506

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma\ Q_{ay}$ = 6.571.505.870 kJ
$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 6.571.505.870 = 1.826.879 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 19,28 kWh / m³
Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 29 kWh / m³

Q > Q' olduğundan bu bina (iktisadi ve idari bilimler fakültesi) için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygun değildir!

Tablo 41. Rektörlük Binası TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

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			
	$H=H_i+H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	25068	19,3	483.821	101.304	56.518	157.822	0,33	0,953	864.061.534
Şubat	25068	18,9	473.793	101.304	71.784	173.088	0,37	0,935	808.476.471
Mart	25068	14,9	373.520	101.304	91.305	192.609	0,52	0,856	540.715.962
Nisan	25068	8,9	223.109	101.304	98.748	200.052	0,90	0,672	229.755.848
Mayıs	25068	4,6	115.315	101.304	119.301	220.605	1,91	0,407	66.115.901
Haziran	25068	0,5	12.534	101.304	126.055	227.359	18,14	(-)	
Temmuz	25068	Td yüksek	(-)	101.304	121.364	222.668	(-)	(-)	
Ağustos	25068	Td yüksek	(-)	101.304	113.319	214.623	(-)	(-)	
Eylül	25068	1,8	45.123	101.304	93.015	194.319	4,31	(-)	
Ekim	25068	7,4	185.506	101.304	73.122	174.426	0,94	0,655	184.805.870
Kasım	25068	13,4	335.917	101.304	53.972	155.276	0,46	0,885	514.481.091
Aralık	25068	17,7	443.711	101.304	49.216	150.520	0,34	0,948	780.414.849

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma\ Q_{ay}$ = 3.988.827.525 kJ
$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 3.988.827.525 = 1.108.894 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 18,18 kWh / m³
Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 17,51 kWh / m³

Q < Q' olduğundan bu bina (rektörlük) için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygundur.

Tablo 42. Rektörlük Binası Özgül Isı Kaybı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
10.3.1.1	Polistiren - parçacık köpüklü - TS 7316 EN 13163 e uygun; yoğunluk ≥15; ısıl iletkenlik grubu 035	0,05	0,035	1,43			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**2,67**	**0,375**	**5452**	**2044,5**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
10.3.1.1	Polistiren - parçacık köpüklü - TS 7316 EN 13163 e uygun; yoğunluk ≥15; ısıl iletkenlik grubu 035	0,05	0,035	1,43			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**1,74**	**0,576**	**1873**	**1078,85**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,05	0,045	1,11			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1,44**	**0,8x0,694**	**3500**	**1943,2**
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			
4.8.1	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,05	0,30	0,17			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları; yoğunluk ≤1200	0,1	0,22	0,45			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,08**	**0,5x0,929**	**3500**	**1625,75**
PENCERE 1					**2**	**2502**	**5004**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 11696,3 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 13372,13 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 25068,43 W/K

Tablo 43. Merkezi Derslik TS825 Özgül Isı Kaybı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.3.3.2	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	0,19	0,13	1,46			
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 040	0,05	0,040	1,25			
4.8.2	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,01	0,35	0,03			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**2,93**	**0,341**	**2618**	**892,74**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 040	0,05	0,040	1,25			
4.8.2	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,01	0,35	0,03			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**1,59**	**0,63**	**1943**	**1224,09**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,05	0,045	1,11			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1,44**	**0,8x0,694**	**3520**	**1954,3**
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			
4.8.1	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,05	0,30	0,17			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları; yoğunluk ≤1200	0,1	0,22	0,45			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,08**	**0,5x0,929**	**3520**	**1635,04**
PENCERE 1					**2**	**1595**	**3190**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 8896,17 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 10443,84 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 19340,01 W/K

Tablo 44. Merkezi Derslik TS825 Özgül Isı Kaybı

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			
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	19340	20,3	392.602	158.240	35.323	193.563	0,49	0,868	581.915.103
Şubat	19340	19,9	384.866	158.240	45.065	203.305	0,53	0,849	549.974.489
Mart	19340	15,9	307.506	158.240	57.634	215.874	0,70	0,759	372.157.724
Nisan	19340	9,9	191.466	158.240	62.861	221.101	1,15	0,579	164.255.360
Mayıs	19340	5,6	108.304	158.240	76.145	234.385	2,16	0,37	55.923.450
Haziran	19340	1,5	29.010	158.240	80.508	238.748	8,23	(-)	
Temmuz	19340	Td yüksek	(-)	158.240	77.479	235.719	(-)	(-)	
Ağustos	19340	Td yüksek	(-)	158.240	72.180	230.420	(-)	(-)	
Eylül	19340	2,8	54.152	158.240	58.922	217.162	4,01	(-)	
Ekim	19340	8,4	162.456	158.240	46.003	204.243	1,26	0,549	130.657.363
Kasım	19340	14,4	278.496	158.240	33.785	192.025	0,69	0,766	340.849.461
Aralık	19340	18,7	361.658	158.240	30.725	188.965	0,52	0,852	519.868.912

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay}$ = 2.715.601.862 kJ

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 2.715.601.862 = 754.937 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 18,21 kWh / m³

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 15,27 kWh / m³

Q < Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygundur

Tablo 45. Hukuk Fakültesi ve Enstitüler TS825 Özgül Isı Kaybı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**1,26**	**0,794**	**1720**	**1365,68**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**0,33**	**3,053**	**1533**	**4680,25**
DH-3-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,05	0,045	1,11			
KTB	Kompozit Kaplama	0,005	204	0			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			4			
TOPLAM				**19,2**	**0,422**	**621**	**262,06**
DT-1-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.5.1.6	Buharla sertleştirilmiş gazbetonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,2	0,19	1,05			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,22**	**0,5x0,82**	**220**	**90,2**
DT-2-Duvar(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**0,29**	**0,5x3,478**	**200**	**347,8**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,03	0,045	0,67			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1**	**0,8x1,004**	**3858**	**3098,75**
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları; yoğunluk ≤1200	0,15	0,22	0,68			
5.1.2	Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	1,65	0,06			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,24**	**0,5x0,81**	**3858**	**1562,49**
PENCERE 1					**2**	**1002**	**2004**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 13411,23 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 7983,36 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 21394,59 W/K

Tablo 46. Hukuk ve Enstitüler TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

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			
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	21395	20,3	434.310	120.960	22.016	142.976	0,33	0,952	772.907.815
Şubat	21395	19,9	425.752	120.960	28.096	149.056	0,35	0,943	739.403.539
Mart	21395	15,9	340.174	120.960	35.920	156.880	0,46	0,886	521.601.440
Nisan	21395	9,9	211.806	120.960	39.187	160.147	0,76	0,734	244.503.962
Mayıs	21395	5,6	119.810	120.960	47.380	168.340	1,41	0,509	88.365.122
Haziran	21395	1,5	32.092	120.960	50.066	171.026	5,33	(-)	
Temmuz	21395	Td yüksek	(-)	120.960	48.217	169.177	(-)	(-)	
Ağustos	21395	Td yüksek	(-)	120.960	44.924	165.884	(-)	(-)	
Eylül	21395	2,8	59.905	120.960	36.731	157.691	2,63	(-)	
Ekim	21395	8,4	179.715	120.960	28.693	149.653	0,83	0,699	194.650.333
Kasım	21395	14,4	308.082	120.960	21.083	142.043	0,46	0,886	472.456.123
Aralık	21395	18,7	400.079	120.960	19.149	140.109	0,35	0,942	694.733.439

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma\, Q_{ay}$ = 3.728.621.773 kJ

$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 3.728.621.773 = 1.036.557 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 20,1 kWh / m³

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 27,42 kWh / m³

Q > Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygun değildir!

Tablo 47. Güzel Sanatlar TS825 Özgül Isı Kaybı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m^2K/W)	W/m^2K	m^2	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
7.1.1.2	TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar,dolu klinker,düşey delikli klinger (TS 4562), seramik klinger (TS 2902)	0,2	0,94	0,21			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**0,42**	**2,379**	**3003**	**7144,14**
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,3	2,5	0,12			
4.2	Çimento harcı	0,03	1,6	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				**0,33**	**3,053**	**1263**	**3855,94**
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,2	2,5	0,08			
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 045	0,03	0,045	0,67			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.08			
TOPLAM				**1**	**0,8x1,004**	**4013**	**3223,24**
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer, vb.)	0,02	3,5	0,01			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,7	2,5	0,28			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları; yoğunluk ≤1200	0,15	0,22	0,68			
5.1.2	Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,1	1,65	0,06			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				**1,24**	**0,5x0,81**	**4013**	**1625,26**
PENCERE 1					**2**	**615**	**1230**

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_i = 17078,58 W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_v = 5105,28 W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v$ = 22183,86 W/K

Tablo 48. Güzel Sanatlar TS825 Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

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			
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_g$	γ	η_{ay}	Q_{ay}
	(W/K)	(K,°C)	(W)	(W)	W	(W)	(-)	(-)	(kJ)
Ocak	22184	20,3	450.333	88.403	14.413	102.817	0,23	0,987	904.099.290
Şubat	22184	19,9	441.459	88.403	18.348	106.751	0,24	0,984	871.989.810
Mart	22184	15,9	352.723	88.403	23.520	111.924	0,32	0,957	636.566.587
Nisan	22184	9,9	219.620	88.403	25.613	114.016	0,52	0,854	316.783.475
Mayıs	22184	5,6	124.230	88.403	31.428	119.832	0,96	0,645	121.546.639
Haziran	22184	1,5	33.276	88.403	33.360	121.764	3,66	(-)	
Temmuz	22184	Td yüksek	(-)	88.403	31.948	120.352	(-)	(-)	
Ağustos	22184	Td yüksek	(-)	88.403	29.740	118.144	(-)	(-)	
Eylül	22184	2,8	62.115	88.403	24.015	112.418	1,81	0,425	37.304.537
Ekim	22184	8,4	186.344	88.403	18.675	107.078	0,57	0,825	254.160.555
Kasım	22184	14,4	319.448	88.403	13.669	102.072	0,32	0,956	575.008.164
Aralık	22184	18,7	414.838	88.403	12.540	100.943	0,24	0,984	817.911.927

Toplam $Q_{yıl} = \Sigma\ Q_{ay}$ = 4.535.370.984 kJ
$Q_{yıl}$ = 0,278 x 1/1000 x 4.535.370.984 = 1.260.833 kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı Q' = 23,1 kWh / m³
Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı Q = 45,64 kWh / m³

Q > Q' olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygun değildir!

Bütün binalara ait TS825 Isı Yalıtım Raporları her bina için ayrı dosyalar halinde rapor ekindedir. Binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve TS825 uygunluğunu gösteren özet tablo ise *"3.2 Isı Yalıtım Durumu"* başlığındadır.

3.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Rektörlük, Veterinerlik, Merkezi Derslikler ve Eğitim Fakültesi binalarının dış cephesi kompozit kaplamalıdır ve kaplama altında 5cm taşyünü ile yalıtım mevcuttur. Bu binalarda mevcut durumun muhafaza edilmesi dışında bir öneri bulunmamaktadır.

Merkez Kütüphane, Spor Bilimleri D Blok, Spor Bilimleri Derslikler, AB Ofisi ve Sosyal Tesis binalarında siding kaplama altında 3cm köpük ile ısı yalıtımı sağlanmıştır.

Yemekhane yanındaki Kapalı Spor salonunda 3cm Köpük kullanılarak mantolama yapılmış ve ısı yalıtımı sağlanmıştır. Fakat Havuz yanındaki Spor Salonu yalıtımsızdır.

MYO ve Mavi Salon Binasında Siding kaplama altında 5cm köpük ile yalıtım sağlanmış olmasına rağmen aynı binanın atölyeler kısmı yalıtımsızdır. MYO Yemekhane binasında siding kaplama altında yıpranmış durumda köpük bulunmaktadır. MYO Bilgisayar Laboratuvarı binasında herhangi bir yalıtım malzemesi yoktur. İleride bu binalar için yapılacak onarımlarda yalıtımlarının yapılması binaların daha konforlu kullanılmasını sağlayacak ve ısı ihtiyacını azaltarak enerji tasarrufu sağlayacaktır. Yıllık ısıtma enerjisi diğer binalara göre daha düşük olduğu için detayları aşağıda verilen yalıtım önerisi hesabına dahil edilmemiştir. Yıllık ısıtma enerjisi en fazla olan aşağıdaki 5 bina için yalıtım hesabı yapılmıştır.

5 Adet Yalıtımsız Binanın Dış Cephelerine 8cm Taşyünü ile Yalıtım Yapılması:

Yalıtımsız olan ve TS825 standardına uymayan;

1- Mühendislik Fakültesi A-B-C Blok
2- İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi
3- İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
4- Hukuk Fakültesi ve Enstitüler
5- Güzel Sanatlar Fakültesi

binalarına **8cm Taşyünü** ile **mantolama** yapılarak ısı yalıtımı önerilmiştir. Bu iyileştirmenin yapılması durumunda binalar TS825 standardına uygun hale gelecek ve doğalgazdan %37,8 tasarruf elde edilecektir. "*3.2 Isı Yalıtım Durumu*" başlığındaki tablodan görüldüğü üzere en yüksek yıllık ısıtma enerjisine sahip olan bu beş bina için yalıtım önerilmiştir. Yine aynı başlıkta yer alan termal kamera ölçümlerinde bu binalarda ısı kaybına yol açan ısı köprüleri olduğu görülmektedir. Yalıtım yapılması durumunda kolon ve kirişlerin yol açtığı ısı köprüleri ve ısı kaybı engellenecektir. Aşağıdaki tablolarda da görüldüğü üzere toplam maliyeti **74.666.035,24 TL** olan bu yatırım **11,22 yıl** geri ödeme süresine sahiptir.
Önerilen malzeme özellikleri, birim fiyatlara göre hesaplanan yatırım maliyetleri, yalıtımdan sonraki TS825 standartları rapor ekinde olup aşağıdaki tablolara özet olarak eklenmiştir.

Tablo 49. Önerilen Malzeme Özellikleri

Malzeme Türü	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Malzeme Kalınlığı
	λ_h (W/mK)	R (m^2K/W)	
Taş Yünü	0,035	1,43	8cm

Tablo 50. Yalıtım Öncesi ve Sonrası Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçları*

	Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı			
	Mevcut Durum kWh/yıl	**Yalıtım Sonrası kWh/yıl**	**Fark**	**Yalıtım Maliyeti TL**
Mühendislik F.	3.787.501	2.565.839	32%	28.584.298,12
İnsan Toplum B F:	2.133.340	1.367.965	36%	15.629.272,29
İktisat Fakültesi:	1.826.879	1.053.443	42%	14.094.118,45
Hukuk Fakültesi:	1.036.557	694.168	33%	7.582.274,14
Güzel Sanatlar F:	1.260.833	562.898	55%	8.776.072,23
TOPLAM:	**10.045.110**	**6.244.313**	**38%**	**74.666.035,24**

** 5 bina için yalıtım sonrası yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları ve TS825 Isı Yalıtım Raporunun tamamı eklerde yer almaktadır.*

Tablo 51. 5 Binaya 8cm Taşyünü Mantolama Yapılması Toplam Maliyeti*

Toplam:	**5 Binaya 8cm Taşyünü Mantolama Yapılması Toplam Maliyeti**					
Poz No	**İşin Adı**	**Birim Fiyat**	**Birim**	**Miktar**	**Birim**	**Toplam Maliyet**
15.185.1013	Ön yapımlı bileşenlerden oluşan tam güvenlikli, dış cephe iş iskelesi yapılması. (0,00-51,50 m arası)	178,73	TL/m^2	42.310,00	m^2	**7.562.066,30 TL**
77.100.1035	Mermer, traverten ve andezit plaktan denizlik, parapet ve harpuşta sökülmesi	304,69	TL/m2	2.121,00	m^2	**646.247,49 TL**
77.100.1017	Her türlü, sac, pvc, çinko vb. yağmur oluğu sökülmesi	75,94	TL/m	1.060,50	m	**80.534,37 TL**
15.341.3003	**8 cm** kalınlıkta yüzeye dik çekme mukavemeti en az 7,5kPa (TR7,5) **taşyünü** levhalar ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (Mantolama)	1.067,33	TL/m^2	42.310,00	m^2	**45.158.732,30 TL**
10.330.2417	PVC denizlik uzatma profilleri	23,50	TL/m	5.455,33	m	**128.200,33 TL**
15.470.1419	2 cm kalınlığında açık renkli traverten levha ile duvar kaplaması yapılması (2cmx30-40-50cmxserbest boy) (honlu ve cilalı hariç her türlü yüzey işlemli)	1.535,38	TL/m^2	2.333,10	m^2	**3.582.195,08 TL**
15.540.1607	Brüt beton, sıvalı veya eski boyalı yüzeylere, astar uygulanarak silikon esaslı grenli/tekstürlü kaplama yapılması (dış cephe)	404,13	TL/m^2	42.310,00	m^2	**17.098.740,30 TL**
15.315.1005	Ø 150 mm çapında sert PVC yağmur oluğu temini ve yerine tesbiti	350,88	TL/m	1.166,55	m	**409.319,06 TL**
					Toplam:	**74.666.035,24 TL**
					%20 KDV Dahil Toplam:	**89.599.242,28 TL**

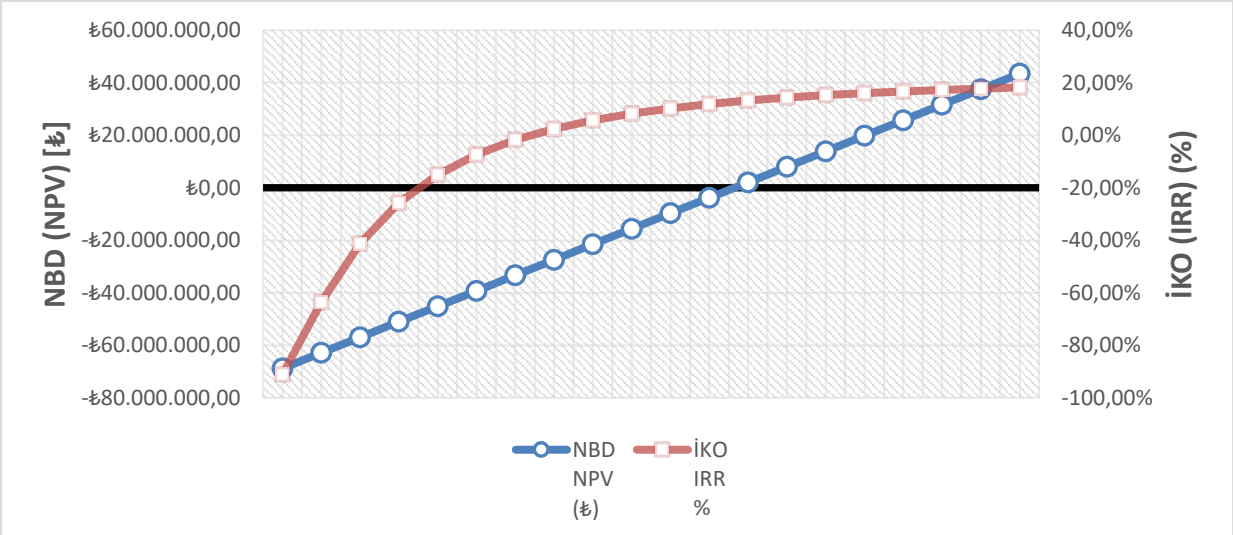
** Her bina için ayrı yapılmış maliyet hesabı rapor ekindedir.*

Tablo 52. Dış Cephe Yalıtımı Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	1.223.786,82
Verim Artışına Bağlı Tasarruf Oranı	%	37,8%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm^3/Yıl	445.254,94
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/Sm^3	14,95
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	₺ 6.656.561,42
Yıllık CO_2 azaltımı	tonCO_2	104,19
Yatırım Maliyeti	TL	₺ 74.666.035,24
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	11,22

Tablo 53. Dış Cephe Yalıtımı 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 (₺)
₺74.666.035,24	2025	₺6.656.561,42	₺6.656.561,42	12,75%	-91,08%	-₺68.762.211,36
	2026	₺7.505.273,00	₺7.505.273,00	12,75%	-63,53%	-₺62.858.387,48
	2027	₺8.462.195,31	₺8.462.195,31	12,75%	-41,20%	-₺56.954.563,61
	2028	₺9.541.125,21	₺9.541.125,21	12,75%	-25,76%	-₺51.050.739,73
	2029	₺10.757.618,67	₺10.757.618,67	12,75%	-15,05%	-₺45.146.915,86
	2030	₺12.129.215,06	₺12.129.215,06	12,75%	-7,42%	-₺39.243.091,98
	2031	₺13.675.689,97	₺13.675.689,97	12,75%	-1,82%	-₺33.339.268,11
	2032	₺15.419.340,45	₺15.419.340,45	12,75%	2,39%	-₺27.435.444,23
	2033	₺17.385.306,35	₺17.385.306,35	12,75%	5,63%	-₺21.531.620,36
	2034	₺19.601.932,91	₺19.601.932,91	12,75%	8,18%	-₺15.627.796,48
	2035	₺22.101.179,36	₺22.101.179,36	12,75%	10,21%	-₺9.723.972,60
	2036	₺24.919.079,73	₺24.919.079,73	12,75%	11,85%	-₺3.820.148,73
	2037	₺28.096.262,39	₺28.096.262,39	12,75%	13,20%	₺2.083.675,15
	2038	₺31.678.535,85	₺31.678.535,85	12,75%	14,31%	₺7.987.499,02
	2039	₺35.717.549,17	₺35.717.549,17	12,75%	15,24%	₺13.891.322,90
	2040	₺40.271.536,69	₺40.271.536,69	12,75%	16,03%	₺19.795.146,77
	2041	₺45.406.157,62	₺45.406.157,62	12,75%	16,70%	₺25.698.970,65
	2042	₺51.195.442,71	₺51.195.442,71	12,75%	17,27%	₺31.602.794,52
	2043	₺57.722.861,66	₺57.722.861,66	12,75%	17,77%	₺37.506.618,40
	2044	₺65.082.526,52	₺65.082.526,52	12,75%	18,19%	₺43.410.442,28



Grafik 12. Dış Cephe Yalıtımı Finansal Analiz Tablosu

3.4 KAPI-PENCERE SİSTEMLERİ

3.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı) haricindeki bütün binalarda **12mm Hava** Boşluklu, 4mm Isı Camlı pencereler kullanılmıştır. Güzel Sanatlar ve Eğitim Fakülteleri ile MYO Binaları PVC doğramalı, diğer binalar ise Alüminyum doğramalıdır. Binanın pencere alanları ve özellikleri aşağıdaki tablodadır.

Tablo 54. Pencere ve Cam Alanları ve Özellikleri

Bina Adı	Cam Tipi	Doğrama Tipi	Pencere Alanı	Toplam Düşey Dış Kabuk	Dış Cephe Pencere Oranı
			(m^2)	(m^2)	%
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi A-B-C Blok	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	3.600	16.100	22%
Veteriner Fakültesi	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	5.034	19.076	26%
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	1.596	8.964	18%
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	1.370	8.110	17%
Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	2.502	9.827	25%
Merkezi Derslikler Binası	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	1.595	6.156	26%
Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	1.002	4.255	24%
Güzel Sanatlar Fakültesi	4+4 12mm Hava Boşluklu	PVC	615	4.881	13%
Eğitim Fakültesi	4+4 12mm Hava Boşluklu	PVC	228	1.876	12%
Merkez Kütüphane	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	724	3.709	20%
Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	480	2.829	17%
Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	190	903	21%
AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	378	2.481	15%
Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	67	1.287	5%
Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	4mm Tek Cam	Alüminyum	86	1.047	8%
Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	350	1.593	22%
Camii	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	120	1.320	9%
Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	4+4 12mm Hava Boşluklu	PVC	1.166	5.597	21%
MYO Yemekhane	4+4 12mm Hava Boşluklu	PVC	116	933	12%
Bilgisayar Laboratuvar Binası (SHMYO Yanı)	4+4 12mm Hava Boşluklu	PVC	110	705	16%
Sağlık Hizmetleri MYO	4+4 12mm Hava Boşluklu	Alüminyum	229	955	24%



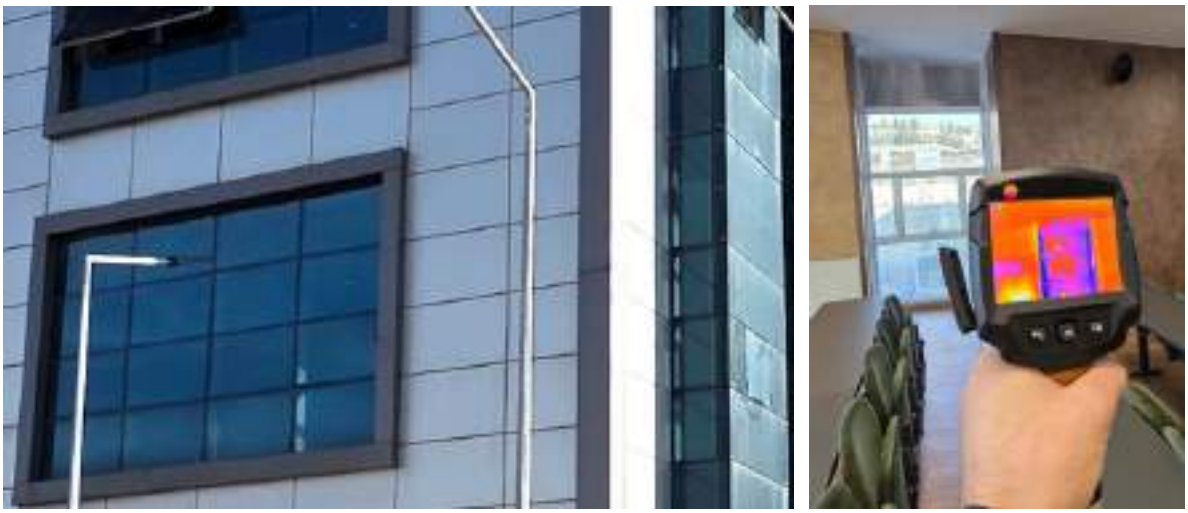
Resim 126. Mühendislik, İnsan Toplum, İktisat, Hukuk Fakültesi Pencereleri



Resim 127. Veteriner Fakültesi Pencereleri Genel Görünüş



Resim 128. Rektörlük Binası Pencere ve Cam Alanları



Resim 129. Merkezi Derslik Pencere ve Cam Alanları



Resim 130. Güzel Sanatlar ve Eğitim Fakültesi Pencereleri



Resim 131. Merkez Kütüphane Pencereleri



Resim 132. Spor Fakültesi Binaları Pencereleri



Resim 133. Camii Pencereleri



Resim 134. MYO (PVC) ve Sağlık MYO (Alüminyum) Pencereleri

3.4.2 Ölçümler ve Tespit

Binalardaki pencereler yerinde incelenerek pencere tipleri tespit edilmiş ve her bina için görselleri aşağıya eklenmiştir. Pencere bilgileri tablo halinde sistem tarifi başlığındadır.



Resim 135. Mühendislik Fakültesi 12mm Hava Boşluklu PVC Doğramalı Pencere



Resim 136. Veteriner Fakültesi 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 137. İnsan Toplum Bilimleri 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 138. İktisat 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 139. Rektörlük Binası 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 140. Merkezi Derslikler Binası 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



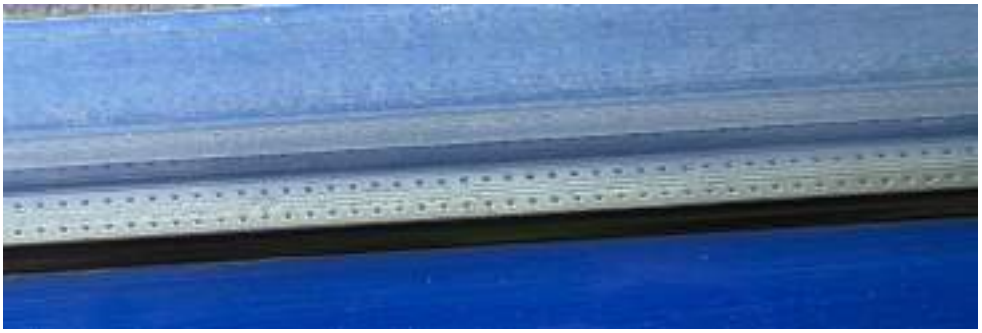
Resim 141. Hukuk Fakültesi 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 142. Güzel Sanatlar Fakültesi 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere



Resim 143. Eğitim Fakültesi 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere



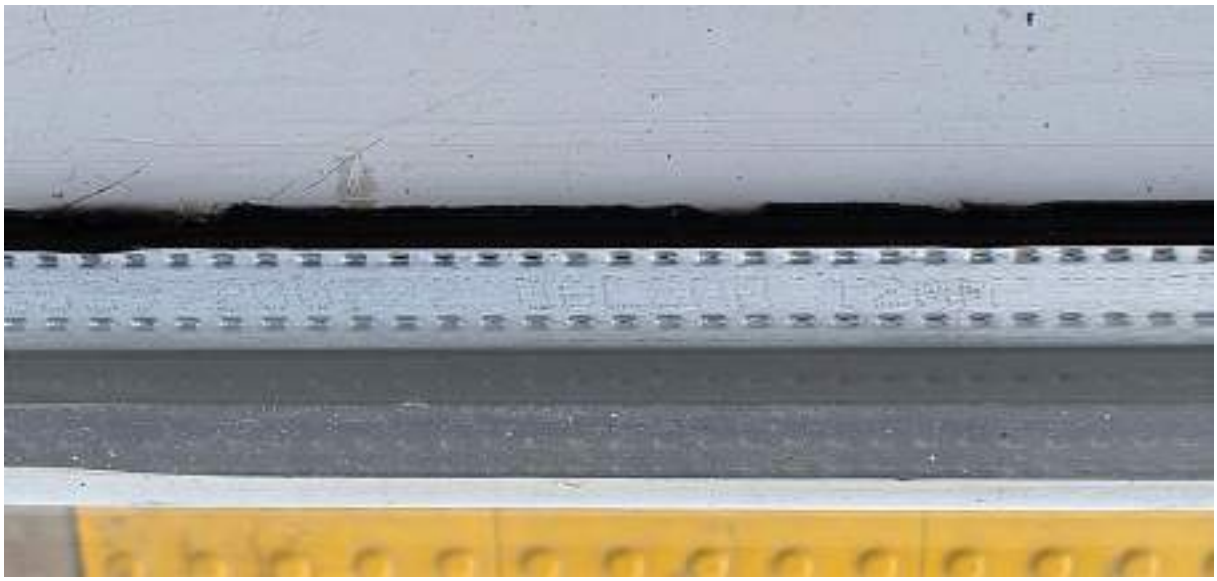
Resim 144. Merkez Kütüphane Binası 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 145. Spor Bilimleri Fakültesi D Blok 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 146. Spor Bilimleri Derslikler B Blok 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



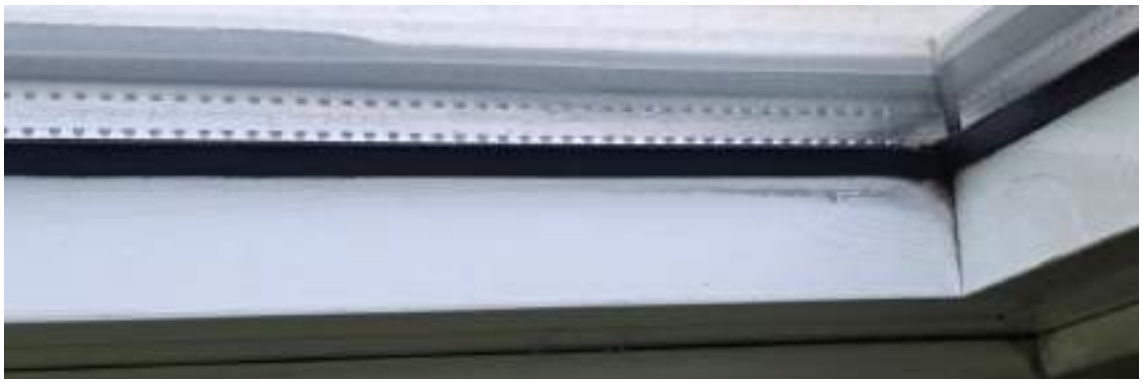
Resim 147. AB Ofisi 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 148. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 149. Spor Salonu (Havuz Yanı) Tek Camlı Demir Doğramalı Pencere



Resim 150. Sosyal Tesis 12mm Hava, Alüminyum Doğramalı Pencere



Resim 151. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere



Resim 152. MYO Yemekhane 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere



Resim 153. MYO Bilgisayar Laboratuvarı 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere



Resim 154. Sağlık MYO 12mm Hava, PVC Doğramalı Pencere

3.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Tablo 55. 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
12mm Hava, Alüminyum Doğramalı	**1,8**	**2,3**	< 2,4	**Uygun**
12mm Hava, PVC Doğramalı	**1,8**	**2,3**	< 2,4	**Uygun**
Tek Camlı, Alüminyum Doğramalı	**5,7**	**5,9**	< 2,4	**Uygun Değil**

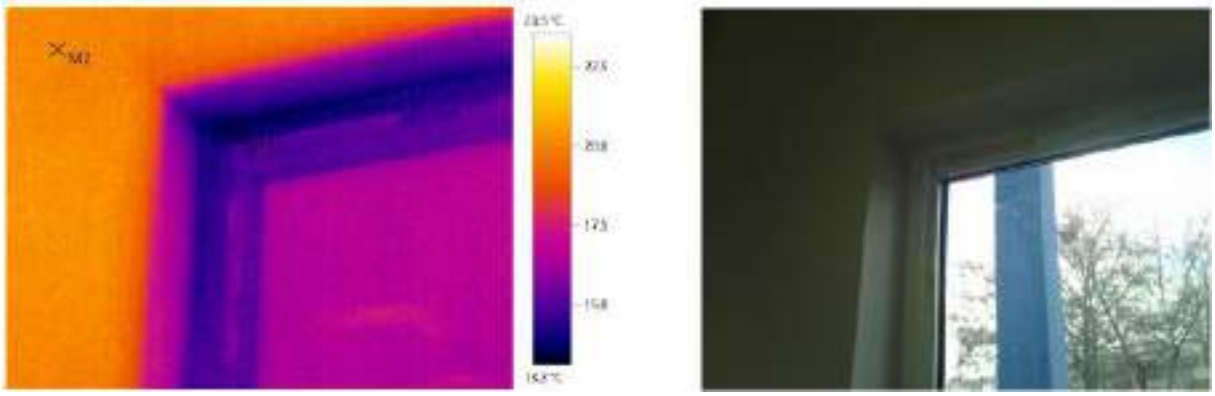
Spor Salonu (Havuz Yanı) pencereleri tek camlı olduğu için Up değeri **5,9 W/m².**K'dir ve TS825 sınır değerini aştığı için standarda uygun değildir. Bu bina dışındaki bütün binaların pencereleri 12mm Hava boşluklu olduğu için TS825 standardına uygundur. Pencerelerin U değeri tespit edilirken TS825 A.4 çizelgesinden faydalanılmıştır. TS825 A.4 çizelgesinde doğrama hariç sadece 12mm boşluklu camın U değeri **1,8 W/m².K** iken Alüminyum doğrama ile birlikte hesaplanan **12mm** boşluklu pencere için U değeri **2,3 W/m².K** olarak belirtilmiştir. Aynı çizelgeye göre 12mm boşluklu camın PVC doğrama ile birlikte U değeri de **2,3 W/m².K'**tır. Mevcut pencerelere ait etikette U değeri bulunmadığı bu yöntemle tespit edilmiştir.

Tablo 56. TS 825 A.4 Çizelgesine Göre Pencerenin U Değeri (Up) Hesaplanması

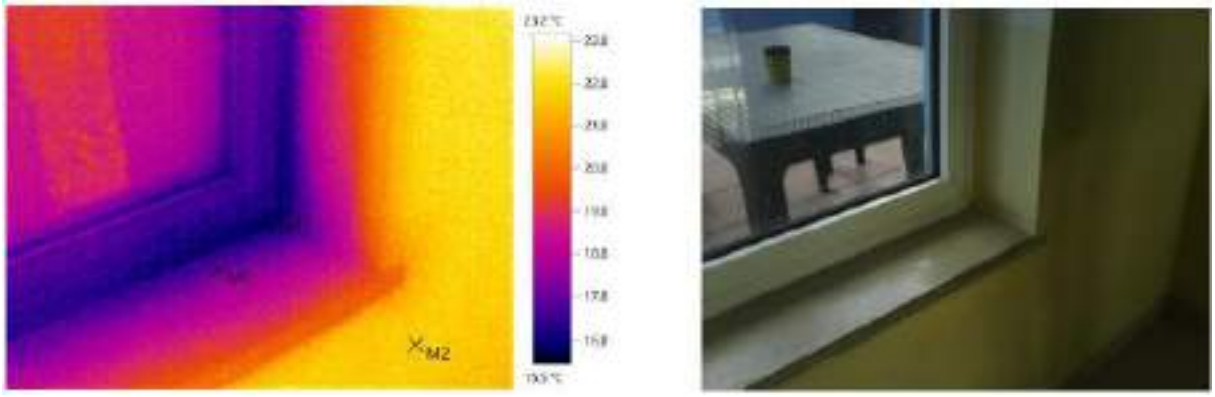
Türkiye'deki ısı bölgelerine uygun cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısıl geçirgenlik (U_p) katsayıları W/m²K		TEK CAMLI PENCERE	ÇİFT CAMLI PENCERE (kaplamasız cam)				ÇİFT CAMLI LOW-E KAPLAMALI PENCERE			
			ARA BOŞLUK (mm)				ARA BOŞLUK (mm)			
			6	9	12	16	6	9	12	16
	DOĞRAMASIZ	5,7	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	3,8	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/m²K değerini aşmamaktadır. Alüminyum doğramalardan ısı kaybı gerçekleşse de iç ortamın standart sıcaklık değerlerini olumsuz etkileyecek seviyede olmayıp lokal kayıplardır. Ayrıca Veterinerlik, Rektörlük, Merkezi Derslik binalarında fotoselli giriş kapısı olduğu için giriş kapılarından ısı kaybı meydana gelmektedir. Aşağıda özet olarak verilen termal kamera ölçümleri her bina için detaylı olarak rapor ekindedir.

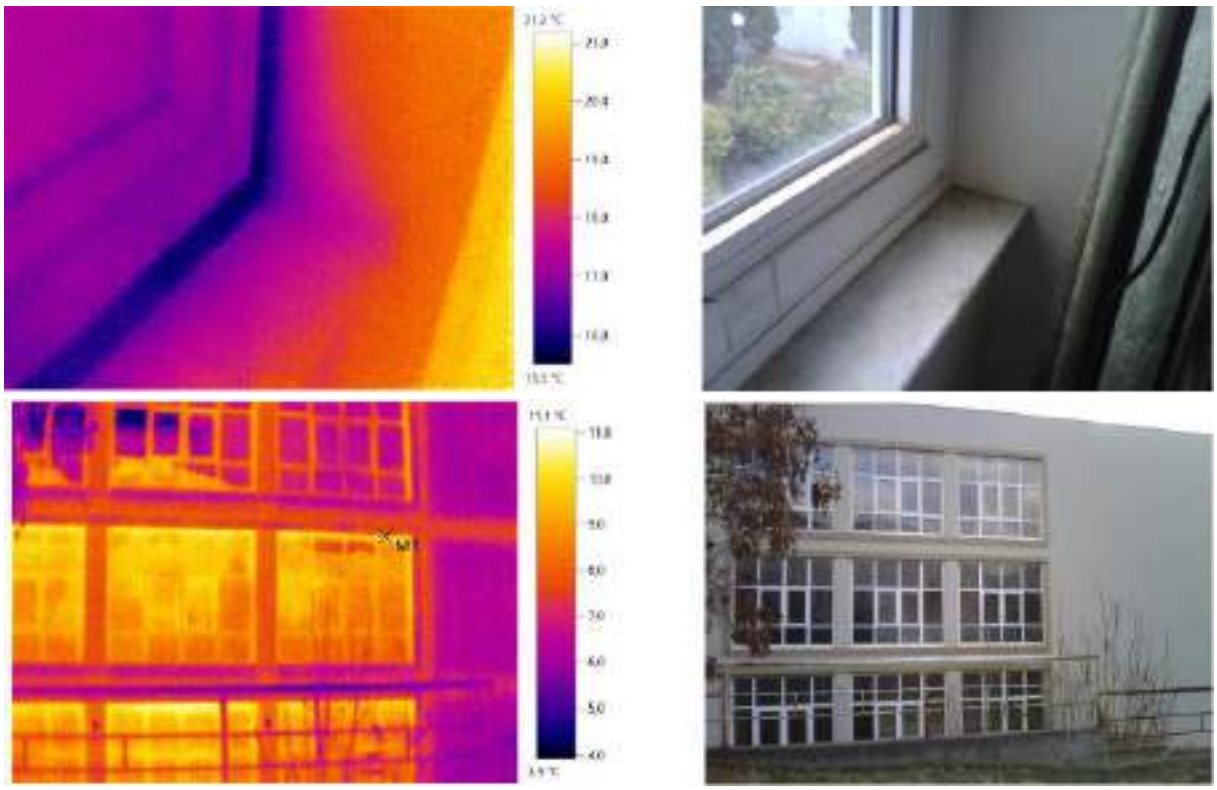
Pencere, Cam Alanlar ve İç Mahal Termal Kamera Ölçümleri:



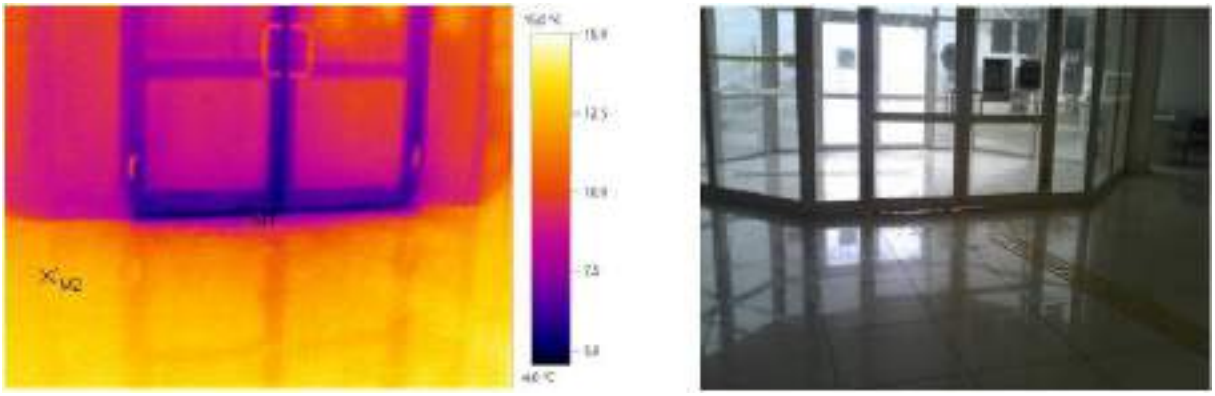
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	13,6	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	20,1	0,96	36,0	İç Duvar Sıcaklığı



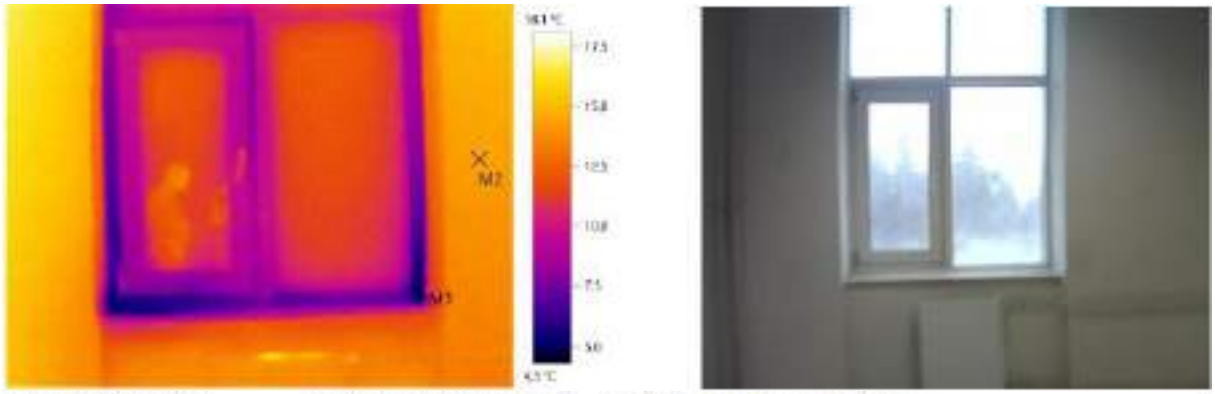
Ölçme noktası 1	15,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	22,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	17,0	0,96	36,0	-



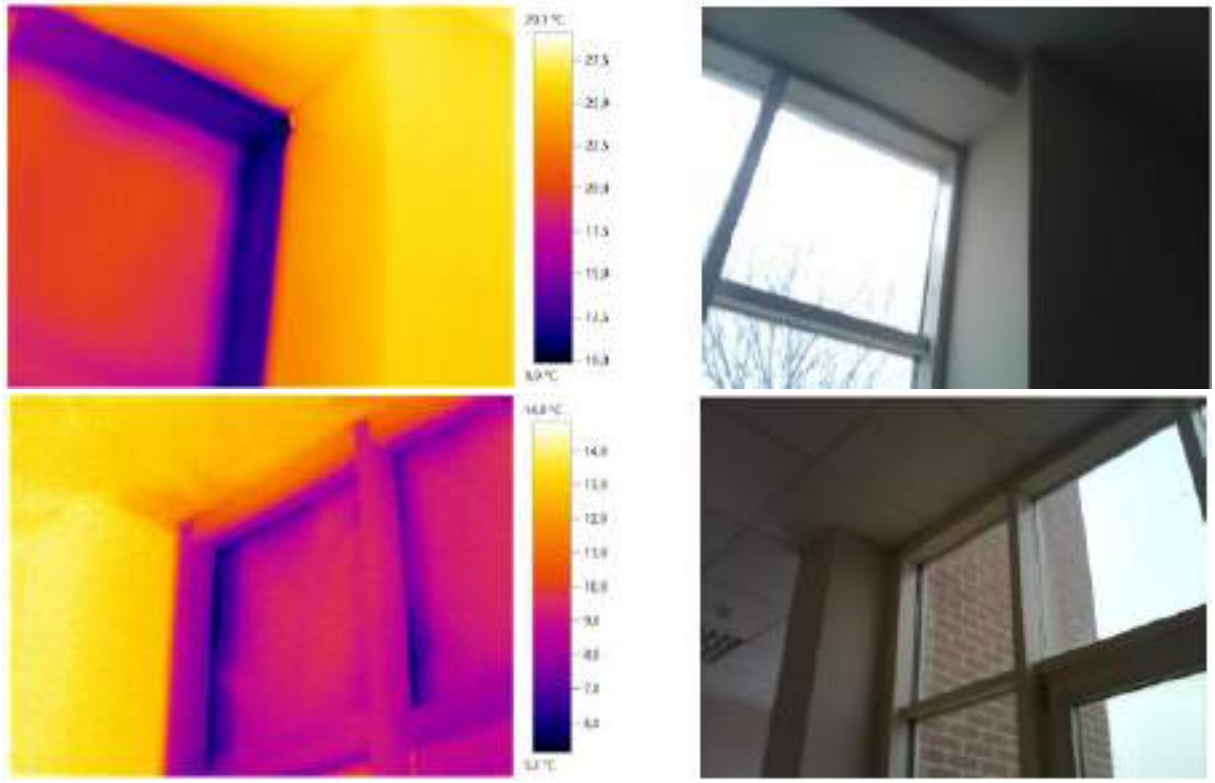
Resim 155. Mühendislik Fakültesi Pencere Termal Ölçümleri



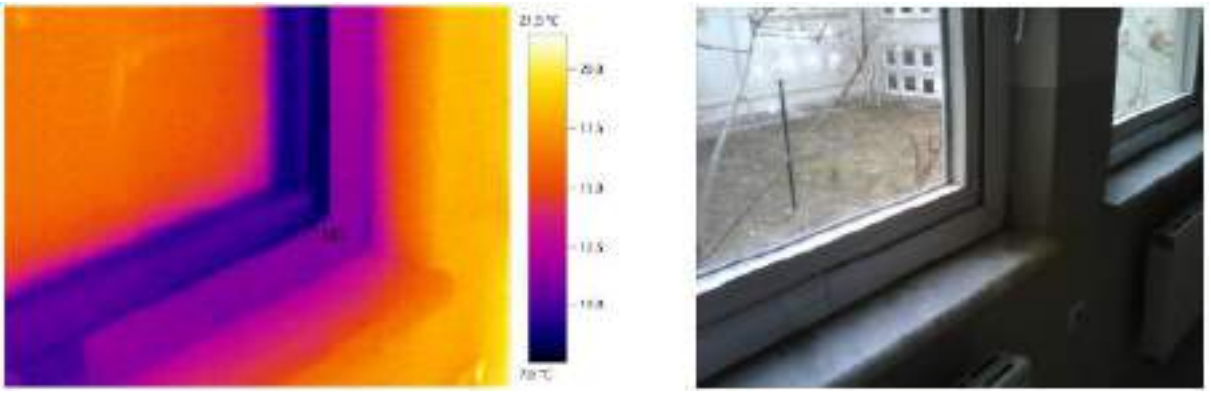
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	5,2	0,96	36,0	Giriş Kapısı Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	12,3	0,96	36,0	-



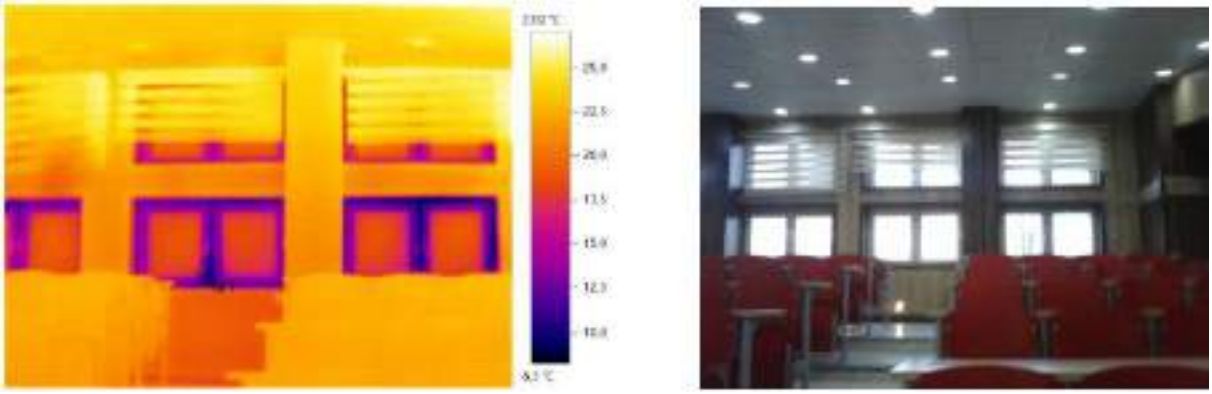
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	5,6	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	14,5	0,96	36,0	Duvar İç Sıcaklığı



Resim 156. Veteriner Fakültesi Pencere ve Cam Alanlar Termal Ölçümü

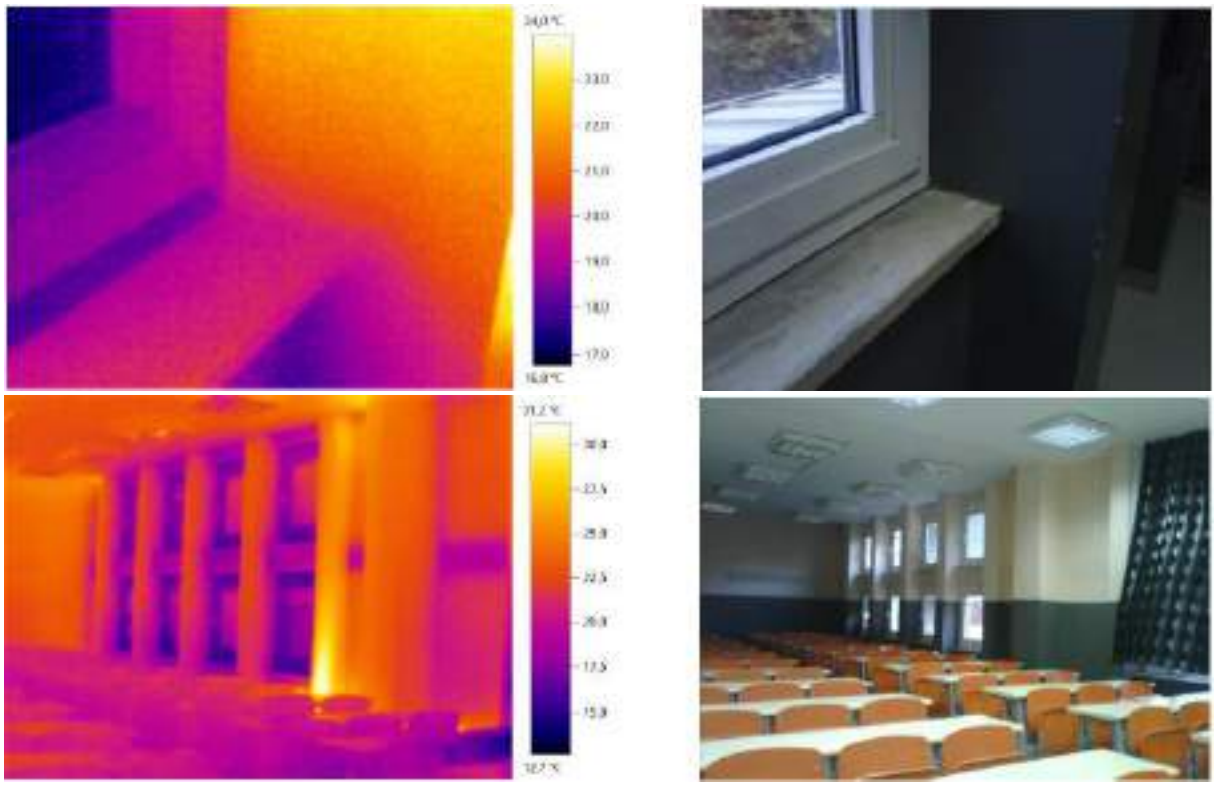


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	9,5	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı

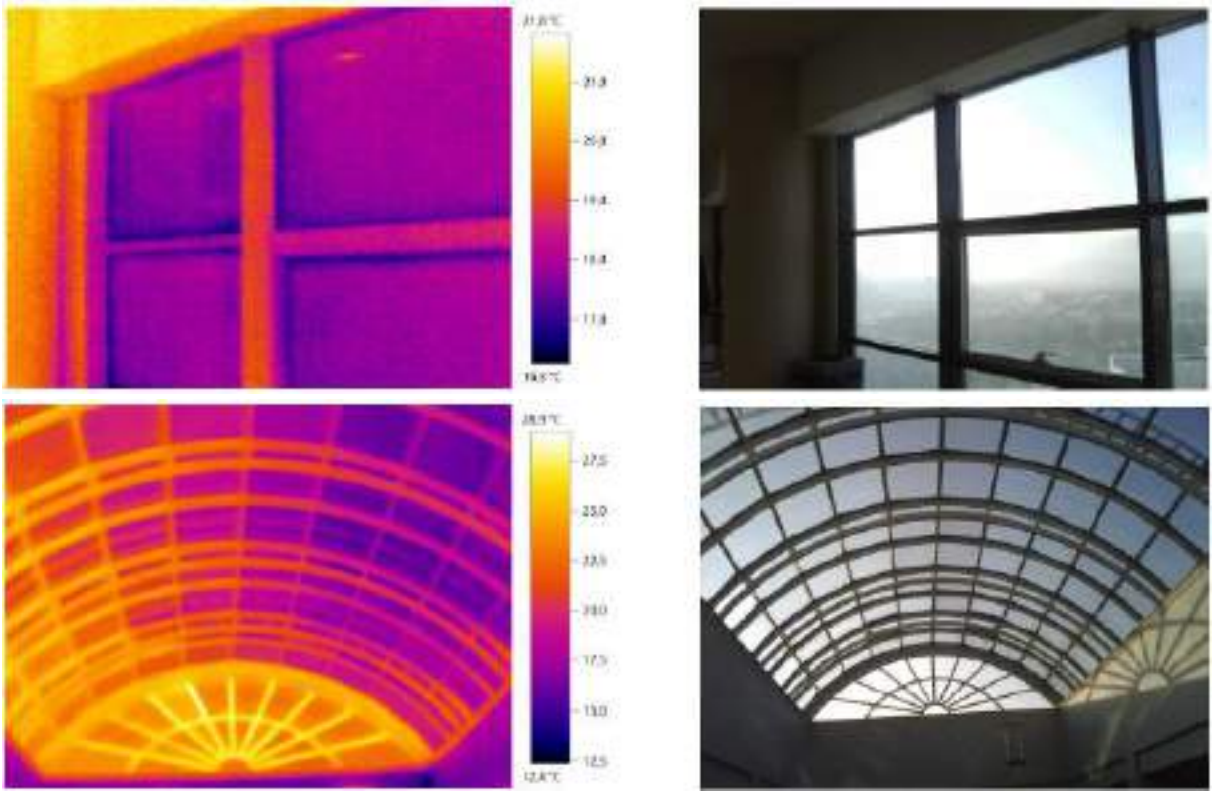


Ölçme noktası 1	12,5	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı

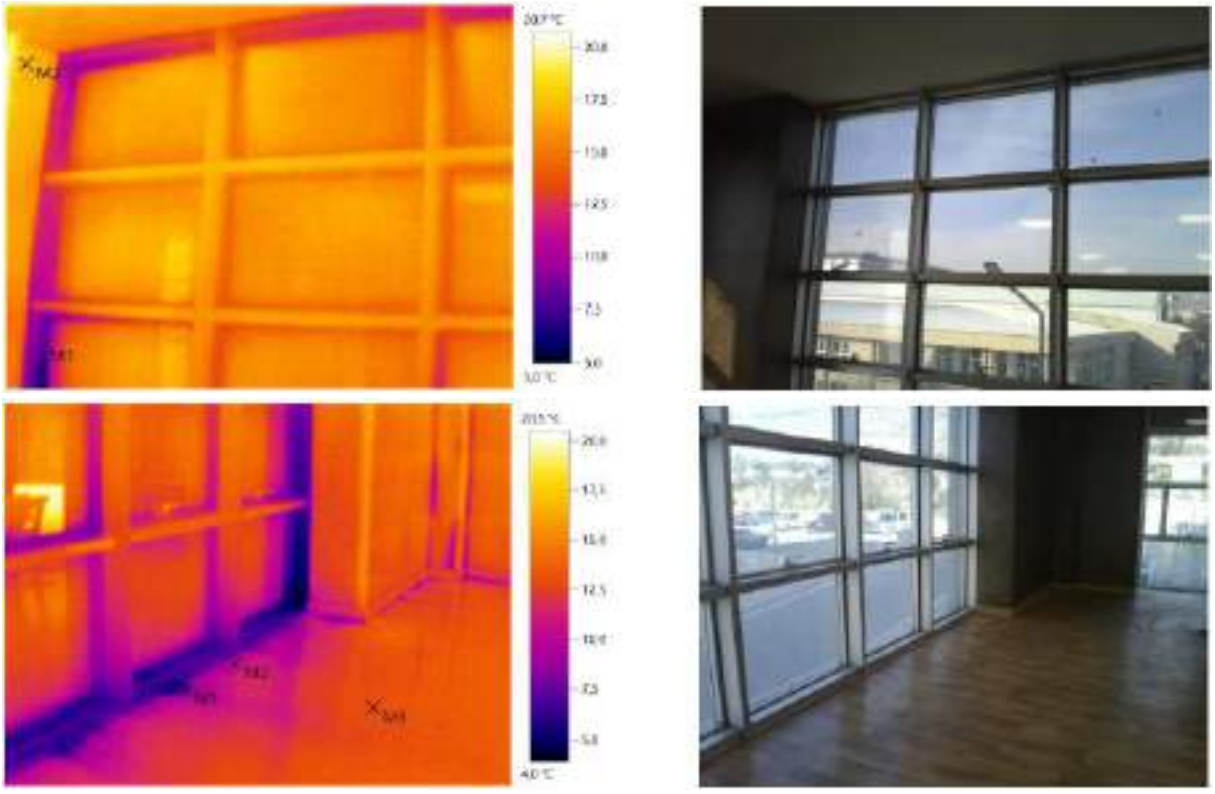
Resim 157. İnsan Toplum Bilimleri Pencere Termal Ölçümleri



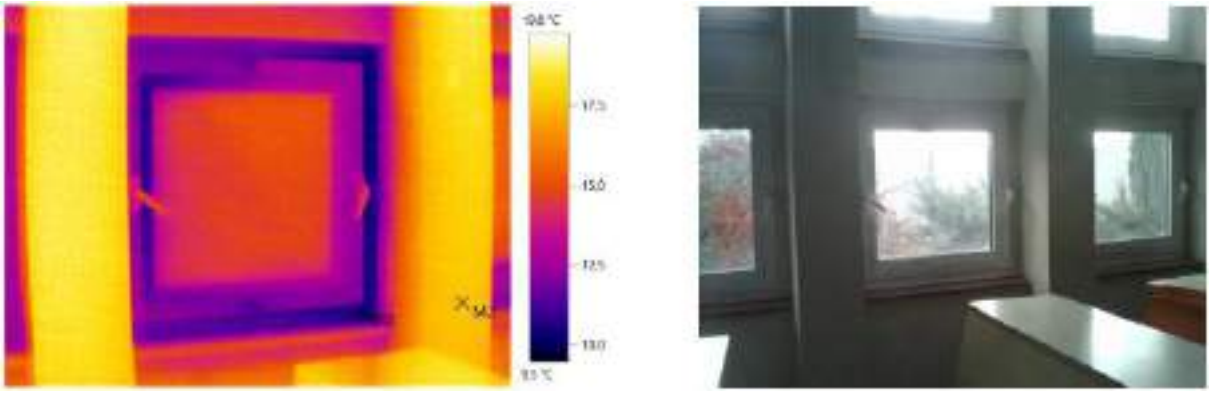
Resim 158. İktisat Pencere Termal Ölçümleri



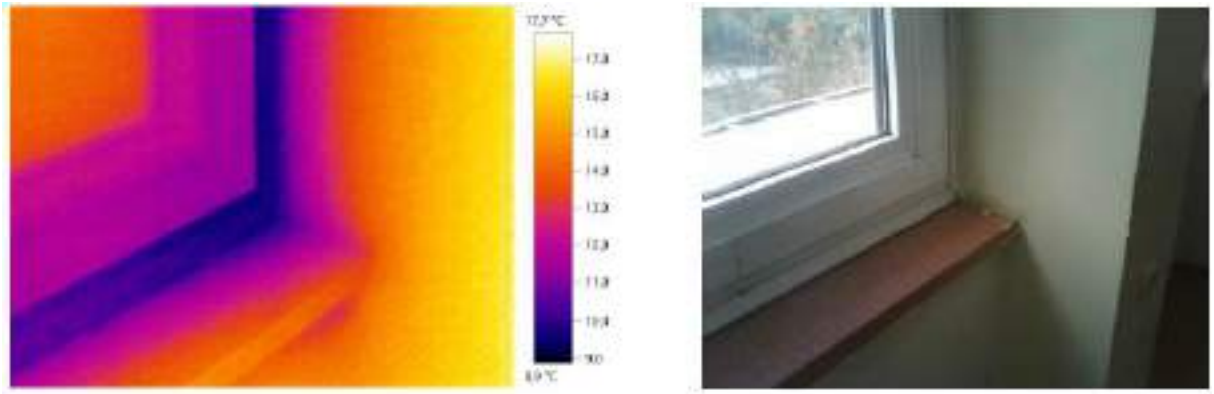
Resim 159. Rektörlük Pencere ve Cam Alanlar Termal Ölçümleri



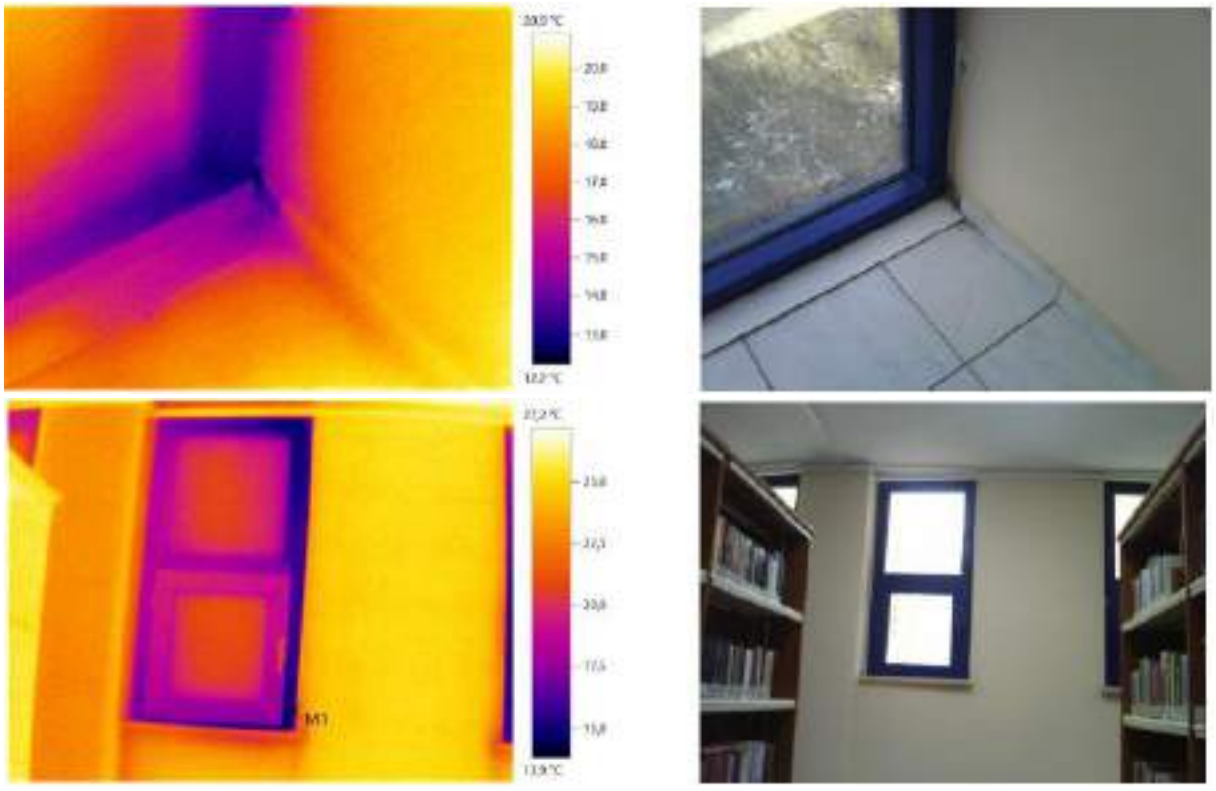
Resim 160. Merkezi Derslik Pencere Termal Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	10,6	0,96	36,0	Alüminyum Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	17,5	0,96	36,0	-

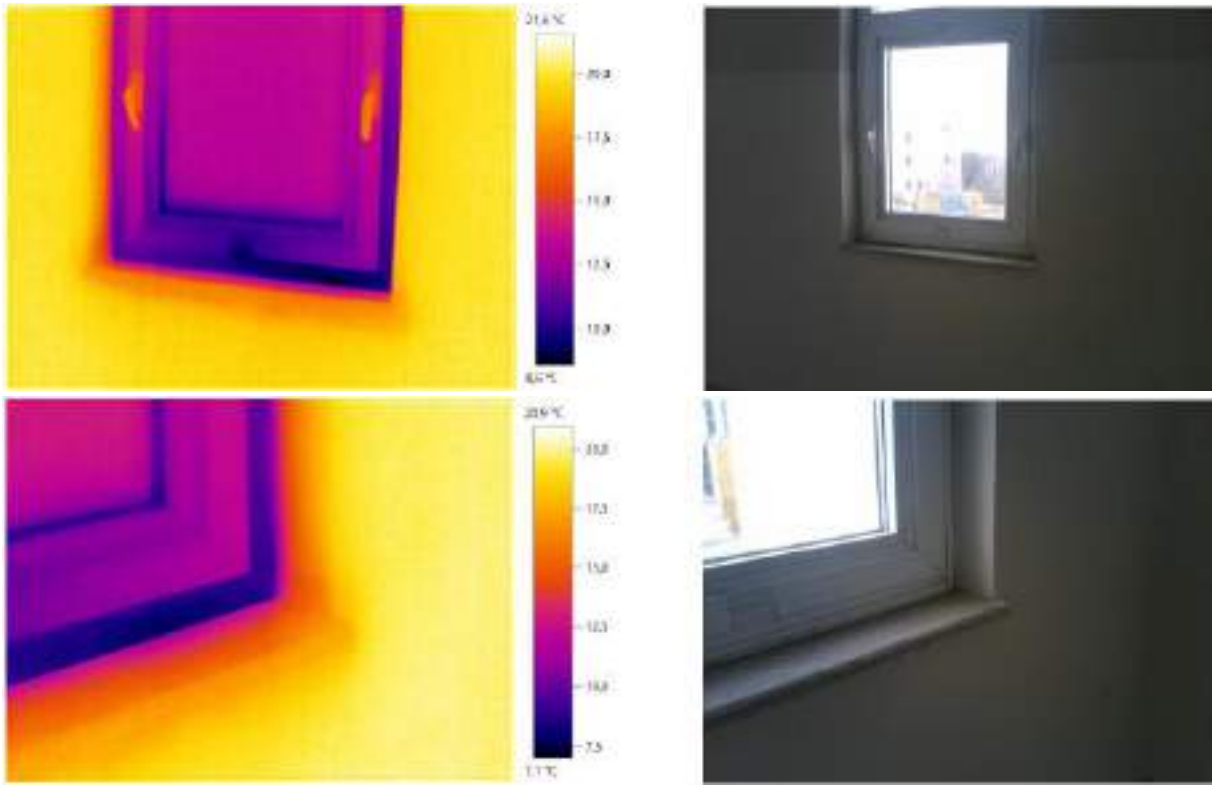


Resim 161. Hukuk Fakültesi Pencere Termal Ölçümleri

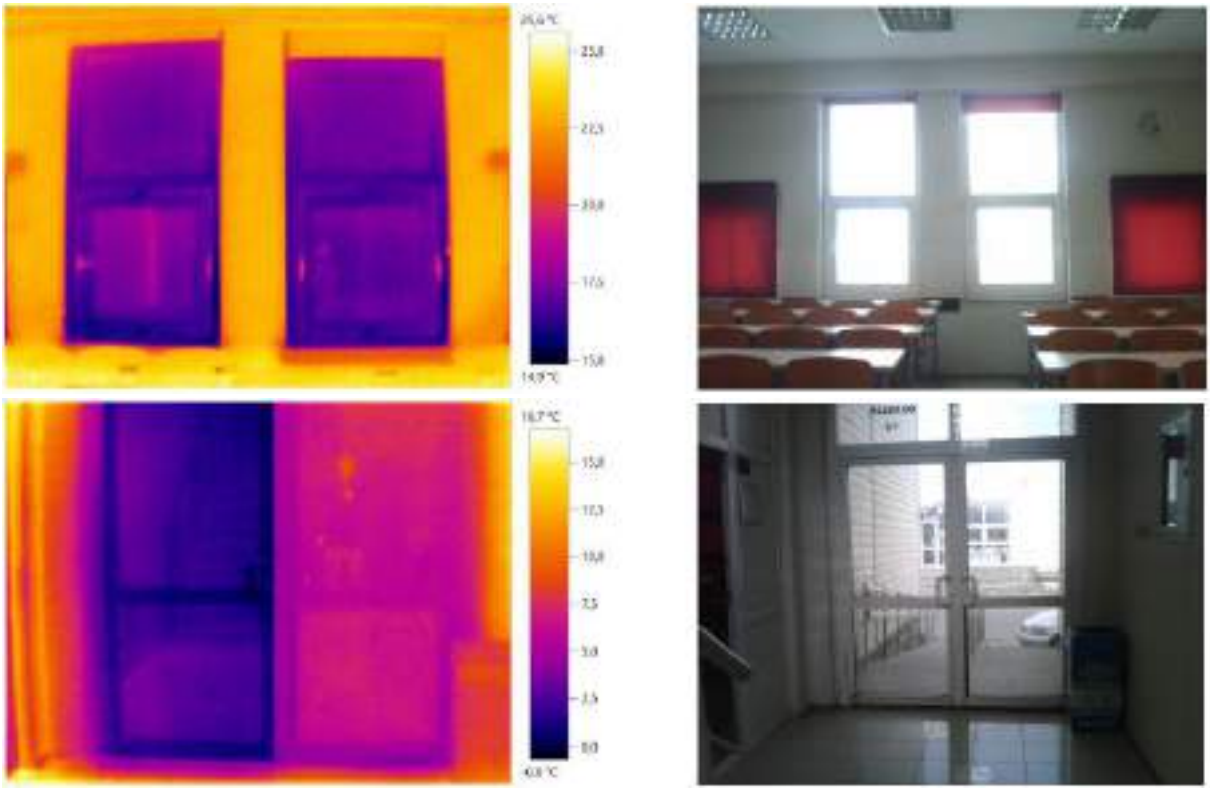


Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	16,2	0,96	36,0	-

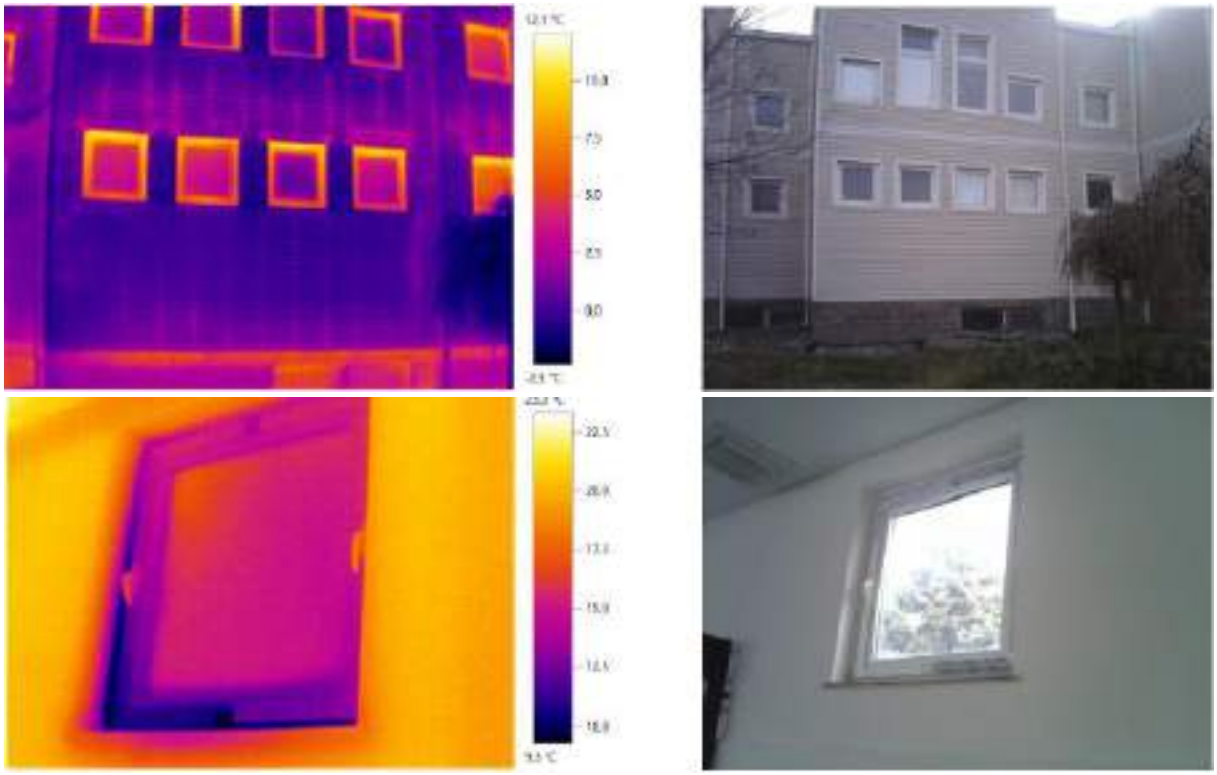
Resim 162. Merkez Kütüphane Pencere Termal Ölçümleri



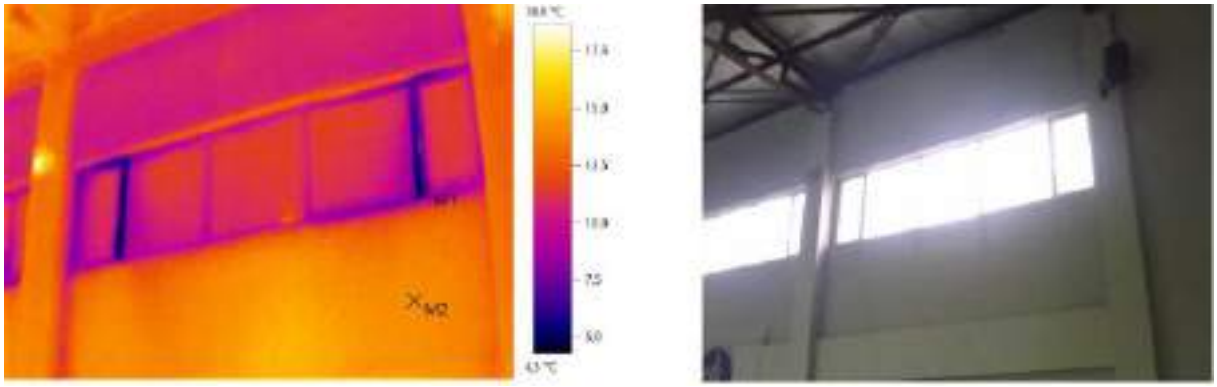
Resim 163. Spor Bilimleri D Blok Pencere Termal Ölçümleri



Resim 164. Spor Bilimler B Blok (Derslikler) Pencere Termal Ölçümleri

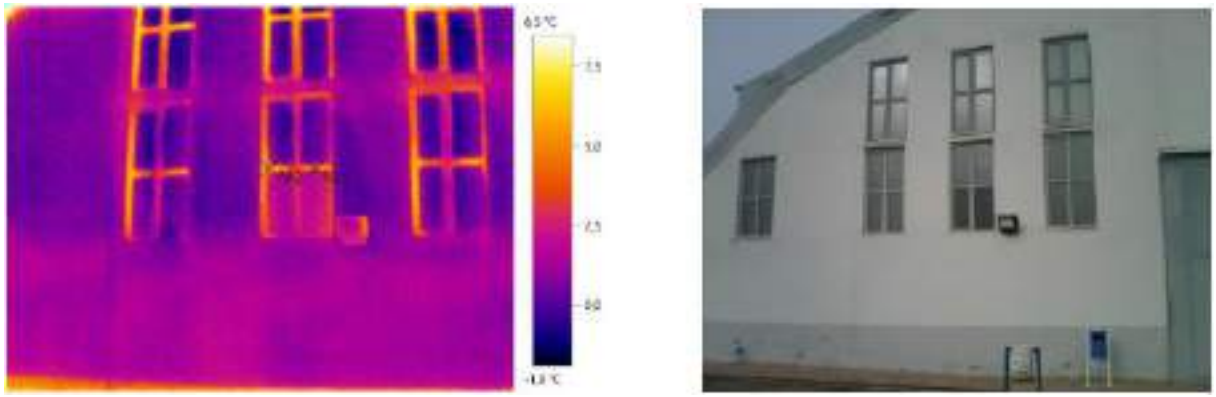


Resim 165. AB Ofisi – Jimnastik Salonu Pencere Termal Ölçümleri



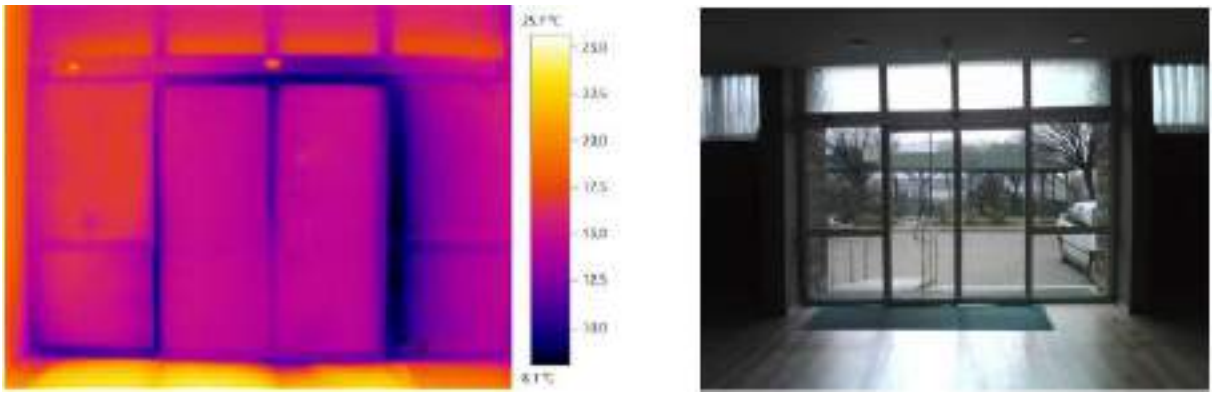
Ölçme noktası 1	6,6	0,96	36,0	Pencere
Ölçme noktası 2	14,2	0,96	36,0	İç Duvar

Resim 166. Spor Salonu (Yemekhane Yanı) Pencere Termal Ölçümleri

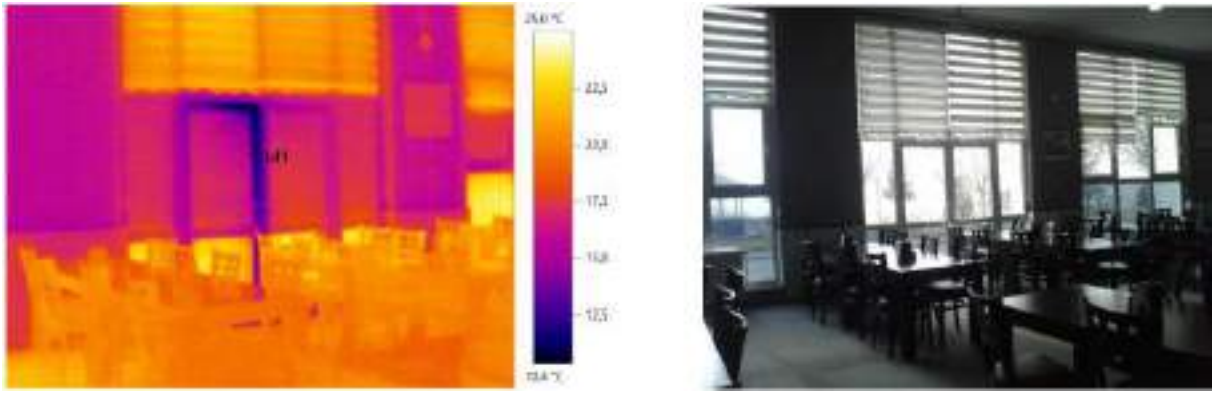


Ölçme noktası 1	4,2	0,96	36,0	Doğrama Isı Kaybı
Ölçme noktası 2	6,0	0,96	36,0	-

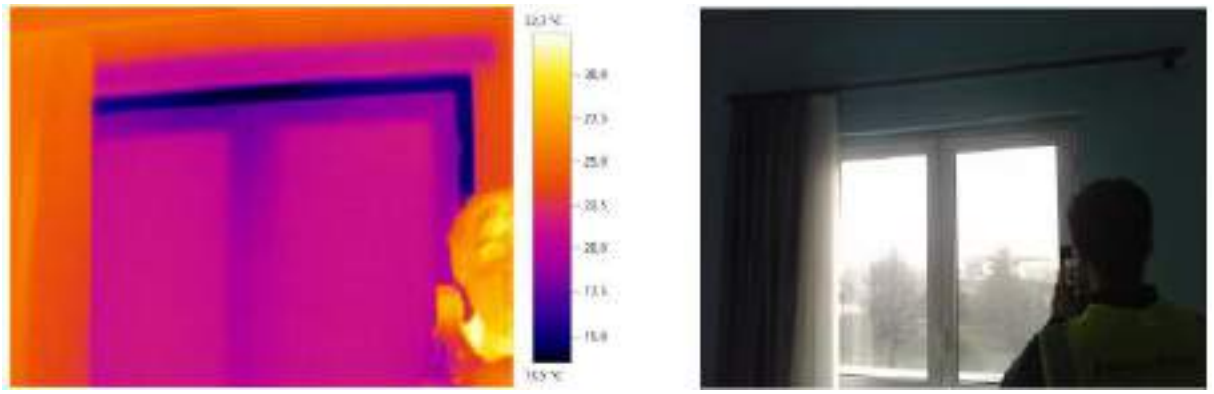
Resim 167. Spor Salonu (Havuz Yanı) Pencere Termal Ölçümleri



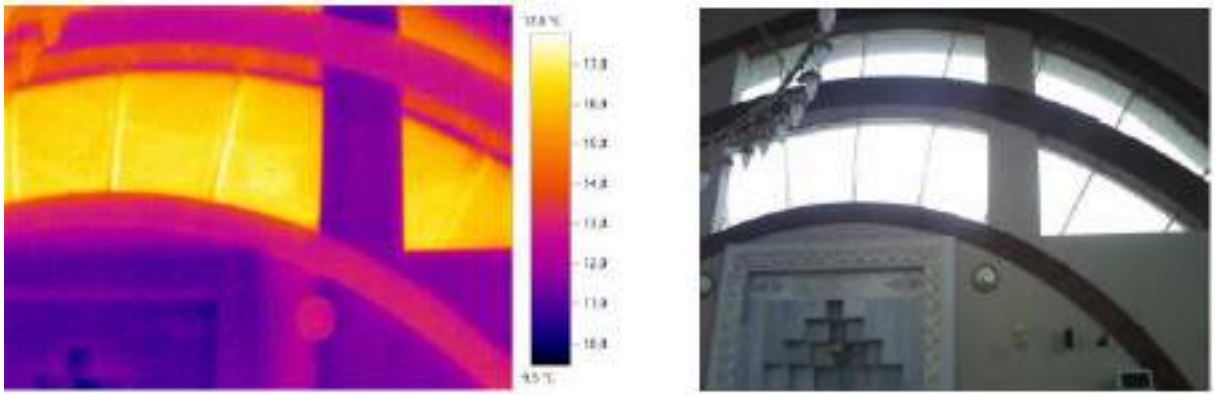
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	9,5	0,96	36,0	Giriş Kapısı Isı Kaybı



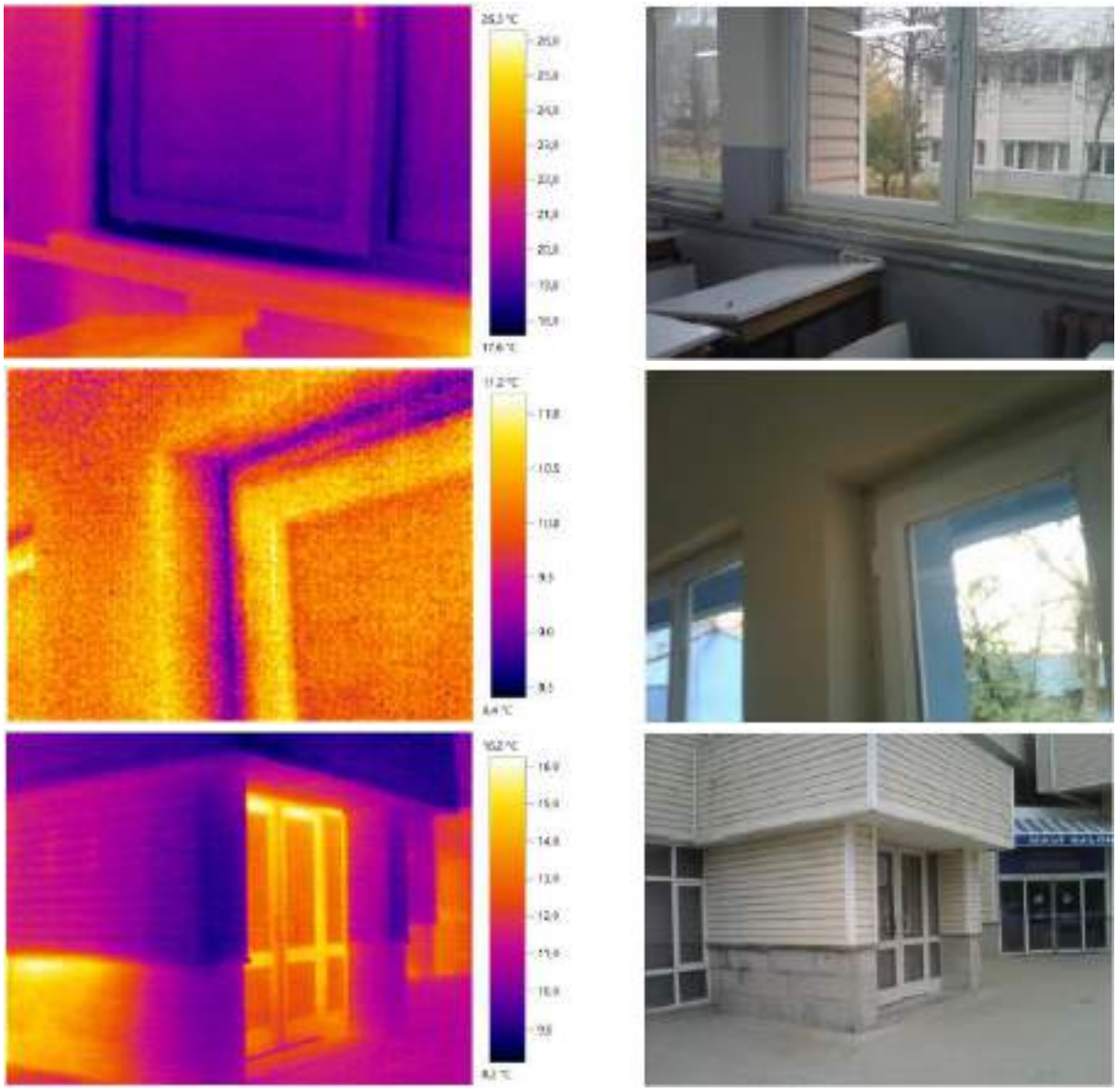
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	12,0	0,96	36,0	Pencere Isı Kaybı



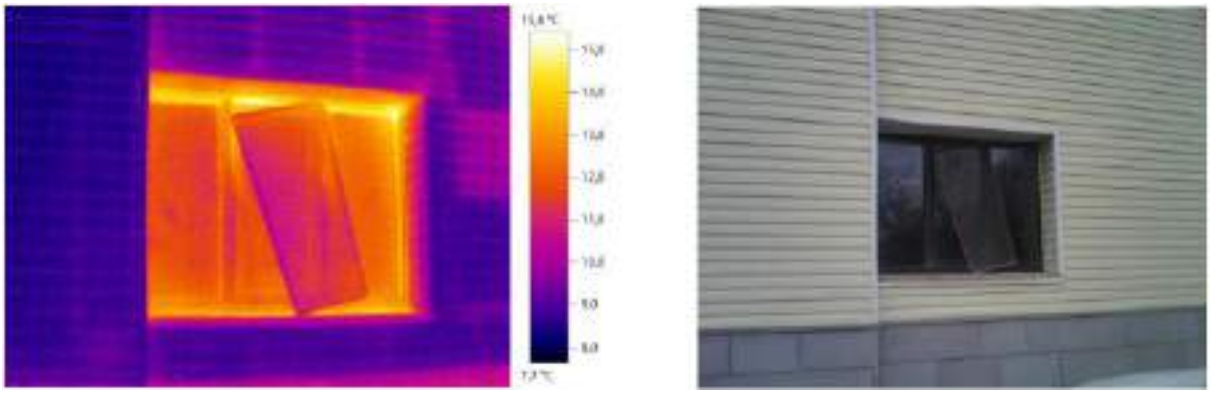
Resim 168. Sosyal Tesis ve Konukevi Pencere ve Cam Alanlar Termal Ölçümü



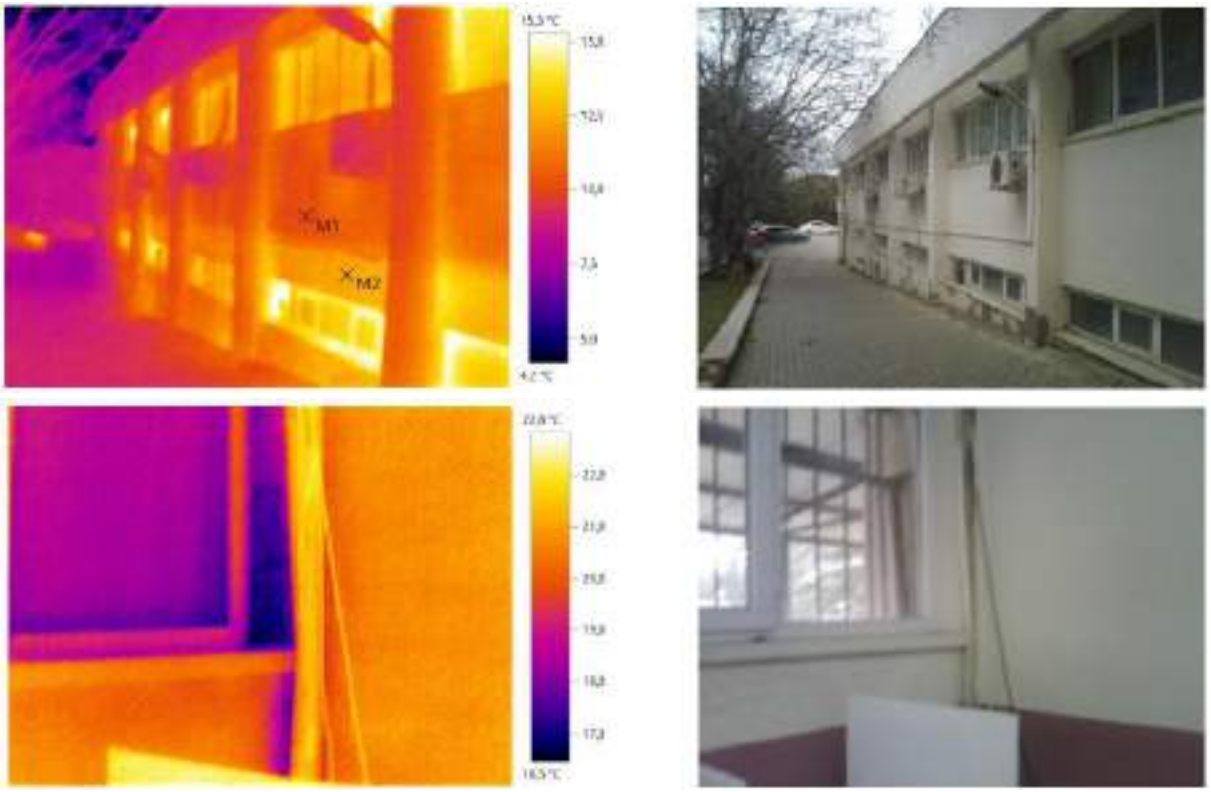
Resim 169. Camii Pencere Termal Ölçümleri



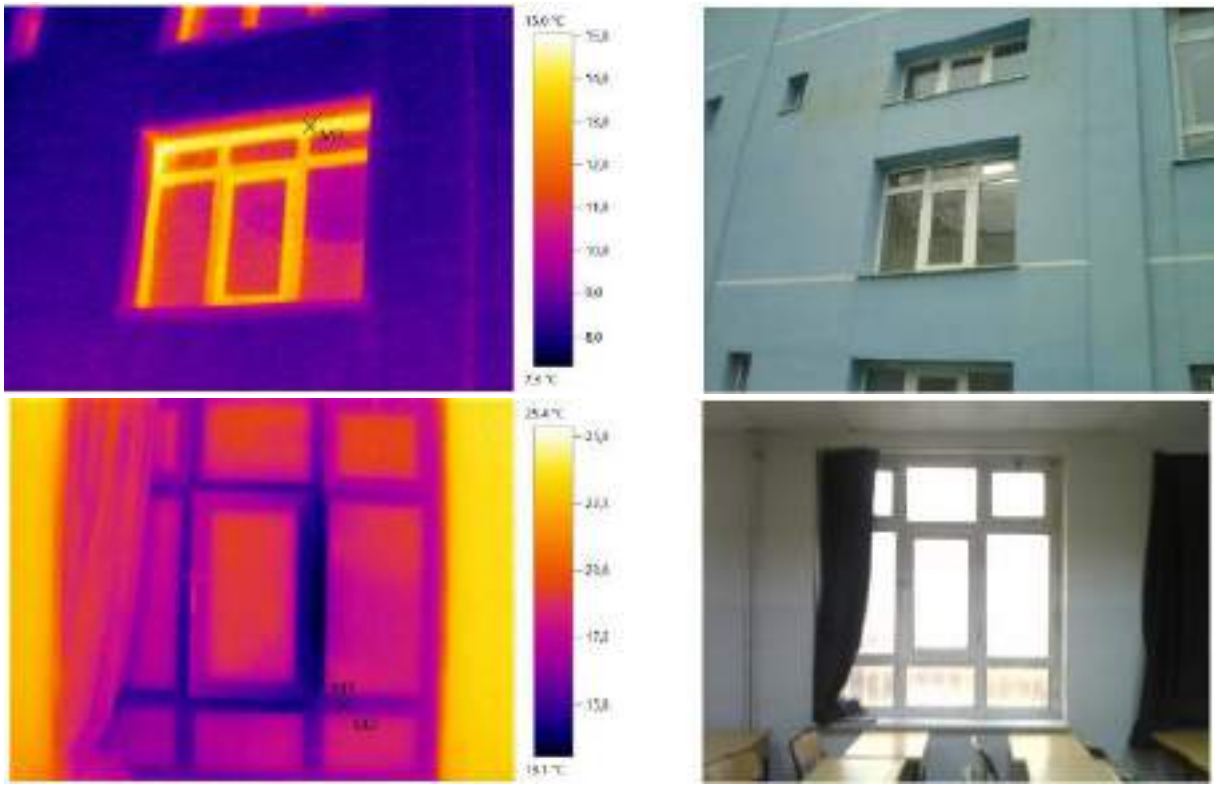
Resim 170. Kırıkkale MYO ve Mavi Salon Pencere Termal Ölçümleri



Resim 171. MYO Yemekhane Pencere Termal Ölçümleri



Resim 172. MYO Bilgisayar Laboratuvarı Pencere Termal Ölçümleri



Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	14,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	15,6	0,96	36,0	-

Resim 173. Sağlık MYO Pencere Termal Ölçümleri

3.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Bütün binalardaki pencerelerde aşınmış, yıpranmış, işlevini yitirmiş pencerelerin fitillerinin değiştirilmesi önerilmiştir. Cami, Spor Salonu ve Isı Merkezleri haricindeki binaların toplam pencere alanı yaklaşıl 21.285 m2'dir. Toplam 20 adet bina için önerilen bu yatırımın toplam maliyeti **2.906.732,81 TL**, geri ödeme süresi ise **7,81 yıl** olarak hesaplanmıştır. Fitil değişimi haricinde lokal öneriler de tablolardan sonra eklenmiştir.

Tablo 57. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması Maliyet Analizi

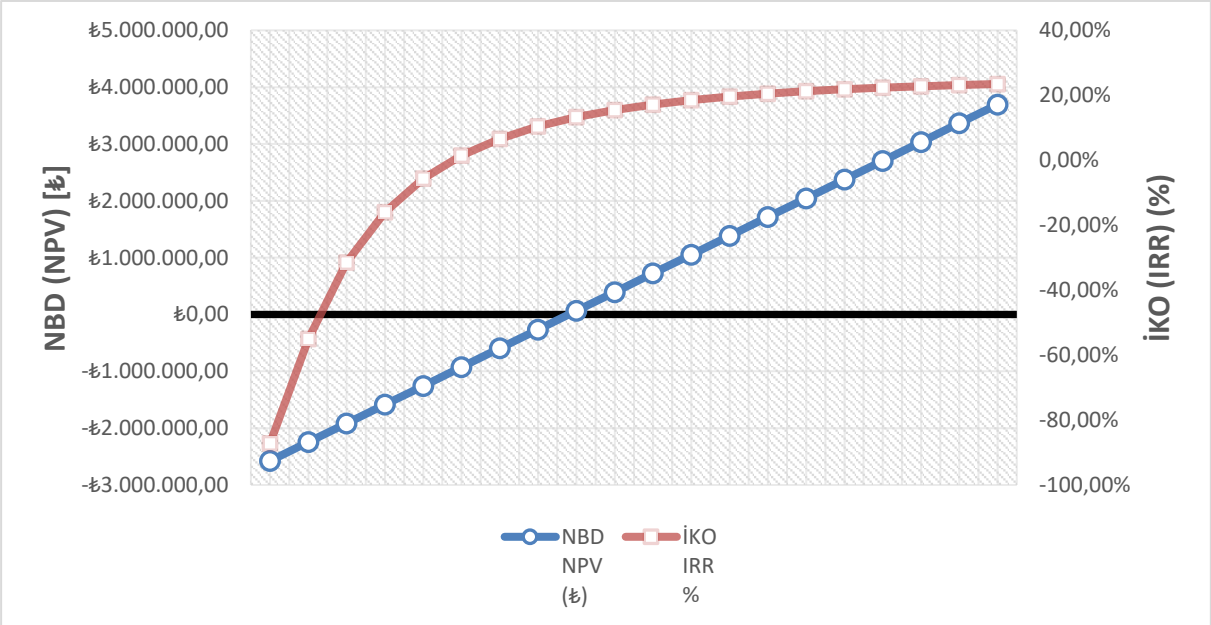
Poz Numarası	İş Kalemi	Birim	Birim Fiyat	İş Miktarı (Birim/m^2)	Miktar (m^2)	Toplam (TL)
10.380.9983	Slikon (310 ml) (Asitsiz - Nötral Silikon)	Adet	420	5	21.285	1.787.940,00
10.400.1021	Plastik ve alüminyum doğramalarda kullanılan epdm kauçuk, neopren veya tpe izolasyon ve cam conta ve fitilleri	kg	42,5	10	21.285	90.461,25
10.100.1022	Camcı ustası	Saat	210	10	21.285	446.985,00
					Toplam	2.325.386,25
					Müt. Kârı	581.346,56
					Maliyet	**2.906.732,81**

Tablo 58. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Değer
Pencere Fitil Değişimi ile Sağlanan Tasarruf Oranı	%	1,00%
Mevcut Yıllık Doğalgaz Yıllık Tüketimi (Isıtma)	Sm^3/Yıl	2.489.293,33
Doğalgaz Yıllık Tasarrufu	Sm^3/Yıl	24.892,93
Doğalgaz Birim Fiyatı	TL/ Sm^3	14,95
Yıllık CO_2 azaltımı	tonCO_2	5,82
Toplam Yıllık Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	372.149,35
Yatırım Maliyeti	TL	2.906.732,81
Geri Ödeme Süresi	Yıl	7,81

Tablo 59. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması 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 (₺)
₺2.906.732,81	2025	₺372.149,35	₺372.149,35	12,75%	-87,20%	-₺2.576.666,87
	2026	₺419.598,40	₺419.598,40	12,75%	-55,07%	-₺2.246.600,92
	2027	₺473.097,19	₺473.097,19	12,75%	-31,47%	-₺1.916.534,98
	2028	₺533.417,08	₺533.417,08	12,75%	-15,99%	-₺1.586.469,03
	2029	₺601.427,76	₺601.427,76	12,75%	-5,65%	-₺1.256.403,09
	2030	₺678.109,80	₺678.109,80	12,75%	1,51%	-₺926.337,14
	2031	₺764.568,80	₺764.568,80	12,75%	6,63%	-₺596.271,20
	2032	₺862.051,32	₺862.051,32	12,75%	10,40%	-₺266.205,25
	2033	₺971.962,87	₺971.962,87	12,75%	13,24%	₺63.860,70
	2034	₺1.095.888,13	₺1.095.888,13	12,75%	15,43%	₺393.926,64
	2035	₺1.235.613,87	₺1.235.613,87	12,75%	17,15%	₺723.992,59
	2036	₺1.393.154,64	₺1.393.154,64	12,75%	18,52%	₺1.054.058,53
	2037	₺1.570.781,85	₺1.570.781,85	12,75%	19,62%	₺1.384.124,48
	2038	₺1.771.056,54	₺1.771.056,54	12,75%	20,51%	₺1.714.190,42
	2039	₺1.996.866,25	₺1.996.866,25	12,75%	21,25%	₺2.044.256,37
	2040	₺2.251.466,69	₺2.251.466,69	12,75%	21,86%	₺2.374.322,31
	2041	₺2.538.528,70	₺2.538.528,70	12,75%	22,37%	₺2.704.388,26
	2042	₺2.862.191,11	₺2.862.191,11	12,75%	22,80%	₺3.034.454,20
	2043	₺3.227.120,47	₺3.227.120,47	12,75%	23,16%	₺3.364.520,15
	2044	₺3.638.578,33	₺3.638.578,33	12,75%	23,47%	₺3.694.586,09



Grafik 13. Pencere Fitil Değişimi ve Bakım Yapılması Finansal Analiz Grafiği

Lokal Öneri-1:

Eğitim Fakültesi Binası Galeri Boşluğu Şeffaf Çatı Örtüsü Değişimi





Eğitim Fakültesi binası galeri boşluğu çatısını kapatan ve cam alan işlevi gören görseldeki malzeme hem ısı yalıtımı açısından hem de aydınlık açısından işlevini yitirmiştir. Isı kaybının engellenmesi ve aydınlık sağlayabilmesi için bu malzemenin ısı yalıtımı sağlayan ve şeffaf yapıda bir malzeme ile yenilenmesi önerilmektedir.

Lokal Öneri-2:

Veteriner Fakültesi Giriş Kapısı ve Koridor Kapıları



Binaya girişin sağlandığı giriş kapısından ısı kaybı meydana gelmektedir. Giriş holü dışında aynı katta yer alan Anatomi Anabilim Dalı vb koridorlarındaki kapılar da açık kaldığında bu ısı kaybından etkilenmektedir. Ana giriş kapısı etrafında ısı kaybına yol açacak boşluklar olduğu tespit edilmiştir. Kapı kanadı çevresinin ısı kaybı olmayacak şekilde onarılması önerilmektedir. Ayrıca bu kattaki anabilim dalı koridor ve sınıflarında pencereler haricinde peteklerin ısınamamasından kaynaklı ısıtma sorunu yaşandığı da gözlemlenmiş, peteklerin bakımı, kontrolü vb öneriler ısıtma ve havalandırma-iklimlendirme başlıklarına eklenmiştir.

4 ISI SİSTEMLERİ

4.1 ISITMA

4.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Ana ısı merkezi, kampüs genel binalarının ısıtma ihtiyacını karşılamaktadır. Sistemde doğalgaz yakıtlı kazanlar kullanılmakta olup, kazanlar ısıtma sezonu boyunca **90/105 °C** kızgın su rejiminde işletilmektedir. Ana ısı merkezinde, sistem işletme koşullarının dengelenmesi amacıyla **4 adet denge tankı** bulunmaktadır. Denge tankları, sistemdeki debi ve sıcaklık değişimlerinin dengelenmesine katkı sağlamakta olup, kızgın su sisteminin daha kararlı çalışmasına yardımcı olmaktadır.

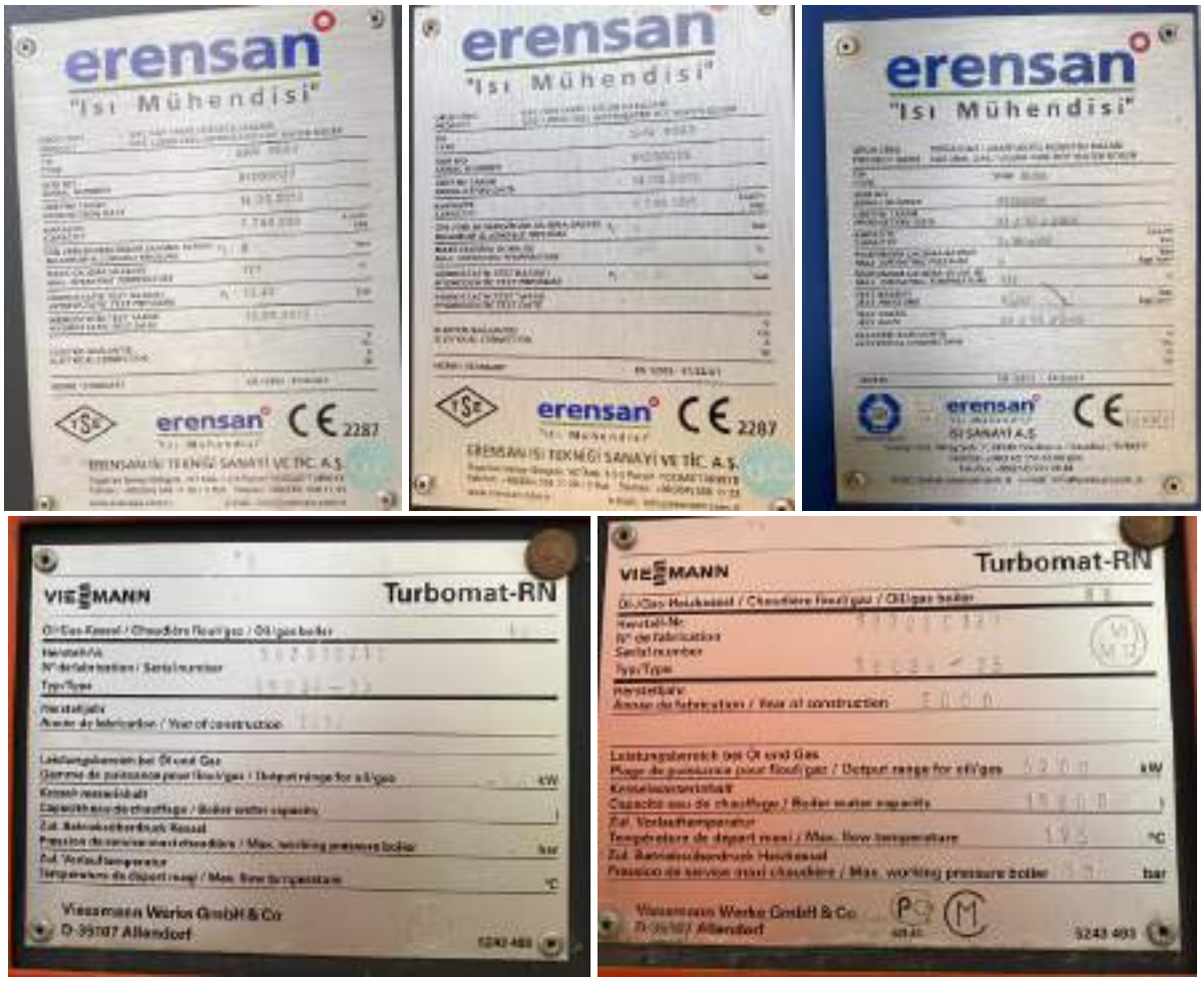
MYO ısı merkezi, yalnızca MYO binalarının ısıtma ihtiyacını karşılamak amacıyla işletilmektedir. Bu merkezde bulunan kazanlar, **60–90 °C** tasarım rejiminde çalışmakta olup, saha ölçümlerine göre yaklaşık **65 °C** sıcaklık seviyesinde işletilmektedir. Mevcut kazanların sayısı, kapasitesi ve işletme durumu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 60. Envanter Tablosu

Marka-Model	Kullanım Yeri	Cihaz Tipi	İmal Tarihi	Adet	Kapasite	Rejimi	Çalışma Durumu
Erensan SHW 9080	Ana Isı Merkezi	Doğalgaz Kazanı	2013	2	9000 kW	90/105 °C	Faal
Erensan SHW 6050	Ana Isı Merkezi	Doğalgaz Kazanı	2008	1	6000 kW	90/105 °C	Faal
Viessmann Turbomat-RN 19034/35	Ana Isı Merkezi	Doğalgaz Kazanı	2000	2	5200 kW	90/105 °C	Faal
Kubuş TSSKG	MYO Isı Merkezi	Doğalgaz Kazanı	2010	2	2326 kW	60/90 °C	Faal



Resim 174. Ana Isı Merkezi Kazanları



Resim 175. Ana Isı Merkezi Kazan Etiketleri



Resim 176. MYO Isı Merkezi Kazanları



Resim 177. MYO Isı Merkezi Kazan Etiketi



Resim 178. Su Yumuşatma Sistemi

4.1.2 Ölçümler ve Tespit

Ana ısı merkezinde 5 kazan bulunmaktadır. 1 ve 2 numaralı kazanların bacalarında uygun ölçüm noktası bulunmaması nedeni ile bu kazanlardan baca gazı ölçümü alınamamıştır. 3, 4 ve 5no'lu kazanlarda baca gazı ölçümü gerçekleştirilmiştir.

MYO ısı merkezinde 2 adet kazan bulunmakta olup her iki kazandan da baca gazı ölçümü alınmıştır.

Ana ısı merkezinde, ısıtma sistemi sirkülasyon suyu için **su yumuşatma sistemi** bulunmaktadır. Yumuşak su deposundan alınan numunede yapılan ölçümlerde su iletkenliği **90 µS/cm** olarak ölçülmüştür.

MYO ısı merkezinde ise su yumuşatma sistemi bulunmamakta olup, yapılan ölçümlerde su iletkenliği **1575 µS/cm** olarak belirlenmiştir.

Kazan yüzeylerinden termal kamera ile ısı kayıplarına yönelik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan incelemelerde kazan yan yüzeylerindeki yalıtım seviyesinin genel olarak iyi durumda olduğu, ön kapak ve arka yüzeylerde ise yalıtım seviyesinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.
Ölçümlerde yan yüzey sıcaklıkları ortalama **35 °C**, ön ve arka yüzey sıcaklıkları ise ortalama **50 °C** olarak ölçülmüştür.



Resim 179. Baca Gazı Ölçümleri



Resim 180. Su İletkenlik Ölçümü



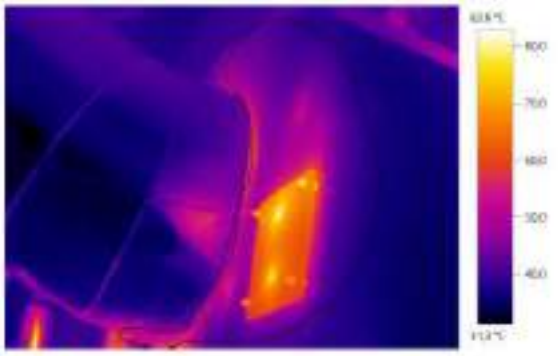
Resim 181. Ana Isı Merkezi Ortam Ölçümü



Resim 182. Ana Isı Merkezi Kazan O_2 Trim Sistemi

Ana ısı merkezindeki kazanlardan 3 numaralı kazanda oksijen (O_2) sensörü ve yanma trim sistemi bulunmaktadır. Diğer kazanlarda trim sisteminin sağlıklı çalışmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan ölçümler, 3 numaralı kazanın trim sisteminin uygun şekilde çalıştığını göstermektedir.

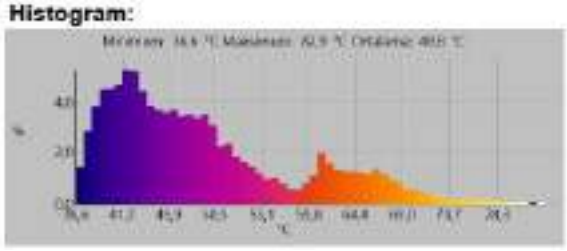
Aşağıda kazanlardan alınan örnek termal kamera görüntüleri sunulmuştur. Detaylı termal kamera ölçümleri ve tüm görseller rapor eklerinde yer almaktadır.

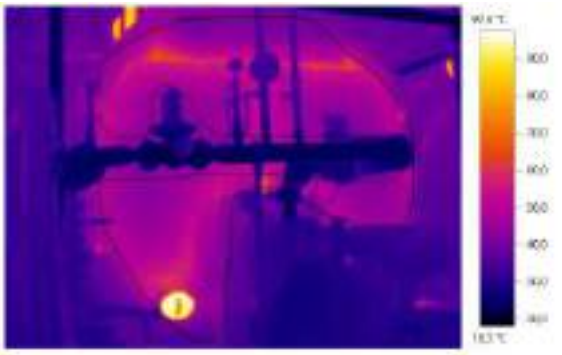




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	18:15:32	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000775.BMT		

Histogram:

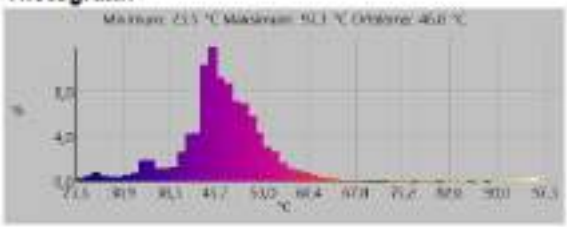


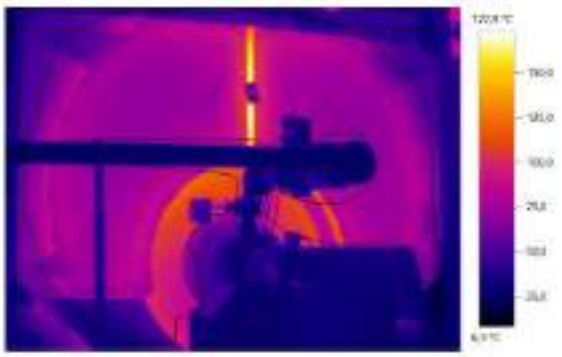




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	18:16:26	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000779.BMT		

Histogram:

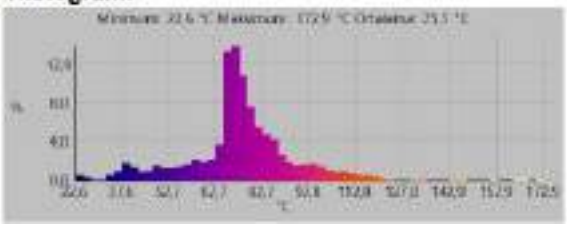


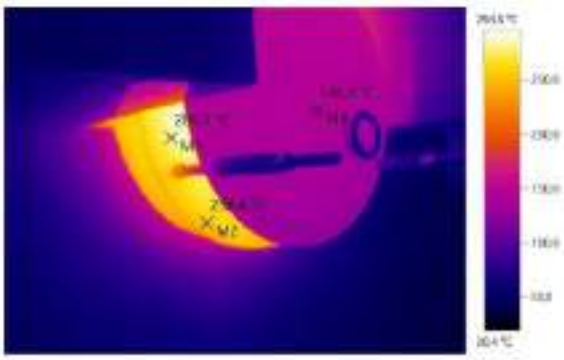




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	18:18:04	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000786.BMT		

Histogram:



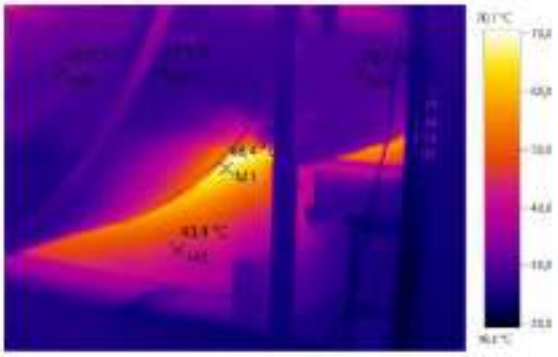




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	18:19:25	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000793.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	280,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	258,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	140,7	0,96	36,0	-

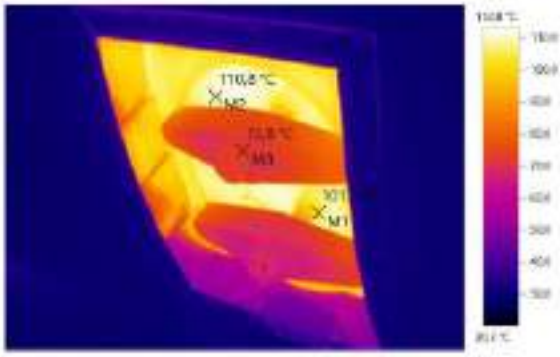




Resim verileri: Tarih:	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	18:21:53	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000801.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	68,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	43,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	27,5	0,96	36,0	-



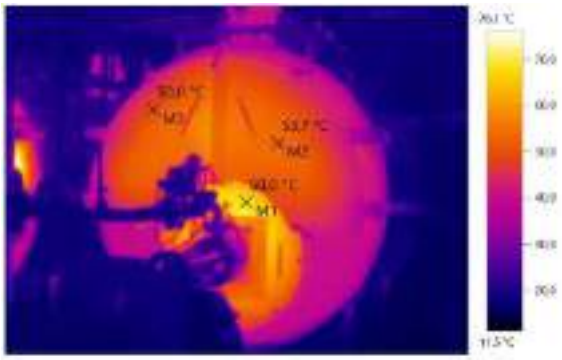


Resim verileri: Tarih:	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	18:22:09	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000802.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	101,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	110,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	72,8	0,96	36,0	-

Grafik 14. Ana ısı Merkezi Kazan Termal Görüntüleri





Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:32:05	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000898.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	68,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	53,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	50,0	0,96	36,0	-





Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:32:32	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000901.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	79,5	0,96	36,0	-

Grafik 15. MYO Isı Merkezi Kazan Termal Görüntüleri

Tablo 61. MYO 1. Kazan Baca Gazı Ölçümleri

dakika	Bacagazı Sıcaklığı	O_2 Ölçümü	CO Ölçümü	CO_2 Ölçümü	T_{Ortam} Ölçümü	Ortam Nemi	Su Sıcaklığı
	°C	%	ppm	%	°C	%	°C
0	**104,6**	**3,7**	**419**	**9,89**	**22,8**	**39,7**	50,00
2	**107,4**	**3,5**	**754**	**10,00**	**23,1**	**39,7**	

Tablo 62. MYO 2. Kazan Baca Gazı Ölçümleri

dakika	Bacagazı Sıcaklığı	O_2 Ölçümü	CO Ölçümü	CO_2 Ölçümü	T_{Ortam} Ölçümü	Ortam Nemi	Su
	°C	%	ppm	%	°C	%	°C
0	**114,6**	**9,0**	**0**	**6,86**	**22,8**	**39,7**	50,00
2	**116,6**	**9,0**	**0**	**6,86**	**23,6**	**39,7**	

Tablo 63. Ana Isı Merkezi 3. Kazan Baca Gazı Ölçümleri

dakika	Bacagazı Sıcaklığı	O2 Ölçümü	CO Ölçümü	CO2 Ölçümü	T Ortam Ölçümü	Ortam Nemi	Su Sıcaklığı
	°C	%	ppm	%	°C	%	°C
0	**133,7**	**3,8**	**0**	**9,83**	**27,2**	**39,7**	105,00
1	**139,0**	**3,9**	**0**	**9,77**	**27,6**	**39,7**	

Tablo 64. Ana Isı Merkezi 4. Kazan Baca Gazı Ölçümleri

dakika	Bacagazı Sıcaklığı	O_2 Ölçümü	CO Ölçümü	CO_2 Ölçümü	T_{Ortam} Ölçümü	Ortam Nemi	Su Sıcaklığı
	°C	%	ppm	%	°C	%	°C
0	**119,2**	**15,0**	**1.234**	**3,43**	**28,2**	**39,7**	105,00
4	**113,3**	**15,2**	**1.125**	**3,31**	**28,6**	**39,7**	

Tablo 65. Ana Isı Merkezi 5. Kazan Baca Gazı Ölçümleri

dakika	Bacagazı Sıcaklığı	O_2 Ölçümü	CO Ölçümü	CO_2 Ölçümü	T_{Ortam} Ölçümü	Ortam Nemi	Su Sıcaklığı
	°C	%	ppm	%	°C	%	°C
0	**113,5**	**7,6**	**19**	**7,66**	**26,6**	**39,7**	105,00
4	**121,9**	**7,6**	**15**	**7,66**	**27,9**	**39,7**	

Kazanlardan alınan baca gazı ölçüm sonuçları yukarıdaki tablolarda verilmiştir. Verim hesapları ve yorumlar sonraki başlıkta detaylandırılacaktır.

4.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Yapılan baca gazı ölçümleri ve hesaplamalar sonucunda kazan verimlilikleri ve ısı kayıpları belirlenmiştir. Hesaplanan kazan verimleri ve ısı kayıplarının dağılımı aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. İncelenen kazanlarda toplam ısı kaybı içerisinde **Kuru Baca Gazı (KBG) ısı kaybının** baskın olduğu görülmektedir. Ölçüm sonuçları, KBG ısı kaybının özellikle yüksek **O_2 oranları** ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

MYO ısı merkezinde bulunan kazanlarda O_2 trim sistemi bulunmamaktadır. Teknik personel ile yapılan görüşmelerde, 1 numaralı kazanın klape ayarının saha koşullarında manuel olarak yapıldığı, 2 numaralı kazanda ise herhangi bir ayar yapılmadığı bilgisi alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, iki kazan arasında yaklaşık **%2 mertebesinde verim farkı** olduğu belirlenmiştir.

MYO ısı merkezine bağlı ısıtma tesisatında yapılan saha incelemeleri ve teknik personel ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda, tesisatta yaygın korozyon ve yer altından geçen boru hatlarında kaçaklar olduğu tespit edilmiştir. Kaçaklar nedeniyle sistemin sürekli taze su ile beslendiği, bu durumun hem ısı kayıplarını artırdığı hem de tesisat ve kazan ömrünü olumsuz etkilediği değerlendirilmiştir.

Sürekli taze su beslenmesi, sistemde oksijen girişine neden olmakta; bu durum korozyon hızını artırarak boru hatlarında yeni kaçakların oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Mevcut koşullar altında, kazan verim hesaplamaları yalnızca yanma ve kazan bazlı kayıpları yansıtmakta olup, tesisat kaynaklı ısı kayıpları bu hesaplara dahil edilememektedir.

Bu nedenle MYO ısı merkezinde yapılacak olası kazan modernizasyonu veya yüksek verimli kazan uygulamalarının, tesisat rehabilitasyonu gerçekleştirilmeden uygulanması durumunda beklenen enerji tasarruflarının sağlanamayacağı ve yatırımın sürdürülebilir olmayacağı değerlendirilmektedir.

Ana ısı merkezindeki kazanlarda O_2 trim sistemi mevcut olmakla birlikte, yapılan ölçümler yalnızca **3 numaralı kazanda** trim sisteminin etkin şekilde çalıştığını göstermektedir. Diğer kazanlarda ölçülen O_2 değerleri, yanma havası fazlalığının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.
Özellikle **4 numaralı kazanda** ölçülen O_2 oranı **%15** seviyesinde olup, bu kazanın hesaplanan verimi **%88,46** olarak belirlenmiştir. Bu değer, diğer kazanlara kıyasla daha düşük bir verime işaret etmektedir.

Tablo 66. MYO 1.Kazan Verimi

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)
1	L(KBG)	2,94%	4,72%	95,28%
2	L(NBG)	1,45%		
3	L(COBG)	0,27%		
4	L(RK)	0,06%		

Tablo 67. MYO 2.Kazan Verimi

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)
1	L(KBG)	4,73%	6,31%	93,69%
2	L(NBG)	1,52%		
3	L(COBG)	0,00%		
4	L(RK)	0,06%		

Tablo 68. Ana Isı Merkezi 3.Kazan Verimi

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)
1	L(KBG)	3,98%	5,68%	94,32%
2	L(NBG)	1,65%		
3	L(COBG)	0,00%		
4	L(RK)	0,05%		

Tablo 69. Ana Isı Merkezi 4.Kazan Verimi

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)
1	L(KBG)	8,92%	11,54%	88,46%
2	L(NBG)	1,40%		
3	L(COBG)	1,19%		
4	L(RK)	0,03%		

Tablo 70. Ana Isı Merkezi 5.Kazan Verimi

	Isı Kaybı Noktası	Isı Kaybı(%)	Toplam Isı Kaybı(%)	Kazan Verimi(%)
1	L(KBG)	4,28%	5,80%	94,20%
2	L(NBG)	1,49%		
3	L(COBG)	0,01%		
4	L(RK)	0,02%		

1. MYO 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 %

$$CO_2 = \left\{1 - \left[\frac{3,50}{21}\right]\right\} \times 11,74 = 9,78$$

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

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

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

K = 0,308

$$L_{KBG} = \frac{0,308 \times (107,40 - 23,10)}{9,78} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{KBG} = 2,94 %

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 23,10 + (0,50 \times 107,40))}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

$$L_{NBG} = \frac{17.823,08}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{NBG} = 1,45 %

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)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0,0754}{9,78 + 0,0754} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{COBG} = 0,27 %

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	6,250	m^2	**56**	°C	**23,1**	°C	alan =	**6,25**	m2
Sol Yan Yüzey	10,000	m^2	**35**	°C	**23,1**	°C	alan =	**10,00**	m2
Sağ Yan Yüzey	10,000	m^2	**35**	°C	**23,1**	°C	alan =	**10,00**	m2
Arka Yüzey	6,250	m^2	**54**	°C	**23,1**	°C	alan =	**6,25**	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

$$U_r = \frac{0{,}65 \times 5{,}67}{(56 - 23{,}1)} \times \left[\left(\frac{329}{100} \right)^4 - \left(\frac{296{,}1}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1{,}45 \times (56 - 23{,}1)^{0{,}25}$$

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	4,514	**1,45**	3,473	348,665
Sol Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,064	**1,45**	2,693	279,105
Sağ Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,064	**1,45**	2,693	279,105
Arka Yüzey	**0,65**	1,327	4,469	**1,45**	3,419	323,427
					TOPLAM =	1.230,302

$L_{RK}' = 1.230{,}302 \times 0{,}860 = 1.058{,}06$ kCal / saat

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

Doğalgaz Sayaç Değeri = **906980,00** - **906973,00** = 7,00 m3 /DENEY
Doğalgaz Tüketimi = 7,00 x 30 = 210,00 m3 / saat
Yakıt tarafından verilen Isı = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri
Yakıt tarafından verilen Isı = 210,00 x 8.250,00
Yakıt tarafından verilen Isı = 1.732.500,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{1.058{,}06}{1.732.500{,}00} \times 100$$

L_{RK} = **0,061071 %**

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$L = L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK}$
$L = 2{,}94 + 1{,}45 + 0{,}27 + 0{,}06$

L = 4,72 %

6) Kazan Verimi

Verim = 100 - L_{Toplam}

Verim = 100,00 - 4,72

Verim = 95,28 %

7) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{3,50}{21 - 3,5} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = 20,00 %

2. MYO 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 %

$$CO_2 = \left\{1 - \left[\frac{9,00}{21}\right]\right\} \times 11,74 = 6,71$$

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

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

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

K = 0,308

$$L_{KBG} = \frac{0,308 \times (116,60 - 23,60)}{6,71} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{KBG} = 4,73 %

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 23,60 + (0,50 \times 116,60))}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

$$L_{NBG} = \frac{18.729,71}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{NBG} = 1,52 %

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

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

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

$$L_{COBG} = \frac{32}{6,71 + 0} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

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	6,250	m^2	**56**	°C	**23,6**	°C	alan =	**6,25**	m2
Sol Yan Yüzey	10,000	m^2	**35**	°C	**23,6**	°C	alan =	**10,00**	m2
Sağ Yan Yüzey	10,000	m^2	**35**	°C	**23,6**	°C	alan =	**10,00**	m2
Arka Yüzey	6,250	m^2	**54**	°C	**23,6**	°C	alan =	**6,25**	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

$$U_r = \frac{0,65 \times 5,67}{(56 - 23,6)} \times \left[\left(\frac{329}{100} \right)^4 - \left(\frac{296,6}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (56 - 23,6)^{0,25}$$

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	4,524	**1,45**	3,459	343,245
Sol Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,074	**1,45**	2,664	266,635
Sağ Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,074	**1,45**	2,664	266,635
Arka Yüzey	**0,65**	1,327	4,479	**1,45**	3,405	318,052
					TOPLAM =	1.194,566

L_{RK}' = 1.194,566 x 0,860 = 1.027,33 kCal / saat

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

Doğalgaz Sayaç Değeri = **906980,00** - **906973,00** = 7,00 m3 /DENEY
Doğalgaz Tüketimi = 7,00 x 30 = 210,00 m3 / saat
Yakıt tarafından verilen Isı = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri
Yakıt tarafından verilen Isı = 210,00 x 8.250,00
Yakıt tarafından verilen Isı = 1.732.500,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{1.027,33}{1.732.500,00} \times 100$$

L_{RK} = **0,059297** %

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

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

$$L = 4{,}73 + 1{,}52 + 0 + 0{,}06$$

L = 6,31 %

6) Kazan Verimi

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

$$Verim = 100{,}00 - 6{,}31$$

Verim = 93,69 %

7) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{9{,}00}{21 - 9} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = 75,00 %

3. Ana Isı Merkezi 3. Kazan Verim Hesabı

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

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

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

$(CO_2)_{max} = 11{,}74$ %

$$CO_2 = \left\{1 - \left[\frac{3{,}90}{21}\right]\right\} \times 11{,}74 = 9{,}56$$

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

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

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

$$K = 0{,}308$$

$$L_{KBG} = \frac{0{,}308 \times (139{,}00 - 27{,}60)}{9{,}56} \times \frac{13.640{,}21}{12.313{,}43}$$

L_{KBG} = 3,98 %

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 27,60 + (0,50 \times 139,00))}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

$$L_{NBG} = \frac{20.321,85}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{NBG} = 1,65 %

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)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0}{9,56 + 0} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

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	7,840	m^2	75	°C	27,6	°C	alan =	7,84	m2
Sol Yan Yüzey	18,760	m^2	35	°C	27,6	°C	alan =	18,76	m2
Sağ Yan Yüzey	18,760	m^2	35	°C	27,6	°C	alan =	18,76	m2
Arka Yüzey	7,840	m^2	82,1	°C	27,6	°C	alan =	7,84	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

$$U_r = \frac{0,65 \times 5,67}{(75 - 27,6)} \times \left[\left(\frac{348}{100} \right)^4 - \left(\frac{300,6}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (75 - 27,6)^{0,25}$$

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	5,055	1,45	3,805	557,261
Sol Yan Yüzey	0,65	3,471	4,155	1,45	2,392	168,139
Sağ Yan Yüzey	0,65	3,471	4,155	1,45	2,392	168,139
Arka Yüzey	0,65	1,327	5,231	1,45	3,940	663,230
					TOPLAM =	1.556,770

L_{RK}' = 1.556,770 x 0,860 = 1.338,82 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 60 = 300,00 m3 / saat

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

Yakıt tarafından verilen Isı = 300,00 x 8.250,00

Yakıt tarafından verilen Isı = 2.475.000,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{1.338,82}{2.475.000,00} \times 100$$

L_{RK} = 0,054094 %

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

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

L = 3,98 + 1,65 + 0 + 0,05

L = 5,68 %

6) Kazan Verimi

Verim = 100 - L_{Toplam}

Verim = 100,00 - 5,68

Verim = 94,32 %

7) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{3,90}{21 - 3,9} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = 22,81 %

4. Ana Isı Merkezi 4. 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 %

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{15,20}{21} \right] \right\} \times 11,74 = 3,24$$

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

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

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

K = 0,308

$$L_{KBG} = \frac{0,308 \times (113,30 - 28,60)}{3,24} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{KBG} = 8,92 %

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 28,60 + (0,50 \times 113,30))}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

$$L_{NBG} = \frac{17.259,20}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{NBG} = 1,4 %

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)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0,1125}{3,24 + 0,1125} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{COBG} = 1,19 %

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	9,610	m^2	**56**	°C	**28,6**	°C	alan =	**9,61**	m2
Sol Yan Yüzey	23,250	m^2	**35**	°C	**28,6**	°C	alan =	**23,25**	m2
Sağ Yan Yüzey	23,250	m^2	**35**	°C	**28,6**	°C	alan =	**23,25**	m2
Arka Yüzey	9,610	m^2	**75**	°C	**28,6**	°C	alan =	**9,61**	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

$$U_r = \frac{0,65 \times 5,67}{(56 - 28,6)} \times \left[\left(\frac{329}{100} \right)^4 - \left(\frac{301,6}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (56 - 28,6)^{0,25}$$

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	4,630	**1,45**	3,317	288,955
Sol Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,175	**1,45**	2,306	143,976
Sağ Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,175	**1,45**	2,306	143,976
Arka Yüzey	**0,65**	1,327	5,077	**1,45**	3,784	545,627
					TOPLAM =	1.122,534

$$L_{RK}' = 1.122,534 \times 0,860 = 965,38 \text{ kCal / saat}$$

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

Doğalgaz Sayaç Değeri = **906999,00** - **906973,00** = 26,00 m3 /DENEY

Doğalgaz Tüketimi = 26,00 x 15 = 390,00 m3 / saat

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

Yakıt tarafından verilen Isı = 390,00 x 8.250,00

Yakıt tarafından verilen Isı = 3.217.500,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{965,38}{3.217.500,00} \times 100$$

L_{RK} = 0,030004 %

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

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

L = 8,92 + 1,4 + 1,19 + 0,03

L = 11,54 %

6) Kazan Verimi

Verim = 100 - L_{Toplam}

Verim = 100,00 - 11,54

Verim = 88,46 %

7) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{15,20}{21 - 15,2} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = 262,07 %

5. Ana Isı Merkezi 5. 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 %

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{7,60}{21} \right] \right\} \times 11,74 = 7,49$$

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

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

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

K = 0,308

$$L_{KBG} = \frac{0,308 \times (121,90 - 27,90)}{7,49} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{KBG} = 4,28 %

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 27,90 + (0,50 \times 121,90))}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

$$L_{NBG} = \frac{18.364,85}{13.640,21} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{NBG} = 1,49 %

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)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0,0015}{7,49 + 0,0015} \times \frac{13.640,21}{12.313,43}$$

L_{COBG} = 0,01 %

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	9,610	m^2	**56**	°C	**27,9**	°C	alan	=	**9,61**	m2
Sol Yan Yüzey	23,250	m^2	**35**	°C	**27,9**	°C	alan	=	**23,25**	m2
Sağ Yan Yüzey	23,250	m^2	**35**	°C	**27,9**	°C	alan	=	**23,25**	m2
Arka Yüzey	9,610	m^2	**54**	°C	**27,9**	°C	alan	=	**9,61**	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

$$U_r = \frac{0,65 \times 5,67}{(56 - 27,9)} \times \left[\left(\frac{329}{100} \right)^4 - \left(\frac{300,9}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (56 - 27,9)^{0,25}$$

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	4,615	**1,45**	3,338	296,563
Sol Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,161	**1,45**	2,367	160,866
Sağ Yan Yüzey	**0,65**	3,471	4,161	**1,45**	2,367	160,866
Arka Yüzey	**0,65**	1,327	4,570	**1,45**	3,277	271,782
					TOPLAM =	890,078

L_{RK}' = 890,078 x 0,860 = 765,47 kCal / saat

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

Doğalgaz Sayaç Değeri = **906999,00** - **906973,00** = 26,00 m3 /DENEY

Doğalgaz Tüketimi = 26,00 x 15 = 390,00 m3 / saat

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

Yakıt tarafından verilen Isı = 390,00 x 8.250,00

Yakıt tarafından verilen Isı = 3.217.500,00 kCal / saat

$$L_{RK} = \frac{765,47}{3.217.500,00} \times 100$$

L_{RK} = 0,023791 %

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

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

L = 4,28 + 1,49 + 0,01 + 0,02

L = 5,80 %

6) Kazan Verimi

Verim = 100 - L_{Toplam}

Verim = 100,00 - 5,80

Verim = 94,20 %

7) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{7,60}{21 - 7,6} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = 56,72 %

4.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Ana Isı Merkezi Kazanlarında Yanma Kontrolünün İyileştirilmesi ve Lokal Yalıtım Uygulamaları

Ana ısı merkezinde bulunan doğalgaz kazanlarının tamamı ısıtma sezonu boyunca aktif olarak işletilmekte, yük durumuna göre kazanlar devreye girip çıkmaktadır. Yapılan baca gazı ölçümleri ve saha incelemeleri sonucunda, kazanlarda özellikle yüksek hava fazlalığına bağlı olarak kuru baca gazı kaynaklı ısı kayıplarının oluştuğu tespit edilmiştir.

Mevcut durumda yalnızca 3 no'lu kazanda O_2 trim sistemi sağlıklı şekilde çalışmakta olup, diğer kazanlarda O_2 sensörü bulunmadığı veya mevcut sistemlerin güvenilir ölçüm ve kontrol sağlayamadığı görülmüştür. Bu nedenle ana ısı merkezinde, 3 no'lu kazan üzerindeki mevcut sistem korunacak şekilde, diğer kazanlar için O_2 trim sisteminin yenilenmesi ve kazanlar arasında yanma kontrolünün standardize edilmesi önerilmektedir.

Buna ilave olarak, termal kamera ölçümleri sonucunda kazan yan yüzeylerinin yalıtım durumunun yeterli olduğu, ancak ön ve arka kapak bölgelerinde yüzey sıcaklıklarının yükseldiği ve bu bölgelerde ısı kayıplarının oluştuğu belirlenmiştir. Her bir kazan için yaklaşık 3 m² olmak üzere, kazan ön ve arka kapaklarında lokal yalıtım uygulaması yapılması önerilmektedir.

Bu önlem kapsamında, yanma havası kontrolünün iyileştirilmesi ve lokal ısı kayıplarının azaltılması ile ana ısı merkezinde toplam enerji tüketiminde **yaklaşık %5 oranında** azalma sağlanabileceği değerlendirilmektedir.

Tablo 71. Isıtma Sistemi İyileştirmeleri Yaklaşık Maliyet Analizi

No	Maliyet Kalemi	Birim	Miktar	Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
1	O_2 sensörü + prob sistemi	Adet	4	85.000,00	340.000,00
2	Yanma kontrol ünitesi + LED gösterge paneli	Adet	4	65.000,00	260.000,00
3	Pano revizyonu, kablolama ve entegrasyon	İş	1	120.000,00	120.000,00
4	Devreye alma, kalibrasyon ve ayar hizmeti	İş	1	60.000,00	60.000,00
5	Yüksek sıcaklık yalıtım malzemesi + kaplama	m²	15	2.500,00	37.500,00
6	Yalıtım montajı ve işçilik	m²	15	1.500,00	22.500,00
7	Nakliye, şantiye ve yardımcı giderler	İş	1	40.000,00	40.000,00
8	Test, ölçüm ve raporlama	İş	1	25.000,00	25.000,00
	GENEL TOPLAM YATIRIM MALİYETİ				**905.000,00**

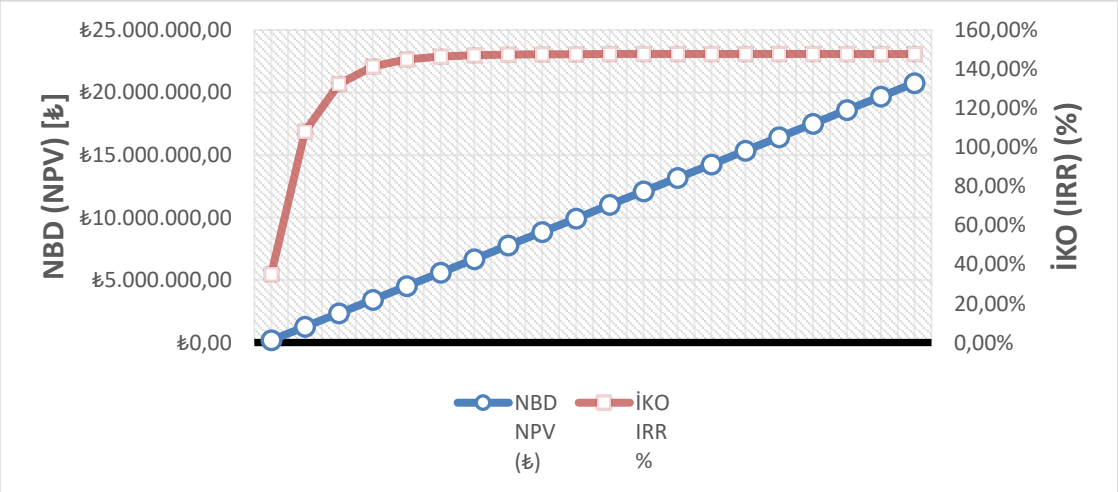
Yatırım maliyetleri, ana ısı merkezinde bulunan 5 adet kazandan 3 no'lu kazandaki mevcut O_2 trim sisteminin korunacağı, diğer 4 kazan için yeni O_2 trim sistemi kurulacağı ve her bir kazan için yaklaşık 3 m² olmak üzere toplam 15 m² lokal yalıtım uygulanacağı varsayımı ile hesaplanmıştır. Verilen maliyetler yaklaşık olup, piyasa koşullarına göre değişkenlik gösterebilir.

Tablo 72. Kazan İyileştirmeleri Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	2.332.482,67
Yalıtım Sonrası Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	1.633.803,41
Verim Artışına Bağlı Tasarruf Oranı	%	5,0%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm^3/Yıl	81.690,17
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/ Sm^3	14,95
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	₺1.221.268,05
Yıllık CO2 azaltımı	tonCO_2	19,12
Yatırım Maliyeti	TL	₺ 905.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	0,74

Tablo 73. 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 (₺)
₺905.000,00	2025	₺1.221.268,05	₺1.221.268,05	12,75%	34,95%	₺178.164,57
	2026	₺1.376.979,73	₺1.376.979,73	12,75%	108,07%	₺1.261.329,14
	2027	₺1.552.544,64	₺1.552.544,64	12,75%	132,26%	₺2.344.493,71
	2028	₺1.750.494,09	₺1.750.494,09	12,75%	141,26%	₺3.427.658,27
	2029	₺1.973.682,08	₺1.973.682,08	12,75%	144,91%	₺4.510.822,84
	2030	₺2.225.326,55	₺2.225.326,55	12,75%	146,46%	₺5.593.987,41
	2031	₺2.509.055,68	₺2.509.055,68	12,75%	147,14%	₺6.677.151,98
	2032	₺2.828.960,28	₺2.828.960,28	12,75%	147,45%	₺7.760.316,55
	2033	₺3.189.652,72	₺3.189.652,72	12,75%	147,58%	₺8.843.481,12
	2034	₺3.596.333,44	₺3.596.333,44	12,75%	147,65%	₺9.926.645,69
	2035	₺4.054.865,95	₺4.054.865,95	12,75%	147,67%	₺11.009.810,26
	2036	₺4.571.861,36	₺4.571.861,36	12,75%	147,69%	₺12.092.974,82
	2037	₺5.154.773,68	₺5.154.773,68	12,75%	147,69%	₺13.176.139,39
	2038	₺5.812.007,33	₺5.812.007,33	12,75%	147,69%	₺14.259.303,96
	2039	₺6.553.038,26	₺6.553.038,26	12,75%	147,70%	₺15.342.468,53
	2040	₺7.388.550,64	₺7.388.550,64	12,75%	147,70%	₺16.425.633,10
	2041	₺8.330.590,85	₺8.330.590,85	12,75%	147,70%	₺17.508.797,67
	2042	₺9.392.741,18	₺9.392.741,18	12,75%	147,70%	₺18.591.962,24
	2043	₺10.590.315,68	₺10.590.315,68	12,75%	147,70%	₺19.675.126,81
	2044	₺11.940.580,93	₺11.940.580,93	12,75%	147,70%	₺20.758.291,37



Grafik 16. Kazan İyileştirmeleri Finansal Analiz

MYO Isı Merkezi Kazan ve Tesisat Sistemlerinin İyileştirilmesi, Kazan Dairesi Revizyonu ve Su Yumuşatma Sistemi Kurulumu:

MYO ısı merkezi, yalnızca MYO binalarının ısıtma ihtiyacını karşılamakta olup mevcut sistemde doğalgaz yakıtlı, yoğuşmasız kazanlar kullanılmaktadır. Kazanlar yaklaşık 65 °C sıcaklık seviyesinde işletilmektedir. Saha incelemeleri ve işletme personeli ile yapılan görüşmelerde, ısıtma tesisatında özellikle yer altından geçen hatlarda korozyon ve su kaçakları bulunduğu tespit edilmiştir.

Mevcut tesisatta meydana gelen kaçaklar nedeniyle sisteme sürekli olarak takviye suyu basılmakta, bu durum hem kazanlarda korozyon riskini artırmakta hem de sisteme giren soğuk suyun ısıtılması nedeniyle ek enerji kayıplarına yol açmaktadır. Ayrıca MYO ısı merkezinde su yumuşatma sistemi ve nötralizasyon tankı bulunmamaktadır. Bu durum, tesisat ve kazan ömrünü olumsuz etkilemektedir.

Yer altı ısıtma hatlarının yalıtımsız veya yetersiz yalıtımlı olduğu, bu nedenle dağıtım esnasında önemli ısı kayıpları oluştuğu değerlendirilmiştir.

MYO ısı merkezinde yıllık doğalgaz tüketimi yaklaşık **156.810,67 Sm³/yıl** olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar kapsamında aşağıdaki tasarruf kalemleri değerlendirilmiştir:

- Kazanların yenilenmesi ve sistemin uygun işletme koşullarına alınması ile **%10 verim artışı**
- Yer altı ısıtma hatlarının yalıtılması ile dağıtım kayıplarının azaltılması
- Tesisattaki su kaçaklarının giderilmesiyle takviye suyu kaynaklı enerji kayıplarının azaltılması

Bu kapsamda hesaplanan yıllık doğalgaz tasarrufları aşağıda özetlenmiştir:

- Kazan verim artışına bağlı tasarruf: **12.544,85 Sm³/yıl**
- Boru yalıtımı ile elde edilecek tasarruf: **35.378,87 Sm³/yıl**
- Su kaçağı kaynaklı tasarruf: **173 Sm³/yıl**

Toplam doğalgaz tasarrufu **48.096,73 Sm³/yıl** olarak hesaplanmıştır.

MYO ısı merkezi için önerilen önlemler, sistemin bütüncül olarak iyileştirilmesini hedefleyen tek bir paket halinde değerlendirilmiştir:

- Mevcut yoğuşmasız kazanların, uygun kapasitelerde yoğuşmalı kazanlar ile değiştirilmesi
- Yer altından geçen yaklaşık 1.000 m uzunluğundaki ısıtma hatlarının yenilenmesi ve uygun şekilde yalıtılması
- Su yumuşatma sistemi, yumuşak su deposu ve nötralizasyon tankı kurulması
- Kazan dairesi ve bağlantı ekipmanlarının revize edilmesi

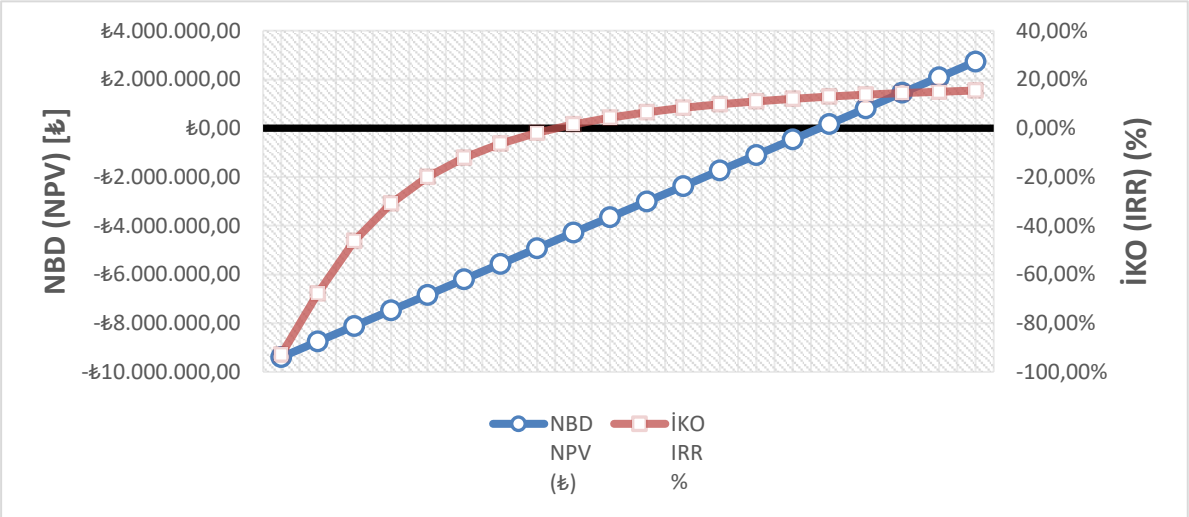
Bu önlemlerin birlikte uygulanması halinde, yeni kazanların sağlıklı ve uzun ömürlü çalışması sağlanabileceği ve sistem üzerinde kalıcı fayda sağlamayacağı değerlendirilmiştir.

Tablo 74. MYO Isı Merkezi İyileştirmesi Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	156.810,67
Verim Artışına Bağlı Tasarruf Oranı	%	8,0%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm^3/Yıl	12.544,85
Boru Yalıtımı İle Elde Edilecek Tasarruf	Sm^3/Yıl	35.378,87
Su Kaçağı Tasarrufu	Sm^3/Yıl	173,00
Toplam Doğalgaz Tasarrufu	Sm^3/Yıl	48.096,73
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/Sm^3	14,95
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	₺ 719.046,09
Yıllık CO2 azaltımı	tonCO_2	11,25
Yatırım Maliyeti	TL	₺ 10.030.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	13,95

Tablo 75. MYO Isı Merkezi İyileştirmesi 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 (₺)
₺10.030.000,00	2025	₺719.046,09	₺719.046,09	12,75%	-92,83%	-₺9.392.265,11
	2026	₺810.724,46	₺810.724,46	12,75%	-67,76%	-₺8.754.530,22
	2027	₺914.091,83	₺914.091,83	12,75%	-46,25%	-₺8.116.795,33
	2028	₺1.030.638,54	₺1.030.638,54	12,75%	-30,90%	-₺7.479.060,44
	2029	₺1.162.044,95	₺1.162.044,95	12,75%	-20,04%	-₺6.841.325,56
	2030	₺1.310.205,69	₺1.310.205,69	12,75%	-12,17%	-₺6.203.590,67
	2031	₺1.477.256,91	₺1.477.256,91	12,75%	-6,33%	-₺5.565.855,78
	2032	₺1.665.607,17	₺1.665.607,17	12,75%	-1,89%	-₺4.928.120,89
	2033	₺1.877.972,08	₺1.877.972,08	12,75%	1,57%	-₺4.290.386,00
	2034	₺2.117.413,52	₺2.117.413,52	12,75%	4,31%	-₺3.652.651,11
	2035	₺2.387.383,75	₺2.387.383,75	12,75%	6,51%	-₺3.014.916,22
	2036	₺2.691.775,17	₺2.691.775,17	12,75%	8,31%	-₺2.377.181,33
	2037	₺3.034.976,51	₺3.034.976,51	12,75%	9,80%	-₺1.739.446,44
	2038	₺3.421.936,01	₺3.421.936,01	12,75%	11,04%	-₺1.101.711,56
	2039	₺3.858.232,86	₺3.858.232,86	12,75%	12,09%	-₺463.976,67
	2040	₺4.350.157,54	₺4.350.157,54	12,75%	12,98%	₺173.758,22
	2041	₺4.904.802,63	₺4.904.802,63	12,75%	13,74%	₺811.493,11
	2042	₺5.530.164,97	₺5.530.164,97	12,75%	14,40%	₺1.449.228,00
	2043	₺6.235.261,00	₺6.235.261,00	12,75%	14,97%	₺2.086.962,89
	2044	₺7.030.256,78	₺7.030.256,78	12,75%	15,46%	₺2.724.697,78



Grafik 17. MYO Isı Merkezi İyileştirmesi Finansal Analiz Grafiği

4.2 SOĞUTMA

4.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Kampüs genelinde soğutma ihtiyacı, farklı bina kullanım senaryolarına bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup, merkezi ve bireysel sistemlerin birlikte kullanıldığı karma bir yapı mevcuttur. Soğutma sistemleri ağırlıklı olarak hava soğutmalı chillerler ve VRF/VRV tipi direkt genleşmeli sistemlerden oluşmaktadır.

Merkezi soğutma sistemleri; Merkezi Derslikler, Veterinerlik Fakültesi, Mühendislik Fakültesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi ile Spor Bilimleri Fakültesi binalarında konumlandırılmış olup, bu binaların soğutma ihtiyacı hava soğutmalı chillerler aracılığıyla karşılanmaktadır. Chiller sistemleri, soğutulmuş su üretimi yaparak bina içi klima santrali bataryalarını beslemektedir.

Rektörlük binasında ise merkezi chiller sistemi bulunmamakta olup, soğutma ihtiyacı VRF/VRV tipi direkt genleşmeli sistemler ile sağlanmaktadır. Eğitim Fakültesi'nde yer alan VRV DX batarya sistemi, yalnızca sınırlı süreli etkinliklerde devreye alınmaktadır. Cami yapısında ise salon tipi klimalar mevcut olup, kullanım süresi Cuma namazı vaki ve kısa sürelerle sınırlıdır.

Soğutma sistemlerinin büyük bir kısmı yaz döneminde üniversitenin eğitim faaliyetlerinin durması nedeniyle sınırlı sürelerle işletilmekte, bazı binalarda ise sistemler işletme dışı bırakılmaktadır. Mevcut cihazların marka, model, kapasite, güç tüketimi ve verim bilgileri saha incelemeleri ve mevcut dokümanlar doğrultusunda derlenmiş olup, detaylı envanter bilgileri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 76. Soğutma Sistemi Envanter Listesi

Bina	Cihaz	Marka	Model	Adet	Soğutma Kapasitesi (kW)	Güç Çekişi (kW)	Verim (EER)
Merkezi Derslikler	Hava Soğutmalı Chiller	Carrier	30XA0602-A0408-PP	2	619	175,3	3,22
Veterinerlik Fakültesi	Hava Soğutmalı Chiller	Carrier	30XA0902-0283-PEE	2	906	261,4	3,16
Mühendislik Fakültesi	Hava Soğutmalı Chiller	Carrier	30RB0342-0270-PEE	1	332	122	2,72
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	Hava Soğutmalı Chiller	Carrier	30RB0342-0556-PEE	1	332	122	2,72
Spor Bilimleri Fakültesi	Hava Soğutmalı Chiller	Carrier	30RA-240-B0956-PEE	1	245	124,9	-
Eğitim Fakültesi	VRV DX Batarya	LG	ARUN100LLS4	2	28		
Cami	Salon Tipi Klima	Arçelik	7410 A	4	13,738	5,1	
Rektörlük	VRF Soğutma	Arçelik	ETON08LU	7	22,4	11,47	
Rektörlük	VRF Soğutma	Arçelik	ETON12LU	5	33,6	17,21	
Rektörlük	VRF Soğutma	Arçelik	ETON14LU	11	39,2	17,65	
Rektörlük	VRF Soğutma	Arçelik	ETON16LU	6	44,8	18,48	
Rektörlük	VRF Soğutma	Toshiba	-	4	33,6	17,21	



Resim 183. Veteriner Fakültesi Chiller Cihazları



Resim 184. Merkezi Derslikler Chiller



Resim 185. Spor Bilimleri Fakültesi Chiller Cihazı



Resim 186. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Chiller Cihazı



Resim 187. Mühendislik Fakültesi Chiller Cihazı



Resim 188. Eğitim Fakültesi DX Batarya



Resim 189. Cami Salon Tipi Klima



Resim 190. Merkezi Derslikler (Solda), Veterinerlik (Sağda) Chiller Etiketleri



Resim 191. Mühendislik (Solda), İnsan ve Toplum Bilimleri (Sağda) Chiller Etiketi


Resim 192. Spor Bilimleri Fakültesi Chiller Etiketi

4.2.2 Ölçümler ve Tespit

Soğutma sistemlerine ilişkin ölçümler, saha incelemeleri sırasında aktif olarak işletilen sistemlerde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm çalışmaları kapsamında; soğutma suyu giriş–çıkış sıcaklıkları, debiler ve elektriksel güç çekişleri yerinde ölçülmüş, bu veriler üzerinden cihazların anlık performans değerleri değerlendirilmiştir.

Bazı binalarda yer alan soğutma sistemlerinin işletme dışı olması, arızalı durumda bulunması veya yalnızca sınırlı dönemlerde devreye alınması nedeniyle bu sistemlerde ölçüm alınamamıştır. Ölçüm yapılamayan cihazlar için tespitler; saha gözlemleri, işletme bilgileri ve mevcut teknik veriler doğrultusunda yapılmıştır.

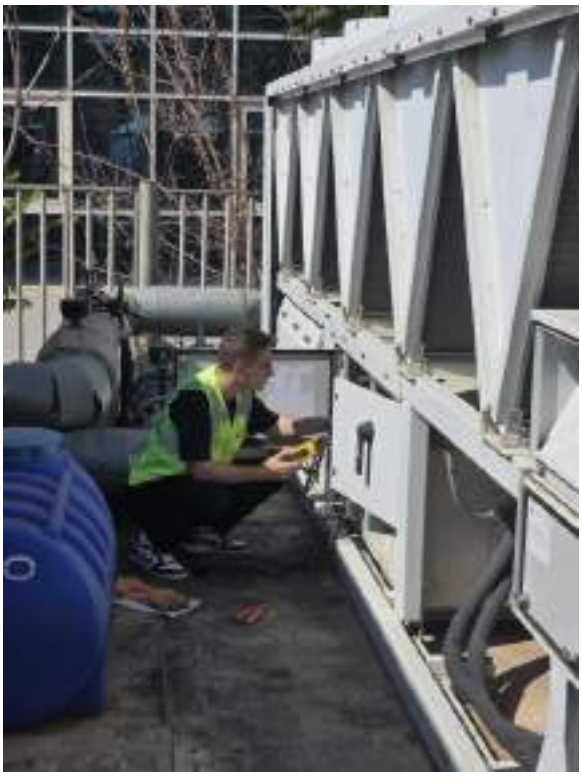
Ölçüm alınan sistemlere ait saha fotoğrafları ve ölçüm anına ilişkin görseller aşağıda sunulmakta olup, detaylı değerlendirmeler bir sonraki bölümde ele alınmıştır.



Resim 193. Chiller Ölçümleri



Resim 194. Chiller Debi Ölçümleri



Resim 195. Chiller Enerji Ölçümü



Resim 196. Mühendislik Fakültesi Chiller Arızası



Resim 197. Chiller Giriş/Çıkış Sıcaklık Ölçümü



Resim 198. VRF Bakır Boru Yalıtımları

4.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Kampüs genelinde soğutma sistemlerinin büyük bölümü sınırlı sürelerle işletilmekte olup, yaz döneminde üniversitenin eğitim faaliyetlerinin düşük olması nedeniyle soğutma enerji tüketimi sınırlı seviyededir. Bu nedenle soğutma sistemleri için yüksek ölçekli kapasite artışı veya sistem değişimi gerektiren bir durum tespit edilmemiştir.

Ölçüm alınabilen ve aktif olarak işletilen sistemler için yapılan değerlendirmeler aşağıda özetlenmiştir.

Veterinerlik Fakültesi – Hava Soğutmalı Chiller

Sistemin aktif olarak işletildiği gözlemlenmiştir. Yapılan ölçümlere göre cihazın anlık performans katsayısı (COP) 3,97 olarak hesaplanmış olup, bu değer hava soğutmalı chillerlar için kabul edilebilir ve iyi bir performansa işaret etmektedir. Mevcut durumda sistemin çalışmasına engel teşkil eden bir teknik problem tespit edilmemiştir.

Merkezi Derslikler – Hava Soğutmalı Chiller

Sistemin aktif kullanımda olduğu tespit edilmiştir. Ölçümler sonucunda hesaplanan COP değeri 3,8 olup, sistemin genel performansı yeterli seviyededir. Soğutma suyu giriş–çıkış sıcaklıkları ve debi değerleri, sistemin tasarımına uygun çalıştığını göstermektedir.

Mühendislik Fakültesi – Hava Soğutmalı Chiller

Chiller sisteminde arıza bulunduğu ve bakım ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemelerde, chillerin bazı kompresör gruplarının arızalı olduğu ve devre dışı bırakılarak işletildiği belirlenmiştir. Ölçümler, yalnızca çalışır durumda olan kompresör grubu üzerinden alınmıştır.

Yapılan ölçümler sonucunda, çalışır durumdaki grup için hesaplanan COP değeri 3,85 olarak bulunmuştur. Bu değer, ölçümün alındığı işletme koşulları ve kısmi yük durumu dikkate alındığında kabul edilebilir seviyededir. Ancak cihazın tüm kompresör grupları ile tam kapasite ve sağlıklı işletme koşullarında çalışmaması nedeniyle, elde edilen sonuçlar sistemin uzun süreli ve tam yük performansını temsil etmemektedir.

Ölçüm Alınamayan veya Sınırlı Kullanılan Sistemler

Mühendislik Fakültesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi ile Spor Bilimleri Fakültesi binalarında bulunan soğutma sistemlerinin işletme dışı veya arızalı durumda olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu sistemlerde performans ölçümü yapılamamıştır.

Eğitim Fakültesi soğutma sistemlerinin yalnızca yıl içerisinde çok sınırlı sayıda (konferans vb. etkinliklerde) devreye alındığı, cami soğutma sisteminin ise haftada bir gün ve kısa süreli olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Bu sistemlerin yıllık enerji tüketimine etkisi sınırlıdır.

Genel Teknik Tespitler

- Soğutma tesisatlarında yer alan boru yalıtımlarının büyük bölümünün eski olduğu ve yer yer deformasyona uğradığı gözlemlenmiştir.
- Bazı chiller ve VRF sistemlerinde periyodik bakım eksiklikleri bulunmaktadır.

Tablo 77. Chiller Verim Hesapları

Veterinerlik			
Sabit Veriler			
1 Joule	=	$2.777778 \cdot 10^{-7}$	kWh
Su Özgül Isı	=	4186	J/kg°C
Ölçülen Veriler			
Güç (Kw)	=	71,56	kW
Debi(m)	=	135650	kg/h
Giriş Sıc.	=	10,4	°C
Çıkış Sıc.	=	8,6	°C
Enerji Denklemi			
Q	=	m x c x dT	
Q	**=**	**283,92**	**kW**
COP	**=**	**3,97**	

Merkezi Derslik			
Sabit Veriler			
1 Joule	=	$2.777778 \cdot 10^{-7}$	kWh
Su Özgül Isı	=	4186	J/kg°C
Ölçülen Veriler			
Güç (Kw)	=	138,9	kW
Debi(m)	=	46836	kg/h
Giriş Sıc.	=	16,7	°C
Çıkış Sıc.	=	7	°C
Enerji Denklemi			
Q	=	m x c x dT	
Q	**=**	**528,26**	**kW**
COP	**=**	**3,80**	

Mühendislik			
Sabit Veriler			
1 Joule	=	$2.777778 \cdot 10^{-7}$	kWh
Su Özgül Isı	=	4186	J/kg°C
Ölçülen Veriler			
Güç (Kw)	=	3	kW
Debi(m)	=	19861	kg/h
Giriş Sıc.	=	8,4	°C
Çıkış Sıc.	=	7,9	°C
Enerji Denklemi			
Q	=	m x c x dT	
Q	**=**	**11,55**	**kW**
COP	**=**	**3,85**	

4.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Kampüs genelinde yapılan inceleme ve ölçümler sonucunda, soğutma sistemlerinin büyük bölümünün sınırlı sürelerle işletildiği, yaz döneminde üniversitenin eğitim faaliyetlerinin düşük olması nedeniyle soğutma enerji tüketiminin görece düşük seviyelerde kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, soğutma sistemleri için yüksek maliyetli kapasite artırımı veya sistem değişimi gerektiren bir ihtiyaç bulunmamaktadır.

Bu kapsamda önerilen enerji verimliliği önlemleri, mevcut sistemlerin daha verimli ve sağlıklı işletilmesine yönelik bakım, işletme ve bina kaynaklı iyileştirmeleri içermektedir.

Soğutma sistemlerinde yapılan saha incelemelerinde, bazı chiller sistemlerinde arızalı kompresör grupları, kopuk sensör bağlantıları ve bakım eksiklikleri tespit edilmiştir. Bu durum, sistemlerin gerçek işletme koşullarına uygun kontrol edilememesine ve verimsiz çalışmasına neden olabilmektedir.

Bu kapsamda öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- Chiller sistemlerinde arızalı kompresör gruplarının onarılması,
- Kopuk veya arızalı sıcaklık sensörleri ve sinyal kablolarının çalışır hale getirilmesi,
- Chiller ve VRF sistemlerinde periyodik bakım faaliyetlerinin düzenli olarak gerçekleştirilmesi,
- Soğutma sistemlerinin işletme parametrelerinin (sıcaklık set değerleri, kısmi yük işletimi vb.) gözden geçirilmesi

Bu önlemler ile sistemlerin mevcut kapasitesinden daha verimli faydalanılması ve gereksiz enerji tüketiminin önlenmesi hedeflenmektedir.

Rektörlük Binası Cam Cepheye Güneş Kırıcı ve Üst Kotta Elektrikli Açılır Pencere Yapılması

Rektörlük binası cam cephe ağırlıklı mimariye sahip olup yaz aylarında güneş ışınımına bağlı olarak iç ortam sıcaklıklarının hızla yükseldiği, özellikle galeri boşluğunda sıcak havanın hapsolduğu gözlemlenmiştir. Bu durum VRF sistemlerinin uzun süre ve yüksek yüklerde çalışmasına neden olmaktadır.

Yapılan incelemelerde, binanın yaz döneminde aktif kullanılan idari birimlere hizmet verdiği, soğutma yüklerinin önemli bir bölümünün güneş ışınımı kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda, cam cephelerde **güneş kırıcı elemanlar** kullanılarak doğrudan güneş ışınımının iç ortama girişi sınırlandırılması, ayrıca galeri boşluğunda biriken sıcak havanın doğal yollarla tahliyesi amacıyla **elektrikli açılır cam sistemleri** uygulanması önerilmektedir.

Güneş kırıcı uygulaması için iskele kurulması gerekliliği dikkate alındığında, aynı yatırım kapsamında açılır cam uygulamasının gerçekleştirilmesi, yatırım ve uygulama maliyetlerinin optimize edilmesini sağlayacaktır.



Resim 199. Rektörlük İdari Bina Cam Cephesi

Rektörlük binasında yer alan VRF sistemlerinin toplam elektriksel kurulu gücü yaklaşık 540 kW'tır. VRF sistemlerin kısmi yüklerde çalıştığı ve tüm dış ünitelerin eşzamanlı olarak tam kapasite devreye girmediği dikkate alınarak, hesaplamalarda eşdeğer tam yük çalışma saati yöntemi kullanılmıştır.

İdari binalar için kabul edilen kullanım karakteristiği doğrultusunda, yıllık eşdeğer tam yük çalışma süresi **400 saat/yıl** olarak alınmış olup, bu kabulle binanın soğutmaya bağlı yıllık elektrik tüketimi yaklaşık **216.000 kWh/yıl** olarak hesaplanmıştır.

Güneş kırıcı uygulaması ile güneş ışınımına bağlı ısı kazançlarının azaltılması, galeri boşluğunda biriken sıcak havanın tahliye edilmesi ve bu sayede VRF sistemlerinin daha düşük yüklerde çalışması beklenmektedir. Ayrıca sistemlerin kısmi yük koşullarında daha verimli çalışması sonucunda birim soğutma başına elektrik tüketiminin azalacağı değerlendirilmiştir.

Bu etkiler birlikte ele alındığında, önerilen önlemler sonucunda rektörlük binasının soğutma sistemine ait yıllık elektrik enerjisi tüketiminde **yaklaşık %25 oranında azalma** sağlanabileceği öngörülmektedir.

Önerilen uygulamalar, yalnızca enerji tasarrufu sağlamakla kalmayıp, iç ortam termal konforunun iyileştirilmesine, üst katlarda oluşan aşırı sıcaklıkların düşürülmesine ve sistemlerin daha stabil çalışmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle söz konusu önlemler, enerji verimliliği ve kullanıcı konforu açısından birlikte değerlendirilmesi gereken bütüncül bir iyileştirme paketi olarak ele alınmıştır.

Tablo 78. Rektörlük Binası Soğutma Sistemi İyileştirmelerinin Yaklaşık Tasarruf Oranları

Tasarruf Kaynağı	**Tasarruf Miktarı**
Güneş kazancı azalması	%15
VRF kısmi yük verimi artışı	%5
Galeri sıcak hava tahliyesi	%4
Pik yük düşümü	%1
TOPLAM	**%25**

Tablo 79. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi Maliyet Analizi

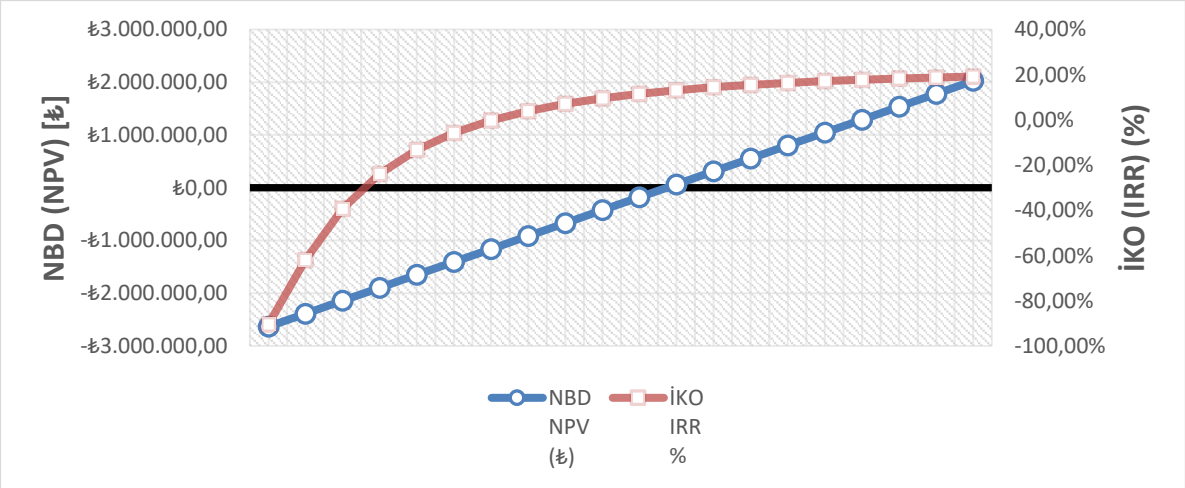
No	**İş Kalemi**	**Birim**	**Miktar**	**Birim Fiyat (TL)**	**Tutar (TL)**
1	Cephe Tipi Çelik İskele Kurulması (13 m yükseklik)	m²	780	600,00	468.000,00
2	Alüminyum Sabit Güneş Kırıcı Sistemleri (imalat + montaj)	m²	780	2.500,00	1.950.000,00
3	Motorlu Elektrikli Açılır Cam Sistemi	Adet	4	85.000,00	340.000,00
4	Açılır Camlar için Kontrol Paneli	Adet	1	75.000,00	75.000,00
5	Ortam Sıcaklık Sensörü (tavan tipi)	Adet	1	15.000,00	15.000,00
6	Elektrik Tesisatı, Kablolama ve Devreye Alma	Toplam	1	30.000,00	30.000,00
				TOPLAM (KDV Hariç)	**2.878.000,00**

Tablo 80. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi Tasarruf Analizi

Terim	**Birim**	**Miktar**
Yıllık Enerji Tüketimi	kWh/Yıl	216.000,00
Tasarruf Oranı	**%**	25%
Yıllık Enerji Tasarrufu	kWh/Yıl	54.000,00
Elektrik Birim Fiyatı	TL/kWh	5,12
Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	276.480,00
Yıllık CO2 azaltımı	Ton	23,76
Yatırım Bedeli	TL	2.878.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	10,41

Tablo 81. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi 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 (₺)
2.878.000,00	2025	₺276.480,00	₺276.480,00	12,75%	**-90,39%**	**-₺2.632.784,92**
	2026	₺311.731,20	₺311.731,20	12,75%	**-61,94%**	**-₺2.387.569,84**
	2027	₺351.476,93	₺351.476,93	12,75%	**-39,34%**	**-₺2.142.354,77**
	2028	₺396.290,24	₺396.290,24	12,75%	**-23,88%**	**-₺1.897.139,69**
	2029	₺446.817,24	₺446.817,24	12,75%	**-13,23%**	**-₺1.651.924,61**
	2030	₺503.786,44	₺503.786,44	12,75%	**-5,69%**	**-₺1.406.709,53**
	2031	₺568.019,21	₺568.019,21	12,75%	**-0,18%**	**-₺1.161.494,46**
	2032	₺640.441,66	₺640.441,66	12,75%	**3,94%**	**-₺916.279,38**
	2033	₺722.097,97	₺722.097,97	12,75%	**7,11%**	**-₺671.064,30**
	2034	₺814.165,46	₺814.165,46	12,75%	**9,58%**	**-₺425.849,22**
	2035	₺917.971,56	₺917.971,56	12,75%	**11,55%**	**-₺180.634,15**
	2036	₺1.035.012,93	₺1.035.012,93	12,75%	**13,14%**	**₺64.580,93**
	2037	₺1.166.977,08	₺1.166.977,08	12,75%	**14,43%**	**₺309.796,01**
	2038	₺1.315.766,66	₺1.315.766,66	12,75%	**15,51%**	**₺555.011,09**
	2039	₺1.483.526,91	₺1.483.526,91	12,75%	**16,40%**	**₺800.226,16**
	2040	₺1.672.676,59	₺1.672.676,59	12,75%	**17,15%**	**₺1.045.441,24**
	2041	₺1.885.942,86	₺1.885.942,86	12,75%	**17,79%**	**₺1.290.656,32**
	2042	₺2.126.400,57	₺2.126.400,57	12,75%	**18,33%**	**₺1.535.871,40**
	2043	₺2.397.516,64	₺2.397.516,64	12,75%	**18,80%**	**₺1.781.086,47**
	2044	₺2.703.200,02	₺2.703.200,02	12,75%	**19,20%**	**₺2.026.301,55**



Grafik 18. Rektörlük Binası Soğutma Sitemi İyileştirmesi Finansal Analiz Grafiği

4.3 HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME

4.3.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Yerleşke genelinde binaların ısıtma ihtiyacı, merkezi ısı merkezlerinde üretilen kızgın suyun bina bazlı eşanjör dairelerine iletilmesiyle karşılanmaktadır. Isı merkezlerinden gelen kızgın su, her bina için ayrı tesis edilmiş eşanjörler aracılığıyla bina içi ısıtma devrelerinden hidrolik olarak ayrılmaktadır.

Eşanjör çıkışından sonra elde edilen sıcak su; bina içindeki radyatör devreleri, klima santrallerinin ısıtma serpantinleri, bazı mahallerde yerden ısıtma devrelerine dağıtılmaktadır. Bina içi ısıtma sistemleri, ısı merkezinden gelen kızgın su hattından bağımsız olarak çalışan ayrı bir kapalı devre tesisat yapısına sahiptir.

Eşanjör Daireleri ve Dağıtım Kurgusu

Yerleşke genelinde her binaya ait eşanjör daireleri bulunmaktadır. Eşanjörler aracılığıyla kızgın su hattı ile bina içi ısıtma tesisatı birbirinden ayrılmakta; bina içi sistemler bu noktadan sonra sirkülasyon pompaları ve kolektörler üzerinden beslenmektedir.

Mevcut durumda birçok binada:

- Radyatör devreleri,
- Klima santrallerinin ısıtma serpantinleri,
- Diğer ısıtma elemanları

aynı eşanjör ve aynı sıcaklık set değeri üzerinden beslenmektedir. Bu durum, farklı ısıtma ihtiyacına sahip sistemlerin ortak bir kontrol altında çalışmasına neden olmaktadır.

Havalandırma Sistemleri

Binalarda çeşitli kapasite ve yaşta klima santralleri ve aspiratörler bulunmaktadır. Yapılan saha çalışmaları sırasında, havalandırma sistemlerinin büyük bölümünün ölçüm anında çalışmadığı, genel olarak ise çok sınırlı sürelerle işletildiği gözlemlenmiştir.

Mevcut işletme koşullarında havalandırma santralleri:

Ağırlıklı olarak ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Klapeler %100 karışım havası ile çalıştırılmaktadır. Bu işletme şekli, binaların havalandırma ihtiyacını değil, ısıtma ihtiyacını karşılamaktadır.

Bina İçi Tesisat Suyu ve Su Kalitesi

Bina içi ısıtma tesisatlarının suyu, ısı merkezlerinden ayrı olarak tesis edilmiş yumuşak su hatları ve depoları üzerinden karşılanmaktadır. Ancak saha incelemelerinde ve işletme kayıtlarında, bina içi tesisat suyunun iletkenlik değerlerinin, yumuşak su sisteminden beklenen değerlerin oldukça üzerinde olduğu görülmüştür.

Bu durumun;

- Vana gruplarında,
- Üç yollu kontrol vanalarında,

- Eşanjörlerde,
- Radyatörlerde
- Isıtma tesisatında

kaçaklara ve arızalara neden olduğu; özellikle radyatörlerde sık sık delinme ve su kayıpları yaşandığı ifade edilmiştir. Bazı binalarda bina içi tesisatın kısmen PPRC borularla yenilendiği, ancak halen önemli ölçüde çelik boru tesisatının kullanımda olduğu tespit edilmiştir.

Bina Bazlı Isıtma Sistemleri ve Özel Durumlar

Yerleşke genelinde binalar arasında hem kullanım senaryoları hem de ısıtma sistemlerinin işletme şekilleri açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bazı binalarda radyatör ağırlıklı ısıtma yapılırken, bazı binalarda yerden ısıtma veya hava apareyleri devrededir.

Özellikle farklı hat uzunluklarına sahip hacimlerin (kütüphane ve ek çalışma alanları gibi) aynı ısıtma devresinden beslenmesi, bina genelinde set değerlerinin yükseltilmesine ve buna bağlı olarak iç ortam sıcaklıklarının konfor sınırlarının üzerine çıkmasına neden olmaktadır.



Resim 200. Örnek Kollektör Dairesi Eşanjörleri



Resim 201. Örnek Yenilenmiş Eşanjörler



Resim 202. Örnek Eski Havalandırma Sistemi



Resim 203. Merkezi Derslikler Yeni Havalandırma Sistemleri



Resim 204. Merkezi Derslikler Havalandırma Sistemi VSD Kontrolü

Tablo 82. Bina Bazlı Eşanjör Listesi

Bina	Marka	Model	Seri No	T_{max} °C	Adet	Üretim Tarihi	Tespitler
Hukuk Fakültesi	Termodinç	S14A-38	TDS14202307	140	2	2023	Yakın zamanda yenilenmiş
Güzel Sanatlar Fakültesi	Alfa Laval	M10M FM	30102 76119		2	2004	Eski ve Korozyona Uğramış
Cami	Tanpera	ORW32-23 (14TM)9TK	2013/139	160	1	2013	Çalıştırılmıyor. Sorun Gözlenmedi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	Alfa Laval	T10-BFM	30137-65198		2	2022	Yakın zamanda yenilenmiş
	Termodinç	Etiket Yok			2	-	1 Eşanjör yenilenmiş, diğeri eski ve korozyona uğramış.
İnsan ve Toplum Bilimleri	Tanpera	ORW3-27	2010/144	140	2	2010	Sorun Gözlenmedi
	Tanpera	ORW3-33	2010/343	140	2	2010	Sorun Gözlenmedi
	Termodinç	TD3A-28P1C212	TD25PIC212	140	2	2025	Yakın zamanda yenilenmiş
Kütüphane Yerden Isıtma	Alfa Laval	T10-BFM	30137-67479		2	2022	Yakın zamanda yenilenmiş
Kütüphane Klima Santrali	Wilo	ORW3-35		140	2	2002	Çalıştırılmıyor. Sorun Gözlenmedi
Merkezi Derslikler	Tanpera	TS7A-23	TE1448	125	2	-	Sorun Gözlenmedi
	Tanpera	TS22-36	TE1446	125	2	-	Sorun Gözlenmedi
Mühendislik Fakültesi	Wilo	ORW3-29F		140	2	2007	Yeni eşanjör alınmış, yakın zamanda değiştirilecek.
	Termodinç	S14A-35	TOS14202303	140	1	2023	Eşanjör yenilenmiş.
	Tanpera	TS14A-30	TE3096	160	3	-	Eski ve Korozyona Uğramış
Rektörlük	Tanpera	ORW 42-28 TK	2012/084	140	2	2012	Eski ve Korozyona Uğramış
Spor Bilimleri A, B ve D Blok	Alfa Laval	T10-BFM	30137-67276		2	2024	Yakın zamanda yenilenmiş
Sosyal Tesisler C Blok	Termodinç	S7.39	6	140	2	2006	Eski ve Korozyona Uğramış
Sosyal Tesisler D Blok	Termodinç	S14A-31	TOS14202302	140	2	2023	1 Eşanjör yenilenmiş, diğeri eski ve korozyona uğramış.
Yemekhane Yanı Spor Salonu	Termodinç	S14A-21	TOS14202305	140	2	2023	Yakın zamanda yenilenmiş
Kapalı Spor Salonu	Alfa Laval	M3-FGL	30102-76660		2	2004	Sorun Gözlenmedi
Veteriner Fakültesi	Alfa Laval	M10M FM	30112-97855		3	2010	Eski ve Korozyona Uğramış

Tablo 83. Havalandırma Santralleri Envanter Listesi

Bina	Marka	İmalat Yılı	Proje Kodu	Fan Türü	Soğutma Kapasitesi (kW)	Isıtma Kapasitesi (kW)	Hava Debisi (m3/h)	Basınç (Pa)	Fan Gücü (kW)
Eğitim Bilimleri	KLS	2016	AHU-1	Vantilatör	64	64	15000	1304	11
				Aspiratör			15000	621	5,5
Hukuk Fakültesi	Himtes	2002	T Blok KS-1	Vantilatör	64	105	7500	785	4
				Aspiratör			7500	490	2,2
			T Blok KS-2	Vantilatör	64	105	7500	785	4
				Aspiratör			7500	490	2,2
			T Blok KS-3	Vantilatör	198	145	30000	1079	18,5
				Aspiratör			30000	686	11
			T Blok KS-4	Vantilatör	151	180	21000	1010	11
				Aspiratör			20000	588	7,5
			T Blok KS-5	Vantilatör	151	180	20000	1010	11
				Aspiratör			20000	490	7,5
			T Blok KS-6	Vantilatör	23	29	3000	785	1,5
				Aspiratör			3000	500	0,75
			N Blok KS-7	Vantilatör	98	122	14000	804	5,5
				Aspiratör			14000	549	4
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	Klisom	2008	H Blok HS-1	Vantilatör		259	99000	1128	18,5
				Aspiratör			99000	883	15
			H Blok HS-2	Vantilatör		99	7500	1128	5,5
				Aspiratör			7500	588	2,2
			H Blok HS-3	Vantilatör		99	7500	1128	5,5
				Aspiratör			7500	588	2,2
			H Blok HS-4	Vantilatör		116	18000	1177	11
				Aspiratör			18000	686	11
			C Blok HS-1	Vantilatör		259	99000	1128	18,5
				Aspiratör			99000	883	15
			C Blok HS-2	Vantilatör		62	10000	981	5,5
				Aspiratör			10000	637	4
			C Blok HS-3	Vantilatör		62	10000	981	5,5
				Aspiratör			10000	637	4

Bina	Marka	İmalat Yılı	Proje Kodu	Fan Türü	Soğutma Kapasitesi (kW)	Isıtma Kapasitesi (kW)	Hava Debisi (m3/h)	Basınç (Pa)	Fan Gücü (kW)
			C Blok HS-4	Vantilatör		240	18000	1667	11
				Aspiratör			18000	686	7,5
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	KLS	2010	O Blok HS-1	Vantilatör		87	10000	586	4
				Aspiratör			10000	500	4
			O Blok HS-2	Vantilatör		186	18000	627	7,5
				Aspiratör			18000	516	7,5
			K Blok HS-1	Vantilatör		87	10000	606	4
				Aspiratör			10000	400	4
			K Blok HS-2	Vantilatör		133	39000	781	15
				Aspiratör			39000	721	15
	Provent	2017	Ek Derslikler	Vantilatör		76	14000	900	5,5
				Aspiratör			14000	650	4
				Vantilatör		116	33000	1000	18,5
				Aspiratör			33000	650	7,5
				Vantilatör		87	7500	850	4
				Aspiratör			7500	450	1,5
				Vantilatör		87	7500	850	4
				Aspiratör			7500	450	1,5
Merkezi Derslikler	Aldağ	2020	IGK KS-1	Vantilatör	108	199	16500	1901	15
				Aspiratör			15000	1036	7,5
			IGK KS-2	Vantilatör	108	199	16500	1901	15
				Aspiratör			15000	1036	7,5
			IGK KS-3	Vantilatör			14000	1609	11
				Aspiratör			9500	964	5,5
			IGK KS-4	Vantilatör	108	199	16500	1901	15
				Aspiratör			15000	1036	7,5
			IGK KS-5	Vantilatör			28000	1758	22
				Aspiratör			25000	1109	15
			IGK KS-6	Vantilatör			28000	1758	22
				Aspiratör			25000	1109	15
			KH KS-1	Vantilatör			13000	1447	11
				Aspiratör			10000	660	3

Bina	Marka	İmalat Yılı	Proje Kodu	Fan Türü	Soğutma Kapasitesi (kW)	Isıtma Kapasitesi (kW)	Hava Debisi (m3/h)	Basınç (Pa)	Fan Gücü (kW)
			KH KS-2	Vantilatör			26000	1390	15
				Aspiratör			19500	773	7,5
			KH KS-3	Vantilatör			20000	1516	15
				Aspiratör			15500	717	5,5
Rektörlük	KLS	2012	HS-1	Vantilatör		58	4500	457	1,5
				Aspiratör			3750	338	1,1
			HS-2	Vantilatör		58	4500	457	1,5
				Aspiratör			4050	344	1,1
Spor Bilimleri Fakültesi	Klisom	2007	KS-1	Vantilatör	135	150	20000	716	7,5
				Aspiratör			20000	569	7,5
			KS-2	Vantilatör	100	125	21150	667	7,5
				Aspiratör			21150	520	7,5
Veteriner Fakültesi	Systemair	2015	KS-1	Vantilatör	30	76	6000	651	2,2
			KS-3	Vantilatör	79	166	14000	741	7,5
			KS-4	Vantilatör	129	257	22500	744	11
			EA-4	Aspiratör			25000	510	7,5
			KS-5	Vantilatör	67	138	11500	262	4
			KS-6	Vantilatör	79	166	14000	640	5,5
			KS-7	Vantilatör	77	155	13500	681	5,5
			KS-9	Vantilatör	59	128	11000	680	4
			KS-10	Vantilatör	73	160	13000	752	5,5
			KS-11	Vantilatör	99	212	17000	919	7,5
			KS-16	Vantilatör	71	90	10000	833	5,5
				Aspiratör			10000	668	5,5
			KS-17	Vantilatör	129	196	22500	936	11
				Aspiratör			23000	795	11
			KS-18	Vantilatör	69	97	10000	801	4
				Aspiratör			10500	711	4
			KS-20	Vantilatör	128	154	17250	809	7,5
				Aspiratör			17350	658	7,5
			KS-21	Vantilatör	106	128	15000	865	7,5
				Aspiratör			15000	656	7,5

Bina	Marka	İmalat Yılı	Proje Kodu	Fan Türü	Soğutma Kapasitesi (kW)	Isıtma Kapasitesi (kW)	Hava Debisi (m3/h)	Basınç (Pa)	Fan Gücü (kW)
			KS-22	Vantilatör	71	99	10000	837	5,5
				Aspiratör			10000	668	5,5
			KS-23	Vantilatör	71	99	10000	837	5,5
				Aspiratör			10000	668	5,5
			KS-24	Vantilatör	71	99	10000	837	5,5
				Aspiratör			10000	668	5,5
			KS-25	Vantilatör	71	99	10000	837	5,5
				Aspiratör			10000	668	5,5
			KS-27	Vantilatör	46	58	5000	804	3
				Aspiratör			5000	594	2,2
	Klisom	2009		Vantilatör	76	131	10700	785	5,5
				Aspiratör			10300	245	3
				Vantilatör	76	164	10800	981	5,5
				Aspiratör			5800	343	1,1
				Vantilatör	71	123	10000	785	4
				Aspiratör			10000	490	3
				Vantilatör	115	150	9500	981	5,5
				Aspiratör			9700	637	4
				Vantilatör	55	118	7800	981	4
				Aspiratör			8800	588	3
				Vantilatör	47	84	6600	686	3
				Aspiratör			6600	834	3
				Vantilatör	38	153	9800	981	5,5
				Aspiratör			9000	588	3
				Vantilatör	44	98	6100	981	3
				Aspiratör			5500	735	2,2
				Aspiratör			10800	441	3
Mühendislik Fakültesi	Üntes	-	T Blok HS-4	Vantilatör	116	128	19200	836	7,5
				Aspiratör					
			T Blok HS-3	Vantilatör	128	140	21000	950	11
				Aspiratör					
			K2 Blok KS-1	Aspiratör			10000	594	4

4.3.2 Ölçümler ve Tespit

Saha çalışmaları kapsamında yerleşke genelinde bulunan fakülte binaları, idari binalar, merkezi derslikler, kütüphane, spor tesisleri ve sosyal alanlarda ısıtma ve havalandırma sistemlerine yönelik ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında;

- İç ortam **hava sıcaklığı (°C)** ve **bağıl nem (%rH)** ölçümleri,
- Havalandırma sistemlerinde örnekleme yöntemi ile **hava debisi, fan basıncı, filtre basınç kayıpları ve elektriksel güç tüketimi** ölçümleri,
- Radyatör ve yerden ısıtma sistemlerinde **termal kamera ölçümleri**

alınarak değerlendirilmiştir.

Ölçüm Anındaki İşletme Koşulları

Ölçümler sırasında yapılan gözlemler sonucunda;

- Havalandırma santrallerinin büyük bir kısmının **ölçüm anında devrede olmadığı**,
- Devrede olan santrallerin ise **kısıtlı sürelerle ve kısmi yükte** çalıştırıldığı,
- Santrallerin **%100 karışım havası** (taze hava almadan, iç hava sirkülasyonu şeklinde) ile çalıştırıldığı
- Isıtmanın; **radyatörler, yerden ısıtma sistemleri, klima santralleri ve kapalı spor salonunda bulunan hava apareyleri** üzerinden sağlandığı

tespit edilmiştir.

Bu nedenle havalandırma sistemleri, taze hava temini amacıyla değil, **iç ortam havasının sirkülasyonu ve ısıtma desteği** amacıyla kullanılmaktadır. İç ortam sıcaklıkları büyük ölçüde **radyatör, yerden ısıtma ve havalandırma sistemleri** tarafından belirlenmektedir.

Havalandırma Sistemlerine İlişkin Ölçümler

Havalandırma sistemlerinde, seçilen örnek santraller üzerinde fan basıncı, filtre basınç kayıpları ve elektriksel güç tüketimleri ölçülmüştür.

Yapılan ölçümlerde;

- Ölçülen fan güçlerinin, etiket değerlerinin altında olduğu,
- Filtre basınç kayıplarının santral bazında farklılık gösterdiği,
- Santrallerin ölçüm anında tam kapasitede çalışmadığı

gözlemlenmiştir.

Bu durum, havalandırma sistemlerinin **sürekli ve tam yükte işletilmediğini**, elde edilen verilerin **anlık ve örneklem bazlı işletme koşullarını** yansıttığını göstermektedir.

İç Ortam Sıcaklıklarına İlişkin Genel Bulgular

Yapılan iç ortam ölçümleri sonucunda, yerleşke genelinde birçok mahalde iç ortam sıcaklıklarının, eğitim ve ofis binaları için önerilen konfor sıcaklıklarının üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Özellikle;

- Derslikler,
- Akademik ve idari personel odaları,
- Ortak kullanım alanları

gibi sürekli kullanılan mahallerde **24–27 °C** aralığında, bazı mahallerde ise **27 °C'nin üzerinde** iç ortam sıcaklıkları ölçülmüştür.

Bu durum, sistemlerin kapasite yetersizliğinden ziyade **kontrol ve işletme kaynaklı aşırı ısıtma** yapıldığını göstermektedir.

Termal Kamera Ölçümleri ve Isıtma Sistemlerine İlişkin Tespitler

Isıtma sistemlerinin performansını değerlendirmek amacıyla radyatör, yerden ısıtma ve hava ile ısıtma yapılan mahallerde termal kamera ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

a) Radyatör Sistemleri

Konuk evi ve yemekhane binasında yapılan incelemelerde, mahallere yeterli sıcak su ulaşmadığı ve radyatörlerin istenilen ısıtma performansını sağlayamadığı tespit edilmiştir.

Termal kamera görüntülerinde;

- Radyatör yüzey sıcaklıklarının homojen dağılmadığı,
- Bazı radyatör bölgelerinin belirgin şekilde soğuk kaldığı

görülmüş olup, bu durum **debi yetersizliği, hava yapma veya tesisat kaynaklı sorunlara** işaret etmektedir.

b) Yerden Isıtma Sistemleri

Spor Bilimleri Fakültesi binalarının zemin katlarında bulunan yerden ısıtma sistemlerinde yapılan termal kamera ölçümlerinde; yüzeye ısı geçişinin gecikmeli olduğu gözlemlenmiştir.

Termal kamera görüntülerinden, yerden ısıtma borularının üzerinde **kalın bir şap tabakası bulunduğu**, bu nedenle sistemin ilk devreye alınmasında ısının mahallere geç ulaşarak **binanın geç ısınmasına neden olduğu** değerlendirilmiştir.

Genel Değerlendirme

Yapılan ölçümler ve gözlemler sonucunda, yerleşke genelinde ısıtma sistemlerinde temel sorunun kapasite eksikliği değil; **sistem kurgusu, kontrol stratejileri ve işletme alışkanlıklarından kaynaklanan verimsizlikler** olduğu görülmüştür.

Birçok mahalde gereğinden yüksek iç ortam sıcaklıkları ölçülmüş, buna karşılık bazı mahallerde ise tesisat kaynaklı sorunlar nedeniyle yeterli ısıtma sağlanamadığı tespit edilmiştir

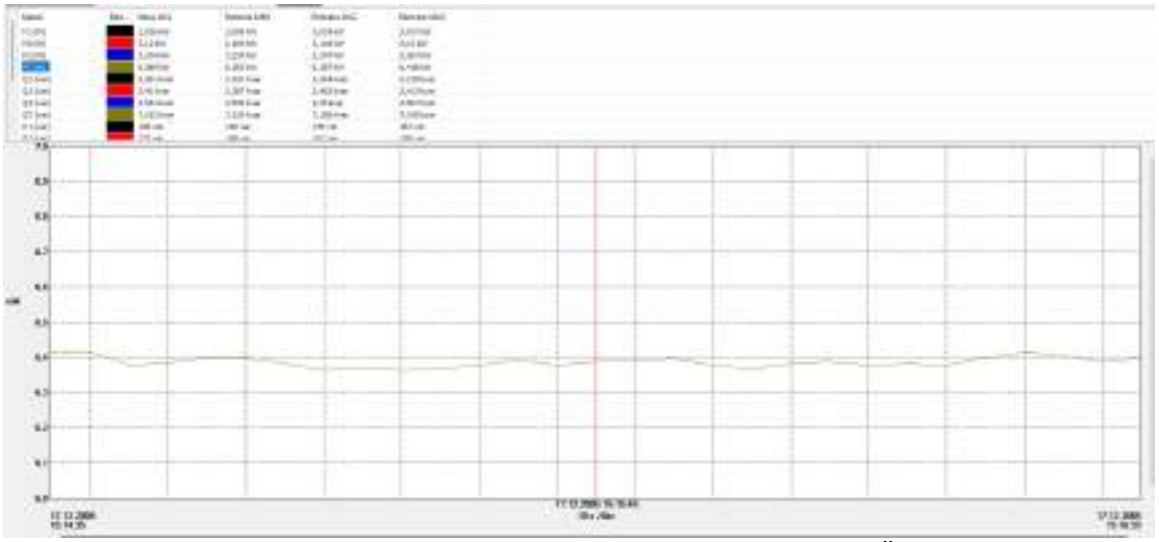
Saha çalışmaları kapsamında, radyatörlü ısıtma sistemleri, yerden ısıtma hatları ve ısıtma amaçlı kullanılan klima santrallerine ait yüzey sıcaklıklarının değerlendirilmesi amacıyla termal kamera ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Termal görüntüler incelendiğinde, bazı radyatörlerde sıcaklık dağılımının homojen olmadığı, belirli bölgelerde yüzey sıcaklıklarının düşük kaldığı görülmüştür. Bu durumun; tesisat içi kirlilik, yüksek iletkenlik değerlerine sahip sistem suyu, korozyon ve hidrolik dengesizlikler ile ilişkili olabileceği değerlendirilmiştir.

Yerden ısıtma bulunan mahallerde yapılan termal kamera incelemelerinde ise, ısı yayılımının geniş bir alana gecikmeli olarak dağıldığı, özellikle kalın şap tabakasına sahip zeminlerde sistemin ilk devreye alınmasından sonra iç ortam sıcaklığının hedef değerlere ulaşmasının zaman aldığı tespit edilmiştir. Bu durum, yerden ısıtma sistemlerinin işletme stratejisinin bina kullanım saatlerine uygun şekilde planlanmasının önemini ortaya koymaktadır.

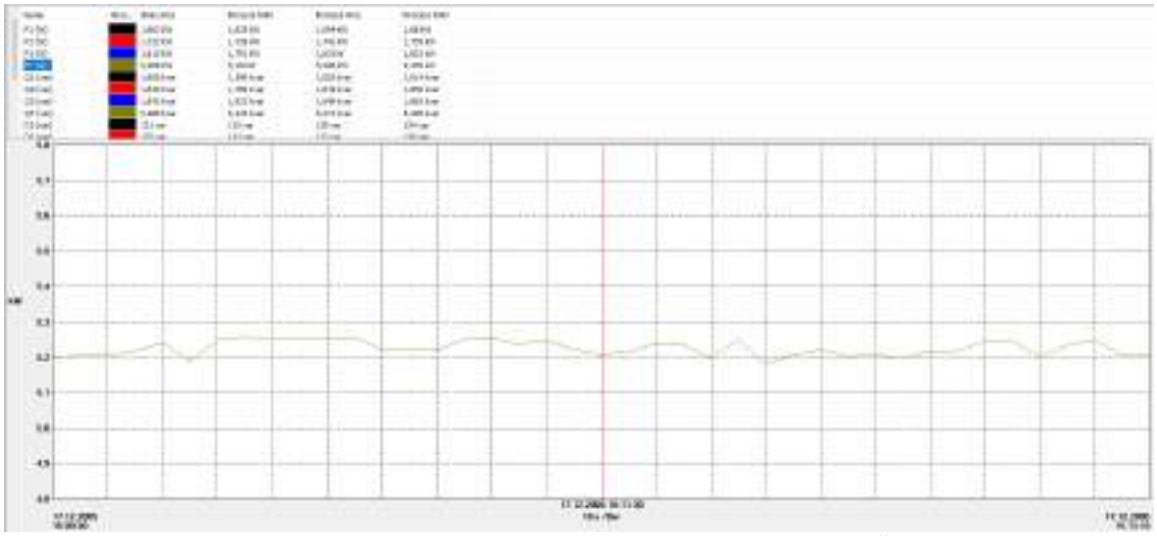
Sosyal tesis yemekhane mahallerinde yapılan termal kamera ölçümlerinde radyatör yüzey sıcaklıklarının düşük olduğu ve ısı dağılımının yeterli seviyede olmadığı gözlemlenmiş; bu alanlarda mevcut sistemle istenen iç ortam konfor şartlarının sağlanamadığı değerlendirilmiştir.

Tablo 84. Klima Santrali Ölçüm Değerleri

		Etiket Değerleri				Ölçümler		
Bina	**Proje Kodu**		**Hava Debisi (m3/h)**	**Basınç (Pa)**	**Fan Gücü (kW)**	Fan Basınç (Pa)	Filtre Basınç (Pa)	Fan Gücü (kW)
Hukuk Fakültesi	T Blok KS-5	Vantilatör	20000	1010	11	531	103	6,38
		Aspiratör	20000	490	7,5	364		5,22
Merkezi Derslikler	IGK KS-1	Vantilatör	16500	1901	15	1983	63	
	IGK KS-2	Vantilatör	16500	1901	15	2082	13	
	IGK KS-4	Vantilatör	16500	1901	15	2109	120	
Mühendislik Fakültesi	T Blok HS-4	Vantilatör	19200	836	7,5	470	102	5,12
	T Blok HS-3	Vantilatör	21000	950	11	290	154	4
	K2 Blok KS-1	Aspiratör	10000	594	4	455	158	



Grafik 19. Hukuk Fakültesi KS5 Vantilatör Enerji Ölçümü



Grafik 20. Hukuk Fakültesi KS5 Aspiratör Enerji Ölçümü



Resim 205. Havalandırma Sistemi Basınç Ölçümü



Resim 206. Ortam Ölçümleri



Resim 207. Havalandırma Sistemi Enerji Analizörü Ölçümü

Tablo 85. Binalara Göre Sıcaklık ve Nem Ölçümleri

Bina	Kat	Mahal Adı	Sıcaklık °C	Nem %rH
Mühendislik Fakültesi	**Bodrum**	B Blok KUZEM Binası Eşanjör Odası	19,2	42
		B Blok Aydın Çopur Altı Eşanjör	18,6	40
	Üst Giriş (1)	B Blok Üst Giriş Holü	21,6	35
		Koridor	22,2	36
		Aydın Çopur Konf Sal	22,8	35
		A Fuaye	23,5	35
		C üst giriş	21,2	40
		C Derslik C102	22,5	39
	Alt Giriş (Zemin)	B Koridor	24,4	31
		A Hidrolik Lab	25	35
		A Akışkanlar Lab	24,2	35
		AZ02 Derslik	24	49
		C Blok Alt Giriş Holü	21,1	38
		C Derslik	23	39
	1.Kat	B Ortak Alan	26	38
		B Koridor	23	30
		A Blok Koridor	24,2	31
		A Blok Derslik 101	24,1	34
		A Blok Giriş Önü	23,5	31
		A Blok Fakülte Sokağı Koridor	23, 6	34
		A Blok Sakarya Salonu	23,9	36,4
		A Blok Dumlupınar Salonu	24,4	30
		C Blok Koridor	23	35
		C L208 Kimya Lab	21,5	38
		C Giriş Önü	21	38
	2.Kat	B Sekreterlik	25,8	31
		B Dekanlık	26,7	28
		A Koridor	23,9	32
		A EE Bölüm Sekreter	24,2	38
		A Derslik 209	24,6	32
		A Elektronik Lab 2	24	34
		C Biyoloji	22	36
Veteriner Fakültesi	**Zemin**	Giriş Holü	21	35
		Derslik 2	21,5	27
		Anatomi Koridor	19,5	28
		Çalışma Odası	18,7	31
		Boş Oda	17,5	30
		Öğretim Görevlisi Odası	21	30
		Öğretim Görevlisi Odası	22	30
		Seminer Salonu	19	30
		Histoloji Koridor	23,5	30
		Lisansüstü Eğ Odası	24	27,5
		Öğretim Görevlisi Odası İlk Sıralar	25	27,5
		Seminer Salonu	25	26
	1.Kat	Mikrobiyoloji A.D Koridor	22	30
		Hoca Odası A Kürşat	25,5	30
		Lab	24	30

Bina	Kat	Mahal Adı	Sıcaklık °C	Nem %rH
	2.Kat	Biyokimya	24	33
		Öğretim Görevlisi Odası İlk Baştaki	25	30
		Seminer Odası	24,7	28
		Biyokimya Lab	25	28
	3.Kat	Koridor	22	28
		Derslik 7	23	29
		Yemekhane	21,6	30
		H. Besleme ABD Koridor	22,9	29
		Öğretim Görevlisi Odası	22,8	30
		Lab	23	30
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	**-1.Kat**	Giriş Holü	19,5	32
		Koridor	20	35
		Derslil B02	22	35
		Kantin	21	35
	Zemin	Koridor	23	30
		Derslik B110	23	32
		Derslik B111	23,8	30
	1.Kat	Koridor	22,3	33
		Öğr. Gör Odaları	22,2	30,4
		Edebiyat Bölümü	22,4	30
		Derslik B206	22,4	37
		Derslik B205	23	30
	2.Kat	Dekanlık	25,5	28
		Koridor	23	32
		Sosyoloji	22,8	30
		Matematik	23	30
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	**Zemin**	Giriş Holü	22,8	30
		Öğr. İşleri	23	30
		Kantin	21,9	30
		Dekanlık Koridor	23	36
		Dekanlık	23,5	40
	1.Kat	Derslik	22,3	23
		Koridor	21,9	30
		Derslik 101	22,6	32
		Okuma Salonu	23,5	30
	2.Kat	Koridor	23	31
		Derslik 213	23,5	33
		Derslik 205	23,6	30
		Derslik 209	23,5	29
	2.Kat	Koridor	24,5	31
		Bölüm Sekreterliği	24,6	33
		Öğr. Gör. Koridor	25	28
		Öğr. Gör Odası	25,1	30
Rektörlük	**1.Kat**	Giriş Holü Danışma	19,2	38
		Basın Yayın	22	32
		R. Giriş Holü	21,5	39
		Bekleme Salonu	22	35
	2.Kat	Bilimsel Araştırma	22,5	32

Bina	Kat	Mahal Adı	Sıcaklık °C	Nem %rH
		İşletmen Od.	23,5	30
		Koridor	23,5	28
		Özel Kalem	24,5	30
		R. Yardımcısı	23,5	33
	3.Kat	Personel Daire B	22	30
		Memur Odası	22,5	38
		Strateji Gelişt DB	21,3	35
		İşletmen Odası	22,5	30
		Rektörlük Koridor	22,2	30
		R. Yazı İşleri	23,5	30
	4.Kat	Sağlık Kültür	23	30
		İşletmen Odası	23,5	33
		İdari Mali İşler D B	22,9	30
		Personel Od.	23,5	35
	5.Kat	Hukuk Müşavirliği	23,6	28
		Memur Od.	24	30
		Avukat Od.	23,4	32
		Bilgi İşlem Daire Başk	23,2	30
		Program Od	23,7	32
		Teknik Servis	24,4	30
	6. Kat	Yapı İşleri Koridor	24,1	28
		Müh. Odası	23,7	30
		Tekniker Odası	25	31
		Tekniker Odası S. Klş	24,6	28
Merkezi Derslikler	**Bodrum**	SEM	22	35
		Kantin	19	36
		Koridor	18,5	38
		Yemekhane	19,5	35
	Zemin (Aslında 1.Kat)	Koridor	22,5	39
		Derslik ZK14	22,6	32
		Amfi Sınıf Z04	24	30
		Derslik ZK01	22,5	28
	1.Kat	Derslik 1K01	22	30
		1K13	24,5	32
		Koridor	22	38
	2.Kat	Koridor	24,5	26
		Döner Serm	25,1	28
		2K01	25	26
	çatı katı	Klima Santrali Odası	22	30
Hukuk Fakültesi	**Bodrum**	Tesisat Od.	21	39
	Zemin	Koridor Giriş Holü	20	34
		Amfi 1 (101)	23	34
		Derslik	22,1	28
		Koridor Derslik Tarafı	21	34
	1.Kat	Öğr. Gör Od. (G. Ayd.)	24,5	34
		Personel İşleri	24,5	30
		Kocatepe Salonu	23,2	30
		Ortak Alan	23	

Bina	Kat	Mahal Adı	Sıcaklık °C	Nem %rH
	2.Kat	Koridor	23,2	30
		Öğr. Gör. Od.	24,5	32
		Sekreterlik	24,1	30
Güzel Sanatlar Fakültesi	**Zemin**	Eğt Fak Koridor	24	40
		Sekreterlik	23,5	47
		Koridor	20	40
		Resim 1 Atölye	22	35
		Derslik 2	23,2	30
		Derslik3	21,5	28
	1.Kat	Koridor	21	34
		Çalışma Odası 14	23	35
		Çalışma Odası 19	22,5	33
		Koridor Ortak Alan	21,5	35
		Derslik R101	21,2	29
		Derslik R102	21,5	32,5
		Çalışma Od 11	20	36
		Öğr. Gör. Od.	21	34
		GSF Dekanlık	21	30
Eğitim Bilimleri Fakültesi	**-1.Kat**	Koridor	22,5	
		Öğr. İşleri	23	38
		Çok Amaçlı Sınıf	23	30
		Teknik Pers	23,3	30
	Zemin	Koridor	23,5	32
		Öğr. Gör. Odası	24,7	30
	1.Kat	Koridor	25,4	30
		Öğr. Gör Talip Kırkıncı	25,8	30
		Fotokopi Odası	26	32
		Derslik Maarif Dersliği	26	32
		Derslik Baykar Sezer	26,1	27
		Şiir Dersliği	26,1	29
Merkez Kütüphane	**Bodrum**	Koridor	25	30
		Eşanjör Odası	22,5	33
	Zemin	Kataloglama Odası	26,4	28
		Personel Odası	27,6	30
		İdari Birim	28	30
		Ödünç Verme Serv	28,3	26
		Süreli Yayınlar Salonu	25,6	27
		İnternet Salonu	25,5	30
		Yan Bina Çalışma Odası	21,5	30
	1.Kat	Ortak Çalışma Alanı	26,3	27
	2.Kat	Kütüphane	26,8	31
		Çalışma Salonu	27	27
Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	**Bodrum**	Jimnastik Salonu	23	35
		Koridor	26,3	23
		SBP 6 Derslik	26,4	22
		Koridor	22,5	29
		SBF 7	23,2	27,5
	Zemin	Kondisyon Salonu	24,9	25

Bina	Kat	Mahal Adı	Sıcaklık °C	Nem %rH
		İdari Ofis	26	30
		Koridor	24,5	26
	1.Kat	Dekanlık Koridor	25	28
		Dekan Odası	25,4	30
		Dekan Yardımcısı Od	25	25
Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	**Zemin**	Derslik SBF8	24,7	30
		Koridor	23,9	33
		Derslik SBF 1	24	28
	1.Kat	Koridor	24	39
		Seminer Salonu 2	23,9	30
		Koridor Öğr. Gör.	24,3	35
		Öğr. Gör Odası	24,8	26
		SBF 2 Derslik	24,2	26
	C Blok	Koridor	23,5	35
		Öğr.Gör. Od.	24	35
AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	**Zemin**	Jimnastik Salonu Giriş Önü	20,2	32
Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	**Zemin**	Giriş Holü	22,1	35
		Koridor	22,5	32
		Öğr Giyinme Odası	22, 6	36
		Spor Salonu Sağ Köşe	19	33
		Orta	18,5	36
		Sol Köşe	19	38
		Tribün	18,5	38
Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	**Zemin**	Salon Orta	17	32
		Salon Pota Altı Sağ	16,5	35
		Pota Altı Sol	16,2	35
		Tribün	17,5	335
		Giyinme Od	19	42
Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	**Zemin**	Giriş Holü	19	50
		Oturma Alanı	19	60
		Yemekhane	19	55
	1.Kat	Koridor	20	50
		Oda 104	22,5	38
	2.Kat	Koridor	23	36
Cami	**Zemin**		19	50





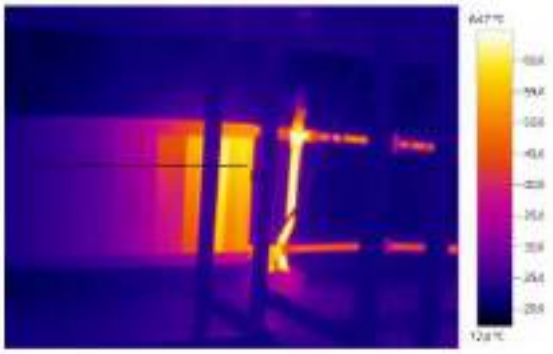
Resim verileri:	**Tarih:**	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:19:17	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR001113.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	74,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	72,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	69,4	0,96	36,0	-

Profil çizgisi:



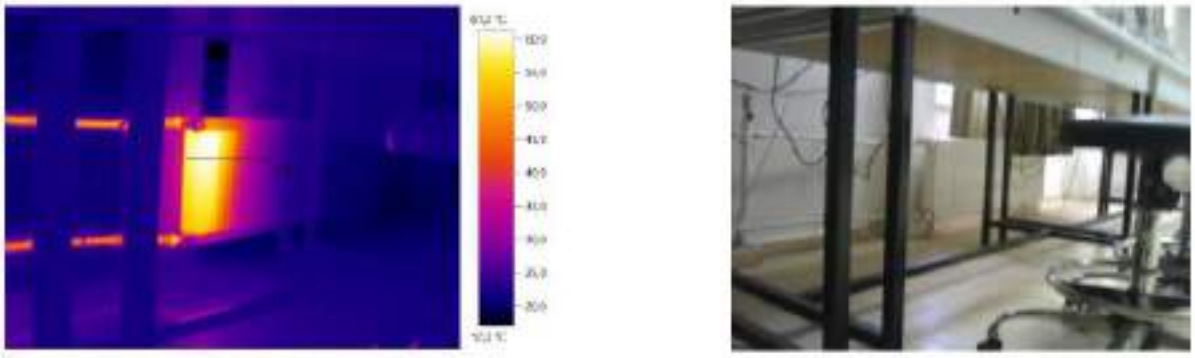




Resim verileri:	**Tarih:**	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:37:04	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR001124.BMT		

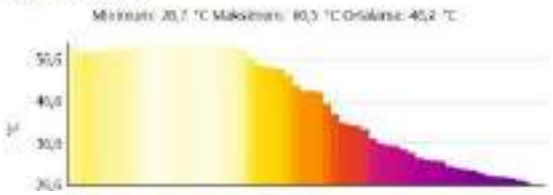
Profil çizgisi:

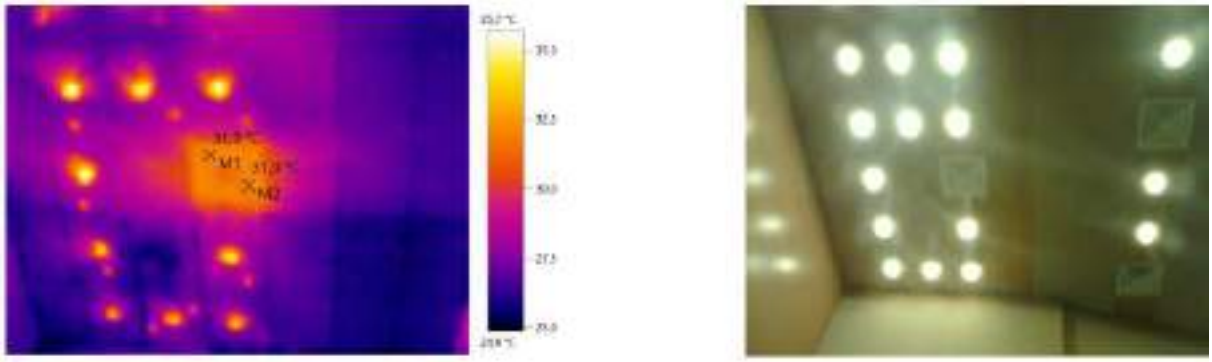




Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:37:14	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001125.BMT		

Profil çizgisi:





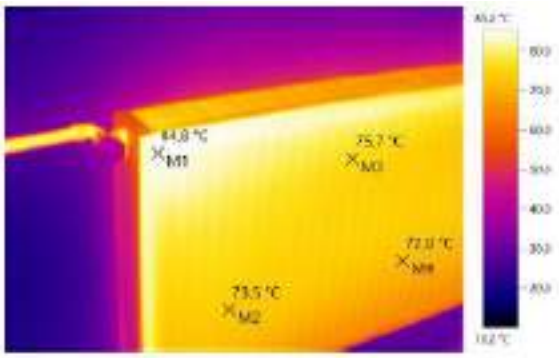
Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	21:43:24	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001126.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	31,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	31,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	25,9	0,96	36,0	-

Resim 208. Mühendislik Fakültesi İklimlendirme Termal Görüntüleri

Mühendislik fakültesinde bazı radyatörlerin içerisinde hava olduğu ve homojen ısıtma yapmadığı tespit edilmiştir.

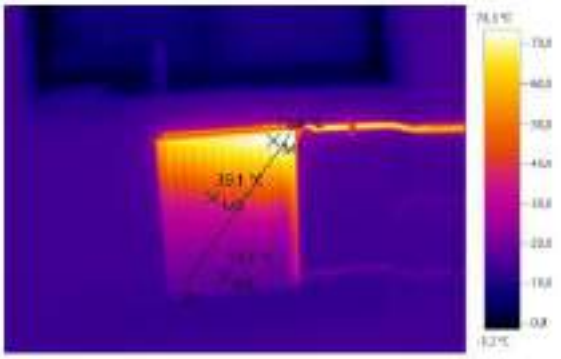




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:08:13	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000178.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	84,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	73,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	75,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	72,0	0,96	36,0	-

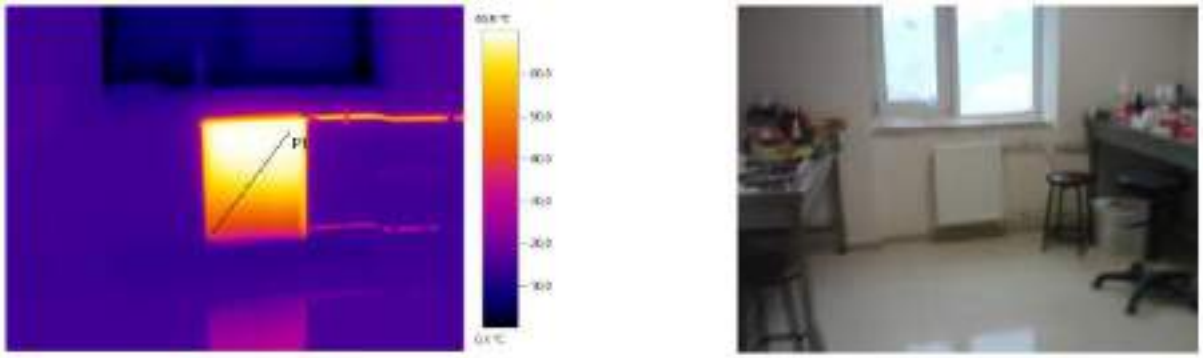




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:14:48	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000182.BMT		

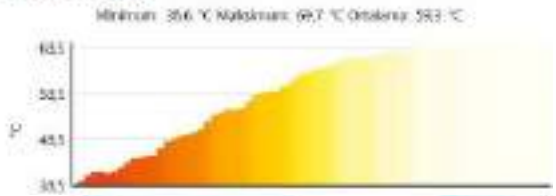
Resim işaretleri:

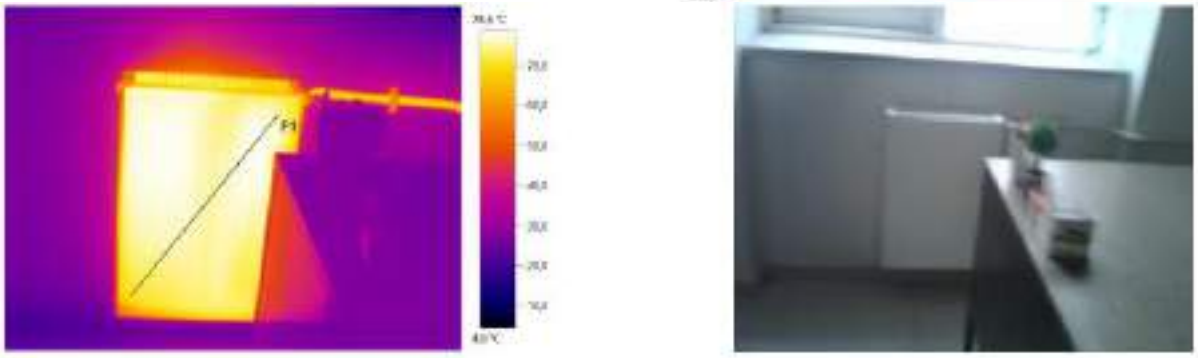
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	72,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	19,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	39,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	3,1	0,96	36,0	-



Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:15:43	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000184.BMT		

Profil çizgisi:





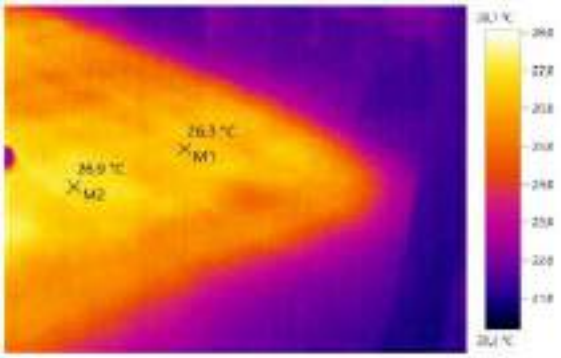
Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:35:46	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000211.BMT		

Profil çizgisi:



Resim 209. Veteriner Fakültesi İklimlendirme Termal Görüntüleri

Veteriner fakültesinde bazı radyatörlerin içerisinde hava olduğu ve homojen ısıtma yapmadığı tespit edilmiştir.

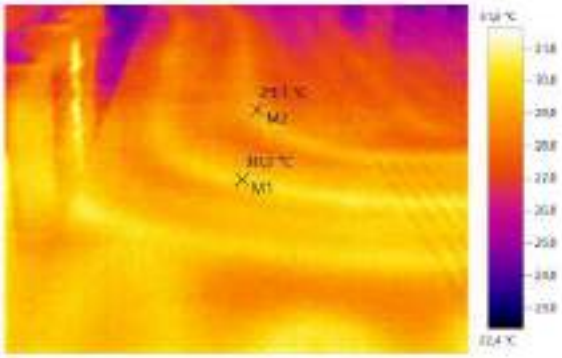




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:14:35	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000649.BMT		

Resim işaretleri:

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

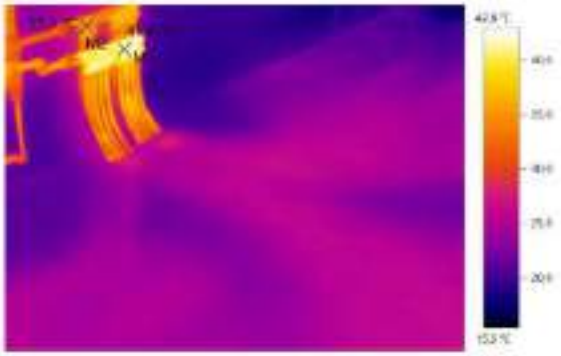




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:31:39	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000672.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	30,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	29,1	0,96	36,0	-

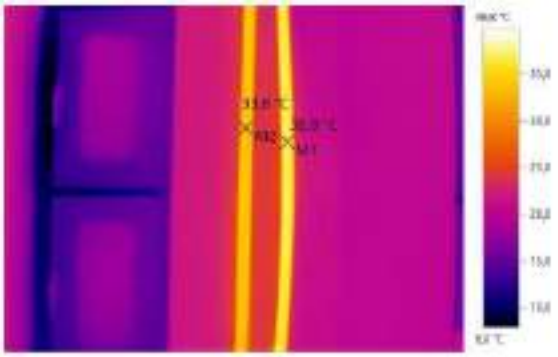




Resim verileri:	Tarih:	19.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	14:34:59	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000678.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	41,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	35,3	0,96	36,0	-

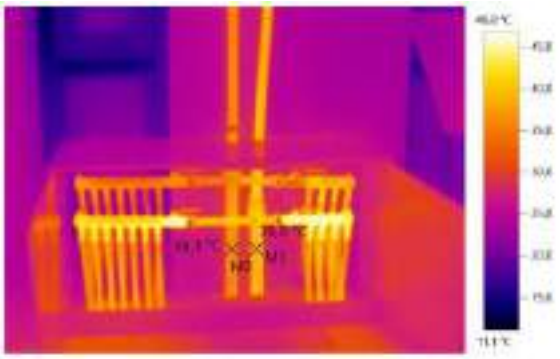




Resim verileri:	Tarih:	19.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	14:36:47	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000679.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	36,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	33,8	0,96	36,0	-



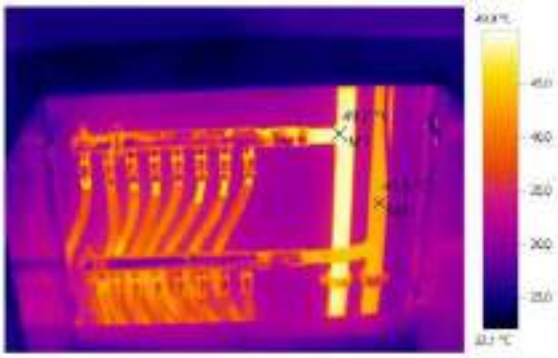


Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:37:07	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000681.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	39,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	36,1	0,96	36,0	-

Resim 210. Merkez Kütüphane İklimlendirme Termal Görüntüleri



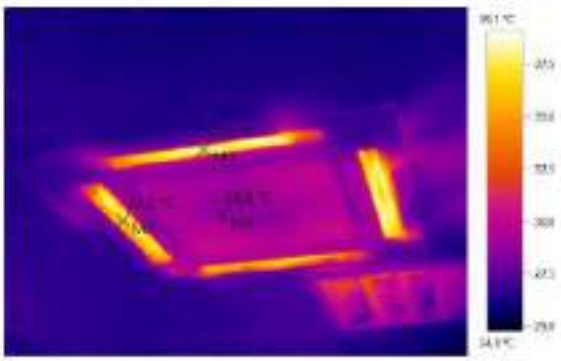


Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	16:20:13	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000715.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	49,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	43,1	0,96	36,0	-

Notlar: Rektörlük





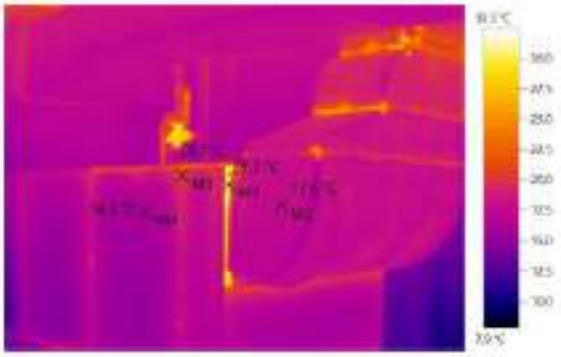
Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	16:21:33	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000717.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	37,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	37,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	28,8	0,96	36,0	-

Notlar: Rektörlük

Resim 211. Rektörlük Binası İklimlendirme Termal Görüntüleri

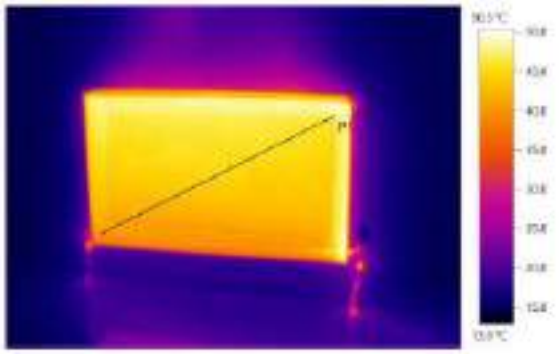




Resim verileri: Tarih:	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	13:44:16	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000273.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	29,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	17,6	0,96	36,0	-

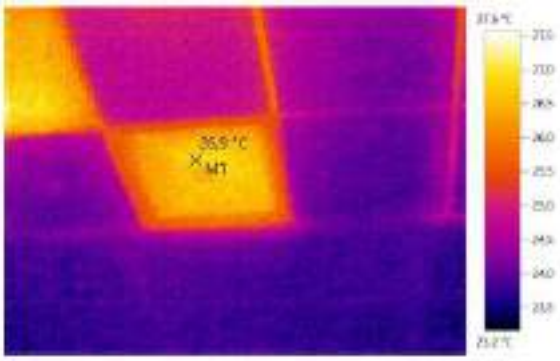




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	13:46:31	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000274.BMT		

Profil çizgisi:







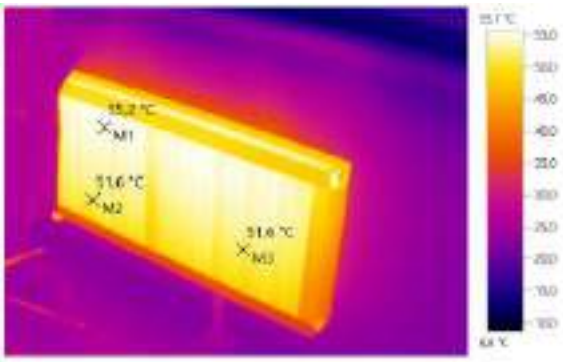
Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	13:50:39	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000275.BMT		

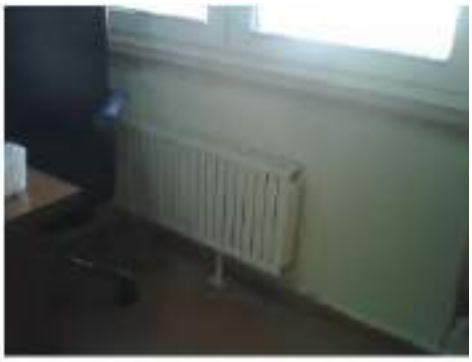
Resim işaretleri:

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

Notlar: Merkezi Derslik

Resim 212. Merkezi Derslik İklimlendirme Termal Görüntüleri



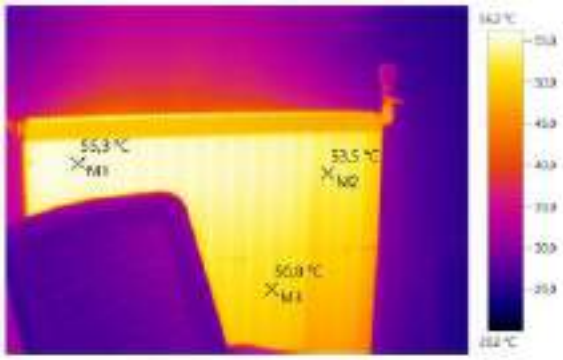


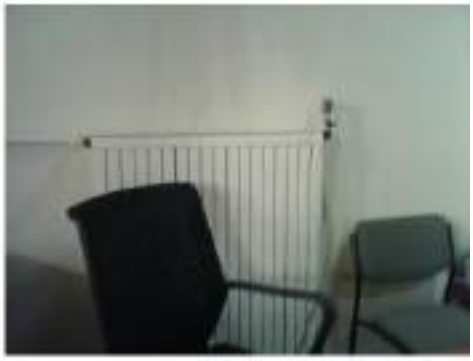
Resim verileri:	Tarih:	17.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	14:37:32	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000025.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	55,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	51,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	51,6	0,96	36,0	-

Notlar: Hukuk





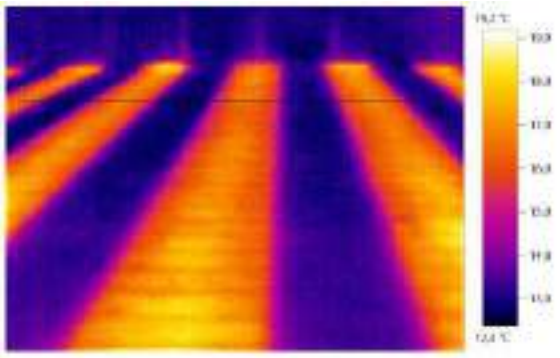
Resim verileri:	Tarih:	17.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	14:42:47	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000030.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	55,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	53,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	50,8	0,96	36,0	-

Notlar: Hukuk

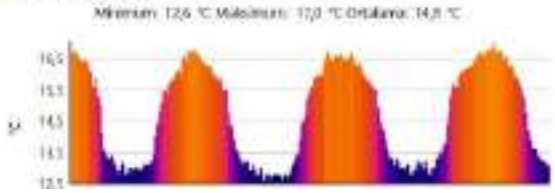
Resim 213. Hukuk Fakültesi İklimlendirme Termal Görüntüleri

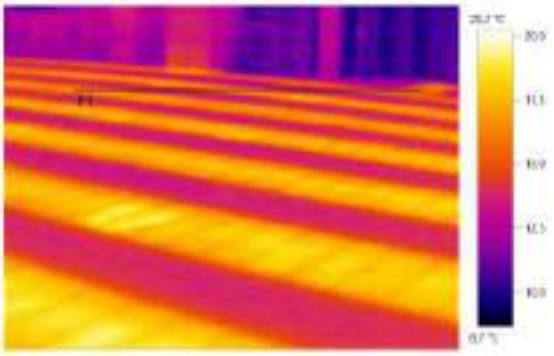




Resim verileri:	Tarih:	19.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	13:34:55	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000615.BMT		

Profil çizgisi:

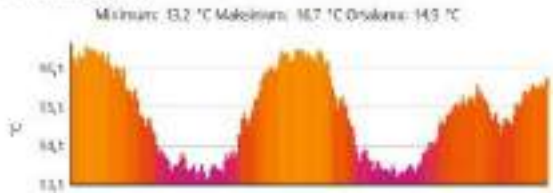




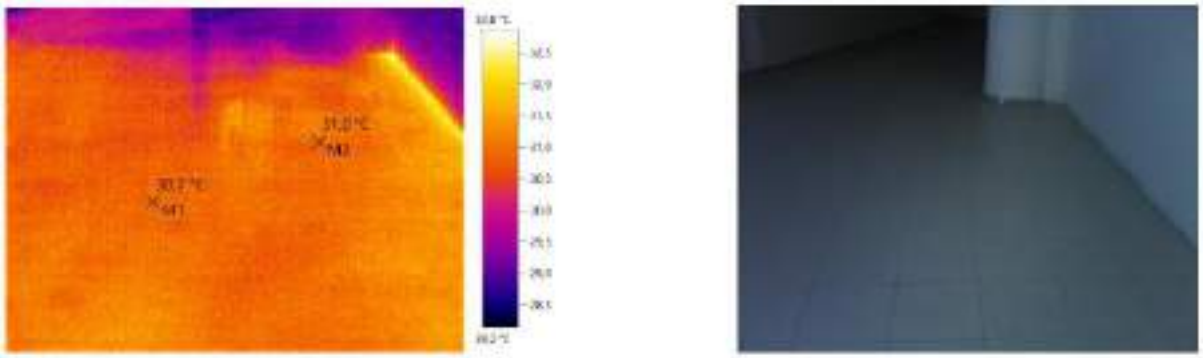


Resim verileri:	Tarih:	19.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	13:35:09	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000616.BMT		

Profil çizgisi:



Resim 214. Cami Yerden Isıtma Termal Görüntüleri



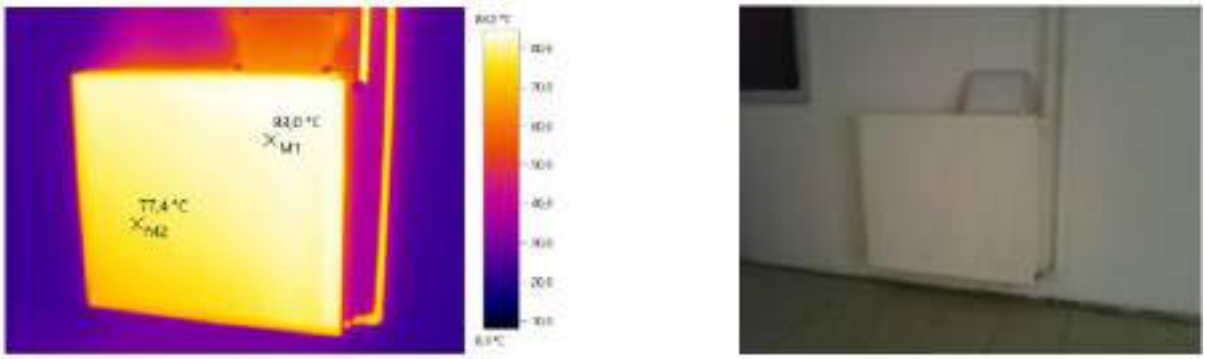
Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:16:29	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000402.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	30,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	31,0	0,96	36,0	-

Notlar: D Blok

Resim 215. Spor Bilimleri D Blok Yerden Isıtma Termal Görüntüsü



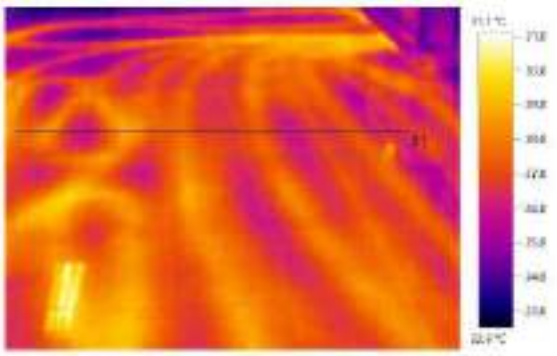
Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:19:39	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000404.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	83,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	77,4	0,96	36,0	-

Notlar: D Blok

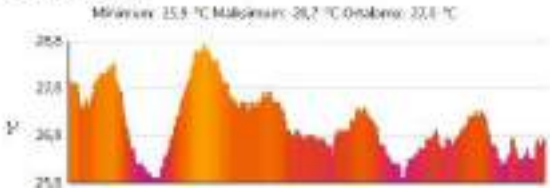
Resim 216. Spor Bilimleri D Blok Radyatör Termal Görüntüsü

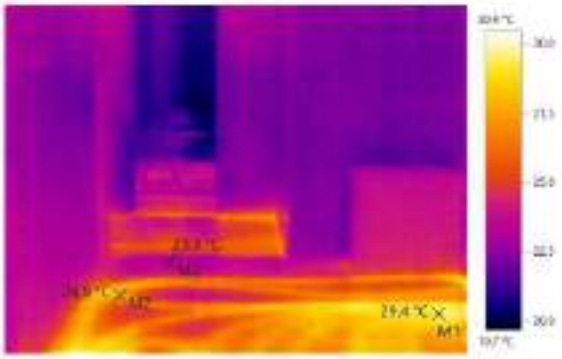




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:58:50	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000450.BMT		

Profil çizgisi:





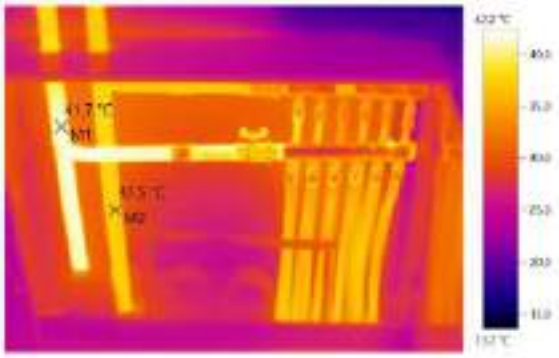


Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	10:59:56	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000451.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	29,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	28,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	23,3	0,96	36,0	-

Notlar: B Blok



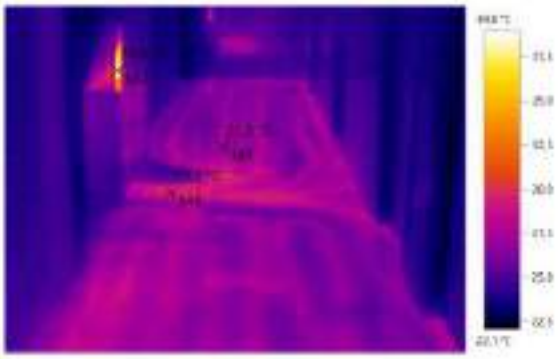


Resim verileri: **Tarih:** 19.12.2025 **Emisyon derecesi:** 0,96
Saat: 11:00:25 **Yans. sıc. [°C]:** 36,0
Dosya: IR000452.BMT

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	41,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	37,5	0,96	36,0	-

Notlar: B Blok





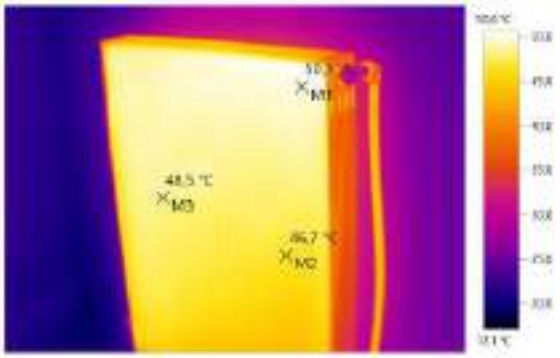
Resim verileri: **Tarih:** 19.12.2025 **Emisyon derecesi:** 0,96
Saat: 11:00:58 **Yans. sıc. [°C]:** 36,0
Dosya: IR000454.BMT

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	29,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	38,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	27,3	0,96	36,0	-

Notlar: B Blok

Resim 217. Spor Bilimleri B Blok İklimlendirme Termal Görüntüsü



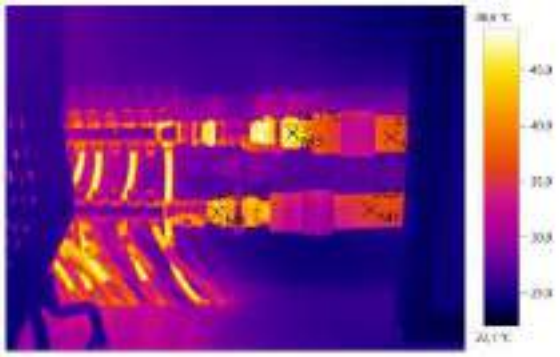


Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	11:30:35	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000485.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	50,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	46,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	48,5	0,96	36,0	-

Notlar: K. Spor Salonu Yemekhane Yanı



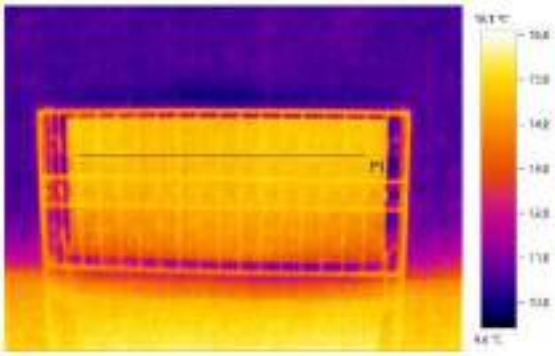


Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	11:32:26	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000489.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	35,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	37,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	46,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	43,0	0,96	36,0	-

Notlar: K. Spor Salonu Yemekhane Yanı





Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	11:33:41	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000490.BMT		

Profil çizgisi:



Notlar: K. Spor Salonu Yemekhane Yanı

Resim 218. Kapalı Spor Salonu Yemekhane Yanı İklimlendirme Termal Görüntüleri





Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	11:53:39	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000533.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	102,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	101,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	67,0	0,96	36,0	-

Notlar: K Spor Salonu Havuz Yanı





Resim verileri: **Tarih:** 19.12.2025 **Emisyon derecesi:** 0,96
Saat: 11:57:27 **Yans. sıc. [°C]:** 36,0
Dosya: IR000541.BMT

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	104,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	43,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	95,5	0,96	36,0	-

Notlar: K Spor Salonu Havuz Yanı



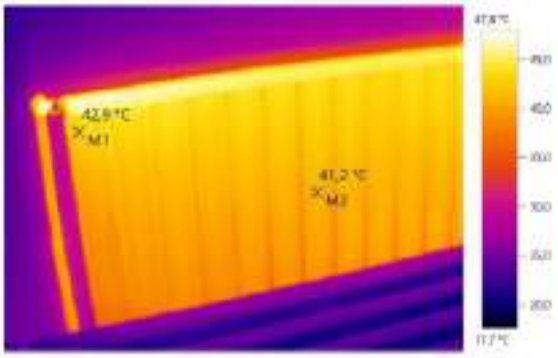


Resim verileri: **Tarih:** 19.12.2025 **Emisyon derecesi:** 0,96
Saat: 11:58:04 **Yans. sıc. [°C]:** 36,0
Dosya: IR000544.BMT

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	94,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	47,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	84,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	92,1	0,96	36,0	-

Notlar: K Spor Salonu Havuz Yanı





Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	11:59:53	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000551.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	42,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	41,2	0,96	36,0	-

Notlar: K.Spor Salonu Havuz Yanı

Resim 219. Kapalı Spor Salonu Havuz Yanı İklimlendirme Termal Görüntüleri



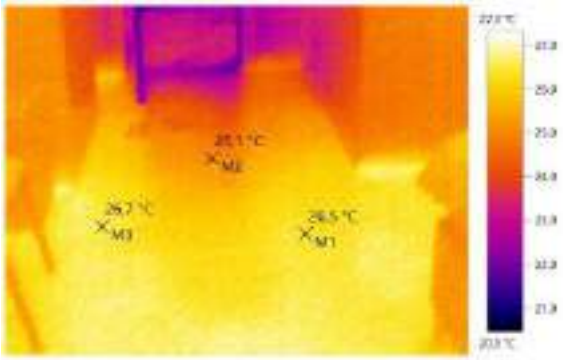


Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	13:13:54	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000580.BMT		

Resim işaretleri:

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

Notlar: Sosyal Tesis - Konuk Evi





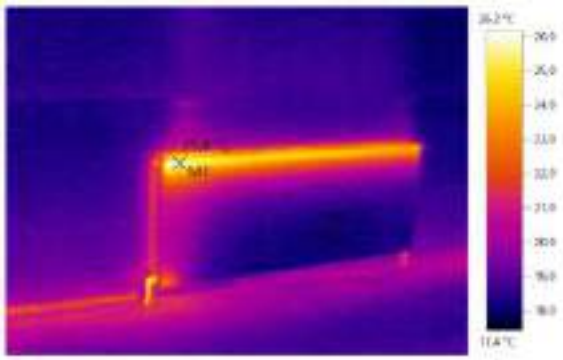
Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	13:14:51	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000584.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	26,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	25,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	26,7	0,96	36,0	-

Notlar: Sosyal Tesis - Konuk Evi

Resim 220. Konuk Evi Yerden Isıtma Termal Görüntüleri



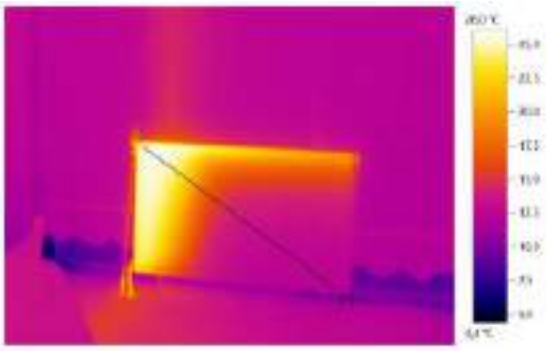


Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	13:21:32	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000599.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	25,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	18,1	0,96	36,0	-

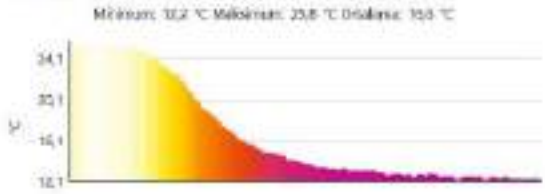
Notlar: Sosyal Tesis - Konuk Evi





Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	13:23:06	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000600.BMT		

Profil çizgisi:







Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	13:24:37	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000601.BMT		

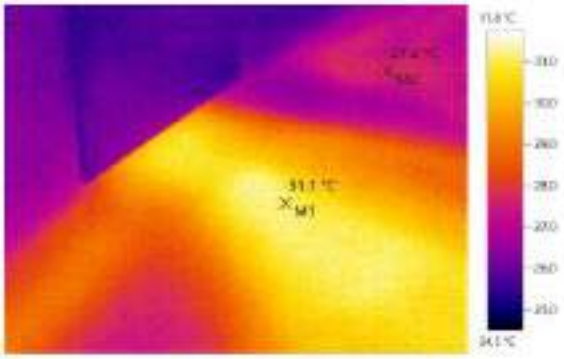
Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	14,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	21,0	0,96	36,0	-

Notlar: Sosyal Tesis - Konuk Evi

Resim 221. Sosyal Tesis Radyatör Termal Kamera Görüntüleri

Yemekhanede bulunan radyatörler ısınmamaktadır. Radyatör havaları kontrol edilmelidir.



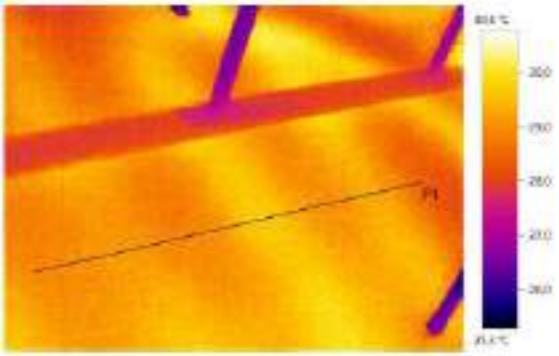


Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	22:54:21	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000968.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	31,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	27,6	0,96	36,0	-

Notlar: MYO

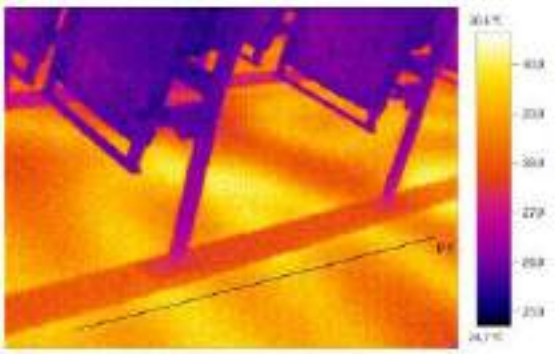




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	22:56:29	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000969.BMT		

Profil çizgisi:

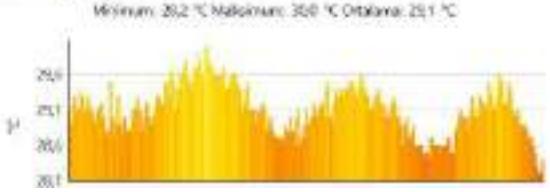


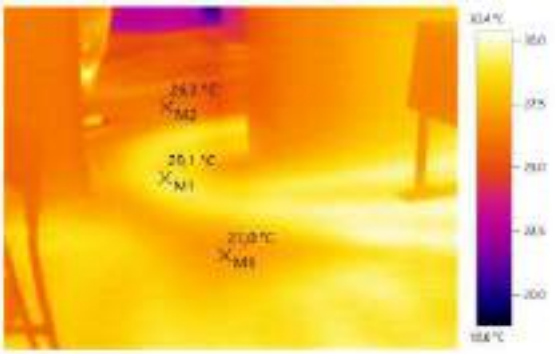




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	22:56:36	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000970.BMT		

Profil çizgisi:







Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	22:66:48	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000971.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	29,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	26,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	27,0	0,96	36,0	-

Notlar: MYO

Resim 222. MYO Yerden Isıtma Termal Kamera Görüntüleri

4.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Bu çalışma kapsamında, incelenen binalarda mevcut ısıtma ve havalandırma sistemlerinin enerji performansının değerlendirilmesi amacıyla saha ölçümleri, sistem envanteri ve işletme koşulları birlikte ele alınmıştır. Hesaplamalar; yerinde tespit edilen ekipman kapasiteleri, ölçülen elektriksel büyüklükler, kullanım süreleri ve sistem çalışma karakteristikleri esas alınarak yapılmıştır.

Isıtma Sistemleri Değerlendirmesi

Radyatörlü ısıtma sistemlerinde yapılan termal kamera ölçümleri ve yerinde gözlemler, bazı mahallerde ısı dağılımının homojen olmadığını göstermektedir. Bu durum, ısıtma sisteminin teorik kapasitesi yeterli olsa dahi, **hidrolik dengesizlikler ve sistem içi ısı transfer kayıpları** nedeniyle etkin ısıtmanın sağlanamadığını göstermektedir. Özellikle yemekhane mahalinde radyatör yüzey sıcaklıklarının düşük seviyelerde kalması, sistem veriminin tasarım değerlerinin altında çalıştığına işaret etmektedir.

Yerden ısıtma bulunan bazı mahallerde ise, termal kamera görüntülerinden ve kullanıcı geri bildirimlerinden, ısının zeminden iç ortama geçişinin gecikmeli olduğu anlaşılmaktadır. Kalın şap tabakasının ısı geçiş direncini artırması nedeniyle, sistemin ilk devreye alınmasından sonra iç ortam sıcaklığının konfor seviyelerine ulaşması uzun zaman almaktadır. Bu durum, yerden ısıtma sistemlerinin **kesintili çalışmaya uygun olmadığı**, sürekli veya ön ısıtmalı işletme stratejileriyle daha verimli sonuç vereceği şeklinde değerlendirilmiştir.

Havalandırma Sistemleri Değerlendirmesi

Binalarda bulunan klima santralleri genellkle %100 karışım havası ile çalışmakta olup, sistemlerde fan coil ünitesi bulunmamaktadır. Kapalı spor salonlarında ayrıca hava apareyleri ile ısıtma yapılmaktadır. Havalandırma sistemlerinde yapılan örneklem ölçümlerinde, fanlara ait basınç farkları ve elektriksel güç tüketimleri yerinde ölçülmüş, bu veriler üzerinden fanların özgül enerji tüketimleri değerlendirilmiştir.

Ölçüm sonuçları, bazı havalandırma sistemlerinde fanların ihtiyaç duyulan debi ve basınca göre **yüksek elektriksel güç çektiğini**, bunun da kısmi yüklerde verimsiz çalışmaya neden olabileceğini göstermektedir. Değişken hava debisine sahip olmayan veya sabit hızda çalışan fanların, yıl boyunca aynı güçte çalışması toplam elektrik tüketimini artırmaktadır. Havalandırma santrallerinin çoğunlukla çalışmaması ya da kısmi sürelerde çalıştırılması nedeni ile bu kısımda yatırım önerilmeyecektir.

Eşanjör Set Değerlerinin Değerlendirilmesi

Saha incelemeleri ve işletme yetkilileri ile yapılan görüşmelerde, farklı binaları besleyen plakalı eşanjörlerin çıkış sıcaklık set değerlerinin birbirine yakın veya aynı seviyelerde tutulduğu anlaşılmıştır. Ancak binaların kullanım amacı, ısıtma sistemi türü (radyatör, yerden ısıtma, hava apareyi) ve ısıtma karakteristikleri birbirinden farklıdır.

Kütüphane binasında yerden ısıtma sistemine sahip mahallerde düşük sıcaklıkta ve sürekli çalışmaya uygun bir işletme gereksinimi bulunmasına rağmen, radyatörlü sistemlerle benzer set değerleriyle çalışılması; bazı mahallere **gereksiz yüksek gidiş suyu sıcaklıklarına**, bazı mahallerde ise **yetersiz ısıtma performansına** neden olmaktadır. Bu durum, hem ısı üretim

tarafında verim kaybına hem de dağıtım sistemlerinde kontrol zorluklarına yol açmaktadır.

İnceleme yapılan binalarda, aynı eşanjörden beslenen radyatör devreleri ile havalandırma santrali ısıtma bataryalarının ortak sıcaklık set değerleri ile çalıştırıldığı tespit edilmiştir. Ancak bu iki sistemin ısıtma karakteristikleri ve ihtiyaç duyduğu gidiş suyu sıcaklıkları birbirinden farklıdır.

Radyatörlü ısıtma sistemleri, mahal iç ortam sıcaklığına bağlı olarak daha düşük ve dengeli gidiş suyu sıcaklıkları ile yeterli konforu sağlayabilmektedir. Buna karşılık havalandırma santrali ısıtma bataryaları, özellikle soğuk dış hava koşullarında ve karışım havası oranına bağlı olarak, üfleme havasının istenen sıcaklığa ulaşabilmesi için daha yüksek gidiş suyu sıcaklıklarına ihtiyaç duymaktadır.

Bu iki farklı sistemin tek bir eşanjör üzerinden ve ortak set değeriyle çalıştırılması durumunda; havalandırma santralinin ısıtma ihtiyacını karşılamak amacıyla set değerleri yükseltildiğinde radyatör devrelerinde gereksiz yüksek sıcaklıklar oluşmakta, bu da mahallerde aşırı ısınmaya ve enerji tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Ters durumda ise radyatör konforu gözetilerek yapılan daha düşük setlemelerde havalandırma santrallerinin ısıtma performansı yetersiz kalabilmektedir.

Bu nedenle, radyatör devreleri ile havalandırma santrali ısıtma devrelerinin hidrolik ve kontrol açısından birbirinden ayrılması ve bina kullanım amacına uygun bağımsız sıcaklık set değerleri ile işletilmesi, hem ısıl konforun sağlanması hem de enerji verimliliğinin artırılması açısından gerekli görülmektedir.

Eşanjör set değerlerinin bina ve sistem bazında ayrıştırılmaması, merkezi sistemin toplam enerji tüketimini artıran önemli bir işletme faktörü olarak değerlendirilmiştir. Bina özelinde ihtiyaçlara uygun setleme yapılması durumunda, ısı üretim sisteminde daha düşük sıcaklıklarda çalışılması mümkün olacak ve bu durum yakıt tüketimi ile ısı kayıplarını azaltıcı yönde etki gösterecektir.

Genel Enerji Performansı Değerlendirmesi

Isıtma ve havalandırma sistemleri birlikte değerlendirildiğinde, mevcut sistemlerin kurulu güçlerinin bina ihtiyaçlarını karşılayabilecek seviyede olduğu; ancak **işletme, hidrolik denge ve kontrol stratejileri** nedeniyle sistemlerin potansiyel verimlerinin altında çalıştığı tespit edilmiştir. Özellikle ısı dağıtım sistemlerindeki dengesizlikler ve havalandırma fanlarının kısmi yüklerdeki çalışma karakteristiği, toplam enerji tüketimini artıran başlıca unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Bu kapsamda yapılacak verimlilik iyileştirmelerinin; yeni bir sistem yatırımı gerektirmeden, mevcut ekipmanların daha etkin ve kontrollü işletilmesi yoluyla enerji tasarrufu sağlayabileceği değerlendirilmiştir.

4.3.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Bu bölümde yer alan enerji verimliliği önlemleri; sistem değişimi veya yeni bir ısı üretim tesisi kurulmasına yönelik olmayıp, mevcut ısıtma ve havalandırma sistemlerinin **işletme koşullarının iyileştirilmesi**, **yanlış veya gereksiz yüksek sıcaklık uygulamalarının önlenmesi** ve **mahaller arası kontrol farklılıklarının giderilmesi** esasına dayanmaktadır.

Yapılan mahal içi sıcaklık ölçümleri ve sistem incelemeleri sonucunda, birçok binada iç ortam sıcaklıklarının konfor gereksinimlerinin üzerinde olduğu, bu durumun ise çoğunlukla **eşanjör set değerlerinin yüksek tutulması**, **radyatör ve havalandırma santrallerinin aynı devre üzerinden beslenmesi** ve **uzak mahaller için tüm binanın yüksek sıcaklıkta çalıştırılması** kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

Bu kapsamda önerilen önlemler aşağıda bina grupları bazında sunulmuştur.

Radyatör ve Havalandırma Santrali Devrelerinin Ayrılması

(Hukuk Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Mühendislik Fakültesi)

Bu binalarda, kızgın su eşanjörlerinden çıkan sıcak suyun **tek bir set değeri ile hem radyatör devrelerine hem de klima santrali (AHU) ısıtma bataryalarına** verildiği tespit edilmiştir. Havalandırma santrallerinin yeterli ısıtma yapabilmesi amacıyla eşanjör çıkış sıcaklıkları yükseltilmekte, bu durum radyatör mahallerinde gereksiz aşırı ısınmaya neden olmaktadır.

Bu kapsamda;

- Radyatör devreleri ile havalandırma santrali ısıtma bataryalarının **ayrı eşanjör devreleri** üzerinden beslenmesi,
- Her iki sistem için **bağımsız sıcaklık set değerlerinin tanımlanması**,
- Radyatör devrelerinin daha düşük sıcaklık seviyelerinde işletilmesi,

önerilmektedir.

Bu düzenleme ile;

- Radyatörle ısıtılan mahallerde iç ortam sıcaklıklarının kontrol altına alınması,
- Havalandırma santrallerinin ise sadece ihtiyaç duyulan sıcaklık seviyesinde çalışması sağlanacaktır.

Kütüphane ve Ek Çalışma Binası Isıtma Devrelerinin Ayrılması

(Merkez Kütüphane)

Merkez Kütüphane binasına bitişik olan ve çalışma salonu olarak kullanılan ek binanın, ana kütüphane binası ile **aynı eşanjör ve pompa grubu üzerinden beslendiği** tespit edilmiştir. Ek binanın kritik hattının uzun olması ve radyatörle ısınması nedeniyle, bu mahalde yeterli sıcaklığın sağlanabilmesi için sistem set değerleri yükseltilmekte, bu durum ana kütüphane binasında iç ortam sıcaklıklarının 26–28 °C seviyelerine çıkmasına neden olmaktadır.

Bu kapsamda;

- Ek çalışma binası için **ayrı bir ısıtma hattı oluşturulması**,
- Ayrı eşanjör, pompa ve kolektör grubu ile bağımsız bir ısıtma devresi tesis edilmesi,
- Ana kütüphane binasının daha düşük ve stabil sıcaklık set değerleri ile işletilmesi, önerilmektedir.

Bu düzenleme ile;

- Ana kütüphane binasında aşırı ısınmanın önüne geçilecek,
- Uzun süreli kullanım nedeniyle yüksek set gerektiren mahaller yalnızca kendi ihtiyacına göre işletilecektir.

Eşanjör Set Değerlerinin Gözden Geçirilmesi ve Düşürülmesi

(Tüm Binalar)

Yapılan incelemelerde, bina içi tesisatlarda kullanılan suyun yüksek iletkenliğe sahip olması, korozyon ve kaçak sorunları nedeniyle eşanjör set değerlerinin çoğu binada **emniyet payı gerekçesiyle yüksek tutulduğu** gözlemlenmiştir. Bu durum, doğrudan iç ortam sıcaklıklarının yükselmesine ve enerji tüketiminin artmasına neden olmaktadır.

Bu kapsamda;

- Eşanjör çıkış sıcaklık set değerlerinin, bina kullanım türü ve gerçek ısı ihtiyacına göre yeniden belirlenmesi,
- Set değerlerinin kademeli olarak düşürülerek sistem tepkilerinin izlenmesi,
- Aşırı yüksek sıcaklık gerektiren mahallerin (uzak hatlar, özel kullanım alanları) ayrı devreler ile çözülmesi,

önerilmektedir.

Kapalı Spor Salonu Isıtma Sisteminin İyileştirilmesi

(Kapalı Spor Salonu)

Kapalı spor salonunda ısıtmanın eski tip hava apareyleri ile sağlandığı, bu sistemlerin verimlerinin düşük olduğu ve sıcaklık dağılımının homojen olmadığı tespit edilmiştir. Mevcut sistemde yüksek hava sıcaklıkları elde edilmesine rağmen, mahallerin istenen konfor seviyesine geç ulaşabildiği gözlemlenmiştir.

Bu kapsamda;

- Mevcut hava apareylerinin daha yüksek verimli ve modern sistemlerle değiştirilmesi,
- Alternatif olarak, düşük sıcaklıkta çalışan ve daha homojen ısı dağılımı sağlayan sistemlerin değerlendirilmesi,

Önerilmektedir.

Eğitim Bilimleri Fakültesi – Çelik Hatların Yenilenmesi Önerisi

Eğitim Bilimleri Fakültesi binasında, bina içi ısıtma tesisatının bir bölümünün **eski tip çelik borular**, bir bölümünün ise sonradan yenilenmiş **PPRC borular** olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan saha incelemelerinde ve işletme yetkilileriyle yapılan görüşmelerde; bina içi tesisat suyunun iletkenliğinin yüksek olduğu, radyatörlerde sık sık delinmeler meydana geldiği ve tesisatta hava yapma problemlerinin yaşandığı belirtilmiştir. Bu durum, özellikle eski çelik boru hatlarında **korozyonun ilerlediğini** ve sistem performansını olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Ayrıca, çelik borulardaki korozyon ve kesit daralmaları nedeniyle, uzak ve kritik noktalarda yeterli debi ve sıcaklık sağlanamadığı, bu durumun iç ortam sıcaklıklarının yükseltilmesine ve dolaylı olarak enerji tüketiminin artmasına neden olduğu değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda, Eğitim Bilimleri Fakültesi binasında **bina içi çelik boru hatlarının kademeli olarak yenilenmesi**, tercihen korozyona dayanıklı borulama sistemleri ile tesisatın homojen hale getirilmesi önerilmektedir. Bu iyileştirme ile;

- Isı dağılımının dengelenmesi,
- Radyatör ve vana arızalarının azaltılması,
- Sistem set değerlerinin düşürülebilmesi sağlanarak ısıtma enerjisi tüketiminde tasarruf elde edilmesi mümkün olacaktır.

Beklenen Enerji Tasarrufu

Yapılan ölçümler sonucunda, kampüs genelinde iç ortam sıcaklıklarının çoğu binada konfor gereksinimlerinin üzerinde olduğu görülmüştür. Enerji etütlerinde yaygın olarak kabul edilen yaklaşımlara göre; iç ortam sıcaklığının ısıtma sezonunda her 1 °C azaltılması, bina ısıtma enerjisi tüketiminde yaklaşık %5–6 oranında azalma sağlamaktadır. Bu oran; ASHRAE, Avrupa Birliği bina enerji performansı çalışmaları ve saha bazlı enerji etütlerinde, ısı kayıplarının iç-dış sıcaklık farkı ile doğru orantılı olması prensibine dayanmaktadır. Bu çalışma kapsamında;

*Önerilen işletme ve sistem düzenlemeleri ile kampüs genelinde iç ortam sıcaklığının **ortalama 2 °C düşürülmesi** hedeflenmiştir.*

Buna göre, ısıtma enerjisi tüketiminde **yaklaşık %12 oranında tasarruf** sağlanabileceği öngörülmektedir.

Önerilen uygulamanın toplam yatırım maliyeti 26,3 milyon TL olup, mevcut tüketim değerleri ve kabul edilen tasarruf oranları esas alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda yıllık yaklaşık 2,78 milyon TL parasal tasarruf ve yaklaşık 9,45 yıl basit geri ödeme süresi öngörülmektedir.

Tablo 86. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması Maliyeti

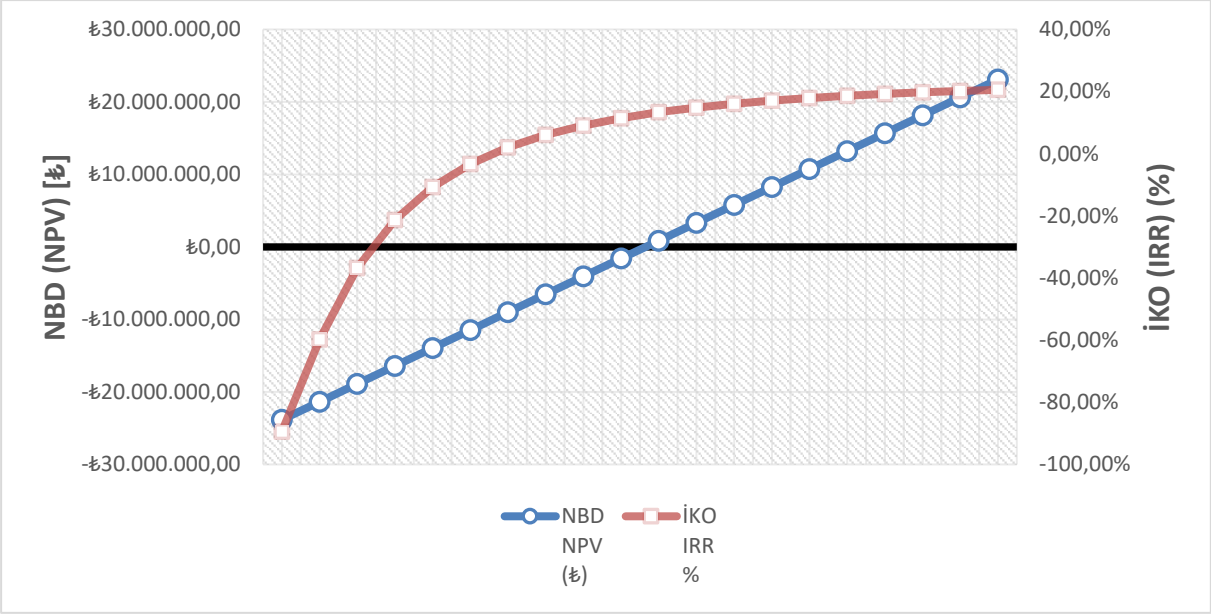
No	İş Kalemi	Birim	Adet	Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
1	Plakalı eşanjör (yeni, AHU veya radyatör devresi için)	Adet	18	300.000	5.400.000
2	Mevcut yeni eşanjörlerin sistem entegrasyonu ve revizyonu	Adet	18	60.000	1.080.000
3	3 yollu motorlu vana (eşanjör girişleri için)	Adet	36	55.000	1.980.000
4	Eşanjör devre kollektörü (gidiş–dönüş, flanşlı)	Set	18	70.000	1.260.000
5	Denge vanaları, kesme vanaları, pislik tutucular	Set	9	150.000	1.350.000
6	Çelik borulama (eşanjör odası içi, komple yenileme)	İş	9	420.000	3.780.000
7	Kaynak, askı, konsol, flanş, adaptasyon işleri	İş	9	180.000	1.620.000
8	Boru ve ekipman ısı yalıtımı	İş	9	120.000	1.080.000
9	Mevcut tesisat sökümü ve yeniden düzenleme	İş	9	90.000	810.000
10	Otomasyon panosu, sensörler ve kontrol entegrasyonu	İş	9	250.000	2.250.000
11	Devreye alma, test ve ayar çalışmaları	İş	9	70.000	630.000
12	Çelik boru söküm ve atım	İş	1	350.000	350.000
13	Yeni PPRC/kompozit borulama	İş	1	1.400.000	1.400.000
14	Vana, bağlantı elemanları	Set	1	280.000	280.000
15	Isı yalıtımı	İş	1	180.000	180.000
16	Test ve devreye alma	İş	1	90.000	90.000
17	Hava apareyi (yüksek verimli)	Adet	8	180.000	1.440.000
18	Montaj ve tesisat adaptasyonu	İş	1	420.000	420.000
19	Kontrol ve devreye alma	İş	1	150.000	150.000
20	Hidrolik dengeleme çalışması	İş	1	450.000	450.000
21	Setleme optimizasyonu	İş	1	180.000	180.000
22	Kontrol ve raporlama	İş	1	120.000	120.000
				Toplam	**26.300.000**

Tablo 87. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	2.332.482,67
Çapraz Etki Sonrası Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	1.552.113,24
Verim Artışına Bağlı Tasarruf Oranı	%	12,0%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm^3/Yıl	186.253,59
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/Sm^3	14,95
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	₺ 2.784.491,16
Yıllık CO2 azaltımı	tonCO_2	43,58
Yatırım Maliyeti	TL	₺ 26.300.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	9,45

Tablo 88. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması 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 (₺)
26.300.000,00	2025	₺2.784.491,16	₺2.784.491,16	12,75%	-89,41%	-₺23.830.384,78
	2026	₺3.139.513,78	₺3.139.513,78	12,75%	-59,75%	-₺21.360.769,57
	2027	₺3.539.801,79	₺3.539.801,79	12,75%	-36,81%	-₺18.891.154,35
	2028	₺3.991.126,51	₺3.991.126,51	12,75%	-21,33%	-₺16.421.539,13
	2029	₺4.499.995,14	₺4.499.995,14	12,75%	-10,77%	-₺13.951.923,92
	2030	₺5.073.744,53	₺5.073.744,53	12,75%	-3,35%	-₺11.482.308,70
	2031	₺5.720.646,95	₺5.720.646,95	12,75%	2,03%	-₺9.012.693,48
	2032	₺6.450.029,44	₺6.450.029,44	12,75%	6,04%	-₺6.543.078,27
	2033	₺7.272.408,19	₺7.272.408,19	12,75%	9,10%	-₺4.073.463,05
	2034	₺8.199.640,24	₺8.199.640,24	12,75%	11,48%	-₺1.603.847,83
	2035	₺9.245.094,37	₺9.245.094,37	12,75%	13,36%	₺865.767,38
	2036	₺10.423.843,90	₺10.423.843,90	12,75%	14,88%	₺3.335.382,60
	2037	₺11.752.884,00	₺11.752.884,00	12,75%	16,11%	₺5.804.997,82
	2038	₺13.251.376,71	₺13.251.376,71	12,75%	17,12%	₺8.274.613,03
	2039	₺14.940.927,24	₺14.940.927,24	12,75%	17,96%	₺10.744.228,25
	2040	₺16.845.895,46	₺16.845.895,46	12,75%	18,67%	₺13.213.843,47
	2041	₺18.993.747,13	₺18.993.747,13	12,75%	19,26%	₺15.683.458,68
	2042	₺21.415.449,89	₺21.415.449,89	12,75%	19,77%	₺18.153.073,90
	2043	₺24.145.919,75	₺24.145.919,75	12,75%	20,20%	₺20.622.689,12
	2044	₺27.224.524,52	₺27.224.524,52	12,75%	20,57%	₺23.092.304,33



Grafik 21. Isıtma Sistemlerinde Eşanjör Yenilenmesi ve Devre Ayrıştırılması Finansal Analiz Grafiği

4.4 TESİSAT

4.4.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Yerinde yapılan incelemelerde, ısıtma tesisatlarına ait boru hatlarının bir kısmında yalıtım bulunmadığı, mevcut yalıtımların ise yer yer sökülmüş, hasar görmüş veya işlevini yitirmiş olduğu tespit edilmiştir. Özellikle eşanjör daireleri, mekanik odalar ve bina içi dağıtım hatlarında çıplak boru yüzeyleri mevcuttur.

Ayrıca, flanşlı bağlantılar, vanalar, pislik tutucular ve kollektör bağlantı noktalarında herhangi bir ısı yalıtımı bulunmadığı görülmüştür. Bu tür elemanlar, geometrik yapıları nedeniyle birim yüzey alanı başına yüksek ısı kaybına sebep olmakta ve sistemin toplam kayıplarını artırmaktadır. 1 adet vana, aynı çaptaki 2,5m boru ile eşdeğer ısı kaybına neden olmaktadır.

Havalandırma santrallerine ait sıcak su gidiş–dönüş hatlarında da benzer şekilde yalıtım eksiklikleri tespit edilmiştir. Özellikle yangın yaşanan mekanik odadaki santrallerde kanal ve boru yalıtımlarının yanmış veya tamamen sökülmüş olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, hem ısı kayıplarını artırmakta hem de santrallerin ısıtma performansını olumsuz etkilemektedir.

Mevcut durumda tesisat yalıtım eksiklikleri nedeniyle:

- Eşanjör çıkış sıcaklıklarının mahallere ulaşana kadar düşmesi,
- Sistem set sıcaklıklarının gereğinden yüksek tutulması,
- Kazan ve eşanjörlerin daha uzun süre devrede kalması gibi dolaylı enerji kayıpları oluşmaktadır.

Bu kapsamda;

Isıtma tesisatına ait tüm çıplak boru hatlarının TS EN 12828 ve ilgili yalıtım standartlarına uygun kalınlıkta yalıtılması,

Vanalar, flanşlar, pislik tutucular ve benzeri ekipmanlar için sökülebilir **vana ceketleri** uygulanması,

Yangın nedeniyle hasar gören havalandırma santrali boru ve kanal yalıtımlarının yenilenmesi önerilmektedir.

Bu önlem ile doğrudan ısı kayıplarının azaltılması sağlanacak, aynı zamanda sistemlerin daha düşük sıcaklık set değerleri ile çalışabilmesi mümkün hale gelecektir. Tesisat yalıtımının iyileştirilmesi, eşanjör devrelerinin ayrılması ve sıcaklık set optimizasyonu önlemlerini destekleyici nitelikte olup, toplam ısıtma enerjisi tüketiminin düşürülmesine katkı sağlayacaktır.

MYO Isı Merkezi'ne ait kazan ve ana tesisat yalıtımına ilişkin enerji tasarrufları, raporun önceki bölümünde yer alan **"Kazan ve Isı Merkezi Yenilemesi"** başlığı altında değerlendirilmiş olup, bu bölümde ayrıca hesaba dahil edilmemiştir. Bu başlık altında yer alan tesisat yalıtımı önerileri; ana ısı merkezi, bina içi dağıtım hatları, eşanjör daireleri, vana ve flanş bağlantıları ile yardımcı ekipmanlara yönelik olup, tasarruf hesaplarında mükerrerlik oluşturmayacak şekilde ele alınmıştır.



Resim 223. Örnek Yalıtımsız Tesisat Görseli (Hukuk Fakültesi)



Resim 224. Yangın Sebebi ile Bertaraf Olan Yalıtım (Mühendislik Fakültesi)



Sökülmüş Havalandırma Santrali Yalıtımı (Veteriner Fakültesi)

4.4.2 Ölçümler ve Tespit

Enerji etüdü çalışmaları kapsamında binalarda mevcut ısıtma ve havalandırma sistemlerinin işletme koşulları, iç ortam sıcaklıkları ve ısı kayıpları yerinde yapılan ölçümler ve gözlemler ile değerlendirilmiştir. Ölçümler; kazan dairesi, eşanjör odaları, bina içi dağıtım hatları, havalandırma santralleri ve mahaller bazında gerçekleştirilmiştir.

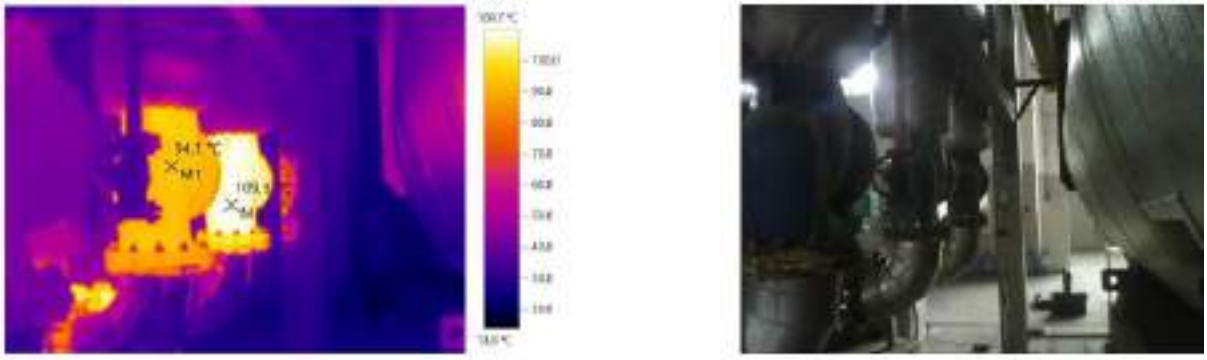
Bina içi sıcak su dağıtım hatlarında, vana ve flanş bağlantılarında yer yer yalıtım eksiklikleri olduğu, bazı hatlarda yalıtımın mekanik olarak hasar gördüğü veya tamamen bulunmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, eski tarihli çelik boru hatlarının bulunduğu bölgelerde yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Isı kayıplarının ve sıcaklık dağılımının görsel olarak değerlendirilmesi amacıyla **termal kamera ölçümleri** gerçekleştirilmiştir. Termal görüntülerde; eşanjör yüzeyleri, boru hatları, vana ve bağlantı noktalarında belirgin sıcaklık farkları ve ısı kaçakları gözlemlenmiştir. Kızgın su hatlarında yalıtımsız yüzey sıcaklıkları 90-100°C aralığında ölçülmüştür. Bina içi tesisatlarda yalıtımsız yüzey sıcaklıkları 40-70°C aralığındadır.

Tesisattan kaynaklı ısı kayıpları nedeni ile eşanjör odaları mahal sıcaklıkları çok yüksektir. Bazı eşanjör odalarında sıcaklığın 30°C olduğu gözlenmiştir. Bu mahallerdeki aşırı ısınma pompa ve elektrik tesisatının da ömrünü kısaltmaktadır.

Termal kamera ölçümlerine ait örnek görüntüler bu bölümün devamında sunulmuş olup, tüm termal kamera görüntü dosyaları rapor ekinde ayrıca verilmiştir.

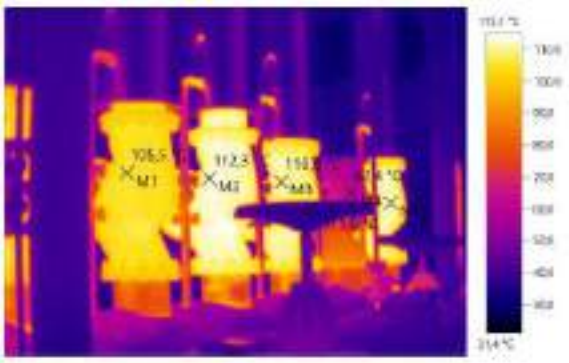
Ana Isı Merkezi Termal Kamera Görüntüleri



Resim verileri: Tarih:	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	18:25:06	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000816.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	94,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	109,3	0,96	36,0	-

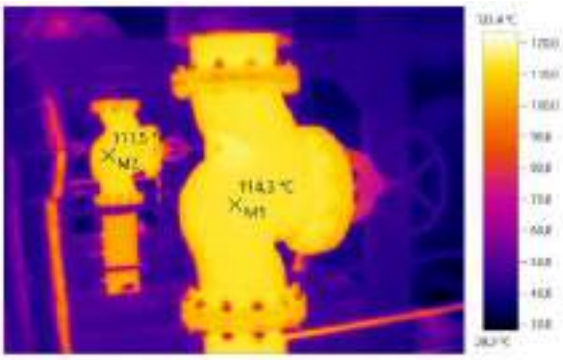




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	18:25:34	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000819.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	105,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	112,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	110,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	62,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 5	111,0	0,96	36,0	-

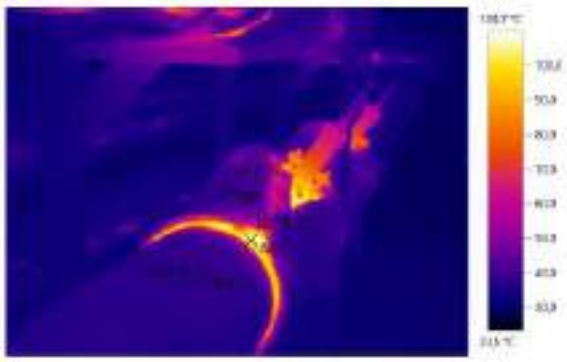




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	18:55:03	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000838.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	114,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	111,5	0,96	36,0	-

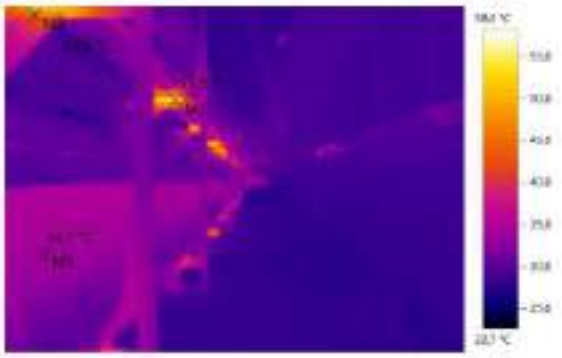




Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:15:36	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000888.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	102,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	38,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	37,7	0,96	36,0	-





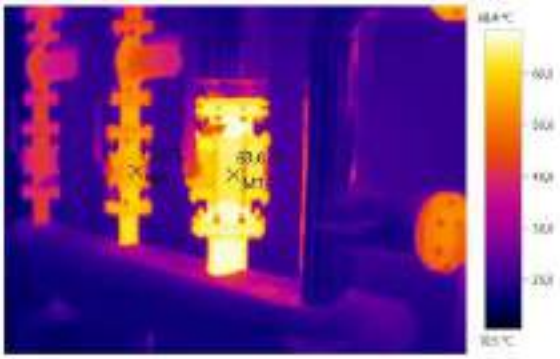
Resim verileri:	**Tarih:**	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	21:16:18	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000892.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	55,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	43,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	34,1	0,96	36,0	-

Resim 225. Ana ısı Merkezi Tesisat Termal Görüntüler

Mühendislik Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

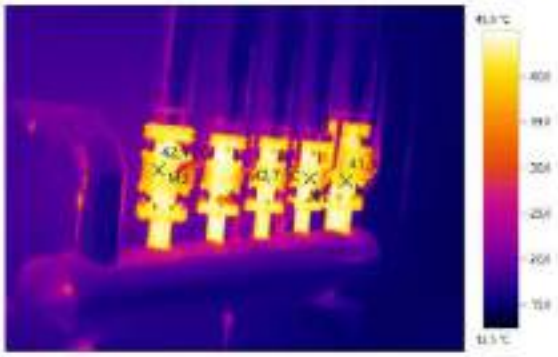




Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	20:26:35	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001093.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	63,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	57,2	0,96	36,0	-

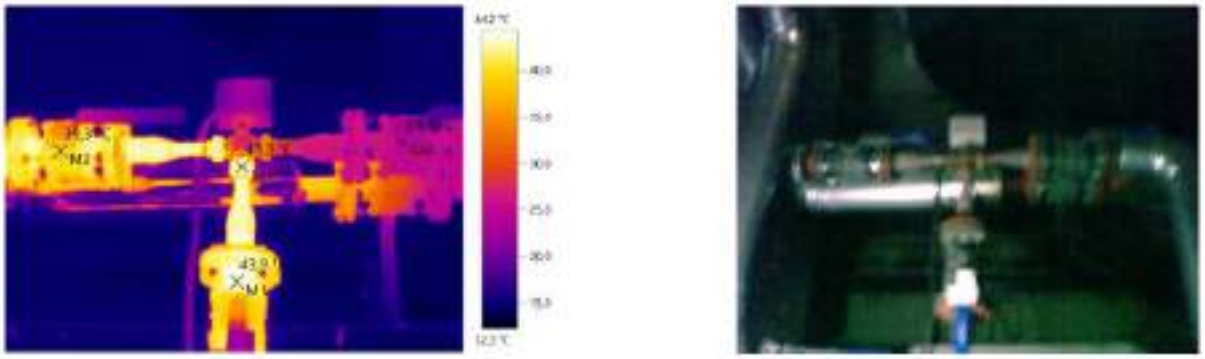




Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	20:26:46	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001094.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	41,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	42,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	42,1	0,96	36,0	-



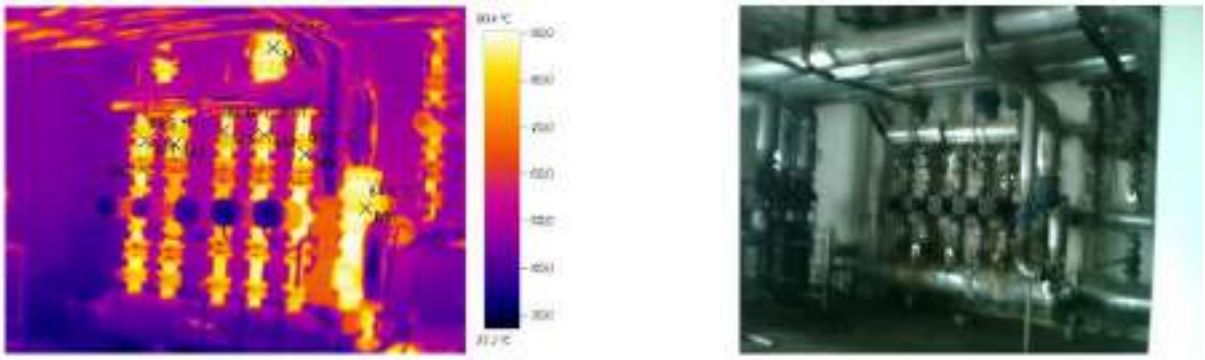
Resim verileri: Tarih:	11.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	20:27:59	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR001095.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	43,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	39,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	43,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	24,4	0,96	36,0	-

Resim 226. Mühendislik Fakültesi Tesisat Termal Görüntüler

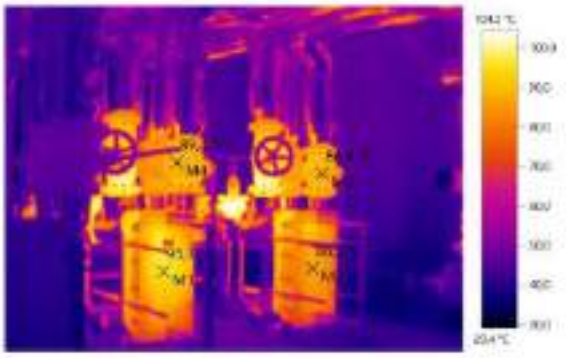
Veterinerlik Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri



Resim verileri: Tarih:	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	09:59:40	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000160.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	88,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	86,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	86,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	87,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 5	88,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 6	84,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 7	86,7	0,96	36,0	-

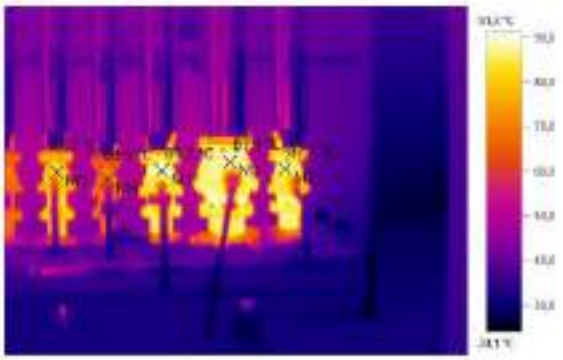




Resim verileri: Tarih:	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	09:59:50	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000161.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	95,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	86,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	86,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	89,4	0,96	36,0	-





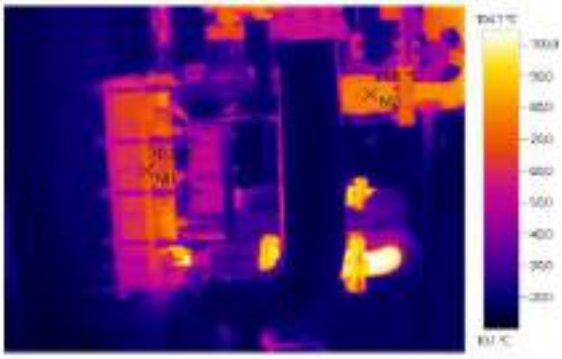
Resim verileri: Tarih:	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	10:00:48	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000167.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	87,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	87,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	89,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	88,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 5	81,2	0,96	36,0	-

Resim 227. Veterinerlik Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

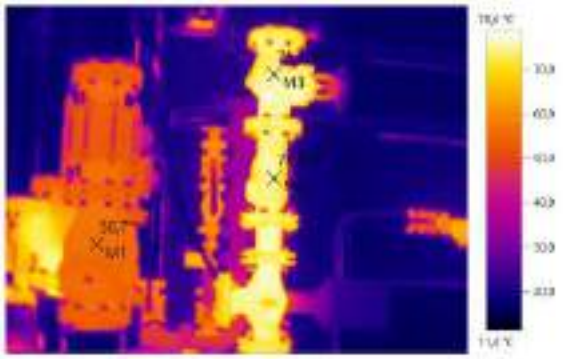




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	15:16:39	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000317.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	70,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	77,6	0,96	36,0	-

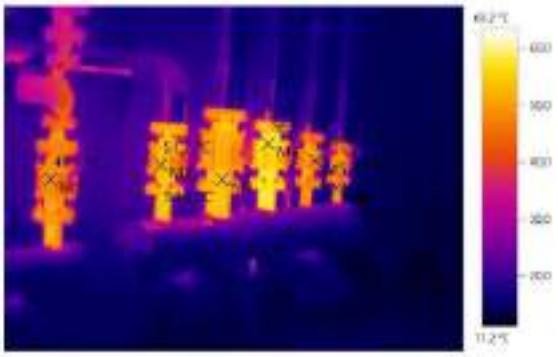




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	15:16:29	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000316.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	56,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	74,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	75,1	0,96	36,0	-

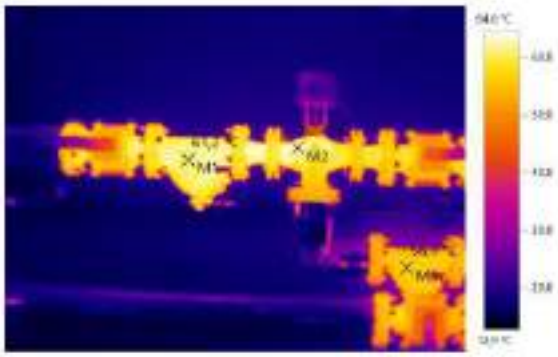




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	15:15:25	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000309.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	48,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	51,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	54,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	56,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 5	47,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 6	50,2	0,96	36,0	-





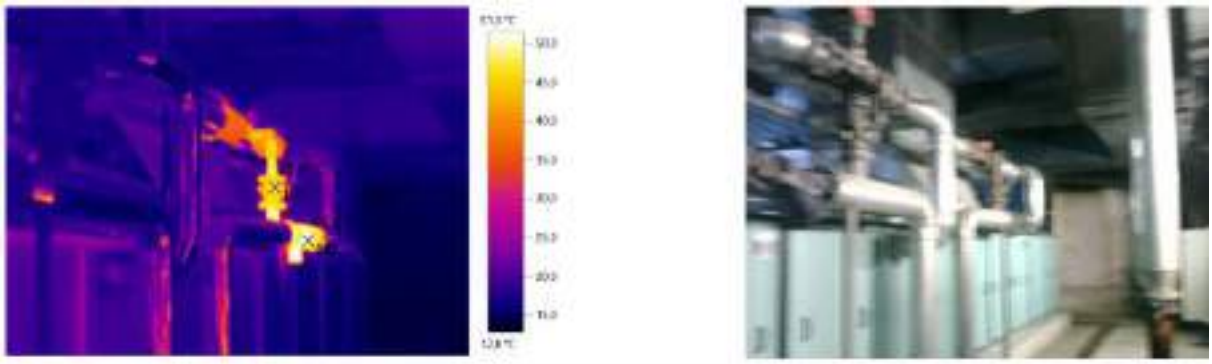
Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	15:15:40	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000311.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	61,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	62,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	56,1	0,96	36,0	-

Resim 228. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

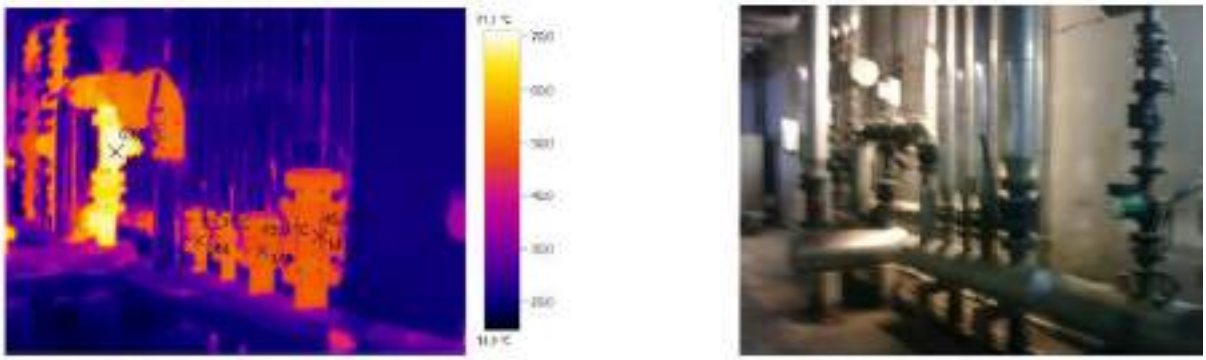
Hukuk Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri



Resim verileri:	**Tarih:**	17.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:23:48	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000012.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	49,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	45,9	0,96	36,0	-



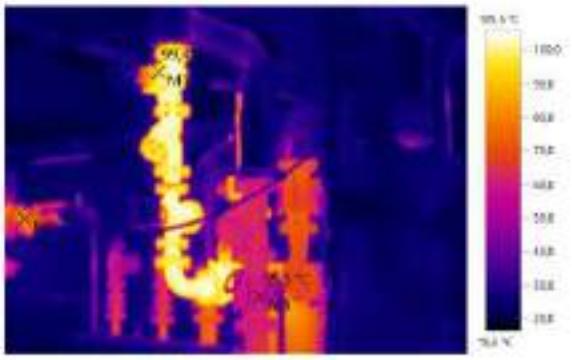
Resim verileri:	**Tarih:**	17.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:23:30	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000010.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	69,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	46,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	49,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	52,7	0,96	36,0	-

Resim 229. Hukuk Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

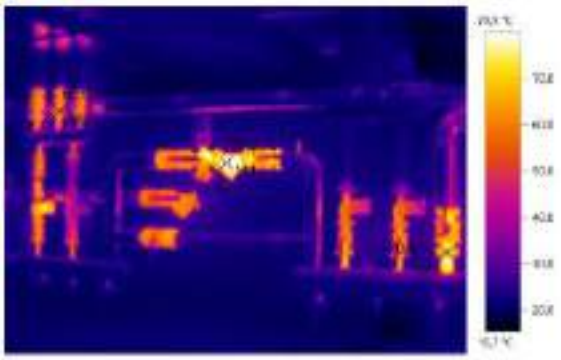




Resim verileri: Tarih:	17.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	16:20:28	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000098.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	99,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	78,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	59,5	0,96	36,0	-

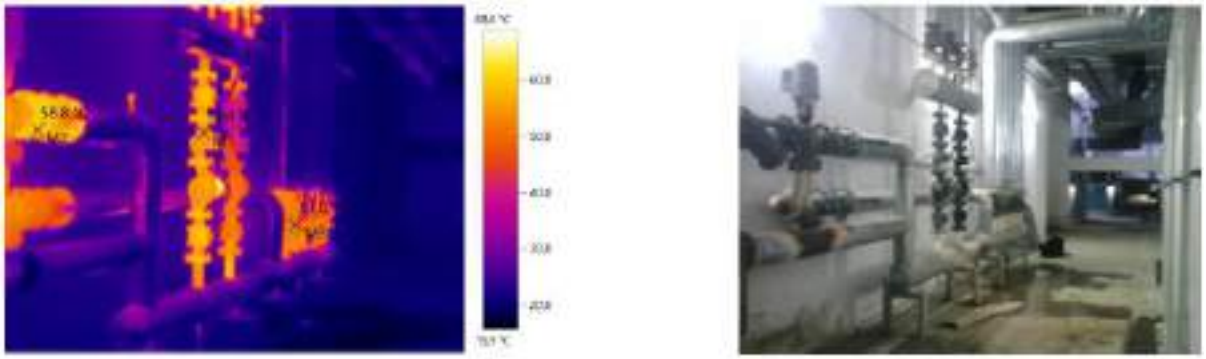




Resim verileri: Tarih:	17.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	16:15:34	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000095.BMT		

Resim işaretleri:

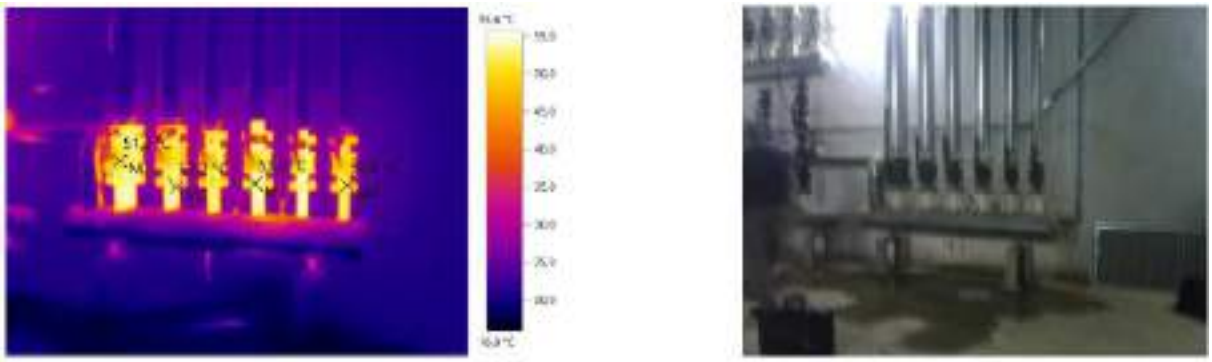
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	79,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	62,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	70,9	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	17.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	16:08:22	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000091.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	55,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	58,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	51,0	0,96	36,0	-



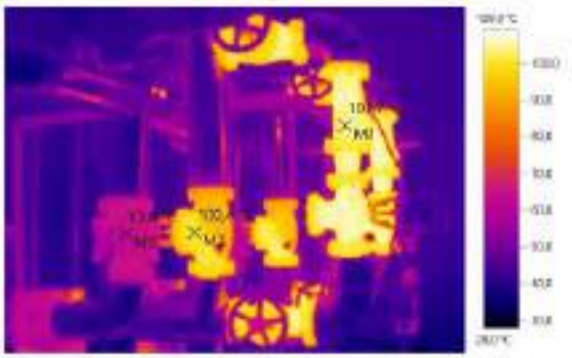
Resim verileri: Tarih:	17.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	16:05:45	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000077.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	51,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	53,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	53,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	50,6	0,96	36,0	-

Resim 230. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

Güzel Sanatlar ve Eğitim Bilimleri Fakülteleri Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

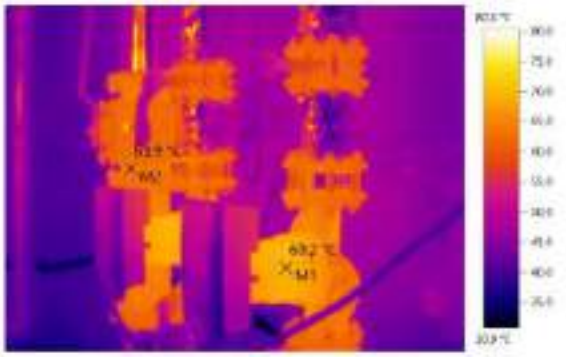




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	16:04:35	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000348.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	103,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	100,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	63,0	0,96	36,0	-

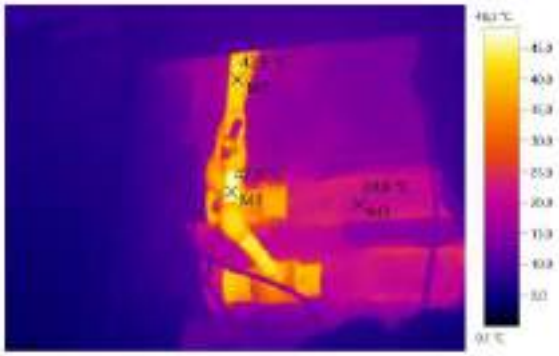




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	16:04:55	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000350.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	69,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	63,9	0,96	36,0	-

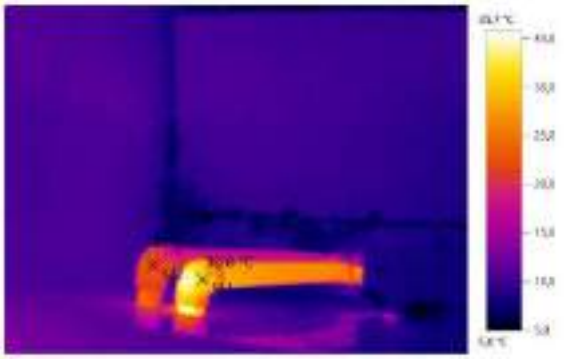




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	16:11:49	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000351.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	47,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	42,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	20,8	0,96	36,0	-





Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	16:14:43	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000352.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	30,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	22,0	0,96	36,0	-

Resim 231. Güzel Sanatlar Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

Kapalı Spor Salonları Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

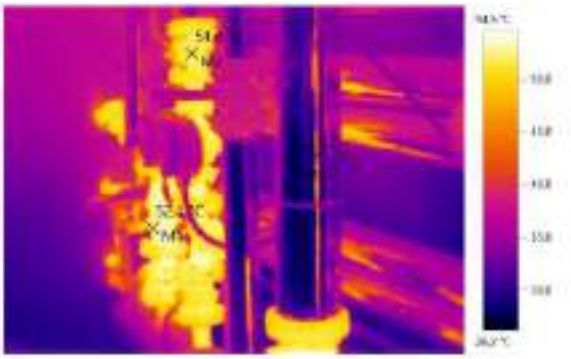




Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	11:28:57	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000474.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	90,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	85,0	0,96	36,0	-

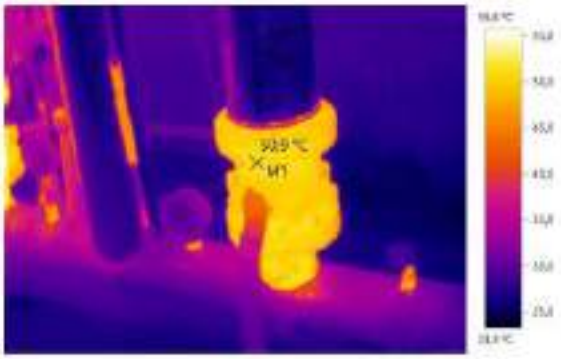




Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	11:29:30	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000478.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	52,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	51,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	27,2	0,96	36,0	-

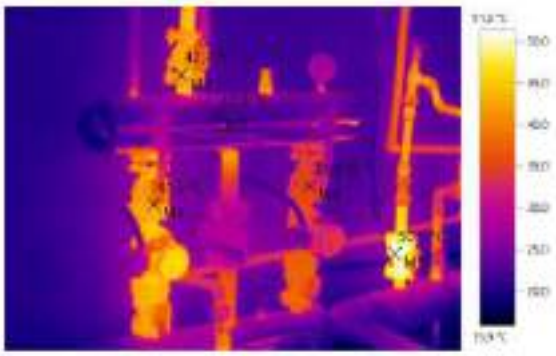




Resim verileri:	Tarih:	19.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	11:29:56	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000482.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	50,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	26,1	0,96	36,0	-

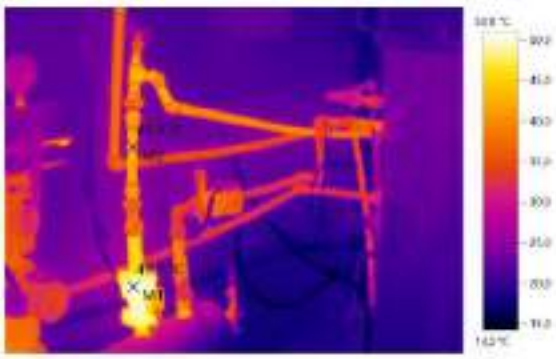




Resim verileri:	Tarih:	19.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	11:51:09	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000526.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	41,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	42,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	22,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	33,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 5	50,5	0,96	36,0	-

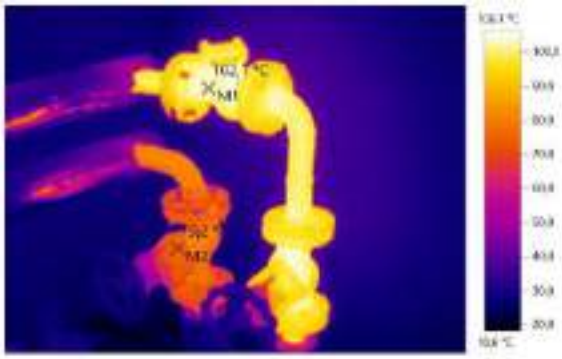




Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	11:51:18	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000527.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	49,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	41,9	0,96	36,0	-





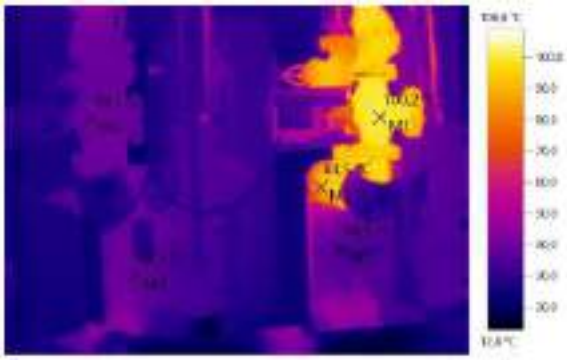
Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	11:51:52	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000531.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	102,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	75,2	0,96	36,0	-

Resim 232. Kapalı Spor Salonları Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

Spor Bilimleri Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

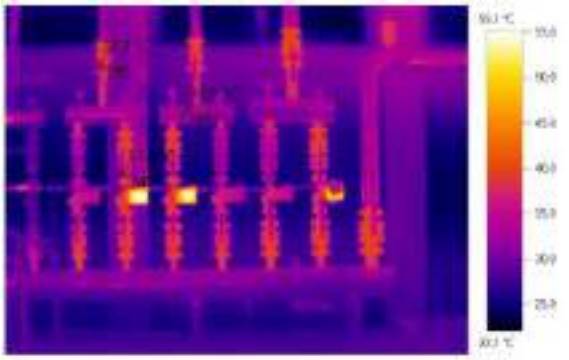




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	09:41:27	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000385.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	100,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	39,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	34,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	38,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 5	84,5	0,96	36,0	-

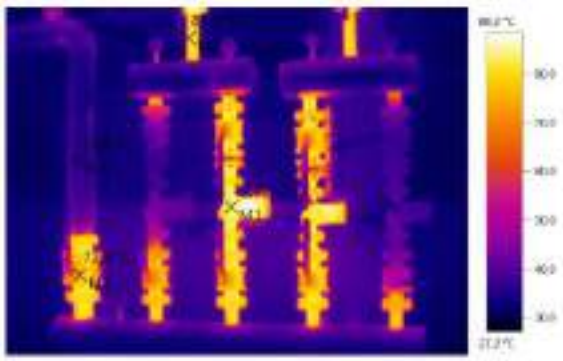




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	09:42:02	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000387.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	35,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	33,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	32,8	0,96	36,0	-

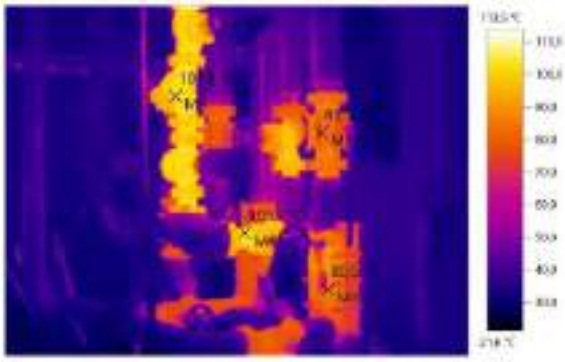




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	09:42:32	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000390.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	84,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	80,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	72,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	35,9	0,96	36,0	-

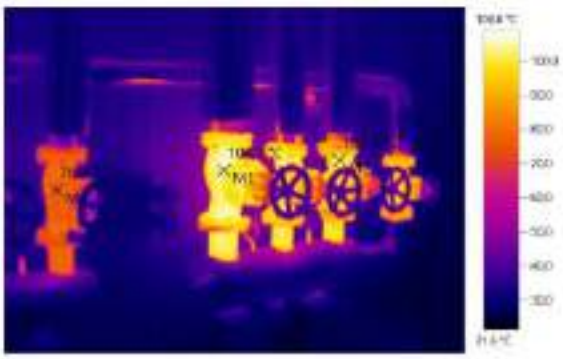




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	09:42:48	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000392.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	83,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	101,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	80,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	103,2	0,96	36,0	-

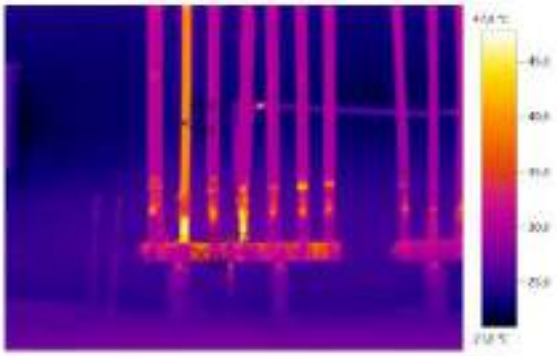




Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	09:44:55	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000398.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	104,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	103,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	76,9	0,96	36,0	-





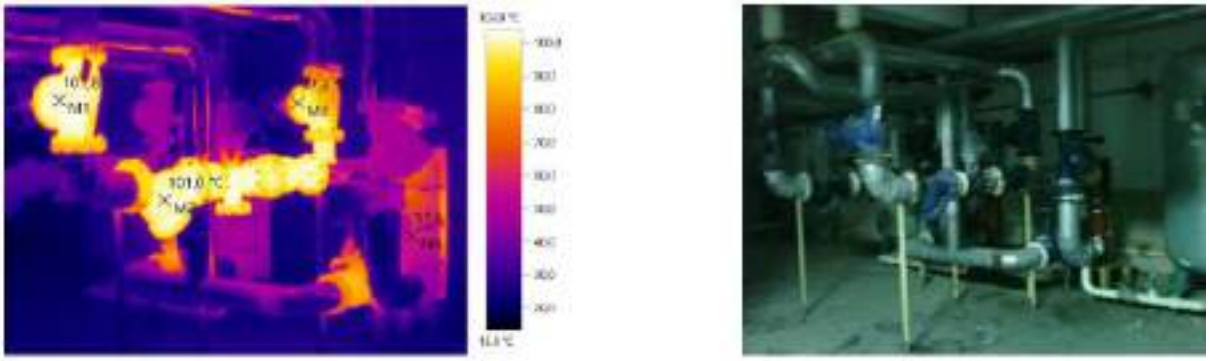
Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	09:45:03	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000399.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	39,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	35,4	0,96	36,0	-

Resim 233. Spor Bilimleri Fakültesi Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

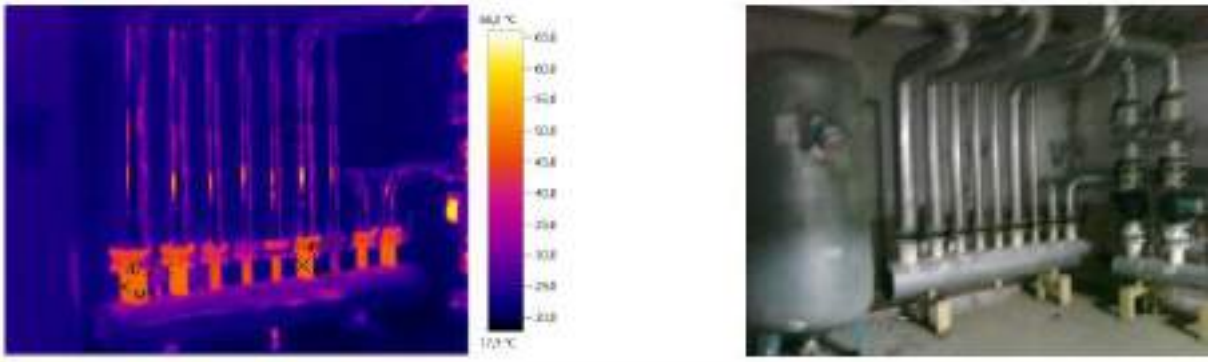
Rektörlük Tesisat Termal Kamera Görüntüleri



Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	16:03:44	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000704.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	101,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	101,0	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	97,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 4	57,6	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	16:04:59	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000706.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	47,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	49,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	28,0	0,96	36,0	-

Resim 234. Rektörlük Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

Kütüphane Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

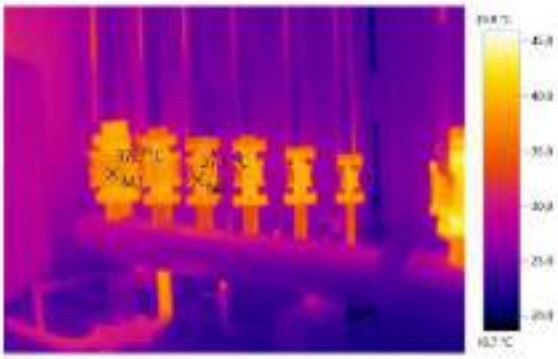




Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	14:26:58	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000659.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	42,1	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	43,7	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	37,9	0,96	36,0	-

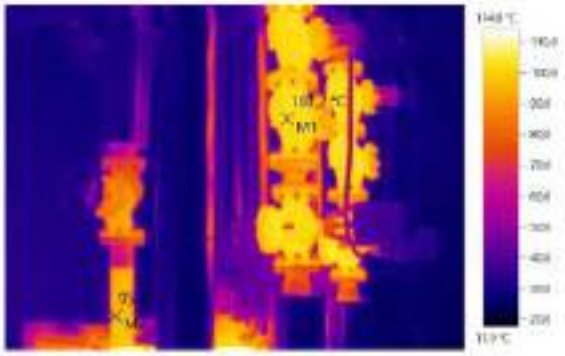




Resim verileri: Tarih:	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	14:27:07	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000660.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	37,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	37,5	0,96	36,0	-

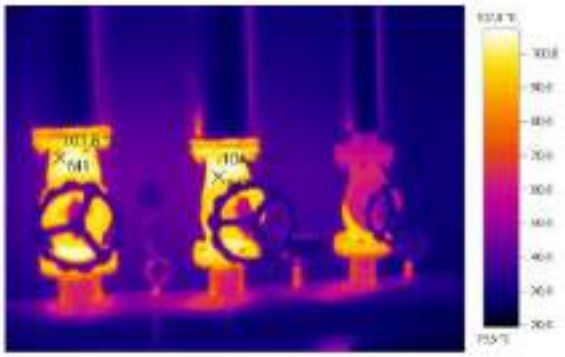




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:27:43	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000664.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	102,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	95,2	0,96	36,0	-

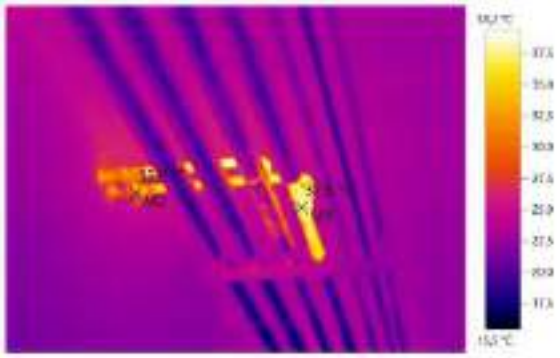




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:27:52	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000665.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	101,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	104,2	0,96	36,0	-

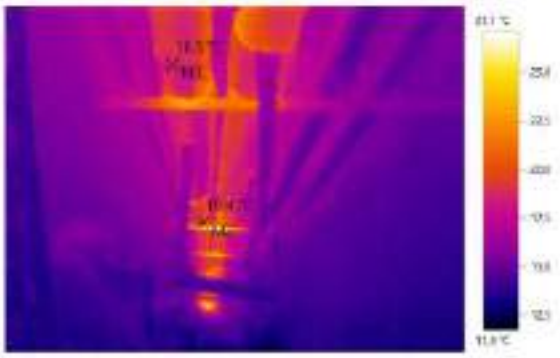




Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:29:27	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000667.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	37,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	32,8	0,96	36,0	-





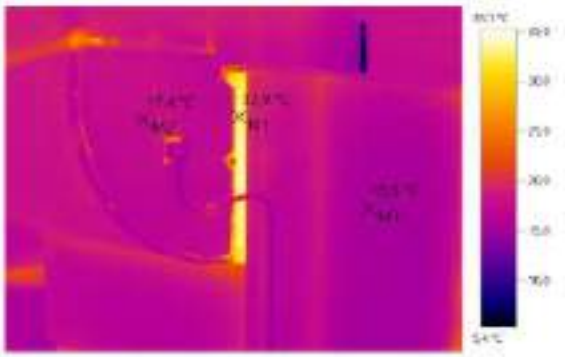
Resim verileri:	**Tarih:**	19.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	14:30:08	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000670.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	18,5	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	19,4	0,96	36,0	-

Resim 235. Kütüphane Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

Merkezi Derslikler Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

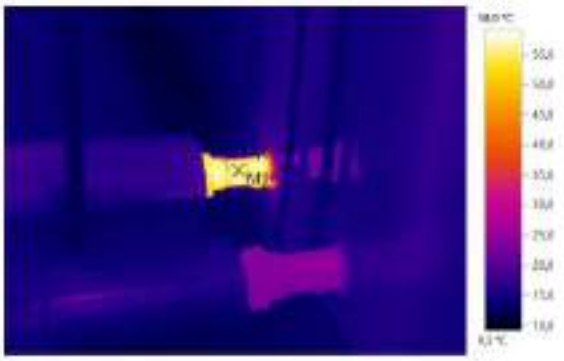




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	13:38:11	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000253.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	32,9	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	17,4	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	15,5	0,96	36,0	-

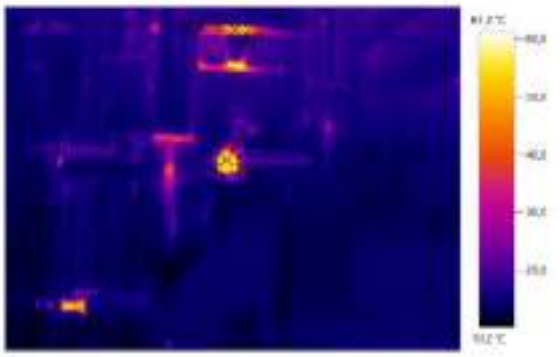




Resim verileri:	**Tarih:**	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
	Saat:	13:38:38	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
	Dosya:	IR000256.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	54,6	0,96	36,0	-





Resim verileri:	Tarih:	18.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	13:39:00	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000257.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	50,8	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	55,2	0,96	36,0	-

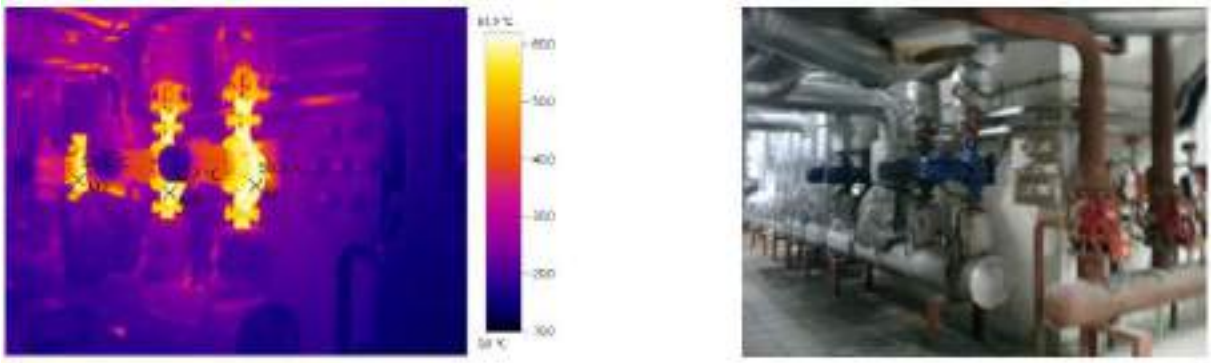




Resim verileri:	Tarih:	18.12.2025	Emisyon derecesi:	0,96
	Saat:	13:39:17	Yans. sıc. [°C]:	36,0
	Dosya:	IR000259.BMT		

Resim işaretleri:

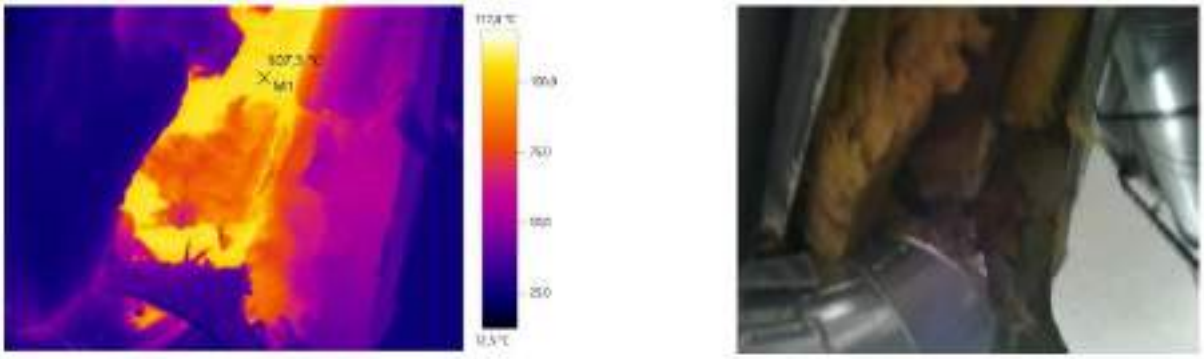
Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	56,5	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	13:40:09	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000262.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	59,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	59,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	59,7	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	18.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	13:40:22	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000263.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	107,3	0,96	36,0	-

Resim 236. Merkezi Derslikler Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

Merkezi derslikler tesisatında yalıtım ceketi uygulaması mevcuttur. Az sayıda tesisat elemanı yalıtımsızdır. Bunlarında yalıtılması önerilir.

4.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Boru hatlarındaki ısı kayıpları; yüzey sıcaklığı, ortam sıcaklığı, boru çapı ve yüzey özellikleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, yalıtımsız ve yalıtımlı durumlar ayrı ayrı değerlendirilmiş; vana, flanş ve bağlantı elemanlarının etkisi eşdeğer boru uzunluğu yaklaşımı ile hesaba katılmıştır.

Yalıtım kalınlığı 30 mm, ısı iletim katsayısı 0,04 W/mK olarak alınmıştır. Yıllık enerji tasarrufu, sistemlerin yıllık 5760 saat çalıştığı kabulü ile hesaplanmıştır. Elde edilen ısı enerjisi tasarrufları, doğalgaz tüketimi ve maliyet analizlerinde kullanılmıştır.

Tablo 89. Tesisat Yalıtımı Tasarruf Hesaplamaları

Boru Hattı				**Sıcaklık (°C)**				**İzolasyon**		**(W/m2K)**		**Q (Yalıtımsız)**		**Q (Yalıtımlı)**		**Q (Tasarruf)**		Enerji Tasarrufu
Boru Tipi	**Boru Çapı (mm)**	**Vana Adedi**	**Eşdeğer Uzunluk (m)**	**Yüzey**	**Ortam**	**Ems.**	**B**	**(mm)**	**(W/mK)**	**Uc**	**Ur**	**(W/m)**	**(kW)**	**(W/m)**	**(kW)**	**(W/m)**	**(kW)**	(kWh)
dn60	73	484	1210,00	60	20	0,95	1,15	30	0,04	5,564	6,634	111,941	135,449	14,547	17,602	97,394	117,847	678.797,82
dn80	88,9	528	1320,00	60	20	0,95	1,15	30	0,04	5,296	6,634	133,334	176,001	16,820	22,202	116,514	153,799	885.881,91
dn100	114,3	88	220,00	60	20	0,95	1,15	30	0,04	4,974	6,634	166,795	36,695	20,416	4,492	146,379	32,203	185.491,23
dn125	141	22	55,00	95	20	0,95	1,15	30	0,04	5,523	7,878	445,397	24,497	45,320	2,493	400,078	22,004	126.744,60
dn150	168,3	5	12,50	95	20	0,95	1,15	30	0,04	5,284	7,878	522,151	6,527	52,486	0,656	469,664	5,871	33.815,84
dn200	219,1	30	75,00	95	20	0,95	1,15	30	0,04	4,947	7,878	662,343	49,676	65,775	4,933	596,568	44,743	257.717,47
dn300	323	32	80,00	95	20	0,95	1,15	30	0,04	4,489	7,878	941,609	75,329	92,862	7,429	848,747	67,900	391.102,54
																	Toplam	**2.559.551,41**

4.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda; ısıtma tesisatlarında boru ve armatür yalıtımlarının iyileştirilmesi ile yıllık yaklaşık **2.559.551,41 kWh** ısı enerjisi tasarrufu sağlanabileceği, bu tasarrufun kazan verimi dikkate alındığında **228.531,38 Sm³/yıl** doğalgaz tüketim azaltımına karşılık geldiği hesaplanmıştır. Mevcut birim doğalgaz fiyatları üzerinden değerlendirildiğinde yıllık parasal tasarruf **3.416.544,07 TL** seviyesindedir. Toplam yatırım maliyetinin **1.954.476,00 TL** olduğu dikkate alındığında, önerilen uygulamanın **yaklaşık 0,6 yıl** gibi oldukça kısa bir sürede kendini geri ödediği ve ekonomik açıdan yüksek öncelikli bir enerji verimliliği önlemi olduğu değerlendirilmiştir.

Tablo 90. Yalıtım Ceketi Maliyet Analizi

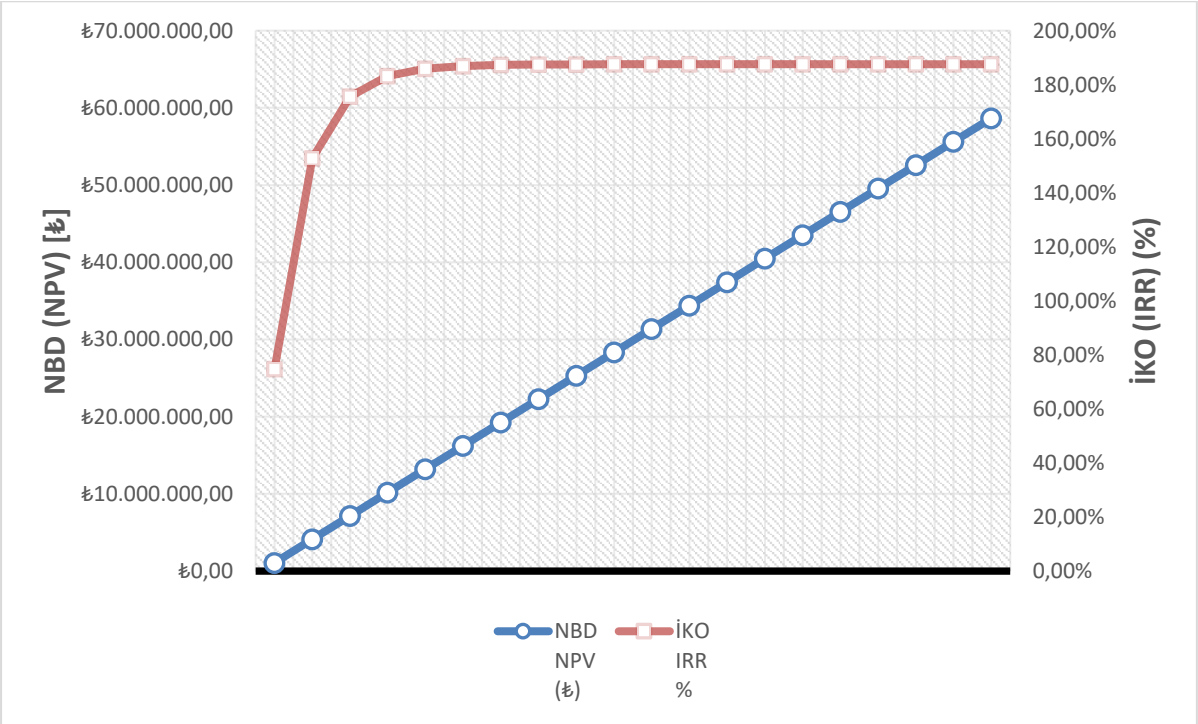
No	Yalıtım Ceketi DN	Adet	Birim Fiyat (TL)	Toplam (TL)
1	**dn60**	484	1.289,38	624.059,92
2	**dn80**	528	1.634,06	862.783,68
3	**dn100**	88	1.746,56	153.697,28
4	**dn125**	22	2.805,00	61.710,00
5	**dn150**	5	2.987,50	14.937,50
6	**dn200**	30	3.476,25	104.287,50
7	**dn300**	32	4.156,25	133.000,00
			Toplam	**1.954.476,00**

Tablo 91. Tesisat İzolasyonu Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Enerji Tasarrufu	kWh/Yıl	2.559.551,41
Kazan Ortalama Verim	%	95,0%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm^3/Yıl	228.531,38
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/Sm3	14,95
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	₺ 3.416.544,07
Yıllık CO_2 azaltımı	tonCO_2	53,48
Yatırım Maliyeti	TL	₺ 1.954.475,88
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	0,57

Tablo 92. Tesisat İzolasyonu 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 (₺)
₺1.954.476,00	2025	₺3.416.544,07	₺3.416.544,07	12,75%	74,81%	₺1.075.718,30
	2026	₺3.852.153,44	₺3.852.153,44	12,75%	152,78%	₺4.105.912,59
	2027	₺4.343.303,00	₺4.343.303,00	12,75%	175,58%	₺7.136.106,89
	2028	₺4.897.074,14	₺4.897.074,14	12,75%	183,16%	₺10.166.301,19
	2029	₺5.521.451,09	₺5.521.451,09	12,75%	185,89%	₺13.196.495,49
	2030	₺6.225.436,10	₺6.225.436,10	12,75%	186,91%	₺16.226.689,78
	2031	₺7.019.179,20	₺7.019.179,20	12,75%	187,31%	₺19.256.884,08
	2032	₺7.914.124,55	₺7.914.124,55	12,75%	187,46%	₺22.287.078,38
	2033	₺8.923.175,43	₺8.923.175,43	12,75%	187,52%	₺25.317.272,67
	2034	₺10.060.880,30	₺10.060.880,30	12,75%	187,54%	₺28.347.466,97
	2035	₺11.343.642,54	₺11.343.642,54	12,75%	187,55%	₺31.377.661,27
	2036	₺12.789.956,96	₺12.789.956,96	12,75%	187,55%	₺34.407.855,57
	2037	₺14.420.676,48	₺14.420.676,48	12,75%	187,56%	₺37.438.049,86
	2038	₺16.259.312,73	₺16.259.312,73	12,75%	187,56%	₺40.468.244,16
	2039	₺18.332.375,10	₺18.332.375,10	12,75%	187,56%	₺43.498.438,46
	2040	₺20.669.752,92	₺20.669.752,92	12,75%	187,56%	₺46.528.632,75
	2041	₺23.305.146,42	₺23.305.146,42	12,75%	187,56%	₺49.558.827,05
	2042	₺26.276.552,59	₺26.276.552,59	12,75%	187,56%	₺52.589.021,35
	2043	₺29.626.813,05	₺29.626.813,05	12,75%	187,56%	₺55.619.215,65
	2044	₺33.404.231,71	₺33.404.231,71	12,75%	187,56%	₺58.649.409,94



Grafik 22. Tesisat İzolasyonu Finansal Analiz Grafiği

5 ELEKTRİK SİSTEMLERİ

5.1 DAĞITIM SİSTEMLERİ

5.1.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Kampüs genelinde elektrik enerjisi, **tek bir elektrik aboneliği** üzerinden temin edilmekte olup, enerji dağıtımı kampüs içerisine yayılmış **20 adet dağıtım trafosu** aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Elektrik faturaları bina bazında ayrıştırılmamakta, tüketimler merkezi olarak izlenmektedir.

Mevcut durumda trafolar, kampüs içerisindeki fakülteler, idari binalar, sosyal tesisler ve yardımcı işletmeler (ısı merkezi, yüzme havuzu vb.) esas alınarak konumlandırılmıştır. Her bir trafo belirli bina veya bina gruplarını besleyecek şekilde projelendirilmiş olup, trafoların büyük bölümü bina yakınlarında veya ilgili tesislere ait trafo binalarında yer almaktadır.

Kampüs genelinde bulunan trafoların toplam kurulu gücü **20.120 kVA**'dır. Trafo güçleri **630 kVA ile 1.600 kVA** arasında değişmekte olup, özellikle büyük fakülte binaları, rektörlük, ısı merkezi ve kompanzasyon sistemi için yüksek güçlü trafolar tesis edilmiştir.

Isı merkezi, yüzme havuzu ve kompanzasyon sistemi gibi yüksek elektrik tüketimine sahip birimler ayrı trafolar üzerinden beslenmektedir. Bu durum, büyük tüketicilerin kampüs genelindeki diğer binalardan elektriksel olarak ayrılmasını sağlamakta, ancak tek abonelik yapısı nedeniyle tüketimlerin bina bazında enerji performansı açısından detaylı analizini sınırlamaktadır.

Mevcut trafo yerleşimi ve güç dağılımı, kampüsün mevcut kullanım ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeydedir. Ancak tek sayaçlı abonelik yapısı nedeniyle;

- Bina bazında elektrik tüketimlerinin izlenmesi,
- Enerji verimliliği önlemlerinin etkisinin ölçülmesi,
- Yük profilinin bina özelinde değerlendirilmesi

mümkün olmamaktadır.

Bu kapsamda elektrik dağıtım sistemi, **altyapı açısından yeterli**, ancak **ölçüm ve izleme kabiliyeti açısından sınırlı** bir yapıdadır.



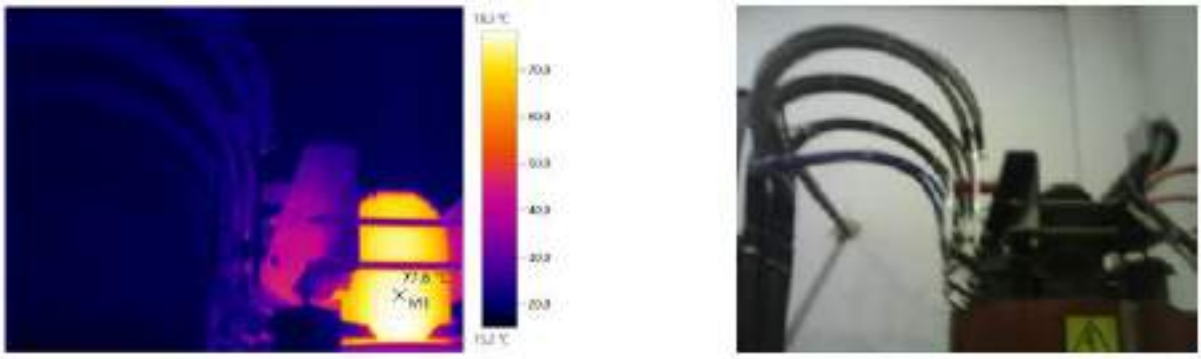
Resim 237. Kompanzasyon Sistemi ve Trafosu

Tablo 93. Trafo Listesi

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ TRAFOLARI				
Trafo No	**Trafo Adı**	**Trafonun Bulunduğu yer**	**Trafo Gücü (KVA)**	**Tesisat No**
TR1	Isı Merkezi Besleme	Isı Merkezi	1000	4003170597
TR2	Veterinerlik Fakültesi	Veterinerlik Fakültesi Trafo Binası	1600	
TR3	Veterinerlik Fakültesi	Veterinerlik Fakültesi Trafo Binası	1600	
TR4	Eğitim Fakültesi	Eğitim Fakültesi	630	
TR5	Mühendislik Fakültesi (Eski)	Mühendislik Fakültesi Üst Kısım	1000	
TR6	Fen Edebiyat Fakültesi (Yeni)	Mühendislik Fakültesi Üst Kısım	1000	
TR7	Mühendislik Fakültesi (Yeni)	Mühendislik Fakültesi Alt Kısım	800	
TR8	Fen Edebiyat Fakültesi (Eski)	Mühendislik Fakültesi Alt Kısım	800	
TR9	Hüseyin Aytemiz Araştırma Merkezi	Hüseyin Aytemiz Araştırma Mer.	630	
TR10	Beden Eğitimi Meslek Yüksek Okulu	Beden Eğitimi MYO	630	
TR11	Kütüphane	Rektörlük Park Alanı	1000	
TR12	Rektörlük Yeni Bina	Rektörlük Park Alanı	1600	
TR13	İktisat Fakültesi	İktisat Fakültesi Üst Kısım	1000	
TR14	Eğitim Fakültesi Yeni Bina (İleride)	İktisat Fakültesi Üst Kısım	1000	
TR15	Hukuk Fakültesi	Hukuk Fakültesi Alt Kısım	800	
TR16	Hukuk Fakültesi Yeni Bina (mevcut)	Hukuk Fakültesi Alt Kısım	800	
TR17	Yapı Şube Eski Bina	Yapı İşleri Atelyeler	630	
TR18	Kırıkkale Meslek Yüksek Okulu	Kırıkkale MYO Isı Merkezi	1000	
TR19	Kompanzasyon Sistemi	Kompanzasyon Sistemi	1600	
TR20	Kapalı Yüzme Havuzu	Kapalı Yüzme Havuzu	1000	
		TOPLAM TRAFO GÜCÜ	**20120**	

5.1.2 Ölçümler ve Tespit

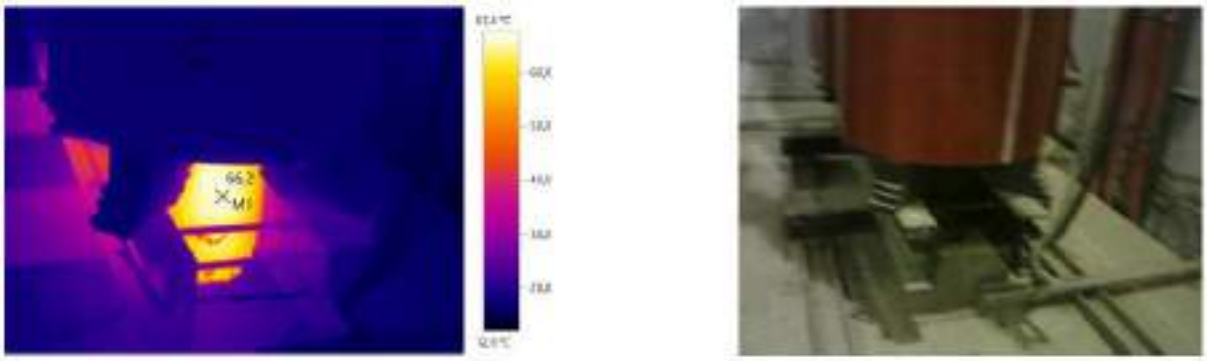
Elektrik panolarından termal ölçümler alınmıştır. Ölçümlere göre aşırı ısınma görülmemiştir. Panolardan alınan termal görüntüler aşağıdadır.



Resim verileri: Tarih:	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	23:33:48	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000986.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	77,6	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	21,3	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 3	19,5	0,96	36,0	-



Resim verileri: Tarih:	10.12.2025	**Emisyon derecesi:**	0,96
Saat:	23:34:00	**Yans. sıc. [°C]:**	36,0
Dosya:	IR000987.BMT		

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
Ölçme noktası 1	66,2	0,96	36,0	-
Ölçme noktası 2	16,7	0,96	36,0	-

Grafik 23. Panolardan Alınan Termal Görüntüler



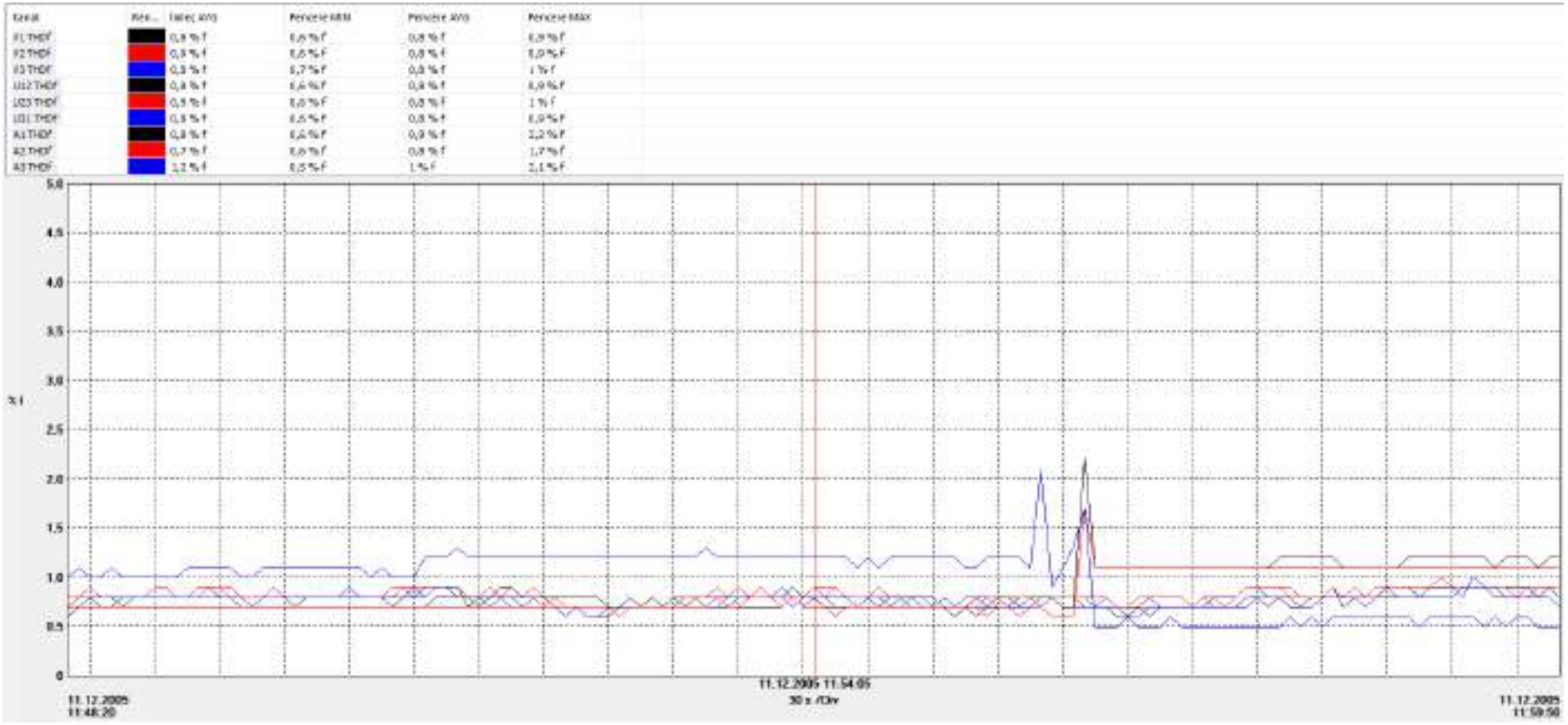
Resim 238. Ana Girişten Alınan Enerji Analizörü Ölçümü

Ana dağıtım panosundan enerji analizörü ölçümü alınmıştır.

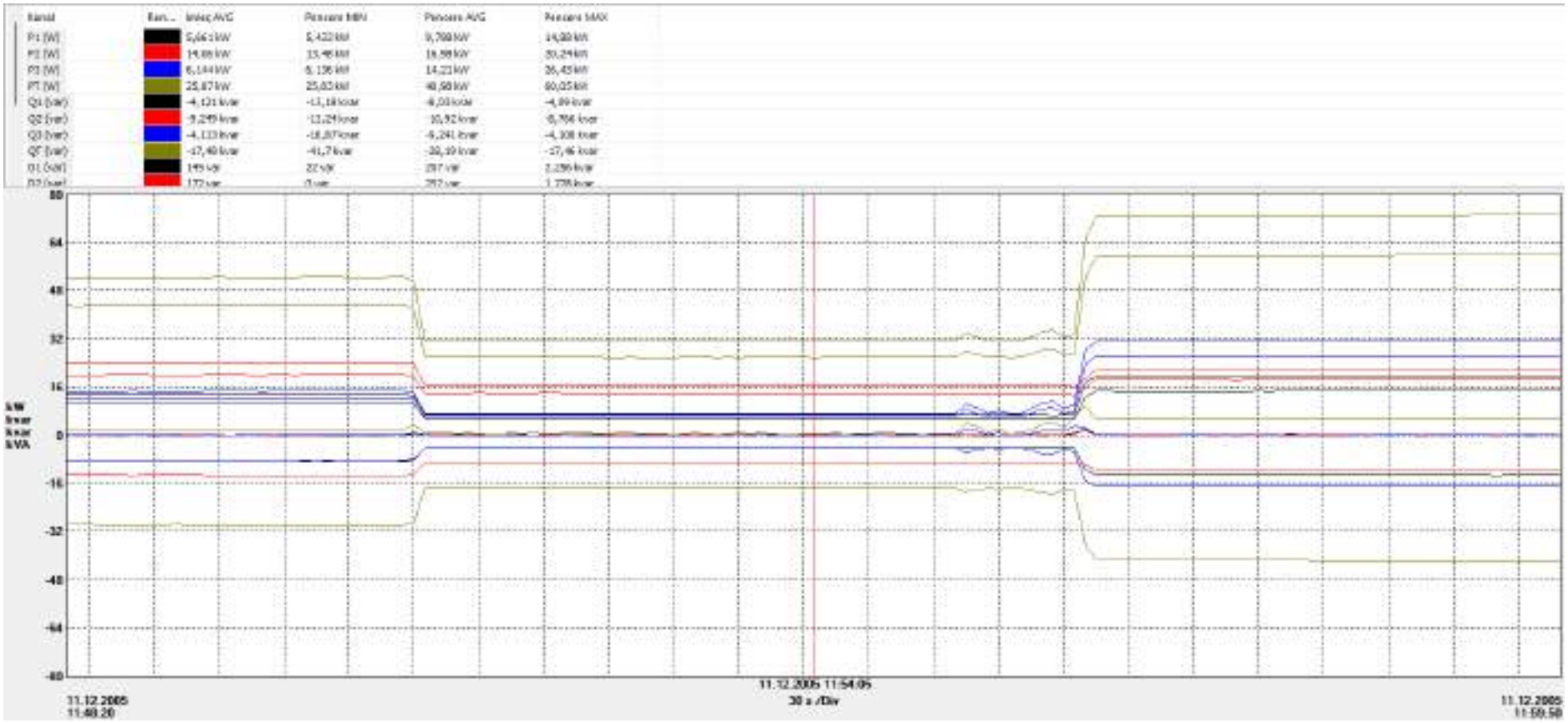
Harmonik analizi 50 kademe için yapılmıştır. Harmonik seviyeleri sınır değerlerin altındadır.

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

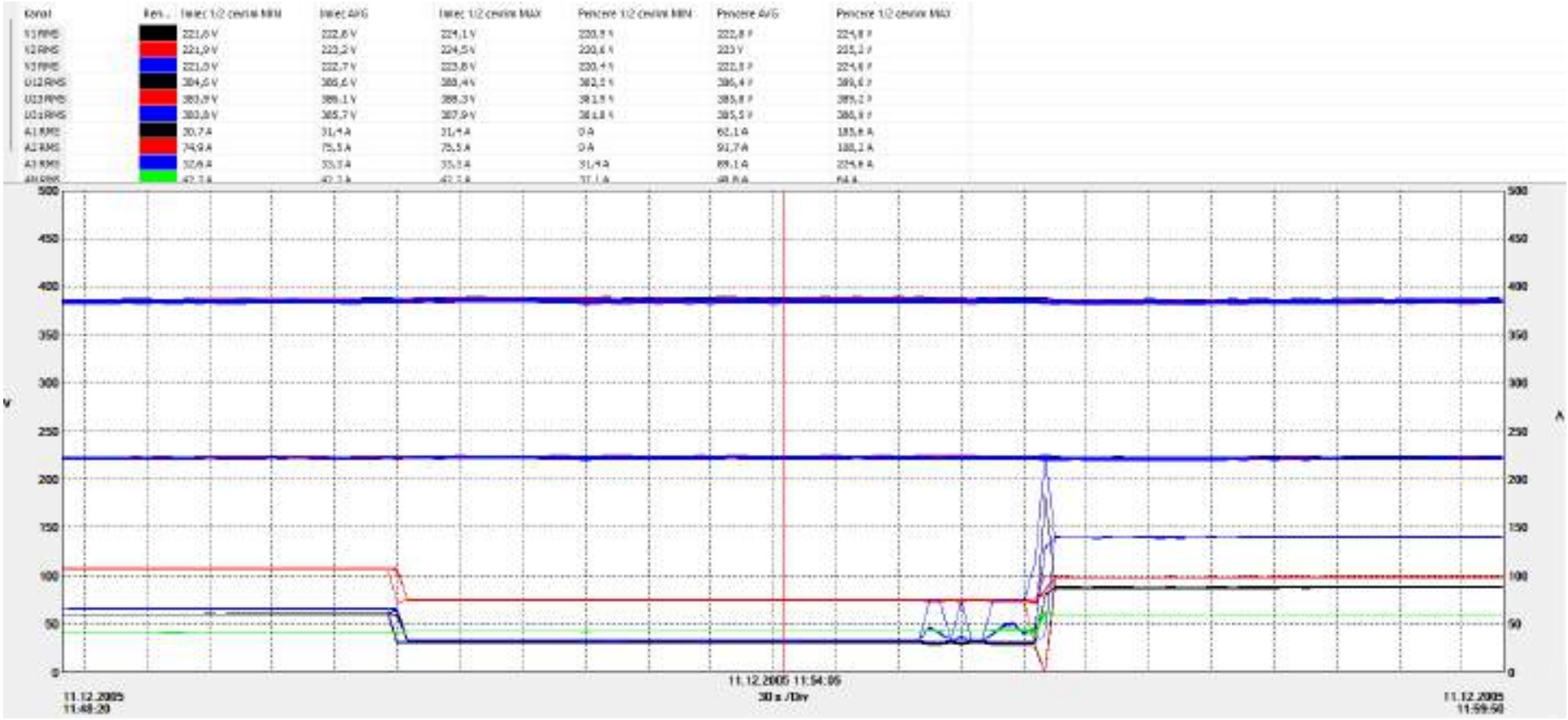
IEEE 519 standardına göre toplam gerilim harmonik bozulma oranının (THDv) %5'in altında olması gerekmektedir. Akım harmoniği ise %8-12 arası kabul edilebilir seviyedir. Ölçümlere göre max akım harmoniği %2,2'dir ve kabul edilebilir seviyededir.



Grafik 24. Toplam Harmonik Analizi



Grafik 25. Güç Çekişi



Grafik 26. RMS Değerleri

5.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Kompanzasyon panosu çıkışından alınan enerji analizörü kayıtları incelendiğinde:

- Faz akımlarının genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu, ancak yük değişimlerine bağlı olarak **kısa süreli dengesizlikler oluştuğu**,
- Toplam yük altında **reaktif güç bileşeninin mevcut olduğu**, bu nedenle kompanzasyon sisteminin aktif olarak devrede çalıştığı,
- Akım harmoniklerinin ağırlıklı olarak **3. Kademede** olduğu ve max sınır değerlerin altında kaldığı,
- Gerilim harmoniklerinin ise genel olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

Bu bulgular, kampüs genelinde farklı kullanım profillerine sahip binaların (derslikler, laboratuvarlar, spor tesisleri, kütüphane vb.) aynı anda devrede olmasından kaynaklı olarak **zamana bağlı yük dalgalanmalarının** oluştuğunu göstermektedir.

5.1.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Bir öneri bulunmamaktadır.

5.2 POMPA

5.2.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

İncelenen yerleşkede ısıtma ve soğutma sistemlerine hizmet veren sirkülasyon pompaları, ana ısı merkezi, bina bazlı eşanjör daireleri ve chiller tesisleri bünyesinde konumlandırılmıştır. Pompa sistemleri genel olarak **paralel çalışmaya uygun**, **yedekli** ve **merkezi otomasyon sistemi üzerinden kumanda edilen** bir yapıya sahiptir.

- **Isıtma Sistemi Pompaları**

Isıtma sistemine ait pompalar kızgın su ve sıcak su devrelerinde kullanılmakta olup, **ısıtma sezonu boyunca 7/24 çalışma esasına göre** işletilmektedir. Ana ısı merkezinde yer alan pompa grupları, kampüs geneline ve belirli fakülte/binalara kızgın su temin edecek şekilde tasarlanmıştır. Pompa gruplarında genellikle **1 pompa çalışır, 1 pompa yedek** olacak şekilde işletme yapılmakta, bazı noktalarda ise **3 pompalı sistemlerde tek pompa çalışması** söz konusu olabilmektedir.

VSD kontrollü ısıtma pompaları, otomasyon sistemi üzerinden **diferansiyel basınç set değerine göre** çalışmakta olup, debi ihtiyacına bağlı olarak pompa devirleri otomatik olarak ayarlanmaktadır. Pompa devreye alma ve durdurma işlemleri otomasyon sistemi üzerinden yapılmakta, manuel sürekli işletme bulunmamaktadır.

- **Soğutma Sistemi Pompaları**

Soğutma sistemine ait pompalar chiller primer ve sekonder devrelerine hizmet etmekte olup, **soğutma sezonunda ve ağırlıklı olarak mesai saatlerinde** çalışmaktadır. Chillerlerin devrede olmadığı veya işletmeye alınmadığı durumlarda, bu cihazlara ait sirkülasyon pompaları da çalışmamaktadır.

Soğutma pompalarının bir kısmı **sabit devirli**, bir kısmı ise **VSD kontrollü** olarak işletilmektedir. VSD kontrollü soğutma pompalarında da kontrol mantığı basınç set değerine dayalıdır. Ancak chiller primer devrelerinde değişken debi ihtiyacı sınırlı olduğundan, pompalar çoğunlukla belirli bir çalışma aralığında işletilmektedir.

- **Pompa Envanteri**

Yerleşke genelinde bulunan pompalar için;

- Pompa lokasyonu
- Hizmet verdiği hat (kızgın su, sıcak su, chiller primer vb.)
- Çalışma şekli (sabit devir / VSD kontrollü)
- Motor gücü
- Marka ve model bilgileri
- Verim sınıfı
- Pompa adedi ve yedekleme durumu

bilgilerini içeren detaylı **pompa envanteri ve ölçüm tablosu** hazırlanmış ve değerlendirmelere esas alınmıştır.

Tablo 94. Pompa Envanter Listesi

Bina	Hat	Bastığı Yer	Adet	Marka	Model	Güç (kW)	Verim	Çalışma
Ana Isı Merkezi	Isıtma	Veterinerlik	3	Wilo	IL80/200-22/2	22	EFF2	VSD
	Isıtma	Tüm Kampüs	3		IL125/170-37/2	37	IE3	VSD
MYO Isı Merkezi	Isıtma	İdari Bina	2	Mas	INM80-800-204	3	EFF2	On Off
	Isıtma	Kantin	2	Mas	INM80-800-204	3	EFF2	On Off
	Isıtma	A-B Blok	2	Mas	INM80-800-204	3	EFF2	On Off
	Isıtma	Sağlık	2	Mas	INM65-200	2,2	EFF2	On Off
Veteriner Fakültesi	Isıtma	Alt santral zonu	2	Grundfos	80-140/2-A-F-A-BAQE	2,2	EFF1	On Off
	Isıtma	Üst Santral Zonu	3	Grundfos	100-160/2 A-F-A--BAQE	4	EFF1	On Off
	Isıtma	3. Zon Radyatör	2	Grundfos	UPS 65-120 F	1,15		On Off
	Isıtma	2. Zon Radyatör	2	Grundfos	UPS 65-120 F	1,15		On Off
	Isıtma	1. Zon Radyatör	2	Grundfos	UPS 65-120 F	1,15		On Off
	Sıcak Su	Akümülasyon Tankı	2	Grundfos	80-140/2-A-F-A-BAQE	2,2	EFF1	On Off
	Sıcak Su	Sirkülasyon	2	Grundfos	UPS 32-120 F	0,38		On Off
	Soğutma	Chiller	4	Grundfos	NB 65-125/144 A-F-A-BAQE	11	EFF1	On Off
	Soğutma	Alt santral zonu	2	Grundfos	TP 100-130/4 A-F-A-BAQE	4	EFF1	On Off
	Soğutma	Üst Santral Zonu	4	Grundfos	TP 100-170/4 A-F-A-BAQE	5,5	EFF1	On Off
Merkezi Derslikler	Sıcak Su		2	Standart	NTM MAX II S 65/120 F340	0,81		VSD
	Isıtma	Radyatör	2	Standart	ECO SNL 65-125	3	IE3	VSD
	Isıtma	Santral	2	Standart	ECO SNL 65-200	1,5	IE3	VSD
	Soğutma	Chiller	3	Standart	ECO SNL 65-125	4	IE3	VSD
	Soğutma	Santral	3	Standart	ECO SNL 50-125	3	IE3	VSD
	Soğutma	Santral	4	Standart	ECO SNL 65-125	2	IE3	VSD
Hukuk Fakültesi	Isıtma	Radyatör	2	Wilo	Top-S65/15	1,685		On Off
	Isıtma	Santral	2	Wilo	Top-STG 65/10	0,845		On Off
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	Isıtma	Radyatör H Blok	2	Wilo	Top-S65/13	1,45		On Off
	Isıtma	Santral H Blok	2	Wilo	Top-S/SD 65/13	1,45		On Off
	Isıtma	Radyatör C Blok	2	Wilo	Top-S50/15	1,6		On Off
	Isıtma	Santral C Blok	2	Wilo	Top-S/SD 65/13	1,45		On Off
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	Isıtma O	Radyatör	2	Wilo	Top-S 50/10	0,88		On Off
	Isıtma O	Santral	2	Wilo	Top-S 40/10	0,585		On Off
	Isıtma K	Radyatör	2	Wilo	Top-S 50/10	0,88		On Off
	Isıtma K	Santral	2	Wilo	Top-S 40/10	0,585		On Off
	Isıtma Ek Derslik	Radyatör	2	Wilo	Yonos MAXO 65/0,5-12	0,8		On Off
	Isıtma Ek Derslik	Santral	2	Wilo	Yonos MAXO 65/0,5-12	0,8		On Off
Güzel Sanatlar ve Eğitim Bilimleri Fakültesi	Isıtma	Radyatör	2	Wilo	Yonos MAXO 80/0,5-12	1,55		On Off
	Isıtma	Radyatör	2	Wilo	Yonos MAXO 65/0,5-12	0,8		On Off
Mühendislik Fakültesi	Isıtma A Blok	Radyatör	2	Wilo	Top-S 65/13	1,45		On Off
	Isıtma A Blok	Santral	2	Wilo	Top-S 65/13	1,45		On Off
	Isıtma A Blok	Radyatör	2	Wilo	Top-S 50/15	1,6		On Off
	Isıtma A	Santral	2	Wilo	Top-S 50/7	0,61		On Off

Bina	Hat	Bastığı Yer	Adet	Marka	Model	Güç (kW)	Verim	Çalışma
	Blok							
	Isıtma B Blok	Radyatör	2	Wilo	Top-S 65/13	1,45		On Off
	Isıtma B Blok	Santral	2	Wilo	Top-S 65/13	1,45		On Off
	Isıtma B Blok	Radyatör	2	Wilo	Top-S 50/10	0,88		On Off
	Isıtma B Blok	Santral	2	Wilo	Top-S 50/7	0,625		On Off
	Isıtma C Blok	Radyatör	2	Wilo	Top-S 65/13	1,45		On Off
	Isıtma C Blok	Santral	2	Wilo	Top-S 40/10	0,585		On Off
	Sıcak Su		2	Wilo	Yonos MAXO 25/0,5-7	0,12		On Off
	Soğutma	Chiller	2	Wilo	IPL65/155-7,5/2	7,5		On Off
	Soğutma	Santral	2	Wilo	IPL65/165-5,5/2	5,5		On Off
Spor Bilimleri Fakültesi	Isıtma D Blok	Döşemeden Isıtma	2	Wilo	Top-STG 50/15	1,57		On Off
AB Ofisi ve Yemekhane	Isıtma A	Döşemeden Isıtma	2	Wilo	Top-S50/15	1,6		On Off
Spor Bilimleri Derslikler	Isıtma B	Döşemeden Isıtma	2	Wilo	Top-S/SD50/15	1,6		On Off
Sosyal Tesisler ve Konuk Evi	Isıtma C	Döşemeden Isıtma	2	Wilo	Top-S50/15	1,45		On Off
	Isıtma D	Santral	2	Wilo	Top-S65/13	1,45		On Off
	Sıcak Su	Boyler	2	Wilo	Top-S50-10	0,88		On Off
	Sıcak Su	Güneş Kollektörü	2	Grundfos	Magna1 25-120 180	0,188		On Off
	Sıcak Su	Resirkülasyon	2	Wilo	Top-S40/7	0,41		On Off
Yemekhane Yanı Spor Salonu	Isıtma	Radyatör	2	Grundfos	UPSD 40-60 F	0,25		On Off
	Sıcak Su	Boyler	2	Grundfos	Magna D 40-100 F 240	0,18		On Off
Kapalı Spor Salonu	Isıtma	Hava Apareyi	2	Alarko	NPC AI 4/100	0,161		On Off
	Sıcak Su	Güneş Kollektörü	1	DAB	VA55/180X	0,045		On Off
Cami	Isıtma	Yerden Isıtma	2	Wilo	Top-S25/10	0,39		On Off
	Sıcak Su	Boyler	2	Wilo	Star-RS25/7	0,132		On Off
	Sıcak Su	Resirkülasyon	2	Wilo	Star-Znova (Row)	0,0045		On Off
Kütüphane	Isıtma	Yerden Isıtma	3	Wilo	Top-S65/15	1,685		On Off
	Isıtma	Santral	2	Wilo	Top-S65/13	1,45		On Off
Rektörlük-İdari Bina	Isıtma	Radyatör	2	Wilo	Top-S65/13	1,45		On Off
	Isıtma	Santral	2	Wilo	Top-S30/10	0,39		On Off
Rektörlük Binası	Isıtma	Radyatör	2	Wilo	Top-40/15	0,905		On Off
	Isıtma	Santral	2	Wilo	Top-S30/10	0,39		On Off



Resim 239. Veterinerlik Kızgın Su Pompaları



Resim 240. Ana Kızgın Su Hattı Pompası







Resim 241. MYO Örnek Pompa





Resim 242. Eşanjör Dairesi Isıtma Pompası Örneği



Resim 243. Merkezi Derslik VSD Kontrollü Pompalar ve Panoları



Resim 244. Merkezi Derslik Örnek Pompa Etiketi

5.2.2 Ölçümler ve Tespit

Saha çalışmaları kapsamında kampüs genelinde yer alan kızgın su ve soğutma suyu pompalarında işletme koşullarını temsil edecek şekilde **yerinde ölçümler** gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, pompaların **normal işletme rejiminde** ve otomasyon sistemi üzerinden çalıştığı anlarda alınmıştır.

Elektriksel ölçümler kapsamında pompaların **çektiği aktif güç (kW)** değerleri, motor besleme panoları ve VSD kontrol ekranları üzerinden okunmuş; hidrolik tarafta ise **basma yüksekliği (mSS / bar)** ve mevcut olması halinde **debi** değerleri değerlendirmeye esas alınmıştır. Debi ölçümü yapılamayan hatlarda, ölçülen basınç farkı ve pompa çalışma karakteristikleri dikkate alınarak sistem davranışı analiz edilmiştir.

VSD kontrollü pompalarda, **frekans (Hz)**, **basınç set değeri** ve **anlık basınç** bilgileri otomasyon ekranları üzerinden kayıt altına alınmış; sabit devirli pompalarda ise pompa etiket bilgileri ve saha ölçümleri birlikte değerlendirilmiştir. Paralel çalışan pompa gruplarında ölçümler, **çalışan pompaların tamamını kapsayacak şekilde sistem bazında** alınmıştır.

Isıtma sistemi pompalarının ısıtma sezonu boyunca **7/24 sürekli çalıştığı**, soğutma sistemi pompalarının ise soğutma sezonunda ve ağırlıklı olarak **mesai saatlerinde** devrede olduğu tespit edilmiştir. Çalışmayan veya devreye alınmayan chillerlere ait soğutma pompalarının da ilgili dönemlerde işletmede olmadığı görülmüştür.

Yapılan ölçümler sonucunda pompaların genel olarak **sistemin ihtiyacını karşılayacak şekilde çalıştığı**, ancak bazı pompa gruplarında **düşük basma yüksekliği, düşük hidrolik güç ve görece düşük sistem verimi** değerlerinin dikkat çektiği gözlemlenmiştir. Bu durum, pompa seçimi, paralel çalışma düzeni, kontrol stratejisi ve sistem hidrolik yapısı ile ilişkili olabilecek potansiyel verimlilik alanlarına işaret etmektedir.

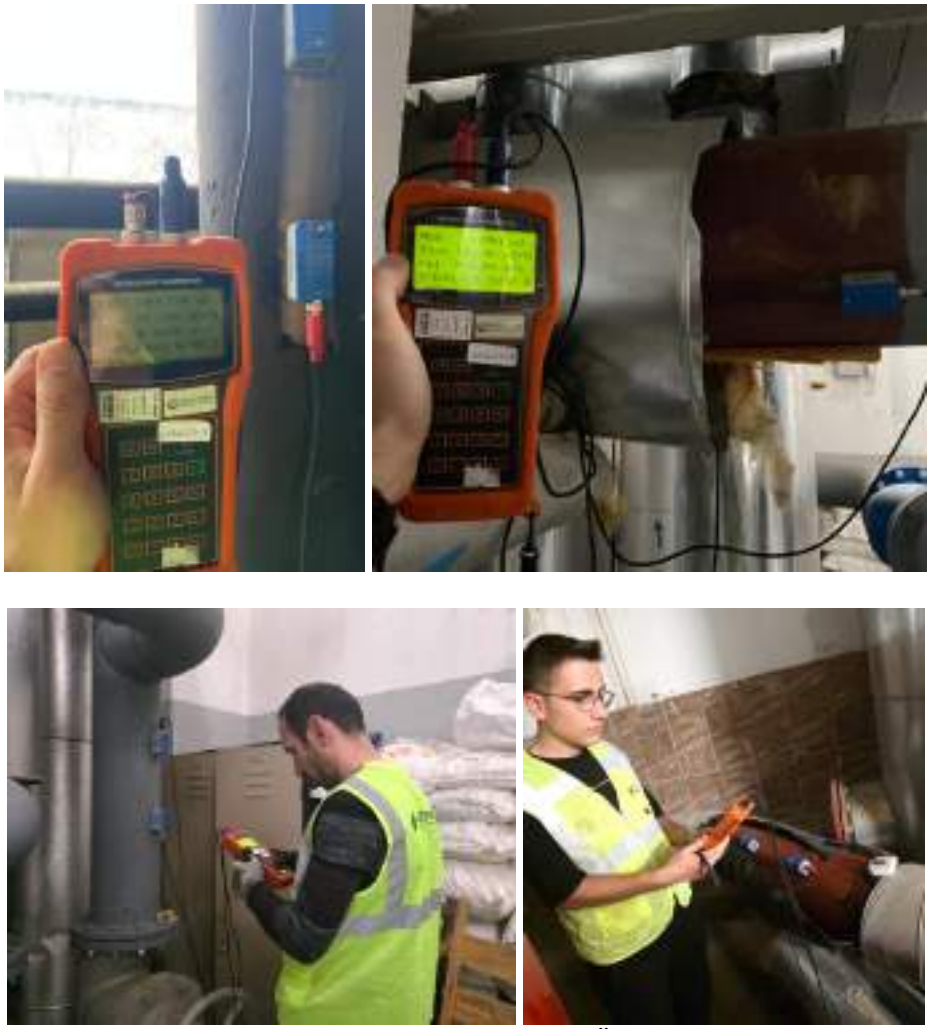
Bu kapsamda elde edilen ölçüm verileri, bir sonraki aşamada **hidrolik güç, pompa verimi ve sistem verimi** hesaplarında kullanılarak detaylı şekilde değerlendirilmiştir.



Resim 245. Pompa Enerji Ölçümü



Resim 246. Pompa Basınç Ölçümü


Resim 247. Pompa Debi Ölçümü

5.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Bu bölümde, kampüs genelinde bulunan ısıtma ve soğutma sistemlerine ait sirkülasyon pompalarının mevcut çalışma koşulları değerlendirilmiştir. Değerlendirme kapsamında, sahada ölçüm alınabilen pompalar için debi, basma yüksekliği, hidrolik güç, elektriksel güç ve sistem verimleri hesaplanmış; ölçüm alınamayan pompalar için ise mevcut envanter bilgileri, kullanım süreleri ve işletme koşulları dikkate alınarak genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Pompa ölçümleri; enerji analizörü, diferansiyel basınç okumaları ve otomasyon sistemi üzerinden elde edilen veriler esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan pompalar için hidrolik güç ve sistem verimleri hesaplanmış, ölçüm yapılmayan pompaların ise düşük güçte çalışması, sınırlı kullanım süresi veya ilgili dönemde devrede olmamaları nedeniyle ayrı bir başlık altında ele alınması uygun görülmüştür.

Aşağıda, ölçüm yapılan pompalar için hesaplanan teknik veriler özetlenmiştir.

Tablo 95. Pompa Verim Hesabı

	Kampüs Kızgın Su Pompası	Veterinerlik Kızgın Su Pompası	Veterinerlik Chiller Pompası	Merkezi Derslik Chiller Pompası	MYO A Blok Pompa
P1: Spindle power (kW)	22,29	4,98	9,44	5,78	2,56
P2: Electric power (kW)	23,79	5,294	10,41	6,57	3,098
ηm : Pump motor efficiency	94%	94%	91%	88%	82,6%
Phid : Hydraulic power (kW)	7,58	2,56	3,77	1,98	0,53
Q: Pump flow (m3/h)	121	47	135,65	47,407	64,95
H: Pump head (mSS)	23	20	10,2	15,3	3
ρ: Liquid density (kg/m3)	1000	1000	1000	1000	1000
g: Gravitational acceleration (9.81 m/s2)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
ηsis : System efficiency (%)	31,9%	48,4%	36,2%	30,1%	17,1%
ηp : Pump efficiency (%)	34,0%	51,5%	39,9%	34,2%	20,7%

Ana Isı Merkezi – Kampüs Geneli Kızgın Su Pompaları

Ana ısı merkezinde kampüs geneline kızgın su basan pompalar VSD kontrollü olarak çalışmaktadır. Ölçümler, sistemin tamamını temsil edecek şekilde iki paralel pompanın birlikte çalıştığı durumda alınmıştır. Ölçülen elektriksel güç değerleri ile hesaplanan hidrolik güç karşılaştırıldığında, sistem veriminin yaklaşık %32 seviyelerinde olduğu görülmektedir. Bu değer, büyük ölçekli ve uzun hatlara sahip merkezi ısıtma sistemleri için kabul edilebilir olmakla birlikte, paralel çalışan pompaların farklı frekanslarda işletilmesi durumunda hidrolik uyumsuzluk ve ilave enerji kayıpları oluşabileceği değerlendirilmiştir. Bu husus, enerji verimliliği önlemleri bölümünde ayrıca ele alınacaktır.

Veterinerlik Fakültesi – Kızgın Su Pompası

Veterinerlik Fakültesi kızgın su hattında çalışan pompa VSD kontrollüdür. Hat üzerinde debi ölçümü yapılamamış olmakla birlikte, otomasyon sisteminden okunan yaklaşık 2 bar diferansiyel basınç ve elektriksel güç ölçümleri esas alınarak yapılan hesaplamalarda, pompanın sistem ihtiyacına uygun bir çalışma noktasında çalıştığı görülmüştür. Mevcut çalışma koşulları itibarıyla pompa işletmesinin uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Veterinerlik Fakültesi – Chiller Primer Devre Pompası

Veterinerlik binasında bulunan chiller primer devre pompası sabit devirli olup EFF1 verim sınıfı motora sahiptir. Ölçülen debi ve basma yüksekliği değerleri pompa etiket bilgileri ile uyumludur. Chiller primer devre yapısı gereği değişken debi ihtiyacı bulunmamakta olup, mevcut işletme açısından sistemsel bir uygunsuzluk tespit edilmemiştir. Ancak pompanın eski teknoloji olması nedeniyle, enerji verimliliği önlemleri kapsamında daha yüksek verimli pompa alternatiflerinin değerlendirilmesi mümkündür.

Merkezi Derslikler – Chiller Pompası

Merkezi derslikler chiller pompa grubu VSD kontrollü olup primer devre olarak çalışmaktadır. Ölçüm sonuçları, pompanın mevcut sistem ihtiyacına uygun bir basma yüksekliği ve debide çalıştığını göstermektedir. Değişken debi gereksinimi olmamasına rağmen VSD ile çalıştırılması, kısmi yüklerde elektriksel tüketimi sınırlamakta ve işletme açısından olumlu değerlendirilmektedir.

MYO A Blok – Isıtma Pompası

MYO A Blok'ta bulunan ısıtma pompası sabit devirli ve EFF2 verim sınıfındadır. Ölçümlerde pompa düşük basma yüksekliği (yaklaşık 3 mSS) ile çalışmasına rağmen elektriksel güç tüketiminin hidrolik güce oranla yüksek olduğu görülmüştür. Hesaplanan sistem verimi yaklaşık %17 seviyesindedir. Bu durum, pompanın sistem ihtiyacına göre büyük seçilmiş olabileceğini veya hidrolik dengelemenin yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu pompa, verim artırıcı önlemler açısından öncelikli değerlendirilmesi gereken ekipmanlar arasında yer almaktadır.

Ölçüm Yapılmayan Pompalar – Genel Değerlendirme

Ölçüm yapılmayan pompalar; düşük güçte çalışan, yıl içinde sınırlı süre devrede olan veya ilgili ölçüm döneminde işletmede bulunmayan pompalardan oluşmaktadır. Bu pompaların büyük bir kısmı tek pompa + yedek pompa prensibi ile çalışmakta olup, otomasyon sistemi üzerinden manuel olarak devreye alınmaktadır. Isıtma pompaları ısıtma sezonu boyunca 7/24 çalışmakta, soğutma pompaları ise yalnızca soğutma sezonunda ve mesai saatlerinde devreye alınmaktadır.

Bu kapsamda, ölçüm yapılmayan pompalar için detaylı enerji analizi yerine, genel işletme koşulları, motor verim sınıfları ve kullanım süreleri dikkate alınarak toplu değerlendirme yapılması uygun görülmüştür. Bu pompalar için öneriler, enerji verimliliği önlemleri bölümünde sistematik olarak ele alınacaktır.

5.2.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Kampüs genelinde yer alan ısıtma ve soğutma sistemlerine ait sirkülasyon pompaları; güçleri, çalışma süreleri, kontrol tipleri (VSD / sabit devir) ve sistem içindeki fonksiyonları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümler ve saha gözlemleri sonucunda, bazı pompalar için işletme optimizasyonu önerilirken, bazı pompalar için mevcut durumun korunmasının daha uygun olduğu, eski teknoloji ve düşük verimli pompalar için ise ekipman değişimi ile enerji tasarrufu potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir.

Ana Isı Merkezi – Kampüs Geneli Kızgın Su Pompası

Ana Isı Merkezi'nde kampüs geneline kızgın su basan pompa grubunda, paralel çalışan pompaların aynı hidrolik şartlarda **farklı frekanslarda** (bir pompanın şebeke frekansına yakın, diğerinin düşük frekansta) çalıştığı görülmüştür. Bu çalışma şekli, paralel pompa sistemlerinde **hidrolik dengesizlik**, pompa eğrisinin dışında çalışma ve sistem veriminin düşmesi gibi olumsuzluklara yol açabilmektedir.

Mevcut durumda pompa grubunda tek bir VSD bulunması nedeniyle, paralel çalışan pompaların optimum ve senkronize şekilde kontrol edilemediği değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, pompa kontrol panosunun revize edilerek paralel çalışan pompaların **uyumlu ve ortak kontrol stratejisi** ile işletilmesi önerilmektedir. Bu iyileştirme ile ilave ekipman değişimine gerek kalmadan, mevcut pompa grubunun daha verimli ve kararlı çalışması sağlanabilecektir.

VSD'li Pompalar – Mevcut Durumun Korunması

Ana Isı Merkezi ve Merkezi Derslikler binalarında bulunan VSD kontrollü sirkülasyon pompalarının, basınç kontrollü olarak işletildiği ve ölçüm sonuçlarına göre sistem ihtiyaçlarına uyumlu çalıştığı görülmüştür. Bu pompalar için ilave bir ekipman değişimi önerilmemekte olup, mevcut işletme şartlarının korunması yeterli görülmektedir.

Çalıştırılmayan / Devre Dışı Chiller Pompaları

Kampüste yer alan bazı soğutma sistemlerinde, chillerlerin devrede olmaması veya kısıtlı çalıştırılması nedeniyle ilgili sirkülasyon pompalarının da çalışmadığı tespit edilmiştir. Bu pompalar için mevcut durumda aktif bir enerji tüketimi söz konusu olmadığından, bu aşamada herhangi bir iyileştirme veya yatırım önerisi geliştirilmemiştir.

Eski Teknoloji – Sabit Devirli Pompalar (DEĞİŞİM ÖNERİSİ)

Isıtma ve soğutma sistemlerinde yer alan, sabit devirli, eski teknoloji (EFF2 ve altı verim sınıfı) motorlara sahip ve düşük güç seviyesinde çalışan sirkülasyon pompaları için, yüksek verimli motorlu ve/veya elektronik kontrollü (IE3–IE4 sınıfı) yeni nesil pompalarla değiştirilmesi önerilmektedir. Bu pompalar genellikle uzun süreli çalışmakta olup, özellikle ısıtma sezonunda 7/24 işletilen sistemlerde toplam enerji tüketimi üzerinde anlamlı bir paya sahiptir. Benzer uygulamalar ve literatürde yer alan saha deneyimleri dikkate alındığında, eski teknoloji sabit devirli pompaların yüksek verimli pompalarla değiştirilmesi halinde, pompa elektrik tüketiminde **%20–30 aralığında** tasarruf sağlanabileceği öngörülmektedir. Bu çalışma kapsamında, muhafazakâr bir yaklaşım benimsenerek tasarruf hesaplarında **%25 oranı** esas alınmıştır.

Tablo 96. Pompa Değişimi Tasarruf Analizi

Bina	Hat	Bastığı Yer	Güç (kW)	Yıllık Çalışma Süresi (Saat/Yıl)	Yıllık Elektrik Kullanımı (kWh/Yıl)	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Parasal Tasarruf (TL/Yıl)	Birim Maliyet (TL/Adet)	Adet	Toplam Maliyet (TL)	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)
MYO Isı Merkezi	Isıtma	İdari Bina	3	4320	9.720,00	2.430,00	12.441,60	110.000,00	2	220.000,00	17,7
	Isıtma	Kantin	3	4320	9.720,00	2.430,00	12.441,60	110.000,00	2	220.000,00	17,7
	Isıtma	A-B Blok	3	4320	9.720,00	2.430,00	12.441,60	110.000,00	2	220.000,00	17,7
	Isıtma	Sağlık	2,2	4320	7.128,00	1.782,00	9.123,84	45.000,00	2	90.000,00	9,9
Vereriner Fakültesi	Isıtma	Alt santral zonu	2,2	4320	7.128,00	1.782,00	9.123,84	45.000,00	2	90.000,00	9,9
	Isıtma	Üst Santral Zonu	4	4320	12.960,00	3.240,00	16.588,80	110.000,00	3	330.000,00	19,9
	Isıtma	3. Zon Radyatör	1,15	4320	3.726,00	931,50	4.769,28	45.000,00	2	90.000,00	18,9
	Isıtma	2. Zon Radyatör	1,15	4320	3.726,00	931,50	4.769,28	45.000,00	2	90.000,00	18,9
	Isıtma	1. Zon Radyatör	1,15	4320	3.726,00	931,50	4.769,28	45.000,00	2	90.000,00	18,9
	Sıcak Su	Akümülasyon Tankı	2,2	4320	7.128,00	1.782,00	9.123,84	45.000,00	2	90.000,00	9,9
	Sıcak Su	Sirkülasyon	0,38	4320	1.231,20	307,80	1.575,94	30.000,00	2	60.000,00	38,1
	Soğutma	Chiller	11	1200	9.900,00	2.475,00	12.672,00	220.000,00	4	880.000,00	69,4
	Soğutma	Alt santral zonu	4	1200	3.600,00	900,00	4.608,00	110.000,00	2	220.000,00	47,7
	Soğutma	Üst Santral Zonu	5,5	1200	4.950,00	1.237,50	6.336,00	110.000,00	4	440.000,00	69,4
Hukuk Fakültesi	Isıtma	Radyatör	1,69	4320	5.459,40	1.364,85	6.988,03	45.000,00	2	90.000,00	12,9
	Isıtma	Santral	0,85	4320	2.737,80	684,45	3.504,38	30.000,00	2	60.000,00	17,1
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	Isıtma	Radyatör H Blok	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Santral H Blok	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Radyatör C Blok	1,6	4320	5.184,00	1.296,00	6.635,52	45.000,00	2	90.000,00	13,6
	Isıtma	Santral C Blok	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	Isıtma	Radyatör	0,88	4320	2.851,20	712,80	3.649,54	30.000,00	2	60.000,00	16,4
	Isıtma	Santral	0,59	4320	1.895,40	473,85	2.426,11	30.000,00	2	60.000,00	24,7
	Isıtma	Radyatör	0,88	4320	2.851,20	712,80	3.649,54	30.000,00	2	60.000,00	16,4
	Isıtma	Santral	0,59	4320	1.895,40	473,85	2.426,11	30.000,00	2	60.000,00	24,7

Bina	Hat	Bastığı Yer	Güç (kW)	Yıllık Çalışma Süresi (Saat/Yıl)	Yıllık Elektrik Kullanımı (kWh/Yıl)	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Parasal Tasarruf (TL/Yıl)	Birim Maliyet (TL/Adet)	Adet	Toplam Maliyet (TL)	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Mühendislik Fakültesi	Isıtma	Radyatör	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Santral	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Radyatör	1,6	4320	5.184,00	1.296,00	6.635,52	45.000,00	2	90.000,00	13,6
	Isıtma	Santral	0,61	4320	1.976,40	494,10	2.529,79	30.000,00	2	60.000,00	23,7
	Isıtma	Radyatör	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Santral	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Radyatör	0,88	4320	2.851,20	712,80	3.649,54	30.000,00	2	60.000,00	16,4
	Isıtma	Santral	0,63	4320	2.025,00	506,25	2.592,00	30.000,00	2	60.000,00	23,1
	Isıtma	Radyatör	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Santral	0,59	4320	1.895,40	473,85	2.426,11	30.000,00	2	60.000,00	24,7
Spor Bilimleri Fakültesi	Isıtma	Döşemeden Isıtma	1,57	4320	5.086,80	1.271,70	6.511,10	45.000,00	2	90.000,00	13,8
	Isıtma	Döşemeden Isıtma	1,6	4320	5.184,00	1.296,00	6.635,52	45.000,00	2	90.000,00	13,6
	Isıtma	Döşemeden Isıtma	1,6	4320	5.184,00	1.296,00	6.635,52	45.000,00	2	90.000,00	13,6
Sosyal Tesisler ve Konuk Evi	Isıtma	Döşemeden Isıtma	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Santral	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Sıcak Su	Boyler	0,88	4320	2.851,20	712,80	3.649,54	30.000,00	2	60.000,00	16,4
	Sıcak Su	Resirkülasyon	0,41	4320	1.328,40	332,10	1.700,35	45.000,00	2	90.000,00	52,9
Kütüphane	Isıtma	Yerden Isıtma	1,69	4320	5.459,40	1.364,85	6.988,03	45.000,00	3	135.000,00	19,3
	Isıtma	Santral	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
Rektörlük-İdari Bina	Isıtma	Radyatör	1,45	4320	4.698,00	1.174,50	6.013,44	45.000,00	2	90.000,00	15,0
	Isıtma	Santral	0,39	4320	1.263,60	315,90	1.617,41	30.000,00	2	60.000,00	37,1
	Isıtma	Radyatör	0,91	4320	2.932,20	733,05	3.753,22	30.000,00	2	60.000,00	16,0
	Isıtma	Santral	0,39	4320	1.263,60	315,90	1.617,41	30.000,00	2	60.000,00	37,1
					Toplam	**54.524,70**	**279.166,46**		**100**	**5.755.000,00**	**20,6**

Tablo 97. Ana Isı Merkezi VSD İyileştirmesi Maliyeti

No	İş Kalemi	Tutar (TL)
1	2 adet 22–30 kW VSD	300.000,00
2	Pano revizyonu	150.000,00
3	Otomasyon yazılım & entegrasyon	100.000,00
4	Test – devreye alma	60.000,00
	TOPLAM (KDV Hariç)	**610.000,00**

Tablo 98. Ana Isı Merkezi VSD İyileştirmesi Geri Ödeme Süresi

Pompa Güç Çekişi (kW)	24
Yıllık Kullanım Süresi (Saat)	4320
Yıllık Enerji Tüketimi (kWh)	103680
Yıllık Enerji Tasarrufu (kWh)	20736
Yıllık Pasaral Tasarruf (TL/Yıl)	106.168,32
Maliyet (TL)	610.000,00
Geri Ödeme Süresi (Yıl)	5,7

Yapılan maliyet ve tasarruf analizlerinde, pompa değişimlerine ilişkin enerji verimliliği önlemleri toplam pompa envanteri üzerinden değerlendirilmiştir. Ancak, her bir pompa için hesaplanan **basit geri ödeme sürelerinin farklılık gösterdiği** görülmüştür.

Bu nedenle uygulama aşamasında, geri ödeme süresi daha kısa olan pompaların önceliklendirilerek değiştirilmesi, yatırım bütçesinin daha etkin kullanılmasını sağlayacaktır.

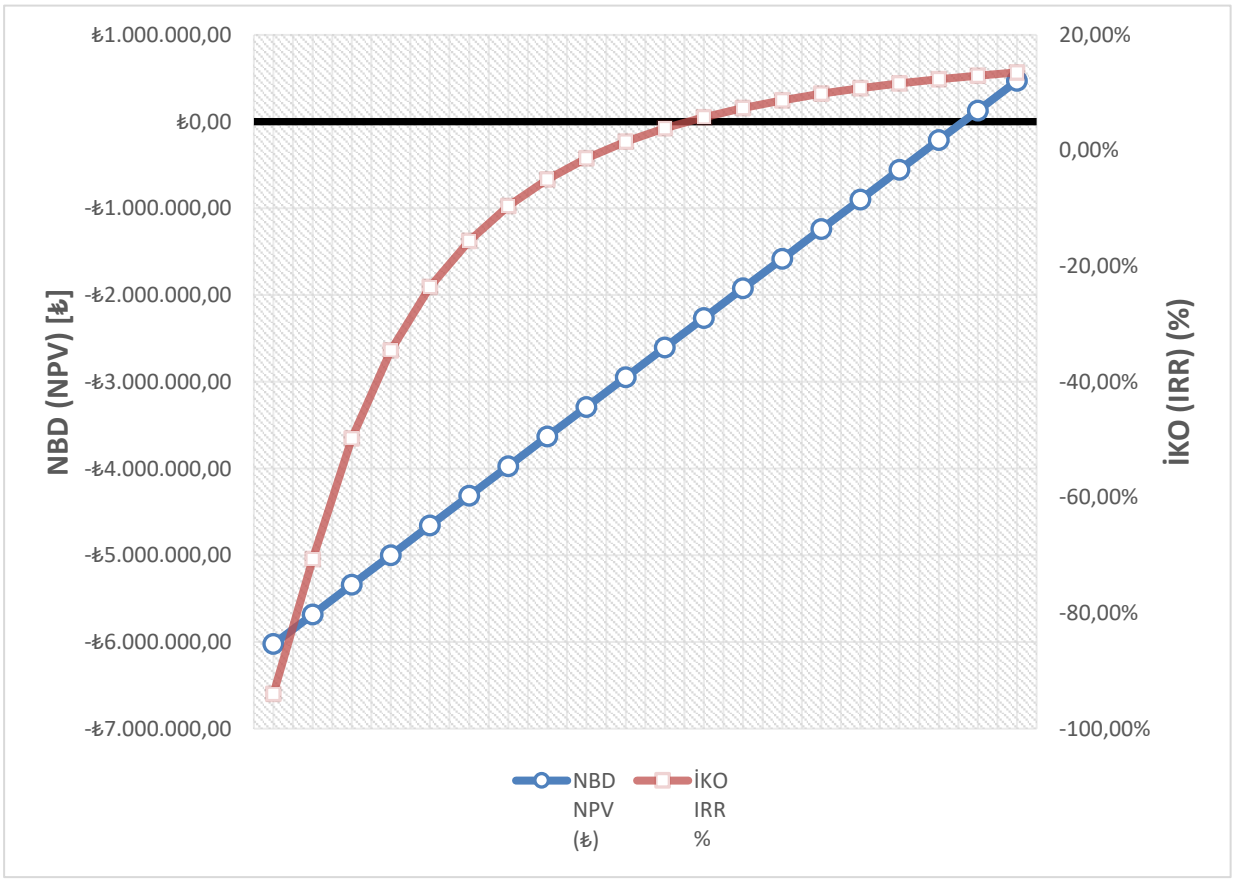
Bununla birlikte, Ana Isı Merkezi kızgın su pompa grubunda önerilen kontrol panosu iyileştirmesi, düşük yatırım maliyeti ve yüksek sistem etkisi nedeniyle **ilk aşamada uygulanması gereken önlem** olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 99. Pompa Değişimi ve VSD Optimizasyonu Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Enerji Tasarrufu	kWh/Yıl	75.260,70
Elektrik Birim Fiyatı	TL/kWh	5,12
Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	385.334,78
Yıllık CO2 azaltımı	Ton	33,11
Yatırım Bedeli	TL	6.365.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	16,52

Tablo 100. Pompa Değişimi ve VSD Optimizasyonu 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 (₺)
6.365.000,00	2025	₺385.334,78	₺385.334,78	12,75%	-93,95%	-₺6.023.239,66
	2026	₺434.464,96	₺434.464,96	12,75%	-70,67%	-₺5.681.479,33
	2027	₺489.859,25	₺489.859,25	12,75%	-49,80%	-₺5.339.718,99
	2028	₺552.316,30	₺552.316,30	12,75%	-34,57%	-₺4.997.958,65
	2029	₺622.736,63	₺622.736,63	12,75%	-23,61%	-₺4.656.198,31
	2030	₺702.135,55	₺702.135,55	12,75%	-15,60%	-₺4.314.437,98
	2031	₺791.657,83	₺791.657,83	12,75%	-9,58%	-₺3.972.677,64
	2032	₺892.594,21	₺892.594,21	12,75%	-4,97%	-₺3.630.917,30
	2033	₺1.006.399,97	₺1.006.399,97	12,75%	-1,36%	-₺3.289.156,97
	2034	₺1.134.715,96	₺1.134.715,96	12,75%	1,52%	-₺2.947.396,63
	2035	₺1.279.392,25	₺1.279.392,25	12,75%	3,86%	-₺2.605.636,29
	2036	₺1.442.514,76	₺1.442.514,76	12,75%	5,77%	-₺2.263.875,96
	2037	₺1.626.435,39	₺1.626.435,39	12,75%	7,36%	-₺1.922.115,62
	2038	₺1.833.805,91	₺1.833.805,91	12,75%	8,70%	-₺1.580.355,28
	2039	₺2.067.616,16	₺2.067.616,16	12,75%	9,83%	-₺1.238.594,94
	2040	₺2.331.237,22	₺2.331.237,22	12,75%	10,80%	-₺896.834,61
	2041	₺2.628.469,96	₺2.628.469,96	12,75%	11,63%	-₺555.074,27
	2042	₺2.963.599,88	₺2.963.599,88	12,75%	12,35%	-₺213.313,93
	2043	₺3.341.458,87	₺3.341.458,87	12,75%	12,98%	₺128.446,40
	2044	₺3.767.494,88	₺3.767.494,88	12,75%	13,53%	₺470.206,74



Grafik 27. Pompa Değişimi ve VSD Optimizasyonu Finansal Analiz Grafiği

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

Basınçlı hava sistemi bulunmamaktadır.

5.4.2 Ölçümler ve Tespit

Basınçlı hava sistemi bulunmamaktadır.

5.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Basınçlı hava sistemi bulunmamaktadır.

5.4.4 Enerji Verimliliği Önlemleri

Basınçlı hava sistemi bulunmamaktadır.

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

Mevcut durumda binalarda ağırlıklı olarak kullanılan armatürler floresan tip seçilmiştir. Bütçe bulundukça armatürlerde LED dönüşümü yapılmaktadır. Çevre aydınlatmalarının tümü LED olarak değiştirilmiştir. Binalarda da bir kısım armatürler floresandan LED muadillerine dönüştürülmüştür. Aşağıdaki tabloda LED dönüşümü yapılmamış armatürlerin yaklaşık adetleri verilmiştir. Verimlilik çalışması bu armatürler üzerinden yapılacaktır.

Tablo 101. Aydınlatma Envanter Listesi

Bina Adı	Aydınlatma Armatürü	4X18W	2X18W	2X36W
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi A-B-C Blok	Floresan	7850	-	-
Veteriner Fakültesi	Floresan	5100	-	-
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	Floresan	4750	-	-
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	Floresan	3000	-	-
Rektörlük Binası (Makam ve İdari Blok)	Floresan	908	3238	26
Merkezi Derslikler Binası	Led	-	-	-
Hukuk Fakültesi ve Enstitüler Binası	Floresan	1800	-	-
Güzel Sanatlar Fakültesi	Led	-	-	-
Eğitim Fakültesi	Led	-	-	-
Merkez Kütüphane	Led	-	-	-
Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	Floresan	820	-	-
Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	Floresan	353	-	-
AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	Floresan	430	-	-
Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	Led	-	-	-
Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	Led	-	-	-
Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	Floresan	330	-	-
Camii	Avize	-	-	-
Kampüs Ana Isı Merkezi	Floresan	260	-	-
MYO Isı Merkezi	Floresan	40	-	-
Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	Floresan	1200	-	-
MYO Yemekhane	Floresan	300	-	-
Bilgisayar Laboratuvar Binası (SHMYO Yanı)	Floresan	75	-	-
Sağlık Hizmetleri MYO	Led	-	-	-

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.

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 248. Aydınlık Seviyesi Ölçümleri

Tablo 102. Kampüs Binaları Aydınlık Seviyesi Ölçüm Sonuçları

Bina	Kat	Mahal Adı	Aydınlık Lüx
Mühendislik Fakültesi	**Üst Giriş (1)**	B Blok Üst Giriş Holü	180
		Koridor	550
		Aydın Çopur Konf Sal	120
		A Fuaye	420
		C üst giriş	50
		C Derslik C102	450
	Alt Giriş (Zemin)	B Koridor	30
		A Hidrolik Lab	150
		A Akışkanlar Lab	240
		AZ02 Derslik	45
		C Blok Alt Giriş Holü	66
		C Derslik	340
	1.Kat	B Ortak Alan	1400
		B Koridor	60
		A Blok Koridor	163
		A Blok Derslik 101	505
		A Blok Giriş Önü	414
		A Blok Fakülte Sokağı Koridor	290
		A Blok Sakarya Salonu	64
		A Blok Dumlupınar Salonu	50
		C Blok Koridor	130
		C L208 Kimya Lab	290
		C Giriş Önü	290
	2.Kat	B Sekreterlik	227
		B Dekanlık	1750
		A Koridor	318
		A EE Bölüm Sekreter	220
		A Derslik 209	120
		A Elektronik Lab 2	340
		C Biyoloji	527
Veteriner Fakültesi	**Zemin**	Giriş Holü	70
		Derslik 2	280
		Anatomi Koridor	32
		Çalışma Odası	241
		Boş Oda	150
		Öğretim Görevlisi Odası	
		Öğretim Görevlisi Odası	220
		Seminer Salonu	
		Histoloji Koridor	
		Lisansüstü Eğ Odası	120
		Hoca Odası İlk Sıralar	
		Seminer Salonu	420
	1.Kat	Mikrobiyoloji A.D Koridor	50
		Hoca Odası A Kürşat	190
		Lab	
	2.Kat	biyokimya	50
		Hoca Odası İlk Baştaki	410

Bina	Kat	Mahal Adı	Aydınlık Lüx
		Seminer Odası	120
		Biyokimya Lab	110
	3.Kat	Koridor	80
		Derslik 7	370
		Yemekhane	500
		H. Besleme ABD Koridor	102
		Hoca Odası	410
		Lab	650
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi	**-1.Kat**	Giriş Holü	280
		Koridor	150
		Derslil B02	450
		Kantin	550
	Zemin	Koridor	320
		Derslik B110	350
		Derslik B111	550
	1.Kat	Koridor	230
		Öğr. Gör Odaları	200
		Edebiyat Bölümü	220
		Derslik B206	360
		Derslik B205	580
	2.Kat	Dekanlık	250
		Koridor	370
		Sosyoloji	300
		Matematik	380
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	**Zemin**	Giriş Holü	100
		Öğr. İşleri	400
		Kantin	350
		Dekanlık Koridor	490
		Dekanlık	500
	1.Kat	Derslik	685
		Koridor	50
		Derslik 101	215
		Okuma Salonu	75
	2.Kat	Koridor	50
		Derslik 213	210
		Derslik 205	430
		Derslik 209	350
	2.Kat	Koridor	550
		Bölüm Sekreterliği	140
		Öğr. Gör. Koridor	50
		Öğr. Gör Odası	350
Rektörlük	**1.Kat**	Giriş Holü Danışma	60
		Basın Yayın	250
		R. Giriş Holü	150
		Bekleme Salonu	306
	2.Kat	Bilimsel Araştırma	320
		İşletmen Od.	130
		Koridor	240

Bina	Kat	Mahal Adı	Aydınlık Lüx
		Özel Kalem	300
		R. Yardımcısı	330
	3.Kat	Personel Daire B	105
		Memur Odası	50
		Strateji Gelişt DB	100
		İşletmen Odası	320
		Rektörlük Koridor	340
		R. Yazı İşleri	650
	4.Kat	Sağlık Kültür	150
		İşletmen Odası	290
		İdari Mali İşler D B	309
		Personel Od.	250
	5.Kat	Hukuk Müşavirliği	60
		Memur Od.	300
		Avukat Od.	275
		Bilgi İşlem Daire Başk	750
		Program Od	160
		Teknik Servis	
	6. Kat	Yapı İşleri Koridor	250
		Müh. Odası	350
		Tekniker Odası	150
		Tekniker Odası S. Klş	120
Merkezi Derslikler	**Bodrum**	SEM	350
		Kantin	430
		Koridor	350
		Yemekhane	550
	Zemin (Aslında 1.Kat)	Koridor	60
		Derslik ZK14	350
		Amfi Sınıf Z04	450
		Derslik ZK01	500
	1.Kat	Derslik 1K01	450
		1K13	380
		Koridor	500
	2.Kat	Koridor	650
		Döner Serm	480
		2K01	442
	çatı katı	Klima Santrali Odası	50
Hukuk Fakültesi	**Bodrum**	Tesisat Od.	40
	Zemin	Koridor Giriş Holü	567
		Amfi 1 (101)	996
		Derslik	723
		Koridor Derslik Tarafı	90
	1.Kat	Öğr. Gör Od. (G. Ayd.)	359
		Personel İşleri	522
		Kocatepe Salonu	70
		Ortak Alan	
	2.Kat	koridor	550
		Öğr. Gör. Od.	464

Bina	Kat	Mahal Adı	Aydınlık Lüx
		Sekreterlik	360
Güzel Sanatlar Fakültesi	**Zemin**	Eğt Fak Koridor	120
		Sekreterlik	150
		Koridor	160
		Resim 1 Atölye	120
		Derslik 2	380
		Derslik3	1000
	1.Kat	Koridor	220
		Çalışma Odası 14	1070
		Çalışma Odası 19	405
		Koridor Ortak Alan	150
		Derslik R101	590
		Derslik R102	522
		Çalışma Od 11	570
		Öğr. Gör. Od.	180
		Gs Dekanlık	320
Eğitim Bilimleri Fakültesi	**-1.Kat**	Koridor	150
		Öğr. İşleri	450
		Çok Amaçlı Sınıf	750
		Teknik Pers	550
	Zemin	Koridor	550
		Öğr. Gör. Odası	200
	1.Kat	Koridor	250
		Öğr. Gör Talip Kırkıncı	650
		Fotokopi Odası	320
		Derslik Maarif Dersliği	470
		Derslik Baykar Sezer	350
		Şiir Dersliği	450
Merkez Kütüphane	**Bodrum**	Koridor	350
		Eşanjör Odası	60
	Zemin	Kataloglama Odası	360
		Personel Odası	110
		İdari Birim	440
		Ödünç Verme Serv	424
		Süreli Yayınlar Salonu	610
		İnternet Salonu	120
		Yan Bina Çalışma Odası	870
	1.Kat	Ortak Çalışma Alanı	680
	2.Kat	Kütüphane	1500
		Çalışma Salonu	700
Spor Bilimleri Fakültesi (D Blok)	**Bodrum**	Jimnastik Salonu	110
		Koridor	75
		SBP 6 Derslik	315
		Koridor	415
		SBF 7	290
	Zemin	KondisyonSalonu	140
		İdari Ofis	315
		Koridor	290

Bina	Kat	Mahal Adı	Aydınlık Lüx
	1.Kat	Dekanlık Koridor	110
		Dekan Odası	285
		Dekan Yardımcısı Od	505
Spor Bil. Derslikler B Blok (Eski Öğr. İşl.)	**Zemin**	Derslik SBF8	750
		Koridor	410
		Derslik SBF 1	560
	1.Kat	Koridor	515
		Seminer Salonu 2	650
		Koridor Öğr. Gör.	208
		Öğr. Gör Odası	290
		SBF 2 Derslik	550
	C Blok	Koridor	375
		Öğr.Gör. Od.	225
AB Ofisi ve Personel Yemekhanesi A Blok	**Zemin**	Jimnastik Salonu Giriş Önü	440
Kapalı Spor Salonu (Yemekhane Yanı)	**Zemin**	Giriş Holü	650
		Koridor	85
		Öğr Giyinme Odası	300
		Spor Salonu Sağ Köşe	360
		Orta	380
		Sol Köşe	370
		Tribün	230
Kapalı Spor Salonu (Havuz Yanı)	**Zemin**	Salon Orta	1020
		Salon Pota Altı Sağ	950
		Pota Altı Sol	980
		Tribün	185
		Giyinme Od	50
Sosyal Tesisler ve Konukevi (C Blok)	**Zemin**	Giriş Holü	340
		Oturma Alanı	350
		Yemekhane	180
	1.Kat	Koridor	150
		Oda 104	650
	2.Kat	Koridor	160
Cami	**Zemin**		400

MYO Binaları Aydınlık Seviyesi Ölçümleri

Bina	Mahal Adı	Aydınlık Lüx
Bilg Lab	Sınıf	334
	Koridor	263
Yemekhane	Salon	70
	Koridor	40
Kırıkkale MYO ve Mavi Salon	Koridor	450
	Elk Lab 105	550
	Derslik Resim A Blok	225
	Öğrenci İşleri	165
	Koridor	50
	Öğr. Gör Odası	326
	Mavi Salon Kor	75
	Salon A	80
	Salon	85
Sağlık MYO	Bodrum Koridor	525
	Bodrum Derslik	365
	Giriş Koridor	120
	Derslik 1	350
	1.Kat İdari Bölüm	210
	Mali İşler	60
	Öğr. Gör. Odası	250

5.6.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

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

Tablo 103. Toplam Armatür Gücü

Aydınlatma	Tip	Adet	Armatür Gücü (W)	Toplam Güç (kW)
Floresan	2X36W	26	72	1,87
Floresan	4X18W	27216	72	1.959,55
Floresan	2X18W	3238	36	116,57
			Toplam	**2.077,99**

Tablo 104. Önerilen LED Armatürler

Mevcut Armatür	Adet	Mevcut Güç	Önerilen LED	LED Gücü	Birim Fiyat (TL)
2×36 W sıva üstü floresan	26	72	Sıva üstü LED lineer	36	₺1.600,00
4×18 W gömme panel	27216	72	LED panel	36	₺1.500,00
2×18 W gömme spot	3.238	36	LED gömme spot	18	₺950,00

Tablo 105. Önerilen LED Armatür Gücü

Aydınlatma	Adet	Armatür Gücü (W)	Toplam Güç (kW)
Sıva üstü LED lineer	26	36	0,94
LED panel	27216	36	979,78
LED gömme spot	3238	18	58,28
		Toplam	**1.039,00**

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 41,3 yılda geri ödeyebilmektedir. Finansal kaynak bulunamaması durumunda en çok kullanılan yerlerden başlayarak aydınlatmalar kısım kısım LED ile değiştirilebilir.

Tablo 106. LED Dönüşümü Tasarruf Miktarı

Terim	Birim	Değer
Mevcut Kurulu Güç	kW	2.077,99
Önerilen LED Gücü	kW	1.039,00
Eş Kullanım Oranı	%	25%
Yıllık Kullanım Süresi	Saat	800
Mevcut Yıllık Enerji Tüketimi	kWh	415.598,40
Önetilen Yıllık Enerji Tüketimi	kWh	207.799,20
Yıllık Enerji Tasarrufu	kWh	207.799,20

Tablo 107. LED Dönüşümü Maliyet Analizi

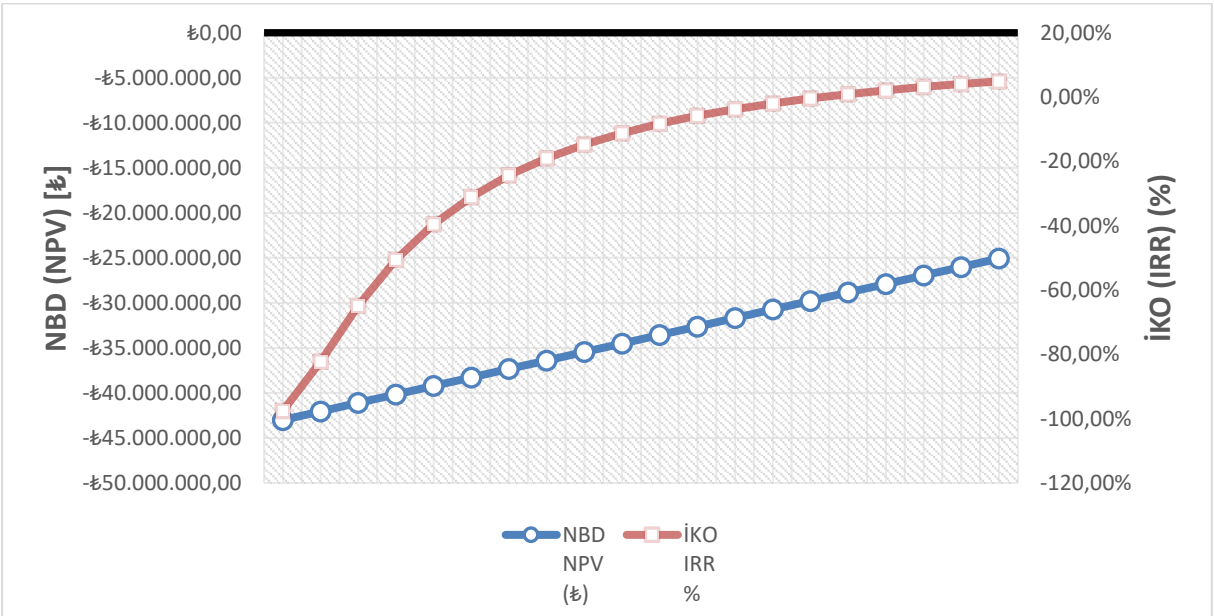
Önerilen LED	Adet	Birim Fiyat (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Sıva üstü LED lineer	26	₺1.600,00	₺41.600,00
LED panel	27216	₺1.500,00	₺40.824.000,00
LED gömme spot	3238	₺950,00	₺3.076.100,00
Toplam			**₺43.941.700,00**

Tablo 108. LED Dönüşümü Tasarruf Analizi ve Geri Ödeme Süresi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Enerji Tasarrufu	kWh/Yıl	207.799,20
Elektrik Birim Fiyatı	TL/kWh	5,12
Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	1.063.931,90
Yıllık CO2 azaltımı	Ton	91,43
Yatırım Bedeli	TL	43.941.700,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	41,30

Tablo 109. 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 (₺)
₺43.941.700,00	2025	₺1.063.931,90	₺1.063.931,90	12,75%	-97,58%	-₺42.998.079,69
	2026	₺1.199.583,22	₺1.199.583,22	12,75%	-82,22%	-₺42.054.459,37
	2027	₺1.352.530,08	₺1.352.530,08	12,75%	-64,87%	-₺41.110.839,06
	2028	₺1.524.977,67	₺1.524.977,67	12,75%	-50,62%	-₺40.167.218,74
	2029	₺1.719.412,32	₺1.719.412,32	12,75%	-39,57%	-₺39.223.598,43
	2030	₺1.938.637,39	₺1.938.637,39	12,75%	-31,03%	-₺38.279.978,12
	2031	₺2.185.813,66	₺2.185.813,66	12,75%	-24,34%	-₺37.336.357,80
	2032	₺2.464.504,90	₺2.464.504,90	12,75%	-19,02%	-₺36.392.737,49
	2033	₺2.778.729,28	₺2.778.729,28	12,75%	-14,72%	-₺35.449.117,17
	2034	₺3.133.017,26	₺3.133.017,26	12,75%	-11,20%	-₺34.505.496,86
	2035	₺3.532.476,96	₺3.532.476,96	12,75%	-8,28%	-₺33.561.876,55
	2036	₺3.982.867,77	₺3.982.867,77	12,75%	-5,82%	-₺32.618.256,23
	2037	₺4.490.683,41	₺4.490.683,41	12,75%	-3,74%	-₺31.674.635,92
	2038	₺5.063.245,55	₺5.063.245,55	12,75%	-1,95%	-₺30.731.015,60
	2039	₺5.708.809,35	₺5.708.809,35	12,75%	-0,41%	-₺29.787.395,29
	2040	₺6.436.682,55	₺6.436.682,55	12,75%	0,93%	-₺28.843.774,98
	2041	₺7.257.359,57	₺7.257.359,57	12,75%	2,11%	-₺27.900.154,66
	2042	₺8.182.672,92	₺8.182.672,92	12,75%	3,14%	-₺26.956.534,35
	2043	₺9.225.963,71	₺9.225.963,71	12,75%	4,06%	-₺26.012.914,03
	2044	₺10.402.274,09	₺10.402.274,09	12,75%	4,88%	-₺25.069.293,72



Grafik 28. 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 3000kW alınmıştır.

Çift Terim Tarife – Tek Terim Tarife Farkı

Tablo 110. Tarife Analizi

Fatura Dönemi	Toplam Tüketim kWh	EB_1 Krş/kWh	EB_2 Krş/kWh	DB_1 Krş/kWh	DB_2 Krş/kWh	SGB Krş/Ay/Kw	OSG kW	SGAB Krş/Ay/Kw	SGA kW	Tasarruf Tutarı TL (KDV Hariç)
Ocak	533.176,80	279,82	279,82	117,1606	93,9251	3.224,5379	3.000	6.449,08	0,00	27.150,16
Şubat	442.483,20	284,15	284,15	117,1606	93,9251	3.224,5379	3.000	6.449,08	0,00	6.077,05
Mart	483.607,20	264,30	264,30	117,1606	93,9251	3.224,5379	3.000	6.449,08	0,00	15.632,41
Nisan	321.098,40	303,13	303,13	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	-29.761,40
Mayıs	370.336,80	284,82	284,82	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	-14.373,56
Haziran	370.847,40	297,65	297,65	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	-14.213,99
Temmuz	519.777,00	341,82	341,82	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	32.329,04
Ağustos	450.197,40	326,55	326,55	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	10.584,23
Eylül	417.174,00	312,44	312,44	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	263,86
Ekim	428.241,60	324,12	324,12	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	3.722,67
Kasım	484.752,60	324,12	324,12	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	21.383,32
Aralık	532.183,20	324,12	324,12	157,5810	126,3293	4.337,0036	3.000	8.674,01	0,00	36.206,19
									Toplam	94.999,98

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 3000kW sözleşme gücü ile 2024 yılı için KDV hariç 94.999,98 TL kar edileceği hesaplanmıştır.

Kampüste 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 risklerine karşın kar potansiyeli düşüktür. Bu sebeple mevcut tarifede kalınması ya da tarife kontrolü için uzman danışman ile anlaşılması önerilir.

5.8 KOMPANZASYON

5.8.1 Sistem Tarifi ve Envanteri

Kompanzasyon panosu yakın zamanda yenilenmiştir. Kampüsün kompanzasyonu ısı merkezinin arkasında bulunan kompanzasyon ve trafo odasında yapılmaktadır.

5.8.2 Ölçümler ve Tespit

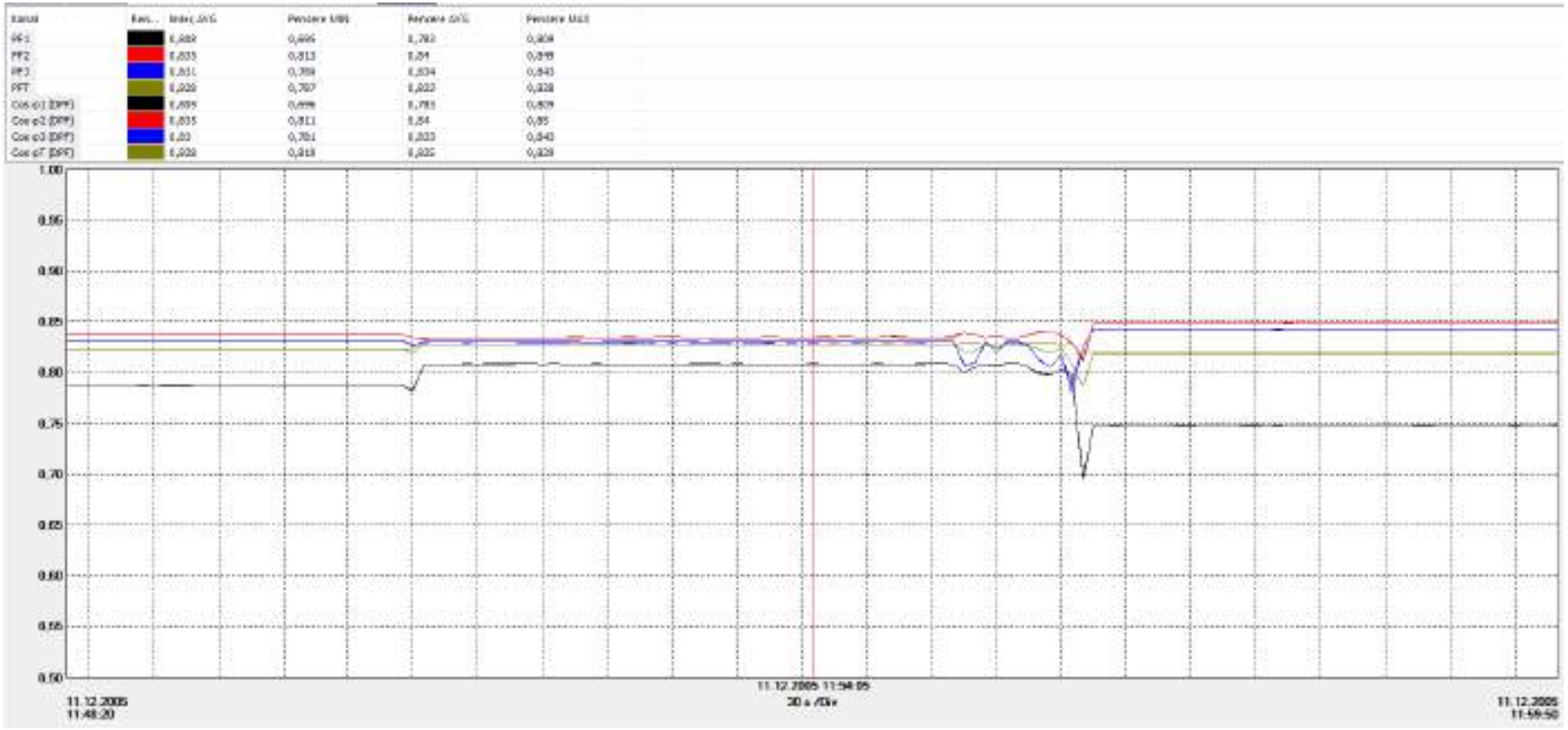
Şebekeden gelen ana girişe enerji analizörü bağlanarak ölçüm alınmıştır. Ölçüm grafikleri aşağıdadır.



Resim 249. Kompanzasyon Panosu



Resim 250. Enerji Analizörü Ölçümü



Grafik 29. CosQ-Güç Faktörü Ölçümü

5.8.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Ölçümler sırasında CosQ anlık olarak 0,81'e kadar düştüğü ve sonra yükseldiği görülmüştür. Bu durum kompanzasyon sisteminin otomatik olarak devreye girdiğini göstermektedir. CosQ değeri ortalama 0,825 olarak ölçülmüştür.

Son gelen elektrik faturası incelendiğinde kapasitif tüketimin %11 olduğu hesaplanmıştır. Sınır değerin altında kaldığı için cezaya kalınmamıştır.

5.8.4 Tasarruf Önlemleri

İncelenen elektrik faturalarında, kapasitif reaktif enerji tüketiminin aktif enerji tüketimine oranının yaklaşık **%11** seviyesinde olduğu görülmüştür. Mevcut oran, Elektrik Piyasası mevzuatında tanımlanan **%15 kapasitif reaktif enerji sınır değerinin altında** kalmakta olup, bu aşamada kapasitif reaktif enerji cezası oluşmamaktadır.

Ancak kompanzasyon panosundan alınan enerji analizörü ölçümlerinde gözlemlenen **cosφ / cosQ değerlerinin düşük yük koşullarında kapasitif bölgeye yaklaştığı**, özellikle yüklerin azaldığı zaman dilimlerinde sistemin kapasitif yığılma riskine açık olduğunu göstermektedir. Bu durum, mevcut %11 seviyesinin sınır değere görece yakın olmasıyla birlikte değerlendirildiğinde, **yük değişimlerine bağlı olarak sınır değerlerin aşılma potansiyelinin bulunduğunu** ortaya koymaktadır.

Bu nedenle kompanzasyon sisteminin çalışma kademelerinin ve kontrol ayarlarının gözden geçirilmesi, düşük yük durumlarında kapasitif reaktif enerji oluşumunu sınırlayacak şekilde optimize edilmesi önerilmektedir.

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.

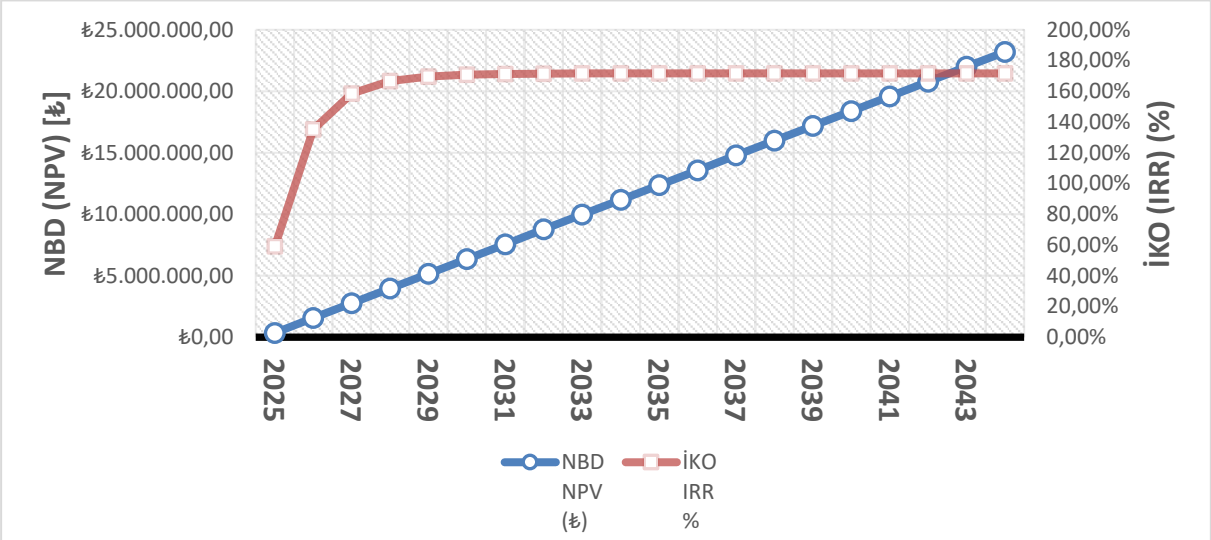
Bu binada ISO 50001 yönetim sistemi ile %3 oranında tasarruf elde edileceği öngörülmüştür.

Tablo 111. ISO 50001 Yönetim sistemi Kurulması Tasarruf Analizi

Terim	Birim	Miktar
Yıllık Doğalgaz Tüketimi	Sm^3/Yıl	2.489.293,33
Yıllık Elektrik Tüketimi	kWh/Yıl	1.537.555,98
EYS ile Sağlanacak Tasarrufun Ampirik Değeri	%	3%
Yıllık Doğalgaz Tasarrufu	Sm^3/Yıl	74.678,80
Yıllık Elektrik Tasarrufu	kWh/Yıl	46.126,68
Birim Doğalgaz Fiyatı	TL/Sm^3	14,95
Birim Elektrik Fiyatı	TL/kWh	5,12
Doğalgaz Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	1.116.448,06
Elektrik Tasarrufunun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	236.168,60
Yıllık Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	1.352.616,66
Yıllık CO2 azaltımı	tonCO_2	37,77
Yatırım Bedeli	TL	850.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	0,63

Tablo 112. 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 (₺)
₺850.000,00	2025	₺1.352.616,66	₺1.352.616,66	12,50%	59,13%	₺352.325,92
	2026	₺1.521.693,74	₺1.521.693,74	12,50%	135,24%	₺1.554.651,84
	2027	₺1.711.905,46	₺1.711.905,46	12,50%	158,52%	₺2.756.977,76
	2028	₺1.925.893,64	₺1.925.893,64	12,50%	166,58%	₺3.959.303,67
	2029	₺2.166.630,35	₺2.166.630,35	12,50%	169,62%	₺5.161.629,59
	2030	₺2.437.459,14	₺2.437.459,14	12,50%	170,81%	₺6.363.955,51
	2031	₺2.742.141,53	₺2.742.141,53	12,50%	171,30%	₺7.566.281,43
	2032	₺3.084.909,22	₺3.084.909,22	12,50%	171,49%	₺8.768.607,35
	2033	₺3.470.522,88	₺3.470.522,88	12,50%	171,57%	₺9.970.933,27
	2034	₺3.904.338,24	₺3.904.338,24	12,50%	171,61%	₺11.173.259,19
	2035	₺4.392.380,51	₺4.392.380,51	12,50%	171,62%	₺12.375.585,11
	2036	₺4.941.428,08	₺4.941.428,08	12,50%	171,63%	₺13.577.911,02
	2037	₺5.559.106,59	₺5.559.106,59	12,50%	171,63%	₺14.780.236,94
	2038	₺6.253.994,91	₺6.253.994,91	12,50%	171,63%	₺15.982.562,86
	2039	₺7.035.744,28	₺7.035.744,28	12,50%	171,63%	₺17.184.888,78
	2040	₺7.915.212,31	₺7.915.212,31	12,50%	171,63%	₺18.387.214,70
	2041	₺8.904.613,85	₺8.904.613,85	12,50%	171,63%	₺19.589.540,62
	2042	₺10.017.690,58	₺10.017.690,58	12,50%	171,63%	₺20.791.866,54
	2043	₺11.269.901,90	₺11.269.901,90	12,50%	171,63%	₺21.994.192,46
	2044	₺12.678.639,64	₺12.678.639,64	12,50%	171,63%	₺23.196.518,37



Grafik 30. 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.

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.

Eşanjör dairelerindeki 3 yollu vanaların çoğunda su sızdırma-kaçak bulunmaktadır. Dışarıdan kaçak görünmeyen vanaların tam kapmadığı tahmin edilmektedir. Vanalar korozyona uğramış, bir kısmının da servo motorları arızalıdır.

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,
- 3 yollu vanaların servo motorları ile birlikte değişimi,

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: **3450m2**	Enlem: 39.879416°	Rakım: 773 m
Kurulu Güç: **760 kWp**	Boylam: 33.448417°	



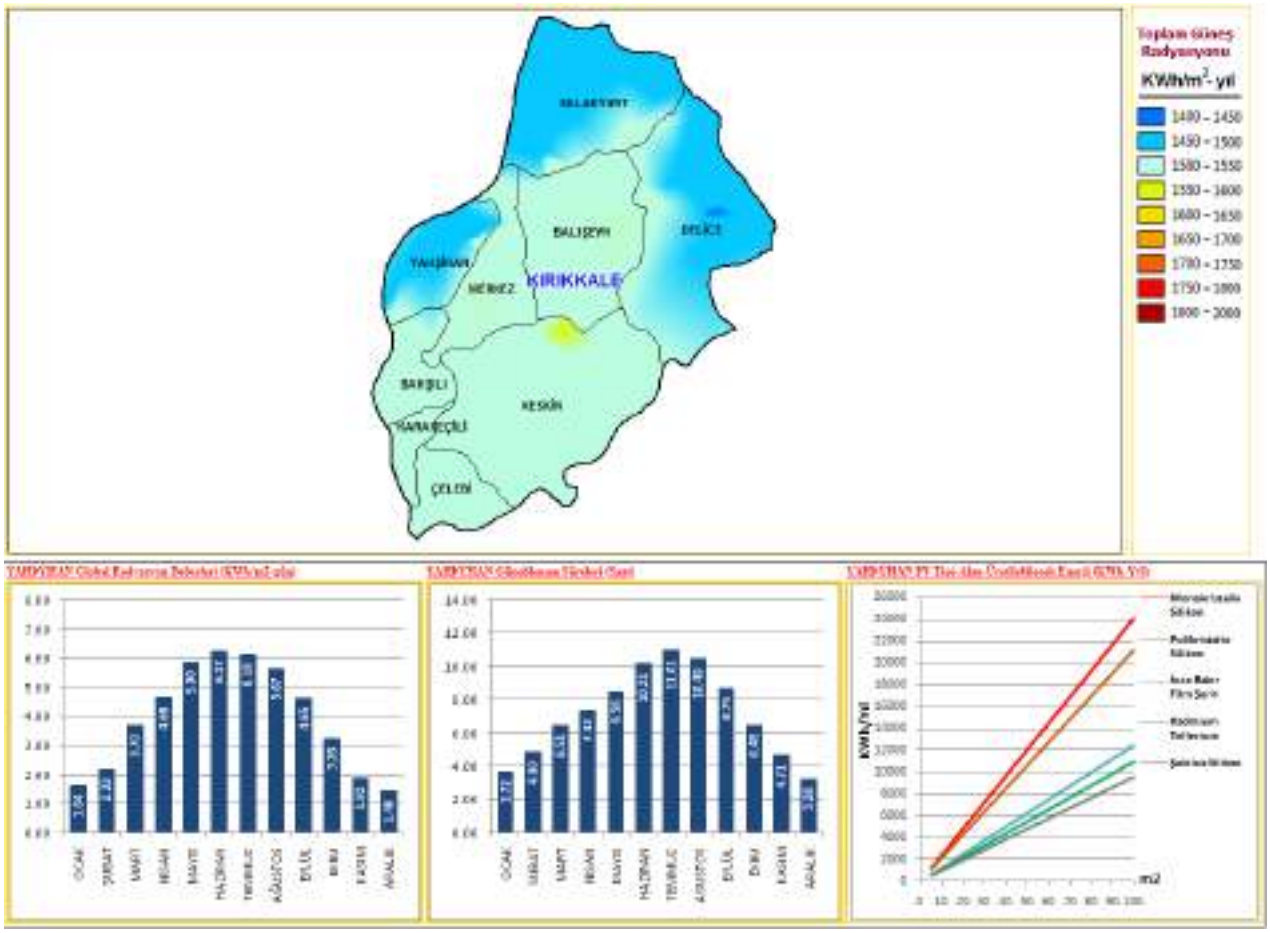
Resim 251. Otopark için "Carport" Tipi Panel Yerleşim Örneği

7.1.2 Ölçümler ve Tespit

Otopark alanında GES yapılması planlanan alanların resimleri aşağıda verilmiştir. Yeşil ile işaretli Otopark alanlarına GES kurulumu yapılması önerilmiştir. GES için planlanan otoparklar trafoların yanındadır. Bu sayede trafo bağlantısı için kablolama mesafesi kısa olacaktır.



Resim 252. Otopark GES Panel Yerleşimi



Resim 253. 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.

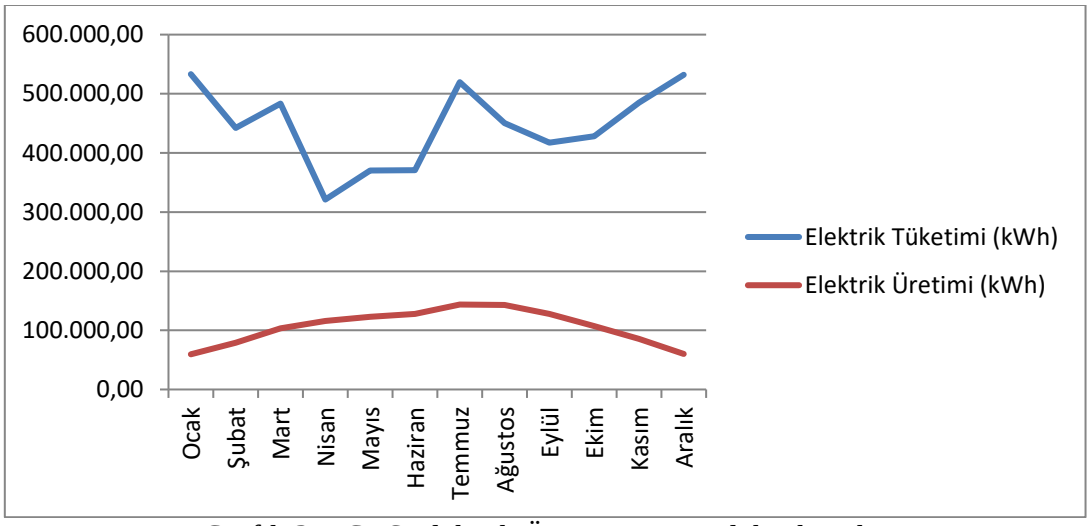
En yüksek güneş enerjisi **Haziran** ayında m^2 başına günlük **6,27 kWh** enerji düşmektedir.

7.1.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler

Sistem kayıpları düşüldükten sonra GES ile üretilecek yıllık elektrik enerjisi miktarı 1.275.355,40 kWh olarak hesaplanmıştır. Üretilen bu enerji miktarı binanın elektrik tüketiminin %24'ünü karşılamaktadır.

Tablo 113. GES Elektrik üretimi ve Bina Elektrik Tüketimi Karşılaştırma Tablosu

2022	Elektrik Tüketimi (kWh)	Elektrik Üretimi (kWh)	Fark (kWh)	Üretimin Tüketime Oranı %
Ocak	533.176,80	59.497,64	473.679,16	11%
Şubat	442.483,20	78.796,43	363.686,77	18%
Mart	483.607,20	103.144,46	380.462,74	21%
Nisan	321.098,40	115.811,29	205.287,11	36%
Mayıs	370.336,80	123.079,14	247.257,66	33%
Haziran	370.847,40	127.540,07	243.307,33	34%
Temmuz	519.777,00	143.626,04	376.150,96	28%
Ağustos	450.197,40	142.994,00	307.203,40	32%
Eylül	417.174,00	127.952,31	289.221,69	31%
Ekim	428.241,60	106.998,97	321.242,63	25%
Kasım	484.752,60	85.710,98	399.041,62	18%
Aralık	532.183,20	60.204,07	471.979,13	11%
Toplam	**5.353.875,60**	**1.275.355,40**	**4.078.520,20**	**24%**



Grafik 31. GES Elektrik Üretiminin ve Elektrik Tüketimi

Yukarıdaki tablo incelendiğinde yaz aylarında elektrik üretimini artması ve elektrik tüketiminin azalması sebebiyle GES ile karşılanan elektrik %34'e kadar çıkmaktadır.

Kış aylarında elektrik tüketiminin artması ve elektrik üretiminin azalması sebebi ile GES ile karşılanan elektrik oranı %11'e 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.

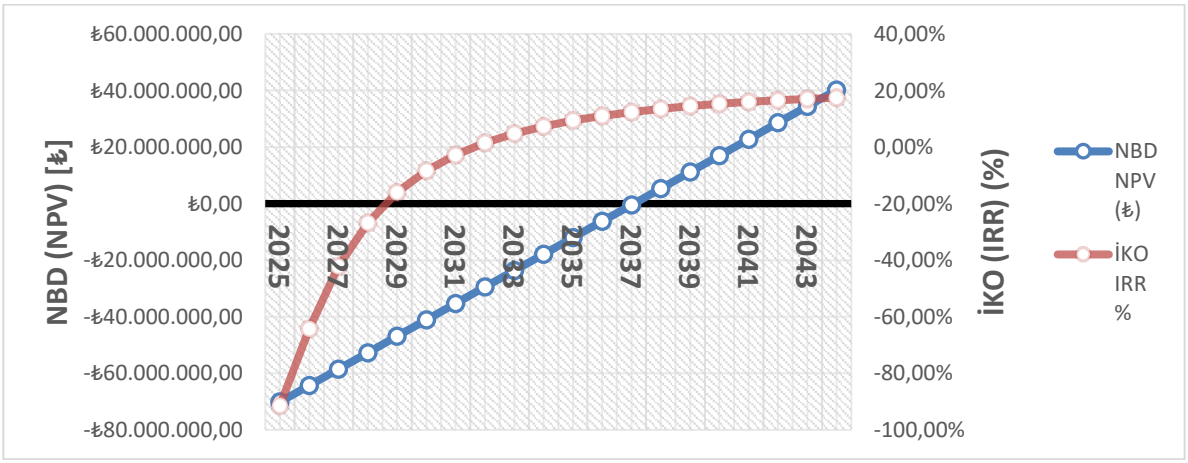
Yatırım bedeli **75.905.000,00 TL** olarak hesaplanmıştır. Sistemin sağlayacağı maddi kazanç **yıllık 6.529.819,65 TL**'dir. Yatırım kendisini **11,62 yıl**da geri ödemektedir.

Tablo 114. GES Kurulumu Enerji Tasarruf Miktarları ve Geri Ödeme Süresi

Terim	**Birim**	**Miktar**
Kurulu Güç	kWp	760,00
Yıllık Üretilen Enerji	kWh/Yıl	1.275.355,40
Elektrik Birim Fiyatı	TL/kWh	5,12
Tasarrufun Parasal Karşılığı	TL/Yıl	6.529.819,65
Yıllık CO2 azaltımı	Ton	561,16
GES Maliyeti	USD	646.000,00
Konstrüksiyon Maliyeti	USD	1.140.000,00
Toplam Yatırım Bedeli	USD	1.786.000,00
Döviz Kuru	TL/USD	42,50
Yatırım Bedeli	TL	75.905.000,00
Basit Geri Ödeme Süresi	Yıl	11,62

Tablo 115. 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 (₺)
₺75.905.000,00	2025	₺6.529.819,65	₺6.529.819,65	12,50%	**-91,40%**	**-₺70.100.715,86**
	2026	₺7.346.047,11	₺7.346.047,11	12,50%	**-64,29%**	**-₺64.296.431,73**
	2027	₺8.264.303,00	₺8.264.303,00	12,50%	**-42,14%**	**-₺58.492.147,59**
	2028	₺9.297.340,87	₺9.297.340,87	12,50%	**-26,74%**	**-₺52.687.863,45**
	2029	₺10.459.508,48	₺10.459.508,48	12,50%	**-16,03%**	**-₺46.883.579,31**
	2030	₺11.766.947,04	₺11.766.947,04	12,50%	**-8,38%**	**-₺41.079.295,18**
	2031	₺13.237.815,43	₺13.237.815,43	12,50%	**-2,75%**	**-₺35.275.011,04**
	2032	₺14.892.542,35	₺14.892.542,35	12,50%	**1,48%**	**-₺29.470.726,90**
	2033	₺16.754.110,15	₺16.754.110,15	12,50%	**4,75%**	**-₺23.666.442,77**
	2034	₺18.848.373,92	₺18.848.373,92	12,50%	**7,32%**	**-₺17.862.158,63**
	2035	₺21.204.420,66	₺21.204.420,66	12,50%	**9,37%**	**-₺12.057.874,49**
	2036	₺23.854.973,24	₺23.854.973,24	12,50%	**11,04%**	**-₺6.253.590,36**
	2037	₺26.836.844,89	₺26.836.844,89	12,50%	**12,40%**	**-₺449.306,22**
	2038	₺30.191.450,50	₺30.191.450,50	12,50%	**13,54%**	**₺5.354.977,92**
	2039	₺33.965.381,82	₺33.965.381,82	12,50%	**14,49%**	**₺11.159.262,06**
	2040	₺38.211.054,54	₺38.211.054,54	12,50%	**15,29%**	**₺16.963.546,19**
	2041	₺42.987.436,36	₺42.987.436,36	12,50%	**15,97%**	**₺22.767.830,33**
	2042	₺48.360.865,91	₺48.360.865,91	12,50%	**16,55%**	**₺28.572.114,47**
	2043	₺54.405.974,15	₺54.405.974,15	12,50%	**17,06%**	**₺34.376.398,60**
	2044	₺61.206.720,91	₺61.206.720,91	12,50%	**17,49%**	**₺40.180.682,74**



Grafik 32. 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