T.C.

ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

YAPI İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Uygulama Projesi

Enerji Verimliliği Etüdü, Tadilat Uygulama Projeleri ve İnşaat Müşavirliği için (DES-SUP-12 Kırıkkale, Ankara) Danışmanlık Hizmeti

(Ref: EEPB/WB/MoEU/QCBS-DES&SUP-012)

Kırıkkale Üniversitesi SBF ve Fizik Tedavi Rehabilitasyon Hastanesi

Enerji Etüt Raporu

TEMMUZ 2023

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ SBF VE FİZİK TEDAVİ REHABİLİTASYON HASTANESİ

ENERJİ ETÜT RAPORU



Tesisin Tüzel Kişiliği:	Kırıkkale Üniversitesi SBF ve Fizik Tedavi Rehabilitasyon Hastanesi
Adres;	Kızılırmak, 71300 / Kırıkkale
Binanın Tipi:	Hastane
Rapor Tarihi:	Temmuz 2023
Etüdü Yapan Sorumlu Firma:	Efektif Endüstriyel Enerji A.Ş.
Etüt Raporunu Hazırlayan Uzmanlar:	Filiz ÖZKAN / BEP-164
	Ziya ÖZKABAYEL / SEP- 444
	Mustafa ÖZKAN / BEP-163
	Tamer KILAN / SEP-0147
	Nurseli SEFEROĞLU / BEP-604

1. İçindekiler

1. İçindekiler 3
2. Yönetici Özeti 24
2.1. Bina Bilgileri 24
2.2. Yıllık Enerji Tüketimleri 25
2.3. Genel Göstergeler 26
2.4. Analiz Edilen Temel Sistem ve Ekipmanlar 27
2.5. Çalışmanın Amacı 27
2.6. Çalışmanın Kapsamı 28
2.7. Çalışmanın Tarihi 29
2.8. Temel Enerji Kullanımı ve Karma Senaryoya Dayalı Enerji Tasarrufu Karşılaştırması 29
2.9. Bir Tablo ve Grafik Aracılığıyla Binanın Enerji Tüketimi ve Tüketim Analizinin Özeti 30
2.10. Tavsiye Edilen Enerji Verimliliği Önlemlerinin Özeti 33
2.11. Yeşil ve Yenilikçi Teknolojiler 37
2.12. Maliyetsiz, İşletim ve Bakım (O&M) veya Enerji Yönetimi Fırsatları 38
2.13. Enerji Performans Sözleşmesi (EPS) Değerlendirmesi 40
2.14. Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (nZEB) Değerlendirmesi 41
3. Enerji Etüdü 42
3.1. Meteorolojik Veriler 42
3.1.1. Ortalama Sıcaklık ve Nem Değerleri 42
3.1.2. HDD ve CDD Analizleri 43
3.2. Enerji Tüketim Verisi 55
3.2.1. Enerji Tüketim Profili 55
3.3. İç Mekan Konforu ve Bina İşletimi İçin Standartlar 67
3.4. Bina Bilgisi 70
3.4.1. Bina Kabuğu 80
3.4.2. Pencereler ve Kapılar 91
3.4.3. Gözlemlenen Tespitler 98
3.5. Bina Kullanım ve Operasyonu 99
3.6. HVAC Sistemleri ve Ekipmanları 101

3.6.1. Isıtma Sistemi 101
3.6.2. Kullanım Sıcak Suyu 113
3.6.3. Soğutma Sistemi 115
3.6.4. Paketlenmiş Birimler 123
3.6.5. Mekanik Sistemlerin Yalıtımı 131
3.6.6. Havalandırma Sistemleri ve Diğer Hava Tarafı HVAC Sistemi Ekipmanları 138
3.7. Elektrik Sistemleri ve Ekipmanları 157
3.7.1. Elektrik Tesisatı 157
3.7.2. Pompalar 162
3.7.3. Elektrik Motorları 173
3.7.4. Aydınlatma 188
3.7.5. Priz Yükleri ve Diğer Ekipmanlar 199
3.8. Tarifeler ve Tedarikçiler 205
3.9. Güç Kompanzasyon Sistemi 206
4. Enerji Yönetimi ve Bina Yönetim Sistemleri 209
4.1. Enerji Yönetimi ve Maliyetsiz/Düşük Maliyetli Fırsatlar 209
4.2. Bina Yönetim Sistemleri ve Sayaç/Ölçüm Sistemleri 212
5. Yerinde Üretim ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri 224
5.1. Kojenerasyon Santrali Kurulumu 224
5.2. Güneş Enerji Santrali Kurulumu 230
5.3. Isı Pompası Tasarruf Hesabı 245
6. Enerji Verimliliği Önlemleri 248
7. Enerji Kimlik Belgesi 259
8. Ölçme ve Doğrulama Metodolojisi 263
8.1. Temel Enerji ve Enerji Göstergelerinin Hesaplanması 266
8.1.1. Hasta Sayısı Verilerine Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Analizi 266
8.1.2. HDD ve CDD Verilerine Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Analizi 268
8.2. Baseline Periyodu Statik Faktörler 275
8.3. Raporlama Dönemi 276
8.4. Raporlama Formatı 276
8.5. Kalite Güvencesi 277
8.6. Ölçme ve Doğrulama Çerçevesi 278

9. Ekler 279
9.1. Genel ve İdari Ekler 279
9.1.1 Kritik Notlar ve Bulgular 280
9.2. EVÖ İle İlgili Ekler 283
9.3. Detaylı Hesaplamalar 287

Tablolar

Tablo 1. 1. Cihaz/Sistem Ekonomik Ömür Tablosu 21
Tablo 1. 2. Enerji Etüdü Sırasında Kullanılan Cihaz Bilgileri 22
Tablo 1. 3. Referans Değerler Tablosu 23

Tablo 2. 1. Bina Bilgileri Tablosu 24
Tablo 2. 2. Birincil Enerji Tüketimlerinin Yıl Bazında Değişimi 25
Tablo 2. 3. Birincil Enerji Tüketimlerinin Yıl Bazında Yüzdesel Değişimi 25
Tablo 2. 4. Yıllık Enerji Tüketimleri 26
Tablo 2. 5. Göstergeler 26
Tablo 2. 6. Çalışma Tarihleri 29
Tablo 2. 7. Toplam Baz/Temel Enerji Tüketimi ve İyileştirme Sonrası Hedeflenen Enerji Tüketimi 29
Tablo 2. 8. 2019-2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Dağılımları 30
Tablo 2. 9. 2019-2021-2022 Yılları Ortalama Enerji Tüketimi (Referans=Baz) 32
Tablo 2. 10. Baz Senaryo EVÖ Özet Tablosu 33
Tablo 2. 11. Derin Senaryo EVÖ Özet Tablosu 34
Tablo 2. 12. Karma Senaryo EVÖ Özet Tablosu 35
Tablo 2. 13. İrdelenen Ancak Önerilmeyen EVÖ Tablosu 36
Tablo 2. 14. Maliyetsiz & Düşük Maliyetli Enerji Fırsatları Tablosu 38
Tablo 2. 15. EPS Değerlendirmesi 40
Tablo 2. 16. nZEB Değerlendirme Kriterleri 41

Tablo 3. 1. Kırıkkale İline Ait Ortalama Sıcaklık Değerleri 42
Tablo 3. 2. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait HDD Değişimi 43
Tablo 3. 3. 2019 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları 44
Tablo 3. 4. 2021 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları 46
Tablo 3. 5. 2022 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları 47
Tablo 3. 6. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi 49
Tablo 3. 7. 2019 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları 50
Tablo 3. 8. 2021 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları 52
Tablo 3. 9. 2022 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları 53
Tablo 3. 10. Enerji Tüketim Profilleri 55
Tablo 3. 11. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Değerleri ve CO_2 Salımı 56

Tablo 3. 12. 2019 Yılına Ait Enerji Tüketimleri 57
Tablo 3. 13. 2021 Yılına Ait Enerji Tüketimleri 59
Tablo 3. 14. 2022 Yılına Ait Enerji Tüketimleri 61
Tablo 3. 15. 2019 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon 65
Tablo 3. 16. 2021 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon 66
Tablo 3. 17. 2022 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon 66
Tablo 3. 18. Binada Yapılan Aydınlatma Seviyesi Ölçümleri 67
Tablo 3. 19. ASHRAE Standart 55'e Göre Isıl Konfor ve İç Hava Kalitesi Sınırı 68
Tablo 3. 20 Binalarda İzin Verilen Tesisat ve Servis Ekipmanlarından Kaynaklanan İç Gürültü İçin İzin Verilen Değerler 69
Tablo 3. 21. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Metraj Tablosu 79
Tablo 3. 22. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Mevcut Durum Yapı Bileşenleri 81
Tablo 3. 23. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Mevcut Isıl Geçirgenlik Katsayıları 82
Tablo 3. 24. TS 825 EK-D İllere Göre Derece Gün Bölgeleri 82
Tablo 3. 25. TS 825 EK-A-3 Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değeri 82
Tablo 3. 26. Binaya Ait Mevcut Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı ile Sınır Değerinin Karşılaştırılması 83
Tablo 3. 27. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Tablosu 88
Tablo 3. 28. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Analiz Tablosu 89
Tablo 3. 29. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Ekonomik Analizi 89
Tablo 3. 30. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 90
Tablo 3. 31. Hastane Binası Pencere Bilgileri 92
Tablo 3. 32. TS 825 EK-A-3 Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U (Üçüncü Bölge) 93
Tablo 3. 33. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Tablosu 96
Tablo 3. 34. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Analiz Tablosu 96
Tablo 3. 35. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Ekonomik Analizi 97

Tablo 3. 36. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 97
Tablo 3. 37. Bina Kullanım ve Operasyon Tablosu 100
Tablo 3. 38. Mekanik Sistemlerin Ortalama Kullanım Süresi 100
Tablo 3. 39. Kazan Bilgileri Tablosu 104
Tablo 3. 40. Brülör Bilgi Tablosu 105
Tablo 3. 41. Kazan Isıl Verimi Hesap Metodu 107
Tablo 3. 42. Kazan Baca Gazı Ölçüm Sonuçları 108
Tablo 3. 43. Kazan-2 Isıl Verim Hesap Sonuçları 108
Tablo 3. 44. Mevcut Kazan-1 ve Kazan-3 Bilgileri 110
Tablo 3. 45. Yeni Kazan-1 ve Kazan-3 Bilgileri 110
Tablo 3. 46. Mevcut Durumda Arızalı Kazanlar Yerine Yüksek Verimli Kazanlar ile Yenilenmesi 110
Tablo 3. 47. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Tablosu 111
Tablo 3. 48. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Analiz Tablosu 111
Tablo 3. 49. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Ekonomik Analizi 112
Tablo 3. 50. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 112
Tablo 3. 51. Akümülasyon Tankı Genel Bilgiler Tablosu 113
Tablo 3. 52. Soğutma Grupları Bilgileri 116
Tablo 3. 53. Soğutma Gruplarına Ait Bilgi ve Ölçümler 118
Tablo 3. 54. Chiller Master Kontrol Paneli Uygulaması İle Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu 121
Tablo 3. 55. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Tasarruf Tablosu 121
Tablo 3. 56. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Analiz Tablosu 121
Tablo 3. 57. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Ekonomik Analizi 122
Tablo 3. 58. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 122
Tablo 3. 59. Split Klimalar Genel Bilgiler 125
Tablo 3. 60. Fan Coil Üniteleri Genel Bilgiler Tablosu 126
Tablo 3. 61. Hastane Binası Sıcaklık Değerleri 129
Tablo 3. 62. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf ve Yatırım Tablosu 135

Tablo 3. 63. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf Tablosu 136
Tablo 3. 64. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Analiz Tablosu 136
Tablo 3. 65. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Ekonomik Analizi 137
Tablo 3. 66. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi 137
Tablo 3. 67. Klima Santralleri Bilgileri 139
Tablo 3. 68. Klima Santralleri Isıtma/Soğutma Kapasiteleri 142
Tablo 3. 69. Isı Geri Kazanım Serpantinleri Arası Sirkülasyon Pompa Bilgileri 144
Tablo 3. 70. Klima Santralleri Verim Tablosu 150
Tablo 3. 71. Çatı Aspiratör Envanter Listesi 152
Tablo 3. 72. FCU Soğutma Hattı Zon-1 Pompasına Ait Bilgiler 162
Tablo 3. 73. Pompalara Ait Genel Bilgiler 164
Tablo 3. 74. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompalarının Yüksek Verimli Pompalar ile Değişimi Tasarruf Tablosu 170
Tablo 3. 75. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Tasarruf Tablosu 171
Tablo 3. 76. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Analiz Tablosu 171
Tablo 3. 77. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Ekonomik Analizi 172
Tablo 3. 78. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi 172
Tablo 3. 79. Elektrik Motorları Bilgileri 173
Tablo 3. 80. KS-1 14.Blok 2.-3.-4. Kat Muayeneler Klima Santrali Vantilatör Motoru Hesaplama Bilgileri 180
Tablo 3. 81. Elektrik Motorları Revizyon ve Geri Ödeme Süreleri 182
Tablo 3. 82. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Tasarruf Tablosu . 185
Tablo 3. 83. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Analiz Tablosu 185
Tablo 3. 84. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Ekonomik Analizi 186
Tablo 3. 85. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 186
Tablo 3. 86. Binada Kullanılan Aydınlatma Elemanları 190
Tablo 3. 87. Binada Yapılan Aydınlatma Seviyesi Ölçümleri 191
Tablo 3. 88.Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Analiz Tablosu 193
Tablo 3. 89. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Tasarruf Tablosu 195

Tablo 3. 90. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Analiz Tablosu 195
Tablo 3. 91. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Ekonomik Analizi..... 196
Tablo 3. 92. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 196
Tablo 3. 93. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Tasarruf Tablosu 197
Tablo 3. 94. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Analiz Tablosu 197
Tablo 3. 95. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Ekonomik Analizi .. 198
Tablo 3. 96. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 198
Tablo 3. 97. Çamaşır Makineleri Bilgileri 200
Tablo 3. 98. Tarife Analizi 205
Tablo 3. 99. Aylık Tarife İncelemesi Tablosu..... 206
Tablo 3. 100. 2022 Yılı Reaktif Enerji Tablosu 208

Tablo 4. 1. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu 216
Tablo 4. 2. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu 216
Tablo 4. 3. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Ekonomik Analizi..... 217
Tablo 4. 4. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 217
Tablo 4. 5. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu 218
Tablo 4. 6. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu 218
Tablo 4. 7. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Ekonomik Analizi..... 219
Tablo 4. 8. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 219
Tablo 4. 9. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu..... 220
Tablo 4. 10. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Analiz Tablosu..... 220
Tablo 4. 11. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Ekonomik Analizi..... 221
Tablo 4. 12. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 221
Tablo 4. 13. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu..... 222
Tablo 4. 14. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Analiz Tablosu..... 222
Tablo 4. 15. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Ekonomik Analizi..... 223
Tablo 4. 16. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 223

Tablo 5. 1. Kojenerasyon Sistemi Tasarruf Tablosu 226
Tablo 5. 2. Mart Ayı Saatlik Tüketim ve Tahmini Üretim Verileri 227

Tablo 5. 3. Kojenerasyon Enerji Üretim ve Tüketim Verileri 227
Tablo 5. 4. Kojenerasyon Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi Analiz Tablosu 228
Tablo 5. 5. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri 231
Tablo 5. 6. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri 233
Tablo 5. 6. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri 235
Tablo 5. 7. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri 237
Tablo 5. 8. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması GES Kurulması Tasarruf Tablosu 239
Tablo 5. 9. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu 239
Tablo 5. 10. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi 240
Tablo 5. 11. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 240
Tablo 5. 12. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu 241
Tablo 5. 13. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu 241
Tablo 5. 14. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi 242
Tablo 5. 15. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 242
Tablo 5. 12. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu 243
Tablo 5. 13. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu 243
Tablo 5. 14. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi 244
Tablo 5. 15. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 244
Tablo 5. 16. Mevcut Soğutmada Elektrik Tüketimi Tablosu 245
Tablo 5. 17. Mevcut Isıtmada Elektrik Tüketimi Tablosu 245
Tablo 5. 18. Isı Pompası ile Soğutmada Elektrik Tüketimi Tablosu 246
Tablo 5. 19. Arızalı Olan Chiller Yerine 1 Adet Hava Soğutmalı Su Soğutma Grubu Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 510 kW Soğutma Kapasitesi 1136 kW) Tasarruf Tablosu 246
Tablo 5. 20. Arızalı Olan Chiller Yerine 1 Adet Hava Soğutmalı Su Soğutma Grubu Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 510 kW Soğutma Kapasitesi 1136 kW) Analiz Tablosu 246
Tablo 5. 21. Arızalı Olan Chiller Yerine 1 Adet Hava Soğutmalı Su Soğutma Grubu Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 510 kW Soğutma Kapasitesi 1136 kW) Ekonomik Analizi 247

Tablo 5. 22. Arızalı Olan Chiller Yerine 1 Adet Hava Soğutmalı Su Soğutma Grubu Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 510 kW Soğutma Kapasitesi 1136 kW) Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi 247

Tablo 6. 1. Baz Senaryo EVÖ Tablosu 248
Tablo 6. 2. Baz Senaryo Ekonomik Analizi 252
Tablo 6. 3. Derin Senaryo EVÖ Tablosu 253
Tablo 6. 4. Derin Senaryo Ekonomik Analizi 256
Tablo 6. 5. Karma Senaryo EVÖ Tablosu 257
Tablo 6. 6. Karma Senaryo Ekonomik Analizi 258

Tablo 8. 1. Enerji Verimliliği Önlemi Opsiyon Seçenekleri 264
Tablo 8. 2. Elektrik ve Doğalgaz Tüketimi ile Hasta Sayısı Analizi 266
Tablo 8. 3. Elektrik Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları 267
Tablo 8. 4. Doğalgaz Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları 267
Tablo 8. 5. Elektrik ve Doğalgaz Tüketimleri ile HDD – CDD Verileri 268
Tablo 8. 6. Elektrik – CDD Regresyon Hesapları 269
Tablo 8. 7. Elektrik – CDD Korelasyonuna Göre Oluşturulan Model Tüketimleri 270
Tablo 8. 8. Elektrik – CDD Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri 270
Tablo 8. 9. Elektrik-HDD-CDD Regresyon Hesapları 271
Tablo 8. 10. Ortalama Elektrik Tüketiminin HDD ve CDD ile Değişim Analizi 272
Tablo 8. 11. Elektrik Tüketiminin HDD ve CDD ile Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri 273
Tablo 8. 12. Doğalgaz – HDD Regresyon Hesapları 273
Tablo 8. 13. Doğalgaz – HDD Korelasyonuna Göre Oluşturulan Model Tüketimleri 274
Tablo 8. 14. Doğalgaz – HDD Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri 275
Tablo 8. 15. Statik Faktörler 275
Tablo 8. 16. İşletme Sürecinde Ö&D Faaliyetleri 276

Tablo 9. 1. Etüt Ekibi 279
Tablo 9. 2. Baz Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu 283
Tablo 9. 3. Derin Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu 284
Tablo 9. 4. Karma Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu 285
Tablo 9. 5. Kazan-2 Verim Hesabı 287
Tablo 9. 6. Kazan-3 Verim Hesabı 290
Tablo 9. 7. Yapı Bileşenleri Tablosu 294
Tablo 9. 8. Yıllık Isıtma Enerji İhtiyacı Tablosu 295
Tablo 9. 9. DN25 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 296
Tablo 9. 10. DN40 (1) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 296
Tablo 9. 11. DN40 (2) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 297
Tablo 9. 12. DN65 (1) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 297
Tablo 9. 13. DN65 (2) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 298
Tablo 9. 14. DN65 (3) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 298
Tablo 9. 15. DN80 (1) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 299

Tablo 9. 16. DN80 (2) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 299
Tablo 9. 17. DN100 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 300
Tablo 9. 18. DN125 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 300
Tablo 9. 19. DN200 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı 301

Grafikler

Grafik 2. 1. 2019 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafiği 31
Grafik 2. 2. 2021 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafiği 31
Grafik 2. 3. 2022 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafiği 31

Grafik 3. 1. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait HDD Değişimi 44
Grafik 3. 2. 2019 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi 45
Grafik 3. 3. 2021 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi 46
Grafik 3. 4. 2022 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi 48
Grafik 3. 5. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi 49
Grafik 3. 6. 2019 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi 51
Grafik 3. 7. 2021 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi 52
Grafik 3. 8. 2022 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi 54
Grafik 3. 9. 2019 Yılına Ait Elektrik Tüketimi 57
Grafik 3. 10. 2019 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi 58
Grafik 3. 11. 2019 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimi 58
Grafik 3. 12. 2021 Yılına Ait Elektrik Tüketimi 59
Grafik 3. 13. 2021 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi 60
Grafik 3. 14. 2021 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri 60
Grafik 3. 15. 2022 Yılına Ait Elektrik Tüketimi 61
Grafik 3. 16. 2022 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi 62
Grafik 3. 17. 2022 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri 62
Grafik 3. 18. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Elektrik Tüketimi 63
Grafik 3. 19. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarının Ait Aylık Doğalgaz Tüketimi 63
Grafik 3. 20. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Enerji Tüketim Dağılımı 64
Grafik 3. 21. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Hasta Sayıları 64

Grafik 5. 1. Kojenerasyon Elektrik Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı 229
Grafik 5. 2. Kojenerasyon Isı Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı 229
Grafik 5. 3. Binalara Ait Üretim ve Tüketim Verileri 232
Grafik 5. 4. GES Tesisinde Üretilemeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik 232
Grafik 5. 5. Hastane Binasına Ait Tüketim ve Üretim Verileri 234
Grafik 5. 6. GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik 234
Grafik 5. 5. Hastane Binasına Ait Tüketim ve Üretim Verileri 236
Grafik 5. 6. GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik 236

Grafik 5. 7. Hastane Binasına Ait Tüketim ve Üretim Verileri 238
Grafik 5. 8. GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik..... 238

Grafik 8. 1. Elektrik Tüketiminin Ortalama CDD Sayısına Bağlı Değişimi..... 269
Grafik 8. 2. Baseline Elektrik Tüketimi ve Model Karşılaştırma Grafiği..... 270
Grafik 8. 3. Baseline Elektrik Tüketimi ve Model(Elektrik-HDD-CDD) Karşılaştırma Grafiği 272
Grafik 8. 4. Doğalgaz Tüketiminin Ortalama HDD Sayısına Bağlı Değişimi..... 274
Grafik 8. 5. Baseline Doğalgaz Tüketimi ve Model Karşılaştırma Grafiği 275

Fotoğraflar

Fotoğraf 2. 1. Telefon Şarj Ünitesi ve Bilgilendirme Ekranı Genel Görünüm 37

Fotoğraf 3. 1. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Genel Görünüm..... 70
Fotoğraf 3. 2. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Cephe Görünümleri (Yukarıdan Aşağı: Kuzey-Güney-Doğu-Batı)..... 72
Fotoğraf 3. 3. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Uydu Görünümü..... 73
Fotoğraf 3. 4. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası A-A Kesiti 73
Fotoğraf 3. 5. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası B-B Kesiti 74
Fotoğraf 3. 6. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Konferans Salonu C-C Kesiti..... 74
Fotoğraf 3. 7. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Konferans Salonu D-D Kesiti 75
Fotoğraf 3. 8. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Güney Batı Cephesi..... 75
Fotoğraf 3. 9. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Güney Doğu Cephesi 76
Fotoğraf 3. 10. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Kuzey Doğu Cephesi..... 76
Fotoğraf 3. 11. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Kuzey Batı Cephesi 76
Fotoğraf 3. 12. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Vaziyet Planı 77
Fotoğraf 3. 13. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Zemin Kat Planı 77
Fotoğraf 3. 14. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası 1, 2 ve 3. Kat Planı 78
Fotoğraf 3. 15. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası 4. Kat Planı..... 78

Fotoğraf 3. 16. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Çatı Kat Planı 79
Fotoğraf 3. 17. Dış Cephe Termal Görüntü-Dekanlık Binası 84
Fotoğraf 3. 18. Dış Cephe Termal Görüntü-Hastane Girişi 85
Fotoğraf 3. 19. Dış Cephe Termal Görüntü-SBF 86
Fotoğraf 3. 20. Dış Cephe Termal Görüntü-Mutfak, Eczane ve Morg 87
Fotoğraf 3. 21. Dış Cephe Termal Görüntü-Konferans Salonu 87
Fotoğraf 3. 22. Hastane Binası Pencere Genel Görünümleri 92
Fotoğraf 3. 23. Hastane Giriş Kapısı Görünümü 94
Fotoğraf 3. 24. İç Bahçeye Çıkış Kapısı 94
Fotoğraf 3. 25. Konferans Salonu Giriş Kapısı 95
Fotoğraf 3. 26. Hastane Binası Dış Cephe Görüntüleri 99
Fotoğraf 3. 27. Kazan-1 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 101
Fotoğraf 3. 28. Kazan-2 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 102
Fotoğraf 3. 29. Kazan-3 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 102
Fotoğraf 3. 30. Brülör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 103
Fotoğraf 3. 31. Kazan-2 Termal Kamera Görüntüleri 103
Fotoğraf 3. 32. Kazan-3 Termal Kamera Görüntüleri 103
Fotoğraf 3. 33. Mekanik Proje Kazan Akım Şeması Görünümü 104
Fotoğraf 3. 34. Brülör Elektriksel Ölçümü 105
Fotoğraf 3. 35. Kazan-2 Baca Gazı Ölçüm Sonucu 105
Fotoğraf 3. 36. Kazan-3 Baca Gazı Ölçüm Sonucu 106
Fotoğraf 3. 37. Boylerin Genel Görünümü ve Etiket Bilgisi 114
Fotoğraf 3. 38. Su Yumuşatma Cihazı Görünümü 114
Fotoğraf 3. 39. Chiller Grupları Genel Görünümleri 115
Fotoğraf 3. 40. Chiller Grupları Etiket 115
Fotoğraf 3. 41. Chiller Grupları Giriş Çıkış Vanaları 116
Fotoğraf 3. 42. Chiller 1-2 Grubu Debi Ölçümü 119
Fotoğraf 3. 43. Chiller 3-4 Grubu Debi Ölçümü 119
Fotoğraf 3. 44. Chiller Akış Şeması Görünümü 120
Fotoğraf 3. 45. Dış Üniteler Genel Görünümleri 123
Fotoğraf 3. 46. Dış Ünitelerin Etiket Bilgileri 124
Fotoğraf 3. 47. Serpantin Görünümü 125
Fotoğraf 3. 48. Fan Coil Motor Görünümü ve Etiket Bilgisi 127
Fotoğraf 3. 49. Fan Coil Etiket Bilgileri 128
Fotoğraf 3. 50. Fan Coil Termostat Görseli 128
Fotoğraf 3. 51. Hastane Binası Sıcaklık Ölçümleri 130
Fotoğraf 3. 52. Tesisat Genel Görünüm 131
Fotoğraf 3. 53. Yalıtımsız Vana Görünümleri 132
Fotoğraf 3. 54. Mekanik Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 133
Fotoğraf 3. 55. Klima Santralleri Genel Görünümleri 138
Fotoğraf 3. 56. Klima Santrali Otomatik Kontrol 145
Fotoğraf 3. 57. HEA-3 Aspiratör Görünümleri 146
Fotoğraf 3. 58. Hijyenik Klima Santralleri İnvertör Görünümü 146

Fotoğraf 3. 59. KS-4 Vantilatör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 147
Fotoğraf 3. 60. EA-4 Aspiratör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 148
Fotoğraf 3. 61. EA-4 ve EA-12 Aspiratör Isı Geri Kazanım Serpantinleri Arası Sirkülasyon Pompası 149
Fotoğraf 3. 62. Klima Santrali Akış Şeması Görünümü 152
Fotoğraf 3. 63. Çatı Aspiratörleri Genel Görünümleri 153
Fotoğraf 3. 64. Kompresör Elektriksel Ölçüm Sonucu 153
Fotoğraf 3. 65. Kompresör Genel Görünüm 154
Fotoğraf 3. 66. Kompresör Pompa Motoru Etiket Bilgisi 154
Fotoğraf 3. 67. Basınçlı Hava Kurutucu Genel Görünüm 155
Fotoğraf 3. 68. Hava Tankı Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 155
Fotoğraf 3. 69. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Elektriksel Ölçüm Sonucu 156
Fotoğraf 3. 70. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Genel Görünüm ve Etiket Bilgisi 157
Fotoğraf 3. 71. 2500 kVA'lık TR-1 Genel Görünümü 158
Fotoğraf 3. 72. Transformatör Termal Kamera Görüntüleri 159
Fotoğraf 3. 73. 1600 kVA'lık Jeneratör Genel Görünümü 160
Fotoğraf 3. 74. Ana Dağıtım Panosu Görünümü 161
Fotoğraf 3. 75. TR-1 ADP Ana Besleme Noktası Elektriksel Ölçüm Verileri 161
Fotoğraf 3. 76. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompaları Genel Görünüm 165
Fotoğraf 3. 77. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompaları Genel Görünüm 166
Fotoğraf 3. 78. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompa ve Pompa Motoru Etiketi 166
Fotoğraf 3. 79. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompa ve Pompa Motoru Etiketi 166
Fotoğraf 3. 80. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompası Debi Ölçüm Sonucu 167
Fotoğraf 3. 81. Fan Coil Soğutma Hattı Zon-2 Pompası Debi Ölçüm Sonucu 167
Fotoğraf 3. 82. Pompa Elektrik Panosu Genel Görünüm 168
Fotoğraf 3. 83. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri 169
Fotoğraf 3. 84. EA-30 Aspiratör Motoru (Kayışı Kopmuş) 176
Fotoğraf 3. 85. KS-16 Vantilatör Motoru (Kayışı Kopmuş) 176
Fotoğraf 3. 86. KS- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Vantilatör Motoru ve Etiketi 177
Fotoğraf 3. 87. EA- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Aspiratör Motoru ve Etiketi 177
Fotoğraf 3. 88. KS- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Vantilatör Motoru Elektriksel Ölçümleri 177
Fotoğraf 3. 89. EA- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Aspiratör Motoru Elektriksel Ölçümleri 178
Fotoğraf 3. 90. 3.Katta Bulunan Klima Santrali Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri 178
Fotoğraf 3. 91. 4.Katta Bulunan Klima Santrali Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri 179
Fotoğraf 3. 92. Kablo Erimesi Gerçekleşmiş Elektrik Panosu Görünümü 179
Fotoğraf 3. 93. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüsü 180
Fotoğraf 3. 94. Asansör Motoru 187
Fotoğraf 3. 95. Asansör Motoru Etiketi 187
Fotoğraf 3. 96. Doktor Odası Aydınlatma Görünümü - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB ve 40W LED Kare Tip Armatürler 188

Fotoğraf 3. 97. WC Aydınlatma Görünümü - 12W LED Downlight Armatürler 188
Fotoğraf 3. 98. Hemşire Odası Aydınlatma Görünümü - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Kare Tip Armatürler 189
Fotoğraf 3. 99. Koridor 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Armatür Lüx Ölçümü 189
Fotoğraf 3. 100. 7 Adet 4x18W Floresan Lambalı Armatür Elektriksel Ölçüm Verileri 192
Fotoğraf 3. 101. UPS Görünümü 199
Fotoğraf 3. 102. UPS Etiket Bilgisi 200
Fotoğraf 3. 103. Çamaşır Yıkama Makinesi Etiket Bilgileri 200
Fotoğraf 3. 104. Çamaşır Kurutma Makinesi Etiket Bilgileri 201
Fotoğraf 3. 105. Çamaşır Yıkama Makineleri Görünümleri 201
Fotoğraf 3. 106. Çamaşır Kurutma Makinesi Görünümü 202
Fotoğraf 3. 107. Çamaşır Yıkama Makinesi Elektriksel Ölçüm Verisi 202
Fotoğraf 3. 108. Çamaşır Kurutma Makinesi Elektriksel Ölçüm Verisi 202
Fotoğraf 3. 109. Ütü Etiketi 203
Fotoğraf 3. 110. Ütü Görünümü 204
Fotoğraf 3. 111. Harmonik Filtreli Kompanzasyon Panosu 207
Fotoğraf 3. 112. Kompanzasyon Panosu Termal Kamera Görüntüleri 208
Fotoğraf 3. 113. Kojenerasyon Tesisi Yerleşim Planı 225

Fotoğraf 3. 1. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Genel Görünüm 70
Fotoğraf 3. 2. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Cephe Görünümleri (Yukarıdan Aşağı: Kuzey-Güney-Doğu-Batı) 72
Fotoğraf 3. 3. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Uydu Görünümü 73
Fotoğraf 3. 4. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası A-A Kesiti 73
Fotoğraf 3. 5. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası B-B Kesiti 74
Fotoğraf 3. 6. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Konferans Salonu C-C Kesiti 74
Fotoğraf 3. 7. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Konferans Salonu D-D Kesiti 75
Fotoğraf 3. 8. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Güney Batı Cephesi 75
Fotoğraf 3. 9. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Güney Doğu Cephesi 76
Fotoğraf 3. 10. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Kuzey Doğu Cephesi 76
Fotoğraf 3. 11. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Kuzey Batı Cephesi 76
Fotoğraf 3. 12. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Vaziyet Planı 77

Fotoğraf 3. 13. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Zemin Kat Planı 77
Fotoğraf 3. 14. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası 1, 2 ve 3. Kat Planı 78
Fotoğraf 3. 15. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası 4. Kat Planı 78
Fotoğraf 3. 16. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Çatı Kat Planı 79
Fotoğraf 3. 17. Dış Cephe Termal Görüntü-Dekanlık Binası 84
Fotoğraf 3. 18. Dış Cephe Termal Görüntü-Hastane Girişi 85
Fotoğraf 3. 19. Dış Cephe Termal Görüntü-SBF 86
Fotoğraf 3. 20. Dış Cephe Termal Görüntü-Mutfak, Eczane ve Morg 87
Fotoğraf 3. 21. Dış Cephe Termal Görüntü-Konferans Salonu 87
Fotoğraf 3. 22. Hastane Binası Pencere Genel Görünümleri 92
Fotoğraf 3. 23. Hastane Giriş Kapısı Görünümü 94
Fotoğraf 3. 24. İç Bahçeye Çıkış Kapısı 94
Fotoğraf 3. 25. Konferans Salonu Giriş Kapısı 95
Fotoğraf 3. 26. Hastane Binası Dış Cephe Görüntüleri 99
Fotoğraf 3. 27. Kazan-1 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 101
Fotoğraf 3. 28. Kazan-2 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 102
Fotoğraf 3. 29. Kazan-3 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 102
Fotoğraf 3. 30. Brülör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 103
Fotoğraf 3. 31. Kazan-2 Termal Kamera Görüntüleri 103
Fotoğraf 3. 32. Kazan-3 Termal Kamera Görüntüleri 103
Fotoğraf 3. 33. Mekanik Proje Kazan Akım Şeması Görünümü 104
Fotoğraf 3. 34. Brülör Elektriksel Ölçümü 105
Fotoğraf 3. 35. Kazan-2 Baca Gazı Ölçüm Sonucu 105
Fotoğraf 3. 36. Kazan-3 Baca Gazı Ölçüm Sonucu 106
Fotoğraf 3. 37. Boylerin Genel Görünümü ve Etiket Bilgisi 114
Fotoğraf 3. 38. Su Yumuşatma Cihazı Görünümü 114
Fotoğraf 3. 39. Chiller Grupları Genel Görünümleri 115
Fotoğraf 3. 40. Chiller Grupları Etiket 115
Fotoğraf 3. 41. Chiller Grupları Giriş Çıkış Vanaları 116
Fotoğraf 3. 42. Chiller 1-2 Grubu Debi Ölçümü 119
Fotoğraf 3. 43. Chiller 3-4 Grubu Debi Ölçümü 119
Fotoğraf 3. 44. Chiller Akış Şeması Görünümü 120
Fotoğraf 3. 45. Dış Üniteler Genel Görünümleri 123
Fotoğraf 3. 46. Dış Ünitelerin Etiket Bilgileri 124
Fotoğraf 3. 47. Serpantin Görünümü 125
Fotoğraf 3. 48. Fan Coil Motor Görünümü ve Etiket Bilgisi 127
Fotoğraf 3. 49. Fan Coil Etiket Bilgileri 128
Fotoğraf 3. 50. Fan Coil Termostat Görseli 128
Fotoğraf 3. 51. Hastane Binası Sıcaklık Ölçümleri 130
Fotoğraf 3. 52. Tesisat Genel Görünüm 131

Fotoğraf 3. 53. Yalıtımsız Vana Görünümleri 132
Fotoğraf 3. 54. Mekanik Tesisat Termal Kamera Görüntüleri 133
Fotoğraf 3. 55. Klima Santralleri Genel Görünümleri 138
Fotoğraf 3. 56. Klima Santrali Otomatik Kontrol 145
Fotoğraf 3. 57. HEA-3 Aspiratör Görünümleri 146
Fotoğraf 3. 58. Hijyenik Klima Santralleri İnvertör Görünümü 146
Fotoğraf 3. 59. KS-4 Vantilatör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 147
Fotoğraf 3. 60. EA-4 Aspiratör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 148
Fotoğraf 3. 61. EA-4 ve EA-12 Aspiratör Isı Geri Kazanım Serpantinleri Arası Sirkülasyon Pompası 149
Fotoğraf 3. 62. Klima Santrali Akış Şeması Görünümü 152
Fotoğraf 3. 63. Çatı Aspiratörleri Genel Görünümleri 153
Fotoğraf 3. 64. Kompresör Elektriksel Ölçüm Sonucu 153
Fotoğraf 3. 65. Kompresör Genel Görünüm 154
Fotoğraf 3. 66. Kompresör Pompa Motoru Etiket Bilgisi 154
Fotoğraf 3. 67. Basınçlı Hava Kurutucu Genel Görünüm 155
Fotoğraf 3. 68. Hava Tankı Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri 155
Fotoğraf 3. 69. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Elektriksel Ölçüm Sonucu 156
Fotoğraf 3. 70. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Genel Görünüm ve Etiket Bilgisi 157
Fotoğraf 3. 71. 2500 kVA'lık TR-1 Genel Görünümü 158
Fotoğraf 3. 72. Transformatör Termal Kamera Görüntüleri 159
Fotoğraf 3. 73. 1600 kVA'lık Jeneratör Genel Görünümü 160
Fotoğraf 3. 74. Ana Dağıtım Panosu Görünümü 161
Fotoğraf 3. 75. TR-1 ADP Ana Besleme Noktası Elektriksel Ölçüm Verileri 161
Fotoğraf 3. 76. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompaları Genel Görünüm 165
Fotoğraf 3. 77. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompaları Genel Görünüm 166
Fotoğraf 3. 78. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompa ve Pompa Motoru Etiketi 166
Fotoğraf 3. 79. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompa ve Pompa Motoru Etiketi 166
Fotoğraf 3. 80. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompası Debi Ölçüm Sonucu 167
Fotoğraf 3. 81. Fan Coil Soğutma Hattı Zon-2 Pompası Debi Ölçüm Sonucu 167
Fotoğraf 3. 82. Pompa Elektrik Panosu Genel Görünüm 168
Fotoğraf 3. 83. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri 169
Fotoğraf 3. 84. EA-30 Aspiratör Motoru (Kayışı Kopmuş) 176
Fotoğraf 3. 85. KS-16 Vantilatör Motoru (Kayışı Kopmuş) 176
Fotoğraf 3. 86. KS- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Vantilatör Motoru ve Etiketi 177
Fotoğraf 3. 87. EA- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Aspiratör Motoru ve Etiketi 177
Fotoğraf 3. 88. KS- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Vantilatör Motoru Elektriksel Ölçümleri 177
Fotoğraf 3. 89. EA- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Aspiratör Motoru Elektriksel Ölçümleri 178
Fotoğraf 3. 90. 3.Katta Bulunan Klima Santrali Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri 178
Fotoğraf 3. 91. 4.Katta Bulunan Klima Santrali Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri 179

Fotoğraf 3. 92. Kablo Erimesi Gerçekleşmiş Elektrik Panosu Görünümü 179
Fotoğraf 3. 93. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüsü..... 180
Fotoğraf 3. 94. Asansör Motoru 187
Fotoğraf 3. 95. Asansör Motoru Etiketi 187
Fotoğraf 3. 96. Doktor Odası Aydınlatma Görünümü - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB ve 40W LED Kare Tip Armatürler 188
Fotoğraf 3. 97. WC Aydınlatma Görünümü - 12W LED Downlight Armatürler..... 188
Fotoğraf 3. 98. Hemşire Odası Aydınlatma Görünümü - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Kare Tip Armatürler..... 189
Fotoğraf 3. 99. Koridor 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Armatür Lüx Ölçümü 189
Fotoğraf 3. 100. 7 Adet 4x18W Floresan Lambalı Armatür Elektriksel Ölçüm Verileri 192
Fotoğraf 3. 101. UPS Görünümü 199
Fotoğraf 3. 102. UPS Etiket Bilgisi..... 200
Fotoğraf 3. 103. Çamaşır Yıkama Makinesi Etiket Bilgileri 200
Fotoğraf 3. 104. Çamaşır Kurutma Makinesi Etiket Bilgileri..... 201
Fotoğraf 3. 105. Çamaşır Yıkama Makineleri Görünümleri..... 201
Fotoğraf 3. 106. Çamaşır Kurutma Makinesi Görünümü 202
Fotoğraf 3. 107. Çamaşır Yıkama Makinesi Elektriksel Ölçüm Verisi 202
Fotoğraf 3. 108. Çamaşır Kurutma Makinesi Elektriksel Ölçüm Verisi..... 202
Fotoğraf 3. 109. Ütü Etiketi 203
Fotoğraf 3. 110. Ütü Görünümü..... 204
Fotoğraf 3. 111. Harmonik Filtreli Kompanzasyon Panosu..... 207
Fotoğraf 3. 112. Kompanzasyon Panosu Termal Kamera Görüntüleri..... 208
Fotoğraf 3. 113. Kojenerasyon Tesisi Yerleşim Planı 225

Fotoğraf 4. 1. Otomatik Kontrol Görüntüleri..... 214

Fotoğraf 5. 1. Çatı ve Otopark GES Tesisi Kurmaya Uygun Alanlar..... 230

Fotoğraf 7. 1. Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Mevcut Durumuna Göre Hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi..... 260
Fotoğraf 7. 2. Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Revizyon Sonrası Durumuna Göre Hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi..... 262

Fotoğraf 9. 1. Delik ve Paslanmış Serpantin Görünümü..... 280
Fotoğraf 9. 2. Su Yumuşatma Deposu 281
Fotoğraf 9. 3. 2 Adet Su Yumuşatma Cihazı 282
Fotoğraf 9. 4. Paslanmış Boru Görünümleri 282

KISALTMALAR

ÇŞİDB: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

TEP: Ton Eşdeğer Petrol

IEC: International Electrotechnical Commision (Uluslararası Elektroteknik Birliği)

EVÖ: Enerji Verimliliği Önlemi

EFF: Efficiency Label (Verim Etiketi)

kCal: Kilokalori

W:Watt

kW: Kilowatt

kWh: Kilowatt Saat

RPM: Dakikadaki Devir Sayısı

MSm^3: Milyon Standart Metre Küp

Ö&D: Ölçme ve Doğrulama

IPMVP: Uluslararası Performans Ölçümü ve Doğrulama Protokolü

NBD: Net Bugünkü Değer

İKO: İç Karlılık Oranı

nZEB: Yaklaşık Sıfır Enerjili Bina (Nearly Zero-Energy Buildings)

HDD: Isıtma Gün Dereceleri (Heating Degree Days)

CDD: Soğutma Gün Dereceleri (Cooling Degree Days)

TCMB: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

EPS: Enerji performans sözleşmesi

EKB: Enerji Kimlik Belgesi

DHS: Değişken Hız Sürücü

SHGC: Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenlik

DB: Dünya Bankası

AC: Alternatif Akım

DC: Doğru Akım

ADP: Ana Dağıtım Panosu

EÖS: Enerji Ölçüm İzleme Sistemi

BMS: Bina Yönetim Sistemi

VSD: Değişken Hız Sürücü (Variable Speed Driver)

GES: Güneş Enerji Sistemi

COP: Performans Katsayısı (Coefficient of Performance)

EER: Enerji Tasarruf Oranı (Energy Efficiency Ratio)

SBF: Sağlık Bilimleri Fakültesi

KABEV: Kamu Binalarındaki Enerji Verimliliği

Tablo 1. 1. Cihaz/Sistem Ekonomik Ömür Tablosu

Cihaz/Sistem	Ekonomik Ömür (yıl)
Pencere Tamiri ve Fitil Değişimi	20
Pencere Değişimi	35
Klima Santralleri Elektrik Motorlarının Değişimi	20
Lokal Termostat Uygulaması	20
Chiller Master Kontrol Paneli	20
Solar Termal Sisteminin Kurulması	25
Pompa Motorlarının Yenilenmesi	20
GES	25
LED Aydınlatma Armatürleri	20
Otomasyon Sistemleri	20
Mekanik Tesisat Yalıtımı	20

Tablo 1. 2. Enerji Etüdü Sırasında Kullanılan Cihaz Bilgileri

Cihaz Adı	Marka / Seri No	Kalibrasyon Bilgileri			Etüt Sırasında Kullanıldığı Yerler
		Tarihi	Geçerlilik Süresi	Yapan Kurum/Kuruluş	
Termal Görüntüleme Cihazı	TESTO 875-2i 02492952	04.04.2023	1 Yıl	TESTO	Isı hatları, Elektrik pano ve tesisatları
Enerji Analizörü	FLUKE 435 27903124	04.04.2023	1 Yıl	TESTONE KALİBRASYON	Elektriksel Ölçümler
Hava Sıcaklık Yüzey sıcaklık probu	TESTO 435-4 02108350/106	17.04.2023	1 Yıl	TESTO	Kazan Yüzey Sıc. Ölçümü-Kazan Dairesi ve Pano Odaları Sıc. Ölçümü
Pitot Tüpü	TESTO 435-4 0560 4354	12.04.2023	1 Yıl	TESTO	Hava Kanalları
İnfrared sıcaklık sensörü	TESTO 845 01332994/1106	13.11.2023	1 Yıl	TESTO	Yüzey Sıcaklık Ölçümü
Bacagazı Analizörü	Testo 340 0612 3340	11.04.2023	1 Yıl	TESTO	Bacagazı Analizi
Ultrasonik Debimetre	GE PT 900	04.09.2023	1 Yıl	ENELSAN	Debi Ölçümleri

Kalibrasyon sertifikaları ek dosyasında sunulmuştur.

Tablo 1. 3. Referans Değerler Tablosu

KIRIKKALE ÜNİ. SBF ve FİZİK TEDAVİ HASTANESİ REFERANS DEĞERLER TABLOSU				
Parametre	**Parametre cinsi**	**Birim**	**Değer**	**Kaynak**
Kalorifik değerler	Elektrik	kCal/kWh	860	EVÇED
	Doğalgaz	kCal/Sm^3	8250	
Emisyon katsayısı	Elektrik	$kgCO_2eşd/kWh$	0,555	Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği
	Doğalgaz	$kgCO_2eşd/kWh$	0,234	
Birim enerji fiyatı (KDV dahil)	Elektrik	TL/kWh	3,83	Şubat 2024 Faturası
	Doğalgaz	TL/m^3	14,57	Ocak 2024 Faturası
	Doğalgaz	TL/kWh	1,37	Ocak 2024 Faturası
TCMB Dolar satış kuru		USD/TL	31,5107	TCMB (Mart 2024)
TCMB Euro satış kuru		EU/TL	34,1971	
Birincil enerji dönüşüm katsayısı	Elektrik		1,826	ÇŞİDB
	Doğalgaz		1	
Enerji birim dönüşümleri	TEP	kCal	10^{+7}	
	kWh	TEP	$8.6x10^{-5}$	
	kCal/Sm^3	kWh	9,596	
Enflasyon Oranı		%	12,75	ÇŞİDB
İskonto Oranı		%	15	

2. Yönetici Özeti

2.1. Bina Bilgileri

Tablo 2. 1. Bina Bilgileri Tablosu

Referans Numarası	Kategori	Açıklama
1	**Yapı/Yapı Grubunun Adı**	Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi ve Fizik Tedavi Rehabilitasyon Hastanesi
2	**Yapım Yılı**	2011
3	**Kullanım Amacı**	Fakülte ve Hastane
4	**Yapı Grubundaki Bina Sayısı**	1
5	**Kapalı Alan Hacmi**	220.539,49 m³
6	**Toplam İnşaat Alanı**	45.945,73 m²
7	**Bina Oturum Alanı**	11.729,50 m²
8	**2019, 2021 ve 2022 Yıllarının Ortalama Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD)**	2147
9	**2019, 2021 ve 2022 Yıllarının Ortalama Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD)**	304
10	**Isıtma/Soğutma Sistemi**	Kazan/Chiller
11	**Yalıtım Durumu**	Var
12	**Çalışan Sayısı**	140
13	**Yıllık Hasta Sayısı**	8274 Yıllık Hasta Sayısı 2286 Öğrenci Sayısı
14	**Sahibi**	Kırıkkale Üniversitesi
15	**Şehir / İlçe**	Kırıkkale / Merkez
16	**TS 825 İklim Bölgesi**	3.Bölge
17	**Bina adresi**	Fabrikalar Mah. İbni Sina Cad. No:12 Arpalık Çukuru Mevkii Kırıkkale Merkez
18	**Posta Kodu**	71300
19	**Telefon Numarası**	444 40 71
20	**Faks Numarası**	0 318 224 07 86
21	**E-posta Adresi**	bashekimlik@kku.edu.tr
22	**Enerji Yöneticisi**	Mustafa ELİBOL
23	**Enerji Yöneticisi Sertifika Numarası**	EY 4007
24	**Telefon Numarası**	0 507 746 70 96
25	**Faks Numarası**	0 318 357 24 85
26	**E-posta adresi**	mustafaelibol40@gmail.com
27	**Enerji Kimlik Belgesi Numarası**	-

2.2. Yıllık Enerji Tüketimleri

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nde 2020 yılı Mart ayı itibariyle ortaya çıkan Pandemi etkisi nedeniyle enerji tüketimindeki azalışa yansıması aşağıdaki birincil enerji tüketimlerinin yıllık bazda değişimi tablosunda görülmektedir.

Tablo 2. 2. Birincil Enerji Tüketimlerinin Yıl Bazında Değişimi

Yıllar	Primer Enerji Dönüşüm		TEP			% Değişim
	Elektrik	Doğalgaz	Elektrik	Doğalgaz	Toplam	
2019	5.107.685,89	9.860.730,65	439,26	848,02	1.287,28	
2020	1.762.293,20	7.754.283,25	151,56	666,87	818,43	-36,42%
2021	3.684.104,81	10.882.513,52	316,83	935,90	1.252,73	53,07%
2022	3.903.908,97	11.394.021,08	335,74	979,89	1.315,62	5,02%

Tablo 2. 3. Birincil Enerji Tüketimlerinin Yıl Bazında Yüzdesel Değişimi

Birincil Enerji [TEP]	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Varyasyon değişimi [%]	36% azalma	53% artış	5,02% artış

Toplam birincil enerji tüketiminde 2020 yılında 2019 yılına oranla %36 azalma, 2021 yılında 2020 yılına göre, %53 artış ve 2022 yılında 2021 yılına oranla ise %5,02 artış yaşandığı analiz edilmiştir. 2019 ve 2020 yılı karşılaştırıldığında, Covid-19 pandemi koşullarının bina kullanımında büyük oranda bir azalmaya sebep olması bu artışın başlıca sebebidir. 2020 yılından 2021 yılına geçişteki artış ise; koşulların normale dönmeye başlaması sebebiyle tüketimin de normal seviyelere dönmesiyle ilgilidir. 2021 yılından 2022 yılına geçişte ise; hasta sayısındaki artışın tüketime yansıdığı söylenebilir.

Bu nedenle Baz/Temel Enerji Tüketimi 2019, 2021 ve 2022 yılları ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. 4. Yıllık Enerji Tüketimleri

Yıl	Toplam Yıllık Elektrik Tüketimi [TEP]	Toplam Yıllık Doğalgaz Tüketimi [TEP]	Tüketilen Enerji [TEP]	Primer Enerji [TEP]
2019	240,56	848,02	1.088,58	1.287,28
2021	173,51	935,90	1.109,41	1.252,73
2022	183,86	979,89	1.163,75	1.315,62
Baz/Temel Enerji Tüketimi	199,31	1.034,98	1.234,30	1.285,21

Toplam yıllık doğalgaz tüketiminde 2019 yılının Ocak ayı ve 2021 yılının Aralık ayı faturalarına ulaşılamadığından tüketim değerleri bilinmemektedir. Dolayısıyla doğalgaz tüketiminin ortalaması alınırken Ocak ve Aralık ayı için 2 yıl üzerinden hesaplanmıştır. Geri kalan aylarda ise 3 yıl üzerinden ortalama alınmıştır. Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere baz/temel elektrik tüketimi 199,31 TEP, doğalgaz ise 1.034,98 TEP olduğu görülmektedir. Aynı zamanda toplam enerji tüketiminin 1.234,30 TEP olduğu görülmektedir.

2.3. Genel Göstergeler

Tablo 2. 5. Göstergeler

#	Gösterge	Birimi	2019	2021	2022	Ortalama
1	m² Başına Enerji Tüketimi	kWh/m²*yıl	275,50	280,77	294,52	283,60
2	m² Başına Emisyon Değeri	Ton CO_2 eşdeğeri /m²*yıl	0,084	0,080	0,084	0,08
3	Hasta Başına Düşen Enerji Tüketimi	kWh/kişi*yıl	934,72	1.753,92	1635,48	1441,37
4	1000 Hasta Başına Düşen Emisyon Değeri	Ton CO_2 eşdeğeri /kişi*yıl	285,03	319,53	465,65	356,74
5	HDD Başına Düşen Yakıt Tüketimi	kWh / HDD*m²*yıl	0,102	0,112	0,112	0,11
6	CDD başına düşen Elektrik Tüketimi	kWh / CDD*m²*yıl	0,267	0,136	0,132	0,18

2.4. Analiz Edilen Temel Sistem ve Ekipmanlar

- Bina Kabuğu
- Pencereler ve Kapılar
- Kazan Grupları
- Soğutma Grupları
- HVAC Sistemleri
- Elektrik Motorları
- Pompalar
- Aydınlatma Elemanları
- Priz Yükleri
- Mekanik Tesisat
- Tarifeler ve Tedarikçiler
- Enerji Tüketim Profilleri
- Enerji Yönetim Sistemleri
- Yerinde Üretim ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri
- Enerji Kimlik Belgesi
- Enerji Performans Sözleşmesi Metodolojisi

2.5. Çalışmanın Amacı

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nde gerçekleştirilen bu detaylı etüt çalışması ile enerji tasarruf potansiyellerinin tespit edilmesi, enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik gerekli önlemlerin alınması ve revizyonların yapılması ardından da burada elde edilen başarının kamuoyuna duyurulması ve diğer benzer kamu binaları için örnek teşkil etmesi amaçlanmaktadır.

Gerçekleştirilen bu etüt çalışmasının nihayetinde; kamu binalarında enerji verimliliği ile yakıt ve elektrik tüketiminin azaltılması, CO_2 emisyonlarında azaltım sağlanması, kamu binalarında çalışan personelin konfor şartlarında iyileşme sağlanması, kamu sektöründe enerji verimliliği farkındalığının artması amaçlanmaktadır.

2.6. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma;

- Kamuya ait olan hastane binasının tüketim noktalarının ve bu tüketimlere karşılık gelen maliyet analizini,
- Mevcut binada, Enerji Performans Yönetmeliği'ne uygun olarak Enerji Kimlik Belgesi hazırlanmasını ve binanın enerji performans sınıfının tespit edilmesini,
- Hastane binasına ait olan mimari projesinin analizinin yapılmasını, gerek duyulduğu yerlerde rölöve çalışmasının yapılmasını, binada kullanılan kapı, pencere, duvar, çatı, zemin ve yalıtım malzemesinin durumuna göre enerji verimliliği önlemleri sunmayı,
- Hastane binasının ısıtma ve soğutma sistemlerinin analizinin yapılarak, enerji verimliliği önlemleri kapsamında önerilerde bulunmaya ek olarak iletim hatlarında bulunan tesisat envanterlerinin ölçümlerinin yapılarak sonuçlarına bağlı mevcut durum tespiti yapılarak ihtiyaç duyulan enerji verimliliği önlemleri sunulmasını,
- Hastane binasındaki; elektrik tesisatı, pompa, elektrik motorları, iç ve dış aydınlatma elemanlarının ayrı ayrı uygun ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmesini ve ihtiyaç duyulan hesaplamalar, değerlendirmeler yapılarak gerekli enerji verimliliği önlemlerini sunmayı,
- Hastane binasının son yıla ait elektrik faturalarının tamamının değerlendirmesiyle hastane binasına ait tarife analizi ve kompanzasyon kontrolü yapılıp gerekli tasarruf önlemleri sunmayı,
- Enerji kaynaklarının ve enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak üzere hastane binasında enerji tüketen ekipmanların verimliliklerinin ve kullanım amacına uygun göstergelerle özgül enerji tüketimlerinin izlenmesi; enerji ihtiyaçlarının ve verimlilik artırıcı uygulamaların planlanması; tüketim alışkanlıklarının iyileştirilmesi ve bunlarla ilgili açıklamaların yapılması,
- Hastane binasında mevcut enerji yönetimi yöntemlerinde görülen eksiklikler, aksaklıklar ve bunların giderilmesi için öneriler getirilerek bu önerilerden beklenen sonuçların açıklanmasını, kapsamaktadır.

2.7. Çalışmanın Tarihi

Hastane binasında yapılan enerji etüdü çalışması 6 Mart – 10 Temmuz tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Yapılan çalışma konularına göre; çalışmanın tarihi, süresi ve çalışan personel sayısı Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2. 6. Çalışma Tarihleri

Çalışma Konusu	Çalışma Yapılan Tarih	Çalışma Gün	Çalışan Personel
Etüt Brifingi	6 Mart 2023	1	1
Detaylı Etüt Ölçüm	20-24 Mart / 16 Haziran 2023	6	5
Detaylı Etüt Raporlama	27 Mart – 10 Temmuz 2023	67	5

2.8. Temel Enerji Kullanımı ve Karma Senaryoya Dayalı Enerji Tasarrufu Karşılaştırması

Tablo 2. 7. Toplam Baz/Temel Enerji Tüketimi ve İyileştirme Sonrası Hedeflenen Enerji Tüketimi

	Elektrik [TEP]	Doğalgaz [TEP]	Toplam Enerji [TEP]	Toplam Primer Enerji [TEP]
TOPLAM Baz/Temel Enerji Tüketimi	199,31	1.034,98	1.234,30	1.398,93
TOPLAM Enerji Tasarrufları	247,29	208,59	455,88	660,15
TOPLAM Önerilen/İyileştirilmiş Enerji Kullanımı	-47,98	826,39	778,41	738,78

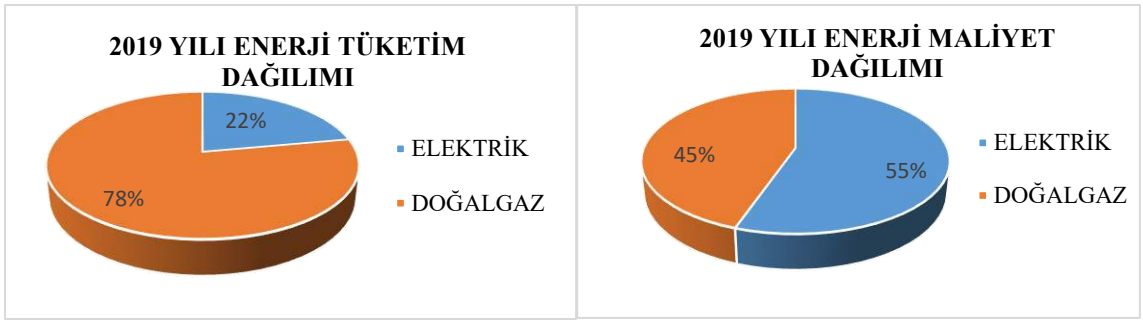
2.9. Bir Tablo ve Grafik Aracılığıyla Binanın Enerji Tüketimi ve Tüketim Analizinin Özeti

Aşağıda yer alan tabloda Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nin 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait tüketim ve maliyet dağılımları gösterilmektedir.

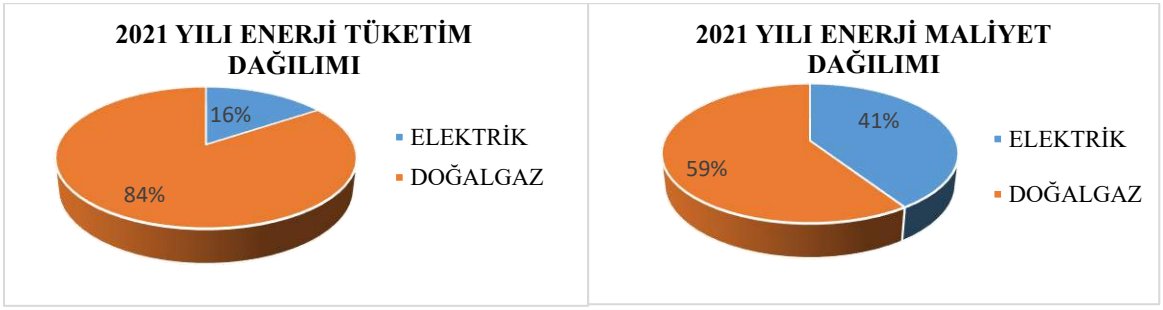
Tablo 2. 8. 2019-2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Dağılımları

	Elektrik				Yakıt (Doğalgaz)				Toplam		
yıl/ay	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Tüketimdeki	Toplam Maliyet [TL]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Tüketimdeki	Toplam Maliyet [TL]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]
2019 Yılı	2.797.199,28	240,56	22%	2.075.688,31	9.860.730,65	848,02	78%	1.676.347	12.657.929,93	1.088,58	3.752.035
2021 Yılı	2.017.582,04	173,51	16%	1.583.260,88	10.882.513,52	935,90	84%	2.301.253	12.900.095,56	1.109,41	3.884.513
2022 Yılı	2.137.956,72	183,86	16%	7.918.093,19	11.394.021,08	979,89	84%	15.012.823	13.531.977,80	1.163,75	22.930.916
ORTALAMA	2.317.579,35	199,31	16%	3.859.014,13	12.034.693,87	1.034,98	84%	6.330.140,85	14.352.273,21	1.234,30	10.189.154,97

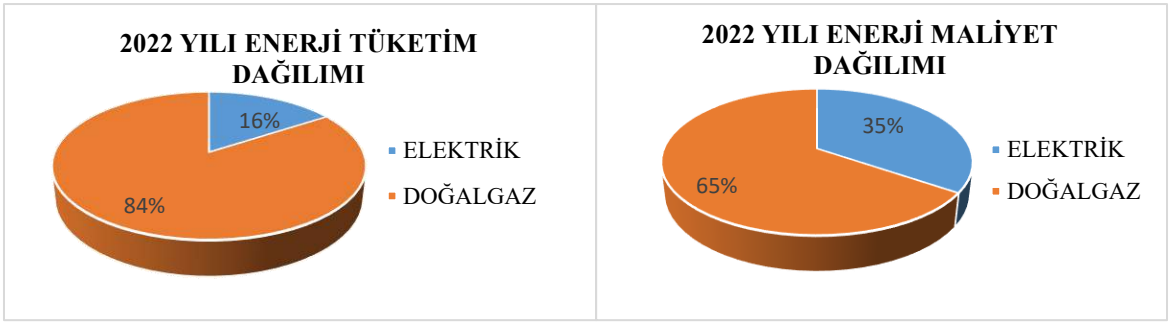
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon hastane binasının 2019, 2021 ve 2022 yıldaki elektrik ve doğalgaz kullanımı birbirine paralellik göstermiştir. Toplam yıllık doğalgaz tüketiminde 2019 yılının Ocak ayı ve 2021 yılının Aralık ayı faturalarına ulaşılamadığından tüketim değerleri bilinmemektedir. Dolayısıyla doğalgaz tüketiminin ortalaması alınırken Ocak ve Aralık ayı için 2 yıl üzerinden hesaplanmıştır. Geri kalan aylarda ise 3 yıl üzerinden ortalama alınmıştır. Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere ortalama elektrik tüketimi 2.317.579,35 kWh, doğalgaz ise 12.034.693,87 kWh olduğu görülmektedir. Aynı zamanda toplam enerji tüketiminin 14.352.273,21 kWh olduğu görülmektedir.



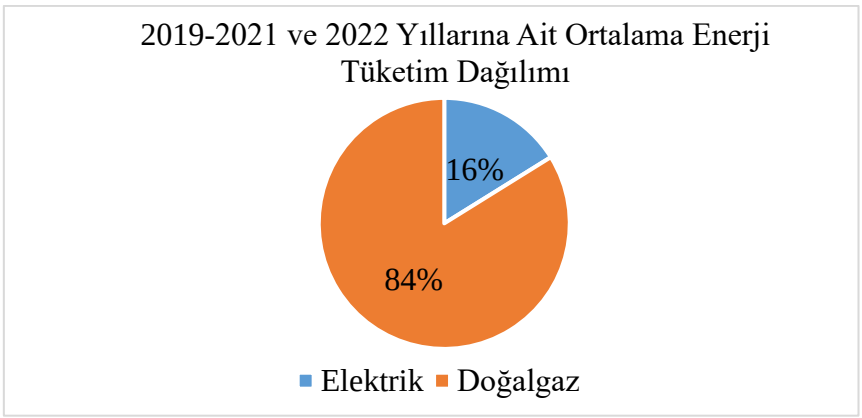
Grafik 2. 1. 2019 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafiği



Grafik 2. 2. 2021 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafiği



Grafik 2. 3. 2022 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafiği



Grafik 2.1. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Ortalama Tüketim Dağılımları

Tablo 2. 9. 2019-2021-2022 Yılları Ortalama Enerji Tüketimi (Referans=Baz)

2019-2021-2022 Yılları Ortalama Enerji Tüketimi (Referans=Baz)					
Tüketim					Maliyet
Enerji Türü	Tüketilen Enerji Miktarı (kWh)	Primer Enerji Tüketimi (kWh)	Tüketilen Enerji (TEP)	Primer Enerji (TEP)	TL
Elektrik	2.317.579,35	4.231.899,89	199,31	363,94	8.876.328,90
Doğalgaz	12.034.693,87	12.034.693,87	1.034,98	1.034,98	16.487.530,60
Toplam	14.352.273,21	16.266.593,75	1.234,30	1.398,93	25.363.859,49

Yukarıdaki tablonun maliyet kısmında elektrik için 2024 yılı Şubat ayı, doğalgaz için ise 2024 yılı Ocak ayı birim fiyatları kullanılmıştır.

Yukarıdaki tabloda 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait toplam enerji tüketimleri ve bu tüketim üzerinden hesaplanan birincil enerji tüketimi verilmiştir. Tüketilen enerji toplam 1.234,30 TEP iken birincil enerji tüketimi 1.398,93 TEP'tir.

2.10. Tavsiye Edilen Enerji Verimliliği Önlemlerinin Özeti

Tablo 2. 10. Baz Senaryo EVÖ Özet Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi	Doğalgaz	131.684,08	11,32	1,09%	180.407,20	30,81	10.560.622,72	58,54	2,15%	-7.943.169,02
2	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	Elektrik	169.248,67	14,56	7,30%	648.222,41	93,93	4.006.168,11	6,18	27,56%	5.398.623,79
3	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Elektrik	134.456,18	11,56	5,80%	514.967,15	74,62	10.047.151,06	19,51	11,75%	-2.575.704,75
4	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	98.656,82	8,48	0,82%	135.159,84	23,09	119.875,66	0,89	125,50%	1.841.102,84
5	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	687.311,88	59,11	29,66%	2.632.404,49	381,46	9.006.133,95	3,58	40,32%	27.481.832,48
		Doğalgaz	-85.753,69	-7,37	-0,71%	-117.482,56	-20,07				
6	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	Doğalgaz	334.955,97	28,81	2,78%	458.889,67	78,38	3.782.657,39	8,24	22,61%	2.875.183,86
7	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.910,88	1,71	0,86%	76.258,67	11,05	241.089,56	3,16	44,15%	865.316,08
8	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	91.465,62	7,87	3,95%	350.313,33	50,76	24.065.796,73	16,50	13,54%	-2.905.713,24
		Doğalgaz	808.860,55	69,56	6,72%	1.108.138,95	189,27				
9	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	85.063,03	7,32	3,67%	325.791,40	47,21	1.246.484,30	0,92	121,56%	18.432.393,35
		Doğalgaz	752.240,31	64,69	6,25%	1.030.569,22	176,02				
10	Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması	Elektrik	583.069,60	50,14	25,16%	2.233.156,57	323,60	23.001.742,56	10,30	20,69%	15.687.074,67
TOPLAM		**Elektrik**	**1.770.525,85**	**152,27**	**76,40%**	**6.781.114,02**	**982,64**	**86.077.722,02**	**8,99**	**21,29%**	**52.868.071,69**
		Doğalgaz	**2.040.644,04**	**175,50**	**16,96%**	**2.795.682,33**	**477,51**				
		Toplam	**3.811.169,89**	**327,76**	**26,55%**	**9.576.796,35**	**1.460,15**				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											**26,55%**
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											**32,42%**
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											**906,53**
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											**945,40**

*Baz Senaryo; minimum %20 tasarruf ve 12 yıldan kısa basit geri ödeme süresi sağlamalıdır.

Tablo 2. 11. Derin Senaryo EVÖ Özet Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine Oranı, %	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması	Elektrik	36.296,64	3,12	1,57%	139.016,12	20,14	32.242.641,55	30,99	12,76%	-9.156.426,44
		Doğalgaz	658.033,35	56,59	5,47%	901.505,68	153,98				
2	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	Elektrik	169.248,67	14,56	7,30%	648.222,41	93,93	4.006.168,11	6,18	27,56%	5.398.623,79
3	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Elektrik	134.456,18	11,56	5,80%	514.967,15	74,62	10.047.151,06	19,51	11,75%	-2.575.704,75
4	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	98.656,82	8,48	0,82%	135.159,84	23,09	119.875,66	0,89	125,50%	1.841.102,84
5	Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	171.252,04	14,73	7,39%	655.895,32	95,04	10.882.269,56	8,60	21,96%	7.478.219,28
		Doğalgaz	444.960,41	38,27	3,70%	609.595,76	104,12				
6	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonunun Yapılması	Elektrik	694.059,96	59,69	29,95%	2.658.249,63	385,20	12.585.800,89	4,95	32,09%	24.277.142,13
		Doğalgaz	-85.753,69	-7,37	-0,71%	-117.482,56	-20,07				
7	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	Doğalgaz	311.362,28	26,78	2,59%	426.566,32	72,86	3.782.657,39	8,87	21,50%	2.406.217,73
8	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.910,88	1,71	0,86%	76.258,67	11,05	241.089,56	3,16	44,15%	865.316,08
9	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	76.464,85	6,58	3,30%	292.860,37	42,44	24.065.796,73	18,37	12,38%	-5.057.901,59
		Doğalgaz	742.520,43	63,86	6,17%	1.017.252,99	173,75				
10	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	71.112,31	6,12	3,07%	272.360,15	39,47	1.246.484,30	1,02	110,50%	16.430.858,18
		Doğalgaz	690.544,00	59,39	5,74%	946.045,28	161,59				
11	Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması	Elektrik	192.974,40	16,60	8,33%	739.091,95	107,10	20.164.453,49	27,28	11,02%	-7.359.890,72
12	Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması	Elektrik	956.849,60	82,29	41,29%	3.664.733,97	531,05	55.722.462,43	15,21	16,29%	7.768.035,61
TOPLAM		**Elektrik**	**2.522.625,52**	**216,95**	**108,85%**	**9.661.655,74**	**1.400,06**	**175.106.850,71**	**12,89**	**16,42%**	**21.924.114,94**
		Doğalgaz	**2.860.323,59**	**245,99**	**23,77%**	**3.918.643,32**	**669,32**				
		Toplam	**5.382.949,11**	**462,93**	**37,51%**	**13.580.299,06**	**2.069,37**				
										Toplam Nihai Enerji Tasarrufu	**37,51%**
										Toplam Birincil Enerji Tasarrufu	**45,90%**
										Nihai Enerji Tüketimi [TEP]	**771,36**
										Birincil Enerji Tüketimi [TEP]	**756,80**

*Derin Senaryo; minimum %30 tasarruf ve 20 yıldan kısa basit geri ödeme süresi sağlamalıdır.

Tablo 2. 12. Karma Senaryo EVÖ Özet Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine Oranı, %	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi	Doğalgaz	131.684,08	11,32	1,09%	180.407,20	30,81	10.560.622,72	58,54	2,15%	-7.943.169,02
2	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	Elektrik	169.248,67	14,56	7,30%	648.222,41	93,93	4.006.168,11	6,18	27,56%	5.398.623,79
3	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Elektrik	134.456,18	11,56	5,80%	514.967,15	74,62	10.047.151,06	19,51	11,75%	-2.575.704,75
4	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	98.656,82	8,48	0,82%	135.159,84	23,09	119.875,66	0,89	125,50%	1.841.102,84
5	Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	171.252,04	14,73	7,39%	655.895,32	95,04	10.882.269,56	8,60	21,96%	7.478.219,28
		Doğalgaz	444.960,41	38,27	3,70%	609.595,76	104,12				
6	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	687.311,88	59,11	29,66%	2.632.404,49	381,46	9.006.133,95	3,58	40,32%	27.481.832,48
		Doğalgaz	-85.753,69	-7,37	-0,71%	-117.482,56	-20,07				
7	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	Doğalgaz	334.955,97	28,81	2,78%	458.889,67	78,38	3.782.657,39	8,24	22,61%	2.875.183,86
8	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.910,88	1,71	0,86%	76.258,67	11,05	241.089,56	3,16	44,15%	865.316,08
9	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	79.477,98	6,84	3,43%	304.400,66	44,11	24.065.796,73	17,57	12,85%	-4.190.947,46
		Doğalgaz	777.713,32	66,88	6,46%	1.065.467,25	181,98				
10	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	73.914,52	6,36	3,19%	283.092,62	41,02	1.246.484,30	0,98	114,96%	17.237.125,53
		Doğalgaz	723.273,39	62,20	6,01%	990.884,54	169,25				
11	Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması	Elektrik	583.069,60	50,14	25,16%	2.233.156,57	323,60	23.001.742,56	10,30	20,69%	15.687.074,67
12	Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması	Elektrik	956.849,60	82,29	41,29%	3.664.733,97	531,05	55.722.462,43	15,21	16,29%	7.768.035,61
TOPLAM		**Elektrik**	**2.875.491,34**	**247,29**	**124,07%**	**11.013.131,84**	**1.595,90**	**152.682.454,01**	**10,65**	**18,89%**	**55.313.442,20**
		Doğalgaz	**2.425.490,30**	**208,59**	**20,15%**	**3.322.921,71**	**567,56**				
		Toplam	**5.300.981,64**	**455,88**	**36,93%**	**14.336.053,55**	**2.163,46**				
										Toplam Nihai Enerji Tasarrufu	**36,93%**
										Toplam Birincil Enerji Tasarrufu	**47,19%**
										Nihai Enerji Tüketimi [TEP]	**778,41**
										Birincil Enerji Tüketimi [TEP]	**738,78**

*Karma Senaryo; baz ve derin senaryolardan seçilmiş önlemler paketidir.

Tablo 2. 13. İrdelenen Ancak Önerilmeyen EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Tahmini Yıllık Enerji Tasarrufları [kWh]	Tahmini Yıllık Enerji Tasarrufları [TEP]	Tahmini Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	Yorumlar
1	0,60 MWe Kapasiteli Kojenerasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	1.491.935,52	244,49	5.714.113,02	30.294.965,80	11,73	Kojenerasyon tesisinde sürekli emniyet ve uzun ömürlülük sağlamak amacıyla bakım faaliyetleri kritik önemdedir. Fakat hastane binasında bu tesisin bakımını sağlayacak yeterli personel bulunmamaktadır. Dolayısıyla kojenerasyon tesisinin uygulanması önerilmemektedir.
		Doğalgaz	1.629.193,58	259,97	2.231.995,21			
		Doğalgaz	-3.552.227,42	-582,11	-5.363.863,40			
2	10.456,704 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m²K (Doğrama+Cam))	Elektrik	3.629,66	0,31	13.901,61	31.539.385,12	115,21	Pencere değişimi önleminin geri ödeme süresi uygulamanın faydalı ömründen fazla çıktığından önerilmemiştir.
		Doğalgaz	189.668,43	16,31	259.845,76			

Yukarıdaki tabloda irdelenen ancak önerilmeyen önlem olarak kojenerasyon sistemi ve pencere camlarının argon boşluklu olarak değişimi incelenmiştir. Kojenerasyon sisteminin detaylı hesaplamaları 5. Bölüm başlığı altında incelenmiştir.

2.11. Yeşil ve Yenilikçi Teknolojiler

Hastane binasında yeşil ve yenilikçi teknolojiler kapsamında telefon şarj ünitesi kurulması önerilmektedir. Kurulması önerilen telefon şarj ünitesi; 8 telefonu aynı anda şarj edebilme kapasitesine, anahtarsız pin kodu ile kilitleme sitemine sahip ve uygulama yapılacak mahale göre; elektrik bileşenleri CE sertifikasına, 220 V şebeke gerilimine sahip ve panel üzerinde işveren tarafından istenen logo/yazı olabilmektedir.

Hastane binasında kurulması önerilen telefon şarj ünitesi; 4 adet, 8 kapaklı, ekransız duvara monte edilebilen şarj ünitesidir.

Ek olarak hastane binasında, KABEV kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen tasarruf miktarlarının, örneğin GES kurulması ile elde edilen elektrik enerjisi tasarruf miktarı gibi, hizmet binası kullanıcıları tarafından izlenebilmesi, kullanıcılarda yeşil ve yenilikçi teknolojiler farkındalığı oluşturulmasını sağlamak amacıyla, bilgilendirme ekranı kurulması önerilmektedir.

Hastane binasında kurulması önerilen bilgilendirme ekranı; 4 adet 55 inç ekran genişliğinde, 4K Ultra HD 3840 x 2160 çözünürlüğünde LED ekrandır.



Fotoğraf 2. 1. Telefon Şarj Ünitesi ve Bilgilendirme Ekranı Genel Görünüm

2.12. Maliyetsiz, İşletim ve Bakım (O&M) veya Enerji Yönetimi Fırsatları

Hastane binasında yapılan saha ölçümleri, analiz edilen sistem ve ekipmanların detaylı incelenmesinin ardından oluşturulmuş, düşük maliyetli enerji yönetimi fırsatı kapsamında aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 2. 14. Maliyetsiz & Düşük Maliyetli Enerji Fırsatları Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [TEP]	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine Oranı (%) (Elektrik/Doğalgaz)	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]
1	Havalandırma Tesisatı Kontrolü	Elektrik	22.180,34	1,91	0,96%	84.950,70	12,31	118.656,00	1,40
2	Isı Merkezinde Bulunan Kazanlar İçin Periyodik Kontrol Bedelleri (2.000.000-5.000.000 kcal/h kazanlar)	Doğalgaz	6.017,35	0,52	0,05%	8.243,77	1,41	8.154,00	0,99
TOPLAM			28.197,69	2,43	0,20%	93.194,47	13,72	126.810,00	1,36

Tablo 2.14'de ki önlemlerin öngörülen uygulama maliyetleri "SMM ve Oda Hizmetleri Asgari Ücretleri (1 Temmuz 2023)" kitabından alınmıştır.

Havalandırma tesisatı kontrolünde aşağıdaki işlemler yapılmaktadır;

- Hava akımını sağlayan parçalar kontrol edilir
- Hava akımını sağlayan borular temizlenir
- Hava hızı ölçülür
- Havanın temizliği ölçülür
- Havalandırma kanallarının kontrolü yapılır
- Hasarlı veya eksik parça olup, olmadığına bakılır
- Tesisatta bulunan fanların güncel durumlarına bakılır

Kazan ekipmanlarının güvenli ve ekonomik olarak çalışması için periyodik kontrollerinin yapılması gereklidir. Kazanın en önemli parçaları günlük olarak gözden geçirilmeli ve normal olmayan bir durum gözlenmesi halinde, gerekli tedbirler alınmalıdır.

Planlı ve koruma amaçlı yapılan kontrol, çalışma parçalarında oluşabilecek tehlikeli durumların zamanında tespit edilmesini sağlamak, güvenliği tehlikeye düşürecek ve büyük ekonomik kayıplara sebep olabilecek önlemekte ve tesisin verimini arttırmaktadır.

Maliyetsiz ve düşük maliyetli kapsamında enerji verimlilik önlemlerinin tümü birlikte tek bir proje olarak değerlendirildiğinde 22.180,34 kWh elektrik ve 6.017,35 kWh doğalgazdan toplam 28.197,69 kWh tasarruf sağladığı görülmektedir.

2.13. Enerji Performans Sözleşmesi (EPS) Değerlendirmesi

Enerji performans sözleşmesi (EPS); Uygulama projesi sonrasında sağlanacak enerji tasarruflarının garanti edilmesi ve yapılan harcamaların uygulama sonucu oluşacak tasarruflarla ödenmesi esasına dayanan bir finansman mekanizmasıdır.

Kırıkkale Üniversitesi SBF ve Fizik Tedavi Rehabilitasyon Hastanesi'nin, EPS'ye uygun olup olmadığının değerlendirildiği bu kısımda tebliğde yer alan şartlar dikkate alınarak aşağıdaki kriterler değerlendirilmiştir.

Tablo 2. 15. EPS Değerlendirmesi

SEÇİM KRİTERİ / BİNA	K.Ü. Fizik Tedavi Hastanesi	Açıklama
Lot	**Lot-12**	
Kapalı İnşaat Alanı (m²)	45.945,73	Bina inşaat alanı ESCO seçim kriterlerinin üzerinde çıktığı için uygun değildir.
Referans Enerji Tüketimi (TEP/yıl) [250 TEP < x < 500 TEP]	1.234,29	Referans Enerji Tüketimi, ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralığın üstündedir.
Karma Senaryo Enerji Tasarruf Oranı % [25% < x <35%]	36,93%	Enerji Tasarruf Oranı, ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralığın üzerindedir.
Karma Senaryo Enerji Tasarrufu (TL/yıl)	14.336.053,55	Yıllık enerji tasarruf maliyeti 14.336.053,55 TL'dir.
Toplam Yatırım Bedeli (TL) [7.5 mil < x < 30 mil]	152.682.454,01	Toplam yatırım maliyeti ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralığın üzerindedir.
Karma Senaryo NBD (TL)	55.313.442,20	NBD değeri pozitif olduğu için uygundur.
İç Karlılık Oranı (%) [15% < x < 20%]	18,89%	İç Karlılık Oranı, ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralığın üzerindedir.
Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl) [10 < x < 14.5]	10,65	Basit geri ödeme süresi, enerji birim maliyeti ve uygulama maliyetine göre değişiklik gösterdiğinden, şu an için belirlenen sınırda görünse uygulama döneminde bu değer artabilir.
Bina Fonksiyonu	Hastane	
Yapım Kolaylığı [EV Önlemleri Uygulama Zorluğu]	Zor	Hastane binası için sunulan önlemlerin uygulama zorluğu vardır.
ESCO Seçim Önerisi		Bina ESCO için inşaat alanı açısından ve diğer kriterler değerlendirildiğinde uygun çıkmamıştır.

2.14. Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (nZEB) Değerlendirmesi

Pilot projeler için enerji etütleri, maksimum spesifik enerji tüketimi ile tanımlanan bir nZEB standardına ulaşmak için çeşitli enerji verimliliği (EV) ve yenilenebilir enerji (YE) önlemleri kombinasyonlarının belirlenmesini içerecektir. Bu nZEB standardına ulaşmanın en uygun maliyetli yolunu belirlemek için 3-4 farklı senaryo analiz edilmelidir. Proje kapsamında yatırıma uygunluğu için,

a) Yenilenebilir enerji oranının %10'dan büyük olması
b) Yenilenen bina, B sınıfı Enerji Kimlik Belgesi (EKB) almalıdır.

Tablo 2. 16. nZEB Değerlendirme Kriterleri

İhtiyaç Kategorisi	Değer	İstenen Değer	Yorum
EKB Sınıfı	B	B	Hastane binasının karma senaryo kapsamında uygulanacak enerji verimliliği önlemlerine göre yapılacak revizyon sonrası durumuna göre hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi ile enerji sınıfı "B" olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda yenilenebilir enerji oranı ise %10'un üstünde olduğundan nZEB kapsamında değerlendirilmektedir.
Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı	14,54%	>10%	

Hastane binasında yapılacak değişiklikler sonrası yukarıda paylaşılan şartları sağladığından Kırıkkale Üniversitesi Fizik Tedavi Hastanesi nZEB kapsamında değerlendirilmektedir.

3. Enerji Etüdü

3.1. Meteorolojik Veriler

3.1.1. Ortalama Sıcaklık ve Nem Değerleri

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü kamuoyunun bilinçlendirilmesi amacıyla aylık, mevsimlik ve yıllık sıcaklık ve yağış değerlendirmelerinden oluşan iklim analizleri hazırlamaktadır. Değişen iklime bağlı olarak ekstrem hava olaylarının sayısı ve şiddeti her geçen ay ve yıl artmaktadır. MGM, her ay ilgili sıcaklık ve yağış gözlemlerini, 1991-2020 iklim periyodundaki normalleri ile karşılaştırarak Türkiye genelinde ve il bazında gerçekleşen ekstrem sıcaklık ve yağış durumlarını değerlendirmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesinden alınan bilgilere göre oluşturulan "Kırıkkale iline ait ortalama sıcaklık değerleri" aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3. 1. Kırıkkale İline Ait Ortalama Sıcaklık Değerleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)
Ocak	0,40
Şubat	2,40
Mart	6,80
Nisan	12,00
Mayıs	16,70
Haziran	20,80
Temmuz	24,20
Ağustos	24,00
Eylül	19,60
Ekim	13,70
Kasım	6,90
Aralık	2,50
Ortalama	**12,50**

Kırıkkale Valiliği tarafından yayınlanan jeolojik yapı bilgisine göre Kırıkkale ilinde ortalama kısmi nem %63' dür.

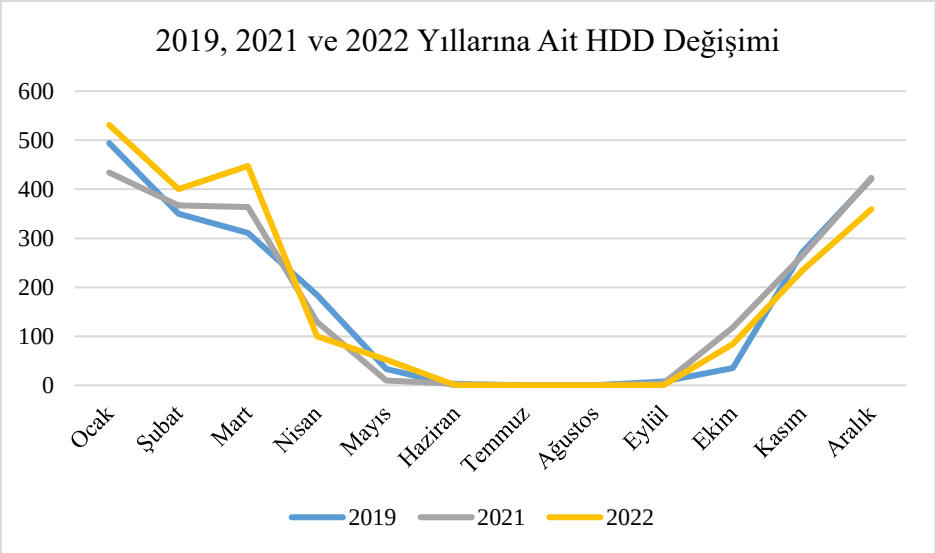
Binalarda ısı yalıtımı kurallarında (TS 825) verilen "Farklı Amaçlarla Kullanılan Binalar İçin Hesaplamalarda Kullanılacak Aylık Ortalama İç Sıcaklık Değerleri (θ_i)" tablosundan hastane binaları için verilen sıcaklık değeri 22°C olup, hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır.

3.1.2. HDD ve CDD Analizleri

Gün derece, 24 saatlik periyodun ne kadarının sıcak ve ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir. Isıtma Gün Dereceleri [Heating Degree Days – HDD] belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğuğun şiddetini açıklar. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nin 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait HDD değişimi ve doğalgaz-HDD ilişkisini inceleyen tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3. 2. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait HDD Değişimi

Kırıkkale 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait HDD Değişimi				
Aylar	**ISITMA DERECE GÜN**			
	2019	**2021**	**2022**	**Ortalama**
Ocak	494	434	531	486
Şubat	350	367	400	372
Mart	311	364	447	374
Nisan	184	129	100	138
Mayıs	33	10	52	32
Haziran	-	3	-	3
Temmuz	-	-	-	-
Ağustos	-	-	-	-
Eylül	8	4	-	6
Ekim	35	118	84	79
Kasım	271	264	234	256
Aralık	421	423	359	401
Toplam	2107	2116	2207	2.147

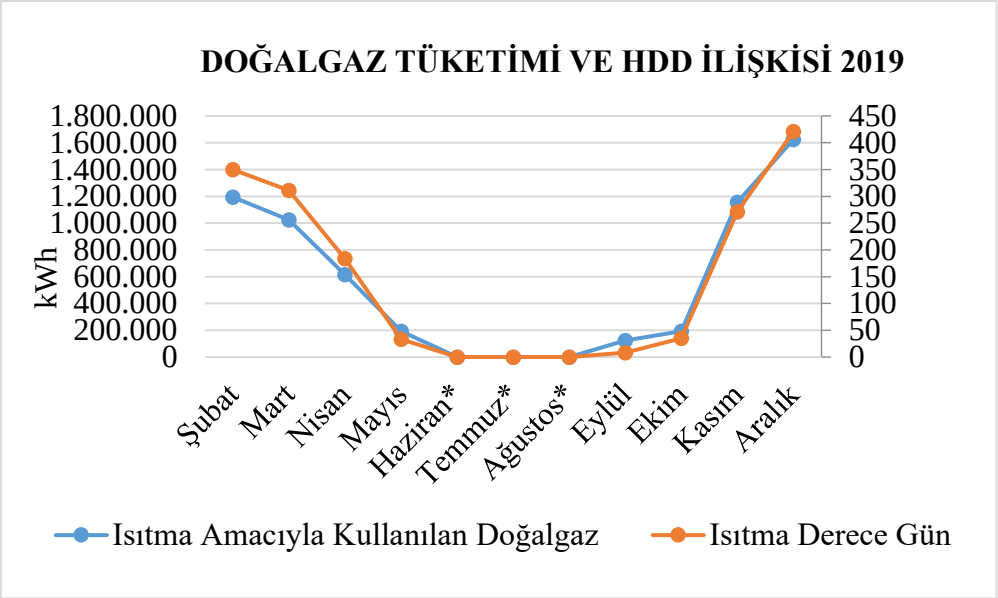


Grafik 3. 1. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait HDD Değişimi

Grafik 3.1.'de 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait aylık bazda HDD değişimi paylaşılmıştır. Grafik incelendiğinde; HDD değişimi aylık ve yıllık bazda paralellik göstermektedir.

Tablo 3. 3. 2019 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları

Kırıkkale SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi 2019 Yılı Doğalgaz-HDD İlişkisi					
Aylar	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Toplam Tüketim**		**Isıtma Derece Gün**	**Tüketim/DG**
		Isıtma Amacıyla Kullanılan Doğalgaz (kWh)	**Sıcak Su Amacıyla Kullanılan Doğalgaz (kWh)**		
Ocak	-	-	-	-	-
Şubat	1.534.067	1.194.736,0	339.331	350	3.414
Mart	1.364.922	1.025.591,0	339.331	311	3.298
Nisan	955.740	616.409,7	339.331	184	3.350
Mayıs	532.591	193.260,6	339.331	33	5.856
Haziran*	446.450	-	446.450	-	-
Temmuz*	102.235	-	102.235	-	-
Ağustos*	469.307	-	469.307	-	-
Eylül	463.776	124.445,4	339.331	8	15.556
Ekim	531.919	192.588,4	339.331	35	5.503
Kasım	1.495.841	1.156.510,7	339.331	271	4.268
Aralık	1.963.881	1.624.550,6	339.331	421	3.859
Toplam	9.860.731	6.128.092,2	3.732.638,44	1.613	



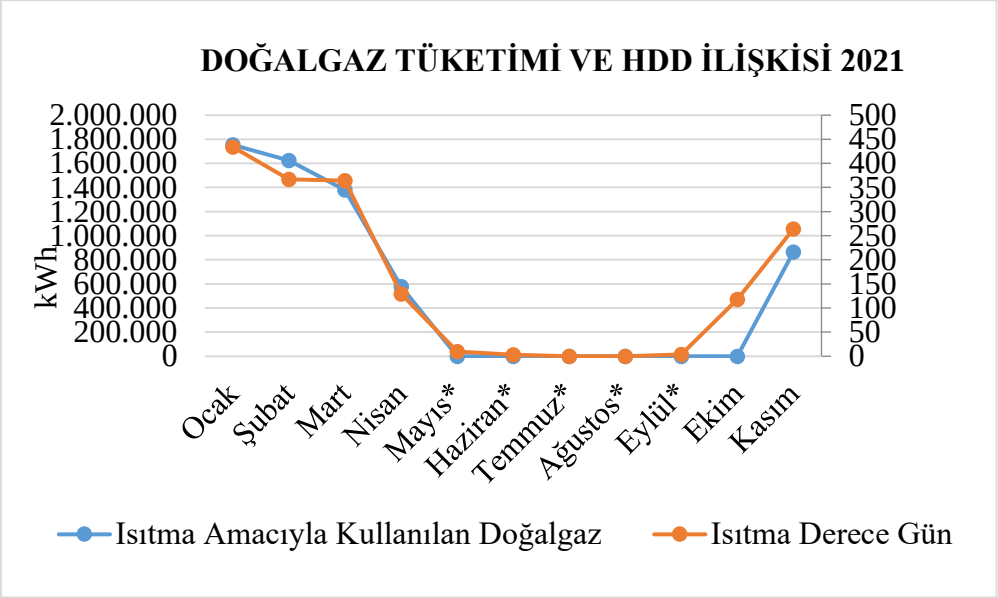
Grafik 3. 2. 2019 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi

Yukarıda yer alan tabloda Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi doğalgaz tüketim bilgileri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün sitesinden alınan Kırıkkale ili 2019 yılı ısıtma derece gün sayılarına (HDD) dayalı doğalgaz tüketimlerinin dağılımı yer almaktadır.

Doğalgaz tüketimi ve HDD ilişkisi incelenirken, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz ile sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarları ayrı ayrı ele alınmıştır. 2019 yılının Ocak ayına ait fatura bulunamadığından tüketim paylaşılamamıştır. Burada inceleme yapılırken ısıtma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Haziran, Temmuz, Ağustos) aylar baz ay olarak seçilmiş ve mahal ısıtması yapılmadığı kabul edilmiş, kullanılan doğalgazın tamamının sıcak su ihtiyacı için kullanıldığı varsayılmıştır. 2019 yılı baz ay olarak kabul edilen aylarda sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarı yaklaşık 339.331 kWh alınmış ve toplam tüketimden çıkartılarak kalan tüketimin ısınma amacıyla kullanılan doğalgaz olduğu varsayılmıştır. Grafik incelendiğinde, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz miktarının, ısıtma derece gün sayılarıyla paralellik gösterdiği söylenebilir.

Tablo 3. 4. 2021 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları

Kırıkkale SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi 2021 Yılı Doğalgaz-HDD İlişkisi					
Aylar	Doğalgaz Tüketimi (kWh)	Toplam Tüketim		Isıtma Derece Gün	Tüketim/DG
		Isıtma Amacıyla Kullanılan Doğalgaz (kWh)	Sıcak Su Amacıyla Kullanılan Doğalgaz (kWh)		
Ocak	2.196.081,40	1.753.086,12	442.995	434	4039
Şubat	2.067.151,66	1.624.156,37	442.995	367	4425
Mart	1.823.789,29	1.380.794,01	442.995	364	3793
Nisan	1.022.407,50	579.412,21	442.995	129	4492
Mayıs*	397.165,57	-	397.166	10	-
Haziran*	432.254,76	-	432.255	3	-
Temmuz*	407.948,00	-	407.948	-	-
Ağustos*	493.889,92	-	493.890	-	-
Eylül*	483.718,17	-	483.718	4	-
Ekim	249.727,24	-	442.995	118	-
Kasım	1.308.380,02	865.384,74	442.995	264	3278
Aralık	-	-	-	-	-
Toplam	10.882.513,52	6.202.833,44	4.872.948,12	1.693	20.028

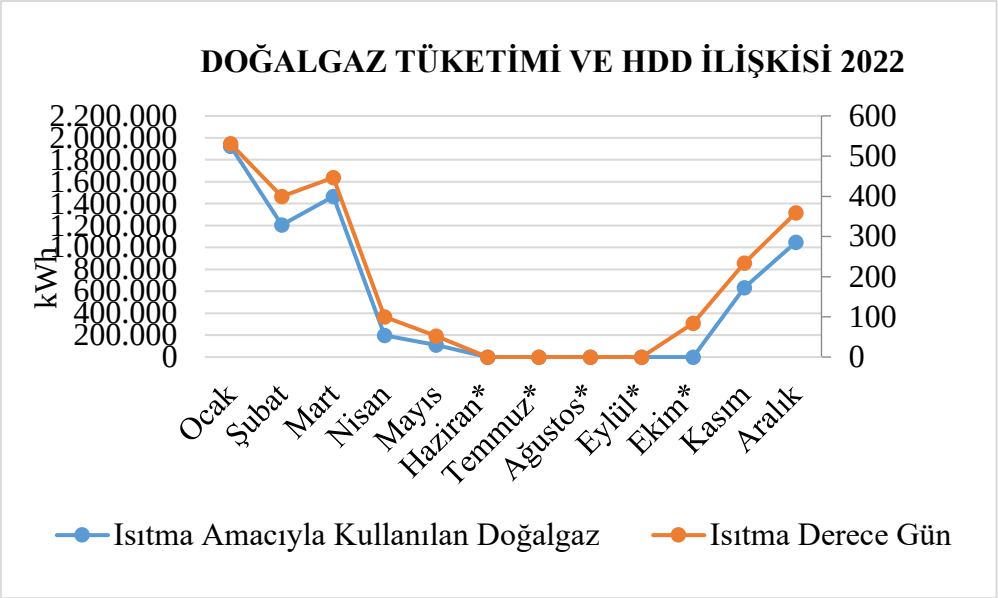


Grafik 3. 3. 2021 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi

2021 yılı doğalgaz tüketimi ve HDD ilişkisi incelenirken, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz ile sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarları ayrı ayrı ele alınmıştır. 2021 yılının Aralık ayına ait fatura bulunamadığından tüketim paylaşılamamıştır. Burada inceleme yapılırken ısıtma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) aylar baz ay olarak seçilmiş ve mahal ısıtması yapılmadığı kabul edilmiş, kullanılan doğalgazın tamamının sıcak su ihtiyacında kullanıldığı varsayılmıştır. 2021 yılı baz ay olarak kabul edilen aylarda sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarı yaklaşık 442.995 kWh alınmış ve toplam tüketimden çıkartılarak kalan tüketimin ısınma amacıyla kullanılan doğalgaz olduğu varsayılmıştır. Grafik incelendiğinde, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz miktarının, ısıtma derece gün sayılarıyla paralellik gösterdiği söylenebilir.

Tablo 3. 5. 2022 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları

Kırıkkale SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi 2022 Yılı Doğalgaz-HDD İlişkisi					
Aylar	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Toplam Tüketim**		**Isıtma Derece Gün**	**Tüketim/DG**
		Isıtma Amacıyla Kullanılan Doğalgaz (kWh)	**Sıcak Su Amacıyla Kullanılan Doğalgaz (kWh)**		
Ocak	2.324.380	1.923.562	400.818	531	3623
Şubat	1.605.812	1.204.994	400.818	400	3012
Mart	1.865.943	1.465.125	400.818	447	3278
Nisan	599.616	198.798	400.818	100	1988
Mayıs	509.730	108.911	400.818	52	2094
Haziran*	416.138	-	416.138	-	-
Temmuz*	323.266	-	323.266	-	-
Ağustos*	440.623	-	440.623	-	-
Eylül*	460.925	-	460.925	-	-
Ekim*	363.139	-	363.139	84	-
Kasım	1.035.160	634.342	400.818	234	-
Aralık	1.449.290	1.048.472	400.818	359	2921
Toplam	11.394.021	6.584.204,24	4.809.816,84	2207	



Grafik 3. 4. 2022 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi

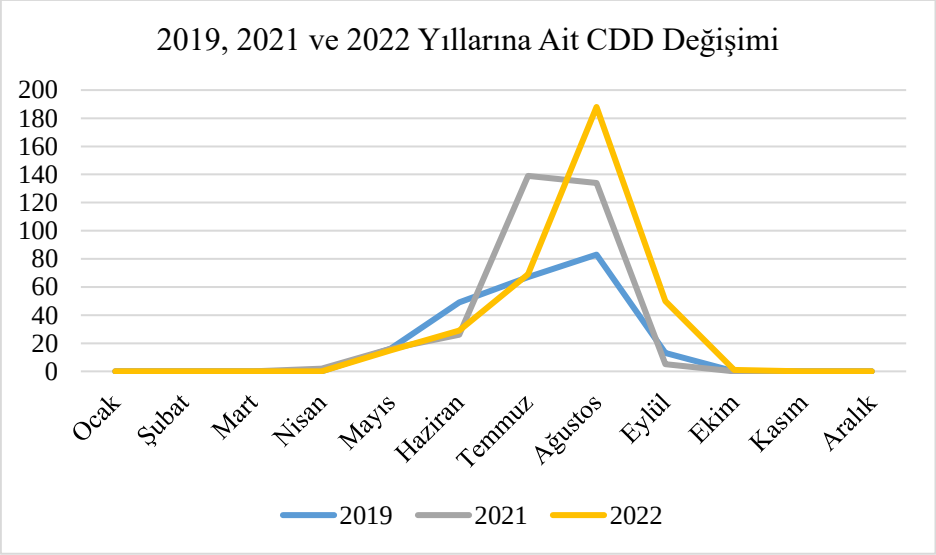
2022 yılı doğalgaz tüketimi ve HDD ilişkisi incelenirken, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz ile sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarları ayrı ayrı ele alınmıştır. Burada inceleme yapılırken ısıtma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim) aylar baz ay olarak seçilmiş ve mahal ısıtması yapılmadığı kabul edilmiş, kullanılan doğalgazın tamamının sıcak su ihtiyacında kullanıldığı varsayılmıştır. 2022 yılı baz ay olarak kabul edilen aylarda sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarı yaklaşık 400.818 kWh alınmış ve toplam tüketimden çıkartılarak kalan tüketimin ısınma amacıyla kullanılan doğalgaz olduğu varsayılmıştır. Grafik incelendiğinde, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz miktarının, ısıtma derece gün sayılarıyla paralellik gösterdiği söylenebilir.

Soğutma Gün Dereceleri [Cooling Degree Days – CDD], belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. Resmi olarak belirlenmiş bir eşik sıcaklık olmamakla birlikte inşaat sektörü enerji yönetim pratiklerinde eşik sıcaklık 22°C olarak alınır.

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nin 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait CDD değişimi ve Elektrik-CDD ilişkisini inceleyen tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3. 6. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi

Kırıkkale 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi				
Aylar	**SOĞUTMA DERECE GÜN**			
	2019	**2021**	**2022**	**Ortalama**
Ocak	-	-	-	-
Şubat	-	-	-	-
Mart	-	-	-	-
Nisan	-	2	-	2
Mayıs	16	16	15	16
Haziran	49	26	29	35
Temmuz	67	139	69	92
Ağustos	83	134	188	135
Eylül	13	5	50	23
Ekim	-	-	1	1
Kasım	-	-	-	-
Aralık	-	-	-	-
Toplam	228	322	352	304

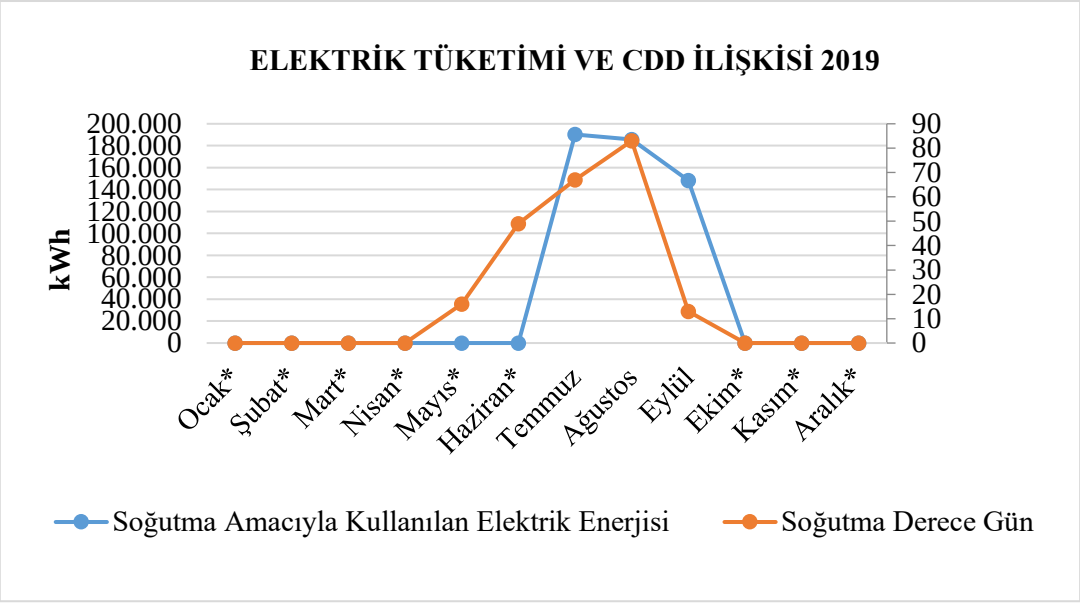


Grafik 3. 5. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi

Grafik 3.6'da 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait CDD değişimi ele alınmıştır. Grafik incelendiğinde; 2019, 2021 ve 2022 yılları Kırıkkale ili soğutma ihtiyacının ay bazında paralellik gösterdiği görünmektedir.

Tablo 3. 7. 2019 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları

Kırıkkale SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi 2019 Yılı Elektrik-CDD İlişkisi					
Aylar	**Elektrik Tüketimi**	**TOPLAM TÜKETİM**		**Soğutma Derece Gün**	**Tüketim/DG**
		Soğutma Amacıyla Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)	**Soğutma Haricinde Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)**		
Ocak*	238.447,44	-	238.447	-	-
Şubat*	197.008,80	-	197.009	-	-
Mart*	196.854,24	-	196.854	-	-
Nisan*	171.854,16	-	171.854	-	-
Mayıs*	111.973,20	-	111.973	16	-
Haziran*	134.185,68	-	134.186	49	-
Temmuz	379.643,52	190.225,95	189.418	67	2.839,19
Ağustos	375.017,76	185.600,19	189.418	83	2.236,15
Eylül	337.779,84	148.362,27	189.418	13	11.412,48
Ekim*	225.707,28	-	225.707	-	-
Kasım*	220.121,04	-	220.121	-	-
Aralık*	208.606,32	-	189.418	-	-
Toplam	2.797.199	543.377,15	2.253.822,13	228	



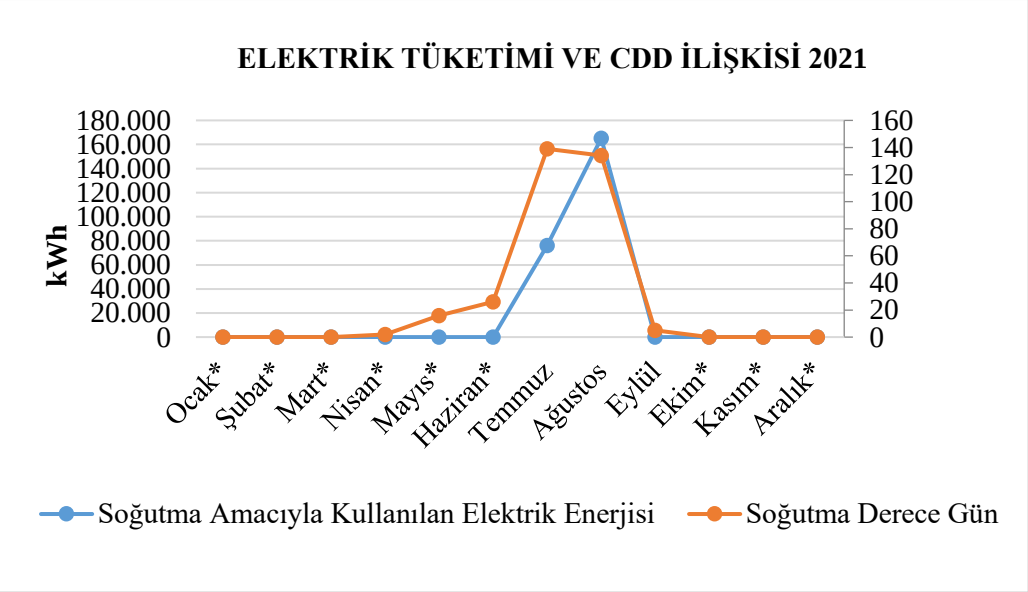
Grafik 3. 6. 2019 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi

Yukarıda yer alan tabloda Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nin elektrik tüketim bilgileri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün web sitesinden alınan Kırıkkale ili 2019 yılı soğutma derece gün sayılarına (CDD) dayalı elektrik tüketimlerinin dağılımı yer almaktadır.

Hesaplama yapılırken soğutma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim, Kasım, Aralık) aylar baz ay olarak seçilmiş ve bu aylarda soğutma dışı (aydınlatma, tıbbi cihazlar, havalandırma vs…) elektrik tüketimi gerçekleştiği kabul edilmiştir. 2019 yılında baz ay olarak kabul edilen aylarda diğer amaçlarla kullanılan elektrik miktarı yaklaşık 189.418 kWh alınmış ve toplam tüketimden çıkartılarak kalan tüketimin soğutma amacıyla kullanılan elektrik enerjisi olduğu varsayılmıştır.

Tablo 3. 8. 2021 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları

Kırıkkale SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi 2021 Yılı Elektrik-CDD İlişkisi					
Aylar	Elektrik Tüketimi	TOPLAM TÜKETİM		Soğutma Derece Gün	Tüketim/DG
		Soğutma Amacıyla Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)	Soğutma Haricinde Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)		
Ocak*	197.731,92	-	197.732	-	-
Şubat*	210.565,92	-	210.566	-	-
Mart*	181.265,76	-	181.266	-	-
Nisan*	150.359,28	-	150.359	2	-
Mayıs*	56.055,60	-	56.056	16	-
Haziran*	58.142,16	-	58.142	26	-
Temmuz	232.237,44	76.028,19	156.209	139	546,97
Ağustos	321.319,20	165.109,95	156.209	134	1.232,16
Eylül*	120.363,60	-	120.364	5	-
Ekim*	65.969,52	-	65.970	-	-
Kasım*	196.081,40	-	196.081	-	-
Aralık*	227.490,24	-	227.490	-	-
Toplam	2.017.582	241.138,14	1.776.443,90	322	

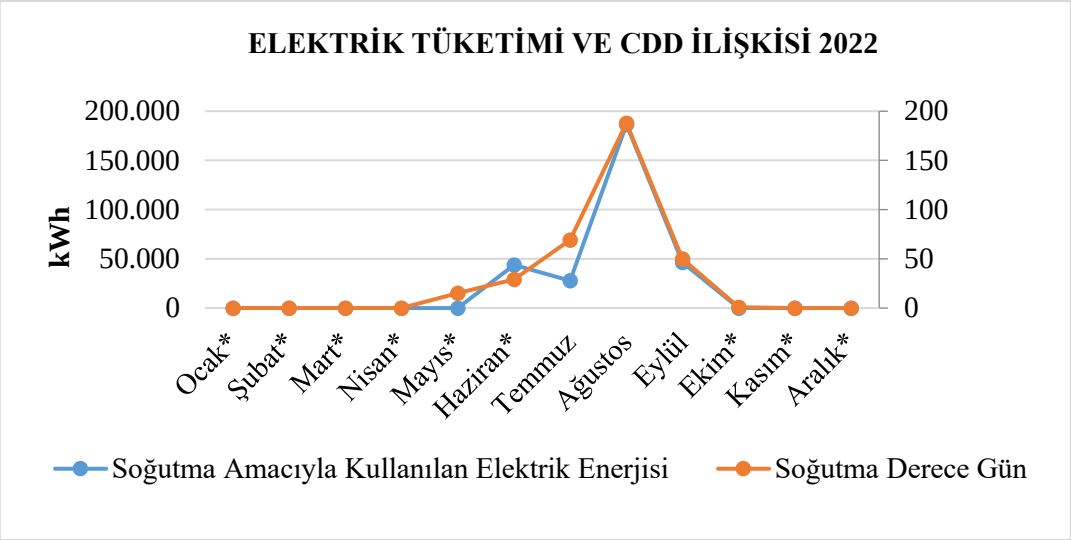


Grafik 3. 7. 2021 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi

2021 yılı için hesaplama yapılırken soğutma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık) aylar baz ay olarak seçilmiş ve bu aylarda soğutma dışı (aydınlatma, tıbbi cihazlar, havalandırma vs.) elektrik tüketimi gerçekleştiği kabul edilmiştir. 2021 yılında baz ay olarak kabul edilen aylarda diğer amaçlarla kullanılan elektrik miktarı yaklaşık 156.209 kWh alınmış ve toplam tüketimden çıkartılarak kalan tüketimin soğutma amacıyla kullanılan elektrik enerjisi olduğu varsayılmıştır.

Tablo 3. 9. 2022 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları

Kırıkkale SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi 2022 Yılı Elektrik-CDD İlişkisi					
Aylar	**Elektrik Tüketimi**	**TOPLAM TÜKETİM**		**Soğutma Derece Gün**	**Tüketim/DG**
		Soğutma Amacıyla Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)	**Soğutma Haricinde Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)**		
Ocak*	228.456,24	-	228.456	-	-
Şubat*	178.500,24	-	178.500	-	-
Mart*	216.052,80	-	216.053	-	-
Nisan*	104.598,48	-	104.598	-	-
Mayıs*	69.066,24	-	69.066	15	-
Haziran	196.500,96	43.703,22	152.798	29	1.507,01
Temmuz	180.537,12	27.739,38	152.798	69	402,02
Ağustos	339.446,88	186.649,14	152.798	188	992,81
Eylül	199.089,84	46.292,10	152.798	50	925,84
Ekim*	86.658,48	-	86.658	1	-
Kasım*	160.229,04	-	160.229	-	-
Aralık*	178.820,40	-	178.820	-	-
Toplam	2.137.957	304.383,84	1.833.572,88	352	



Grafik 3. 8. 2022 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi

2022 yılı için hesaplama yapılırken soğutma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim, Kasım, Aralık) aylar baz ay olarak seçilmiş ve bu aylarda soğutma dışı (aydınlatma, tıbbi cihazlar, havalandırma vs…) elektrik tüketimi gerçekleştiği kabul edilmiştir. 2022 yılında baz ay olarak kabul edilen aylarda diğer amaçlarla kullanılan elektrik miktarı yaklaşık 152.798 kWh alınmış ve toplam tüketimden çıkartılarak kalan tüketimin soğutma amacıyla kullanılan elektrik enerjisi olduğu varsayılmıştır.

3.2. Enerji Tüketim Verisi

3.2.1. Enerji Tüketim Profili

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'ne ait enerji tüketim profilleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Tablo 2019, 2021 ve 2022 yıllarının tüketim verilerini, TEP değerlerini, maliyetlerini ve tedarikçiden alınan maksimum talep güçlerinin ay bazında analizini içermektedir. Tedarikçiden alınan maksimum talep gücü anlık olarak çekilebilen ve fatura üzerinde yer alan sözleşme gücünden okunarak ilgili sütuna eklenmiştir.

Tablo 3. 10. Enerji Tüketim Profilleri

	Elektrik				Yakıt (Doğalgaz)			
yıl/ay	Maksimum Talep Gücü [kW]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]	Maksimum Talep [kW, m3 ton]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]
Ocak	5.520,00	238.447,44	20,51	154.842,68	-	-	-	-
Şubat	5.520,00	197.008,80	16,94	130.653,02	-	1.534.066,75	131,93	240.454,19
Mart	5.520,00	196.854,24	16,93	127.832,94	-	1.364.921,72	117,38	212.997,54
Nisan	5.520,00	171.854,16	14,78	111.734,67	-	955.740,43	82,19	149.142,00
Mayıs	5.520,00	111.973,20	9,63	72.801,78	-	532.591,33	45,80	83.368,79
Haziran	5.520,00	134.185,68	11,54	87.243,71	-	446.450,39	38,39	69.715,86
Temmuz	5.520,00	379.643,52	32,65	283.627,32	-	102.235,02	8,79	17.655,69
Ağustos	5.520,00	375.017,76	32,25	292.764,25	-	469.306,90	40,36	85.853,67
Eylül	5.520,00	337.779,84	29,05	252.351,45	-	463.776,20	39,88	84.895,43
Ekim	5.520,00	225.707,28	19,41	193.719,95	-	531.919,13	45,75	97.408,53
Kasım	5.520,00	220.121,04	18,93	188.925,39	-	1.495.841,46	128,64	274.056,88
Aralık	5.520,00	208.606,32	17,94	179.191,15	-	1.963.881,33	168,89	360.798,52
2019 Yılı Toplam		2.797.199,28	240,56	2.075.688,31	-	9.860.730,65	848,02	1.676.347,09
Ocak	5.520,00	197.731,92	17,00	155.166,53	-	2.196.081,40	188,86	374.989,40
Şubat	5.520,00	210.565,92	18,11	165.237,78	-	2.067.151,66	177,78	356.509,87
Mart	5.520,00	181.265,76	15,59	142.245,01	-	1.823.789,29	156,85	317.780,43
Nisan	5.520,00	150.359,28	12,93	117.991,70	-	1.022.407,50	87,93	181.940,91
Mayıs	5.520,00	56.055,60	4,82	43.988,62	-	397.165,57	34,16	72.183,05
Haziran	5.520,00	58.142,16	5,00	45.626,00	-	432.254,76	37,17	79.382,02
Temmuz	5.520,00	232.237,44	19,97	182.244,12	-	407.948,00	35,08	88.424,50
Ağustos	5.520,00	321.319,20	27,63	252.149,41	-	493.889,92	42,47	107.210,15
Eylül	5.520,00	120.363,60	10,35	94.453,16	-	483.718,17	41,60	118.542,52
Ekim	5.520,00	65.969,52	5,67	51.768,39	-	249.727,24	21,48	70.260,45
Kasım	5.520,00	196.081,40	16,86	153.871,32	-	1.308.380,02	112,52	534.029,25
Aralık	5.520,00	227.490,24	19,56	178.518,84	-	-	-	-

	Elektrik				Yakıt (Doğalgaz)			
yıl/ay	Maksimum Talep Gücü [kW]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]	Maksimum Talep [kW, m3 ton]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]
2021 Yılı Toplam		2.017.582,04	173,51	1.583.260,88	-	10.882.513,52	935,90	2.301.252,55
Ocak	5.520,00	228.456,24	19,65	565.113,42	-	2.324.379,71	199,90	1.984.636,52
Şubat	5.520,00	178.500,24	15,35	381.978,39	-	1.605.812,41	138,10	1.373.903,76
Mart	5.520,00	216.052,80	18,58	543.310,74	-	1.865.942,83	160,47	1.599.492,63
Nisan	5.520,00	104.598,48	9,00	291.187,89	-	599.615,94	51,57	765.826,31
Mayıs	5.520,00	69.066,24	5,94	185.446,53	-	509.729,50	43,84	651.497,28
Haziran	5.520,00	196.500,96	16,90	666.796,12	-	416.137,86	35,79	586.230,26
Temmuz	5.520,00	180.537,12	15,53	648.002,52	-	323.266,11	27,80	455.366,98
Ağustos	5.520,00	339.446,88	29,19	1.498.489,35	-	440.622,67	37,89	620.502,13
Eylül	5.520,00	199.089,84	17,12	1.075.320,51	-	460.925,00	39,64	980.655,54
Ekim	5.520,00	86.658,48	7,45	402.933,49	-	363.138,71	31,23	810.515,69
Kasım	5.520,00	160.229,04	13,78	756.596,39	-	1.035.160,08	89,02	2.302.472,16
Aralık	5.520,00	178.820,40	15,38	902.917,83	-	1.449.290,26	124,64	2.881.723,64
2022 Yılı Toplam		2.137.956,72	183,86	7.918.093,19	-	11.394.021,08	979,89	15.012.822,90

Yukarıda yer alan tabloda 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait enerji tüketim profilleri verilmiştir. Elektrik enerjisi için maksimum talep güç enerji sağlayan tedarikçi ile yapılan sözleşme gücünden okunmuştur. Doğalgaz maksimum talep güç tanımının ülkemizde olmaması nedeniyle yakıt için yer alan maksimum talep güç sütunu hesaplanmamıştır.

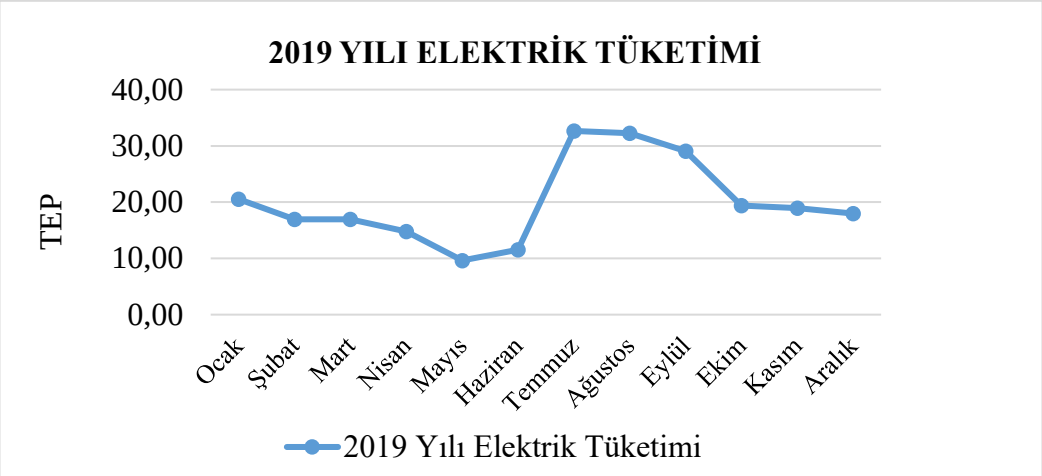
Tablo 3. 11. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Değerleri ve CO_2 Salımı

yıl/ay	Tüketim [TEP]	Ton CO2	Toplam Maliyet [TL]	TEP/maliyet [TL]	CO2/maliyet [TL]
2019	1.088,58	3.859,86	3.752.035	0,00029	0,00103
2021	1.109,41	3.666,27	3.884.513	0,00029	0,00094
2022	1.163,75	3.852,77	22.930.916	0,00005	0,00017
Ortalama	1.234,30	4.102,37	10.189.155	0,00021	0,00040

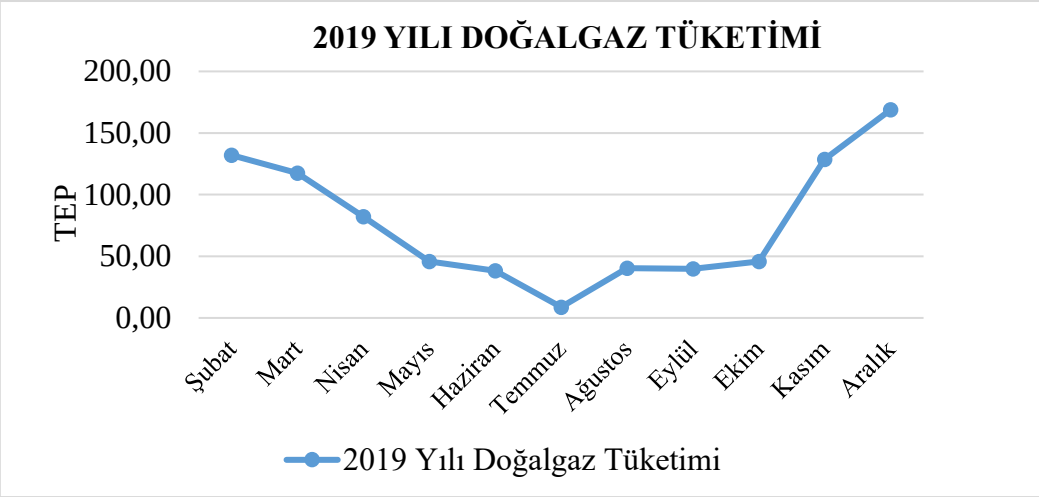
Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere 2019, 2021 ve 2022 yıllarında ortalama 1.234,30 TEP enerji tüketimi gerçekleşmiştir. Bu gerçekleşen tüketim nedeniyle ortalama 4.102,37 CO_2 salımı meydana gelmiştir.

Tablo 3. 12. 2019 Yılına Ait Enerji Tüketimleri

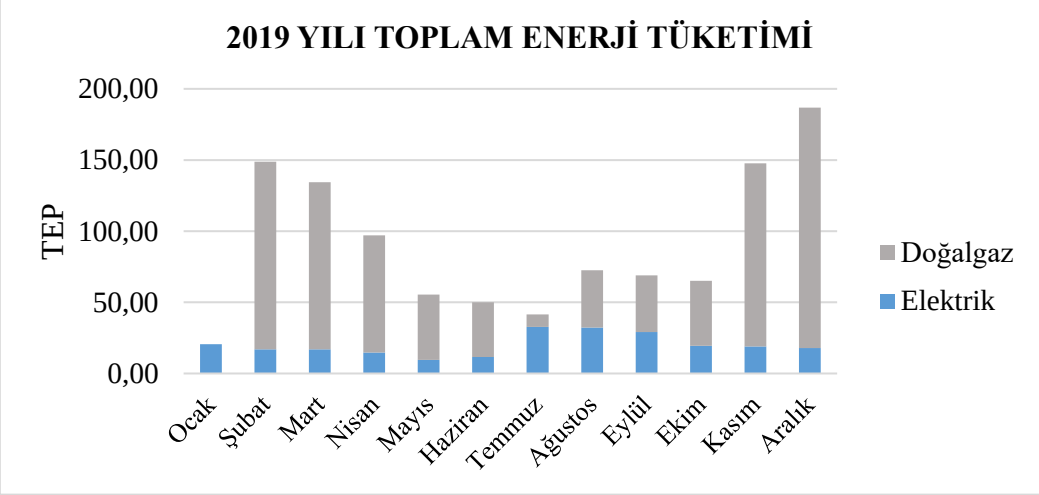
2019 Yılı Toplam Enerji Tüketimleri			
Aylar	**Elektrik**	**Doğalgaz**	**Toplam**
	TEP	**TEP**	**TEP**
Ocak	20,51	-	20,51
Şubat	16,94	131,93	148,87
Mart	16,93	117,38	134,31
Nisan	14,78	82,19	96,97
Mayıs	9,63	45,80	55,43
Haziran	11,54	38,39	49,93
Temmuz	32,65	8,79	41,44
Ağustos	32,25	40,36	72,61
Eylül	29,05	39,88	68,93
Ekim	19,41	45,75	65,16
Kasım	18,93	128,64	147,57
Aralık	17,94	168,89	186,83
Toplam	240,56	848,02	1.088,58



Grafik 3. 9. 2019 Yılına Ait Elektrik Tüketimi



Grafik 3. 10. 2019 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi

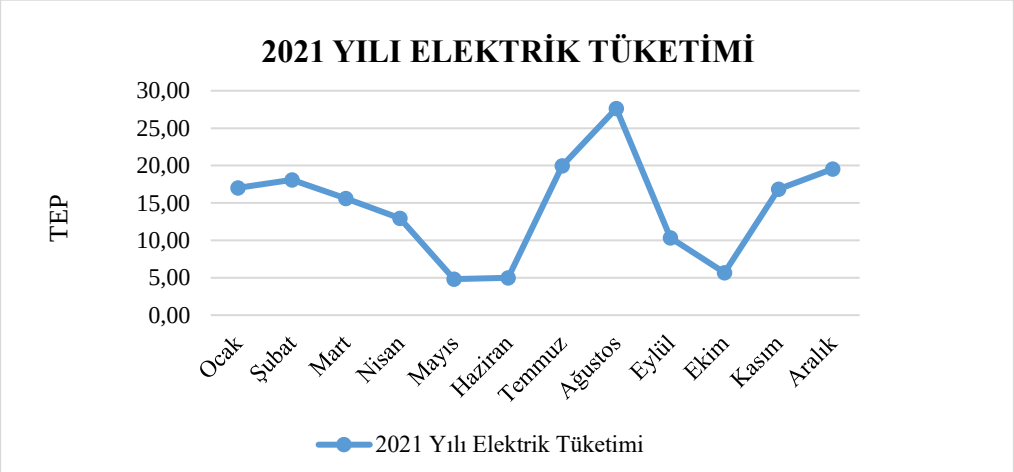


Grafik 3. 11. 2019 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimi

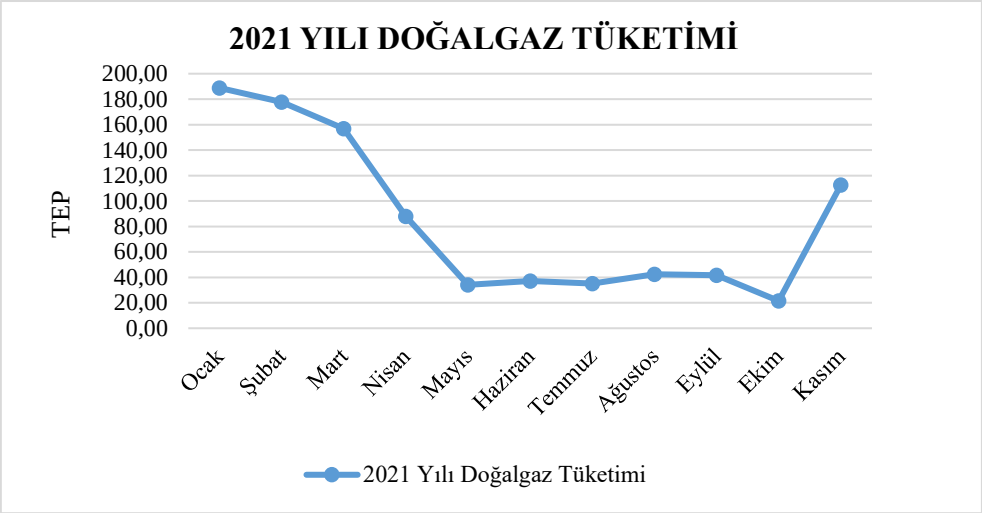
Yukarıdaki tablo ve grafiklerde görüldüğü üzere; 2019 yılında 240,56 TEP elektrik enerjisi tüketimi, 848,02 TEP doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir. Toplamda 1.088,58 TEP tüketimin gerçekleştiği bu yılda tüketimin %22'sini elektrik enerjisi, %78'ini ise doğalgaz oluşturmaktadır. İlgili yılda en fazla elektrik enerjisi tüketimi 32,65 TEP olarak Temmuz ayında, doğalgaz tüketimi ise 133,18 TEP olarak Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık toplam en fazla tüketim Aralık ayında 186,83 TEP, en az tüketimi ise Mayıs ayında 41,44 TEP olarak gerçekleştiği görülmektedir. Ocak ayındaki doğalgaz faturasına ulaşılamadığı ve tüketim tespit edilemediği için Ocak ayı bu karşılaştırmada hesaba katılmamıştır.

Tablo 3. 13. 2021 Yılına Ait Enerji Tüketimleri

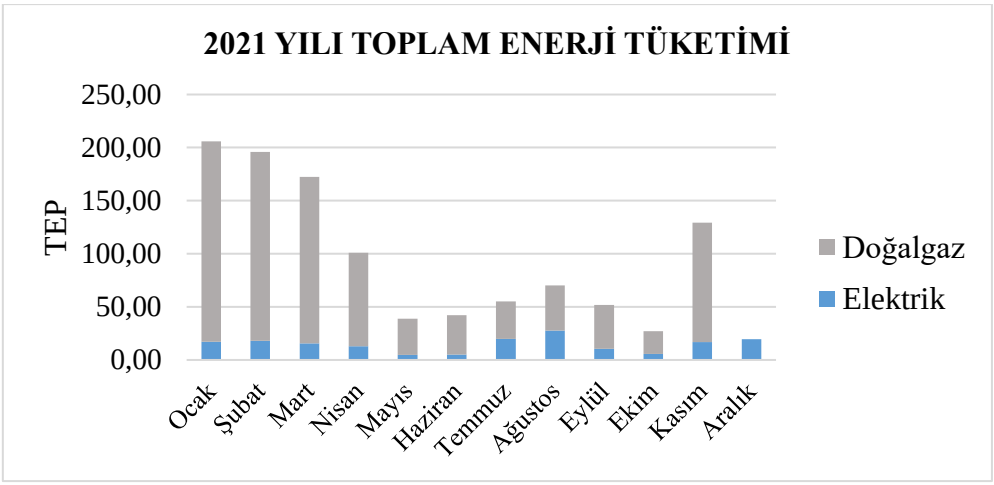
2021 Yılı Toplam Enerji Tüketimleri			
Aylar	**Elektrik**	**Doğalgaz**	**Toplam**
	TEP	**TEP**	**TEP**
Ocak	17,00	188,86	205,87
Şubat	18,11	177,78	195,88
Mart	15,59	156,85	172,43
Nisan	12,93	87,93	100,86
Mayıs	4,82	34,16	38,98
Haziran	5,00	37,17	42,17
Temmuz	19,97	35,08	55,06
Ağustos	27,63	42,47	70,11
Eylül	10,35	41,60	51,95
Ekim	5,67	21,48	27,15
Kasım	16,86	112,52	129,38
Aralık	19,56	0,00	19,56
Toplam	173,51	935,90	1.109,41



Grafik 3. 12. 2021 Yılına Ait Elektrik Tüketimi



Grafik 3. 13. 2021 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi

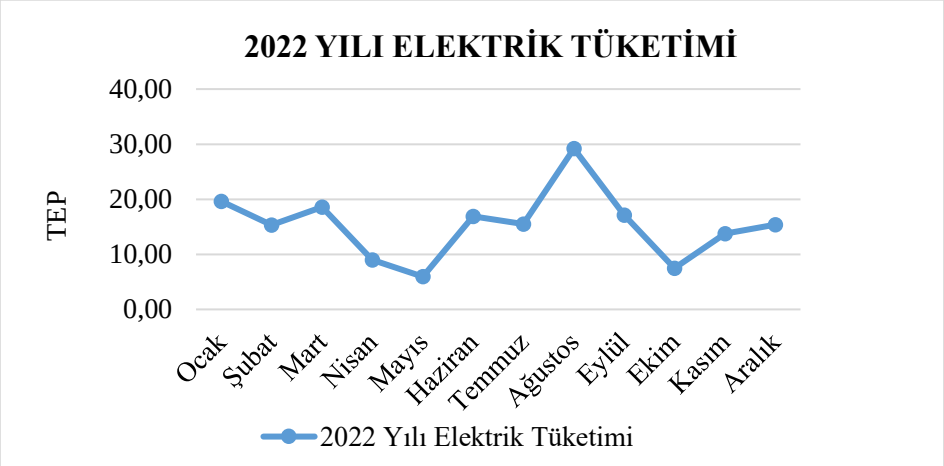


Grafik 3. 14. 2021 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri

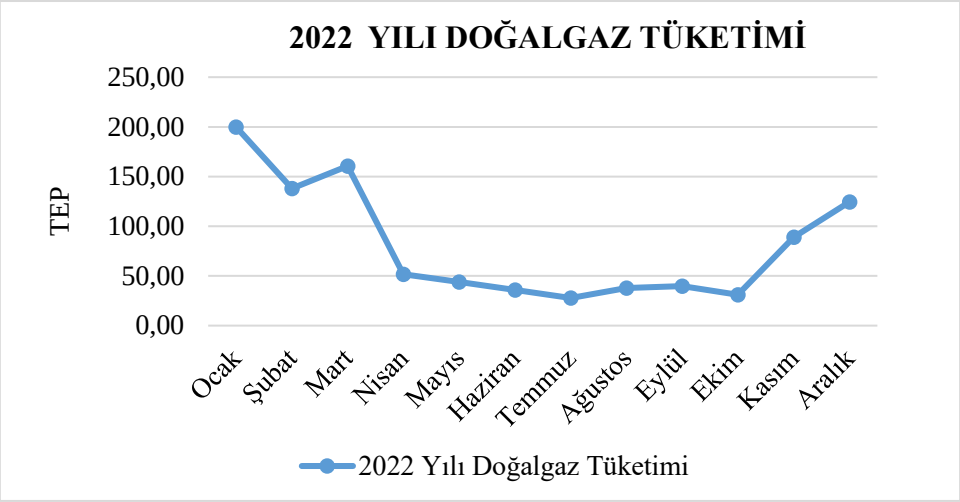
Yukarıdaki tablo ve grafiklerde görüldüğü üzere; 2021 yılında 173,51 TEP elektrik enerjisi tüketimi, 935,90 TEP doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir. Toplamda 1.109,41 TEP tüketimin gerçekleştiği bu yılda tüketimin %16'sını elektrik enerjisi, %84'ünü ise doğalgaz oluşturmaktadır. İlgili yılda en fazla elektrik enerjisi tüketimi 27,63 TEP olarak Ağustos ayında, doğalgaz tüketimi ise 188,86 TEP olarak Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık toplam en fazla tüketim Ocak ayında 205,87 TEP, en az tüketimi ise Ekim ayında 27,15 TEP olarak gerçekleştiği görülmektedir. İlgili yılda Aralık ayı doğalgaz faturasına ulaşılamadığı için, bu karşılaştırmada hesaba katılmamıştır.

Tablo 3. 14. 2022 Yılına Ait Enerji Tüketimleri

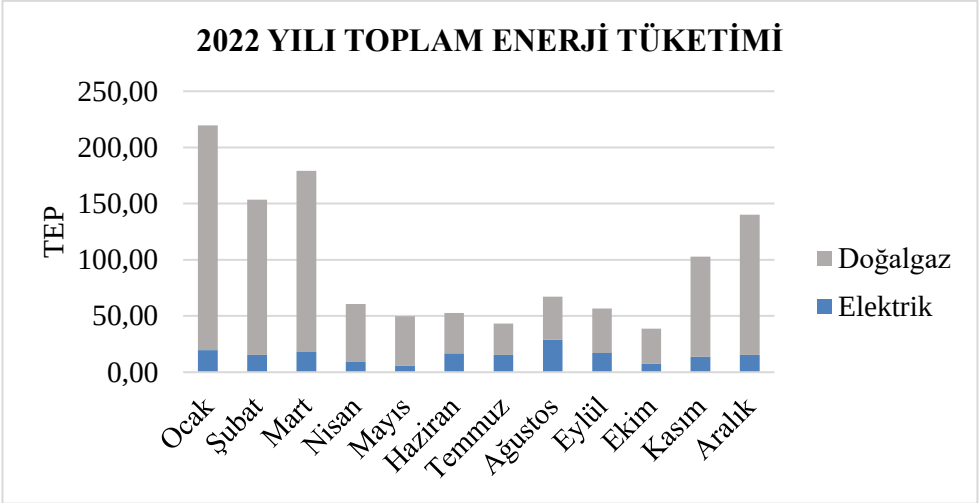
2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimleri			
Aylar	**Elektrik**	**Doğalgaz**	**Toplam**
	TEP	**TEP**	**TEP**
Ocak	19,65	199,90	219,54
Şubat	15,35	138,10	153,45
Mart	18,58	160,47	179,05
Nisan	9,00	51,57	60,56
Mayıs	5,94	43,84	49,78
Haziran	16,90	35,79	52,69
Temmuz	15,53	27,80	43,33
Ağustos	29,19	37,89	67,09
Eylül	17,12	39,64	56,76
Ekim	7,45	31,23	38,68
Kasım	13,78	89,02	102,80
Aralık	15,38	124,64	140,02
Toplam	183,86	979,89	1.163,75



Grafik 3. 15. 2022 Yılına Ait Elektrik Tüketimi

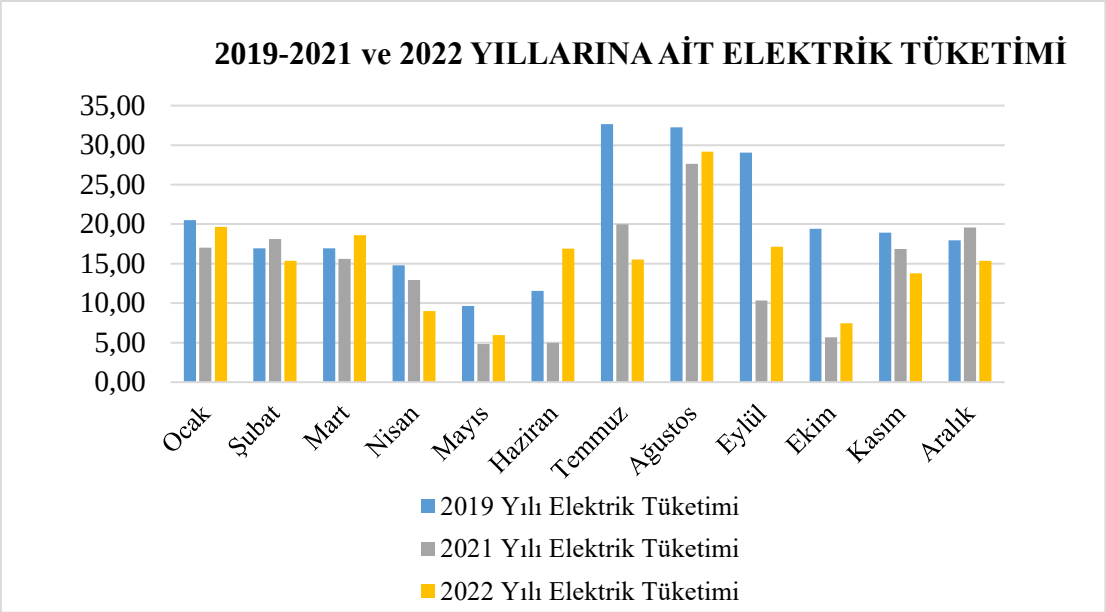


Grafik 3. 16. 2022 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi

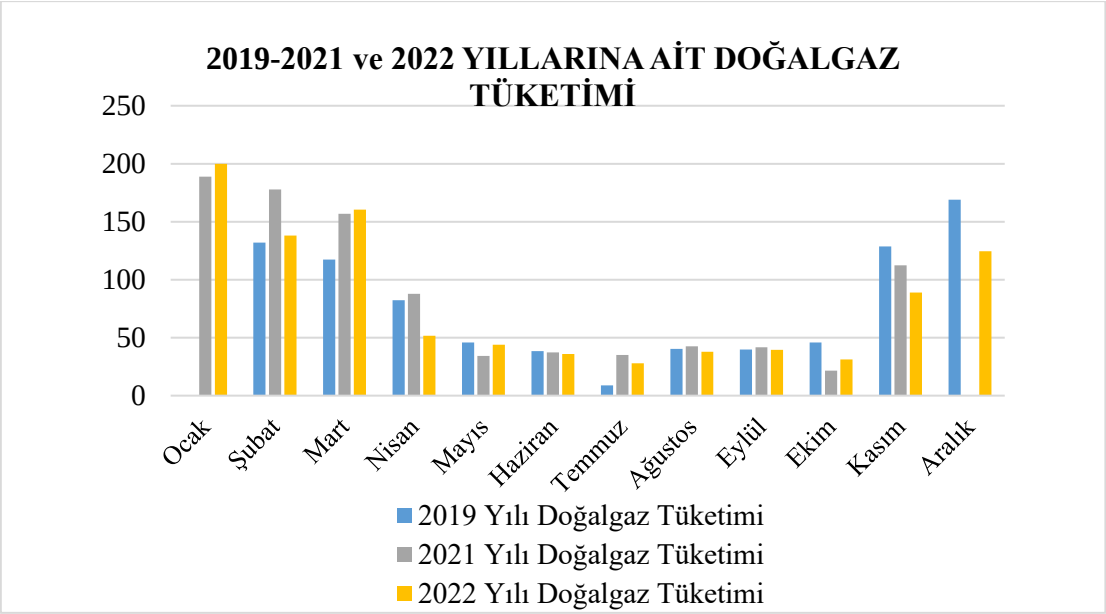


Grafik 3. 17. 2022 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri

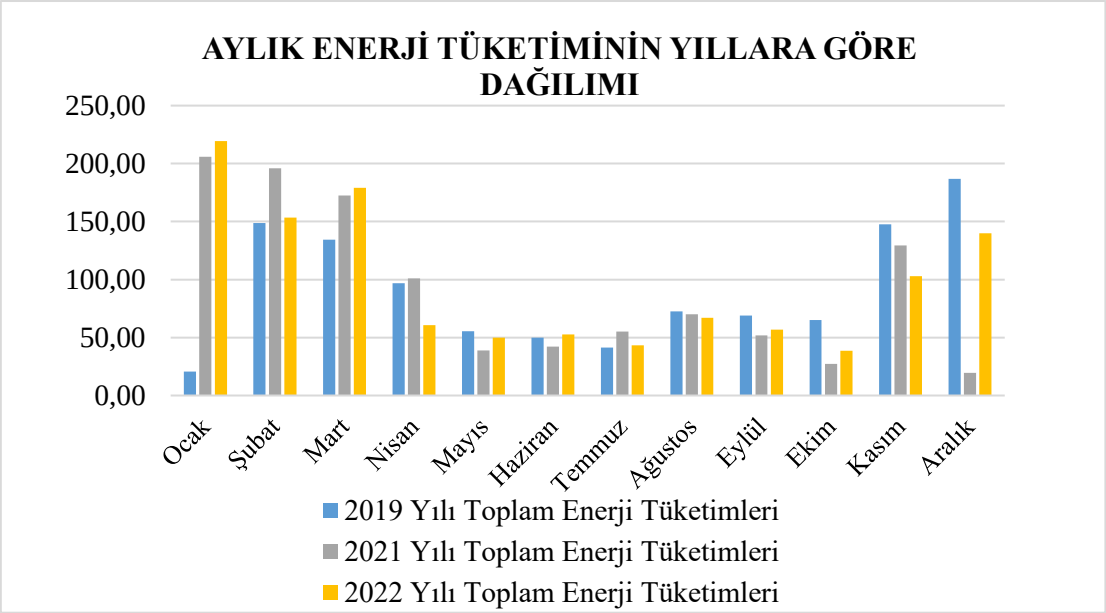
Yukarıdaki tablo ve grafiklerde görüldüğü üzere; 2022 yılında 183,86 TEP elektrik enerjisi tüketimi, 979,89 TEP doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir. Toplamda 1.163,75 TEP tüketimin gerçekleştiği bu yılda tüketimin %16'sını elektrik enerjisi, %84'ünü ise doğalgaz oluşturmaktadır. İlgili yılda en fazla elektrik enerjisi tüketimi 29,19 TEP olarak Ağustos ayında, doğalgaz tüketimi ise 199,90 TEP olarak Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık toplam en fazla tüketim Ocak ayında 219,54 TEP, en az tüketimi ise Ekim ayında 38,68 TEP olarak gerçekleştiği görülmektedir.



Grafik 3. 18. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Elektrik Tüketimi



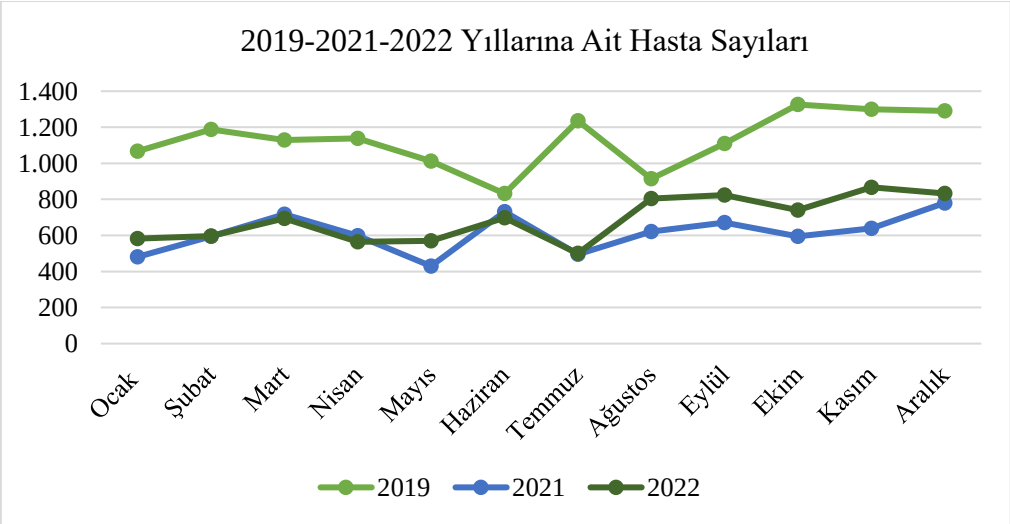
Grafik 3. 19. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarının Ait Aylık Doğalgaz Tüketimi



Grafik 3. 20. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Enerji Tüketim Dağılımı

2019, 2021 ve 2022 yıllarının aylık enerji tüketim grafiği incelendiğinde; genel olarak her yılda ay bazında paralel bir tüketim gerçekleştiği görülmektedir. 3 yılın toplam tüketim verileri incelendiğinde en fazla tüketim 2022 yılında gerçekleşmiştir.

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi yönetiminden 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait hasta sayıları verileri aylık bazda temin edilmiştir. 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait hasta sayıları ile hasta başına düşen tüketim ve buna bağlı emisyon miktarları göstergelerde paylaşılmıştır. Bu verilerin aylık değişimi ise aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Grafik 3. 21. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Hasta Sayıları

Tablo 3. 15. 2019 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon

2019							
Aylar	**Toplam Hasta Sayısı**	**Elektrik Tüketimi (kWh)**	**Elektrik CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Doğalgaz CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**Toplam CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**1000 Hasta Başına Düşen Emisyon Değeri**
Ocak	1.067	238.447,44	132,34	0,00	0,00	132,34	124,03
Şubat	1.188	197.008,80	109,34	1.534.066,75	358,97	468,31	394,20
Mart	1.130	196.854,24	109,25	1.364.921,72	319,39	428,65	379,33
Nisan	1.138	171.854,16	95,38	955.740,43	223,64	319,02	280,34
Mayıs	1.012	111.973,20	62,15	532.591,33	124,63	186,77	184,56
Haziran	832	134.185,68	74,47	446.450,39	104,47	178,94	215,08
Temmuz	1.236	379.643,52	210,70	102.235,02	23,92	234,63	189,83
Ağustos	914	375.017,76	208,13	469.306,90	109,82	317,95	347,87
Eylül	1.109	337.779,84	187,47	463.776,20	108,52	295,99	266,90
Ekim	1.326	225.707,28	125,27	531.919,13	124,47	249,74	188,34
Kasım	1.300	220.121,04	122,17	1.495.841,46	350,03	472,19	363,23
Aralık	1.290	208.606,32	115,78	1.963.881,33	459,55	575,32	445,99
Toplam	13.542	2.797.199,28	1.552,45	9.860.730,65	2.307,41	3.859,86	285,03

Tablo 3. 16. 2021 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon

2021							
Aylar	**Toplam Hasta Sayısı**	**Elektrik Tüketimi (kWh)**	**Elektrik CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Doğalgaz CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**Toplam CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**1000 Hasta Başına Düşen Emisyon Değeri**
Ocak	1.293	197.731,92	109,74	2.196.081,40	513,88	623,62	482,31
Şubat	978	210.565,92	116,86	2.067.151,66	483,71	600,58	614,09
Mart	596	181.265,76	100,60	1.823.789,29	426,77	527,37	884,85
Nisan	131	150.359,28	83,45	1.022.407,50	239,24	322,69	2463,30
Mayıs	206	56.055,60	31,11	397.165,57	92,94	124,05	602,17
Haziran	477	58.142,16	32,27	432.254,76	101,15	133,42	279,70
Temmuz	465	232.237,44	128,89	407.948,00	95,46	224,35	482,48
Ağustos	353	321.319,20	178,33	493.889,92	115,57	293,90	832,58
Eylül	297	120.363,60	66,80	483.718,17	113,19	179,99	606,03
Ekim	341	65.969,52	36,61	249.727,24	58,44	95,05	278,74
Kasım	412	196.081,40	108,83	1.308.380,02	306,16	414,99	1007,25
Aralık	432	227.490,24	126,26	0,00	0,00	126,26	292,26
Toplam	5.981	2.017.582,04	1.119,76	10.882.513,52	2.546,51	3.666,27	612,99

Tablo 3. 17. 2022 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon

2022							
Aylar	**Toplam Hasta Sayısı**	**Elektrik Tüketimi (kWh)**	**Elektrik CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**Doğalgaz Tüketimi (kWh)**	**Doğalgaz CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**Toplam CO_2 Salınımı (ton CO_2 eşdeğeri/yıl)**	**1000 Hasta Başına Düşen Emisyon Değeri**
Ocak	583	228.456,24	126,79	2.324.379,71	543,90	670,70	1150,43
Şubat	597	178.500,24	99,07	1.605.812,41	375,76	474,83	795,36
Mart	694	216.052,80	119,91	1.865.942,83	436,63	556,54	801,93
Nisan	564	104.598,48	58,05	599.615,94	140,31	198,36	351,71
Mayıs	570	69.066,24	38,33	509.729,50	119,28	157,61	276,51
Haziran	697	196.500,96	109,06	416.137,86	97,38	206,43	296,18
Temmuz	500	180.537,12	100,20	323.266,11	75,64	175,84	351,68
Ağustos	804	339.446,88	188,39	440.622,67	103,11	291,50	362,56
Eylül	824	199.089,84	110,49	460.925,00	107,86	218,35	264,99
Ekim	741	86.658,48	48,10	363.138,71	84,97	133,07	179,58
Kasım	867	160.229,04	88,93	1.035.160,08	242,23	331,15	381,95
Aralık	833	178.820,40	99,25	1.449.290,26	339,13	438,38	526,27
Toplam	8.274	2.137.956,72	1.186,57	11.394.021,08	2.666,20	3.852,77	465,65

3.3. İç Mekan Konforu ve Bina İşletimi İçin Standartlar

İç mekan konforu sağlamanın temel taşları şunlardır;

- Aydınlatma
- Nem
- Sıcaklık
- CO_2 Seviyesi
- Havalandırma
- Gürültü

Hastane binasında bu konfor şartlarının temel bina işletim standartlarına uygunluğu bu bölümde ele alınmıştır.

Aydınlatma

Aşağıda EN 12464-1 yer alan aydınlık seviyesi ve hastane binasından alınan lüx ölçümleri karşılaştırma tablosu paylaşılmıştır.

Tablo 3. 18. Binada Yapılan Aydınlatma Seviyesi Ölçümleri

Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En (m)	Boy (m)	Yükseklik (h)
Teknik Servis Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	5	274,5 -260,9	300	6,97	3,55	3,08
Hasta Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	8	345,5 -547,6	100	3,38	6,75	3,08
Zemin Kat Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	52	48	164,2 - 238,7 - 190,3	100	5,42	53,55	3,08
İkinci Kat Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	28	26	106,7 -170,7 - 171,7 -181	100	3,54	37,33	3,08
Hemşire Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	4	148,6 -174,8	300	4,16	6,96	3,08
Hasta Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	162,3	100	3,25	4,6	3,08
Hasta Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	5	162,5 - 117,3	100	3,6	7	3,08
Acil Servis Giriş Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	36	31	109,2-108,7	100	3,56	37,9	3,08
1. Kat Ultrason Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	4	124-127	300	3,38	4,97	3,08

Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En (m)	Boy (m)	Yükseklik (h)
1.Kat Başhekim Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	5	112,1-114,5	300	3,95	7,01	3,08
1. Kat Bekleme Salonu	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	138,8-153,1	200	3,46	5,07	3,08
2. Kat Rezerv Oda	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	12	11	118-136	300	6,78	7,08	3,08
2. Kat Asistanlar Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	8	208-158	300	4,08	9,84	3,08
2. Kat Depo	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	12	12	145-201-198	100			
Personel Giriş Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	40	26	115-185-144-138-61-167-163	100	5,57	42	3,08
3. Kat Derslik (Amfi)	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	40	31	142-184-131-241	300	6,77	12,45	3,08/2,18
3. Kat Derslik Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	20	17	152-133-179	100	4,57	22,13	3,08
3. Kat Derslik	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	20	19	175-123	300	7,22	7,03	3,08
Zemin Kat 7. Blok Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	68	51	128-127-119-117	100	5,56	49,2	3,08

Nem, Sıcaklık, CO_2 Seviyesi ve Havalandırma

Aşağıda ASHRAE Standart 55'e göre yaz ve kış aylarının konfor aralığı verilmiştir.

Tablo 3. 19. ASHRAE Standart 55'e Göre Isıl Konfor ve İç Hava Kalitesi Sınırı

ASHRAE Standart	Yazın Konfor Aralığı	Kışın Konfor Aralığı
Sıcaklık	22,8-26,1 °C	20-23,6 °C
Bağıl Nem	%20-60	%30-65
CO_2	1000 ppm	1000 ppm
Hava Akış Hızı	<50 fpm (0,25 m/sn)	<30 fpm (0,15 m/sn)
PM	<75µg/m^3	<75µg/m^3

Yukarıda yer alan tabloda paylaşıldığı üzere hastane binasının standartlara uygunluğunu kontrol ederken paylaşılan kriterlerin yaz ve kış aylarında belirli aralıklarla ölçülmesi gerekmektedir.

Ölçümün gerçekleştiği yaz ve kış ayını baz alarak kontrolünü sağladığımızda ise hastane binasının standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir.

Gürültü

‘‘Binaların Gürültüye Karşı Korunması ve Ses Yalıtımı Hakkında Yönetmelik’te Sağlık Tesisleri ‘‘Gürültüye Çok Hassas Bina’’ sınıfında değerlendirilmektedir.

Gürültüye Çok Hassas Binalarda;

- Mekanik merkezler hesaplamalara dayalı olarak çift kabuk uygulamasına göre tasarlanırlar.
- Şaftlar, bina bitişiğine getirilemez.
- Tavanlarında önlem alınmaksızın hiçbir fan bulunamaz.
- Her türlü su boruları gerçek taşıyıcı sistem gerekse konstrüksiyonel yapı elemanları ile doğrudan temas etmeyecek biçimde önlem alınır.
- Her türlü su sağlama ve atım sistemi gürültü düzeyleri ‘‘Binalarda İzin Verilen Tesisat ve Servis Ekipmanlarından Kaynaklanan İç Gürültü İçin İzin Verilen Değerler’’ tablosunda yer alan değerleri sağlayacak şekilde seçilir ve uygulama yapılır.

Tablo 3. 20 Binalarda İzin Verilen Tesisat ve Servis Ekipmanlarından Kaynaklanan İç Gürültü İçin İzin Verilen Değerler

Bina Bilgileri	Mekan	Zaman Dilimleri	L_{Aeq}					
		Gece: 23.00 – 07.00 Akşam: 19.00 – 23.00 Gündüz: 07.00-19.00	AKUSTİK KALİTE SINIFI					
			A	B	C	D	E	F
Sağlık Tesisleri	Özel Hasta Odaları	24 Saat	22	26	30	34	38	42
	Çok Yataklı Odalar	24 Saat	27	31	35	39	43	47
	Ameliyathaneler	24 Saat	27	31	35	39	43	47
	Muayene- Tedavi Odaları	24 Saat	27	31	35	39	43	47
	Laboratuvarlar	24 Saat	32	36	40	44	48	52
	Sirkülasyon Alanları	Gündüz-Akşam	37	41	45	49	53	57

Yukarıda verilen kriterler incelendiğinde hastane binasının standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak, bina içinde yer almayan ve iç ortamdaki gürültüyü etkileyen diğer çevresel etkenler de değerlendirilmelidir. Hastane binasının pencereleri 4+12+4 mm kalınlıkta, hava boşluklu 2,3 W/m²K U değerine sahiptir. Mevcut pencereler dış ortamda bulunan gürültünün içeri geçmesini engellemeye yetmektedir.

3.4. Bina Bilgisi

2011 yılında inşasına başlanılan Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi, birbirine bağlı 15 bloktan oluşmaktadır. Hastane binası 2013 yılında tamamlanarak hizmete açılmıştır. İçerisinde doktor muayene odaları, hasta yatak odaları, poliklinikler, sterilizasyon merkezi, laboratuvar, acil, cerrahi yoğun bakım, dahiliye yoğun bakım, 10 adet ameliyathane, yemekhane ve kafeterya ile her türlü tesisatın yerleştiği bir tesisat katı mevcuttur. Binanın herhangi bir tadilat geçmişi yoktur. Toplamda 45.471,00 m² inşaat alanına sahip hastane binasının metraj tablosunda detaylı alan bilgileri sunulmuştur.



Fotoğraf 3. 1. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Genel Görünüm


KONFERANS SALONU







Fotoğraf 3. 2. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Cephe Görünümleri (Yukarıdan Aşağı: Kuzey-Güney-Doğu-Batı)



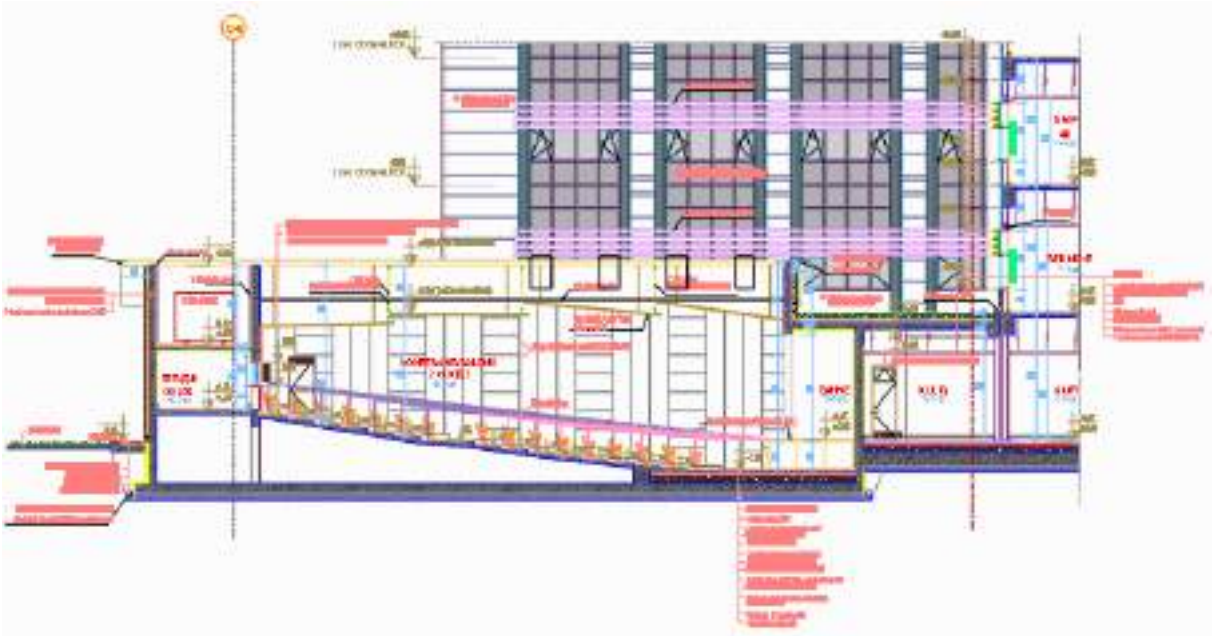
Fotoğraf 3. 3. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Uydu Görünümü



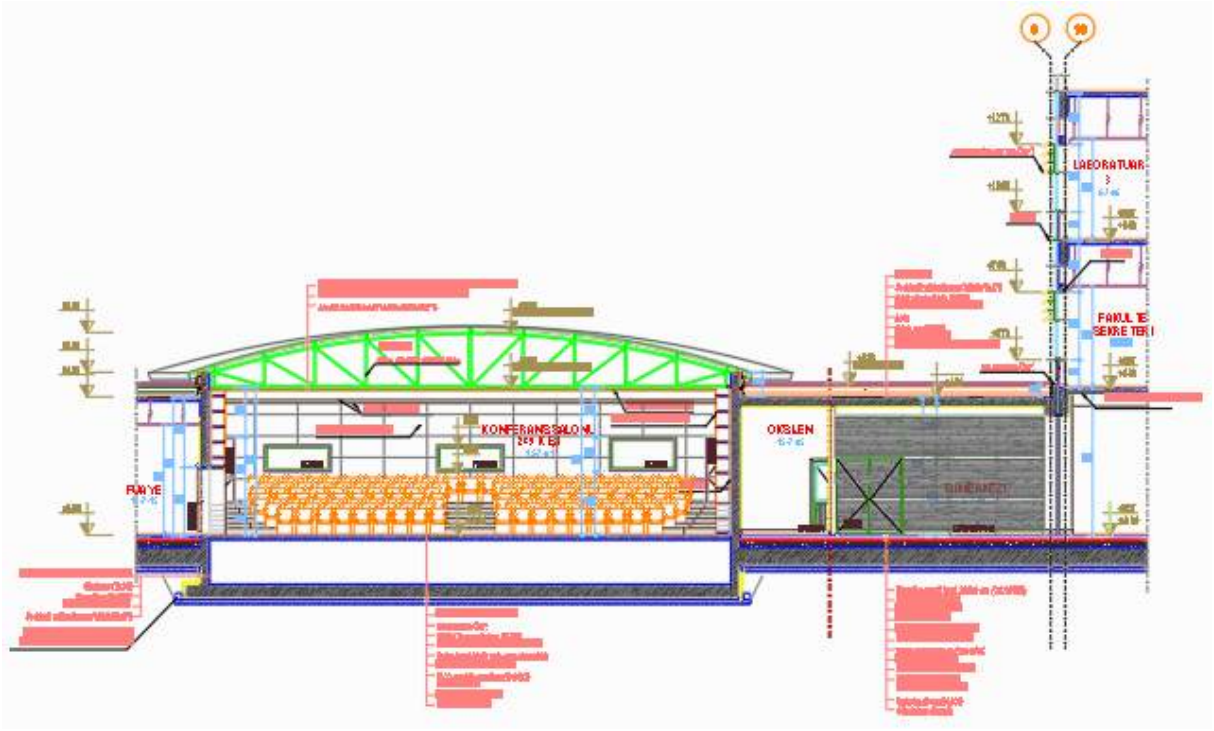
Fotoğraf 3. 4. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası A-A Kesiti



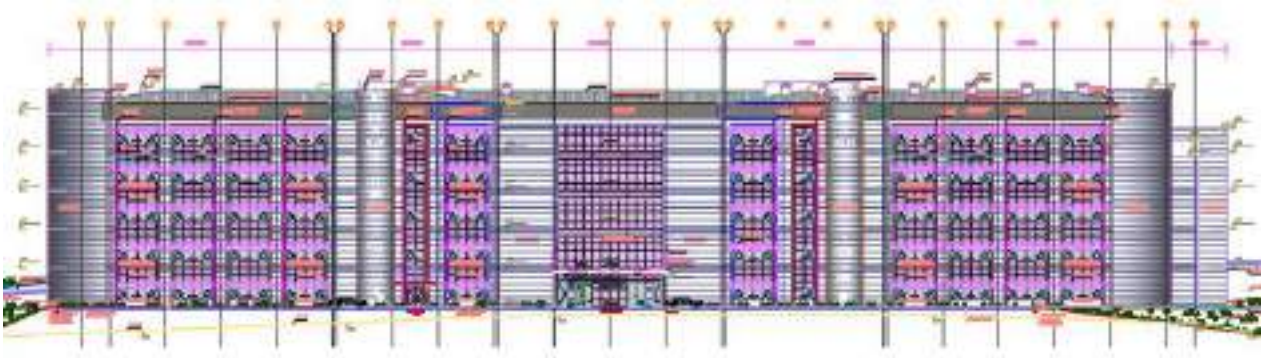
Fotoğraf 3. 5. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası B-B Kesiti



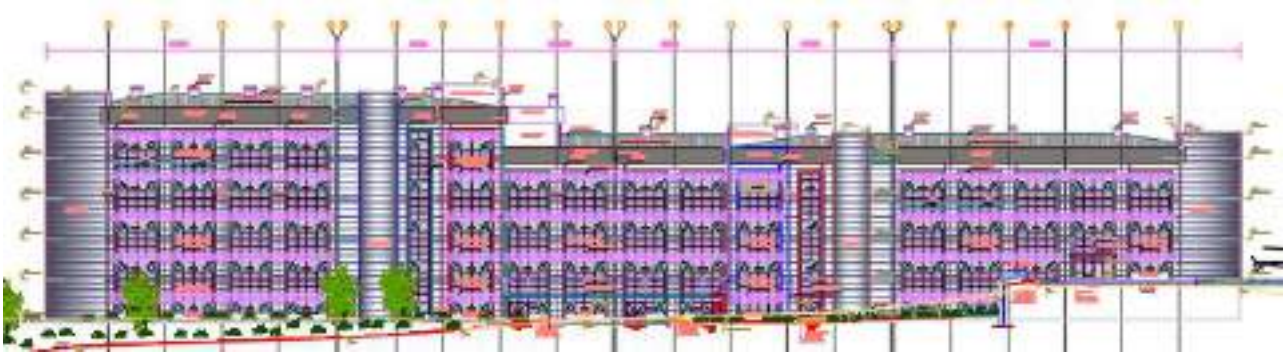
Fotoğraf 3. 6. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Konferans Salonu C-C Kesiti



Fotoğraf 3. 7. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Konferans Salonu D-D Kesiti



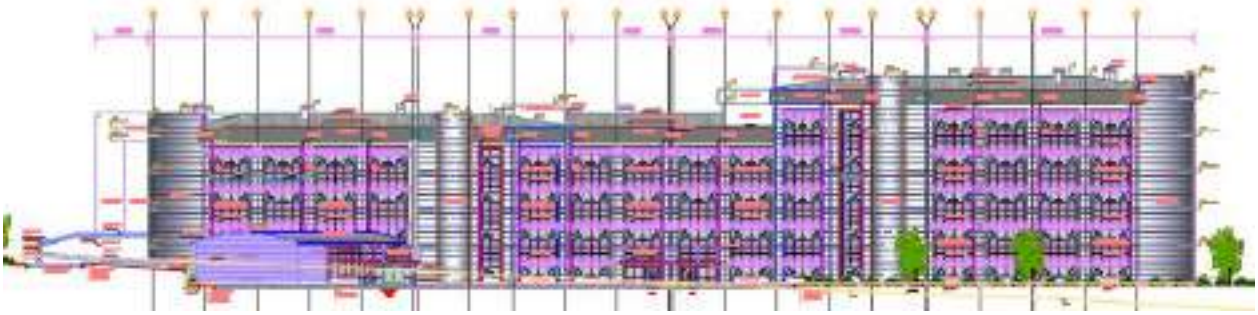
Fotoğraf 3. 8. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Güney Batı Cephesi



Fotoğraf 3. 9. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Güney Doğu Cephesi



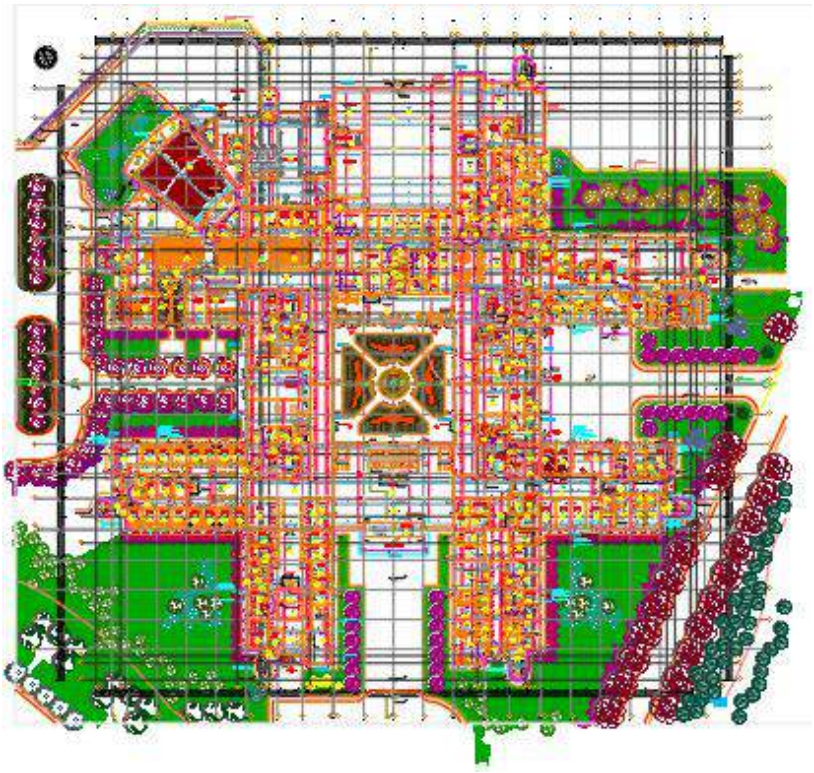
Fotoğraf 3. 10. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Kuzey Doğu Cephesi



Fotoğraf 3. 11. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Kuzey Batı Cephesi



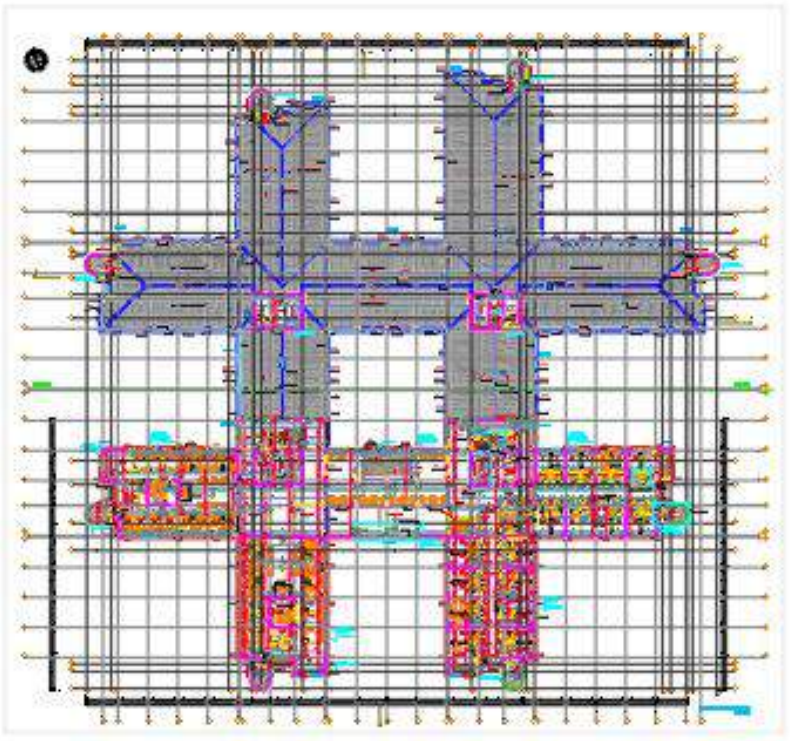
Fotoğraf 3. 12. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Vaziyet Planı



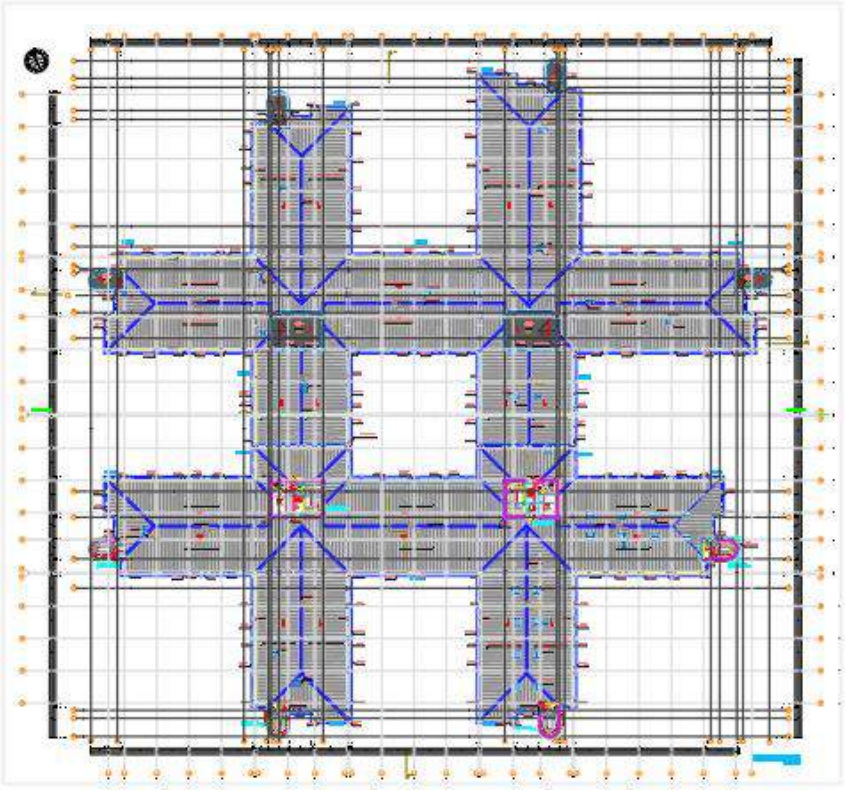
Fotoğraf 3. 13. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Zemin Kat Planı



Fotoğraf 3. 14. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası 1, 2 ve 3. Kat Planı



Fotoğraf 3. 15. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası 4. Kat Planı



Fotoğraf 3. 16. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Çatı Kat Planı

Tablo 3. 21. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Metraj Tablosu

Bina Adı	Kat Sayısı	Kat Yüksekliği (m)	İnşaat Alanı (m^2)	Hacim (m^3)	Duvar Alanı (m^2)	Betonarme (Kolon-Kiriş) Alanı (m^2)	Taban Alanı (m^2)	Tavan Alanı (m^2)		Kapı Alanı (m^2)	Giydirme Cephe Alanı (m^2)
								Kırma çatı	Teras çatı		
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	Z+4	4,8	45.945,73	220.539,49	7.157,45	14.709,83	11.729,50	11.030,00	690	183,407	10.456,70

3.4.1. Bina Kabuğu

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane binasına ait yapı bileşenleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda yapı bileşenlerinde asbest içeriğine rastlanmamıştır. Bina dış cephesinin tamamında kaplama bulunmaktadır. Dış duvar ile kaplama arasında 8 cm hava boşluğu olduğu tespit edilmiştir. Binanın duvarlarında 5 cm kalınlıkta extrüde polistren köpük malzeme ile yalıtım bulunmaktadır. Ayrıca kırma çatıda alüminyum malzemenin arasında 5 cm kalınlıkta ısı yalıtımı, teras çatıda ise 5 cm kalınlığında extrüde polistren köpük malzeme ile yalıtım yapılmıştır. Yapılan yalıtımın yönetmeliğe uygun kalınlıkta ve özellikte olup olmadığını tespit etmek için TS 825 Isı Yalıtım programı kullanılarak analiz yapılmıştır.

Aşağıda hastane binasına ait yapı bileşenleri ve U değerleri sunulmuştur.

Tablo 3. 22. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası Mevcut Durum Yapı Bileşenleri

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d (m)	Isı İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isı İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybeden Yüzey A (m²)	Isı Kaybı A.U (W/K)
DUVAR Dış Havaya Açık	$h_{i,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Duvar1.1	0.5 Alçı tabanlı sıvaşı alçı tabanlı	0,02	0,7	0,0286			
	5.5.12 Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar TS EN 1	0,2	0,31	0,6452			
	10.3.2.1.1 Elastikte polistiren köpüğü - TS 11985 E	0,05	0,03	1,6667			
	4.4 Yatay alçı kartonlardan (ağırlaştırıcı) yapılmış si	0,02	0,31	0,0392			
	11.2.4 Alüminyum	0,003	384	0,0000			
	$h_{i,2}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM				2,560	0,390	7157,65	2793,77
DUVAR Dış Havaya Açık	$h_{i,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
Betonarme Duvar1.2	4.5 Alçı tabanlı sıvaşı alçı tabanlı	0,02	0,7	0,0286			
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,0800			
	10.3.2.1.1 Elastikte polistiren köpüğü - TS 11985 E	0,05	0,03	1,6667			
	4.4 Yatay alçı kartonlardan (ağırlaştırıcı) yapılmış si	0,02	0,31	0,0392			
	11.2.4 Alüminyum	0,003	384	0,0000			
	$h_{i,2}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM				2,024	0,494	14760,63	7288,99
TAVAN Düz Açık	$h_{i,1}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	4.5 Çimento sıvaşı pap	0,025	1,4	0,0179			
	2.1 Kum,Mıh-yğlı	0,08	2	0,0400			
	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,006	0,19	0,0316			
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000			
	8.1.2 Donatısız	0,03	1,44	0,0139			
	10.3.2.1.1 Elastikte polistiren köpüğü - TS 11985 E	0,05	0,03	1,6667			
	4.5 Alçı tabanlı sıvaşı	0,025	1,4	0,0268			
	$h_{i,2}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM				2,065	0,477	606,00	325,12
TAVAN Çatılı Kalorifersiz	$h_{i,1}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (İç)			0,1300			
Tavan1.1	11.2.4 Alüminyum	0,04	384	0,0002			
	10.2.1.1 Mineral ve cüruftan ilk ısı yalıtım malzemeleri	0,05	0,035	1,4286			
	11.2.4 Alüminyum	0,04	384	0,0002			
	$h_{i,2}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM				1,609	0,619	11030,58	6734,10
TABAN Toprak Temaslı	$h_{i,1}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (İç)			0,1700			
Taban1.1	4.5 Alçı tabanlı sıvaşı pap	0,01	1,2	0,0083			
	5.1.2 Donatılı	0,012	1,65	0,0073			
	5.1.2 Donatısız	0,01	1,65	0,0061			
	9.1.3 Sarkıtlı Yüzeylerdeki kaplamalar kimyasallı	0,006	0,23	0,0217			
	10.3.2.1.3 Elastikte polistiren köpüğü - TS 11985 E	0,04	0,04	1,0000			
	5.1.2 Donatılı	0,08	1,65	0,0505			
	2.1 Kum,Mıh-yğlı	0,8	2	0,1600			
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000			
	9.2.1 Mastik şeritli kaplama + fitre	0,002	0,7	0,0029			
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000			
	$h_{i,2}$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			0,5 x A x U	1,597	0,626	11729,58	3671,33
Dış Pencere1					2,3	5008,05	1519,916
Dış Kapı1					4	183,407	733,628
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							33.017,53

Σ AU = UDAD + Up.Ap + UA.As + 0.8 UT.AT + 0.5 UdC + UeAe + ...

Σ AU = 33.017,53

Özgül ısı kaybı : H = HT + Hv

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı :
HT = Σ AU + I Ui

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
Hv = 0,33 . an . Vn = 46.977,84 W/K

H = HI + HII = ... 79.995,37 ... W/K

Yukarıdaki yapı bileşenleri kullanılarak TS 825 Isı Yalıtım programı ile mevcut durum için U değerleri hesaplanmıştır. Yapı bileşenlerine ait kesit detayları ek dosyalarda paylaşılmıştır.

Aşağıda Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane binasına ait U değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 3. 23. Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi Mevcut Isıl Geçirgenlik Katsayıları

Bina Yapı Bileşenlerine Ait Isıl Geçirgenlik Katsayıları							
Bina Adı	**Kaplamalı Dış Duvar**	**Betonarme Dış Duvar**	**Teras çatı**	**Kırma Çatı**	**Toprak temaslı taban**	**Pencere**	**Kapı**
	U_D (W/m²K)	**$U_{kolon-kiriş}$ (W/m²K)**	**U_T (W/m²K)**	**U_T (W/m²K)**	**U_t (W/m²K)**	**$U_{pencere}$ (W/m²K)**	**$U_{Kapı}$ (W/m²K)**
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	0,386	0,494	0,477	0,610	0,626	2,3	4

Tablo 3. 24. TS 825 EK-D İllere Göre Derece Gün Bölgeleri



3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE
ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KIRŞEHİR	TUNCELİ
BİNGÖL	IĞDIR	KONYA	UŞAK
BOLU	ISPARTA	KÜTAHYA	

İli 1. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler

POZANTI (Adana) KORKUTELİ (Antalya)

İli 2. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler

MERZİFON (Amasya) DURSUNBEY (Balıkesir) ULUS (Bartın)

İli 4. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler

TOSYA (Kastamonu)

Tablo 3. 25. TS 825 EK-A-3 Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değeri

	U_D (W/m²K)	U_T (W/m²K)	U_t (W/m²K)	U_P* (W/m²K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nin bulunduğu il olan Kırıkkale ili Tablo 3.23'de görüldüğü üzere üçüncü iklim bölgesinde yer almaktadır. Tablo 3.24'de ise ülkemizde yer alan iklim bölgelerinin U sınır değerleri gösterilmektedir. Üçüncü iklim bölgesinde yer alan Kırıkkale ili için yeşil renkle işaretlenerek gösterildiği gibi duvar için U sınır değeri 0,50 W/m^{2}K, tavan için 0,30 W/m^{2}K, taban için 0,45 W/m^{2}K ve pencere için ise 2,4 W/m^{2}K'dir.

Tablo 3.23 ve Tablo 3.25 kıyaslandığında; Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane duvarlarına ait ısıl geçirgenlik katsayısının sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir. Fakat kolon-kiriş ve Çatı "U" değerlerinin ise çok yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Yapı bileşenlerinin projeye uygunluğunu kontrol etmek amacıyla saha ölçümleri esnasında ısıl iletkenlik ölçümleri yapılmış, fakat alüminyum dış cephe kaplaması ile yapı bileşeni arasında 8 cm kalınlığında hava boşluğu olduğu için sağlıklı veri elde edilememiştir.

Yapılan hesaplar neticesinde; bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Q (kWh/m^3) değerleri ve TS 825 Standardı gereği iklim bölgelerine göre izin verilen Q'(kWh/m^3) sınır değerler tespit edilmiştir.

Q değerlerine ait tablo aşağıda sunulmuş olup detaylı analiz sonuçları eklerde paylaşılmıştır.

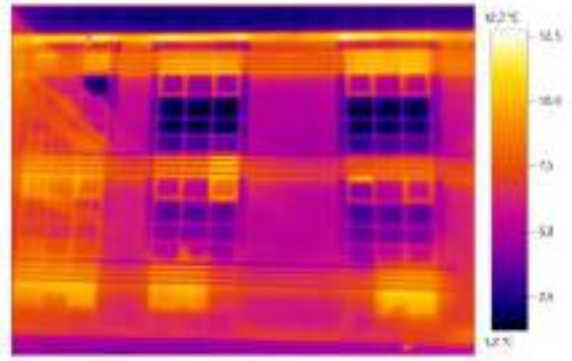
Tablo 3. 26. Binaya Ait Mevcut Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı ile Sınır Değerinin Karşılaştırılması

Bina Adı	**Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı**	**Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Sınır Değeri**
	Q (kWh/m^3)	Q' (kWh/m^3)
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	17,01	17,26

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere mevcut durumda yıllık ısı ihtiyacı (Q), Q' sınır değerin altında çıkmaktadır. Bu durum, binanın yalıtım uygulamasının yeterli olduğunu ortaya koymakta, ilave bir yalıtıma gerek duyulmamaktadır.

Saha etüt ölçümlerinde bina dış cephelerinin termografik incelemesi yapılmıştır. Her cepheden ayrı ayrı alınan görüntüler ek dosyalarda detaylı olarak paylaşılmıştır. Ölçümler dış hava sıcaklığının en düşük olduğu gece saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm esnasında en düşük

dış hava sıcaklığı -2°C'dir. Termal görüntüler bir yüzey üzerindeki sıcaklık dağılımını, kaçakları, ısı köprülerini renklerle ifade eder. Bilindiği gibi ısı; yüksek sıcaklıklı ortamdan düşük sıcaklıklı ortama doğru gitme eğilimindedir. Yani ısınan iç ortamdan dış ortama doğru bir ısı akışı söz konusudur. Termal görüntüler incelendiğinde; kolon ve kirişlerde önemli derecede ısı kayıpları olmadığı görülmektedir. Pencere duvar boşluklarında, alüminyum çerçeve ile cam arasında ve duvar-çatı bağlantılarında sızıntılar olduğu gözlenmiştir.



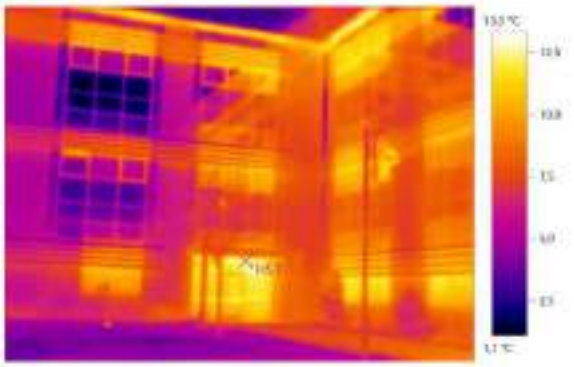


Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	12,7	0,95	20,0	-





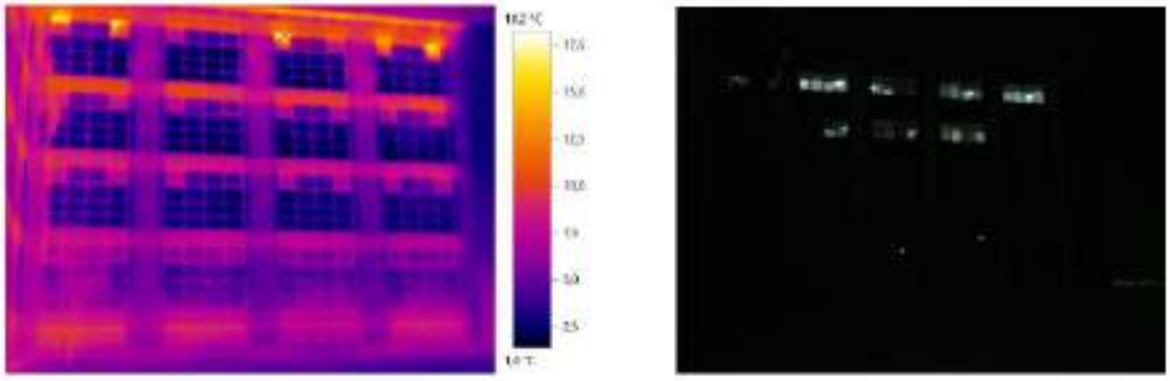
Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	13,3	0,95	20,0	-

Fotoğraf 3. 17. Dış Cephe Termal Görüntü-Dekanlık Binası

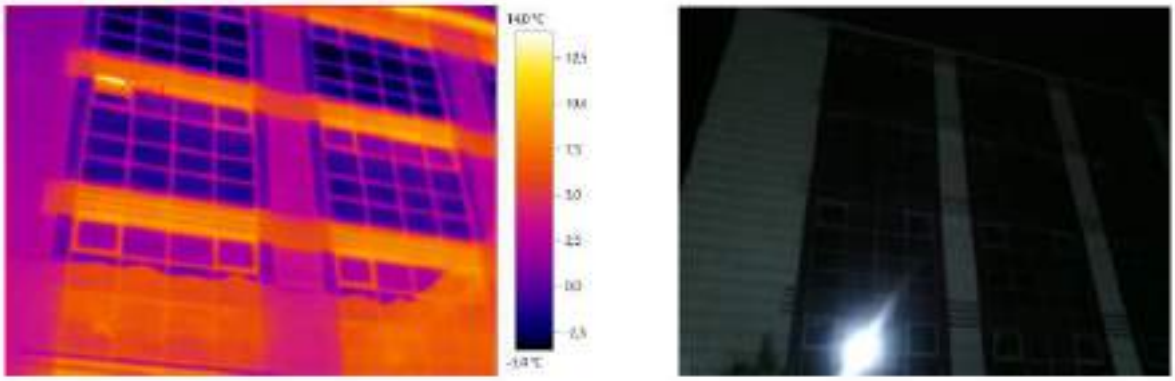


Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	18,2	0,95	20,0	-



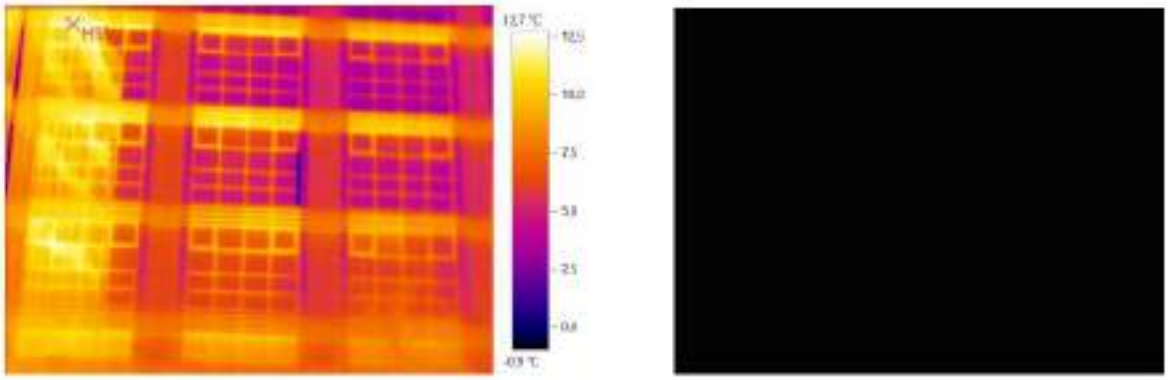
Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	14,0	0,95	20,0	-

Fotoğraf 3. 18. Dış Cephe Termal Görüntü-Hastane Girişi



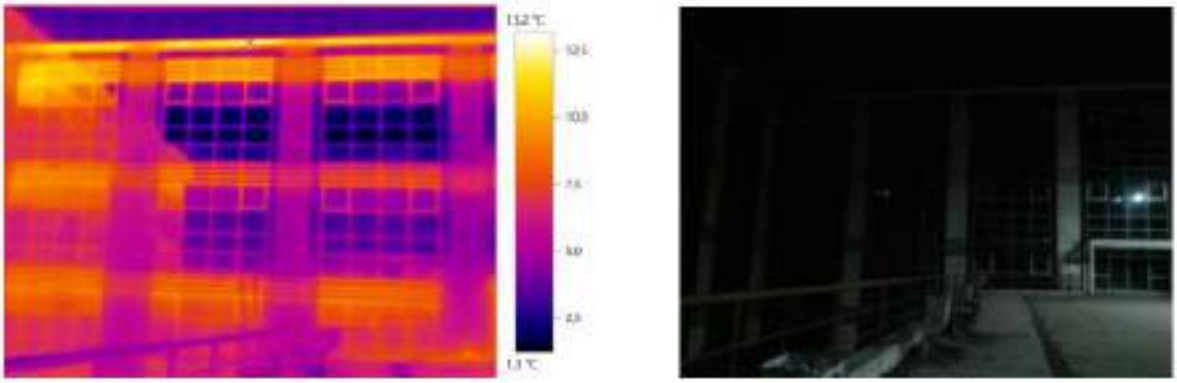
Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	12,7	0,95	20,0	-

Fotoğraf 3. 19. Dış Cephe Termal Görüntü-SBF

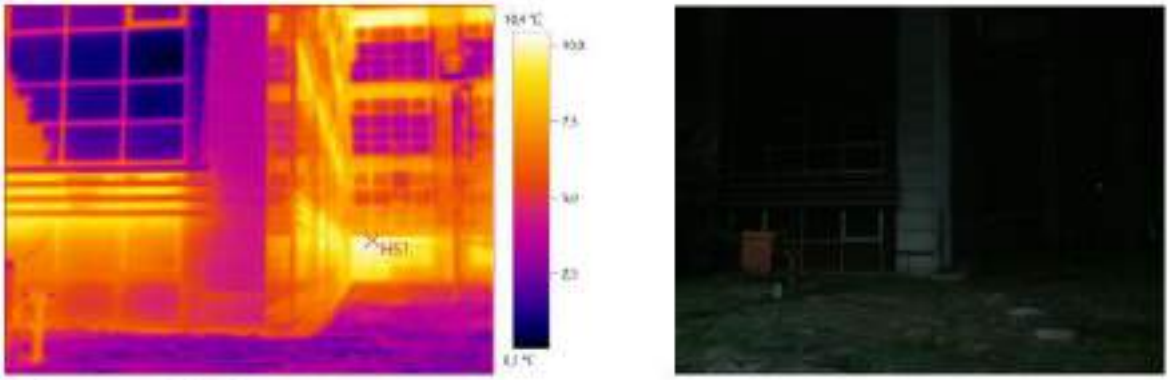


Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	13,2	0,95	20,0	-



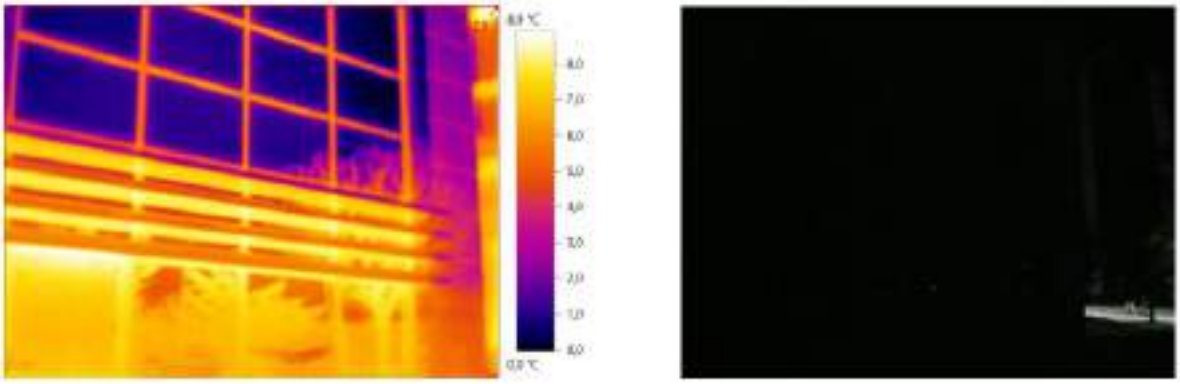
Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	10,4	0,95	20,0	-

Fotoğraf 3. 20. Dış Cephe Termal Görüntü-Mutfak, Eczane ve Morg



Resim parametreleri:

Emisyon derecesi:	0,95
Yans. sıc. [°C]:	20,0

Resim işaretleri:

Ölçüm nesneleri	Sıcaklık [°C]	Emisiv.	Yans. sıc. [°C]	Notlar
En sıcak nokta 1	8,9	0,95	20,0	-

Fotoğraf 3. 21. Dış Cephe Termal Görüntü-Konferans Salonu

Bina Kabuğu Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

İrdelenen ancak önerilmeyen önlemler kapsamında, TS 825 Isı Yalıtım programı kullanılarak hastane binasının duvarlarında mevcut durumda kullanılan 5 cm kalınlığında 0,035 W/mK ısıl iletkenlik katsayısına sahip extrüde polistren köpük malzeme ile yalıtımın sökülerek, taş yünü malzeme ile 8 cm kalınlığında malzeme kullanılarak ısı yalıtımı önerilmiştir. Ayrıca kırma çatıda alüminyum malzemenin arasında 5 cm kalınlıkta, teras çatıda ise yine 5 cm kalınlığında ısı yalıtımı mevcuttur. Hastane binasının çatısında klima santralleri bulunmaktadır. Dolayısıyla çatıda bulunan ısı yalıtımının sökülerek klima santrali bulunmayan çatı alanlarına (döşeme üzerine) 8 cm kalınlığında 0,035 W/mK ısıl iletkenlik katsayısına sahip camyünü malzeme ile ısı yalıtımı yapılması önerilmiştir. Fakat mevcut durumda duvarlarda ve çatıda bulunan yalıtımın iyi durumda olması nedeniyle karma senaryo kapsamına dahil edilmemiştir.

Tablo 3. 27. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Tablosu

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri					
Bina Adı	Mevcut Isıtma İhtiyacı	Geliştirilmiş Isıtma İhtiyacı	Tahmini Isıtma İhtiyacı Tasarrufu	Isıtma Enerji Tasarrufu	Toplam Enerji Tasarrufu
	[kWh/m^3]	[kWh/m^3]	[kWh/m^3]	%	[kWh]
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	17,01	15,31	1,7	9,99%	658.033,35

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri					
Bina Adı	Mevcut Soğutma İhtiyacı	Geliştirilmiş Soğutma İhtiyacı	Tahmini Soğutma İhtiyacı Tasarrufu	Soğutma Enerji Tasarrufu	Toplam Enerji Tasarrufu
	[kWh/m^3]	[kWh/m^3]	[kWh/m^3]	%	[kWh]
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	1,38	1,22	0,16	11,92%	36.296,64

Tablo 3. 28. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Analiz Tablosu

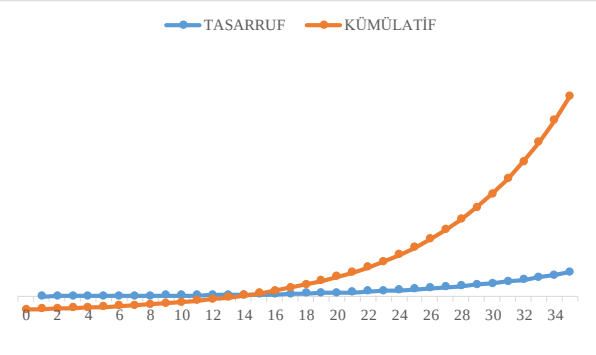
	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	32.242.641,55	TL
B	Enerji tasarrufu	694.329,98	kWh
C		59,71	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.040.521,81	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	30,99	Yıl

Tablo 3. 29. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-32.242.641,55 TL
1	1.040.521,81 TL	-31.202.119,75 TL
2	1.173.188,34 TL	-30.028.931,41 TL
3	1.322.769,85 TL	-28.706.161,56 TL
4	1.491.423,00 TL	-27.214.738,56 TL
5	1.681.579,44 TL	-25.533.159,12 TL
6	1.895.980,82 TL	-23.637.178,30 TL
7	2.137.718,37 TL	-21.499.459,93 TL
8	2.410.277,46 TL	-19.089.182,47 TL
9	2.717.587,84 TL	-16.371.594,63 TL
10	3.064.080,29 TL	-13.307.514,35 TL
11	3.454.750,52 TL	-9.852.763,82 TL
12	3.895.231,22 TL	-5.957.532,61 TL
13	4.391.873,20 TL	-1.565.659,41 TL
14	4.951.837,03 TL	3.386.177,62 TL
15	5.583.196,25 TL	8.969.373,87 TL
16	6.295.053,77 TL	15.264.427,64 TL
17	7.097.673,13 TL	22.362.100,77 TL
18	8.002.626,45 TL	30.364.727,22 TL
19	9.022.961,32 TL	39.387.688,55 TL
20	10.173.388,89 TL	49.561.077,44 TL
21	11.470.495,98 TL	61.031.573,42 TL
22	12.932.984,21 TL	73.964.557,63 TL
23	14.581.939,70 TL	88.546.497,33 TL
24	16.441.137,01 TL	104.987.634,35 TL
25	18.537.381,98 TL	123.525.016,33 TL
26	20.900.898,19 TL	144.425.914,51 TL
27	23.565.762,70 TL	167.991.677,22 TL
28	26.570.397,45 TL	194.562.074,67 TL
29	29.958.123,12 TL	224.520.197,79 TL
30	33.777.783,82 TL	258.297.981,61 TL
31	38.084.451,26 TL	296.382.432,87 TL
32	42.940.218,79 TL	339.322.651,67 TL
33	48.415.096,69 TL	387.737.748,36 TL
34	54.588.021,52 TL	442.325.769,88 TL
35	61.547.994,26 TL	503.873.764,14 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	1.040.521,81	32.242.641,55	15%

	NBD	Faydalı Ömür	İKO
-	9.156.426,44 TL	35 Yıl	12,76%



Tablo 3. 30. Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL) (KDV dahil)	32.242.641,55
Yatırım Maliyeti (USD)	1.023.228
Müteahhit Karı	0%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	694.329,98
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	33.021,22
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.040.521,81
Geri Ödeme Süresi	30,99
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	174,12

3.4.2. Pencereler ve Kapılar

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon binasında kullanılan pencereler Alüminyum çerçeveli 4+12+4 mm kalınlıkta, hava boşluklu 2,3 W/m²K "U" (doğrama + cam) değerine sahip pencerelerdir. Pencerelerin mavi reflekte ısıcam olduğu tespit edilmiştir. Binanın tamamında kapaklı giydirme cephe sistemi uygulanmıştır.

Aşağıda pencere gruplarına ait genel görünümler ve "U" değerleri tablosu paylaşılmaktadır.







Fotoğraf 3. 22. Hastane Binası Pencere Genel Görünümleri

Tablo 3. 31. Hastane Binası Pencere Bilgileri

Pencere Alanları ve Isıl Geçirgenlik Katsayıları					
Bina Adı	**Pencere Alanı (m²)**	**Giydirme Cephe Alanı (m²)**	**U_P (W/m²K)**	**SHGC**	**Pencere Kalınlığı**
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	5.008,66	10.456,70	2,3	0,6	4+12+4 mm

Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 3. 1. TS 825 İzoder Programı Pencere "U" Değeri Seçim Tablosu

Yukarıdaki tabloda verildiği üzere hastane binasından alınan bilgilere göre camların arasında ki boşluk 11 mm olup, alüminyum doğramaya sahiptir. Aynı zamanda pencerede ısı yalıtımlı olduğu da görülmektedir, dolayısıyla "U" değeri 2,3 W/m²K olarak seçilmiştir.

Tablo 3. 32. TS 825 EK-A-3 Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U (Üçüncü Bölge)

Bölge	U_P* (W/m²K)
3. Bölge	2,4

Üçüncü iklim bölgesinde yer alan için Up, pencere sınır değeri Tablo 3.29'da verilmektedir.

Hastane binasında yer alan tüm pencere ısıl geçirgenlik katsayıları sınır değerin altında çıkmaktadır.





Fotoğraf 3. 23. Hastane Giriş Kapısı Görünümü



Fotoğraf 3. 24. İç Bahçeye Çıkış Kapısı



Fotoğraf 3. 25. Konferans Salonu Giriş Kapısı

Hastane binasındaki kapılar farklı ebatlarda alüminyum çerçeveli cam kapılardır.

Ana giriş kapıları (hastane giriş, acil giriş, konferans giriş) kayar kapılardır. Ana giriş kapılarında rüzgarlık bulunmaktadır. Kapıların açıklık süresi 1-10 saniye arasında değişiklik göstermektedir. Alüminyum çerçeveli kapı camları 4+12+4 mm kalınlığa sahiptir ve analiz yapılırken "U" değeri 4 olarak TS 825 Isı Yalıtım Hesap programına girilmiştir.

Ayrıca hastane binasında 10.456,7 m² alana sahip pencere camlarının 4+12+4 mm kalınlıkta argon boşluklu cam ile yenilenmesi (U=2 W/m²K (Doğrama+Cam)) önlemi önerilmiştir. Fakat mevcut durumda kullanılan pencereler yeni ve tüm pencerelerin ısıl geçirgenlik katsayıları sınır değerin altında çıktığından bu önlem karma senaryo kapsamına dahil edilmemiştir. Aynı zamanda bu önleme ait geri ödeme süresi yüksek olduğundan, irdelenen ancak önerilmeyen önlemler kapsamında irdelenmiştir. **Tablo 2.13**'de tasarruf ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Pencerelerde Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Hastane binasında kullanılan pencereler yeni ve kullanıma uygun özelliktedir. Enerji Etüdü saha çalışmalarında, pencerelerde ve giydirme cephe profil birleşimlerinde hava sızıntısı olduğu tespit edilmiştir. Düşük maliyetli önlemler kapsamında sızdırmazlıkların artırılması için fitil, kapı kolu, pencere kenarları ısı köprüleri kontrol ve tamirlerinin yapılması ve aynı şekilde giydirme cephelerde profil birleşimlerinin silikonlarının kontrol edilip tamir edilmesi önerilmektedir. Hesaplamalar yapılırken ısıtma enerjisi tüketiminden %1-2 tasarruf sağlayacağı kabulü yapılmıştır. Aşağıda tasarruf ve geri ödeme süreleri paylaşılmıştır.

Tablo 3. 33. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri					
Bina Adı	Mevcut Isıtma İhtiyacı	Geliştirilmiş Isıtma İhtiyacı	Tahmini Isıtma İhtiyacı Tasarrufu	Isıtma Enerji Tasarrufu	Toplam Enerji Tasarrufu
	[kWh/m^3]	[kWh/m^3]	[kWh/m^3]	%	[kWh]
Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi	17,01	16,67	0,34	2,00%	131.684,08

Tablo 3. 34. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Analiz Tablosu

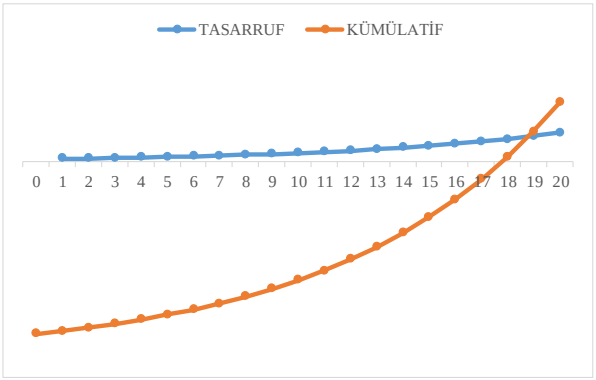
Baz Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	10.560.622,72	TL
B	Enerji tasarrufu	131.684,08	kWh
C		11,32	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	180.407,20	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	58,54	Yıl

Tablo 3. 35. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-10.560.622,72 TL
1	180.407,20 TL	-10.380.215,52 TL
2	203.409,11 TL	-10.176.806,41 TL
3	229.343,78 TL	-9.947.462,63 TL
4	258.585,11 TL	-9.688.877,53 TL
5	291.554,71 TL	-9.397.322,82 TL
6	328.727,93 TL	-9.068.594,89 TL
7	370.640,75 TL	-8.697.954,14 TL
8	417.897,44 TL	-8.280.056,70 TL
9	471.179,36 TL	-7.808.877,34 TL
10	531.254,73 TL	-7.277.622,60 TL
11	598.989,71 TL	-6.678.632,89
12	675.360,90 TL	-6.003.271,99
13	761.469,41 TL	-5.241.802,58
14	858.556,76 TL	-4.383.245,82
15	968.022,75 TL	-3.415.223,07
16	1.091.445,65 TL	-2.323.777,41
17	1.230.604,97 TL	-1.093.172,44
18	1.387.507,11 TL	294.334,67
19	1.564.414,26 TL	1.858.748,93
20	1.763.877,08 TL	3.622.626,01

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	180.407,20	10.560.622,72	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
- 7.943.169,02 TL	20 Yıl	2,15%



Tablo 3. 36. 10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	10.560.622,72
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	335.144
Toplam Enerji Tasarrufu (Doğalgaz-kWh)	131.684,08
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	5.725,27
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	180.407,20
Geri Ödeme Süresi	58,54
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	30,81

3.4.3. Gözlemlenen Tespitler

Hastane binasının dış cephelerinde herhangi bir yıpranma, boya dökülmesi veya cephe kaplamasında hasar gözlenmemiştir. Aynı şekilde bina iç yüzeylerinde küflenme gibi olumsuz durum da görülmemektedir. Bina dış cephesine ait görüntüler aşağıda sunulmuştur.







Fotoğraf 3. 26. Hastane Binası Dış Cephe Görüntüleri

3.5. Bina Kullanım ve Operasyonu

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane binasının yıllık kullanım saati belirlenirken, mahallerin kullanım amacı dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır. Acil polikliniği, yoğun bakım üniteleri ve hasta yatak odalarının 7 gün 24 saat kullanımda olduğu kabul edilmiştir. Hastane binası, aynı zamanda sağlık bilimi öğrencilerine eğitim vermek üzere tesis edildiği için binada derslikler ve öğretim görevlilerinin odaları ile idari personelin hizmet verdiği bölümler yer almaktadır. Bu kısım fakülte binası bölümü altında toplanmıştır, mesai saati olan 08.00-17.00 olarak haftada 5 gün, yılda ise (akademik takvim dikkate alınarak) 9 ay kullanımda olduğu kabul edilmiştir. Bunun dışında hastanenin idari bölümü ve poliklinik hizmeti verilen muayene odaları için, hafta içi kamu binalarının çalışma saati baz alınarak yıllık 2080 saat kullanıldığı kabulü yapılmıştır. Alınan bilgiler doğrultusunda konferans salonu kullanılmamaktadır. Aşağıda yer alan tabloda binanın kullanım ve operasyon tablosu yer almaktadır.

Tablo 3. 37. Bina Kullanım ve Operasyon Tablosu

Belirtilen Bina/Alan	Saat/gün	Gün/hafta	Ay/Yıl	Yıllık kullanım/ operasyon saati	Binanın kullanım yüzdesi
ACİL VE HASTA YATAK ODALARI	24	7	12	8760	%50
POLİKLİNİKLER	8	5	12	2080	%50
FAKÜLTE BİNASI	8	5	9	1560	%75
KONFERANS SALONU	0	0	0	0	%0

Aşağıda mekanik sistemlerin ortalama kullanım süreleri paylaşılmıştır.

Tablo 3. 38. Mekanik Sistemlerin Ortalama Kullanım Süresi

SİSTEM TANIMI	**ÖNGÖRÜLEN YILLIK KULLANIM SÜRESİ**
	ORTALAMA
	h/Yıl
SOĞUTMA SİSTEMİ	1440
SOĞUTMA SİSTEMİ MOTORLARI	1440
ISITMA SİSTEMİ	3800
ISITMA SİSTEMİ MOTORLARI	3800
SICAK SU SİSTEMİ	8760
HAVALANDIRMA SİSTEMİ MOTORLARI	2080
AYDINLATMA	Raporun "Aydınlatma" bölümüne bakınız.

3.6. HVAC Sistemleri ve Ekipmanları

3.6.1. Isıtma Sistemi

Kırıkkale Üniversitesi SBF ve Fizik Tedavi Rehabilitasyon Hastanesi'nde ısıtma ve sıcak su ihtiyacı tek bir ısı merkezinden sağlanmaktadır. Isı merkezinde 3 adet doğalgaz yakıtlı kazan bulunmaktadır. Eski kazanlarından 2 tanesi (Kazan-2 ve Kazan-3) patlak arızası vermesi nedeniyle 2020 yılında yeni kazanlar ile değiştirilmiştir. Kazan-1 ise 2011 yılında imal edilmiş olup arızalı olması sebebiyle kullanılmamaktadır. Bu nedenle Kazan-2 ısıtma ihtiyacını karşılamak amacıyla yılda ortalama 6 ay, Kazan-3 ise sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla yıl boyu çalışmaktadır. Kazanlar, kazan dairesinde yer alan Radyatör, Klima Santrali Zon 1 ve 2 ısıtma, Fan Coil Zon 1,2 ve 3 ısıtma hatlarını beslemektedir.

Fakat hastane binası çalışanlarından alınan bilgiye göre ölçüm sırasında çalışmakta olan Kazan3 şuanda tekrar patlak arızası vermesi nedeniyle çalışmamaktadır. Isıtma ve sıcak su ihtiyacı yalnızca bir kazandan (Kazan-2) sağlanmakta olup, yetersiz kalmaktadır.

Aşağıda kazanlara ait görseller, baca gazı ölçüm sonucu ve kazan bilgi tablosu paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 27. Kazan-1 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri



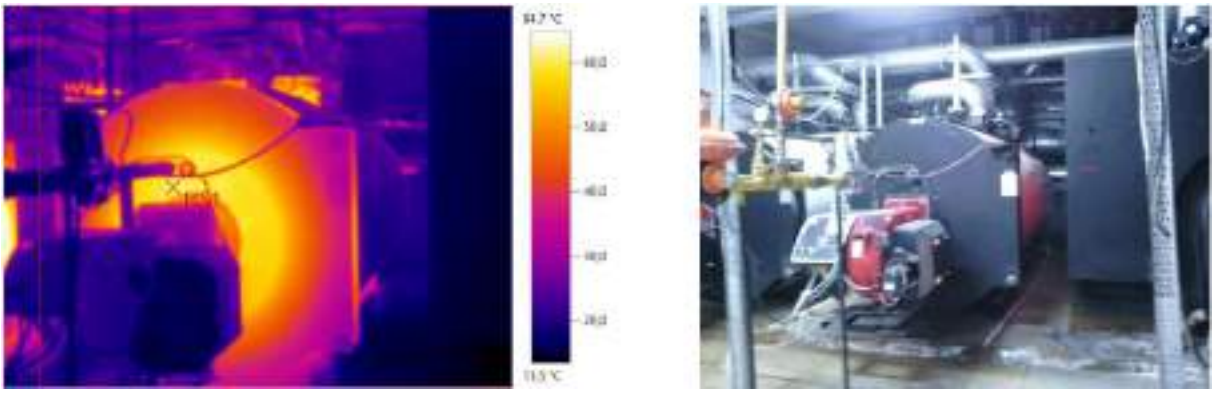
Fotoğraf 3. 28. Kazan-2 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri



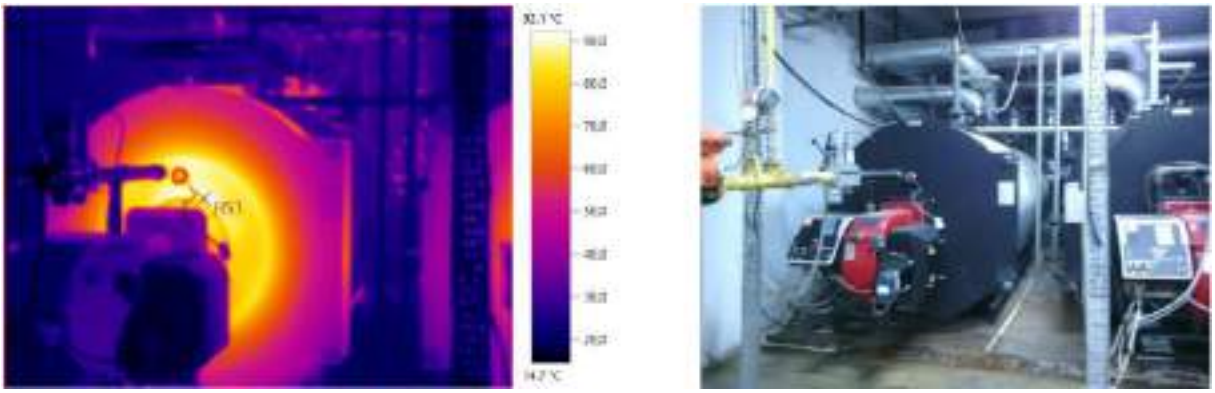
Fotoğraf 3. 29. Kazan-3 Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri



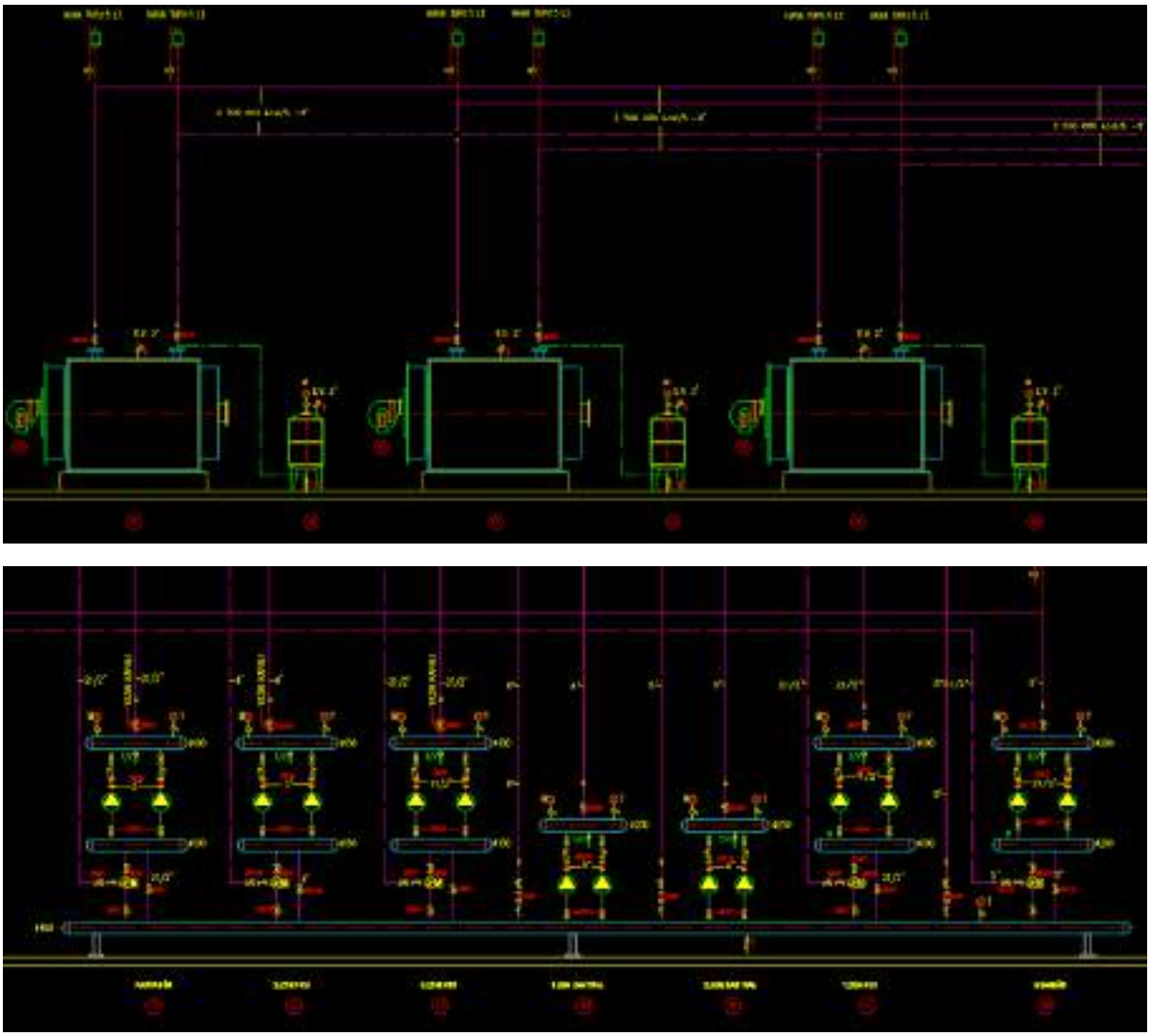
Fotoğraf 3. 30. Brülör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri



Fotoğraf 3. 31. Kazan-2 Termal Kamera Görüntüleri



Fotoğraf 3. 32. Kazan-3 Termal Kamera Görüntüleri



Fotoğraf 3. 33. Mekanik Proje Kazan Akım Şeması Görünümü

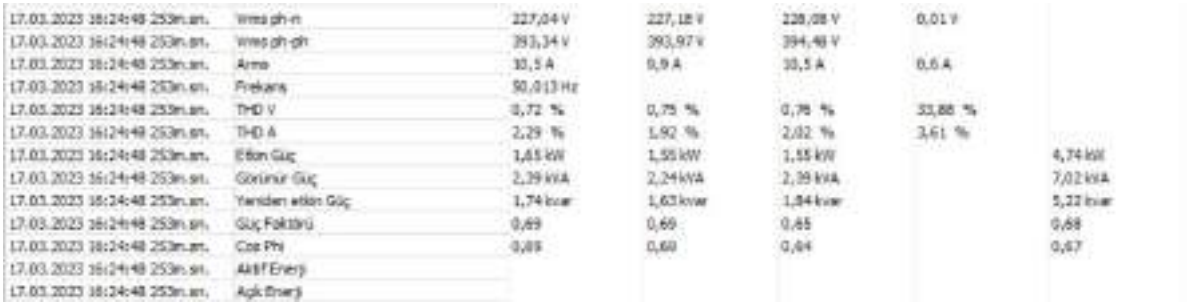
Isıtma sistemlerine ait akış şeması yukarıda paylaşılmıştır. Kazan-2 ve Kazan-3, kazan dairesinde yer alan Radyatör, Eşanjör, Klima Santrali Zon 1 ve 2 ısıtma, Fan Coil Zon 1,2 ve 3 ısıtma hatlarını beslemektedir.

Tablo 3. 39. Kazan Bilgileri Tablosu

KAZAN NO	MARKA	KULLANIM AMACI	KAPASİTE (kW)	SU REJİMİ (°C)	İMAL YILI	BRULÖR ÇEŞİDİ	TAHMİNİ YILLIK KULLANIM SÜRESİ (saat)	ADET
1	MİMSAN	Arızalı	2.900	90/70	2011	Oransal	-	1
2	ERENSAN	Isıtma	2.910	90/70	2020	Oransal	3800	1
3	ERENSAN	Sıcak Su	2.910	90/70	2020	Oransal	2880	1

Tablo 3. 40. Brülör Bilgi Tablosu

CİHAZ NO	CİHAZ ADI	KAPASİTE (kW)	FAN GÜCÜ (kW)	ÖLÇÜLEN FAN GÜCÜ (kW)	ADET	YAKIT TİPİ	İMAL YILI
1	BRÜLÖR	550-4100	7,5	4,74	2	GAZ	2019



17.03.2023 16:24:48 253n.an.	Vrms ph-n	227,04 V	227,18 V	228,08 V	0,01 V	
17.03.2023 16:24:48 253n.sn.	Vrms ph-ph	393,34 V	393,97 V	394,48 V		
17.03.2023 16:24:48 253n.an.	Arms	10,5 A	0,9 A	10,5 A	0,6 A	
17.03.2023 16:24:48 253n.sn.	Frekans	50,013 Hz				
17.03.2023 16:24:48 253n.an.	THD V	0,72 %	0,75 %	0,78 %	33,88 %	
17.03.2023 16:24:48 253n.sn.	THD A	2,29 %	1,92 %	2,02 %	3,61 %	
17.03.2023 16:24:48 253n.an.	Etkin Güç	1,65 kW	1,55 kW	1,55 kW		4,74 kW
17.03.2023 16:24:48 253n.sn.	Görünür Güç	2,39 kVA	2,24 kVA	2,39 kVA		7,02 kVA
17.03.2023 16:24:48 253n.an.	Yeniden etkin Güç	1,74 kvar	1,63 kvar	1,84 kvar		5,22 kvar
17.03.2023 16:24:48 253n.sn.	Güç Faktörü	0,69	0,69	0,65		0,68
17.03.2023 16:24:48 253n.an.	Cos Phi	0,69	0,69	0,64		0,67
17.03.2023 16:24:48 253n.sn.	Aktif Enerji					
17.03.2023 16:24:48 253n.an.	Aşk Enerji					

Fotoğraf 3. 34. Brülör Elektriksel Ölçümü



Fotoğraf 3. 35. Kazan-2 Baca Gazı Ölçüm Sonucu



Fotoğraf 3. 36. Kazan-3 Baca Gazı Ölçüm Sonucu

Aşağıda kazanlara ait bilgiler ve ölçümler sonucuna göre yapılacak olan kazan ısıl verimi hesap metodu aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 41. Kazan Isıl Verimi Hesap Metodu

KAZAN VERİMİ HESAPLAMA METODU

Yakıt Cinsi = Gaz Yakıtlar — Gaz Yakıtlar, Yakıt Cinsi = Doğal Gaz

Yakıtta Bulunan :

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,00 %
Hidrojen (H_2) % si (ağırlıkça)	=	24,67 %
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00 %
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00 %
Oksijen (O_2) % si (ağırlıkça)	=	0,00 %
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,33 %
		100,00 %
Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	8.250,00 kCal/Sm³
Yakıt Özgül Ağırlığı	=	0,68 Kg/Sm³

Yakıtın Üst Isıl Değeri = Yakıt Alt Isıl Değeri + (6 x (9 x Yakıttaki H2 % si))

Isı Kayıpları :

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

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

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

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

$$K = \frac{65,7 \times C_{yak.} + (\text{Yakıt Alt Isıl Değeri} \times Y}{(\text{Yakıt Üst Isıl Değeri})^2}$$

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

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

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

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

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

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

(Gaz Yakıtlar için K değeri = 22, Sıvı Yakıtlar için K değeri = 48)

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

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

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

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

E = Yüzey malzemesine ve işlemine şekline bağlı Emisivite katsayısı
TyÜzey = Yüzey Sıcaklığı (°K) (= 273 + Ölçülen Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değeri (°C))
Tortam = Ortam Sıcaklığı (°K) (= 273 + Ölçülen Ortalama Ortam Sıcaklığı Değeri (°C))

	B
Yatay Yüzeyler (yukarıya bakan)	1,79
Dikey Yüzeyler ve Geniş Silindirler	1,45
Yatay Silindirler	1,20

$$L_{RK} = \frac{L_{RK}'}{\text{Yakıt tüketimi}}$$

Yakıt tüketiminden verilen ısı = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

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

7) Kazan Verimi

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

8) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Hava Fazlalık Katsayısı} = \frac{O_2}{21 - O_2} + 1$$

Yukarıda verilen hesaplama metoduna göre kazan ısıl verimi hesaplanmıştır. Baca gazı ölçüm sonuçları ve verim hesapları sonucu aşağıdaki tablolarda paylaşılmıştır. Verim hesabının detaylı analizi Ek'te paylaşılmıştır.

Tablo 3. 42. Kazan Baca Gazı Ölçüm Sonuçları

Ölçümler						
Referans	**Baca Gazı Sıcaklığı (℃)**	**Ortam Sıcaklığı (℃)**	**O_2 (%)**	**CO (ppm)**	**CO_2 (%)**	**Baca Gazı Ölçüm Verimi (%)**
Kazan 2	92	18,6	7,06	0	7,97	95,8
Kazan 3	91,2	19,2	7,06	0	7,97	95,9

Tablo 3. 43. Kazan-2 Isıl Verim Hesap Sonuçları

Parametreler	**2 No'lu Kazan**	**3 No'lu Kazan**
Kazan Ebatları(m)	Çap: 1,68 Derinlik: 4,12	Çap: 1,68 Derinlik: 4,12
Kazan Çıkış Sıcaklığı(°C)	62,1	63,3
Kazan Dönüş Sıcaklığı(°C)	57,2	59,6
Doğalgaz Tüketimi (Sm^3/saat)	52,00	52,00
Akışkan Cinsi	Su	Su
Kuru Baca Gazı Yoluyla Olan Isı Kaybı(%) L_{KBG}	3,19	3,25
Baca Gazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı(%) L_{NBG}	1,39	1,41
Baca Gazındaki Yanmamış Karbon monoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı(%) L_{COBG}	0,00	0,00
Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı(%) L_{RK}	1,73	3,63
Toplam Isı Kaybı(%)	6,31	8,29
Kazan Verimi(%)	93,69	91,71
Fazla Hava Oranı (%)	50,65	50,65
Hava Fazlalık Katsayısı	1,51	1,51

3.6.1.1. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli ve Yoğuşmalı 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi

Hastane binasında saha ölçümleri sırasında yalnızca Kazan 1 arızalı olup, çalışmamaktaydı. Fakat hastane binası çalışanlarından alınan bilgiye göre Kazan 3'ün tekrar patlak arızası vermesi nedeni ile çalışmadığı öğrenilmiştir. Dolayısıyla hastane binasında ısıtma ve sıcak su ihtiyacı tek bir kazandan sağlanmaktadır.

Bu kapsamda ısı merkezinde arızalı olarak yer alan 2 adet doğalgaz yakıtlı kazanların yerine 2910 kW kapasitede yüksek verimli kazanlar ile yenilenmesi incelenmiştir.

Değişecek olan Kazan-3 için mevcut durumda ki ısıl verim hesaplanmıştır. Fakat Kazan-1 arızalı olması nedeniyle bacagazı ölçümü alınamamıştır. Kazan-1 hesapları için de Kazan-3'ün verim değeri alınarak hesap yapılmıştır. Yıllık çalışma saatlerini Kazan-3'ün kullanım sıcak su ihtiyacı için çalıştığı Kazan-1'in ise ısıtma amacıyla kullanılacağı varsayılarak hesaplanmıştır. Ayrıca Kazan-3 2022 yılında çalıştığı için doğalgaz tüketimi 2022 yılı baz alınarak hesaplanmıştır. Aşağıda bu öneri ile hesaplanan tasarruf oranları verilmiştir.

$$B_Y = \frac{3{,}6 \times Q_K \times Z_Y \times Z_G}{2 \times H_U \times \eta_K}$$

Q_K = Kazanın ısıl kapasitesi (W)

Z_G = Günlük çalışma süresi (saat/gün)

Z_Y = Yıllık çalışma süresi (gün)

H_U = Yakıtın alt ısıl değeri (kJ/kg)

η_K = Kazanın verimi (%)

Tablo 3. 44. Mevcut Kazan-1 ve Kazan-3 Bilgileri

Kazan No	Kazan Kapasitesi (W)	Yıllık Çalışma Süresi (gün)	Günlük Çalışma Süresi (saat/gün)	Yakıtın Alt Isıl Değeri(kJ/kg)	Kazanın Verimi (%)
Kazan-1	2.910.000	190	20	34.535	91,71%
Kazan-3		360	8		

Yukarıdaki tabloda verilen değerlerle yıllık yakıt sarfiyatı hesap edildiğinde mevcut durumda yaklaşık olarak Kazan-1'in **6.686.741,97 kWh**, Kazan-3'ün ise **5.067.846,55 kWh** tükettiği hesaplanmıştır. Aşağıda ise yeni kazanların bilgileri verilmiştir.

Tablo 3. 45. Yeni Kazan-1 ve Kazan-3 Bilgileri

Kazan No	Kazan Kapasitesi (W)	Yıllık Çalışma Süresi (gün)	Günlük Çalışma Süresi (saat/gün)	Yakıtın Alt Isıl Değeri(kJ/kg)	Kazanın Verimi (%)
Kazan-1	2.910.000	190	20	34.535	94,40%
Kazan-3		360	8		

Mevcut durumda arızalı kazanlar yerine yüksek verimli kazanların getirilmesiyle yıllık yakıt sarfiyatının Kazan-1 için **6.496.198,16 kWh**, Kazan-3 için ise **4.923.434,39 kWh'e** düştüğü hesaplanmıştır.

Tablo 3. 46. Mevcut Durumda Arızalı Kazanlar Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı Kazanlar ile Yenilenmesi

Kazan No	Mevcut Kazan Tüketimi	Yeni Kazan Tüketimi	Tahmini Enerji Tasarrufu	Tahmini Enerji Tasarrufu
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(%)
Kazan-1	6.686.741,97	6.496.198,16	190.543,81	2,85%
Kazan-3	5.067.846,55	4.923.434,39	144.412,15	
Toplam	11.754.588,52	11.419.632,55	334.955,97	

Baz – Karma Senaryo

Tablo 3. 47. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yoğuşmalı 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
12.034.693,87	11.699.737,90	334.955,97	2,78%

Tablo 3. 48. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yoğuşmalı 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Analiz Tablosu

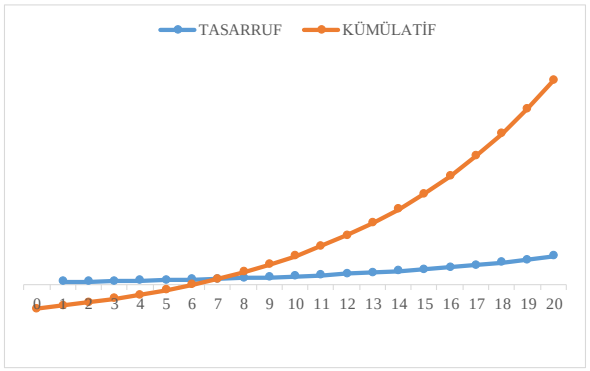
Baz Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	3.782.657,39	TL
B	Enerji tasarrufu	334.955,97	kWh
C		28,81	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	458.889,68	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	8,24	Yıl

Tablo 3. 49. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yoğuşmalı 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-3.782.657,39 TL
1	458.889,67 TL	-3.323.767,71 TL
2	517.398,11 TL	-2.806.369,61 TL
3	583.366,36 TL	-2.223.003,24 TL
4	657.745,58 TL	-1.565.257,67 TL
5	741.608,14 TL	-823.649,53 TL
6	836.163,17 TL	12.513,64 TL
7	942.773,98 TL	955.287,62 TL
8	1.062.977,66 TL	2.018.265,28 TL
9	1.198.507,31 TL	3.216.772,59 TL
10	1.351.316,99 TL	4.568.089,59 TL
11	1.523.609,91 TL	6.091.699,50 TL
12	1.717.870,17 TL	7.809.569,67 TL
13	1.936.898,62 TL	9.746.468,29 TL
14	2.183.853,20 TL	11.930.321,49 TL
15	2.462.294,48 TL	14.392.615,97 TL
16	2.776.237,03 TL	17.168.852,99 TL
17	3.130.207,25 TL	20.299.060,24 TL
18	3.529.308,67 TL	23.828.368,91 TL
19	3.979.295,52 TL	27.807.664,44 TL
20	4.486.655,70 TL	32.294.320,14 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	458.889,67	3.782.657,39	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
2.875.183,86 TL	20 Yıl	22,61%



Tablo 3. 50. Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 Adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yoğuşmalı 2910 kW Kapasitede Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	1.804.512,57
Yatırım Maliyeti (EURO)	52.768,00
Müteahhit Karı	25%
Kazan Demontaj Maliyeti (TL)	64.702,03
Su Arıtma Sistemi Maliyeti (TL)	1.372.800,00
Toplam Uygulama Maliyeti (KDVdahil) (TL)	3.782.657,39
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	110.613,40
Toplam Enerji Tasarrufu (Doğalgaz-kWh)	334.955,97
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	14.562,98
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	458.889,67
Geri Ödeme Süresi	8,24
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	78,38

3.6.2. Kullanım Sıcak Suyu

3.6.2.1. Akümülasyon Tankı

Hastane binasının bodrum katında sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla 3 adet akümülasyon tankı bulunmaktadır. Bir adet tankın etiket bilgisine ulaşılamamıştır. Etiket bilgisine ulaşılamayan bu akümülasyon tankının kullanılmadığı bilgisine ulaşılmıştır. Aşağıda boylere ait genel bilgiler tablosu, genel görünümü ve etiket bilgisi paylaşılmıştır.

Tablo 3. 51. Akümülasyon Tankı Genel Bilgiler Tablosu

CİHAZ ADI	KAPASİTE	İŞLETME SICAKLIĞI	İŞLETME BASINCI	ADET	İMAL YILI
	(kW)	(ºC)	(bar)		
AKÜMÜLASYON TANKI-1	2.000	10/60	10	2	2020







Fotoğraf 3. 37. Boylerin Genel Görünümü ve Etiket Bilgisi

Su Yumuşatma Cihazı

Hastane binasında 2 adet su yumuşatma cihazı bulunmaktadır. Fakat şehir şebeke suyu çok kireçli olduğundan bu cihazlar kötü durumdadır. Bu nedenle verimli çalışmamaktadır. Aşağıda cihazın görünümü paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 38. Su Yumuşatma Cihazı Görünümü

3.6.3. Soğutma Sistemi

Kırıkkale Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nin soğutma ihtiyacını gidermek için 4 adet hava soğutmalı chiller grubu bulunmaktadır. Kışın kapalı olan chiller ortalama 4 ay çalışmaktadır.

Aşağıda hizmet binasında yer alan chiller grubundan alınan fotoğraflar, etiket değerleri, debi ölçümler ve elektriksel ölçüm sonuçları paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 39. Chiller Grupları Genel Görünümleri



Fotoğraf 3. 40. Chiller Grupları Etiket

Tablo 3. 52. Soğutma Grupları Bilgileri

Cihaz No	Adet	Tip	Çalışma Sıcaklıkları ºC		Yıllık Kullanım Süresi (saat)	Etiket Soğutma Kapasitesi (kW)	Etiket EER Değeri	Ölçülen Güç (kW)
			Gidiş	Dönüş				
Chiller-1	1	Hava Soğutmalı	-	-	-	1.105	-	Arızalı.
Chiller-2	1	Hava Soğutmalı	10,5	6	1.440	1.105	-	232
Chiller-3	1	Hava Soğutmalı	10,5	6,9	1.440	1.105	-	114,6
Chiller-4	1	Hava Soğutmalı	10,5	6,9	1.440	1.105	-	114,3

Soğutma gruplarının ortalama ekonomik ömürleri 20 yıl olarak belirlenmiştir. Mevcut durumdaki soğutma grupları 2011 yılında imal edilmiş olup, henüz ekonomik ömrünü tamamlamamıştır.



Fotoğraf 3. 41. Chiller Grupları Giriş Çıkış Vanaları

Chiller üzerinden elektriksel ölçümler, debi ve sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Yapılan hesaplamalar ve ölçüm sonuçları aşağıda paylaşılmıştır.

Chiller 2; ölçüm sonuçları ve COP Hesabı:

Debi: 143,036 m³/h = 38,142 kg/s

Güç Tüketimi (P)= 232 kW

Su Giriş Sıcaklığı: 10,5 C°

Su Çıkış Sıcaklığı: 6 C°

$C_p = 4{,}194\ kj/kgK$

$\dot{Q} = \dot{m} * C_p * \Delta T$

$\dot{Q} = 38{,}142 \frac{kg}{s} * \frac{4{,}194 kj}{kgK} * 4{,}5\ °K$

$\dot{Q} = 717{,}811\ kW$

$COP = \frac{\dot{Q}}{P} = \frac{717{,}811\ kW}{232\ kW} = 3{,}09$

Dış hava sıcaklığı ortalama 30,6 ℃'dir. Hastane binasında saha ölçümleri esnasında, soğutma sezonu henüz başladığı için chiller üniteleri tam yükte çalışmamaktadır. Chiller 1 ve 2, 3 ve 4 aynı hattan beslenmektedir. Fakat Chiller 1 arızalı durumdadır.

Chiller 3; ölçüm sonuçları ve COP Hesabı:

Debi: 92,454 m³/h = 24,654 kg/s

Güç Tüketimi (P)= 114,6 kW

Su Giriş Sıcaklığı: 10,5 C°

Su Çıkış Sıcaklığı: 6,9 C°

$C_p = 4{,}194\ kj/kgK$

$\dot{Q} = \dot{m} * C_p * \Delta T$

$$\dot{Q} = 24{,}654 \frac{kg}{s} * \frac{4{,}194 kj}{kgK} * 3{,}6\ °K$$

$$\dot{Q} = 371{,}176\ kW$$

$$COP = \frac{\dot{Q}}{P} = \frac{371{,}176\ kW}{114{,}6\ kW} = 3{,}24$$

Chiller 4; ölçüm sonuçları ve COP Hesabı:

Debi: 92,454 m³/h = 24,654 kg/s

Güç Tüketimi (P)= 114,3 kW

Su Giriş Sıcaklığı: 10,5 C°

Su Çıkış Sıcaklığı: 6,9 C°

$C_p = 4{,}194\ kj/kgK$

$$\dot{Q} = \dot{m} * C_p * \Delta T$$

$$\dot{Q} = 24{,}654 \frac{kg}{s} * \frac{4{,}194 kj}{kgK} * 3{,}6\ °K$$

$$\dot{Q} = 371{,}176\ kW$$

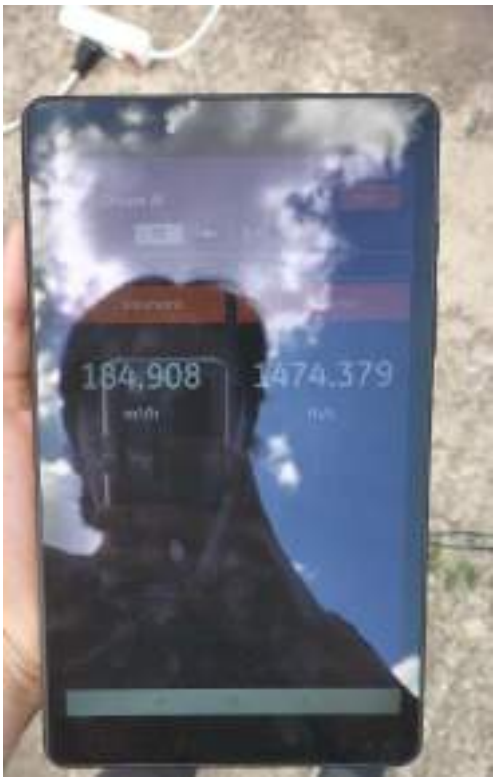
$$COP = \frac{\dot{Q}}{P} = \frac{371{,}176\ kW}{114{,}3\ kW} = 3{,}25$$

Tablo 3. 53. Soğutma Gruplarına Ait Bilgi ve Ölçümler

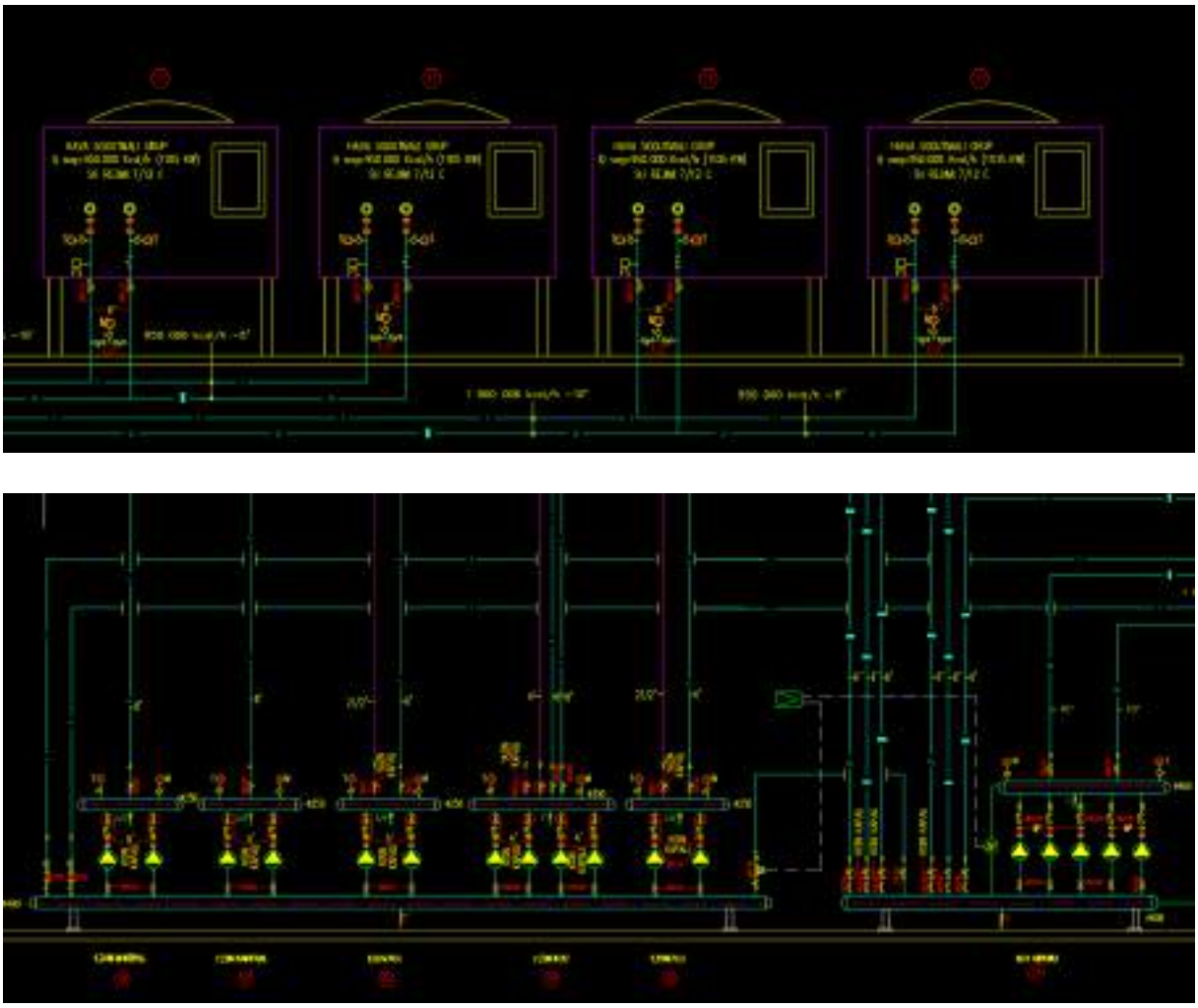
Ölçümler						
Cihaz No	**Su çıkış sıcaklığı**	**Su dönüş sıcaklığı**	**Güç çekişi [kW]**	**Su debisi [m3/h]**	**Dış ortam sıcaklığı**	**COP**
Chiller-1	-	-	-	-	-	-
Chiller-2	6	10,5	232	143,036	30,6	3,09
Chiller-3	6,9	10,5	114,6	92,454	30,6	3,24
Chiller-4	6,9	10,5	114,3	92,454	30,6	3,25



Fotoğraf 3. 42. Chiller 1-2 Grubu Debi Ölçümü



Fotoğraf 3. 43. Chiller 3-4 Grubu Debi Ölçümü



Fotoğraf 3. 44. Chiller Akış Şeması Görünümü

3.6.3.1. 3 Adet Chillere Plant Master Kontrol Paneli Uygulaması Enerji Verimliliği Önlemleri ve Miktarları

Hastane binasında 4 adet hava soğutmalı chiller grubu bulunmaktadır. Bu chiller grubuna ait debi ve elektriksel ölçümleri yapılmış olup yukarıda COP hesabı paylaşılmıştır. Hastane binasında chiller 1 ünitesi arızalı olduğundan çalışmamaktadır.

Chiller gruplarına plant master kontrol paneli uygulaması önerilmektedir. Önerilerin uygulanmasından sonra sistemin sağlıklı çalışabilmesi için üretici tarafından sağlanacak bakım prosedürlerinin rutin olarak uygulanması ve personelin periyodik olarak sistemin kullanımı ve enerji verimliliği konusunda eğitim alması önerilmektedir.

Chillerlere master kontrol paneli yapılması ile chiller sistem çalışma verimliliğinin %3 artacağı esas alınarak hesap yapılmıştır.

Tablo 3. 54. Chiller Master Kontrol Paneli Uygulaması İle Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu

Cihaz No	Adet	Tip	Yıllık Kullanım Süresi (saat)	Ölçülen Güç (kW)	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Toplam Enerji Tasarrufu (%)	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu (kWh)
Chiller-2	1	Hava Soğutmalı	1.440	232	334.080,00	3,00%	19.910,88
Chiller-3	1	Hava Soğutmalı	1.440	114,6	165.024,00		
Chiller-4	1	Hava Soğutmalı	1.440	114,3	164.592,00		

Baz – Derin – Karma Senaryo

Tablo 3. 55. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Tasarruf Tablosu

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
660.528,00	640.617,12	19.910,88	3,01%

*Varolan sistem enerjisi: chiller elektrik ölçümleri kullanılarak ve yıllık kullanım süresi (saat) çalışma kabulüyle hesaplanmıştır.

Tablo 3. 56. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Analiz Tablosu

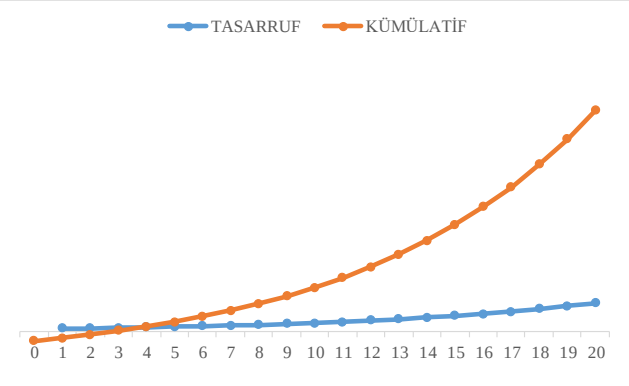
Karma Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	241.089,56	TL
B	Enerji tasarrufu	19.910,88	kWh
C		1,71	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	76.258,67	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	3,16	Yıl

Tablo 3. 57. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-241.089,56 TL
1	76.258,67 TL	-164.830,88 TL
2	85.981,65 TL	-78.849,23 TL
3	96.944,31 TL	18.095,08 TL
4	109.304,71 TL	127.399,79 TL
5	123.241,06 TL	250.640,85 TL
6	138.954,30 TL	389.595,15 TL
7	156.670,97 TL	546.266,12 TL
8	176.646,52 TL	722.912,64 TL
9	199.168,95 TL	922.081,59 TL
10	224.562,99 TL	1.146.644,58 TL
11	253.194,77 TL	1.399.839,35 TL
12	285.477,11 TL	1.685.316,45 TL
13	321.875,44 TL	2.007.191,89 TL
14	362.914,55 TL	2.370.106,45 TL
15	409.186,16 TL	2.779.292,61 TL
16	461.357,40 TL	3.240.650,00 TL
17	520.180,46 TL	3.760.830,47 TL
18	586.503,47 TL	4.347.333,94 TL
19	661.282,67 TL	5.008.616,61 TL
20	745.596,21 TL	5.754.212,81 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	76.258,67	241.089,56	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
865.316,08 TL	20 Yıl	44,15%



Tablo 3. 58. 3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	200.907,96
Yatırım Maliyeti (EURO)	5.875,00
Müteahhit Karı	0%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	241.089,56
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	7.050,00
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	19.910,88
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	2.420,09
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	76.258,67
Geri Ödeme Süresi	3,16
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	11,05

3.6.4. Paketlenmiş Birimler

Aşağıda hastane binasından bulunan split klimalar ve fan coil sistemine ilişkin bilgiler verilmiştir.

3.6.4.1. Split Klimalar

Hastane binasında muhtelif yerlerde split klimalar bulunmaktadır. Aşağıda hizmet binasında yer alan split klimalardan alınan fotoğraflar ve etiket değerleri paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 45. Dış Üniteler Genel Görünümleri



Fotoğraf 3. 46. Dış Ünitelerin Etiket Bilgileri

Yukarıda split klimalar için genel fotoğraflar paylaşılmıştır. Tüm split klimaların fotoğrafı eklerde paylaşılmış olup, aşağıdaki tabloda tüm split klimalar için mahal ve kapasite değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 3. 59. Split Klimalar Genel Bilgiler

Cihaz Markası	Tip	Soğutma Kapasitesi Btu/h	Isıtma Kapasitesi Btu/h	Adet	Elektriksel Ölçüm Sonucu (kW)	İmal Yılı
SIGMA	Duvar	48.000	51.500	1	Çalışmadığı için ölçüm alınamamıştır.	2020
DAIKIN	Salon	1.668 (W)	1.550 (W)	1	Sıcak Hava: 3,63 kW Soğuk Hava: 3,39 kW	2017
DAIKIN EUROPE N.V.	Duvar	1.650 (W)	-	1	Çalışmadığı için ölçüm alınamamıştır.	2016

3.6.4.2. Fan Coil

Hastane binasında toplam 913 adet iki borulu gizli tavan tipi fan coil bulunmaktadır. Fan coil üniteleri termostat ile kontrol edilmektedir. Fakat hastane binasında şebeke suyu kireçli olduğundan fan coillerin serpantinleri tıkalı durumdadır. Bu nedenle ısıtma ve soğutma yetersiz kalmaktadır.



Fotoğraf 3. 47. Serpantin Görünümü

Fan coil ünitelerine ait bilgi tablosu aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 60. Fan Coil Üniteleri Genel Bilgiler Tablosu

ZON	FCU Tipi	Hava Debisi (m3/h)	Ölçüler (LxWxH) (mm)	Fan Motoru Elektrik Gücü (W)	Fan Motoru Ölçülen Elektrik Gücü (W)	İmal Yılı	Soğutma Kapasitesi (W)	Isıtma Kapasitesi (W)	Adet
ZON-1	FCU-1	743	927X242X490	45	30	2011	873	2.036	1
	FCU-2	1.029	1,140X242X490	40	30	2011	1.243	3.282	4
	FCU-3	1.201	1,435X241X526	40	30	2011	1.402	4.125	15
	FCU-4	1.767	1,540X241X526	55	30	2011	2.235	6.460	38
	FCU-5	2.080	1,830X241X526	65	30	2011	2.679	8.553	12
	FCU-6	2.807	1,830X241X526	67	30	2011	4.026	11.553	14
	FCU-7	2.969	1,992X241X526	110	120	2011	3.576	10.254	26
	FCU-8	3.789	1,992X241X526	110	150	2011	4.891	15.964	34
TOPLAM							**20.925**	**62.227**	**144**
ZON-2	FCU-1	743	927X242X490	45	30	2011	873	2.036	34
	FCU-2	1.029	1,140X242X490	40	30	2011	1.243	3.282	37
	FCU-3	1.201	1,435X241X526	40	30	2011	1.402	4.125	58
	FCU-4	1.767	1,540X241X526	55	30	2011	2.235	6.460	196
	FCU-5	2.080	1,830X241X526	65	30	2011	2.679	8.553	55
	FCU-6	2.807	1,830X241X526	67	30	2011	4.026	11.553	53
	FCU-7	2.969	1,992X241X526	110	120	2011	3.576	10.254	67
	FCU-8	3.789	1,992X241X526	110	150	2011	4.891	15.964	71
TOPLAM							**20.925**	**62.227**	**571**
ZON-3	FCU-1	743	927X242X490	45	30	2011	873	2.036	26
	FCU-2	1.029	1,140X242X490	40	30	2011	1.243	3.282	22
	FCU-3	1.201	1,435X241X526	40	30	2011	1.402	4.125	24
	FCU-4	1.767	1,540X241X526	55	30	2011	2.235	6.460	29
	FCU-5	2.080	1,830X241X526	65	30	2011	2.679	8.553	8
	FCU-6	2.807	1,830X241X526	67	30	2011	4.026	11.553	27
	FCU-7	2.969	1,992X241X526	110	120	2011	3.576	10.254	17
	FCU-8	3.789	1,992X241X526	110	150	2011	4.891	15.964	58
TOPLAM							**20.925**	**62.227**	**211**

Yukarıdaki tabloda mahal sütununda yer alan zonlar sırasıyla zemin kotundan başlayarak 4. Kata kadar devam etmektedir. Her zonda yer alan toplam fan coil sayısı tabloda paylaşılmıştır. Fan coil ölçümleri ısıtma modunda ve en yüksek kademe yapılmıştır. Fan coillere ait termostatlar ters bağlantı yapıldığı için en yüksek kademe olarak "1" de çalışmaktadır.

Fan coil ünitelerinin ekonomik ömrü 20 yıldır. Genel olarak hastane binasında kullanılan fan coil ünitelerinin imal yılı 2011 olup henüz ekonomik ömrünü tamamlamamıştır.



Fotoğraf 3. 48. Fan Coil Motor Görünümü ve Etiket Bilgisi



Fotoğraf 3. 49. Fan Coil Etiket Bilgileri



Fotoğraf 3. 50. Fan Coil Termostat Görseli

Hastane binasında 926 adet fan coil termostatı ve 111 adet radyatör bulunmaktadır. Fan coil üniteleri termostat ile kontrol edilmektedir. Hastane binasında üniteler 3 zona ayrılmıştır. Ancak hizmet binasının kullanım oranı düşük olup çoğu hasta odaları depo olarak kullanılmaktadır. Buna rağmen depo olarak kullanılan odalarda da ısıtma ve soğutma yapılmaktadır. Dolayısıyla hastane binasında yakıt tüketimi ihtiyaçtan fazladır.

Aşağıda verilen tabloda hastane binasından alınan sıcaklık ölçümleri verilmiştir.

Tablo 3. 61. Hastane Binası Sıcaklık Değerleri

BÖLÜM	KAT	SICAKLIK (°C)
Giriş Koridoru	Zemin	20,8
Bloklar Arası Geçiş Koridoru	Zemin	16
Konferans Salonuna Geçiş Koridoru	Zemin	21,8
Konferans Salonuna Geçiş Koridoru	Zemin	22,3
Bloklar Arası Geçiş Koridoru	1.Kat	23,9
Hemşirelik Bölümü	1.Kat	24,7
Sağlık Yönetimi Bölümü	1.Kat	25,1
Koridor	1.Kat	25,3
Çocuk Gelişimi Bölümü	2.Kat	25,6
Beslenme ve Diyetetik Bölümü	2.Kat	26
Sağlık Bilimleri Fakültesi Derslik	2.Kat	26,2
Sağlık Bilimleri Fakültesi Derslik	3.Kat	25,6
Sağlık Bilimleri Fakültesi Derslik Koridoru	3.Kat	26,1
Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğretim Görevlileri Koridoru	3.Kat	27
Rehabilitasyon Merkezi Bölümü	3.Kat	25,9
Rehabilitasyon Merkezi Bölümü	3.Kat	26,4
Hasta Yatak Odaları	4.Kat	26,5
Hasta Yatak Odaları	4.Kat	26,8
Poliklinik Bölümü	4.Kat	26,8
Poliklinik Bölümü Koridor	4.Kat	27



Fotoğraf 3. 51. Hastane Binası Sıcaklık Ölçümleri

Hastane binasında yukarıdaki verilen tabloda sıcaklık değerleri verilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere zemin kattaki sıcaklık değeri üst katlara göre daha düşüktür. Hastane binasında kış aylarında olması gereken konfor sıcaklığı 22°C'dir. Fakat hizmet binasında zemin katta bu konfor sıcaklığının altında kalırken, üst katlarda ise üstünde kalmaktadır.

3.6.5. Mekanik Sistemlerin Yalıtımı

Kırıkkale Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi binasında yer alan mekanik sistem tesisatlarının görselleri ve termal kamera ölçümleri aşağıda paylaşılmıştır.





Fotoğraf 3. 52. Tesisat Genel Görünüm

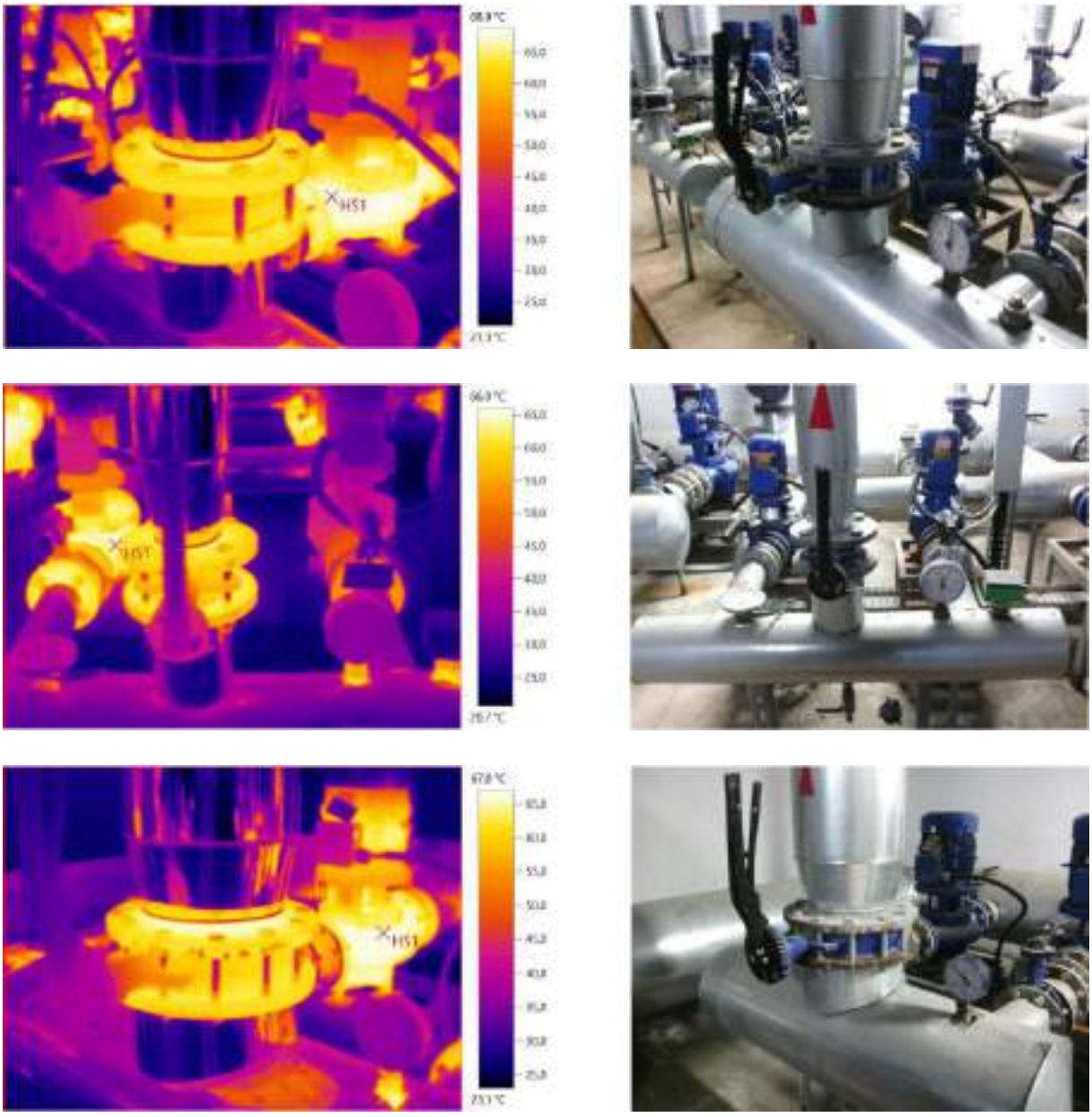




Fotoğraf 3. 53. Yalıtımsız Vana Görünümleri

Fizik Tedavi Hastanesi'nde yer alan boruların genel olarak uygun yalıtım malzemeleri kullanılarak izolasyon sağlandığı gözlemlenmiştir. Yalıtımsız bazı vanalar olduğu tespit edilmiştir.

Aşağıda yer alan fotoğraflarda hastane binasına ait ısıtma ve soğutma tesisatlarının termal görünümü paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 54. Mekanik Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

3.6.5.1. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Enerji Verimliliği Önlemleri ve Miktarları

Hizmet binasının ısı merkezinde bulunan ve yalıtımı bulunmayan vanaların envanteri çıkarılmıştır. Yalıtımı bulunmayan bu vanalar için "Eş Değer Boru Yöntemi" kullanılarak vana ceketi hesabı yapılmıştır.

Yalıtımsız tesisat ekipmanlarının uygun yalıtım malzemesi ile izolasyon sağlanmasına ait tasarruf ve geri ödeme süresi aşağıda paylaşılmış olup aşağıda örnek olarak DN 40 vanasına ait vana ceketi hesaplaması paylaşılmıştır.

$$\dot{q}_1 = \left(10 + \frac{Ty - Tç}{20}\right) * (Ty - Tç)\ kcal/m^2h$$

$$\dot{q}_1 = \left(10 + \frac{60\ (C^\circ) - 19{,}0\ (C^\circ)}{20}\right) * (60\ (C^\circ) - 19{,}0\ (C^\circ))\ kcal/m^2h$$

$$\dot{q}_1 = 494{,}05\ kcal/m2h = 574{,}57\ W/m2$$

$$\dot{q}_2 = \left(10 + \frac{Ty - Tç}{20}\right) * (Ty - Tç)\ kcal/m^2h$$

$$\dot{q}_2 = \left(10 + \frac{15\ (C^\circ) - 19{,}0\ (C^\circ)}{20}\right) * (15\ (C^\circ) - 19{,}0\ (C^\circ))\ kcal/m^2h$$

$$\dot{q}_2 = -39{,}20\ kcal/m2h = -45{,}59\ W/m2$$

$$q_t = 574{,}57\ W/m2 - (-45{,}59\ W/m2) = 620{,}16\ W/m2$$

$$L = \frac{1{,}30 - 0{,}63}{100 - 50} = \frac{1{,}30 - L}{100 - 60} = 0{,}76\ m$$

$$A = \pi * D * L$$

$$A = 3{,}1 * 0{,}0483 * 0{,}76\ m$$

$$A = 0{,}115869768\ m2$$

$$Q = 620{,}16\ W/m2 * 0{,}116\ m2 = 71{,}86\ W$$

$$Q_{kayıp} = \frac{71{,}86\ W * 4704}{1000} = 338\ kWh = 31{,}77\ m3$$

Tablo 3. 62. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf ve Yatırım Tablosu

Hattı	Vana Çapı (DN)	Cinsi	Sıcaklık (°C)	Önerilen Bağlantı Yalıtımı Sayısı (Adet)	Tasarruf Miktarı Yıllık (kWh/Yıl)	Toplam Tasarruf Miktarı Yıllık (kWh/Yıl)	Toplam Elde Edilen Tasarruf Miktarı Yıllık (TL/Yıl)	Birim Fiyat (TL)	Toplam Yatırım Miktarı (TL) (KDV Dahil)	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Isıtma Hattı	DN40	Vana	60	8	310,43	2.483,40	3.402,26	727,08	6.979,97	2,05
	DN65	Vana	57	14	566,02	7.924,26	10.856,23	1.046,43	17.580,02	1,62
	DN100	Vana	67	8	1.878,31	15.026,51	20.586,32	1.287,48	12.359,81	0,60
	DN125	Vana	68	6	2.820,16	16.920,99	23.181,75	1.359,98	9.791,86	0,42
		Vana	66	10	833,20	8.332,00	11.414,83	1.046,43	12.557,16	1,10
	DN40	Vana	66	4	398,68	1.594,73	2.184,78	727,08	3.489,98	1,60
	DN80	Vana	69	1	2.690,16	2.690,16	3.685,51	1.216,23	1.459,48	0,40
	DN200	Vana	58	5	4.315,99	21.579,96	29.564,55	1.662,33	9.973,98	0,34
	DN80	Vana	57	26	786,29	20.443,61	28.007,74	1.216,23	37.946,38	1,35
	DN25	Vana	47	4	87,02	348,09	476,88	565,45	2.714,16	5,69
	DN65	Vana	47	4	328,28	1.313,12	1.798,97	1.046,43	5.022,86	2,79
TOPLAM			**Doğalgaz**	**90**	**15.014,55**	**98.656,82**	**135.159,84**	**11.901,15**	**119.875,66**	**0,89**

Yalıtımsız tesisat ekipmanlarının izolasyon sağlanması ile elde edilen toplam geri ödeme süresi 0,89 olduğu görülmektedir.

Aşağıda bu uygulamanın gerçekleşmesiyle sağlanacak tasarruf miktarı, yatırım tutarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Tablo 3. 63. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf Tablosu

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
6.584.204,24	6.485.547,42	98.656,82	1,50%

Tablo 3. 64. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Analiz Tablosu

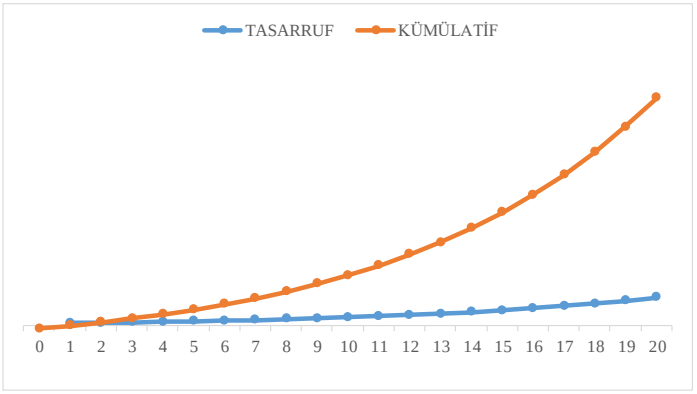
	Karma Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	119.875,66	TL
B	Enerji tasarrufu	98.656,82	kWh
C		8,48	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	135.159,84	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	0,89	Yıl

Tablo 3. 65. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-119.875,66 TL
1	135.159,84 TL	15.284,19 TL
2	152.392,72 TL	167.676,91 TL
3	171.822,80 TL	339.499,71 TL
4	193.730,20 TL	533.229,91 TL
5	218.430,80 TL	751.660,71 TL
6	246.280,73 TL	997.941,44 TL
7	277.681,52 TL	1.275.622,97 TL
8	313.085,92 TL	1.588.708,88 TL
9	353.004,37 TL	1.941.713,25 TL
10	398.012,43 TL	2.339.725,68 TL
11	448.759,01 TL	2.788.484,70 TL
12	505.975,79 TL	3.294.460,49 TL
13	570.487,70 TL	3.864.948,19 TL
14	643.224,88 TL	4.508.173,07 TL
15	725.236,06 TL	5.233.409,13 TL
16	817.703,65 TL	6.051.112,78 TL
17	921.960,87 TL	6.973.073,65 TL
18	1.039.510,88 TL	8.012.584,53 TL
19	1.172.048,52 TL	9.184.633,05 TL
20	1.321.484,70 TL	10.506.117,75 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	135.159,84	119.875,66	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
1.841.102,84 TL	20 Yıl	125,50%



Tablo 3. 66. Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	99.896,38
Yatırım Maliyeti (EURO)	2.921,19
Müteahhit Karı	0%
Toplam Uygulama Maliyeti (TL) (KDV dahil)	119.875,66
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	3.505,43
Toplam Enerji Tasarrufu (Doğalgaz-kWh)	98.656,82
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	4.289,33
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	135.159,84
Geri Ödeme Süresi	0,89
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	23,09

3.6.6. Havalandırma Sistemleri ve Diğer Hava Tarafı HVAC Sistemi Ekipmanları

Hastane binasında iklimlendirmeyi sağlamak amacıyla aynı zamanda klima santralleri kullanılmaktadır. Klima santrallerinin üzerinde sıcaklık sensörü bulunmaktadır. Aşağıda klima santrallerine ait fotoğraflar paylaşılmıştır.





Fotoğraf 3. 55. Klima Santralleri Genel Görünümleri

Aşağıda klima santrallerine ait bilgi tablosu paylaşılmıştır.

Tablo 3. 67. Klima Santralleri Bilgileri

Ünite	Kullanıldığı Alan	Yıl	Debi (m^3/h)		Dizayn Güç [kW]		Ölçülen Güç [kW]		rpm		Basınç (Pa)	
			Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör
HKS-1 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 1. ve 2. Ameliyathaneler	2011	5.000	4.500	4,00	2,20	1,74	0,66	2.880	2.840	1.300	450
HKS-2 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 3. ve 4. Ameliyathaneler	2011	5.000	4.500	4,00	2,20	1,53	0,78	2.880	2.840	1.300	450
HKS-3 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 9. Ameliyathaneler	2011	2.500	2.300	2,20	0,75	2,07	0,36	2.840	2.840	1.200	450
HKS-4 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 7. ve 8. Ameliyathaneler	2011	5.000	4.500	4,00	2,20	4,02	0,75	2.880	2.840	1.300	450
HKS-5 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 5. ve 6. Ameliyathaneler	2011	6.500	6.000	5,50	3,00	5,25	0,99	2.900	2.860	1.450	450
HKS-6 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat Ameliyathane Yan Hacimleri	2011	7.900	10.000	5,50	4,00	1,68	2,52	2.900	2.880	1.250	500
HKS-7 (100% Taze Havalı)	3. ve 4. Blok 2. Kat Steril Hacimleri	2011	12.000	12.000	11,00	5,50	2,64	2,07	2.900	2.900	1.250	500
HKS-8 (100% Taze Havalı)	2. Blok 2. Kat Yoğun Bakım Üniteleri	2011	14.800	14.000	11,00	7,50	1,95	2,97	2.930	2.900	1.250	450
HKS-9 (100% Taze Havalı)	4. Blok 1. Kat Kan Bankası Bölümü	2011	5.000	3.900	4,00	1,50	1,74	0,48	2.880	2.855	1.350	550
HKS-10 (100% Taze Havalı)	2. Blok Zemin Kat Günlük Ameliyat ve Yan Hacimler Bölümü	2011	8.500	7.900	7,50	3,00	2,97	1,32	2.885	2.860	1.350	500
HKS-11 (100% Taze Havalı)	1. Blok Zemin Kat Sterilizasyon ve Yan Hacimleri	2011	5.000	11.300	4,00	3,00	2,13	1,05	2.880	1.410	1.250	433
KS-1 (IGK) (100% Taze Havalı)	14.Blok 2.-3.-4. Kat Muayeneler	2011	29.000	30.000	15,00	15,00	9,27	3,60	1.460	1.460	995	751
KS-2 (IGK) (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	2011	20.000	21.000	15,00	11,00	8,16	3,48	1.460	1.445	1.021	773
KS-3 (IGK) (100% Taze Havalı)	13. Blok 3.-4. Kat Muayeneler	2011	21.000	23.000	11,00	15,00	6,63	4,20	1.460	1.460	-	744
KS-4 (IGK) (100% Taze Havalı)	13. Blok 1.-2. Kat Muayeneler	2011	21.000	21.000	11,00	11,00	7,44	3,60	1.460	1.445	928	773

Ünite	Kullanıldığı Alan	Yıl	Debi (m^3/h)		Dizayn Güç [kW]		Ölçülen Güç [kW]		rpm		Basınç (Pa)	
			Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör
KS-5 (IGK) (100% Taze Havalı)	13. Blok Zemin Kat Hemodiyaliz	2011	8.000	9.000	5,50	4,00	2,55	1,86	1.415	1.435	1.011	-
KS-6 (IGK) (100% Taze Havalı)	11. Blok 2-3 ve 4. Kat Holler	2011	22.000	22.000	11,00	11,00	7,08	Ölçüm Alınamadı	1.460	1.445	936	-
KS-7 (IGK) (100% Taze Havalı)	11. Blok Zemin ve 1. Kat Holleri	2011	14.500	14.500	11,00	7,50	5,34	2,46	1.450	1.440	943	787
KS-8 (IGK) (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	2011	25.500	19.500	15,00	7,50	5,73	2,88	1.460	1.440	915	656
KS-9 (IGK) (100% Taze Havalı)	9. Blok Zemin Kat Fizik Tedavi Rehebilitasyon Bölümü	2011	7.400	7.000	4,00	3,00	2,49	1,38	1.435	1.410	945	-
KS-10 (IGK) (100% Taze Havalı)	8. Blok 1.-2.-3.-4. Kat Yatak Odaları	2011	18.000	12.500	11,00	4,00	Ölçüm Alınamadı	1,80	1.460	1.435	891	652
KS-11 (IGK) (100% Taze Havalı)	3.10. Blok 1.-2. Kat	2011	14.500	8.500	7,50	3,00	3,90	1,20	1.440	1.410	793	642
KS-12 (IGK) (100% Taze Havalı)	5.7. Blok 3.Kat	2011	15.300	15.500	7,50	5,50	5,52	2,40	1.440	1.440	815	556
KS-13 (IGK) (100% Taze Havalı)	4.-6. Blok 3. Kat	2011	17.500	18.000	11,00	5,50	6,00	Ölçüm Alınamadı	1.445	1.440	836	541
KS-14 (IGK) (100% Taze Havalı)	2. Blok 3. Kat Yemekhaneler	2011	6.500	6.500	3,00	2,20	1,41	1,35	1.410	1.410	858	558
KS-15 (IGK) (100% Taze Havalı)	1. Blok 1. Kat	2011	7.000	7.000	4,00	3,00	2,61	Ölçüm Alınamadı	1.435	1.410	935	-
KS-16 (100% Taze Havalı)	1. Blok 1. Kat	2011	2.650	3.200	1,50	0,75	Ölçüm Alınamadı	0,45	2.855	1.390	803	428
KS-17 (IGK) (100% Taze Havalı)	2. Blok 1. Kat	2011	15.300	16.000	7,50	7,50	4,38	3,54	1.440	1.440	-	663
KS-18 (IGK) (100% Taze Havalı)	4.-5. Blok 1. Kat	2011	14.500	13.900	7,50	5,50	4,05	1,50	1.440	1.440	843	626
KS-19 (IGK) (100% Taze Havalı)	7. Blok 1. Kat	2011	19.000	18.750	11,00	7,50	4,26	2,64	1.445	1.460	-	598
KS-20 (IGK) (100% Taze Havalı)	6. Blok 2. Kat	2011	20.000	22.000	11,00	11,00	6,60	3,66	1.445	1.445	871	635
KS-21 (IGK) (100% Taze Havalı)	7. Blok 2. Kat	2011	14.500	14.500	7,50	5,50	4,86	3,69	1.440	1.440	843	637

Ünite	Kullanıldığı Alan	Yıl	Debi (m^3/h)		Dizayn Güç [kW]		Ölçülen Güç [kW]		rpm		Basınç (Pa)	
			Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör	Vantilatör	Aspiratör
KS-22 (IGK) (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	2011	7.000	8.100	4,00	3,00	1,41	1,89	1.435	1.410	985	734
KS-23 (IGK) (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	2011	10.800	13.200	5,50	4,00	2,46	1,74	1.415	1.435	926	614
KS-24 (IGK) (100% Taze Havalı)	4.-7. Blok Zemin Kat	2011	7.800	7.800	4,00	2,20	2,10	1,14	1.435	1.410	828	528
KS-25 (IGK) (100% Taze Havalı)	4. Blok Zemin Kat	2011	14.900	15.400	7,60	5,50	3,81	2,07	1.440	1.440	-	-
KS-26 (100% Taze Havalı)	Fuayeler	2011	6.000	8.000	4,00	3,00	2,82	2,22	1.435	1.410	-	-
KS-27 (100% Taze Havalı)	Konferans Salonu	2011	16.000	16.000	11,00	7,50	5,55	8,07	2.920	1.440	-	-
KS-28 (100% Taze Havalı)	1. Blok Zemin Kat	2011	10.500	11.300	4,00	3,00	3,42	1,23	1.435	-	722	-
KS-29 (IGK) (100% Taze Havalı)	8. Blok Zemin Kat	2011	8.800	9.600	5,50	4,00	3,15	1,74	1.415	1.435	935	668
KS-30 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok 3. Kat	2011	21.500	11.000	7,50	3,00	1,56	Ölçüm Alınamadı	1.440	1.410	682	429
EA-31	3. Blok 3. Kat Mutfak Pişirme Bölümü	2011	Yok	11.000	Yok	3,00	Yok	Ölçüm Alınamadı	Yok	1410	Yok	529
EA-32	Hasta Yatak Odaları 9. Blok WC'ler	2011	Yok	8.000	Yok	1,50	Yok	0,69	Yok	1.390	Yok	302
EA-33	Hasta Yatak Odaları 8. Blok WC'ler	2011	Yok	8.000	Yok	1,50	Yok	0,45	Yok	1.390	Yok	-
HS-1	Mescit	2011	-	7.200	-	2,00	0,96	1,38	-	1.450	-	532

Tabloda yer alan “IGK” ifadesi “Isı Geri Kazanımlı” anlamına gelmektedir. Fakat ısı geri kazanımlı bu klima santralleri pompalarının hiçbiri çalışmamaktadır. Bu nedenle bu pompalardan ölçüm alınamamıştır. Yukarıdaki tabloda “Ölçüm Alınamadı” yazan klima santrallerinde kayışların kopuk olması nedeni ile ölçüm alınamamıştır.

Tablo 3. 68. Klima Santralleri Isıtma/Soğutma Kapasiteleri

Ünite	Kullanıldığı Alan	Soğutma Kapasitesi (kcal/h)	Isıtma Kapasitesi (kcal/h)
HKS-1 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 1. ve 2. Ameliyathaneler	31.000	60.000
HKS-2 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 3. ve 4. Ameliyathaneler	31.000	60.000
HKS-3 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 9. Ameliyathaneler	12.000	30.000
HKS-4 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 7. ve 8. Ameliyathaneler	40.000	80.000
HKS-5 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 5. ve 6. Ameliyathaneler	40.000	80.000
HKS-6 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat Ameliyathane Yan Hacimleri	48.000	92.000
HKS-7 (100% Taze Havalı)	3. ve 4. Blok 2. Kat Steril Hacimleri	56.000	142.000
HKS-8 (100% Taze Havalı)	2. Blok 2. Kat Yoğun Bakım Üniteleri	78.000	175.000
HKS-9 (100% Taze Havalı)	4. Blok 1. Kat Kan Bankası Bölümü	30.000	62.000
HKS-10 (100% Taze Havalı)	2. Blok Zemin Kat Günlük Ameliyat ve Yan Hacimler Bölümü	51.000	97.000
HKS-11 (100% Taze Havalı)	1. Blok Zemin Kat Sterilizasyon ve Yan Hacimleri	31.000	57.000
KS-1 (100% Taze Havalı)	14.Blok 2.-3.-4. Kat Muayeneler	84.000	295.000
KS-2 (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	59.000	200.000
KS-3 (100% Taze Havalı)	13. Blok 3.-4. Kat Muayeneler	61.000	217.000
KS-4 (100% Taze Havalı)	13. Blok 1.-2. Kat Muayeneler	61.000	215.000
KS-5 (100% Taze Havalı)	13. Blok Zemin Kat Hemodiyaliz	24.000	84.000
KS-6 (100% Taze Havalı)	11. Blok 2-3 ve 4. Kat Holler	64.000	211.000
KS-7 (100% Taze Havalı)	11. Blok Zemin ve 1. Kat Holleri	43.000	140.000
KS-8 (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	25.500	19.500
KS-9 (100% Taze Havalı)	9. Blok Zemin Kat Fizik Tedavi Rehebilitasyon Bölümü	22.000	75.000
KS-10 (100% Taze Havalı)	8. Blok 1.-2.-3.-4. Kat Yatak Odaları	52.000	183.000
KS-11 (100% Taze Havalı)	3.10. Blok 1.-2. Kat	42.000	139.000
KS-12 (100% Taze Havalı)	5.7. Blok 3.Kat	44.000	147.000
KS-13 (100% Taze Havalı)	4.-6. Blok 3. Kat	51.000	158.000
KS-14 (100% Taze Havalı)	2. Blok 3. Kat Yemekhaneler	18.000	58.000
KS-15 (100% Taze Havalı)	1. Blok 1. Kat	20.000	40.000
KS-16 (100% Taze Havalı)	1. Blok 1. Kat	7.700	27.000
KS-17 (100% Taze Havalı)	2. Blok 1. Kat	46.000	156.000
KS-18 (100% Taze Havalı)	4.-5. Blok 1. Kat	40.000	138.000

Ünite	Kullanıldığı Alan	Soğutma Kapasitesi (kcal/h)	Isıtma Kapasitesi (kcal/h)
KS-19 (100% Taze Havalı)	7. Blok 1. Kat	55.000	183.000
KS-20 (100% Taze Havalı)	6. Blok 2. Kat	57.000	180.000
KS-21 (100% Taze Havalı)	7. Blok 2. Kat	42.000	138.000
KS-22 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	20.000	72.000
KS-23 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	31.000	97.000
KS-24 (100% Taze Havalı)	4.-7. Blok Zemin Kat	22.500	75.000
KS-25 (100% Taze Havalı)	4. Blok Zemin Kat	42.000	151.000
KS-26 (100% Taze Havalı)	Fuayeler	19.000	38.000
KS-27 (100% Taze Havalı)	Konferans Salonu	200.000	105.000
KS-28 (100% Taze Havalı)	1. Blok Zemin Kat	30.000	94.000
KS-29 (100% Taze Havalı)	8. Blok Zemin Kat	25.000	90.000
KS-30 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok 3. Kat	62.000	193.000

Yukarıda klima santralleri ünitelerine ait ısıtma ve soğutma kapasiteleri verilmektedir.

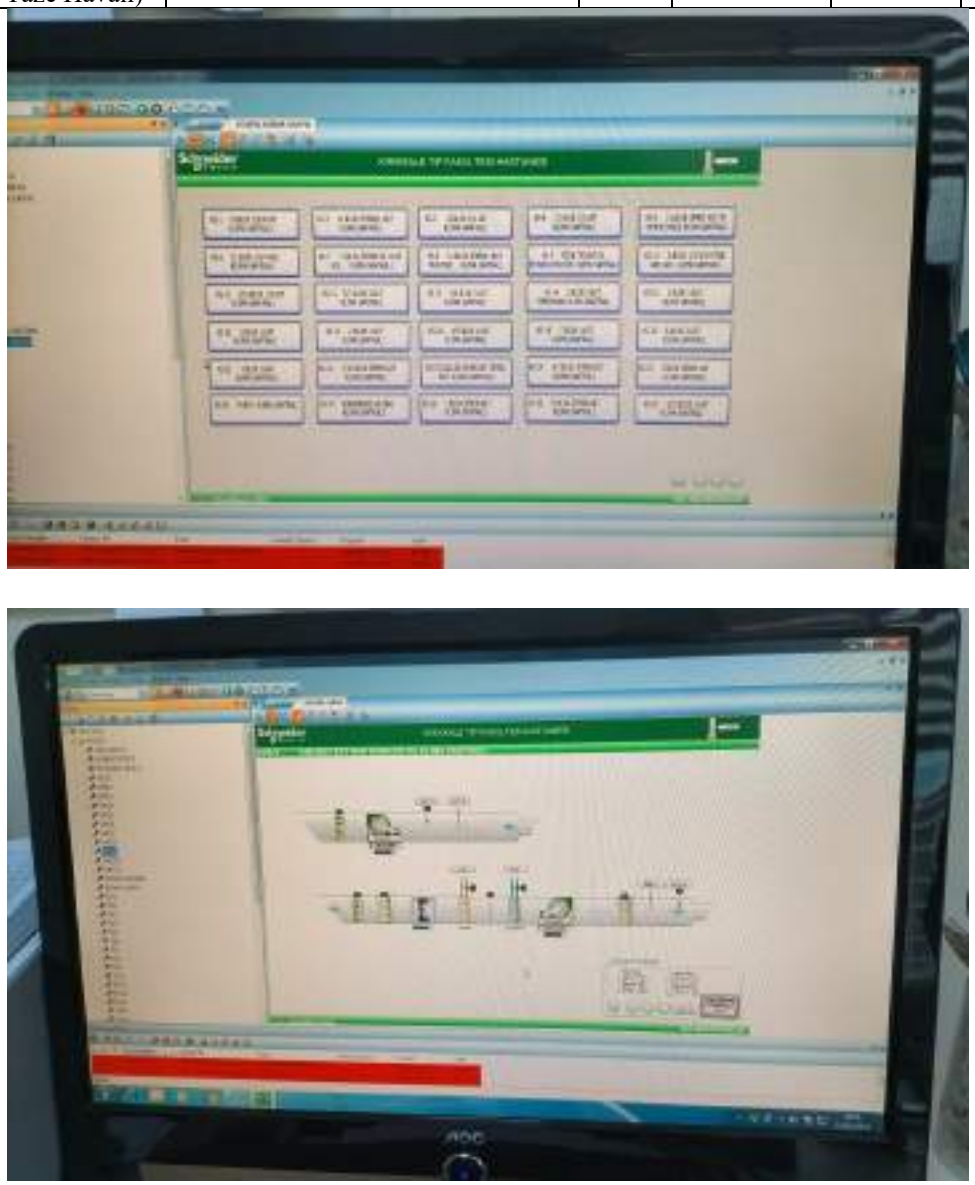
Hijyenik klima santrallerinde frekans invertörü bulunmaktadır. Tam bir otomasyon sistemi bulunamasa da hizmet binasında klima santrallerinde otomatik kontrol olup, aç/kapa yapmaktadır. Ancak düzgün çalışmamaktadır. Klima santrallerinde ısı geri kazanım sistemi bulunmaktadır. Fakat hastane binasında klima santrallerinin kurulması ile 1 ay kadar çalıştırıldıktan sonra kapatılmıştır. Daha sonrasında ise klima santrallerinin içinde biriken su nedeni ile ısı geri kazanım serpantinleri paslanmış ve çalışmaz hale gelmiştir. Hastane binasında ameliyathaneler ve sterilizasyon bölümü hiç kullanılmadığından bu bölümleri besleyen hijyenik klima santralleri çalışmamaktadır. Diğer klima santralleri ise yılda ortalama 2080 saat çalışmaktadır.

Aşağıda ısı geri kazanım serpantinleri arası sirkülasyon pompası bilgileri paylaşılmıştır. Ancak çalışmadığından ölçüm alınamamıştır.

Tablo 3. 69. Isı Geri Kazanım Serpantinleri Arası Sirkülasyon Pompa Bilgileri

Ünite	Kullanıldığı Alan	Debi (m^3/h)	Basma Yüksekliği (mSS)	Motor Gücü (kW)	Devir (d/dk)
KS-1 (100% Taze Havalı)	14.Blok 2.-3.-4. Kat Muayeneler	22	3	0,5	1500
KS-2 (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	15	3	0,5	1500
KS-3 (100% Taze Havalı)	13. Blok 3.-4. Kat Muayeneler	16	3	0,5	1500
KS-4 (100% Taze Havalı)	13. Blok 1.-2. Kat Muayeneler	16	3	0,5	1500
KS-5 (100% Taze Havalı)	13. Blok Zemin Kat Hemodiyaliz	6	3	0,5	1500
KS-6 (100% Taze Havalı)	11. Blok 2-3 ve 4. Kat Holler	16	3	0,5	1500
KS-7 (100% Taze Havalı)	11. Blok Zemin ve 1. Kat Holleri	11	3	0,5	1500
KS-8 (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	19	3	0,5	1500
KS-9 (100% Taze Havalı)	9. Blok Zemin Kat Fizik Tedavi Rehebilitasyon Bölümü	6	3	0,25	1500
KS-10 (100% Taze Havalı)	8. Blok 1.-2.-3.-4. Kat Yatak Odaları	13	3	0,5	1500
KS-11 (100% Taze Havalı)	3.10. Blok 1.-2. Kat	11	3	0,5	1500
KS-12 (100% Taze Havalı)	5.7. Blok 3.Kat	11	3	0,5	1500
KS-13 (100% Taze Havalı)	4.-6. Blok 3. Kat	13	3	0,5	1500
KS-14 (100% Taze Havalı)	2. Blok 3. Kat Yemekhaneler	5	3	0,25	1500
KS-15 (100% Taze Havalı)	1. Blok 1. Kat	5	3	0,25	1500
KS-17 (100% Taze Havalı)	2. Blok 1. Kat	12	3	0,5	1500
KS-18 (100% Taze Havalı)	4.-5. Blok 1. Kat	11	3	0,5	1500
KS-19 (100% Taze Havalı)	7. Blok 1. Kat	14	3	0,5	1500
KS-20 (100% Taze Havalı)	6. Blok 2. Kat	15	3	0,5	1500
KS-21 (100% Taze Havalı)	7. Blok 2. Kat	11	3	0,5	1500
KS-22 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	6	3	0,25	1500
KS-23 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	8	3	0,5	1500
KS-24 (100% Taze Havalı)	4.-7. Blok Zemin Kat	6	3	0,25	1500
KS-25 (100% Taze Havalı)	4. Blok Zemin Kat	8	3	0,5	1500

KS-29 (100% Taze Havalı)	8. Blok Zemin Kat	7	3	0,25	1500



Fotoğraf 3. 56. Klima Santrali Otomatik Kontrol

Tabloda paylaşıldığı üzere klima santrallerinin imal yılı 2011'dir. Klima santrallerinin ekonomik ömrü 20 yıl olup, hizmet binasında kullanılan klima santralleri henüz ekonomik ömrünü tamamlamamıştır.

Klima santrallerine ait bazı görseller ve etiket bilgileri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 57. HEA-3 Aspiratör Görünümleri



Fotoğraf 3. 58. Hijyenik Klima Santralleri İnvertör Görünümü





Fotoğraf 3. 59. KS-4 Vantilatör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri





Fotoğraf 3. 60. EA-4 Aspiratör Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri



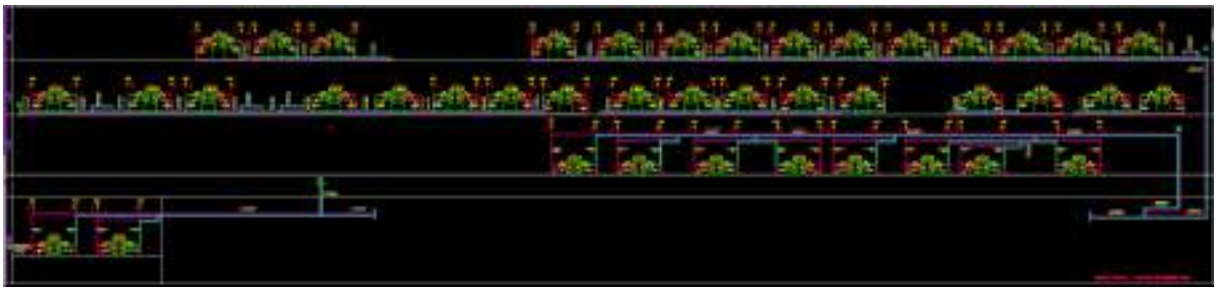
Fotoğraf 3. 61. EA-4 ve EA-12 Aspiratör Isı Geri Kazanım Serpantinleri Arası Sirkülasyon Pompası

Klima santrallerinden basınç ölçümü alınmış olup; hava hızı ve verim hesabı aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 70. Klima Santralleri Verim Tablosu

Klima Santrali		Fark Basıncı (Hız)	Hava Hızı	Alan	Debi (m^3/s)	Giriş Statik Basınç	Çıkış Statik Basınç	Mekanik Güç (kW)	Motor Verimi	Şaft Gücü	Verim
KS-1	Vantilatör	28	6,761234	0,570	3,8539034	-124	508	2,435667	0,887	8,22249	29,62%
	Aspiratör	30	6,998542	0,588	4,1131692	-17	205	0,913124	0,887	3,1932	28,60%
KS-2	Vantilatör	32	7,228063	0,587	4,2464076	-86	634	3,057413	0,887	7,23792	42,24%
	Aspiratör	54	9,38953	0,537	5,0440553	-26	223	1,25597	0,876	3,04848	41,20%
KS-3	Vantilatör	29	6,880911	0,537	3,6964255	-33	636	2,472909	0,876	5,80788	42,58%
	Aspiratör	25	6,388766	0,561	3,5814909	-20	324	1,232033	0,887	3,7254	33,07%
KS-4	Vantilatör	33	7,340133	0,573	4,2051915	-89	497	2,464242	0,876	6,51744	37,81%
	Aspiratör	31	7,114228	0,573	4,0757699	-91	150	0,982261	0,876	3,1536	31,15%
KS-5	Vantilatör	47	8,759834	0,366	3,2039093	-68	259	1,047678	0,847	2,15985	48,51%
	Aspiratör	35	7,559289	0,365	2,7556029	-18	169	0,515298	0,831	1,54566	33,34%
KS-6	Vantilatör	24	6,259686	0,366	2,2894803	-83	796	2,012453	0,876	6,20208	32,45%
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınamadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
KS-7	Vantilatör	95	12,454	0,750	9,3404977	-95	135	2,148314	0,876	4,67784	45,93%
	Aspiratör	54	9,38953	0,357	3,3490386	-28	266	0,984617	0,86	2,1156	46,54%
KS-8	Vantilatör	27	6,6394	0,436	2,8931982	-35	163	0,572853	0,887	5,08251	11,27%
	Aspiratör	23	6,127889	0,430	2,633644	-125	311	1,148269	0,86	2,4768	46,36%
KS-9	Vantilatör	45	8,571429	0,424	3,6341314	-19	175	0,705021	0,831	2,06919	34,07%
	Aspiratör	37	7,772269	0,389	3,0219747	-15	114	0,389835	0,815	1,1247	34,66%
KS-10	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınamadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	35	7,559289	0,588	4,4427305	-18	98	0,515357	0,831	1,4958	34,45%
KS-11	Vantilatör	78	11,28481	0,990	11,171962	-75	62	1,530559	0,86	3,354	45,63%
	Aspiratör	28	6,761234	0,385	2,6030751	-81	90	0,445126	0,815	0,978	45,51%
KS-12	Vantilatör	26	6,515288	0,534	3,4821739	-49	475	1,824659	0,86	4,7472	38,44%
	Aspiratör	35	7,559289	0,561	4,2376772	-16	138	0,652602	0,847	2,0328	32,10%
KS-13	Vantilatör	28	6,761234	0,591	3,9986479	-64	568	2,527145	0,876	5,256	48,08%
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınamadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
KS-14	Vantilatör	37	7,772269	0,410	3,1846872	-74	98	0,547766	0,815	1,14915	47,67%
	Aspiratör	31	7,114228	0,350	2,4899799	-35	156	0,475586	0,797	1,07595	44,20%
KS-15	Vantilatör	34	7,450517	0,402	2,9962776	-76	193	0,805999	0,831	2,16891	37,16%
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınamadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									

Klima Santrali		Fark Basıncı (Hız)	Hava Hızı	Alan	Debi (m^3/s)	Giriş Statik Basınç	Çıkış Statik Basınç	Mekanik Güç (kW)	Motor Verimi	Şaft Gücü	Verim
KS-16	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınamadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	8	3,614032	0,587	2,1232038	-13	62	0,15924	0,721	0,32445	49,08%
KS-17	Vantilatör	31	7,114228	0,561	3,9881795	-38	381	1,671047	0,86	3,7668	44,36%
	Aspiratör	38	7,876599	0,534	4,209743	-33	324	1,502878	0,86	3,0444	49,37%
KS-18	Vantilatör	33	7,340133	0,478	3,509501	-46	382	1,502066	0,86	3,483	43,13%
	Aspiratör	14	4,780914	0,533	2,5498242	-89	138	0,57881	0,847	1,2705	45,56%
KS-19	Vantilatör	16	5,111013	0,546	2,7901222	-74	487	1,565259	0,876	3,73176	41,94%
	Aspiratör	25	6,388766	0,443	2,8330662	-27	366	1,113395	0,86	2,2704	49,04%
KS-20	Vantilatör	31	7,114228	0,357	2,5374887	-125	851	2,476589	0,876	5,7816	42,84%
	Aspiratör	52	9,214009	0,430	3,9599967	-40	354	1,560239	0,876	3,20616	48,66%
KS-21	Vantilatör	26	6,515288	0,383	2,4929186	-95	673	1,914562	0,86	4,1796	45,81%
	Aspiratör	35	7,559289	0,444	3,354601	-41	392	1,452542	0,847	3,12543	46,47%
KS-22	Vantilatör	22	5,993193	0,381	2,2857321	-34	199	0,532576	0,831	1,17171	45,45%
	Aspiratör	24	6,259686	0,355	2,2203483	-26	291	0,70385	0,815	1,54035	45,69%
KS-23	Vantilatör	38	7,876599	0,414	3,2593447	-170	104	0,89306	0,847	2,08362	42,86%
	Aspiratör	68	10,53662	0,338	3,55611	-37	150	0,664993	0,831	1,44594	45,99%
KS-24	Vantilatör	25	6,388766	0,570	3,6415964	-25	208	0,848492	0,831	1,7451	48,62%
	Aspiratör	22	5,993193	0,588	3,5223076	-11	97	0,380409	0,797	0,90858	41,87%
KS-25	Vantilatör	33	7,340133	0,587	4,3122473	-28	347	1,617093	0,86	3,2766	49,35%
	Aspiratör	42	8,280787	0,537	4,4484386	-37	145	0,809616	0,847	1,75329	46,18%
KS-26	Vantilatör	21	5,8554	0,534	3,129489	-46	322	1,151652	0,831	2,34342	49,14%
	Aspiratör	18	5,421047	0,561	3,0389958	-21	266	0,872192	0,815	1,8093	48,21%
KS-27	Vantilatör	41	8,181612	0,591	4,8386708	-53	384	2,114499	0,876	4,8618	43,49%
	Aspiratör	24	6,259686	0,350	2,1908902	-228	957	2,596205	0,86	6,9402	37,41%
KS-28	Vantilatör	32	7,228063	0,410	2,9616989	-36	434	1,391998	0,831	2,84202	48,98%
	Aspiratör	31	7,114228	0,350	2,4899799	-16	179	0,485546	0,815	1,00245	48,44%
KS-29	Vantilatör	25	6,388766	0,383	2,4445078	-12	483	1,210031	0,847	2,66805	45,35%
	Aspiratör	26	6,515288	0,383	2,4929186	-71	180	0,625723	0,831	1,44594	43,27%
KS-30	Vantilatör	32	7,228063	0,444	3,2076121	-18	183	0,64473	0,86	1,3416	48,06%
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınamadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
EA-31	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınamadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
EA-32	Aspiratör	28	6,761234	0,455	3,0746036	-9	73	0,252117	0,772	0,53268	47,33%
EA-33	Aspiratör	34	7,450517	0,591	4,4062954	-7	32	0,171846	0,772	0,3474	49,47%
HS-1	Aspiratör	23	6,127889	0,588	3,6014705	-13	134	0,529416	0,797	1,09986	48,13%



Fotoğraf 3. 62. Klima Santrali Akış Şeması Görünümü

Aşağıdaki tabloda çatı aspiratörlerine ait genel bilgi tablosu bulunmaktadır.

Tablo 3. 71. Çatı Aspiratör Envanter Listesi

Cihaz No	Açıklama	Tip	Hava Debisi (m^3/h)	Fan Basıncı (Pa)	Şebekeden Çekilen Elektrik Gücü (kW)	Ölçülen Güç (kW)	Adet
CTA-1	7. Blok Zemin Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	2.500	0,02	1	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-2	4. Blok Zemin ve 1. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	700	0,02	0,5	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-3	2. Blok Zemin ve 1. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	500	0,015	0,5	0,12	1
CTA-4	1. Blok Zemin Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	100	0,015	0,25	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-5	3. Blok Zemin Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	0,12	1
CTA-6	6. Blok 1. Kat Dekanlık Bölümü WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	1.000	0,02	0,5	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-7	5. Blok 3. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-8	4. Blok 3. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	0,21	1
CTA-9	2. Blok 2. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	0,12	1
CTA-10	2. Blok 1. Kat ve 2. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	300	0,015	0,25	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-11	14. Blok Doktor Odaları Bölümü	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	1.000	0,02	0,5	0,15	1
CTA-12	13. Blok Zemin Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-13	13. Blok Doktor Odaları Bölümü	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	800	0,02	0,5	0,09	1

Çatı aspiratörleri yılda ortalama 2400 saat çalışmaktadır. Aşağıda aspiratörlerin genel görünümü paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 63. Çatı Aspiratörleri Genel Görünümleri

Kompresör

Hastane binasının hava ihtiyacını karşılamak amacıyla 2 adet kompresör bulunmaktadır. Fakat bu kompresörler kullanılmamaktadır. Bu kompresörlerin yıldız üçgen bağlantılı, 15 kW, 2910 rpm kapasiteli olarak çalışmaktadır. Aşağıda kompresörlere ait elektriksel ölçüm paylaşılmıştır.

19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Vrms ph-n	224,65 V	225,12 V	224,25 V	0,01 V	
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Vrms ph-ph	389,68 V	388,91 V	388,04 V		
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Arms	22,1 A	20,4 A	21,9 A	0,5 A	
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Frekans	50,008 Hz				
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	THD V	0,75 %	0,78 %	0,83 %	53,04 %	
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	THD A	2,24 %	2,54 %	2,34 %	3,97 %	
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Etkin Güç	4,46 kW	4,08 kW	4,54 kW		13,08 kW
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Görünür Güç	4,97 kVA	4,59 kVA	4,92 kVA		14,49 kVA
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Yeniden etkin Güç	2,21 kvar	2,13 kvar	1,9 kvar		6,24 kvar
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Güç Faktörü	0,9	0,89	0,92		0,9
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Cos Phi	0,9	0,89	0,92		0,9
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Aktif Enerji					
19.03.2023 14:51:50 338m.sn.	Aplı Enerji					

Fotoğraf 3. 64. Kompresör Elektriksel Ölçüm Sonucu



Fotoğraf 3. 65. Kompresör Genel Görünüm



Fotoğraf 3. 66. Kompresör Pompa Motoru Etiket Bilgisi

Kompresördeki nemli havanın kurutulmasını sağlamak amacıyla 2 adet basınçlı hava kurutucu kullanılmaktadır. Bu kurutucuya ait genel görünüm aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 67. Basınçlı Hava Kurutucu Genel Görünüm

Kompresör çıkışındaki basınç dalgalarını absorbe etmek amacıyla 2 adet hava tankı kullanılmaktadır. Bu hava tankına ait genel görünüm ve etiket bilgisi aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 68. Hava Tankı Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri

Vakum Pompaları

Ameliyathanede ve yoğun bakım ünitelerinde, vakum gücü sağlanması cerrahi işlemler sırasında hastanın vücudundan maddelerin tahliye edilmesini sağlamak amacıyla 2 adet vakum kompresörü bulunmaktadır. Fakat ameliyathaneler ve yoğun bakım üniteleri kullanılmadığından bu vakum kompresörleri de kullanılmamaktadır. 5,5 kW güçte, 1420-1450 rpm devir kapasitesinde 2 adet düz çalışmakta olan pompa bulunmaktadır.

Aşağıda pompalardan alınan ölçümler ve etiket bilgisi paylaşılmıştır.

19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Vrms ph-n	225,23 V	226,01 V	225,14 V	0,02 V	
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Vrms ph-ph	391,05 V	390,47 V	390 V		
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Arms	15,7 A	15,5 A	15,5 A	0,6 A	
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Frekans	50,012 Hz				
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	THD V	0,83 %	0,68 %	0,65 %	30 %	
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	THD A	1,17 %	1,48 %	1,3 %	2,02 %	
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Etkin Güç	2,91 kW	2,88 kW	2,87 kW		8,67 kW
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Görünür Güç	3,53 kVA	3,51 kVA	3,49 kVA		10,53 kVA
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Yeniden etkin Güç	2,02 kvar	2,02 kvar	2 kvar		6,03 kvar
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Güç Faktörü	0,82	0,82	0,82		0,82
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Cos Phi	0,82	0,82	0,82		0,82
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Aktif Enerji					
19.03.2023 14:57:44 361n.sn.	Açık Enerji					

Fotoğraf 3. 69. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Elektriksel Ölçüm Sonucu





Fotoğraf 3. 70. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Genel Görünüm ve Etiket Bilgisi

3.7. Elektrik Sistemleri ve Ekipmanları

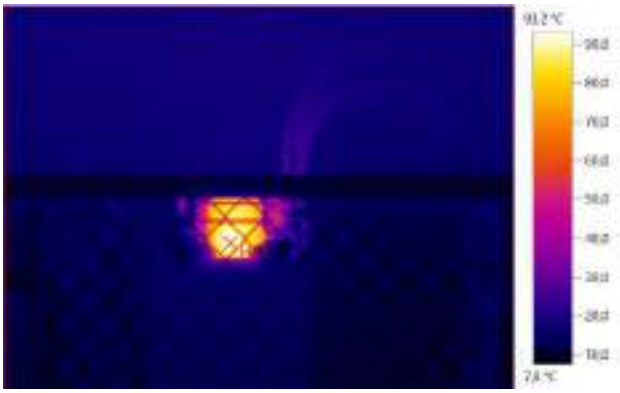
3.7.1. Elektrik Tesisatı

Kırıkkale Üniversitesi SBF ve Fizik Tedavi Rehabilitasyon Hastane binası orta gerilim abonesidir. Bina elektrik enerjisini, Tek Terimli Tek Zamanlı Orta Gerilim Serbest Tüketici olarak karşılamaktadır. Tesiste, 34.5/0.4 kV gerilim kademesinde 2500 kVA gücünde 2 adet dökme reçineli kuru tip transformatör bulunmaktadır. Transformatör çıkışlarında bulunan elektrik ana dağıtım panoları ile elektriğin kontrol ve dağıtımı sağlanmaktadır. Ana dağıtım panoları kısmında harmonik filtreli merkezi kompanzasyon sistemi bulunmaktadır. Ayrıca, olası elektrik kesintilerine karşı binanın elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için 2 adet 1600 kVA' lık jeneratör mevcuttur. Fakat TR-2 ve jeneratörlerden biri kullanımda değildir. Transformatörler, orta gerilim hücreleri ve jeneratörler, hastane binasının dışında bağımsız bir bölümde tesis edilmiştir.

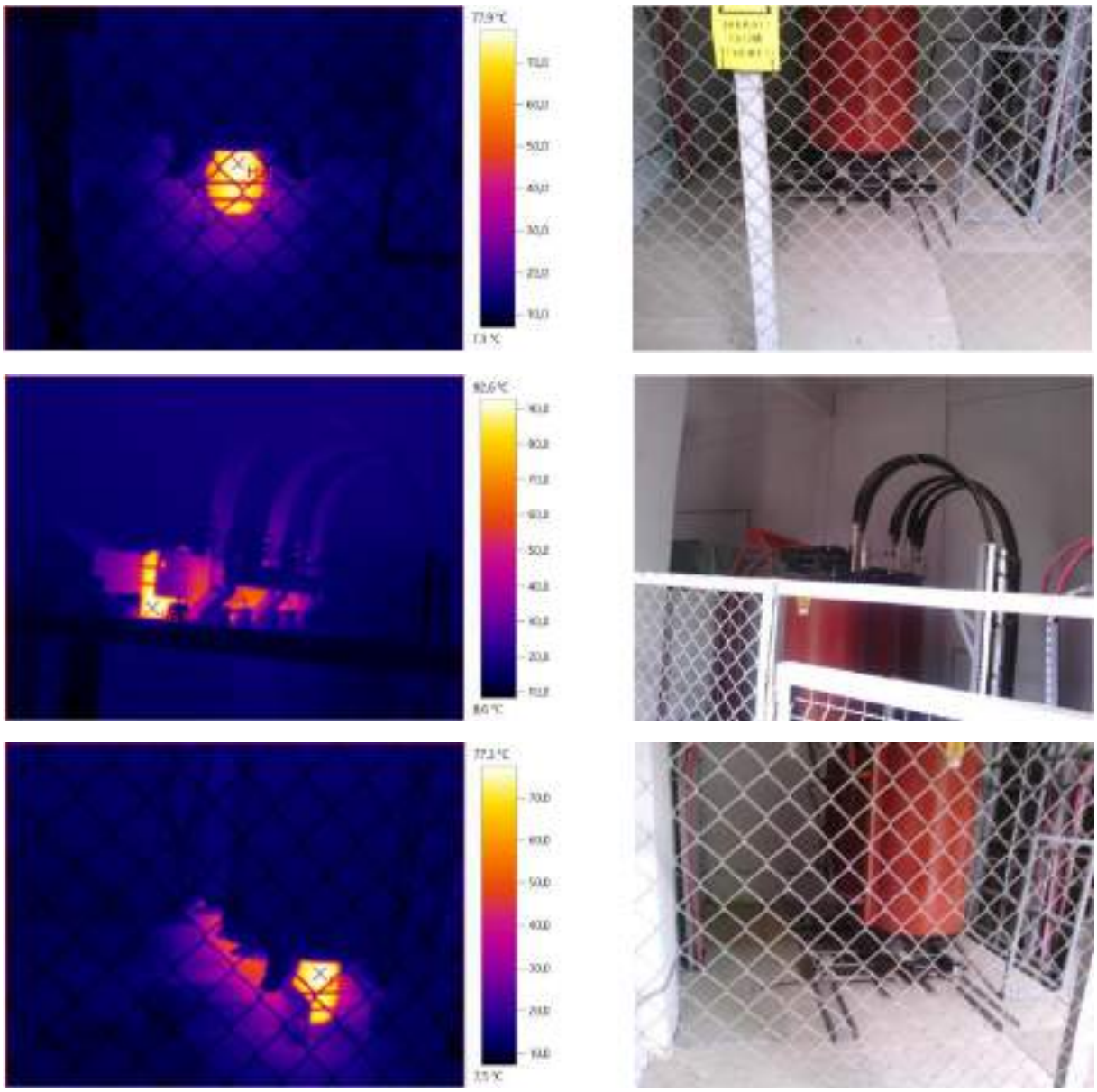
Aşağıda, transformatörler ve jeneratörlere ait fotoğraflar ile birlikte, termal kamera ölçümlerinden örnekler gösterilmiştir.



Fotoğraf 3. 71. 2500 kVA'lık TR-1 Genel Görünümü







Fotoğraf 3. 72. Transformatör Termal Kamera Görüntüleri

Trafodan alınan termal kamera görüntülerinde herhangi bir yüksek sıcaklığa veya olumsuz duruma rastlanmamıştır.



Fotoğraf 3. 73. 1600 kVA'lık Jeneratör Genel Görünümü



Fotoğraf 3. 74. Ana Dağıtım Panosu Görünümü

19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Vms ph-n	225,21 V	225,17 V	226 V	0,04 V	
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Vms ph-ph	390,06 V	391,05 V	390,4 V		
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Arms	446,1 A	479,2 A	484,3 A	0,5 A	
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Frekans	49,977 Hz				
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	THD V	0,57 %	0,63 %	0,58 %	27,91 %	
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	THD A	10,53 %	9,96 %	8,9 %	3,15 %	
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Etkin Güç	99,8 kW	107,33 kW	108,69 kW		315,81 kW
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Görünür Güç	100,46 kVA	107,9 kVA	109,46 kVA		318,03 kVA
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Yeniden etkin Güç	7,43 kvar	6,75 kvar	11,13 kvar		25,32 kvar
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Güç Faktörü	0,99	0,99	0,99		0,99
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Cos Phi	1	1	0,99		1
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Aktif Enerji					
19.03.2023 10:20:39 793sn.sn.	Aşk Enerji					

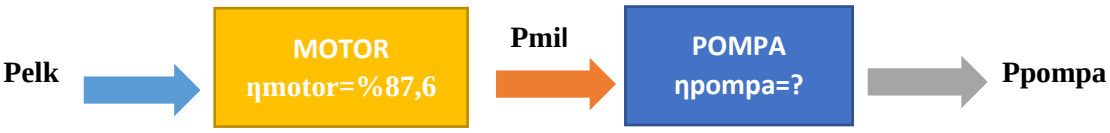
Fotoğraf 3. 75. TR-1 ADP Ana Besleme Noktası Elektriksel Ölçüm Verileri

Yapılan ölçümler sonucunda akım, gerilim, frekans değerlerinde herhangi bir dengesizlik bulunmadığı görülmüştür. Akım-gerilim harmoniklerinin, EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) tarafından 21.12.2012 tarih ve 28504 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Elektrik Dağıtımı ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği” eki Tablo-11 de verilen sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

3.7.2. Pompalar

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nde farklı güçlerde ve farklı verim sınıflarında pompalar bulunmaktadır. Pompaların frekans invertörü bulunmamaktadır. Pompaların bazıları ısıtma, bazıları ise soğutma dönemlerinde çalışmaktadır.

Aşağıda örnek olarak "FCU Soğutma Hattı Zon-1" pompasına ait verim hesabı paylaşılmıştır. Diğer pompalara ait verimler Tablo 3.79'da paylaşılmıştır.



Tablo 3. 72. FCU Soğutma Hattı Zon-1 Pompasına Ait Bilgiler

BİLGİLER	
Pelk (Ölçüm Gücü)	10,20 kW
ηmotor teorik	87,60%
Motor verim kaybı	0,00%
ηmotor	87,60%
Giriş Basıncı	4,00 bar
Çıkış Basıncı	5,30 bar
Giriş Basıncı	400.000 Pa
Çıkış Basıncı	530.000 Pa
Debi	108,90 m^3/h
Sıvı Yoğunluğu	1.000 kg/m^3
Yer Çekimi İvmesi	9,81 m/s^2
Çalışma Sıcaklığı	19 °C
Motor Verim Sınıfı	EFF2

POMPA GÜCÜ HESABI;

Ppompa = ΔP x Debi

Ppompa = 130 kPa x 0,03 m³/s

Ppompa = 3,93 kW

POMPA SIVI BASMA YÜKSEKLİĞİ HESABI

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \times g} = \frac{130.000\ Pa}{1.000\ kg/m^3 \times 9,81\ m/s^2} = 13,253\ m$$

H = Pompa Sıvı Basma Yüksekliği (mt)
ΔP = Basınç Farkı (Pa)
ρ = Sıvının Yoğunluğu (kg/m³)
g = Yerçekimi İvmesi (m/s²)

Pmil GÜCÜ HESABI

Pmil = Pelk x ηmotor

Pmil = 10,20 kW x 87,60%

Pmil = 8,94 kW

POMPA VERİM HESABI

$$\eta pompa = \frac{Ppompa}{Pmil} = \frac{3,9324\ kW}{8,94\ kW} = 44,01\%$$

SİSTEMİN TOPLAM VERİMİ

$$\eta sistem = \frac{Ppompa}{Pelk} = \frac{3,93\ kW}{10,20\ kW} = 38,55\%$$

FCU Soğutma Hattı Zon-1 pompasına ait mevcut verimin 38,55% olduğu hesaplanmıştır.

Hastane binasında bulunan pompaların etiket bilgileri, elektriksel ölçüm sonuçları, okunan manometre değerleri, debileri aşağıdaki tablolarda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 73. Pompalara Ait Genel Bilgiler

No	Çalışma Bölgesi	Frekans İnvertörü	Debi		Basma Yüksekliği		Motor Gücü (kW)		Devir	Adet	Verim Sınıfı	Verim	İmal Yılı	Açıklama
			Dizayn	Ölçülen	Dizayn	ΔP (bar)	Dizayn	Ölçülen	d/dk					
1	Radyatör Isıtma Hattı (Pompa 30-31)	Yok	11	1,473	0,24	0,31	0,215	0,21	2230	2	EFF2	6,04%	2011	1 asıl 1 yedek
2	FCU Isıtma Hattı Zon-1 (Pompa 20-21)	Yok	10	3,597	1,5	0,12	0,37	0,36	1390	2	EFF2	3,33%	2011	1 asıl 1 yedek
3	FCU Isıtma Hattı Zon-2 (Pompa 28-29)	Yok	25	9,076 / 6,043	0,5	0,61	0,75	0,6	1400	2	EFF2	17,07%	2011	1 asıl 1 yedek
4	FCU Isıtma Hattı Zon-3 (Pompa 26-27)	Yok	10	2,982	0,5	0,13	0,37	0,27	1390	2	EFF2	3,87%	2011	1 asıl 1 yedek
5	KS Isıtma Hattı Zon-1 (Pompa 24-25)	Yok	120	66,028	1	0,9	5,5	5,01	1445	2	EFF2	32,95%	2011	1 asıl 1 yedek
6	KS Isıtma Hattı Zon-2 (Pompa 22-23)	Yok	150	79,205	1	0,9	7,5	5,43	1450	2	EFF2	36,47%	2011	1 asıl 1 yedek
7	Plakalı Eşanjör Primer Devre Sirk. Pompaları (Pompa 18-19)	Yok	40	-	1	0,9	2,2	1,59	1430	2	EFF2	50,51%	2011	1 asıl 1 yedek
8	Soğutma Grubu Sirkülasyon Pompaları (Chiller)	Yok	190	210,783 / 275,068	3	2,6	30	18,9	1460	5	EFF2	44,90%	2011	4 asıl 1 yedek
9	FCU Soğutma Hattı Zon-1	Yok	140	108,896	1,5	1,3	11	10,2	1450	2	EFF2	38,55%	2011	1 asıl 1 yedek
10	FCU Soğutma Hattı Zon-2	Yok	120	68,831 / 79,661	2	1,3	11	7,65	1450	4	EFF2	37,60%	2011	2 asıl 2 yedek
11	FCU Soğutma Hattı Zon-3	Yok	110	-	1,5	1	7,5	4,8	1450	2	EFF2	61,11%	2011	1 asıl 1 yedek
12	KS Soğutma Hattı Zon-1	Yok	200	114,277	1,5	1,2	15	13,8	1455	2	EFF2	27,60%	2011	1 asıl 1 yedek
13	KS Soğutma Hattı Zon-2	Yok	200	86,804	1,5	1,1	15	13,2	1455	2	EFF2	20,09%	2011	1 asıl 1 yedek
14	Sıcak Su Sirkülasyon Serpantin Pompası (Pompa 35)	Yok	8	-	0,7	-	0,2	0,15	2650	1	-	-	2011	1 asıl 1 yedek
	Sıcak Su Sirkülasyon Serpantin Pompası (Pompa 34)	Yok	13	-	1	0,98	0,49	0,33	2700	1	-	-	2011	
15	Kullanım Suyu Hidrofor Pompaları	Yok	35	-	9,4	-	11	Ölçüm alınamamıştır.	2890	2	EFF2	-	2011	1 asıl 1 yedek
16	Yumuşak Su Hidrofor Pompası	Yok	9,5	-	7	-	2,2	Ölçüm alınamamıştır.	2840	2	EFF2	-	2011	1 asıl 1 yedek
17	Bahçe Sulama Pompası	Yok	3X16	-	11,6/6,5	-	5,5	Ölçüm alınamamıştır.	2870	3	EFF2	-	2011	2 asıl 1 yedek

Hastane binasında "Plakalı Eşanjör Primer Devre Sirk. Pompaları, FCU Soğutma Hattı Zon-3 Pompaları, Sıcak Su Sirkülasyon Serpantin Pompası, Kullanım Suyu Hidrofor Pompaları, Yumuşak Su Hidrofor Pompası ve Bahçe Sulama Pompası" debi ölçümü alınamamıştır. "Plakalı Eşanjör Primer Devre Sirk. Pompaları ve FCU Soğutma Hattı Zon-3 Pompaları"nın verim hesapları etiket değerlerine göre hesaplanmıştır.

Hastane binasında yer alan pompaların imal yılı 2011'dir. Pompaların ekonomik ömrü 20 yıl olup hizmet binasındaki pompalar ekonomik ömrünü henüz tamamlamamıştır.

Hizmet binasında bulunan pompalardan alınan bazı görseller ve etiket bilgileri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 76. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompaları Genel Görünüm



Fotoğraf 3. 77. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompaları Genel Görünüm



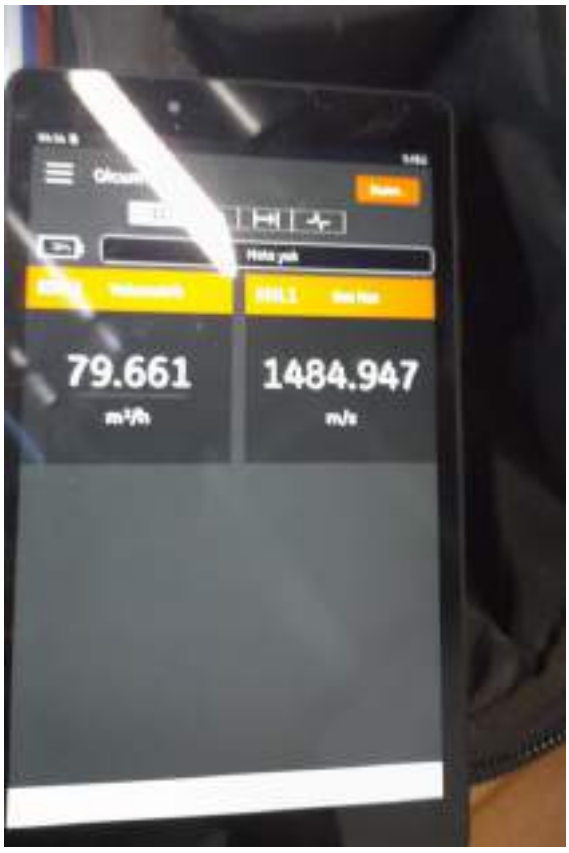
Fotoğraf 3. 78. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompa ve Pompa Motoru Etiketi



Fotoğraf 3. 79. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompa ve Pompa Motoru Etiketi



Fotoğraf 3. 80. Fan Coil Isıtma Hattı Zon-2 Pompası Debi Ölçüm Sonucu

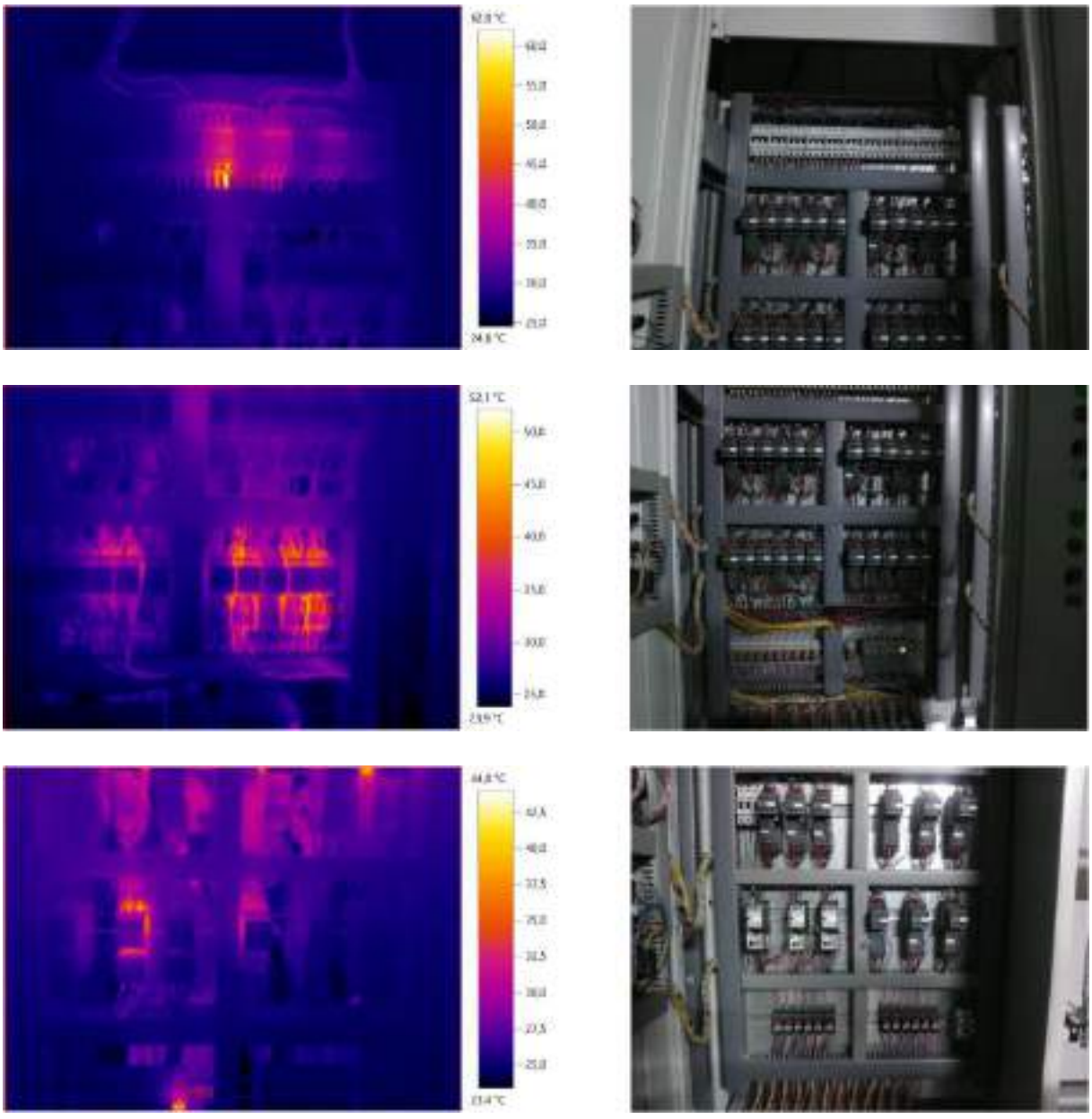


Fotoğraf 3. 81. Fan Coil Soğutma Hattı Zon-2 Pompası Debi Ölçüm Sonucu



Fotoğraf 3. 82. Pompa Elektrik Panosu Genel Görünüm

Pompa gruplarından ve pompa elektrik panosundan alınan termal kamera görüntüleri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 83. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri

3.7.2.1. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Enerji Verimliliği Önlemleri ve Miktarları

Hastane binasında bulunan 20-21-26-27-28-29-30-31 pompalarının motor güçlerinin küçük olması nedeniyle tasarruf elde edilememiştir. Bu nedenle değişimi önerilmemiştir. Aşağıda değişimi önerilen pompaların listesi ve tasarruf hesabı paylaşılmıştır.

Aşağıda örnek olarak FCU Soğutma Hattı Zon-1 pompasına ait tasarruf hesabı paylaşılmıştır.

Ptasarruf = Pmevcut - Pyeni

Ptasarruf = 10,20 kW - 5,510 kW

Ptasarruf = 4,7 kW

Pyıllık tasarruf = 4,7 kW x 1.440 saat x 2 = 13.536 kWh/yıl

Pyıllık tasarruf = 51.842,88 TL/Yıl

Yatırım Miktarı = 431.066,40 TL

Basit Geri Ödeme Süresi = 431.066,40 TL / 51.842,88 TL/Yıl = 8,32 yıl

Tablo 3. 74. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompalarının Yüksek Verimli Pompalar ile Değişimi Tasarruf Tablosu

No	Çalışma Bölgesi	Adet	Mevcut Ölçülen Pompa Motor Gücü (kW)	Önerilen Pompa Motor Gücü (kW)	Mevcut Pompa Verimi	Önerilen Pompa Verimi	Pompa Tasarrufu (kW)	Yıllık Kullanım Saatleri	Pompa Yıllık Tasarrufu (kWh)
1	KS Isıtma Hattı Zon-1 (Pompa 24-25)	2	5,01	2,27	32,95%	72,60%	2,74	4320	23.641,71
2	KS Isıtma Hattı Zon-2 (Pompa 22-23)	2	5,43	2,58	36,47%	76,70%	2,85	4320	24.609,75
3	Plakalı Eşanjör Primer Devre Sirk. Pompaları (Pompa 18-19)	2	1,59	1,47	50,51%	54,60%	0,12	8760	2.089,23
4	Soğutma Grubu Sirkülasyon Pompaları (Chiller)	5	18,9	10,81	44,90%	78,50%	8,09	1440	11.649,12
5	FCU Soğutma Hattı Zon-1	2	10,2	5,51	38,55%	71,30%	4,68	1440	13.492,15
6	FCU Soğutma Hattı Zon-2	4	7,65	3,82	37,60%	75,20%	3,82	1440	5.507,53
7	FCU Soğutma Hattı Zon-3	2	4,8	4,44	61,11%	66,00%	0,36	1440	1.024,00
8	KS Soğutma Hattı Zon-1	2	13,8	5,19	27,60%	73,30%	8,60	1440	24.777,30
9	KS Soğutma Hattı Zon-2	2	13,2	3,59	20,09%	73,80%	9,61	1440	27.665,39
TOPLAM									**134.456,18**

Aşağıda bu uygulamanın gerçekleşmesiyle sağlanacak tasarruf miktarı, yatırım tutarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Baz – Derin – Karma Senaryo

Tablo 3. 75. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Tasarruf Tablosu

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
157.741,20	23.285,02	134.456,18	85,24%

Tablo 3. 76. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Analiz Tablosu

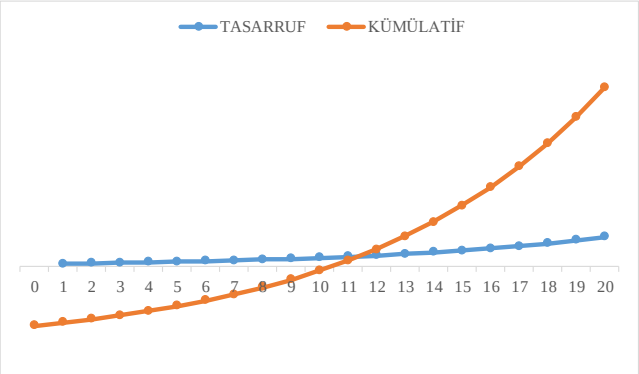
Karma Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	10.047.151,06	TL
B	Enerji tasarrufu	134.456,18	kWh
C		11,56	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	514.967,15	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	19,51	Yıl

Tablo 3. 77. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-10.047.151,06 TL
1	514.967,15 TL	-9.532.183,91 TL
2	580.625,46 TL	-8.951.558,44 TL
3	654.655,21 TL	-8.296.903,23 TL
4	738.123,75 TL	-7.558.779,48 TL
5	832.234,53 TL	-6.726.544,95 TL
6	938.344,43 TL	-5.788.200,52 TL
7	1.057.983,35 TL	-4.730.217,17 TL
8	1.192.876,22 TL	-3.537.340,95 TL
9	1.344.967,94 TL	-2.192.373,01 TL
10	1.516.451,35 TL	-675.921,66 TL
11	1.709.798,90 TL	1.033.877,25 TL
12	1.927.798,26 TL	2.961.675,51 TL
13	2.173.592,54 TL	5.135.268,05 TL
14	2.450.725,59 TL	7.585.993,64 TL
15	2.763.193,10 TL	10.349.186,74 TL
16	3.115.500,22 TL	13.464.686,96 TL
17	3.512.726,50 TL	16.977.413,46 TL
18	3.960.599,13 TL	20.938.012,59 TL
19	4.465.575,52 TL	25.403.588,10 TL
20	5.034.936,40 TL	30.438.524,50 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	514.967,15	10.047.151,06	15%

	NBD	Faydalı Ömür	İKO
-	2.575.704,75 TL	20 Yıl	11,75%



Tablo 3. 78. 23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	8.372.625,88
Yatırım Maliyeti (EURO)	244.834,38
Müteahhit Karı	0%
Toplam Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	10.047.151,06
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	134.456,18
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	16.342,61
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	514.967,15
Geri Ödeme Süresi	19,51
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	74,62

3.7.3. Elektrik Motorları

Hastane binasında, mekanik sistemlere ilişkin AC elektrik motorları bulunmaktadır. Bu motorlar genel olarak; yukarıda **3.7.2. Pompalar** bölümünde etiket bilgileri verilen ısıtma, soğutma ve kullanım suyu sistemlerinde mevcut olan pompaların motorları, asansör motorları ve havalandırma sistemindeki klima santrallerinin motorlarıdır. Klima santrallerinin motorlarına ait gerekli bilgiler alınmış ve enerji analizörü ile güç ölçümleri yapılmıştır.

Etiket bilgisine ulaşılan bu motorların enerji verimlilik sınıfları, orta verimlilik sınıfından IE1 ve yüksek verimlilik sınıfından IE2 olarak tespit edilmiştir. Aşağıdaki tabloda elektrik motorlarının etiket bilgisine göre güçleri, kutup ve devir sayıları, verim sınıfları ve tablo verimleri ile birlikte ölçülen elektriksel güçleri ve yıllık çalışma saatleri gösterilmiştir.

Tablo 3. 79. Elektrik Motorları Bilgileri

Sıra Numarası	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Kutup Sayıları	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Yıllık Çalışma Saati
1	HKS-1 Vantilatör	4	1,74	2	EFF2	83,10%	-
2	HKS-2 Vantilatör	4	1,53	2	EFF2	83,10%	-
3	HKS-3 Vantilatör	2,2	2,07	2	EFF2	79,70%	-
4	HKS-4 Vantilatör	4	4,02	2	EFF2	83,10%	-
5	HKS-5 Vantilatör	5	5,25	2	EFF2	84,70%	-
6	HKS-6 Vantilatör	5,5	1,68	2	EFF2	84,70%	-
7	HKS-7 Vantilatör	11	2,64	2	EFF2	87,60%	-
8	HKS-8 Vantilatör	11	1,95	2	EFF2	87,60%	-
9	HKS-9 Vantilatör	4	1,74	2	EFF2	83,10%	-
10	HKS-10 Vantilatör	7,5	2,97	2	EFF2	86,00%	-
11	HKS-11 Vantilatör	4	2,13	2	EFF2	83,10%	-
12	HEA-1 Aspiratör	2,2	0,66	2	EFF2	79,70%	-
13	HEA-2 Aspiratör	2,2	0,78	2	EFF2	79,70%	-
14	HEA-3 Aspiratör	0,75	0,36	2	EFF2	72,10%	-
15	HEA-4 Aspiratör	2,2	0,75	2	EFF2	79,70%	-
16	HEA-5 Aspiratör	3	0,99	2	EFF2	81,50%	-
17	HEA-6 Aspiratör	4	2,52	2	EFF2	83,10%	-
18	HEA-7 Aspiratör	5,5	2,07	2	EFF2	84,70%	-
19	HEA-8 Aspiratör	7,5	2,97	2	EFF2	86,00%	-
20	HEA-9 Aspiratör	1,5	0,48	2	EFF2	77,20%	-
21	HEA-10 Aspiratör	3	1,32	2	EFF2	81,50%	-
22	HEA-11 Aspiratör	3	1,08	2	EFF2	81,50%	-
23	KS-1 Vantilatör	15,00	9,27	4	EFF2	88,70%	2080
24	KS-2 Vantilatör	15,00	8,16	4	EFF2	88,70%	2080
25	KS-3 Vantilatör	11,00	6,63	4	EFF2	87,60%	2080
26	KS-4 Vantilatör	11,00	7,44	4	EFF2	87,60%	2080
27	KS-5 Vantilatör	5,50	2,55	4	EFF2	84,70%	2080
28	KS-6 Vantilatör	11,00	7,08	4	EFF2	87,60%	2080

Sıra Numarası	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Kutup Sayıları	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Yıllık Çalışma Saati
29	KS-7 Vantilatör	11,00	5,34	4	EFF2	87,60%	2080
30	KS-8 Vantilatör	15,00	5,73	4	EFF2	88,70%	2080
31	KS-9 Vantilatör	4,00	2,49	4	EFF2	83,10%	2080
32	KS-10 Vantilatör	11,00	Ölçüm alınamamıştır.	4	EFF2	87,60%	-
33	KS-11Vantilatör	7,50	3,90	4	EFF2	86,00%	2080
34	KS-12 Vantilatör	7,50	5,52	4	EFF2	86,00%	2080
35	KS-13 Vantilatör	11,00	6,00	4	EFF2	87,60%	2080
36	KS-14 Vantilatör	3,00	1,41	4	EFF2	81,50%	2080
37	KS-15 Vantilatör	4,00	2,61	4	EFF2	83,10%	2080
38	KS-16 Vantilatör	1,50	Ölçüm alınamamıştır.	2	EFF2	77,20%	-
39	KS-17 Vantilatör	7,50	4,38	4	EFF2	86,00%	2080
40	KS-18 Vantilatör	7,50	4,05	4	EFF2	86,00%	2080
41	KS-19 Vantilatör	11,00	4,26	4	EFF2	87,60%	2080
42	KS-20 Vantilatör	11,00	6,60	4	EFF2	87,60%	2080
43	KS-21 Vantilatör	7,50	4,86	4	EFF2	86,00%	2080
44	KS-22 Vantilatör	4,00	1,41	4	EFF2	83,10%	2080
45	KS-23 Vantilatör	5,50	2,46	4	EFF2	84,70%	2080
46	KS-24 Vantilatör	4,00	2,10	4	EFF2	83,10%	2080
47	KS-25 Vantilatör	7,60	3,81	4	EFF2		2080
48	KS-26 Vantilatör	4,00	2,82	4	EFF2	83,10%	2080
49	KS-27 Vantilatör	11,00	5,55	2	EFF2	87,60%	2080
50	KS-28 Vantilatör	4,00	3,42	4	EFF2	83,10%	2080
51	KS-29 Vantilatör	5,50	3,15	4	EFF2	84,70%	2080
52	KS-30 Vantilatör	7,50	1,56	4	EFF2	86,00%	2080
53	EA-1 Aspiratör	15,00	3,60	4	EFF2	88,70%	2080
54	EA-2 Aspiratör	11,00	3,48	4	EFF2	87,60%	2080
55	EA-3 Aspiratör	15,00	4,20	4	EFF2	88,70%	2080
56	EA-4 Aspiratör	11,00	3,60	4	EFF2	87,60%	2080
57	EA-5 Aspiratör	4,00	1,86	4	EFF2	83,10%	2080
58	EA-6 Aspiratör	11,00	Ölçüm alınamamıştır.	4	EFF2	87,60%	-
59	EA-7 Aspiratör	7,50	2,46	4	EFF2	86,00%	2080
60	EA-8 Aspiratör	7,50	2,88	4	EFF2	86,00%	2080
61	EA-9 Aspiratör	3,00	1,38	4	EFF2	81,50%	2080
62	EA-10 Aspiratör	4,00	1,80	4	EFF2	83,10%	2080
63	EA-11 Aspiratör	3,00	1,20	4	EFF2	81,50%	2080
64	EA-12 Aspiratör	5,50	2,40	4	EFF2	84,70%	2080
65	EA-13 Aspiratör	5,50	Ölçüm alınamamıştır.	4	EFF2	84,70%	-
66	EA-14 Aspiratör	2,20	1,35	4	EFF2	79,70%	2080
67	EA-15 Aspiratör	3,00	Ölçüm alınamamıştır.	4	EFF2	84,70%	-
68	EA-16 Aspiratör	0,75	0,45	4	EFF2	72,10%	2080
69	EA-17 Aspiratör	7,50	3,54	4	EFF2	86,00%	2080
70	EA-18 Aspiratör	5,50	1,50	4	EFF2	84,70%	2080
71	EA-19 Aspiratör	7,50	2,64	4	EFF2	86,00%	2080

Sıra Numarası	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Kutup Sayıları	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Yıllık Çalışma Saati
72	EA-20 Aspiratör	11,00	3,66	4	EFF2	87,60%	2080
73	EA-21 Aspiratör	5,50	3,69	4	EFF2	84,70%	2080
74	EA-22 Aspiratör	3,00	1,89	4	EFF2	81,50%	2080
75	EA-23 Aspiratör	4,00	1,74	4	EFF2	83,10%	2080
76	EA-24 Aspiratör	2,20	1,14	4	EFF2	79,70%	2080
77	EA-25 Aspiratör	5,50	2,07	4	EFF2	84,70%	2080
78	EA-26 Aspiratör	3,00	2,22	4	EFF2	81,50%	2080
79	EA-27 Aspiratör	7,50	8,07	4	EFF2	86,00%	2080
80	EA-28 Aspiratör	3,00	1,23	-	EFF2	81,50%	2080
81	EA-29 Aspiratör	4,00	1,74	4	EFF2	83,10%	2080
82	EA-30 Aspiratör	3,00	Ölçüm alınamamıştır.	4	EFF2	81,50%	-
83	EA-31	3,00	Ölçüm alınamamıştır.	4	EFF2	81,50%	-
84	EA-32	1,50	0,69	4	EFF2	77,20%	2080
85	EA-33	1,50	0,45	4	EFF2	77,20%	2080

Yukarıdaki tabloda kayışları kopuk olduğundan çalışmayan elektrik motorları belirtilmiştir. Bu nedenle elektriksel ölçüm ve çalışma saati bölümü boş bırakılmıştır. Hijyenik klima santralleri ise hiç kullanılmadığından çalışma süreleri boş bırakılmıştır.

Hizmet binası klima motorları V kayış ile bağlıdır. İncelenen motorlarda genel olarak 2 adet V kayış bulunduğu görülmüştür. Farklı güçlerde elektrik motorları bulunmaktadır.

Elektrik motorlarıyla ilgili bilgiler yukarıdaki tabloda verilmiş olup, bazı motorların görselleri ve elektriksel ölçümleri ile birlikte, MCC panolarına ait termal görüntüler aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 84. EA-30 Aspiratör Motoru (Kayışı Kopmuş)



Fotoğraf 3. 85. KS-16 Vantilatör Motoru (Kayışı Kopmuş)



Fotoğraf 3. 86. KS- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Vantilatör Motoru ve Etiketi



Fotoğraf 3. 87. EA- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Aspiratör Motoru ve Etiketi

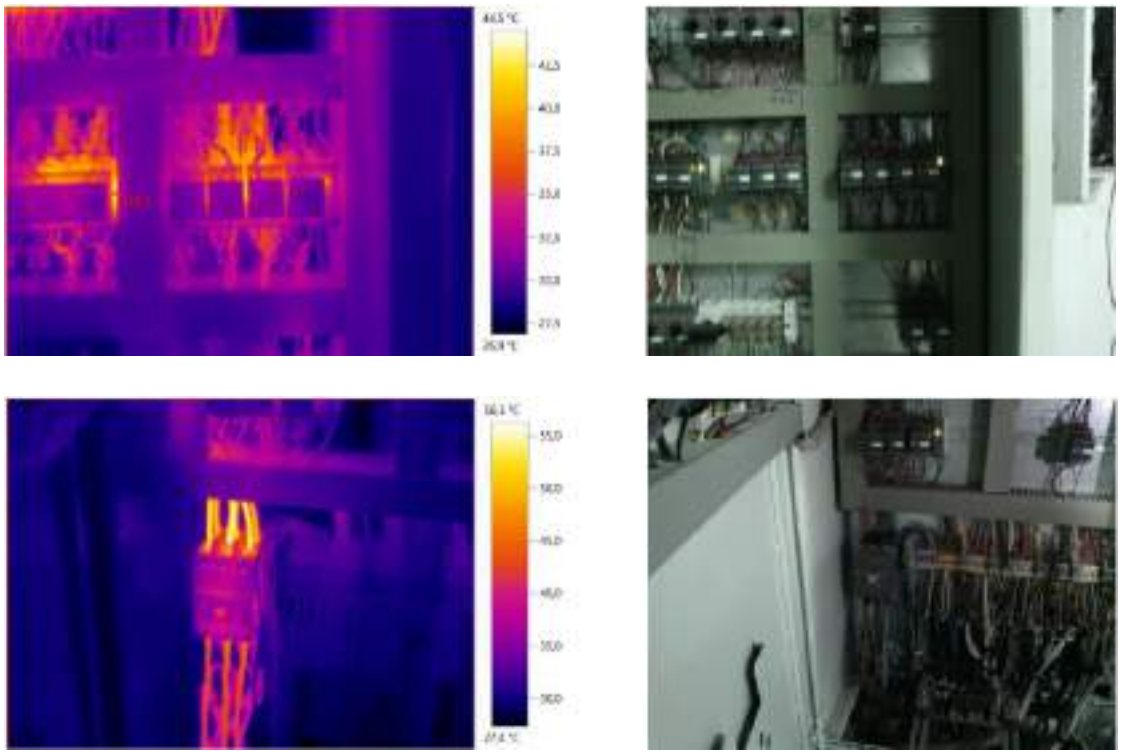
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Vrms ph-n	230,16 V	229,09 V	228,48 V	0,3 V	
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Vrms ph-ph	398,65 V	396,54 V	396,6 V		
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Arms	4,8 A	4,4 A	4,5 A	0,6 A	
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Frekans	49,984 Hz				
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	THD V	1,08 %	1,32 %	1,32 %	99,14 %	
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	THD A	3,65 %	3,35 %	3,45 %	3,4 %	
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Etkin Güç	470 W	490 W	430 W		1,41 kW
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Görünür Güç	1,09 kVA	1,01 kVA	1,02 kVA		3,12 kVA
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Yeniden etkin Güç	990 var	890 var	930 var		2,79 kvar
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Güç Faktörü	0,43	0,48	0,42		0,45
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Cos Phi	0,43	0,48	0,42		0,44
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Aktif Enerji					
18.03.2023 18:27:48 443m.sn.	Açık Enerji					

Fotoğraf 3. 88. KS- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Vantilatör Motoru Elektriksel Ölçümleri

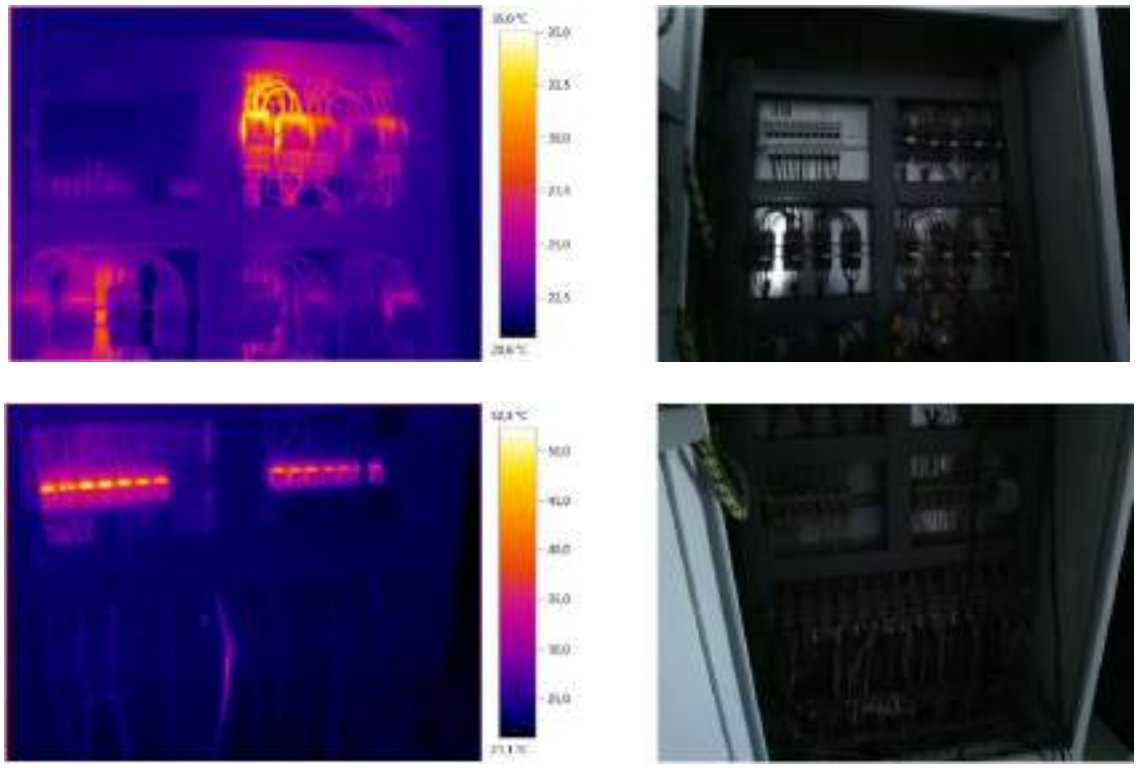
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Vrms ph-n	230,64 V	229,86 V	229,13 V	0,31 V	
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Vrms ph-ph	398,91 V	397,62 V	397,59 V		
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Arms	4 A	3,8 A	3,8 A	0,6 A	
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Frekans	49,994 Hz				
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	THD V	1,08 %	1,34 %	1,33 %	96,14 %	
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	THD A	3,16 %	3,02 %	2,85 %	3,40 %	
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Etkin Güç	460 W	460 W	440 W		1,33 kW
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Görünür Güç	910 VA	860 VA	870 VA		2,64 kVA
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Yeniden etkin Güç	790 var	730 var	760 var		2,28 kvar
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Güç Faktörü	0,5	0,53	0,5		0,51
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Cos Phi	0,5	0,53	0,5		0,51
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Aktif Enerji					
18.03.2023 18:29:18 357m.sn.	Açık Enerji					

Fotoğraf 3. 89. EA- 14 2. Blok 3. Kat Yemekhaneler Aspiratör Motoru Elektriksel Ölçümleri

Bir grup klima santralinin vantilatör ve aspiratör motorlarının kontrol edildiği MCC panosundan alınan termal kamera görüntüleri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 90. 3.Katta Bulunan Klima Santrali Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri

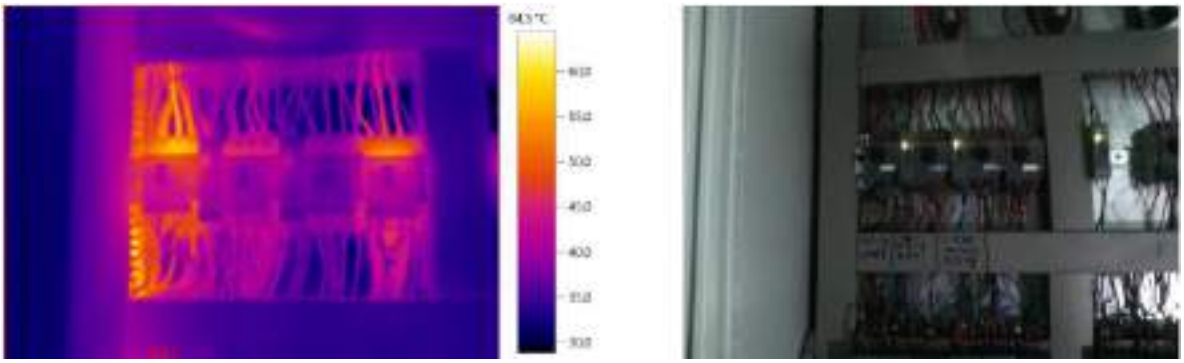


Fotoğraf 3. 91. 4.Katta Bulunan Klima Santrali Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri



Fotoğraf 3. 92. Kablo Erimesi Gerçekleşmiş Elektrik Panosu Görünümü

Aşağıda kablo erimesi gerçekleşmiş bölgeden alınmış termal görüntü paylaşılmıştır. Termal görüntüde o bölgeden ölçülen sıcaklığın 64,5 ºC olduğu tespit edilmiştir.



Fotoğraf 3. 93. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüsü

Klima santrallerinde kullanılan elektrik motorları düşük verim sınıfında olup birçok motorun da kayışlarının kopmuş olduğu gözlemlenmiştir. Klima santrallerinde kullanılan bu motorların, üstün verimlilik sınıfından IE4 motorlarla değiştirilmeleri durumunda sağlanabilecek kazanca ilişkin sonuçlar aşağıdaki hesaplarda gösterilmiştir.

3.7.3.1. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Bulunmayan Motorlara İnvertör Uygulanması Enerji Verimliliği Önlemleri ve Miktarları

Elektriksel ölçümleri yapılan motorlardan, enerji verimlilik odağı olarak görülenlere ilişkin tasarruf hesaplama sonuçları aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır. Bu sonuçlar elde edilirken kullanılan hesaplama adımlarına örnek olması amacıyla aşağıda 1 adet motor için çalışma yapılmıştır.

Tablo 3. 80. KS-1 14.Blok 2.-3.-4. Kat Muayeneler Klima Santrali Vantilatör Motoru Hesaplama Bilgileri

Mevcut Motor Bilgileri	
P_{elkm} (Ölçülen Güç)	9,27
Etiket Gücü	15
Kutup Sayısı	4
Verimlilik Sınıfı	IE1
Etiket Verimi	88,7%

Yukarıda teknik özellikleri belirtilen, IE1 orta verimlilik sınıfından vantilatör motorunun, aynı kapasitede IE4 üstün verimlilik sınıfından motor ile değiştirilmesi ve kullanılan kötü durumda olan V kayışlar yerine dişli V kayışların kullanılması ile elde edilecek tasarruf miktarı ve tutarı, yatırımın geri ödeme süresi ve diğer hesaplamalar aşağıda paylaşılmıştır.

Motor Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf

Yük Faktörü=	**($kW_{ölçüm}$ x Verim)**	/	**kW_{etiket}**			
	8,23	/	**15**	=	**54,84%**	
kWe Tasarruf=	$(kW_{etiket}$ x YF / Eff$)_1$	-	$(kW_{etiket}$ x YF / Eff$)_2$			
	9,27	-	8,84	=	0,43	kWe
Yıllık kWe Tasarruf=	kWe tasarruf	x	Yıllık çalışma saati			
	0,43	x	2080	=	887,18	kWh
Yıllık TL Tasarruf=	Yıllık kWe Tasarruf	x	Elektrik Birim Fiyatı			
	887,18	x	3,83	=	3.397,89	TL/yıl

Kayış Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf

kWe Tasarruf=	$(kW_{etiket}$ x YF / Eff$)_2$ x Yıllık Çalışma Saati x %1					
kWe Tasarruf=	183,94	kWh/yıl				
Yıllık TL Tasarruf=	Yıllık kWe Tasarruf	x	Elektrik Birim Fiyatı			
	183,94	x	3,83	=	704,49	TL/yıl

Yatırımın Geri Ödeme Süresi

GÖS =	Yatırım Tutarı $_{(motor + kayış)}$ TL	/	Tasarruf Tutarı $_{(motor + kayış)}$ TL		
	16.940	TL	/	4.102,38	TL
GÖS =	4,13	Yıl			

KS-10 (Vantilatör), KS-16 (Vantilatör), EA-6 (Aspiratör), EA-13 (Aspiratör), EA-15 (Aspiratör), EA30 (Aspiratör) ve EA-31 (Aspiratör) motorlarının kayışları kopmuş olduğundan ölçüm alınamamıştır. Bu nedenle verimleri hesaplanırken ölçülen gücü ortalama yük durumuna göre alınmıştır.

Verimlilik odağı olarak değerlendirmeye alınıp hesaplamaları yapılan tüm motorlara ilişkin, tasarruf miktarları, tasarruf tutarları, yatırım maliyetleri ve yatırımların geri ödeme süreleri aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 81. Elektrik Motorları Revizyon ve Geri Ödeme Süreleri

Sıra No	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti (TL)	Önerilen Motor Gücü (kW)	Önerilen Motor Verimi	Önerilen Motor Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Motor Değişimi İle Sağlanacak Yıllık Tasarruf Miktarı (kWh)	Kayış Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı (kWh)	Toplam Tasarruf Miktarı (kWh)	Toplam Yıllık Tasarruf Miktarı (TL)	Motor Yatırım Tutarı (TL)	Kayış Yatırım Tutarı TL	Toplam Yatırım Tutarı (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
1	KS-1 (Vantilatör)	15	4	IE1	88,70%	9,27	2080	19.281,60	73.848,53	15	93,02%	18.394,42	887,18	183,94	1.071,12	4.102,40	16.830,00	110,00	20.328,00	4,96
2	KS-2 (Vantilatör)	15	4	IE1	88,70%	8,16	2080	16.972,80	65.005,82	15	92,64%	16.122,69	850,11	161,23	1.011,33	3.873,40	16.830,00	95,00	20.310,00	5,24
3	KS-3 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	6,63	2080	13.790,40	52.817,23	11	92,54%	13.069,14	721,26	130,69	851,95	3.262,98	13.920,00	95,00	16.818,00	5,15
4	KS-4 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	7,44	2080	15.475,20	59.270,02	11	92,81%	14.719,86	755,34	147,20	902,53	3.456,70	13.920,00	95,00	16.818,00	4,87
5	KS-5 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	84,70%	2,55	2080	5.304,00	20.314,32	5,5	89,80%	4.814,35	489,65	48,14	537,79	2.059,73	8.320,00	68,00	10.065,60	4,89
6	KS-6 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	7,08	2080	14.726,40	56.402,11	11	92,72%	13.987,86	738,54	139,88	878,42	3.364,36	13.920,00	98,00	16.821,60	5,00
7	KS-7 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	5,34	2080	11.107,20	42.540,58	11	91,64%	10.418,76	688,44	104,19	792,63	3.035,77	13.920,00	80,00	16.800,00	5,53
8	KS-8 (Vantilatör)	15	4	IE1	88,70%	5,73	2080	11.918,40	45.647,47	15	90,90%	11.121,22	797,18	111,21	908,39	3.479,15	16.830,00	100,00	20.316,00	5,84
9	KS-9 (Vantilatör)	4	4	IE1	83,10%	2,49	2080	5.179,20	19.836,34	4	88,71%	4.847,58	331,62	48,48	380,09	1.455,76	6.340,00	64,00	7.684,80	5,28
10	KS-10 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	5,555	2080	11.554,40	44.253,35	11	91,86%	10.837,44	716,96	108,37	825,34	3.161,04	13.920,00	90,00	16.812,00	5,32
11	KS-11 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	86,00%	3,9	2080	8.112,00	31.068,96	7,5	91,34%	7.524,07	587,93	75,24	663,17	2.539,94	9.970,00	78,00	12.057,60	4,75
12	KS-12 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	86,00%	5,52	2080	11.481,60	43.974,53	7,5	92,50%	10.824,98	656,62	108,25	764,87	2.929,46	9.970,00	78,00	12.057,60	4,12
13	KS-13 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	6	2080	12.480,00	47.798,40	11	92,13%	11.770,19	709,81	117,70	827,52	3.169,39	13.920,00	84,00	16.804,80	5,30
14	KS-14 (Vantilatör)	3	4	IE1	81,50%	1,41	2080	2.932,80	11.232,62	3	85,74%	2.666,34	266,46	26,66	293,13	1.122,67	5.090,00	60,00	6.180,00	5,50
15	KS-15 (Vantilatör)	4	4	IE1	83,10%	2,61	2080	5.428,80	20.792,30	4	88,86%	5.090,34	338,46	50,90	389,36	1.491,26	6.340,00	55,00	7.674,00	5,15
16	KS-16 (Vantilatör)	1,5	2	IE1	77,20%	0,7575	2080	1.575,60	6.034,55	1,5	82,76%	1.102,12	473,48	11,02	484,50	1.855,64	2.960,00	45,00	3.606,00	1,94
17	KS-17 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	86,00%	4,38	2080	9.110,40	34.892,83	7,5	91,93%	8.506,87	603,53	85,07	688,60	2.637,33	9.970,00	72,00	12.050,40	4,57
18	KS-18 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	86,00%	4,05	2080	8.424,00	32.263,92	7,5	91,56%	7.833,33	590,67	78,33	669,01	2.562,30	9.970,00	75,00	12.054,00	4,70
19	KS-19 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	4,26	2080	8.860,80	33.936,86	11	90,12%	8.178,44	682,36	81,78	764,14	2.926,66	13.920,00	85,00	16.806,00	5,74
20	KS-20 (Vantilatör)	11	4	IE1	87,60%	6,6	2080	13.728,00	52.578,24	11	92,54%	13.010,00	718,00	130,10	848,10	3.248,21	13.920,00	85,00	16.806,00	5,17
21	KS-21 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	86,00%	4,86	2080	10.108,80	38.716,70	7,5	92,29%	9.486,65	622,15	94,87	717,01	2.746,16	9.970,00	72,00	12.050,40	4,39
22	KS-22 (Vantilatör)	4	4	IE1	83,10%	1,41	2080	2.932,80	11.232,62	4	83,75%	2.629,19	303,61	26,29	329,90	1.263,53	6.340,00	60,00	7.680,00	6,08
23	KS-23 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	84,70%	2,46	2080	5.116,80	19.597,34	5,5	89,40%	4.627,44	489,36	46,27	535,63	2.051,47	8.320,00	70,00	10.068,00	4,91
24	KS-24 (Vantilatör)	4	4	IE1	83,10%	2,1	2080	4.368,00	16.729,44	4	87,69%	4.045,72	322,28	40,46	362,74	1.389,29	6.340,00	60,00	7.680,00	5,53

Sıra No	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti (TL)	Önerilen Motor Gücü (kW)	Önerilen Motor Verimi	Önerilen Motor Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Motor Değişimi İle Sağlanacak Yıllık Tasarruf Miktarı (kWh)	Kayış Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı (kWh)	Toplam Tasarruf Miktarı (kWh)	Toplam Yıllık Tasarruf Miktarı (TL)	Motor Yatırım Tutarı (TL)	Kayış Yatırım Tutarı TL	Toplam Yatırım Tutarı (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
25	KS-25 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	86,00%	3,81	2080	7.924,80	30.351,98	7,5	91,21%	7.341,80	583,00	73,42	656,42	2.514,08	9.970,00	70,00	12.048,00	4,79
26	KS-26 (Vantilatör)	4	4	IE1	83,10%	2,82	2080	5.865,60	22.465,25	4	89,15%	5.520,18	345,42	55,20	400,62	1.534,39	6.340,00	55,00	7.674,00	5,00
27	KS-27 (Vantilatör)	11	2	IE1	87,60%	5,5	2080	11.440,00	43.815,20	11	90,68%	10.662,87	777,13	106,63	883,76	3.384,81	12.580,00	70,00	15.180,00	4,48
28	KS-28 (Vantilatör)	4	4	IE1	83,10%	3,42	2080	7.113,60	27.245,09	4	89,41%	6.738,07	375,53	67,38	442,91	1.696,35	6.340,00	70,00	7.692,00	4,53
29	KS-29 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	84,70%	3,15	2080	6.552,00	25.094,16	5,5	91,94%	5.986,16	565,84	59,86	625,70	2.396,42	8.320,00	58,00	10.053,60	4,20
30	KS-30 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	86,00%	1,56	2080	3.244,80	12.427,58	7,5	81,70%	2.776,55	468,25	27,77	496,02	1.899,75	9.970,00	82,00	12.062,40	6,35
31	EA-1 (Aspiratör)	15	4	IE1	88,70%	3,6	2080	7.488,00	28.679,04	15	87,35%	6.716,48	771,52	67,16	838,68	3.212,15	16.830,00	95,00	20.310,00	6,32
32	EA-2 (Aspiratör)	11	4	IE1	87,60%	3,48	2080	7.238,40	27.723,07	11	88,78%	6.588,59	649,81	65,89	715,69	2.741,11	13.920,00	84,00	16.804,80	6,13
33	EA-3 (Aspiratör)	15	4	IE1	88,70%	4,2	2080	8.736,00	33.458,88	15	88,99%	7.941,82	794,18	79,42	873,60	3.345,89	16.830,00	90,00	20.304,00	6,07
34	EA-4 (Aspiratör)	11	4	IE1	87,60%	3,6	2080	7.488,00	28.679,04	11	89,03%	6.832,81	655,19	68,33	723,52	2.771,07	13.920,00	80,00	16.800,00	6,06
35	EA-5 (Aspiratör)	4	4	IE1	83,10%	1,86	2080	3.868,80	14.817,50	4	86,64%	3.546,85	321,95	35,47	357,42	1.368,93	6.340,00	64,00	7.684,80	5,61
36	EA-6 (Aspiratör)	11	4	IE1	87,60%	5,555	2080	11.554,40	44.253,35	11	91,86%	10.837,44	716,96	108,37	825,34	3.161,04	13.920,00	85,00	16.806,00	5,32
37	EA-7 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	86,00%	2,46	2080	5.116,80	19.597,34	7,5	87,55%	4.590,22	526,58	45,90	572,49	2.192,62	9.970,00	72,00	12.050,40	5,50
38	EA-8 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	86,00%	2,88	2080	5.990,40	22.943,23	7,5	88,97%	5.437,62	552,78	54,38	607,16	2.325,42	9.970,00	78,00	12.057,60	5,19
39	EA-9 (Aspiratör)	3	4	IE1	81,50%	1,38	2080	2.870,40	10.993,63	3	85,52%	2.604,57	265,83	26,05	291,87	1.117,87	5.090,00	62,00	6.182,40	5,53
40	EA-10 (Aspiratör)	4	4	IE1	83,10%	1,8	2080	3.744,00	14.339,52	4	86,44%	3.425,21	318,79	34,25	353,04	1.352,14	6.340,00	68,00	7.689,60	5,69
41	EA-11 (Aspiratör)	3	4	IE1	81,50%	1,2	2080	2.496,00	9.559,68	3	84,00%	2.244,02	251,98	22,44	274,42	1.051,02	5.090,00	62,00	6.182,40	5,88
42	EA-12 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	84,70%	2,4	2080	4.992,00	19.119,36	5,5	89,18%	4.506,12	485,88	45,06	530,94	2.033,50	8.320,00	68,00	10.065,60	4,95
43	EA-13 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	84,70%	2,7775	2080	5.777,20	22.126,68	5,5	90,49%	5.277,31	499,89	52,77	552,67	2.116,72	8.320,00	70,00	10.068,00	4,76
44	EA-14 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	79,70%	1,35	2080	2.808,00	10.754,64	2,2	86,83%	2.573,54	234,46	25,74	260,19	996,54	4.260,00	55,00	5.178,00	5,20
45	EA-15 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	84,70%	2,7775	2080	5.777,20	22.126,68	5,5	90,49%	5.277,31	499,89	52,77	552,67	2.116,72	8.320,00	58,00	10.053,60	4,75
46	EA-16 (Aspiratör)	0,75	4	IE1	72,10%	0,45	2080	936,00	3.584,88	0,75	84,53%	835,24	100,76	8,35	109,12	417,92	2.740,00	45,00	3.342,00	8,00
47	EA-17 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	86,00%	3,54	2080	7.363,20	28.201,06	7,5	90,78%	6.792,99	570,21	67,93	638,14	2.444,06	9.970,00	70,00	12.048,00	4,93
48	EA-18 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	84,70%	1,5	2080	3.120,00	11.949,60	5,5	84,01%	2.694,39	425,61	26,94	452,55	1.733,27	8.320,00	72,00	10.070,40	5,81
49	EA-19 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	86,00%	2,64	2080	5.491,20	21.031,30	7,5	88,16%	4.950,55	540,65	49,51	590,15	2.260,29	9.970,00	75,00	12.054,00	5,33

Sıra No	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti (TL)	Önerilen Motor Gücü (kW)	Önerilen Motor Verimi	Önerilen Motor Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Motor Değişimi İle Sağlanacak Yıllık Tasarruf Miktarı (kWh)	Kayış Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı (kWh)	Toplam Tasarruf Miktarı (kWh)	Toplam Yıllık Tasarruf Miktarı (TL)	Motor Yatırım Tutarı (TL)	Kayış Yatırım Tutarı TL	Toplam Yatırım Tutarı (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
50	EA-20 (Aspiratör)	11	4	IE1	87,60%	3,66	2080	7.612,80	29.157,02	11	89,03%	6.946,69	666,11	69,47	735,58	2.817,26	13.920,00	84,00	16.804,80	5,96
51	EA-21 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	84,70%	3,69	2080	7.675,20	29.396,02	5,5	91,89%	7.125,60	549,60	71,26	620,86	2.377,88	8.320,00	72,00	10.070,40	4,24
52	EA-22 (Aspiratör)	3	4	IE1	81,50%	1,89	2080	3.931,20	15.056,50	3	87,81%	3.643,78	287,42	36,44	323,86	1.240,37	5.090,00	58,00	6.177,60	4,98
53	EA-23 (Aspiratör)	4	4	IE1	83,10%	1,74	2080	3.619,20	13.861,54	4	85,99%	3.296,38	322,82	32,96	355,78	1.362,65	6.340,00	70,00	7.692,00	5,64
54	EA-24 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	79,70%	1,14	2080	2.371,20	9.081,70	2,2	85,50%	2.149,89	221,31	21,50	242,81	929,97	4.260,00	60,00	5.184,00	5,57
55	EA-25 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	84,70%	2,07	2080	4.305,60	16.490,45	5,5	87,91%	3.843,74	461,86	38,44	500,29	1.916,13	8.320,00	75,00	10.074,00	5,26
56	EA-26 (Aspiratör)	3	4	IE1	81,50%	2,22	2080	4.617,60	17.685,41	3	88,46%	4.310,66	306,94	43,11	350,04	1.340,66	5.090,00	58,00	6.177,60	4,61
57	EA-27 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	86,00%	8,07	2080	16.785,60	64.288,85	7,5	92,07%	15.868,56	917,04	158,69	1.075,72	4.120,02	9.970,00	78,00	12.057,60	2,93
58	EA-28 (Aspiratör)	3	4	IE1	81,50%	1,23	2080	2.558,40	9.798,67	3	84,28%	2.292,48	265,92	22,92	288,84	1.106,27	5.090,00	78,00	6.201,60	5,61
59	EA-29 (Aspiratör)	4	4	IE1	83,10%	1,74	2080	3.619,20	13.861,54	4	85,99%	3.296,38	322,82	32,96	355,78	1.362,65	6.340,00	62,00	7.682,40	5,64
60	EA-30 (Aspiratör)	3	4	IE1	81,50%	1,515	2080	3.151,20	12.069,10	3	86,33%	2.880,72	270,48	28,81	299,29	1.146,26	5.090,00	70,00	6.192,00	5,40
61	EA-31 (Aspiratör)	3	4	IE1	81,50%	1,515	2080	3.151,20	12.069,10	3	86,33%	2.880,72	270,48	28,81	299,29	1.146,26	5.090,00	70,00	6.192,00	5,40
62	EA-32 (Aspiratör)	1,5	4	IE1	77,20%	0,69	2080	1.435,20	5.496,82	1,5	83,34%	1.274,53	160,67	12,75	173,42	664,19	3.500,00	64,00	4.276,80	6,44
63	EA-33 (Aspiratör)	1,5	4	IE1	77,20%	0,45	2080	936,00	3.584,88	1,5	77,64%	785,18	150,82	7,85	158,67	607,70	3.500,00	60,00	4.272,00	7,03
64	HS-1	2,2	4	IE1	79,70%	1,38	2080	2.870,40	10.993,63	2,2	86,94%	2.632,69	237,71	26,33	264,04	1.011,28	4.260,00	0,00	5.112,00	5,05
						GENEL TOPLAM		**443.606,80**	**1.699.014,04**			**411.555,72**	**32.051,08**	**4.115,56**	**36.166,63**	**138.518,21**	**587.890,00**	**4.591,00**	**710.977,20**	**5,13**

*Klima santrallerine invertör eklenmesi ile ilgili tasarruf EVÖ'de eklenmiştir.

Yukarıda paylaşıldığı üzere mevcuttaki elektrik motorlarının verimi yüksek motorlar ile yenilenmesi sonucunda elde edilen tasarruf miktarı görülmektedir. Bu motorlara invertör uygulanması ile tasarruf miktarı **169.248,67 kWh** olmaktadır.

Aşağıda bu uygulamanın gerçekleşmesiyle sağlanacak tasarruf miktarı, yatırım tutarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Tablo 3. 82. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Tasarruf Tablosu

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
443.606,80	274.358,13	169.248,67	38,15%

Tablo 3. 83. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Analiz Tablosu

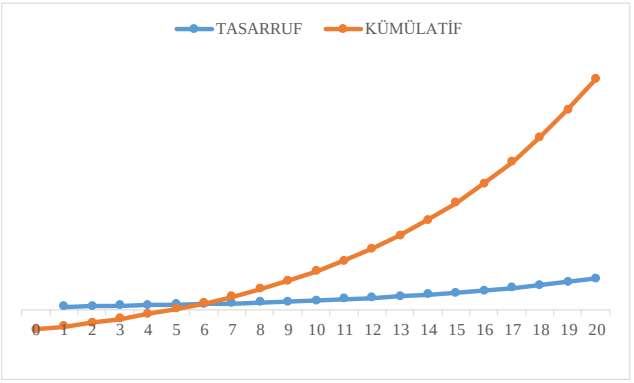
Karma Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	4.006.168,11	TL
B	Enerji tasarrufu	169.248,67	kWh
C		14,56	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	648.222,41	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	6,18	Yıl

Tablo 3. 84. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-4.006.168,11 TL
1	648.222,41 TL	-3.357.945,70 TL
2	730.870,76 TL	-2.627.074,94 TL
3	824.056,79 TL	-1.803.018,16 TL
4	929.124,03 TL	-873.894,13 TL
5	1.047.587,34 TL	173.693,21 TL
6	1.181.154,72 TL	1.354.847,93 TL
7	1.331.751,95 TL	2.686.599,88 TL
8	1.501.550,33 TL	4.188.150,21 TL
9	1.692.997,99 TL	5.881.148,20 TL
10	1.908.855,24 TL	7.790.003,44 TL
11	2.152.234,28 TL	9.942.237,71 TL
12	2.426.644,15 TL	12.368.881,86 TL
13	2.736.041,28 TL	15.104.923,14 TL
14	3.084.886,54 TL	18.189.809,68 TL
15	3.478.209,57 TL	21.668.019,26 TL
16	3.921.681,30 TL	25.589.700,55 TL
17	4.421.695,66 TL	30.011.396,21 TL
18	4.985.461,86 TL	34.996.858,07 TL
19	5.621.108,24 TL	40.617.966,31 TL
20	6.337.799,54 TL	46.955.765,86 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	648.222,41	4.006.168,11	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
5.398.623,79 TL	20 Yıl	27,56%



Tablo 3. 85. 64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	3.338.473,43
Yatırım Maliyeti (EURO)	97.624
Dişli Kayış Uygulaması (TL)	5.509,20
İnvertör Uygulaması (TL)	2.762.609,30
Müteahhit Karı	25%
Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	4.006.168,11
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	169.248,67
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	20.571,50
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	648.222,41
Geri Ödeme Süresi	6,18
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	93,93

Asansör

Hastane binasında bulunan asansörlere ait motor görünümleri ve motor etiketi aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 94. Asansör Motoru



Fotoğraf 3. 95. Asansör Motoru Etiketi

3.7.4. Aydınlatma

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi binasında enerji verimliliği düşük çok sayıda aydınlatma armatürünün mevcut olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, iç ve dış aydınlatmada sayıları çok fazla olmasa da LED armatür uygulamaları da bulunmaktadır. Genel olarak, hastane binasındaki iç aydınlatma, T8 tip tüp floresan lambalı armatürlerden oluşmaktadır.

Aşağıda Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi binasında bulunan aydınlatma armatürlerden alınan Lüx ölçümleri, elektriksel ölçümler ve fotoğrafları paylaşılmıştır. Binanın bazı bölgelerinde bulunan aydınlatma armatürlerinin çalışmadığı tespit edilmiştir.



Fotoğraf 3. 96. Doktor Odası Aydınlatma Görünümü - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB ve 40W LED Kare Tip Armatürler



Fotoğraf 3. 97. WC Aydınlatma Görünümü - 12W LED Downlight Armatürler



Fotoğraf 3. 98. Hemşire Odası Aydınlatma Görünümü - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Kare Tip Armatürler



Fotoğraf 3. 99. Koridor 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Armatür Lüx Ölçümü

Tablo 3. 86. Binada Kullanılan Aydınlatma Elemanları

ZONE	ARMATÜR ADI	ADET
İDARİ ODALAR-HEMŞİRE ODALARI-DİNLENME ODALARI-DOKTOR ODALARI-HASTA YATAK ODALARI	TİP-1 ATY2-4x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	1972
LABORATUVAR-ÇAMAŞIRHANE	TİP-2 ATY4-4x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	243
DEPO	TİP-3 ATY8-2x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	28
WC MAHALLERİ	TİP-4 Ö3-1x13W S.A SPOT ARMATÜR (WC)	197
	TİP-5 Ö3-2x13W S.A SPOT ARMATÜR (WC HOL)	311
	TİP-6 T1-1x18W S.Ü AYNA ÜSTÜ FLORESAN AYDINLATMA ARMATÜRÜ	493
İLAÇ HAZIRLAMA	TİP-7 Ö8-2x18W S.A SPOT ARMATÜR	142
ASANSÖR BOŞLUĞU	TİP-8 E27 DUYLU KAFESLİ 1x60W ARMATÜR	78
PANO ODALARI-TEMİZLİK ODALARI	TİP-9 P1-2x18W S.Ü FLORESAN ARMATÜR	42
MAKAM ODALARI-SEKRETER ODASI	TİP-10 P1-1x36W S.A FLORESAN ARMATÜR	163
SEKRETER ODASI	TİP-11 P1-1x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	26
HASTA YATAK ODALARI	TİP-16 HASTA YATAK BAŞI ARMATÜRÜ (1x36W)	216
	TİP-17 HASTA YATAK BAŞI ARMATÜRÜ (1x18W)	216
	TİP-18 Ö2-1x15W HASTA YATAK ODASI GECE LAMBASI	133
HASTA YATAK ODASI GİRİŞ HOLÜ	TİP-12 Ö1-1x18W S.A SPOT ARMATÜR (HASTA YATAK ODALARI)	125
KONFERANS SALONU	TİP-13 Ö1-1x26W S.A SPOT ARMATÜR (KONFERANS SALONU)	62
TEKNİK HACİMLER-ISI MERKEZİ	TİP-14 U-2x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR (TEKNİK HACİMLER)	123
TEKNİK HACİMLER-ISI MERKEZİ	TİP-15 P1-2x36W S.Ü ALÜMİNYUM GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR (TEKNİK HACİMLER)	46
MERDİVEN BOŞLUĞU	TİP-19 Ö5-2x13W S.Ü KENDİNDEN SENSÖRLÜ GLOP (MERDİVEN BOŞLUKLARI)	74
FUAYE ALANI	TİP-20 Ö9-1x20W S.A SPOT ARMATÜR (FUAYE)	53

ZONE	ARMATÜR ADI	ADET
GİRİŞ HOLÜ	TİP-21 Ö12-1x18W S.A SPOT ARMATÜR (RÜZGARLIK GİRİŞ)	22
TOPLANTI-SEMİNER SALONU	TİP-22 ATY2-4x14W S.A FLORESAN ARMATÜR	69
AMELİYATHANE	TİP-23 ATH-4x18W S.A STERİL ORTAM ARMATÜRÜ	141
AMELİYATHANE HOL-EL YIKAMA	TİP-23 ATH-2x18W S.A STERİL ORTAM ARMATÜRÜ	9
ASANSÖR MAKİNE DAİRESİ	TİP-24 B1-1x60W S.Ü GLOP ARMATÜR	24

Tablo 3. 87. Binada Yapılan Aydınlatma Seviyesi Ölçümleri

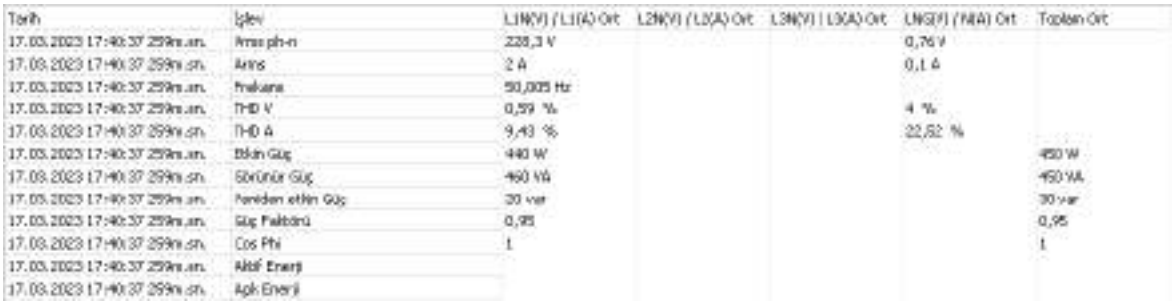
Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En (m)	Boy (m)	Yükseklik (h)
Teknik Servis Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	5	274,5 -260,9	300	6,97	3,55	3,08
Hasta Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	8	345,5 -547,6	100	3,38	6,75	3,08
Zemin Kat Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	52	48	164,2 - 238,7 - 190,3	100	5,42	53,55	3,08
İkinci Kat Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	28	26	106,7 -170,7 - 171,7 -181	100	3,54	37,33	3,08
Hemşire Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	4	148,6 -174,8	300	4,16	6,96	3,08
Hasta Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	162,3	100	3,25	4,6	3,08
Hasta Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	5	162,5 - 117,3	100	3,6	7	3,08
Acil Servis Giriş Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	36	31	109,2-108,7	100	3,56	37,9	3,08
1. Kat Ultrason Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	4	124-127	300	3,38	4,97	3,08
1.Kat Başhekim Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	5	112,1-114,5	300	3,95	7,01	3,08
1. Kat Bekleme Salonu	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	138,8-153,1	200	3,46	5,07	3,08
2. Kat Rezerv Oda	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	12	11	118-136	300	6,78	7,08	3,08
2. Kat Asistanlar Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	8	208-158	300	4,08	9,84	3,08

Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lüx)	En (m)	Boy (m)	Yükseklik (h)
2. Kat Depo	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	12	12	145-201-198	100			
Personel Giriş Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	40	26	115-185-144-138-61-167-163	100	5,57	42	3,08
3. Kat Derslik (Amfi)	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	40	31	142-184-131-241	300	6,77	12,45	3,08/2,18
3. Kat Derslik Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	20	17	152-133-179	100	4,57	22,13	3,08
3. Kat Derslik	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	20	19	175-123	300	7,22	7,03	3,08
Zemin Kat 7. Blok Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	68	51	128-127-119-117	100	5,56	49,2	3,08

*En az aydınlık düzeyi Lüx değeri EN 12464-1 standardından alınmıştır.

Aydınlık düzeyi ölçüm sonuçları, EN 12464-1 standardında yer alan en az aydınlık düzeyi verileriyle karşılaştırılmış ve karşılama oranları renk kodlarıyla vurgulanmıştır. Aydınlık seviyesi yeterli alanlar yeşil, %10-20 sapma olan bölümler sarı, yetersiz bölümler ise kırmızı ile işaretlenmiştir. Bu durum yeni aydınlatma önerisi yapılırken hesaba katılmıştır.

Aşağıda 4x18W T8 tipi tüp floresan lambalı mekanik balastlı kare tip aydınlatma armatürüne ilişkin örnek bir elektriksel ölçüm paylaşılmıştır.



Tarih	İşlev	L1N(V) / L1(A) Ort	L2N(V) / L2(A) Ort	L3N(V) / L3(A) Ort	LN(F) / N(A) Ort	Toplam Ort
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Ams ph-n	228,3 V			0,76 V	
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Ams	2 A			0,1 A	
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Frekans	50,005 Hz				
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	THD V	0,59 %			4 %	
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	THD A	9,43 %			22,52 %	
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Etkin Güç	440 W				450 W
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Görünür Güç	460 VA				450 VA
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Reaktif etkin Güç	30 var				30 var
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Güç Faktörü	0,95				0,95
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Cos Phi	1				1
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Aktif Enerji					
17.03.2023 17:40:37 259ms sn.	Apk Enerji					

Fotoğraf 3. 100. 7 Adet 4x18W Floresan Lambalı Armatür Elektriksel Ölçüm Verileri

3.7.4.1. 5.422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Enerji Verimliliği Önlemleri ve Miktarları

Hastane binasında bulunan verimsiz aydınlatma armatürlerinin LED armatürler ile değişimi sonucu elde edilen tasarruf miktarları, yatırım maliyeti ve geri ödemesi aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 88.Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Analiz Tablosu

Mahal Tipi	Mevcut Tip	Yeni Sistem Tip	Adet	Yeni Ekipman Birim Fiyat (TL)	Eski Ekipman Demontaj Fiyatı (TL)	Yıllık Kullanım Süresi (sa)	MEVCUT			ÖNERİLEN			Tasarruf Miktarı (kWh)	Tasarruf Miktarı (TL)	Yatırım Miktarı (TL+KDV)	Geri Ödeme Süresi
							Ekipmanın Gücü (W) Balast kayıpları dahil	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)	Ekipmanın Gücü (W) Balast kayıpları dahil	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)				
İDARİ ODALAR-HEMŞİRE ODALARI-DİNLENME ODALARI-DOKTOR ODALARI-HASTA YATAK ODALARI	TİP-1 ATY2-4x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	26W GÖMME LED PANEL ARMATÜR	1972	₺1.370,00	₺35,50	5475	79,2	156.182	855.098,64	26	51.272,00	280.714,20	574.384,44	2.199.892,41	2.771.646,00	1,26
LABORATUVAR-ÇAMAŞIRHANE	TİP-2 ATY4-4x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	26W GÖMME LED PANEL ARMATÜR	243	₺1.370,00	₺35,50	2080	79,2	19.246	40.030,85	26	6.318,00	13.141,44	26.889,41	102.986,43	341.536,50	3,32
WC MAHALLERİ	TİP-5 Ö3-2x13W S.A SPOT ARMATÜR (WC HOL)	20W DOWNLIGHT LED ARMATÜR S.A.	802	₺984,00	₺40,00	2190	28,6	22.937	50.232,47	20	16.040,00	35.127,60	15.104,87	57.851,64	821.248,00	14,20
WC MAHALLERİ	TİP-6 T1-1x18W S.Ü AYNA ÜSTÜ FLORESAN AYDINLATMA ARMATÜRÜ	15W AYNA ÜSTÜ LED ARMATÜR	493	₺1.570,00	₺47,00	2190	19,8	9.761	21.377,47	15	7.395,00	16.195,05	5.182,42	19.848,65	797.181,00	40,16
BAŞHEKİM ODASI	TİP-11 P1-1x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	13W LİNEER LED ARMATÜR	28	₺984,00	₺40,00	5475	19,8	554	3.035,34	13	364,00	1.992,90	1.042,44	3.992,55	28.672,00	7,18
TEKNİK HACİMLER-FUAYE-SEKRETER ODASI	TİP-14 U-2x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR (TEKNİK HACİMLER)	36W LED ETANJ ARMATÜR	161	₺1.550,00	₺53,00	4380	79,2	12.751	55.850,26	36	5.796,00	25.386,48	30.463,78	116.676,26	258.083,00	2,21
KORİDOR-SIĞINAK-KALORİFERCİ ODASI	P1 1x36W SÜ FLORESAN ARMATÜR	36W LED ETANJ ARMATÜR	87	₺1.550,00	₺53,00	1680	39,6	3.445	5.787,94	36	3.132,00	5.261,76	526,18	2.015,25	139.461,00	69,20

Mahal Tipi	Mevcut Tip	Yeni Sistem Tip	Adet	Yeni Ekipman Birim Fiyat (TL)	Eski Ekipman Demontaj Fiyatı (TL)	Yıllık Kullanım Süresi (sa)	MEVCUT			ÖNERİLEN			Tasarruf Miktarı (kWh)	Tasarruf Miktarı (TL)	Yatırım Miktarı (TL+KDV)	Geri Ödeme Süresi
							Ekipmanın Gücü (W) Balast kayıpları dahil	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)	Ekipmanın Gücü (W) Balast kayıpları dahil	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)				
ASANSÖR BOŞLUĞU	TİP-8 E27 DUYLU KAFESLİ 1x60W ARMATÜR	36W LED ETANJ ARMATÜR	78	₺1.550,00	₺53,00	520	66	5.148	2.676,96	36	2.808,00	1.460,16	1.216,80	4.660,34	125.034,00	26,83
ISI MERKEZİ-ASANSÖR DAİRESİ-5. KAT	P1 1x36W SÜ FLORESAN ARMATÜR	36W LED ETANJ ARMATÜR	124	₺1.550,00	₺53,00	1.680,00	39,6	4.910	8.249,47	36	4.464,00	7.499,52	749,95	2.872,32	198.772,00	69,20
PANO ODALARI-TEMİZLİK ODALARI	TİP-9 P1-2x18W S.Ü FLORESAN ARMATÜR	36W LED ETANJ ARMATÜR	42	₺1.550,00	₺53,00	1.460,00	39,6	1.663	2.428,27	36	1.512,00	2.207,52	220,75	845,48	67.326,00	79,63
HASTA YATAK ODALARI	TİP-16 HASTA YATAK BAŞI ARMATÜRÜ (1x36W)	14W HASTA YATAK BAŞI TÜP LED ARMATÜR	219	₺137,50	₺35,50	2.190,00	39,6	8.672	18.992,56	14	3.066,00	6.714,54	12.278,02	47.024,80	37.887,00	0,81
FUAYE ALANI-TOPLANTI SALONU	TİP-20 Ö9-1x20W S.A SPOT ARMATÜR (FUAYE)	10W LED GÖMME SPOT ARMATÜR	53	₺3.226,13	₺35,50	260,00	22	1.166	303,16	10	530,00	137,80	165,36	633,33	172.866,39	272,95
TOPLANTI-SEMİNER SALONU	TİP-22 ATY2-4x14W S.A FLORESAN ARMATÜR	26W GÖMME LED PANEL ARMATÜR	398	₺1.370,00	₺35,50	260,00	61,6	24.517	6.374,37	26	10.348,00	2.690,48	3.683,89	14.109,29	559.389,00	39,65
KONFERANS SALONU-İLAÇ MALZEME DEPOSU-DEPO	TİP-3 ATY8-2x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	25W 30x60 EBATLARINDA S.A. LED ARMATÜR	43	₺1.350,00	₺31,00	1.460,00	39,6	1.703	2.486,09	25	1.075,00	1.569,50	916,59	3.510,53	59.383,00	16,92
MERDİVEN HOLÜ	TİP-13 Ö1-1x26W S.A SPOT ARMATÜR	15W LED GLOP ARMAÜR IP40	122	₺1.280,00	₺35,50	730,00	28,6	3.489	2.547,12	15	1.830,00	1.335,90	1.211,22	4.638,96	160.491,00	34,60
KORİDOR	TİP-17 24W 3 SAAT SÜRELİ ACİL YÖNLENDİRME ARMATÜRÜ (EXİT)	10W LED AYDINLATMA ARMATÜRLERİ İÇİN ACİL DURUM AYDINLATMA KİTİ	315	₺1.090,00		2190	26,4	8.316	18.212,04	10	3.150,00	6.898,50	11.313,54	43.330,86	343.350,00	7,92
KAZAN DAİRESİ (ISI MERKEZİ)	TİP-14 U-2x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR	12W LED ETANJ ARMATÜR	40	₺1.240,00	₺53,00	730	79,2	3.168	2.312,64	12	480,00	350,40	1.962,24	7.515,38	51.720,00	6,88
TOPLAM												**Elektrik**	**687.311,88**	**2.632.404,49**	**7.478.271,89**	**2,97**
												Doğalgaz	**-85.753,69**	**-117.482,56**		

Aşağıda bu uygulamanın gerçekleşmesiyle sağlanacak tasarruf miktarı, yatırım tutarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Baz – Karma Senaryo

Tablo 3. 89. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
1.095.995,65	408.683,77	687.311,88	62,71%

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
4.809.816,84	4.895.570,53	-85.753,69	-1,78%

*Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi önerisinde ilave ısı yükü BEP-TR 2 programı ile hesaplanmış, ilgili tablolara eklenmiştir.

Tablo 3. 90. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Analiz Tablosu

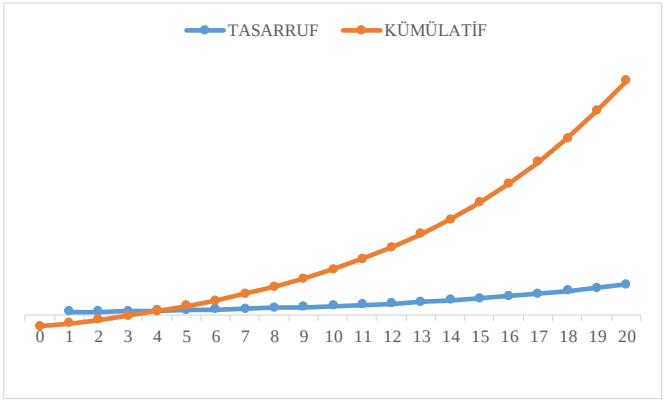
Baz Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	9.006.133,95	TL
B	Enerji tasarrufu	601.558,19	kWh
C		51,73	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	2.514.921,93	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	3,58	Yıl

Tablo 3. 91. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-9.006.133,95 TL
1	2.514.921,93 TL	-6.491.212,02 TL
2	2.835.574,48 TL	-3.655.637,54 TL
3	3.197.110,22 TL	-458.527,32 TL
4	3.604.741,77 TL	3.146.214,45 TL
5	4.064.346,35 TL	7.210.560,80 TL
6	4.582.550,51 TL	11.793.111,31 TL
7	5.166.825,70 TL	16.959.937,01 TL
8	5.825.595,98 TL	22.785.532,99 TL
9	6.568.359,46 TL	29.353.892,46 TL
10	7.405.825,30 TL	36.759.717,75 TL
11	8.350.068,02 TL	45.109.785,78 TL
12	9.414.701,69 TL	54.524.487,47 TL
13	10.615.076,16 TL	65.139.563,63 TL
14	11.968.498,37 TL	77.108.062,00 TL
15	13.494.481,91 TL	90.602.543,92 TL
16	15.215.028,36 TL	105.817.572,27 TL
17	17.154.944,47 TL	122.972.516,75 TL
18	19.342.199,89 TL	142.314.716,64 TL
19	21.808.330,38 TL	164.123.047,02 TL
20	24.588.892,50 TL	188.711.939,53 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	2.514.921,93	9.006.133,95	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
27.481.832,48 TL	20 Yıl	40,32%



Tablo 3. 92. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	9.006.133,95
Yatırım Maliyeti (USD)	285.812
Müteahhit Karı	0%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	601.558,19
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	79.811,68
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	2.514.921,93
Geri Ödeme Süresi	3,58
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	361,39

Derin Senaryo

Derin senaryo kapsamında ise 5422 adet verimsiz aydınlatma armatürlerinin LED aydınlatma armatürleri ile değiştirilmesi ve hastane binasının koridorlarına (zemin, 1, 2, 3 ve 4. kat) aydınlatma otomasyonu yapılması önerilmiştir. Fakat güvenlik nedeniyle karma senaryo kapsamına alınmamıştır.

Aşağıda bu uygulama ile sağlanacak tasarruf miktarı, yatırım tutarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Tablo 3. 93. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Tasarruf Tablosu

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
1.095.995,65	401.935,69	694.059,96	63,33%

*Hastane binasının koridorlarında bulunan armatürlerin %40 oranında daha az çalışacağı öngörülerek hesap yapılmıştır.

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
4.809.816,84	4.895.570,53	-85.753,69	-1,78%

*Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi önerisinde ilave ısı yükü ihtiyacı BEP-TR 2 programı ile hesaplanmış, ilgili tablolara eklenmiştir.

Tablo 3. 94. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Analiz Tablosu

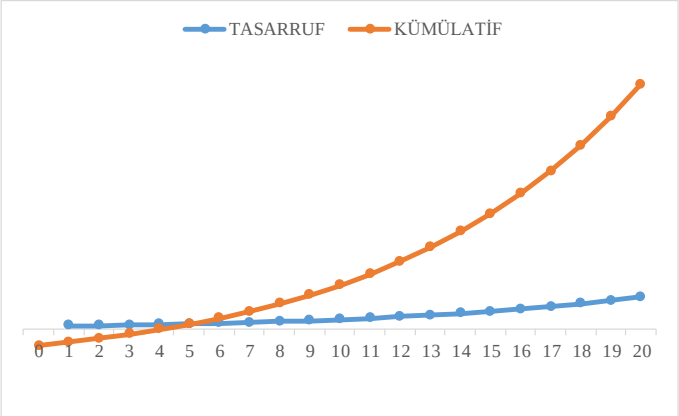
Derin Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	12.585.800,89	TL
B	Enerji tasarrufu	608.306,27	kWh
C		52,31	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	2.540.767,08	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	4,95	Yıl

Tablo 3. 95. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-12.585.800,89 TL
1	2.540.767,08 TL	-10.045.033,81 TL
2	2.864.714,88 TL	-7.180.318,93 TL
3	3.229.966,03 TL	-3.950.352,91 TL
4	3.641.786,69 TL	-308.566,21 TL
5	4.106.114,50 TL	3.797.548,29 TL
6	4.629.644,10 TL	8.427.192,38 TL
7	5.219.923,72 TL	13.647.116,10 TL
8	5.885.463,99 TL	19.532.580,09 TL
9	6.635.860,65 TL	26.168.440,74 TL
10	7.481.932,88 TL	33.650.373,62 TL
11	8.435.879,33 TL	42.086.252,95 TL
12	9.511.453,94 TL	51.597.706,89 TL
13	10.724.164,32 TL	62.321.871,21 TL
14	12.091.495,27 TL	74.413.366,48 TL
15	13.633.160,91 TL	88.046.527,39 TL
16	15.371.388,93 TL	103.417.916,32 TL
17	17.331.241,02 TL	120.749.157,34 TL
18	19.540.974,25 TL	140.290.131,59 TL
19	22.032.448,47 TL	162.322.580,06 TL
20	24.841.585,65 TL	187.164.165,71 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	2.540.767,08	12.585.800,89	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
24.277.142,13 TL	20 Yıl	32,09%



Tablo 3. 96. 5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	2.386.444,62
Otomasyon Yatırım Maliyeti (EURO)	69.785
Müteahhit Karı	25%
Toplam Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	12.585.800,89
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	608.306,27
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	80.631,88
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	2.540.767,08
Geri Ödeme Süresi	4,95
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	365,14

3.7.5. Priz Yükleri ve Diğer Ekipmanlar

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi binasında kullanılan priz yükleri, genel olarak; bilgisayar, fotokopi makinesi, yazıcı gibi ofis ekipmanları ve tıbbi cihazlardan oluşmaktadır. Bunlar, enerji verimliliği açısından değiştirilebilecek ekipmanlar olarak değerlendirilmediğinden, üzerlerinde herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Hastane binasında kullanılan diğer ekipmanlar bu bölüm altında incelenmiştir.

UPS (Kesintisiz Güç Kaynağı)

Hastane binasının kesintisiz güç ihtiyacı, enerji odasındaki 6 adet 100 kVA'lık UPS'ler tarafından sağlanmaktadır. Aşağıda UPS'e ait etiket bilgileri ve genel görünümleri paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 101. UPS Görünümü



Fotoğraf 3. 102. UPS Etiket Bilgisi

Çamaşırhane

Çamaşırhane bölümünde, biri arızalı 2 adet endüstriyel tip çamaşır yıkama makinesi, 1 adet endüstriyel tip çamaşır kurutma makinesi, 1 adet ütü ve 1 adet kullanımda olmayan endüstriyel tip ütü bulunmaktadır.

Çamaşırhanede bulunan kurutma makinesi, yıkama makinesi bilgileri, fotoğrafları ve etiket bilgileri aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. 97. Çamaşır Makineleri Bilgileri

Marka	Tip	Kapasite	Adet
Kromlüks	Yıkama Makinesi	60 kg	2
Kromlüks	Kurutma Makinesi	60 kg	1



Fotoğraf 3. 103. Çamaşır Yıkama Makinesi Etiket Bilgileri



Fotoğraf 3. 104. Çamaşır Kurutma Makinesi Etiket Bilgileri



Fotoğraf 3. 105. Çamaşır Yıkama Makineleri Görünümleri



Fotoğraf 3. 106. Çamaşır Kurutma Makinesi Görünümü

19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Vrms ph-n	226,37 V	224,85 V	225,86 V	0,55 V	
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Vrms ph-ph	390,38 V	391,63 V	390,74 V		
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Arms	3 A	3,3 A	3,4 A	0,5 A	
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Frekans	50,016 Hz				
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	THD V	0,58 %	0,56 %	0,54 %	18,19 %	
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	THD A	202,66 %	189,39 %	185,01 %	4,17 %	
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Etkin Güç	390 W	340 W	350 W		0,99 kW
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Görünür Güç	680 VA	750 VA	750 VA		2,19 kVA
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Yeniden etkin Güç	-40 var	-50 var	30 var		-60 var
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Güç Faktörü	0,43	0,45	0,46		0,45
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Cos Phi	0,99	0,99	1		1
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Aktif Enerji					
19.03.2023 14:28:48 614ms sn.	Aktif Enerji					

Fotoğraf 3. 107. Çamaşır Yıkama Makinesi Elektriksel Ölçüm Verisi

19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Vrms ph-n	225 V	225,75 V	225,91 V	0,29 V	
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Vrms ph-ph	390,15 V	391,3 V	390,58 V		
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Arms	45 A	47,1 A	48,9 A	0,5 A	
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Frekans	50,03 Hz				
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	THD V	0,62 %	0,57 %	0,64 %	32,85 %	
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	THD A	0,65 %	0,64 %	0,69 %	4,08 %	
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Etkin Güç	10,07 kW	10,62 kW	10,98 kW		31,68 kW
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Görünür Güç	10,12 kVA	10,63 kVA	11,04 kVA		31,8 kVA
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Yeniden etkin Güç	1,01 kvar	250 var	1,15 kvar		2,4 kvar
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Güç Faktörü	1	1	0,99		1
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Cos Phi	1	1	0,99		1
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Aktif Enerji					
19.03.2023 14:24:49 239ms sn.	Aktif Enerji					

Fotoğraf 3. 108. Çamaşır Kurutma Makinesi Elektriksel Ölçüm Verisi

Ütü

Hastane binasında 1 adet 145x50x92 cm kapasiteli 0,5 kW motor gücüne sahip ve 1 adet 2,2 kW motor gücüne sahip ütü bulunmaktadır. Aşağıda etiket bilgileri, fotoğrafı ve elektriksel ölçüm sonucu paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 109. Ütü Etiketi





Fotoğraf 3. 110. Ütü Görünümü

3.8. Tarifeler ve Tedarikçiler

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nde kullanılan enerji türlerine göre tedarikçiler ve tarifeler aşağıdaki tabloda sunulmuştur. 2022 yılında enerji piyasasındaki dalgalanmalar sebebiyle yıl içinde EPDK tarafından sekiz farklı dönemsel birim fiyat yayınlanmış, detaylı tarife analizi buna göre yapılmış ve ekte sunulmuştur. Tablo 3.87'de bulunan elektrik birim fiyatı ise ilgili yılların birim fiyat ortalamasıdır.

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi elektrik tedariğini 2019 yılında yılında EnerjiSA Elektrik Perakende Satış A.Ş.'den, 2020 yılı Nisan ayı itibariyle Yepaş Elektrik Toptan Satış A.Ş.'den, 2021 yılı Nisan ayı itibariyle Yepsaş Türkerler Van Gölü Elektrik Perakende Satış A.Ş.'den, 2022 yılı Nisan ayı itibariyle ise de EnerjiSA Elektrik Perakende Satış A.Ş.'den sağlamıştır. Bina doğalgaz tedariğini ise 2019, 2020, 2021 ve 2022 yıllarında Kırgaz Kırıkkale Kırşehir Doğal Gaz Dağıtım ve Pazarlama A.Ş.'den sağlamıştır.

Tablo 3. 98. Tarife Analizi

		2019	2020	2021	2022
Elektrik Tedarikçisi	Tarife türü	OG Ticarethane Serbest Tüketici Tek Terimli	OG Ticarethane Serbest Tüketici Tek Terimli	OG Ticarethane Serbest Tüketici Tek Terimli	OG Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer Serbest Tüketici Tek Terimli
	TL/kWh	0,742	0,825	0,785	3,704
	Aylık ortalama gider (TL)	172.974,026	66.373,842	131.938,407	659.841,099
Doğalgaz Tedarikçisi	Tarife türü	Sabit Tarife	Sabit Tarife	Sabit Tarife	Sabit Tarife
	TL/kWh	0,170	0,179	0,211	1,318
	Aylık ortalama gider (TL)	139.695,591	115.847,149	209.204,777	1.251.068,575

Binanın kullandığı elektrik tarifesi 2022 yılı için aylık olarak incelenmiş ve EPDK tarifeleriyle karşılaştırılarak mevcut durum aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 3. 99. Aylık Tarife İncelemesi Tablosu

2022	Tüketim	Mevcut Fatura Tutarı	EDPK Tek Zamanlı	EPDK Çok Zamanlı	Minimum Fark	Maksimum Fark	Değerlendirme
Ocak	228.456,24 kWh	565.113,42 TL	621.914,74 TL	586.746,88 TL	21.633,46 TL	56.801,32 TL	**Tarife avantajlıdır.**
Şubat	178.500,24 kWh	381.978,39 TL	472.668,74 TL	463.617,57 TL	81.639,18 TL	90.690,35 TL	**Tarife avantajlıdır.**
Mart	216.052,80 kWh	543.310,74 TL	566.311,74 TL	555.339,74 TL	12.029,00 TL	23.001,00 TL	**Tarife avantajlıdır.**
Nisan	104.598,48 kWh	291.187,89 TL	300.157,04 TL	293.295,06 TL	2.107,16 TL	8.969,15 TL	**Tarife avantajlıdır.**
Mayıs	69.066,24 kWh	185.446,53 TL	207.714,56 TL	203.825,92 TL	18.379,39 TL	22.268,03 TL	**Tarife avantajlıdır.**
Haziran	196.500,96 kWh	666.796,12 TL	667.062,00 TL	661.971,67 TL	265,87 TL	4.824,46 TL	**Tarife avantajlı değildir.**
Temmuz	180.537,12 kWh	648.002,52 TL	615.146,57 TL	612.372,14 TL	-35.630,38 TL	-32.855,96 TL	**Tarife avantajlı değildir.**
Ağustos	339.446,88 kWh	1.498.489,35 TL	1.131.931,26 TL	1.140.236,74 TL	-366.558,09 TL	-358.252,61 TL	**Tarife avantajlı değildir.**
Eylül	199.089,84 kWh	1.075.320,51 TL	869.717,14 TL	868.510,99 TL	-206.809,51 TL	-205.603,36 TL	**Tarife avantajlı değildir.**
Ekim	86.658,48 kWh	402.933,49 TL	394.392,94 TL	390.135,65 TL	-12.797,84 TL	-8.540,54 TL	**Tarife avantajlı değildir.**
Kasım	160.229,04 kWh	756.596,39 TL	705.425,98 TL	694.764,69 TL	-61.831,70 TL	-51.170,41 TL	**Tarife avantajlı değildir.**
Aralık	178.820,40 kWh	902.917,83 TL	784.024,37 TL	773.219,38 TL	-129.698,45 TL	-118.893,46 TL	**Tarife avantajlı değildir.**
Toplam	**2.137.956,72 kWh**	**7.918.093,19 TL**	**7.336.467,08 TL**	**7.244.036,42 TL**	**581.626,11 TL**	**674.056,76 TL**	**Tarife avantajlı değildir.**

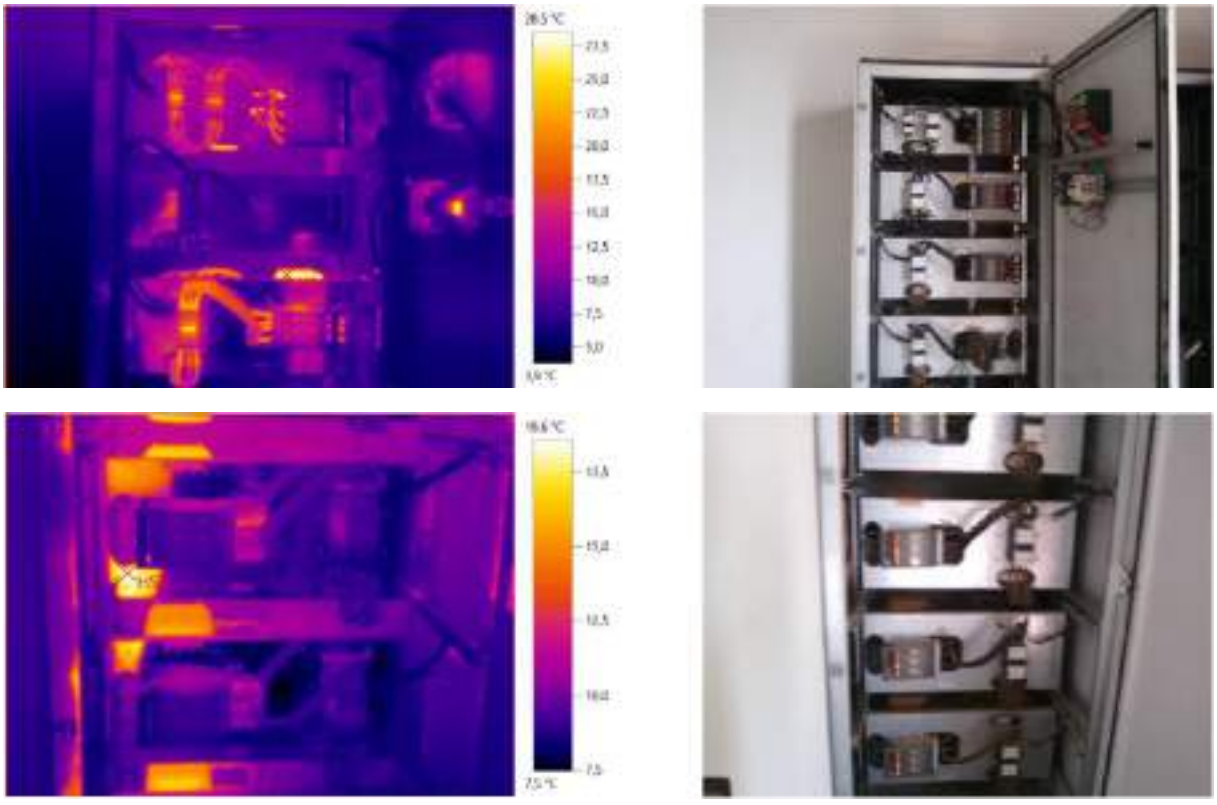
Binanın kullandığı tarife EPDK tarifesiyle karşılaştırıldığında dezavantajlı olduğu tespit edilmiştir. Bina elektrik tedariği için yeni bir anlaşma yapmayı düşünebilir.

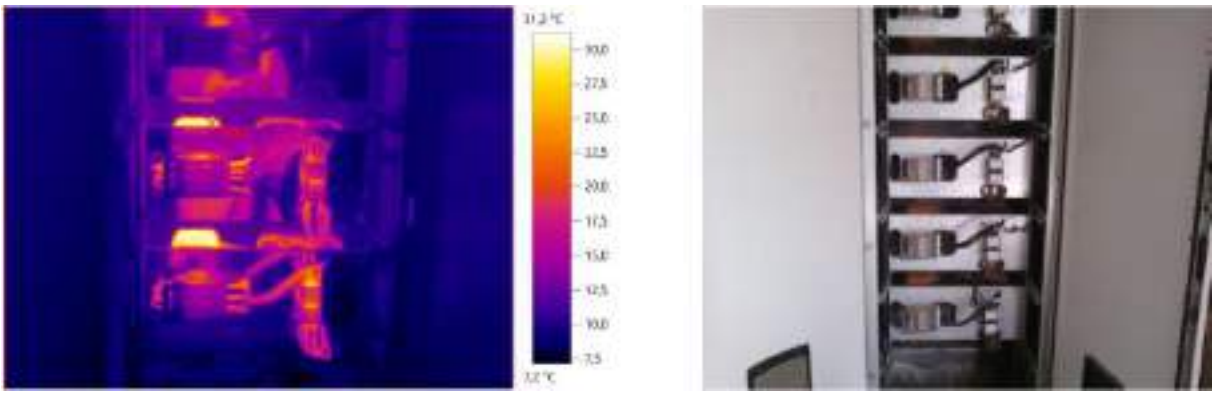
3.9. Güç Kompanzasyon Sistemi

Hastane binasının elektrik ana dağıtım panosu noktasında 1062,5 kVAr'lık tristör kontrollü harmonik filtreli merkezi kompanzasyon sistemi mevcuttur. 18 adet kademeden oluşan kompanzasyon panosunun 15 tanesi kullanılmaktadır. Kompanzasyon panosuna ait görseller ve termal kamera görüntüleri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 111. Harmonik Filtreli Kompanzasyon Panosu





Fotoğraf 3. 112. Kompanzasyon Panosu Termal Kamera Görüntüleri

Kompanzasyon panosunun termal kamera görüntülemelerinde, sıcaklık açısından herhangi bir olumsuzluğa rastlanmamıştır.

Binanın 2022 yılı aylık elektrik faturaları incelenerek, bu dönemde tesisin endüktif reaktif ve kapasitif reaktif oranlarının uygun olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Reaktif oranları inceleme tablosu aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 100. 2022 Yılı Reaktif Enerji Tablosu

Aylar	Aktif	Endüktif	Kapasitif	Endüktif (%)	Kapasitif (%)	Ceza
Ocak	228.456,24	21.439,68	11,04	9,38%	0,00%	Yok
Şubat	178.500,24	13.397,04	11,04	7,51%	0,01%	Yok
Mart	216.052,80	17.895,84	22,08	8,28%	0,01%	Yok
Nisan	104.598,48	6.397,68	5,52	6,12%	0,01%	Yok
Mayıs	69.066,24	4.421,52	16,56	6,40%	0,02%	Yok
Haziran	196.500,96	11.465,04	60,72	5,83%	0,03%	Yok
Temmuz	180.537,12	12.640,80	49,68	7,00%	0,03%	Yok

Ağustos	339.446,88	24.023,04	342,24	7,08%	0,10%	Yok
Eylül	199.089,84	14.672,16	204,24	7,37%	0,10%	Yok
Ekim	86.658,48	5.293,68	33,12	6,11%	0,04%	Yok
Kasım	160.229,04	11.520,24	110,40	7,19%	0,07%	Yok
Aralık	178.820,40	12.789,84	320,16	7,15%	0,18%	Yok

2022 yılına ait reaktif oranlar incelendiğinde, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane Binası'nın yıl boyunca herhangi bir ceza bedeli ödemediği tespit edilmiştir.

Yukarıda yapılan inceleme ve ölçüm sonuçlarına dayanarak, kompanzasyon sistemine ilişkin bir öneride bulunulmamıştır.

4. Enerji Yönetimi ve Bina Yönetim Sistemleri

4.1. Enerji Yönetimi ve Maliyetsiz/Düşük Maliyetli Fırsatlar

27.10.2011 tarihli Resmi Gazetede "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik"te yer alan Madde 9'a göre, "…toplam inşaat alanı en az on bin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi iki yüz elli TEP ve üzeri olan kamu kesimi binalarının yönetimleri, bina ve tesislerinde, 8 inci maddede belirtilen enerji yönetimi faaliyetlerinin yürütülmesini temin etmek üzere, binalarındaki çalışanları arasından enerji yöneticisi sertifikasına sahip birisini enerji yöneticisi olarak görevlendirir.'' Kırıkkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Hastanesi binası; toplam enerji tüketimi ve toplam inşaat alanı sınır değerlerinin üzerinde olduğundan enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlüdür. Kırıkkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Hastanesi'nin enerji yöneticisi 4007 sertifika numarasına sahip Mustafa Elibol'dur. Hastane binasının enerji tüketimleri düzenli olarak ENVER portalına girilmektedir.

25.01.2020 tarih ve 31019 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik''te yer alan Madde 30'a göre ''Enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü kamu binalarında etüt yaptırılması zorunludur. Bu etütler kamu binasının bağlı olduğu kurum ve kuruluşlar tarafından şirketlere yaptırılır veya çalışanları arasında bina etüt-proje sertifikasına sahip personel bulunması durumunda kurum ve kuruluşların kendisi yapar. Bu etütler her yedi yılda bir yenilenir. Etüt raporları ve belirlenen önlemlere ilişkin uygulama planlarının birer sureti kurum ve kuruluş tarafından Bakanlığa gönderilir ve istenen veriler ENVER portalına girilir. Hazırlanan nihai etüt raporları etüdün yapıldığı yılı takip eden yılın Mart ayı sonuna kadar Bakanlığa iletilir.''

Detaylı enerji etüdü yaptırma zorunluluğu olan hastane binasında daha önce herhangi bir detaylı enerji etüdü çalışması yapılmamıştır. KABEV projesi kapsamında hazırlanmış olan bu Enerji Etüt Raporu ve belirlenen önlemlere ilişkin uygulama planlarının birer sureti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na gönderilmeli ve istenen veriler ENVER portalına girilmelidir.

Bunun dışında, hastane binası 2023 yılı sonuna kadar TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi kurarak belgelendirmekle yükümlüdür. Ancak hastane binasında TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi'ne yönelik çalışmalar henüz başlamamıştır. Hastane binasının, yukarıda belirtilen tarihe kadar Türk Akreditasyon Kurumu tarafından akredite olmuş uygunluk değerlendirme kuruluşları tarafından belgelendirilmesi önerilmektedir. Enerji yönetim sisteminin güncel tutulmasından hastane yönetimi ve Enerji Yöneticisi sorumludur.

Hastane binasında yapılan saha ölçümleri, analiz edilen sistem ve ekipmanların detaylı incelenmesinin ardından oluşturulmuş, düşük maliyetli enerji yönetimi fırsatı kapsamında enerji verimliliği bilinçlendirme projesi ele alınmıştır.

Enerji verimliliği bilinçlendirme eğitimi projesi idari personel için enerji verimliliği konusunda farkındalık oluşturmayı hedefleyen bir projedir. Bilinçlendirme eğitimi kapsamında aşağıda belirtilen konulara yer verilebilir;

- Güneşten yeterli ışığın alınabildiği zamanlarda mahallerde gereksiz lambalar söndürülmesi bilinci geliştirilebilir.
- Koridor, tuvalet gibi mekanlarda yer alan lambalar kullanılmadıkları zamanlarda söndürülmesi için uyarı levhaları asılabilir.

- Cihazların en enerji verimli olanı satın alınması gerektiği satın alma birimi ile paylaşılabilir. Enerji etiketi üzerinde "A, A++ veya A+++ sınıfı" yazan ürünler tercih edilmesi sağlanabilir.
- Lambaların ve reflektörlerin temizliği düzenli olarak temizlik ekiplerine yaptırılabilir.
- Merkezi havalandırma ve ısıtma olduğu için kapıların ve pencerelerinin mümkün olduğunca kapalı tutulması sağlanmalıdır.
- Mahallerde sıcak olduğu zaman pencere açmak yerine fancoil termostatı ile sıcaklık kontrolü yapılmalıdır. Bunun nasıl kullanılacağına ilişkin afişlere yer verilebilir.
- Elektrikli cihazların ve aydınlatma ekipmanlarının kullanılmadıkları durumlarda kapatılmaları, ayrıca uzun süre kullanılmayan elektrikli cihazların bekleme modunda bırakılmaması ve yapılan enerji verimliliğine esas uygulamalar dahilinde personele yönelik bilinçlendirme faaliyetleri yürütülmelidir.

Enerji tüketimi konusunda kurum personelinin bilinçlendirilmesi amacıyla; enerji yönetimine ilişkin bir politikanın yönetim tarafından hazırlanarak, bütün kurum çalışanlarına duyurulması ve empoze edilmesinin enerji yönetimi konusunda kurumsal ve bireysel anlamda faydalı olacağı önerilmektedir. Bunun yanı sıra "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik"te kamu kurumlarının enerji verimliliğine yönelik alması gereken tedbirler belirlenmiştir. Ayrıca Resmi Gazete'nin 15 Eylül 2019 tarihli sayısında yayınlanan Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü olan kamu binaları için 2023 yılı sonuna kadar asgari %15 oranında enerji tasarrufu sağlama hedefi getirilmiştir. Kamu kurum ve kuruluşları, bu rehber kapsamında tanımlanan hedefleri sağlamak amacıyla aşağıda sıralanan enerji yönetim faaliyetlerini ve enerji verimliliği önlemlerini veya etüt çalışmaları ile belirlenen önlemleri bunlarla sınırlı kalmamak kaydıyla maliyet, tasarruf potansiyeli, uygulama kolaylığı, uygulamanın ekonomik ömrü, ekonomik yapılabilirlik gibi kriterleri dikkate alarak önceliklendirecek ve 2023 yılı sonuna kadar kısmen veya tamamen uygulayacaktır.

❖ Isıtma sistemlerinde kullanılan kazanlarda her yıl baca gazı ölçümleri yapılarak brülör ayarları kontrol edilecektir.

❖ İç ortam sıcaklığının ısıtma sezonunda en fazla 22 °C, soğutma sezonunda ise en az 24 °C olması sağlanacaktır.

- Önü kapalı olan radyatörlerin önleri ve üzerleri açılacak, radyatör arkalarına alüminyum folyo kaplı ısı yalıtım levhaları yerleştirilecek, ihtiyaç çerçevesinde; radyatör iç temizliği sağlanacaktır.
- Kapı ve pencerelerden kaynaklanan kaçaklar tespit edilecek ve sızdırmazlığın sağlanmasına yönelik gerekli tamirat işlemleri yapılacaktır.
- Elektrik faturalarında reaktif ceza olan kamu binalarında reaktif güç kontrol panoları iyileştirilecek ve reaktif cezaların önüne geçilecektir.
- Kaynak israfı oluşturmamak üzere; daha önce kısmen veya tamamen uygulaması yapılmış önlemlerde mükerrerliğe gidilmemesi ve yürütülecek çalışmaların teknik ve ekonomik yapılabilirliğe göre değerlendirilmesine dikkat edilecektir.
- Bina enerji tüketimini etkileyecek rehabilitasyon, modernizasyon ekipman değişimi ve ilavesinde maliyet etkin olması şartıyla verimlilik kriterleri dikkate alınacaktır.

4.2. Bina Yönetim Sistemleri ve Sayaç/Ölçüm Sistemleri

Bu çalışma kapsamında ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri ve yardımcı sistemler için otomasyon sisteminin geliştirilmesi ve kapsamının genişletilmesi önerilmektedir.

Bina otomasyon ve enerji izleme sisteminin iyileştirilmesiyle yoğun kontrolün gerektiği hastane binalarında EN15232:2012 standardında belirtilen değerlerden daha konservatif bir yaklaşımla yaklaşık olarak %7 oranında elektrik ve doğalgaz enerjisinden tasarruf elde edileceği öngörülmüştür (Ampirik bir kabul yapılmıştır). Diğer yandan, kamu binalarında bulunan işletme ve bakım personelinin yeterlilikleri de göz önünde bulundurularak ileride kullanım ve işletme anlamında zorluklar çıkmaması adına kullanımı kolay fakat kapsamlı şekilde kontrol ve izleme sağlayabilecek seviyede sistemler önerilmiştir. Böylelikle, bina otomasyon sistemleri konusunda yüksek seviyede ehliyete sahip olmayan işletme personeli veya yetkililerinin kolaylıkla kullanabileceği bir sistem var olacaktır. Bina seviyesinde enerji tüketimlerini izleyebilirken ana ısıtma (ve varsa havalandırma ve soğutma) ekipmanlarını temel seviyede kontrol edebilecek ve izleyebilecek bir sistem için yatırım yapılması tavsiye edilmektedir. Böylelikle, ileride enerji verimliliğine dair yapılacak çalışmalarda ölçüm ve doğrulamaya basit şekilde de olsa imkan tanıyacak bir altyapı olacaktır. Sadece klima santrallerini açıp kapatan otomasyon sistemi vardır. (ERG otomasyon). Klima santrallerinde hava debisi, dış hava sıcaklığı, ısı geri kazanım ünitesini iki çıkış sıcaklığı, dönüş iç hava kalitesi, filtrelerde kirlilik set değerleri gibi olması gereken parametreler görünmemektedir.

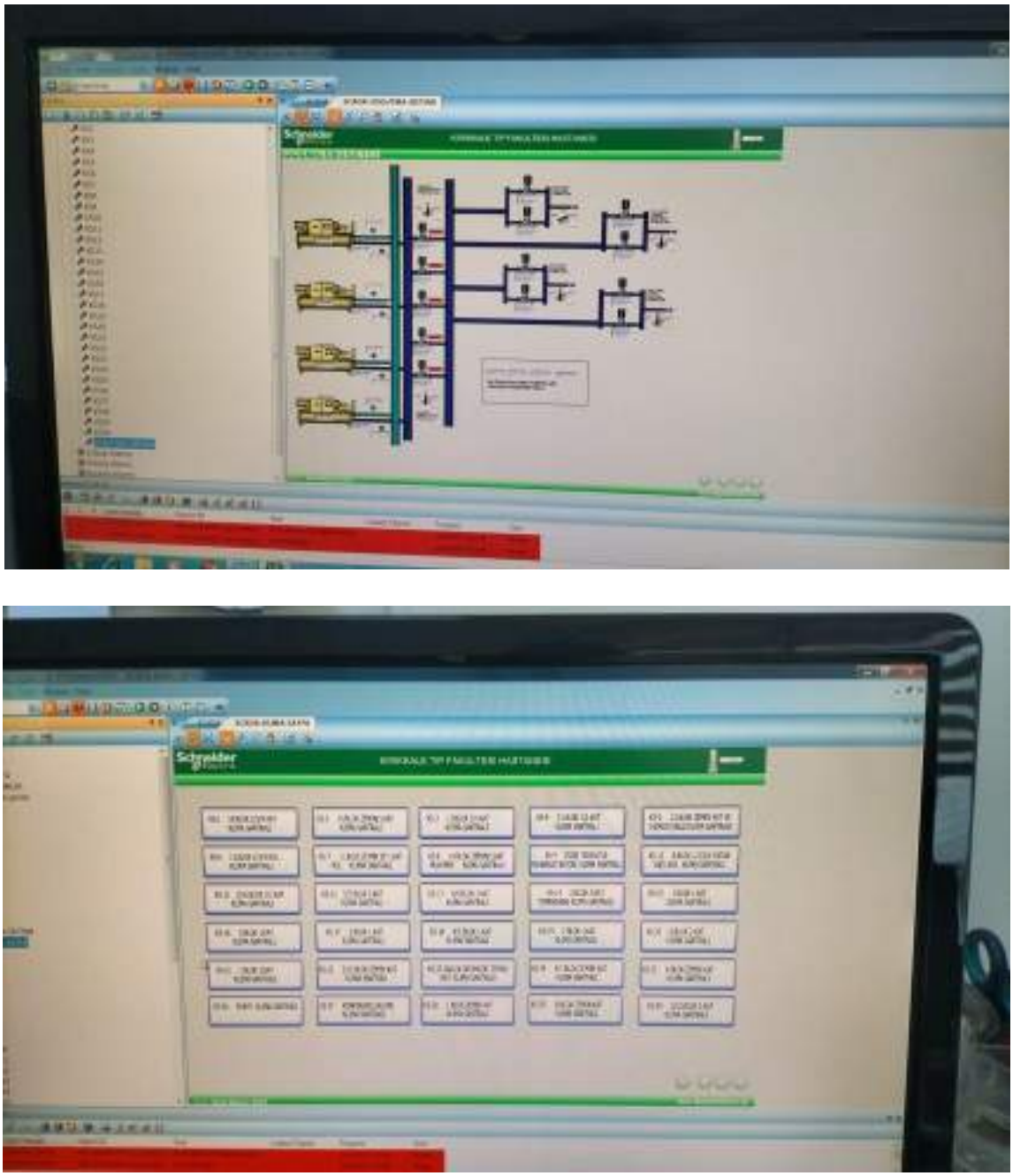
Mahallerde, ısıtma, soğutma ve havalandırma ihtiyaçları kontrol edilememektedir. Kurgulanacak iyi bir otomasyon sistemiyle ısıtma, soğutma ve havalandırma sisteminde kullanılan mekanik ekipmanların ihtiyaç mertebelerinde çalışması sağlanarak ciddi oranlarda enerji tasarrufu elde edilebilir.

BMS ve EÖS kurulumu kapsamda klima santralleri otomasyon ile kontrol edilebilecek, SET değerleri izlenebilecektir. Ayrıca kurulacak enerji analizörleri ile PV sistem, şebekeden kullanılan enerji miktarları, aydınlatma, ısıtma ve soğutma sistemlerinin tüketimleri vb. izlenebilecektir. Bu kapsamda klima santrallerine DHS eklenmesi, fark basınç sensörleri, damper motorları, enerji analizörleri, harmonik izleme sistemleri vb. ekipmanlar kullanılacaktır. Bu EVÖ'nün uygulanmasıyla hastane binasının doğalgaz ve elektrik enerjisi tüketiminden %7 tasarruf sağlayacağı öngörülmektedir. Bu EVÖ'nün ekonomik ömrü 20 yıl olarak alınmıştır. Karma senaryoda geri ödeme süresi ise 17,57 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu EVÖ'nün uygulanması önerilen diğer EVÖ'lerin sağlıklı çalışması ve hesaplanan tasarrufları sağlaması açısından önem arz etmektedir. Aşağıda otomasyon sisteminin mevcut durumunun tarifi ve tasarımı açıklanmıştır.

Mevcut Durum:

Binada otomatik kontrol sistemi bulunmaktadır. Klima santrali ve chiller için açma kapama yapılabiliyor. Pompalar kontrol edilemiyor ve kazanlar için manuel açma kapama yapılmaktadır. Otomatik kontrol sistemine ait fotoğraflar verilmiştir.





Fotoğraf 4. 1. Otomatik Kontrol Görüntüleri

BMS ve EÖS Tasarımı:

Binada aşağıdaki cihazlarda dengeli bir kontrol sağlamak için otomasyon sistemi baştan aşağı değiştirilerek kapsamlı bir kontrol planlanmaktadır. Bu kontrolün sağlanması durumunda hastane binasındaki ekipmanların çalışma sürelerinde azalmalar olacaktır. Aynı zamanda hastane binası kullanıcılarının da bu sistemin kurulması ile birlikte konfor şartlarında iyileşme sağlanması planlanmaktadır.

Klima Santrallerinde motorlara VSD uygulaması yaparak, steril alan dışındaki bölümlerde dönüş hava kalitesine göre optimizasyon planlanmaktadır. Mevsimsel olarak serbest soğutma imkanı olduğunda bu avantajdan da yararlanılmak istenmektedir.

- Klima santralleri için taze hava damperi, egzoz hava damperi açma/kapama bilgisi ve durum bilgisi, filtre kirlilik alarm bilgisi, donma alarm bilgisi, üfleme ve dönüş havası sıcaklık ve basınç bilgileri, vantilatörlerin ve aspiratölerin otomatik/manuel bilgisi ve kayış koptu bilgisi ve oransal kontrol bilgisi,
- Bahçe sulama deposu ve kullanma suyu için depo suyu seviye bilgisi,
- Bahçe sulama hidroforu, kullanma suyu hidroforu ve yumuşak su hidroforu için arıza bilgisi, durum bilgisi ve hat suyu basınç bilgisi,
- Sürücülü yumuşak su sirkülasyon pompası için durum bilgisi, arıza bilgisi ve otomatik/manuel bilgisi,
- Kazanlar için gidiş ve dönüş suyu sıcaklık bilgisi, arıza ve durum bilgisi,
- Sürücülü ısıtma sirkülasyon pompaları için oransal kontrol bilgisi, hız bilgisi, gidiş suyu sıcaklık ve basınç bilgisi, zon devresi vanası kontrol,
- Akümülasyon tankı için tank suyu sıcaklık bilgisi,
- Chiller için gidiş ve dönüş suyu sıcaklık bilgisi, arıza ve durum bilgisi,
- Sürücülü chiller pompaları için hız bilgisi, otomatik/manuel bilgisi, gidiş suyu sıcaklık ve basınç bilgisi,
- Sürücülü soğutma sirkülasyon pompaları için oransal kontrol bilgisi, otomatik/manuel bilgisi,
- Hepa filtre kirlilik bilgisi,

Hastane binasında otomasyon sistemi ve enerji ölçüm izleme sistemi kurulması ile sağlanacak avantajlar yukarıda verilmiştir.

Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Baz Senaryo

Baz Senaryo kapsamında Bina Otomasyon Siteminin (BMS) kurulması projesi önerilmektedir. Bu öneriye ait tasarruf analizleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 4. 1. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	91.465,62	91.465,62	100%

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	808.860,55	808.860,55	100%

Tablo 4. 2. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu

Baz Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	24.065.796,73	TL
B	Enerji tasarrufu	900.326,17	kWh
C		77,43	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh

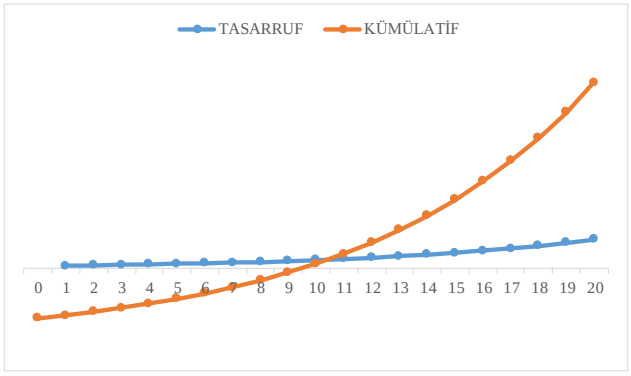
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.458.452,28	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	16,50	Yıl

Tablo 4. 3. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-24.065.796,73 TL
1	1.458.452,28 TL	-22.607.344,45 TL
2	1.644.404,95 TL	-20.962.939,50 TL
3	1.854.066,58 TL	-19.108.872,91 TL
4	2.090.460,07 TL	-17.018.412,84 TL
5	2.356.993,73 TL	-14.661.419,11 TL
6	2.657.510,43 TL	-12.003.908,68 TL
7	2.996.343,01 TL	-9.007.565,67 TL
8	3.378.376,75 TL	-5.629.188,92 TL
9	3.809.119,78 TL	-1.820.069,14 TL
10	4.294.782,55 TL	2.474.713,41 TL
11	4.842.367,33 TL	7.317.080,74 TL
12	5.459.769,16 TL	12.776.849,90 TL
13	6.155.889,73 TL	18.932.739,63 TL
14	6.940.765,67 TL	25.873.505,31 TL
15	7.825.713,29 TL	33.699.218,60 TL
16	8.823.491,74 TL	42.522.710,34 TL
17	9.948.486,94 TL	52.471.197,28 TL
18	11.216.919,02 TL	63.688.116,30 TL
19	12.647.076,20 TL	76.335.192,49 TL
20	14.259.578,41 TL	90.594.770,90 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	1.458.452,28	24.065.796,73	15%

	NBD	Faydalı Ömür	İKO
-	2.905.713,24 TL	20 Yıl	13,54%



Tablo 4. 4. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	24.065.796,73
Yatırım Maliyeti (EUR)	383.280
Müteahhit Karı	25%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	900.326,17
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83

Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	46.284,35
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.458.452,28
Geri Ödeme Süresi	16,50
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	240,04

Derin Senaryo

Bina Otomasyon Siteminin (BMS) kurulması projesi önerilmektedir. Bu öneriye ait tasarruf analizleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 4. 5. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	76.464,85	76.464,85	100%

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	742.520,43	742.520,43	100%

Tablo 4. 6. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu

Derin Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	24.065.796,73	TL
B	Enerji tasarrufu	818.985,28	kWh
C		70,43	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh

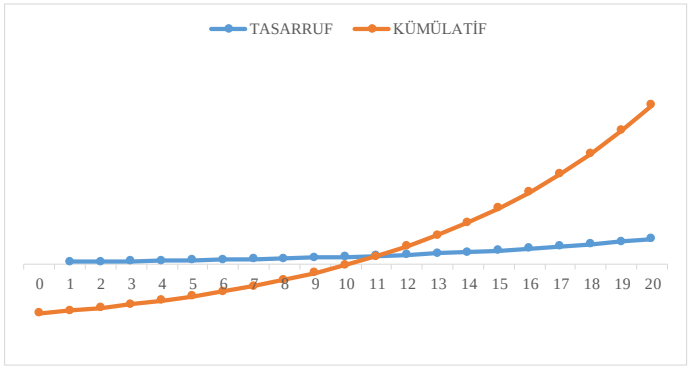
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.310.113,36	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	18,37	Yıl

Tablo 4. 7. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-24.065.796,73 TL
1	1.310.113,36 TL	-22.755.683,37 TL
2	1.477.152,81 TL	-21.278.530,56 TL
3	1.665.489,80 TL	-19.613.040,76 TL
4	1.877.839,75 TL	-17.735.201,01 TL
5	2.117.264,32 TL	-15.617.936,70 TL
6	2.387.215,52 TL	-13.230.721,18 TL
7	2.691.585,49 TL	-10.539.135,69 TL
8	3.034.762,64 TL	-7.504.373,04 TL
9	3.421.694,88 TL	-4.082.678,16 TL
10	3.857.960,98 TL	-224.717,18 TL
11	4.349.851,00 TL	4.125.133,82 TL
12	4.904.457,01 TL	9.029.590,83 TL
13	5.529.775,27 TL	14.559.366,10 TL
14	6.234.821,62 TL	20.794.187,72 TL
15	7.029.761,38 TL	27.823.949,10 TL
16	7.926.055,95 TL	35.750.005,05 TL
17	8.936.628,09 TL	44.686.633,14 TL
18	10.076.048,17 TL	54.762.681,31 TL
19	11.360.744,31 TL	66.123.425,62 TL
20	12.809.239,21 TL	78.932.664,84 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	1.310.113,36	24.065.796,73	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
- 5.057.901,59 TL	20 Yıl	12,38%



Tablo 4. 8. Bina Otomasyon Siteminin (BMS) Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	24.065.796,73
Yatırım Maliyeti (EUR)	383.280
Müteahhit Karı	25%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	818.985,28
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83

Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	41.576,78
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.310.113,36
Geri Ödeme Süresi	18,37
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	216,19

Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Baz Senaryo

Baz Senaryo kapsamında Enerji Ölçüm İzleme Siteminin (EÖS) kurulması projesi önerilmektedir. Bu öneriye ait tasarruf analizleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 4. 9. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	85.063,03	85.063,03	100%

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	752.240,31	752.240,31	100%

Tablo 4. 10. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Analiz Tablosu

Baz Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	1.246.484,30	TL
B	Enerji tasarrufu	837.303,34	kWh

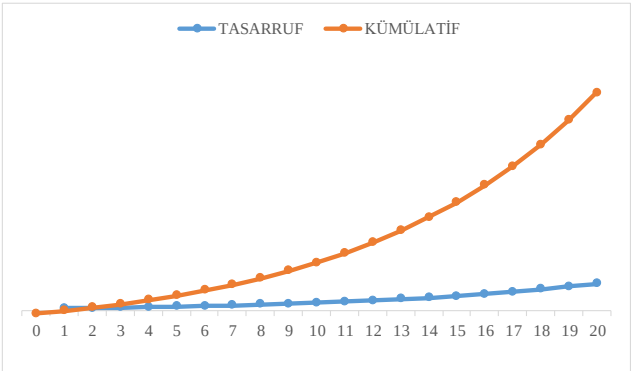
C		72,01	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.356.360,62	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	0,92	Yıl

Tablo 4. 11. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-1.246.484,30 TL
1	1.356.360,62 TL	109.876,33 TL
2	1.529.296,60 TL	1.639.172,93 TL
3	1.724.281,92 TL	3.363.454,86 TL
4	1.944.127,87 TL	5.307.582,72 TL
5	2.192.004,17 TL	7.499.586,89 TL
6	2.471.484,70 TL	9.971.071,59 TL
7	2.786.599,00 TL	12.757.670,60 TL
8	3.141.890,37 TL	15.899.560,97 TL
9	3.542.481,40 TL	19.442.042,36 TL
10	3.994.147,77 TL	23.436.190,14 TL
11	4.503.401,62 TL	27.939.591,75
12	5.077.585,32 TL	33.017.177,08
13	5.724.977,45 TL	38.742.154,53
14	6.454.912,07 TL	45.197.066,60
15	7.277.913,36 TL	52.474.979,96
16	8.205.847,32 TL	60.680.827,28
17	9.252.092,85 TL	69.932.920,13
18	10.431.734,69 TL	80.364.654,82
19	11.761.780,86 TL	92.126.435,68
20	13.261.407,92 TL	105.387.843,61

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	1.356.360,62	1.246.484,30	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
18.432.393,35 TL	20 Yıl	121,56%



Tablo 4. 12. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	830.989,53
Yatırım Maliyeti (EURO)	24.300,00
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	1.246.484,30
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	36.450,00
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	837.303,34

Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	43.044,45
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.356.360,62
Geri Ödeme Süresi	0,92
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	223,23

Derin Senaryo

Enerji Ölçüm İzleme Sistemi (EÖS) kurulması projesi önerilmektedir. Bu öneriye ait tasarruf analizleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 4. 13. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	71.112,31	71.112,31	100%

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	690.544,00	690.544,00	100%

Tablo 4. 14. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Analiz Tablosu

	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	1.246.484,30	TL
B	Enerji tasarrufu	761.656,31	kWh
C		65,50	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh

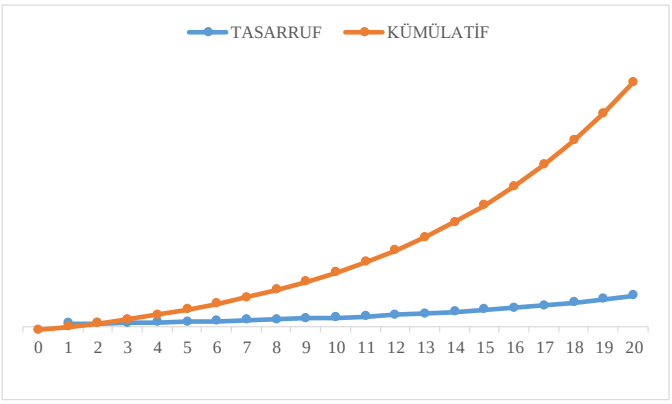
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.218.405,43	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	1,02	Yıl

Tablo 4. 15. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-1.246.484,30 TL
1	1.218.405,43 TL	-28.078,87 TL
2	1.373.752,12 TL	1.345.673,25 TL
3	1.548.905,51 TL	2.894.578,76 TL
4	1.746.390,97 TL	4.640.969,73 TL
5	1.969.055,81 TL	6.610.025,54 TL
6	2.220.110,43 TL	8.830.135,97 TL
7	2.503.174,51 TL	11.333.310,48 TL
8	2.822.329,26 TL	14.155.639,74 TL
9	3.182.176,24 TL	17.337.815,97 TL
10	3.587.903,71 TL	20.925.719,68 TL
11	4.045.361,43 TL	24.971.081,12
12	4.561.145,02 TL	29.532.226,13
13	5.142.691,01 TL	34.674.917,14
14	5.798.384,11 TL	40.473.301,25
15	6.537.678,08 TL	47.010.979,33
16	7.371.232,04 TL	54.382.211,37
17	8.311.064,12 TL	62.693.275,49
18	9.370.724,80 TL	72.064.000,29
19	10.565.492,21 TL	82.629.492,50
20	11.912.592,47 TL	94.542.084,96

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	1.218.405,43	1.246.484,30	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
16.430.858,18 TL	20 Yıl	110,50%



Tablo 4. 16. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	830.989,53
Yatırım Maliyeti (EURO)	24.300,00
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	1.246.484,30
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	36.450,00

Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	761.656,31
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	38.666,40
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.218.405,43
Geri Ödeme Süresi	1,02
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	201,05

5. Yerinde Üretim ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri

Hastane binasında yerinde üretim konusu kojenerasyon ve GES tesisi modellemeleri üzerinden incelenmiştir. Bu kapsamda öncelikle yasal dayanaklar ve kapasite belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve aşağıda paylaşılmıştır.

5.1. Kojenerasyon Santrali Kurulumu

Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği Madde 5d ve Madde 5e kapsamında binalarda kojenerasyon ve mikrokojenerasyon tesisleri kurulabilir. Binanın mevcut enerji tüketim profili incelenmiş ve 0,60 MWe kapasiteli bir kojenerasyon tesisi kurulması önerilmiştir.



Fotoğraf 3. 113. Kojenerasyon Tesisi Yerleşim Planı

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'ne ait alanlar incelenmiş ve kojenerasyon tesisi kurmak için uygun görülen alan yukarıdaki fotoğrafta belirtilmiştir.

Binaların elektrik ve ısıtma ihtiyacına karşılamaya yönelik, kojenerasyon tesisinin fizibilitesi hazırlanmıştır.

Tablo 5. 1. Kojenerasyon Sistemi Tasarruf Tablosu

Ortalama Tüketim Verileri	Bina Elektrik Tüketimi (kWh)	Kojenerasyon Elektrik Üretimi (kWh)	Üretilen Elektriğin Şebeke Maliyeti (TL)	Bina Isı Tüketimi (kWh)	Mevcut Isı Maliyeti (TL)	Kojenerasyon Isı Üretimi (kWh)	Üretilen Isının Mevcut Maliyeti (TL)	Kojenerasyon Gaz Tüketimi (kWh)	Kojenerasyon Gaz Maliyeti (TL)	Toplam Tasarruf (TL)
Ocak	221.545,20	206.665,20	554.069,40	2.260.230,55	3.096.515,86	225.678,40	216.425,58	492.060,00	520.107,42	250.387,57
Şubat	195.358,32	181.918,32	487.723,02	1.735.676,94	2.377.877,41	198.654,81	190.509,96	433.138,86	457.827,77	220.405,20
Mart	198.057,60	183.177,60	491.099,15	1.684.884,61	2.308.291,92	200.029,94	191.828,71	436.137,14	460.996,96	221.930,90
Nisan	142.270,64	127.870,64	342.821,19	859.254,62	1.177.178,83	139.634,74	133.909,71	304.453,90	321.807,78	154.923,12
Mayıs	79.031,68	64.151,68	171.990,65	479.828,80	657.365,45	70.053,63	67.181,44	152.742,10	161.448,39	77.723,69
Haziran	129.609,60	115.209,60	308.876,94	431.614,34	591.311,64	125.808,88	120.650,72	274.308,57	289.944,16	139.583,50
Temmuz	264.139,36	249.259,36	668.264,34	277.816,38	380.608,43	272.191,22	261.031,38	593.474,67	627.302,72	301.993,00
Ağustos	345.261,28	319.338,38	856.146,21	467.939,83	641.077,57	348.717,52	334.420,10	760.329,49	803.668,27	386.898,04
Eylül	219.077,76	204.677,76	548.741,07	469.473,12	643.178,18	223.508,11	214.344,28	487.328,00	515.105,70	247.979,66
Ekim	126.111,76	111.231,76	298.212,35	381.595,03	522.785,18	121.465,08	116.485,01	264.837,52	279.933,26	134.764,10
Kasım	192.143,83	177.743,83	476.531,20	1.279.793,85	1.753.317,58	194.096,26	186.138,31	423.199,59	447.321,96	215.347,55
Aralık	204.972,32	190.092,32	509.637,51	1.706.585,80	2.338.022,54	207.580,81	199.070,00	452.600,76	478.399,01	230.308,50
TOPLAM	2.317.579,35	2.131.336,45	5.714.113,02	12.034.693,87	16.487.530,60	2.327.419,40	2.231.995,21	5.074.610,60	5.363.863,40	2.582.244,83

Hastane binasının aylık tüketim verileri ile günlük elektrik tüketimleri hesaplanmış, elde edilen bu tüketim değerleri hastane tüketim profiline uygun olacak şekilde saatlik olarak dağıtılmıştır. Mart ayı için yapılan örnek aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 5. 2. Mart Ayı Saatlik Tüketim ve Tahmini Üretim Verileri

Mart				
Saat	Elektrik Tüketimi kWh	Elektrik Üretimi Üretim kWh	Isı Üretimi kWh	Gaz Tüketimi kWh
00:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
01:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
02:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
03:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
04:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
05:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
06:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
07:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
08:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
09:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
10:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
11:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
12:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
13:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
14:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
15:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
16:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
17:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
18:00	372,689	352,689	385,1364	839,74
19:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
20:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
21:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
22:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
23:00	159,7239	139,7239	152,5785	332,68
Toplam	**6.388,95**	**5.908,95**	**6.452,58**	**14.068,94**

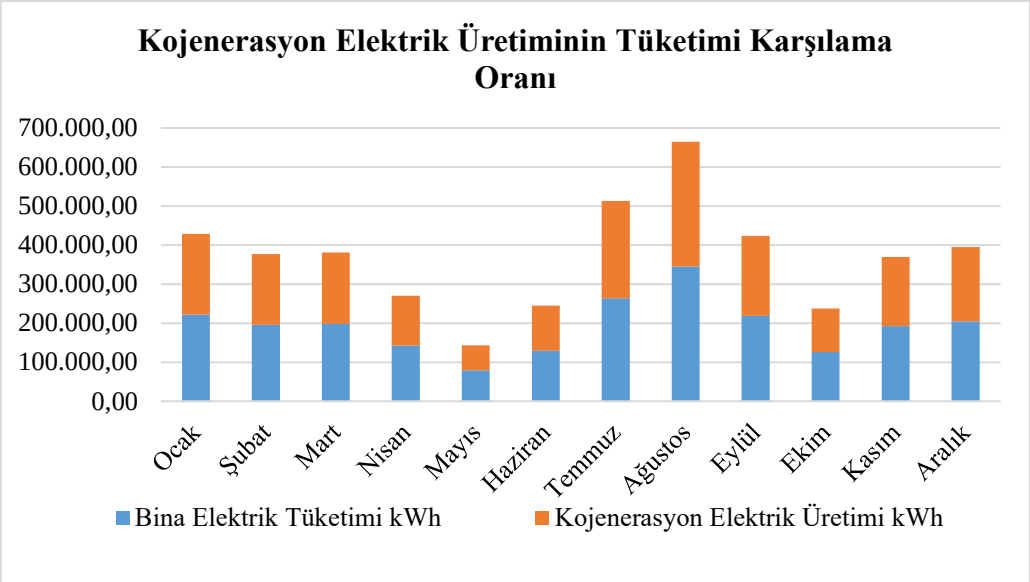
Tablo 5. 3. Kojenerasyon Enerji Üretim ve Tüketim Verileri

Enerji Türü	**Tüketim Miktarı**
Elektrik Üretimi	1.491.935,52
Isı Üretimi	1.629.193,58
Doğalgaz Tüketimi	3.552.227,42

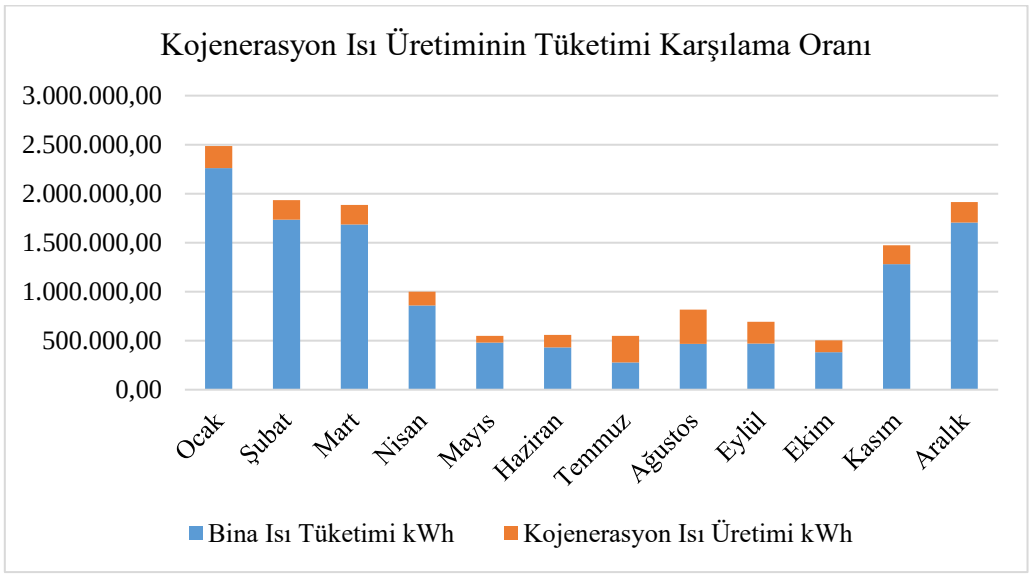
Tablo 5. 4. Kojenerasyon Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi Analiz Tablosu

Elektrik Üretimi İle Sağlanacak Tasarruf (kWh)	1.491.935,52
Isı Üretimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı (kWh)	1.629.193,58
Tüketilecek Doğalgaz Miktarı (kWh)	3.552.227,42
Toplam Tasarruf Bedeli (TL)	2.582.244,83
Toplam Tasarruf Bedeli (USD)	81.948,19
Toplam Tasarruf Bedeli (EUR)	75.510,64
Kojenerasyon Yatırım Maliyeti (TL)	20.945.723,75
OG Gerilim Giderleri (TL)	4.221.345,61
İnşaat Giderleri (TL)	78.735,47
Toplam Yatırım Bedeli (KDV dahil) (TL)	30.294.965,80
Toplam Yatırım Bedeli (USD)	961.418,37
Toplam Yatırım Bedeli (EUR)	885.892,83
Geri Ödeme Süresi (Yıl)	11,73

Hastane binasının aylık tüketim verileri ile günlük elektrik tüketimleri hesaplanmış, elde edilen bu tüketim değerleri hastane tüketim profiline uygun olacak şekilde saatlik olarak dağıtılmıştır. Elde edilen saatlik üretim verileriyle günlük üretimler ve günlük gaz tüketimleri hesaplanmıştır. Bu veriler ile aylık toplamlar bulunmuş, yıllık toplam tasarruf miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken CDD ayları soğutma modunda, diğer aylar ısıtma modunda çalıştığı varsayılmıştır. Hesaplamalar 2019, 2021 ve 2022 yıllarının tüketim ortalamalarına göre yapılmıştır. Ancak önerilen EVÖ'lerin uygulanması sonucunda baz enerji tüketimlerinin düşeceği öngörülerek sağlanan tasarruflardan %30 düşülerek yapılan hesaplamalar EVÖ tablosuna işlenmiştir.



Grafik 5. 1. Kojenerasyon Elektrik Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı

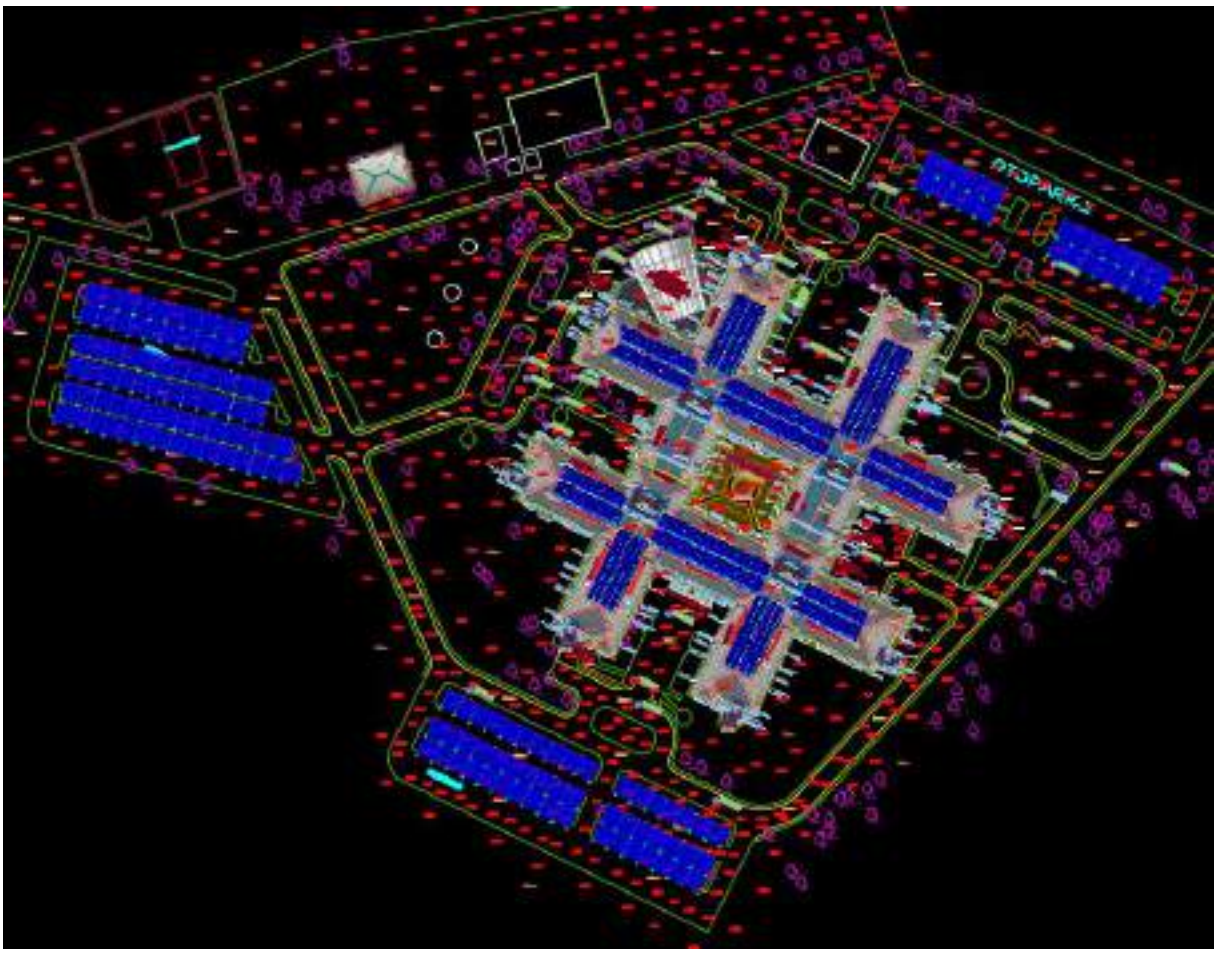


Grafik 5. 2. Kojenerasyon Isı Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastane binasına ait kojenerasyon tesisinin hazırlanan fizibilitesi yukarıda paylaşılmıştır. Hastane binasında kojenerasyon uygulamasına ait analiz tablosuna bakıldığında, geri ödeme süresinin 11,73 yıl olduğu görülmektedir. Kojenerasyon tesisinde sürekli emniyet ve uzun ömürlülük sağlamak amacıyla bakım faaliyetleri kritik önemdedir. Fakat hastane binasında bu tesisin bakımını sağlayacak yeterli personel bulunmamaktadır. Dolayısıyla kojenerasyon tesisinin uygulanması önerilmemektedir.

5.2. Güneş Enerji Santrali Kurulumu

Kırıkkale Üniversitesi SBF Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'ne ait çatı ve otopark alanları incelenmiş ve GES tesisi kurmak için uygun görülen alanlar aşağıda yer alan fotoğrafta belirtilmiştir.



Fotoğraf 5. 1. Çatı ve Otopark GES Tesisi Kurmaya Uygun Alanlar

Çatı GES

Fizik Tedavi Hastanesi bloklarının çatıları üzerine yukarıdaki çizimde gösterilen alanlara PV panel yerleşimi öngörülmüştür. Çatı panel yerleşimine uygun 2253 m² alan bulunmaktadır. 880 adet 550 Wp gücünde panel ile kurulu gücü 484 kWp olan bir tesis kurulması mümkündür. Bu tesis ile üretilecek elektrik 728.837 kWh/yıl'dır.

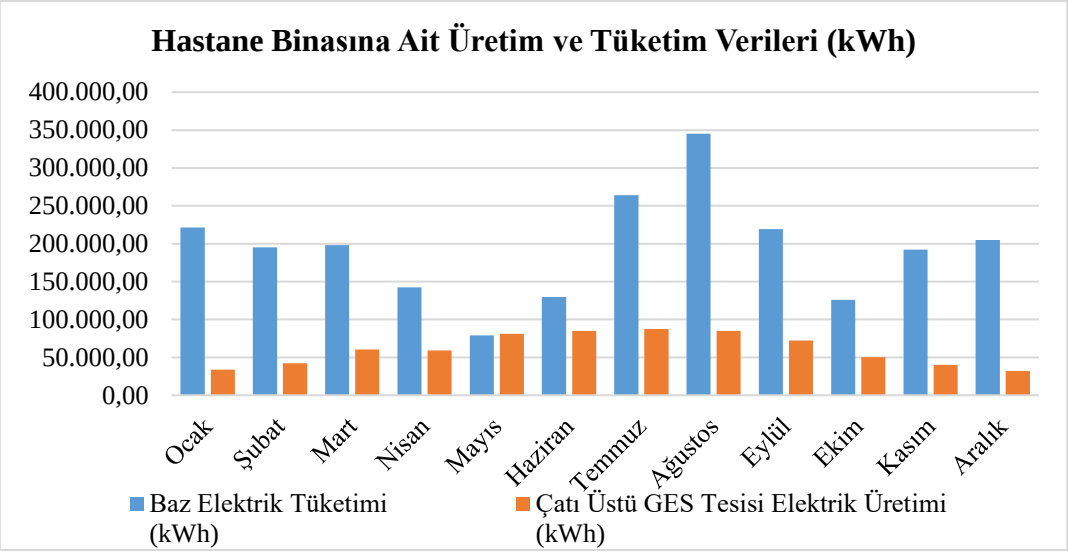
Tablo 5. 5. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri

	Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Çatı Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Elektrik Enerjisi Miktarı (kWh)
Ocak	221.545,20	33.930,00	187.615
Şubat	195.358,32	42.209,00	153.149
Mart	198.057,60	60.556,00	137.502
Nisan	142.270,64	59.054,00	83.217
Mayıs	79.031,68	81.266,00	-
Haziran	129.609,60	84.755,00	44.855
Temmuz	264.139,36	87.668,00	176.471
Ağustos	345.261,28	84.903,00	260.358
Eylül	219.077,76	72.182,00	146.896
Ekim	126.111,76	50.086,00	76.026
Kasım	192.143,83	39.958,00	152.186
Aralık	204.972,32	32.270,00	172.702
TOPLAM	2.317.579,35	728.837,00	1.590.977

Baz tüketim verileri incelendiğinde binalara ait ortalama yıllık elektrik tüketiminin 2.317.579,35 kWh olduğu görülmektedir. Kurulması önerilen tesis 728.837 kWh yıllık enerji üretim kapasitesine sahiptir. GES tesisi tarafından üretilmeyen yıllık 1.590.977 kWh elektik enerjisi bölgede yetkili elektrik dağıtım şirketlerinden tedarik edilmelidir.

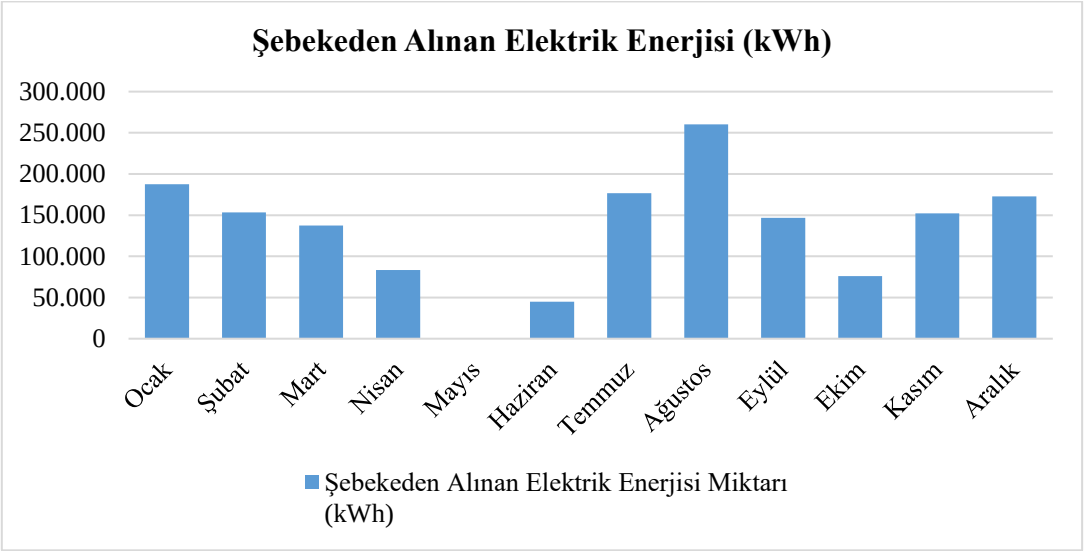
Hesaplama yapılırken üretilecek elektrik enerjisinde toz, kablo kayıpları ve en önemlisi kısmi gölgelenme gibi nedenlerle yaşanabilecek verim düşüşleri göz önüne alınarak %20 emniyet payı alınmıştır. Bu nedenle 583.069,60 kWh/yıl yıllık enerji üretimi gerçekleşeceği kabul edilmiştir.

Uygulama yatırım bedeli 411.400 $ olan tesisin, %25 yüklenici kar oranı, PV sistem kurulum maliyeti ile toplam uygulama maliyeti 514.250 $ olmuştur.



Grafik 5. 3. Binalara Ait Üretim ve Tüketim Verileri

Binalara ait aylık elektrik tüketimleri ve kurulması önerilen çatı GES tesisinin binalar için üreteceği elektrik miktarları incelendiğinde; binalarında ihtiyacının altında üretim kapasitesi olduğu görülmektedir.



Grafik 5. 4. GES Tesisinde Üretilemeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik

Tesis tarafından üretilemeyen ve tedarik edilmesi gereken elektrik enerjisinin aylara göre dağılımı incelendiğinde; soğutma ihtiyacının arttığı aylarda tedarik ihtiyacının da arttığı görülmüştür.

Otopark-1 GES

Hastane binasında yukarıda detayları verilen çatı GES uygulamasına ek olarak otopark alanı üzerine kurulabilecek GES tesisi çalışması yapılmıştır.

Açık otopark alanlarına PV panel yerleşimi uygulaması öngörülmüştür. Panel yerleşimine uygun 3738 m² alan bulunmaktadır. 1460 adet 550 Wp gücünde panel ile kurulu gücü 803 kWp olan bir tesis kurulması mümkündür. Bu tesis ile üretilecek elektrik 1.196.062 kWh/yıl'dır.

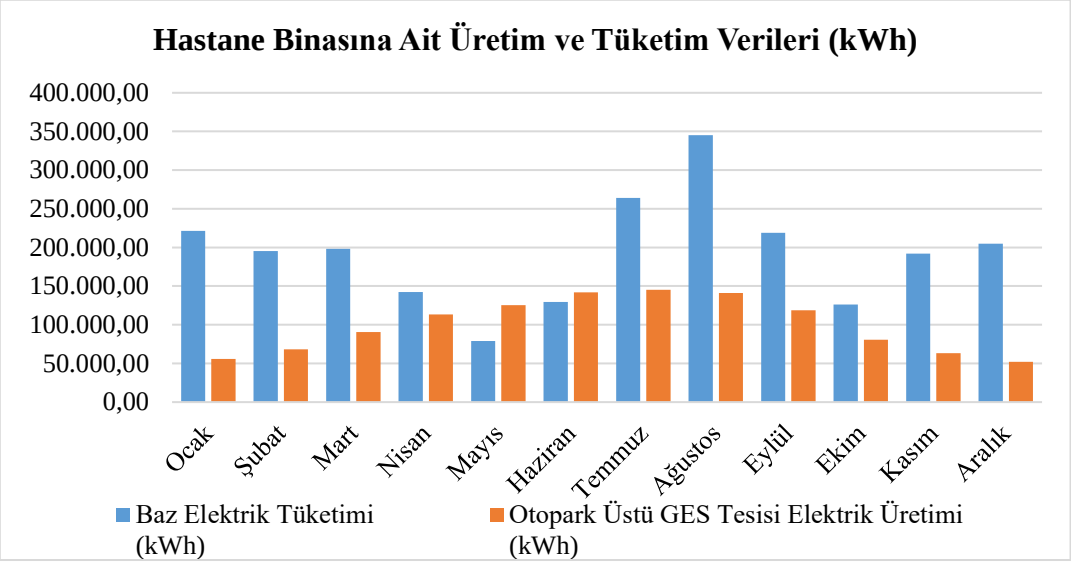
Tablo 5. 6. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri

	Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Otopark-1 Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Elektrik Enerjisi Miktarı (kWh)
Ocak	221.545,20	55.689	165.856
Şubat	195.358,32	68.185	127.173
Mart	198.057,60	90.606	107.452
Nisan	142.270,64	113.503	28.768
Mayıs	79.031,68	125.357	-
Haziran	129.609,60	141.853	-
Temmuz	264.139,36	145.283	118.856
Ağustos	345.261,28	140.937	204.324
Eylül	219.077,76	118.632	100.446
Ekim	126.111,76	80.512	45.600
Kasım	192.143,83	63.353	128.791
Aralık	204.972,32	52.152	152.820
TOPLAM	2.317.579,35	1.196.062	1.180.086

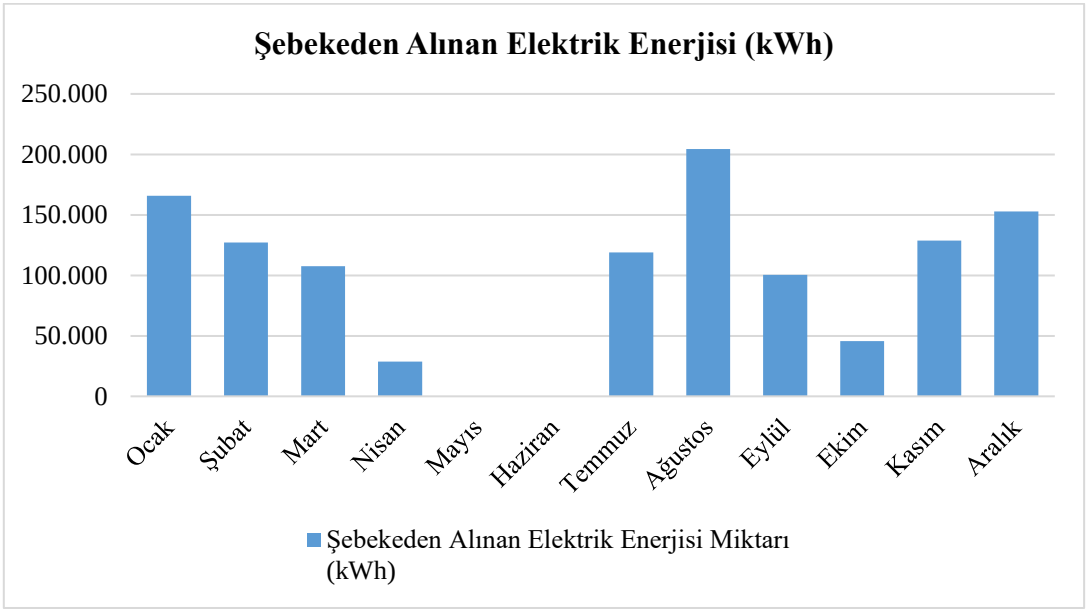
Baseline elektrik tüketim verileri incelendiğinde binalara ait yıllık elektrik tüketiminin 2.317.579,35 kWh olduğu görülmektedir. Kurulması önerilen tesisin yıllık enerji üretimi ise 1.196.062 kWh'tir. GES tesisi tarafından üretilmeyen yıllık 1.180.086 kWh elektik enerjisi bölgede yetkili elektrik dağıtım şirketlerinden tedarik edilmelidir.

Hesaplama yapılırken üretilecek elektrik enerjisinde toz, kablo kayıpları ve en önemlisi kısmi gölgelenme gibi nedenlerle yaşanabilecek verim düşüşleri göz önüne alınarak %20 emniyet payı alınmıştır. Bu nedenle 956.849,60 kWh/yıl yıllık enerji üretimi gerçekleşeceği kabul edilmiştir.

Uygulama yatırım bedeli 682.550 $ olan tesisin, %25 yüklenici kar oranı, PV sistem kurulum maliyeti ile toplam uygulama maliyeti 853.187,5 $ olmuştur.



Grafik 5. 5. Hastane Binasına Ait Tüketim ve Üretim Verileri



Grafik 5. 6. GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik

Otopark-2 GES

Hastane binasında farklı otopark alanı üzerine kurulabilecek GES tesisi çalışması yapılmıştır.

Açık otopark alanlarına PV panel yerleşimi uygulaması öngörülmüştür. Panel yerleşimine uygun 753 m² alan bulunmaktadır. 294 adet 550 Wp gücünde panel ile kurulu gücü 162 kWp olan bir tesis kurulması mümkündür. Bu tesis ile üretilecek elektrik 241.218 kWh/yıl'dır.

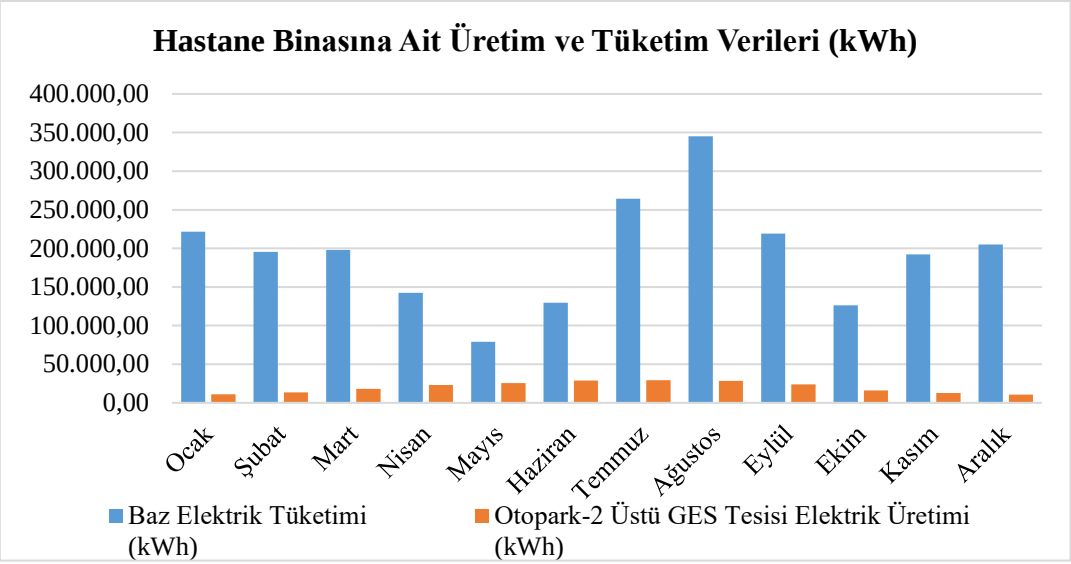
Tablo 5. 7. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri

	Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Otopark-2 Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Elektrik Enerjisi Miktarı (kWh)
Ocak	221.545,20	11.177	210.368
Şubat	195.358,32	13.702	181.656
Mart	198.057,60	18.249	179.809
Nisan	142.270,64	22.912	119.359
Mayıs	79.031,68	25.365	53.667
Haziran	129.609,60	28.671	100.939
Temmuz	264.139,36	29.426	234.713
Ağustos	345.261,28	28.451	316.810
Eylül	219.077,76	23.893	195.185
Ekim	126.111,76	16.184	109.928
Kasım	192.143,83	12.725	179.419
Aralık	204.972,32	10.463	194.509
TOPLAM	2.317.579,35	241.218	2.076.361

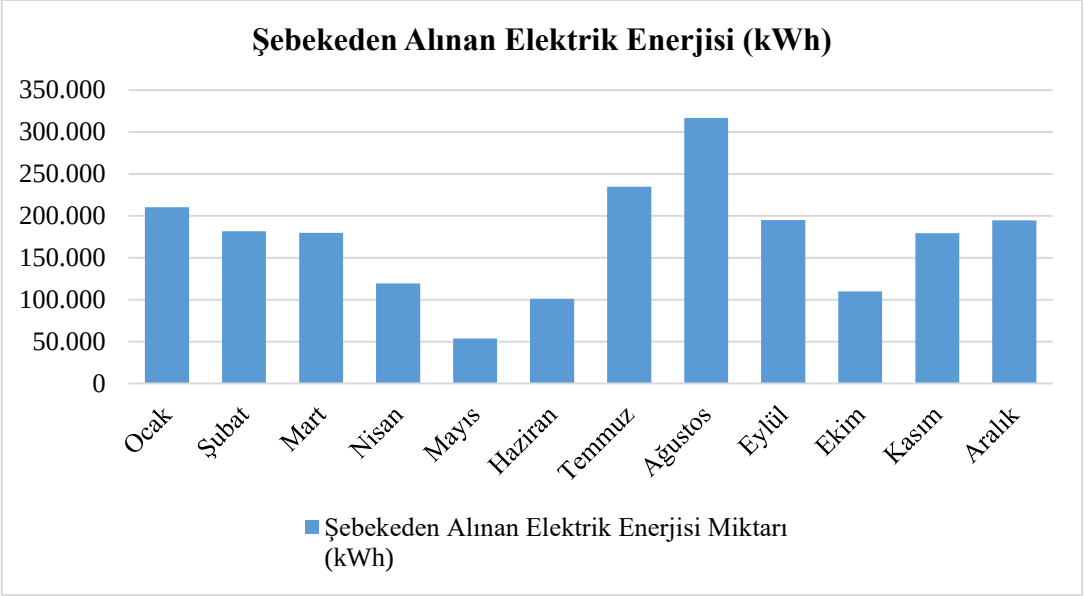
Baseline elektrik tüketim verileri incelendiğinde binalara ait yıllık elektrik tüketiminin 2.317.579,35 kWh olduğu görülmektedir. Kurulması önerilen tesisin yıllık enerji üretimi ise 241.218 kWh'tir. GES tesisi tarafından üretilmeyen yıllık 2.076.361 kWh elektik enerjisi bölgede yetkili elektrik dağıtım şirketlerinden tedarik edilmelidir.

Hesaplama yapılırken üretilecek elektrik enerjisinde toz, kablo kayıpları ve en önemlisi kısmi gölgelenme gibi nedenlerle yaşanabilecek verim düşüşleri göz önüne alınarak %20 emniyet payı alınmıştır. Bu nedenle 192.974,4 kWh/yıl yıllık enerji üretimi gerçekleşeceği kabul edilmiştir.

Uygulama yatırım bedeli 137.700 $ olan tesisin, %25 yüklenici kar oranı, PV sistem kurulum maliyeti ile toplam uygulama maliyeti 172.125 $ olmuştur.



Grafik 5. 7. Hastane Binasına Ait Tüketim ve Üretim Verileri



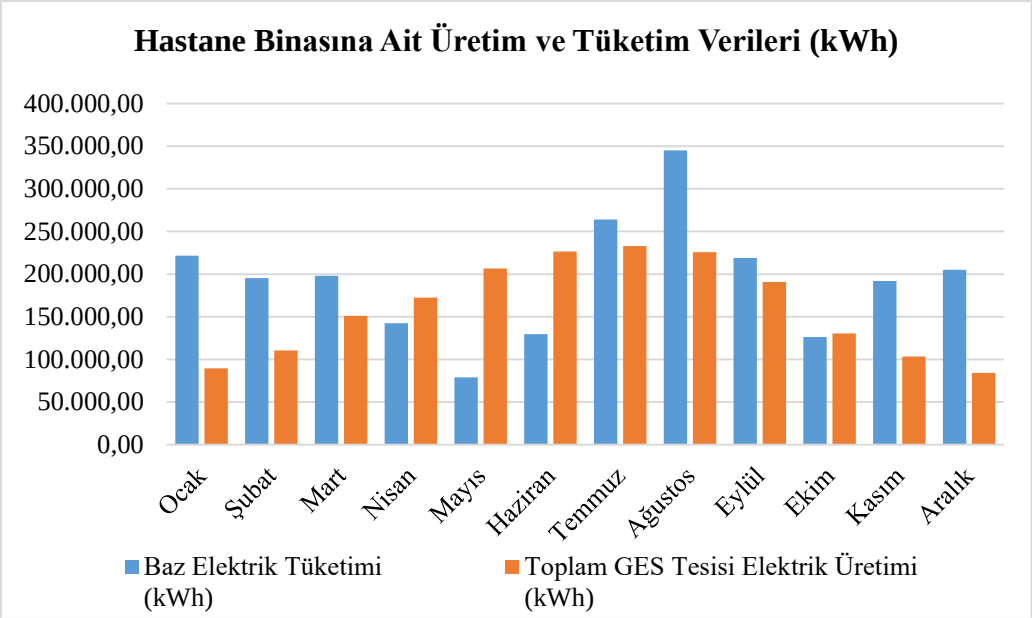
Grafik 5. 8. GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik

Karma senaryo kapsamında çatı ve otopark olmak üzere iki GES çalışması da dahil edilmiştir.

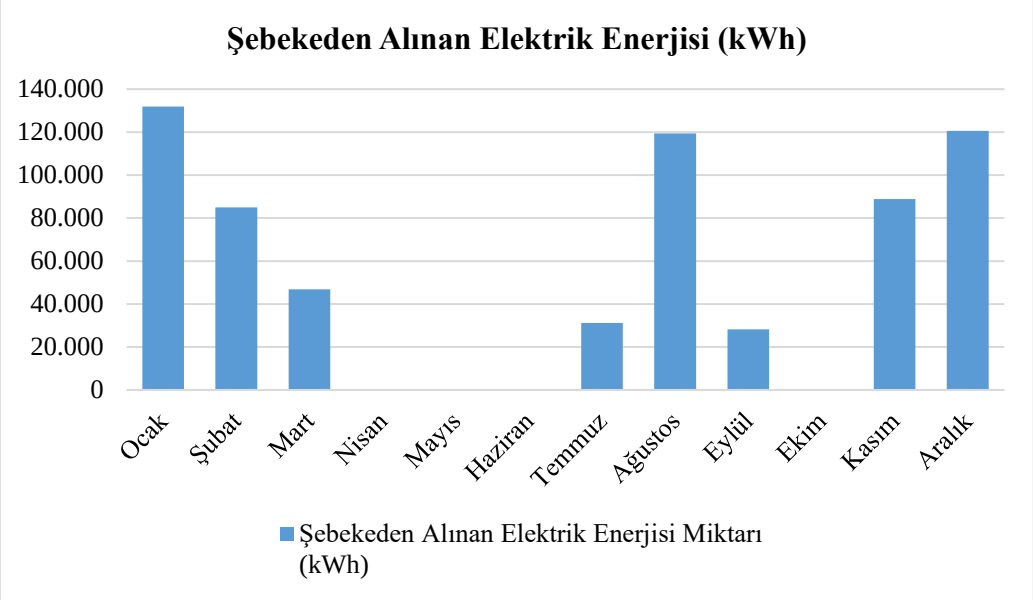
Tablo 5. 8. Hastane Binasına Ait Üretim ve Tüketim Verileri

	Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Çatı Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Otopark Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Toplam GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Elektrik Enerjisi Miktarı (kWh)
Ocak	221.545,20	33.930	55.689	89.619	131.926
Şubat	195.358,32	42.209	68.185	110.394	84.964
Mart	198.057,60	60.556	90.606	151.162	46.896
Nisan	142.270,64	59.054	113.503	172.557	-
Mayıs	79.031,68	81.266	125.357	206.623	-
Haziran	129.609,60	84.755	141.853	226.608	-
Temmuz	264.139,36	87.668	145.283	232.951	31.188
Ağustos	345.261,28	84.903	140.937	225.840	119.421
Eylül	219.077,76	72.182	118.632	190.814	28.264
Ekim	126.111,76	50.086	80.512	130.598	-
Kasım	192.143,83	39.958	63.353	103.311	88.833
Aralık	204.972,32	32.270	52.152	84.422	120.550
TOPLAM	2.317.579,35	728.837	1.196.062	1.924.899	652.043

Baseline elektrik tüketim verileri incelendiğinde binalara ait yıllık elektrik tüketiminin 2.317.579,35 kWh olduğu görülmektedir. Kurulması önerilen toplam tesisin yıllık enerji üretimi ise 1.924.899 kWh'tir. GES tesisi tarafından üretilmeyen yıllık 652.043 kWh elektik enerjisi bölgede yetkili elektrik dağıtım şirketlerinden tedarik edilmelidir.



Grafik 5. 9. Hastane Binasına Ait Tüketim ve Üretim Verileri



Grafik 5. 10. GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik

GES Kurulumu Uygulaması Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Baz Senaryo

Baz senaryo kapsamında çatı alanına 484 kWp kapasiteli GES kurulumu önerilmektedir. Bu öneriye ait tasarruf analizleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 5. 9. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması GES Kurulması Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	583.069,60	583.069,60	100%

Tablo 5. 10. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu

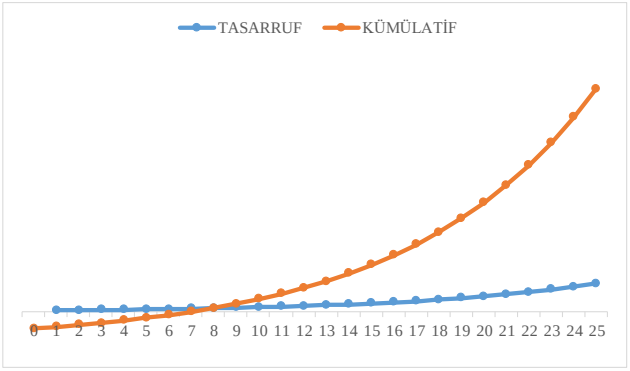
Baz Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	23.001.742,56	TL
B	Enerji tasarrufu	583.069,60	kWh
C		50,14	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	2.233.156,57	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	10,30	Yıl

Tablo 5. 11. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-23.001.742,56 TL
1	2.233.156,57 TL	-20.768.585,99 TL
2	2.517.884,03 TL	-18.250.701,96 TL
3	2.838.914,24 TL	-15.411.787,72 TL
4	3.200.875,81 TL	-12.210.911,91 TL
5	3.608.987,48 TL	-8.601.924,43 TL
6	4.069.133,38 TL	-4.532.791,05 TL
7	4.587.947,89 TL	55.156,83 TL
8	5.172.911,24 TL	5.228.068,08 TL
9	5.832.457,42 TL	11.060.525,50 TL
10	6.576.095,75 TL	17.636.621,24 TL
11	7.414.547,95 TL	25.051.169,20 TL
12	8.359.902,82 TL	33.411.072,01 TL
13	9.425.790,43 TL	42.836.862,44 TL
14	10.627.578,71 TL	53.464.441,15 TL
15	11.982.594,99 TL	65.447.036,14 TL
16	13.510.375,85 TL	78.957.411,99 TL
17	15.232.948,77 TL	94.190.360,76 TL
18	17.175.149,74 TL	111.365.510,50 TL
19	19.364.981,33 TL	130.730.491,84 TL
20	21.834.016,45 TL	152.564.508,29 TL
21	24.617.853,55 TL	177.182.361,84 TL
22	27.756.629,88 TL	204.938.991,72 TL
23	31.295.600,19 TL	236.234.591,91 TL
24	35.285.789,21 TL	271.520.381,12 TL
25	39.784.727,34 TL	311.305.108,46 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	2.233.156,57	23.001.742,56	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
15.687.074,67 TL	25 Yıl	20,69%



Tablo 5. 12. Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	12.963.501,98
Yatırım Maliyeti (USD)	411.400
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	23.001.742,56
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	729.966
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	583.069,60
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	70.869,79
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	2.233.156,57
Geri Ödeme Süresi	10,30
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	323,60

Derin Senaryo

Otopark-1 GES

Derin senaryo kapsamında otopark alanına 803 kWp kapasiteli GES kurulumu önerilmektedir.

Bu öneriye ait tasarruf analizleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 5. 13. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	956.849,60	956.849,60	100%

Tablo 5. 14. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu

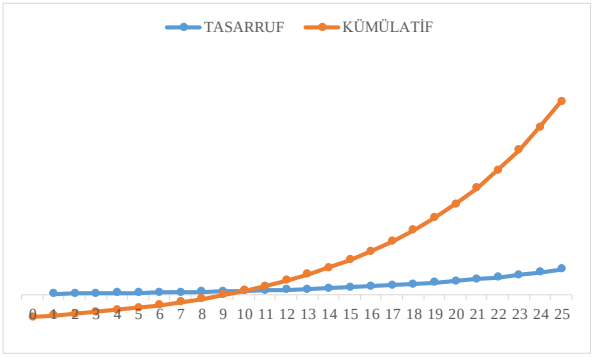
	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	55.722.462,43	TL
B	Enerji tasarrufu	956.849,60	kWh
C		82,29	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	3.664.733,97	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	15,21	Yıl

Tablo 5. 15. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-55.722.462,43 TL
1	3.664.733,97 TL	-52.057.728,46 TL
2	4.131.987,55 TL	-47.925.740,91 TL
3	4.658.815,96 TL	-43.266.924,95 TL
4	5.252.815,00 TL	-38.014.109,95 TL
5	5.922.548,91 TL	-32.091.561,04 TL
6	6.677.673,89 TL	-25.413.887,15 TL
7	7.529.077,32 TL	-17.884.809,83 TL
8	8.489.034,67 TL	-9.395.775,16 TL
9	9.571.386,59 TL	175.611,43 TL
10	10.791.738,39 TL	10.967.349,82 TL
11	12.167.685,03 TL	23.135.034,85 TL
12	13.719.064,87 TL	36.854.099,72 TL
13	15.468.245,64 TL	52.322.345,36 TL
14	17.440.446,96 TL	69.762.792,32 TL
15	19.664.103,95 TL	89.426.896,27 TL
16	22.171.277,20 TL	111.598.173,47 TL
17	24.998.115,05 TL	136.596.288,52 TL
18	28.185.374,71 TL	164.781.663,23 TL
19	31.779.009,99 TL	196.560.673,22 TL
20	35.830.833,76 TL	232.391.506,99 TL
21	40.399.265,07 TL	272.790.772,05 TL
22	45.550.171,36 TL	318.340.943,42 TL
23	51.357.818,21 TL	369.698.761,63 TL
24	57.905.940,04 TL	427.604.701,67 TL
25	65.288.947,39 TL	492.893.649,06 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	3.664.733,97	55.722.462,43	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
7.768.035,61 TL	25 Yıl	16,29%



Tablo 5. 16. Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	17.302.525,37
Yatırım Maliyeti (USD)	549.100
Statik İşler Maliyeti (TL)	19.550.850,00
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	55.722.462,43
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	1.768.366
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	956.849,60
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	116.301,26
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	3.664.733,97
Geri Ödeme Süresi	15,21
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	531,05

Otopark-2 GES

Derin senaryo kapsamında otopark alanına 162 kWp kapasiteli GES kurulumu önerilmektedir. Bu öneriye ait tasarruf analizleri aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 5. 17. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	192.974,40	192.974,40	100%

Tablo 5. 18. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu

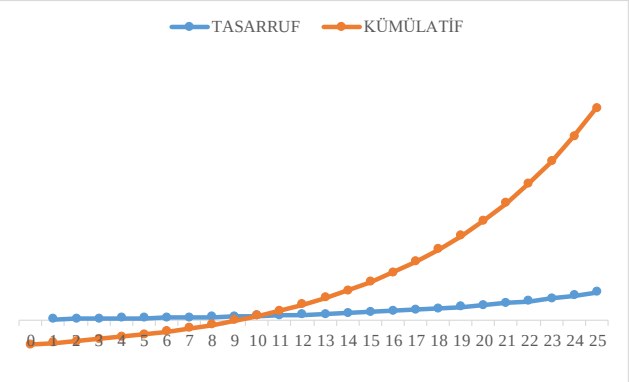
	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	20.164.453,49	TL
B	Enerji tasarrufu	192.974,40	kWh
C		16,60	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	739.091,95	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	27,28	Yıl

Tablo 5. 19. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-20.164.453,49 TL
1	739.091,95 TL	-19.425.361,54 TL
2	833.326,18 TL	-18.592.035,37 TL
3	939.575,26 TL	-17.652.460,10 TL
4	1.059.371,11 TL	-16.593.088,99 TL
5	1.194.440,93 TL	-15.398.648,07 TL
6	1.346.732,14 TL	-14.051.915,92 TL
7	1.518.440,49 TL	-12.533.475,43 TL
8	1.712.041,65 TL	-10.821.433,78 TL
9	1.930.326,97 TL	-8.891.106,81 TL
10	2.176.443,65 TL	-6.714.663,16 TL
11	2.453.940,22 TL	-4.260.722,94 TL
12	2.766.817,60 TL	-1.493.905,34 TL
13	3.119.586,84 TL	1.625.681,50 TL
14	3.517.334,16 TL	5.143.015,67 TL
15	3.965.794,27 TL	9.108.809,94 TL
16	4.471.433,04 TL	13.580.242,98 TL
17	5.041.540,75 TL	18.621.783,73 TL
18	5.684.337,20 TL	24.306.120,93 TL
19	6.409.090,19 TL	30.715.211,12 TL
20	7.226.249,19 TL	37.941.460,31 TL
21	8.147.595,96 TL	46.089.056,27 TL
22	9.186.414,45 TL	55.275.470,72 TL
23	10.357.682,29 TL	65.633.153,01 TL
24	11.678.286,78 TL	77.311.439,79 TL
25	13.167.268,35 TL	90.478.708,13 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	739.091,95	20.164.453,49	15%

	NBD	Faydalı Ömür	İKO
-	7.359.890,72 TL	25 Yıl	11,02%



Tablo 5. 20. Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	4.339.023,39
Yatırım Maliyeti (USD)	137.700
Statik İşler Maliyeti (TL)	5.520.249,55
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	20.164.453,49
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	639.924
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	192.974,40
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	23.455,27
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	739.091,95
Geri Ödeme Süresi	27,28
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	107,10

5.3. Isı Pompası Tasarruf Hesabı

Baz senaryo kapsamında 1 adet çalışmayan chiller yerine 2 adet ısı geri kazanımlı ısı pompası kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (ısıtma kapasitesi 255 kW soğutma kapasitesi 570 kW) irdelenmiştir. Bu soğutma grubu, çevre dostu ve yüksek verimli termodinamik özellikte R410A gazı ile çalışacak ve scroll tip kompresörler kullanılacaktır. Soğutma grubu -10°C ile +46°C dış hava sıcaklıklarında çalışabilecektir. Cihaz ısıtma modunda -10°C derece dış hava sıcaklığına kadar çalışabilmelidir ve bu sıcaklıkta 45°C çıkış suyu sıcaklığı verebilmelidir.

Seçilen ısı pompası, tamamen ısıtma modunda çalışırken 1253 kW ısıtma kapasitesine sahiptir. Ancak Fizik Tedavi Hastanesi için cihaz soğutma modunda çalışırken, kullanım suyu elde etmesi planlanmıştır. Dolayısıyla cihaz soğutma modunda çalışırken kullanım suyu elde edebilmek için %40 kapasitede enerji geri kazanım yapacaktır. Bu yüzden tasarruf hesaplamalarında cihazın ısıtma kapasitesi 510 kW olarak alınmıştır.

Kırıkkale Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi senaryo kapsamında 2 adet hava soğutmalı ısı geri kazanımlı ısı pompası kurulmasıyla, sağlanacak tasarruf miktarı, yatırım tutarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Tablo 5. 21. Mevcut Soğutmada Elektrik Tüketimi Tablosu

Mevcut Soğutma Tarafı		
Soğutma Kapasitesi	1.105	kW
Çalışma Süresi	1.440	Saat
Sıcaklık Rejimi	12-7	C
Soğutma EER	2,00	-
Soğutmada Elektrik Tüketimi	795.600	kWh

Tablo 5. 22. Mevcut Isıtmada Elektrik Tüketimi Tablosu

Mevcut Isıtma Tarafı		
Isıtma Kapasitesi	511	kW
Çalışma Süresi	1.440	Saat
Sıcaklık Rejimi	60-80	C
Isıtma Verim	91,71%	%
Isıtmada Doğalgaz Tüketimi	444.960,41	kWh

Tablo 5. 23. Isı Pompası ile Soğutmada Elektrik Tüketimi Tablosu

Isı Pompası Soğutma Tarafı		
Soğutma Kapasitesi	1.136	kW
Çalışma Süresi	1.440	Saat
Sıcaklık Rejimi	12-7	C
Soğutma EER	2,621	-
Soğutmada Elektrik Tüketimi	624.348	kWh

Tablo 5. 24. Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW) Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	171.252,04	171.252,04	100,00%

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
-	444.960,41	444.960,41	100,00%

Tablo 5. 25. Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW) Analiz Tablosu

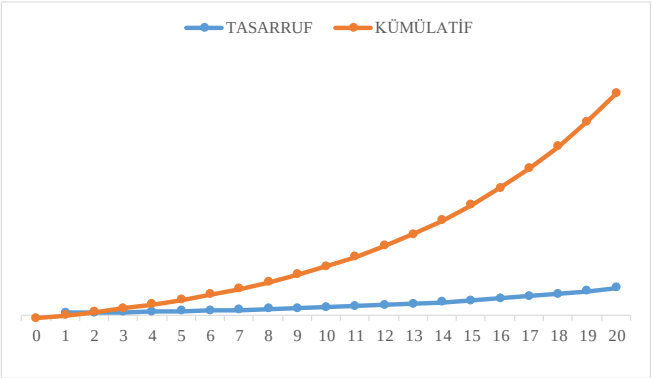
Baz Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	10.882.269,56	TL
B	Enerji tasarrufu	616.212,45	kWh
C		52,99	TEP
D	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,83	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.265.491,08	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	8,60	Yıl

Tablo 5. 26. Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW) Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-10.882.269,56 TL
1	1.265.491,08 TL	-9.616.778,48 TL
2	1.426.841,19 TL	-8.189.937,29 TL
3	1.608.763,44 TL	-6.581.173,84 TL
4	1.813.880,78 TL	-4.767.293,06 TL
5	2.045.150,58 TL	-2.722.142,48 TL
6	2.305.907,28 TL	-416.235,19 TL
7	2.599.910,46 TL	2.183.675,27 TL
8	2.931.399,04 TL	5.115.074,31 TL
9	3.305.152,42 TL	8.420.226,73 TL
10	3.726.559,36 TL	12.146.786,09 TL
11	4.201.695,67 TL	16.348.481,76 TL
12	4.737.411,87 TL	21.085.893,64 TL
13	5.341.431,89 TL	26.427.325,52 TL
14	6.022.464,45 TL	32.449.789,97 TL
15	6.790.328,67 TL	39.240.118,64 TL
16	7.656.095,57 TL	46.896.214,22 TL
17	8.632.247,76 TL	55.528.461,98 TL
18	9.732.859,35 TL	65.261.321,33 TL
19	10.973.798,92 TL	76.235.120,25 TL
20	12.372.958,28 TL	88.608.078,53 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	1.265.491,08	10.882.269,56	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
7.478.219,28 TL	20 Yıl	21,96%



Tablo 5. 27. Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW) Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	7.687.337,09
Yatırım Maliyeti (EURO)	224.795,00
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (TL) (KDV dahil)	10.882.269,56
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	318.222,00
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	616.212,45
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,83
Doğalgaz Birim Fiyatı (TL/kWh)	1,37
Dolar Kuru (USD/TL)	31,5107
Euro Kuru (EURO/TL)	34,1971
Euro/Dolar Paritesi	1,1
Toplam Tasarruf (USD/yıl)	40.160,68
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.265.491,08
Geri Ödeme Süresi	8,60
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO_2eşd/kWh	199,17

6. Enerji Verimliliği Önlemleri

Tablo 6. 1. Baz Senaryo EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi	Doğalgaz	131.684,08	11,32	1,09%	180.407,20	30,81	10.560.622,72	58,54	2,15%	-7.943.169,02
2	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	Elektrik	169.248,67	14,56	7,30%	648.222,41	93,93	4.006.168,11	6,18	27,56%	5.398.623,79
3	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Elektrik	134.456,18	11,56	5,80%	514.967,15	74,62	10.047.151,06	19,51	11,75%	-2.575.704,75
4	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	98.656,82	8,48	0,82%	135.159,84	23,09	119.875,66	0,89	125,50%	1.841.102,84
5	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	687.311,88	59,11	29,66%	2.632.404,49	381,46	9.006.133,95	3,58	40,32%	27.481.832,48
		Doğalgaz	-85.753,69	-7,37	-0,71%	-117.482,56	-20,07				
6	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	Doğalgaz	334.955,97	28,81	2,78%	458.889,67	78,38	3.782.657,39	8,24	22,61%	2.875.183,86
7	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.910,88	1,71	0,86%	76.258,67	11,05	241.089,56	3,16	44,15%	865.316,08
8	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	91.465,62	7,87	3,95%	350.313,33	50,76	24.065.796,73	16,50	13,54%	-2.905.713,24
		Doğalgaz	808.860,55	69,56	6,72%	1.108.138,95	189,27				
9	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	85.063,03	7,32	3,67%	325.791,40	47,21	1.246.484,30	0,92	121,56%	18.432.393,35
		Doğalgaz	752.240,31	64,69	6,25%	1.030.569,22	176,02				
10	Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması	Elektrik	583.069,60	50,14	25,16%	2.233.156,57	323,60	23.001.742,56	10,30	20,69%	15.687.074,67
TOPLAM		**Elektrik**	**1.770.525,85**	**152,27**	**76,40%**	**6.781.114,02**	**982,64**	**86.077.722,02**	**8,99**	**21,29%**	**52.868.071,69**
		Doğalgaz	**2.040.644,04**	**175,50**	**16,96%**	**2.795.682,33**	**477,51**				
		Toplam	**3.811.169,89**	**327,76**	**26,55%**	**9.576.796,35**	**1.460,15**				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											**26,55%**
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											**32,42%**
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											**906,53**
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											**945,40**

*Baz Senaryo; minimum %20 tasarruf ve 12 yıldan kısa basit geri ödeme süresi sağlamalıdır.

Baz Elektrik Tüketimi: 2.317.579,35 kWh

Baz Doğalgaz Tüketimi: 12.034.693,87 kWh

10.456,7 m² alana sahip pencere alanlarının tamiri ve fitil değişimi önerilmiştir.

64 adet elektrik motorlarının yüksek verim sınıfına sahip (IE3-IE4) motorlarla değişimi ve kullanılan kötü durumda olan V kayışlar yerine dişli V kayışların kullanılması önerilmektedir.

Baz senaryo kapsamında, 23 adet ısıtma/soğutma sirkülasyon pompaların yüksek verimli pompa, IE4 motor ve VSD'li olarak yenilenmesi önerilmiştir.

Hastane binasında bulunan, yalıtımsız olan mekanik tesisat ekipmanlarında uygun yalıtım malzemesi ile izolasyon yapılması önerilmiştir. Bunun sonucunda tesisat ekipmanlarından kaynaklanan ısı kaybının önlenmesi hedeflenmektedir.

Aydınlatma armatürlerinin LED aydınlatma armatürler ile değiştirilmesi önerilmektedir. Hastane binasında kullanılan yüksek enerji tüketen ve verimsiz floresan aydınlatma elemanları yerine enerji tüketimi daha düşük ancak aynı aydınlık şiddetini sağlayan ve yüksek verimli LED aydınlatma elemanlarının kullanılmasıyla elektrik enerjisinden tasarruf sağlanması hedeflenmektedir. Bu değişim yapılırken aydınlatma seviyesinin standartlara uygun kalması için Dialux programı ile aydınlık seviyeleri simüle edilerek ürünler seçilmiştir.

Isı merkezinde arızalı olarak yer alan 2 adet doğalgaz yakıtlı kazanların yerine yüksek verimli ve yoğuşmalı 2910 kW kapasitede kazanlar ile yenilenmesi önerilmiştir.

Baz senaryo kapsamında ele alınan chiller plant optimizasyon kontrol paneli yapılması projesidir. Bu EVÖ projesinin uygulanmasıyla 3 adet chiller ve pompalarının kontrol vanaları, kontrol paneli ve BMS ile devreye alınması ile chillerlerde ve pompalarda enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Hastane binasında katlar arasında ısıtma ve soğutma problemi yaşanmaktadır. En üst kat ve zemin kat sıcaklıkları arasında 5-6 °C fark bulunmaktadır. En üst katlar 26-27°C olurken, zemin kat 20-22°C olabilmektedir. Bu nedenle hastane binasında termostat otomasyonu ile mahal sıcaklıklarının uygun set değerlerine ayarlanması sonucunda ortam sıcaklıklarının dengelenmesi öngörülmüştür.

Baz senaryo kapsamında ele alınan hastane binasının 2253 m² çatı alanına 880 adet panel kullanılarak 484 kWp GES kurulması EVÖ projesinin uygulanması ile hastane binasının elektrik ihtiyacının bir kısmının karşılanması hedeflenmektedir.

BMS kurulumu kapsamında binada dengeli bir kontrol sağlamak için otomasyon sistemi baştan aşağı değiştirilerek kapsamlı bir kontrol planlanmaktadır. Bu kontrolün sağlanması durumunda hastane binasındaki ekipmanların çalışma sürelerinde azalmalar olacaktır. Aynı zamanda hastane binası kullanıcılarının da bu sistemin kurulması ile birlikte konfor şartlarında iyileşme sağlanması planlanmaktadır. Bu EVÖ'nün uygulanmasıyla hizmet binasının doğalgaz ve elektrik enerjisi tüketiminden %7 tasarruf sağlayacağı öngörülmektedir.

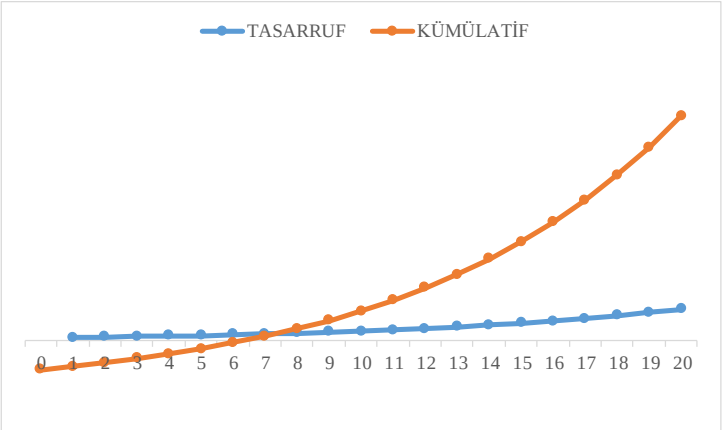
Hastane binasında kurulması planlanan, enerji izleme sistemi; enerji tüketiminin ve enerji hattının anlık olarak tek bir merkezden izlenmesine, analiz edilmesine ve yönetilmesi öngörülmüştür. Aynı zamanda hastane kullanıcılarına, enerji tüketim alışkanlıkları hakkında bilgi sağlanmasını ve kullanılan enerjiye dair verilerin toplanmasını amaçlamaktadır. Bu EVÖ'nün uygulanmasıyla hizmet binasının doğalgaz ve elektrik enerjisi tüketiminden %7 tasarruf sağlayacağı öngörülmektedir.

Tablo 6. 2. Baz Senaryo Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-86.077.722,02 TL
1	9.576.796,35 TL	-76.500.925,67 TL
2	10.797.837,88 TL	-65.703.087,79 TL
3	12.174.562,21 TL	-53.528.525,58 TL
4	13.726.818,90 TL	-39.801.706,68 TL
5	15.476.988,30 TL	-24.324.718,38 TL
6	17.450.304,31 TL	-6.874.414,07 TL
7	19.675.218,11 TL	12.800.804,05 TL
8	22.183.808,42 TL	34.984.612,47 TL
9	25.012.244,00 TL	59.996.856,47 TL
10	28.201.305,11 TL	88.198.161,57 TL
11	31.796.971,51 TL	119.995.133,08 TL
12	35.851.085,37 TL	155.846.218,45 TL
13	40.422.098,76 TL	196.268.317,21 TL
14	45.575.916,35 TL	241.844.233,56 TL
15	51.386.845,69 TL	293.231.079,25 TL
16	57.938.668,51 TL	351.169.747,76 TL
17	65.325.848,75 TL	416.495.596,51 TL
18	73.654.894,46 TL	490.150.490,97 TL
19	83.045.893,51 TL	573.196.384,47 TL
20	93.634.244,93 TL	666.830.629,40 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	9.576.796,35	86.077.722,02	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
52.868.071,69 TL	20 Yıl	21,29%



Tablo 6. 3. Derin Senaryo EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [TEP]	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine Oranı %	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması	Elektrik	36.296,64	3,12	1,57%	139.016,12	20,14	32.242.641,55	30,99	12,76%	-9.156.426,44
		Doğalgaz	658.033,35	56,59	5,47%	901.505,68	153,98				
2	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	Elektrik	169.248,67	14,56	7,30%	648.222,41	93,93	4.006.168,11	6,18	27,56%	5.398.623,79
3	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Elektrik	134.456,18	11,56	5,80%	514.967,15	74,62	10.047.151,06	19,51	11,75%	-2.575.704,75
4	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	98.656,82	8,48	0,82%	135.159,84	23,09	119.875,66	0,89	125,50%	1.841.102,84
5	Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	171.252,04	14,73	7,39%	655.895,32	95,04	10.882.269,56	8,60	21,96%	7.478.219,28
		Doğalgaz	444.960,41	38,27	3,70%	609.595,76	104,12				
6	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonunun Yapılması	Elektrik	694.059,96	59,69	29,95%	2.658.249,63	385,20	12.585.800,89	4,95	32,09%	24.277.142,13
		Doğalgaz	-85.753,69	-7,37	-0,71%	-117.482,56	-20,07				
7	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	Doğalgaz	311.362,28	26,78	2,59%	426.566,32	72,86	3.782.657,39	8,87	21,50%	2.406.217,73
8	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.910,88	1,71	0,86%	76.258,67	11,05	241.089,56	3,16	44,15%	865.316,08
9	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	76.464,85	6,58	3,30%	292.860,37	42,44	24.065.796,73	18,37	12,38%	-5.057.901,59
		Doğalgaz	742.520,43	63,86	6,17%	1.017.252,99	173,75				
10	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	71.112,31	6,12	3,07%	272.360,15	39,47	1.246.484,30	1,02	110,50%	16.430.858,18
		Doğalgaz	690.544,00	59,39	5,74%	946.045,28	161,59				
11	Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması	Elektrik	192.974,40	16,60	8,33%	739.091,95	107,10	20.164.453,49	27,28	11,02%	-7.359.890,72
12	Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması	Elektrik	956.849,60	82,29	41,29%	3.664.733,97	531,05	55.722.462,43	15,21	16,29%	7.768.035,61
TOPLAM		**Elektrik**	**2.522.625,52**	**216,95**	**108,85%**	**9.661.655,74**	**1.400,06**	**175.106.850,71**	**12,89**	**16,42%**	**21.924.114,94**
		Doğalgaz	**2.860.323,59**	**245,99**	**23,77%**	**3.918.643,32**	**669,32**				
		Toplam	**5.382.949,11**	**462,93**	**37,51%**	**13.580.299,06**	**2.069,37**				
										Toplam Nihai Enerji Tasarrufu	**37,51%**
										Toplam Birincil Enerji Tasarrufu	**45,90%**
										Nihai Enerji Tüketimi [TEP]	**771,36**

Birincil Enerji Tüketimi [TEP]	**756,80**

*Derin Senaryo; minimum %30 tasarruf ve 20 yıldan kısa basit geri ödeme süresi sağlamalıdır.

Derin senaryo kapsamında bina duvarlarına mevcut yalıtımın sökülerek 8 cm kalınlıkta taş yünü malzeme ve kırma çatıda bulunan mevcut yalıtımın sökülerek 8 cm kalınlığında cam yünü malzeme ile yalıtım uygulanması önerilmiştir. Fakat hastane binasında mevcutta bulunan yalıtım iyi durumda olup, yeterlidir. Bu nedenle karma senaryo kapsamına alınmamıştır.

Derin senaryo kapsamında hastane binasına arızalı olan chiller yerine 2 adet ısı geri kazanımlı ısı pompası kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW) önerilmektedir. Isı pompası hastane binasının baz yükleri için kullanılması planlanmış ve ısı pompası analizi baz yükler değerlendirilerek hesaplanmıştır.
Derin senaryo kapsamında 5422 adet verimsiz aydınlatma armatürlerinin LED aydınlatma armatürleri ile değiştirilmesi ve hastane binasının koridorlarına aydınlatma otomasyonunun yapılması önerilmiştir. Hastane binasının koridorlarında bulunan armatürlerin %40 oranında daha az çalışacağı öngörülerek hesap yapılmıştır.

Derin senaryo kapsamında ele alınan hastane binasının 753 m² otopark alanına 294 adet panel kullanılarak 162 kWp GES kurulması EVÖ projesinin uygulanması ile hastane binasının elektrik ihtiyacının bir kısmının karşılanması hedeflenmektedir.

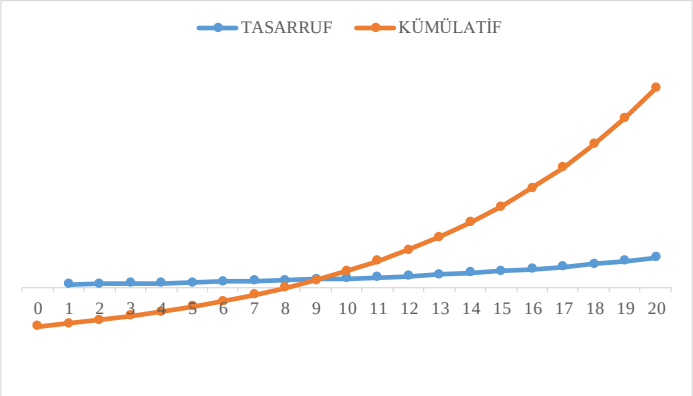
Derin senaryo kapsamında ele alınan hastane binasının 3738 m² otopark alanına 1460 adet panel kullanılarak 803 kWp GES kurulması EVÖ projesinin uygulanması ile hastane binasının elektrik ihtiyacının bir kısmının karşılanması hedeflenmektedir.

Tablo 6. 4. Derin Senaryo Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-175.106.850,71 TL
1	13.580.299,06 TL	-161.526.551,64 TL
2	15.311.787,20 TL	-146.214.764,45 TL
3	17.264.040,06 TL	-128.950.724,38 TL
4	19.465.205,17 TL	-109.485.519,21 TL
5	21.947.018,83 TL	-87.538.500,38 TL
6	24.745.263,73 TL	-62.793.236,65 TL
7	27.900.284,86 TL	-34.892.951,80 TL
8	31.457.571,18 TL	-3.435.380,62 TL
9	35.468.411,50 TL	32.033.030,88 TL
10	39.990.633,97 TL	72.023.664,85 TL
11	45.089.439,80 TL	117.113.104,65 TL
12	50.838.343,37 TL	167.951.448,02 TL
13	57.320.232,15 TL	225.271.680,17 TL
14	64.628.561,75 TL	289.900.241,92 TL
15	72.868.703,37 TL	362.768.945,30 TL
16	82.159.463,06 TL	444.928.408,35 TL
17	92.634.794,59 TL	537.563.202,95 TL
18	104.445.730,91 TL	642.008.933,85 TL
19	117.762.561,60 TL	759.771.495,45 TL
20	132.777.288,20 TL	892.548.783,65 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	13.580.299,06	175.106.850,71	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
21.924.114,94 TL	20 Yıl	16,42%



Tablo 6. 5. Karma Senaryo EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine Oranı, %	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi	Doğalgaz	131.684,08	11,32	1,09%	180.407,20	30,81	10.560.622,72	58,54	2,15%	-7.943.169,02
2	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	Elektrik	169.248,67	14,56	7,30%	648.222,41	93,93	4.006.168,11	6,18	27,56%	5.398.623,79
3	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Elektrik	134.456,18	11,56	5,80%	514.967,15	74,62	10.047.151,06	19,51	11,75%	-2.575.704,75
4	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	98.656,82	8,48	0,82%	135.159,84	23,09	119.875,66	0,89	125,50%	1.841.102,84
5	Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	171.252,04	14,73	7,39%	655.895,32	95,04	10.882.269,56	8,60	21,96%	7.478.219,28
		Doğalgaz	444.960,41	38,27	3,70%	609.595,76	104,12				
6	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	687.311,88	59,11	29,66%	2.632.404,49	381,46	9.006.133,95	3,58	40,32%	27.481.832,48
		Doğalgaz	-85.753,69	-7,37	-0,71%	-117.482,56	-20,07				
7	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	Doğalgaz	334.955,97	28,81	2,78%	458.889,67	78,38	3.782.657,39	8,24	22,61%	2.875.183,86
8	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.910,88	1,71	0,86%	76.258,67	11,05	241.089,56	3,16	44,15%	865.316,08
9	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	79.477,98	6,84	3,43%	304.400,66	44,11	24.065.796,73	17,57	12,85%	-4.190.947,46
		Doğalgaz	777.713,32	66,88	6,46%	1.065.467,25	181,98				
10	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	73.914,52	6,36	3,19%	283.092,62	41,02	1.246.484,30	0,98	114,96%	17.237.125,53
		Doğalgaz	723.273,39	62,20	6,01%	990.884,54	169,25				
11	Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması	Elektrik	583.069,60	50,14	25,16%	2.233.156,57	323,60	23.001.742,56	10,30	20,69%	15.687.074,67
12	Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması	Elektrik	956.849,60	82,29	41,29%	3.664.733,97	531,05	55.722.462,43	15,21	16,29%	7.768.035,61
TOPLAM		**Elektrik**	**2.875.491,34**	**247,29**	**124,07%**	**11.013.131,84**	**1.595,90**	**152.682.454,01**	**10,65**	**18,89%**	**55.313.442,20**
		Doğalgaz	**2.425.490,30**	**208,59**	**20,15%**	**3.322.921,71**	**567,56**				
		Toplam	**5.300.981,64**	**455,88**	**36,93%**	**14.336.053,55**	**2.163,46**				
										Toplam Nihai Enerji Tasarrufu	**36,93%**
										Toplam Birincil Enerji Tasarrufu	**47,19%**
										Nihai Enerji Tüketimi [TEP]	**778,41**
										Birincil Enerji Tüketimi [TEP]	**738,78**

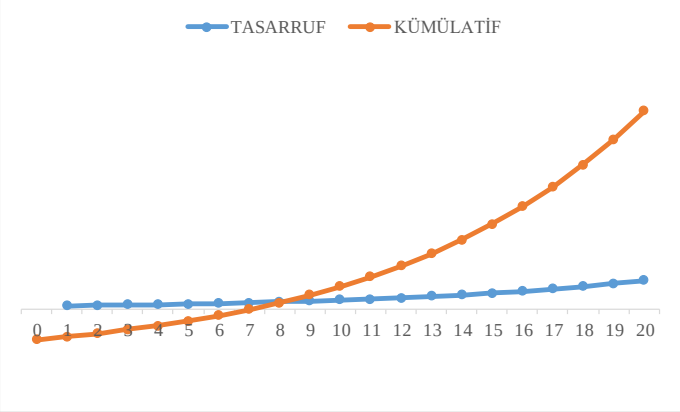
*Karma Senaryo; baz ve derin senaryolardan seçilmiş önlemler paketidir.

Tablo 6. 6. Karma Senaryo Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF
0		-152.682.454,01 TL
1	14.336.053,55 TL	-138.346.400,46 TL
2	16.163.900,38 TL	-122.182.500,08 TL
3	18.224.797,68 TL	-103.957.702,40 TL
4	20.548.459,38 TL	-83.409.243,02 TL
5	23.168.387,95 TL	-60.240.855,07 TL
6	26.122.357,42 TL	-34.118.497,65 TL
7	29.452.957,99 TL	-4.665.539,66 TL
8	33.208.210,13 TL	28.542.670,46 TL
9	37.442.256,92 TL	65.984.927,39 TL
10	42.216.144,68 TL	108.201.072,06 TL
11	47.598.703,13 TL	155.799.775,19 TL
12	53.667.537,77 TL	209.467.312,96 TL
13	60.510.148,84 TL	269.977.461,80 TL
14	68.225.192,82 TL	338.202.654,62 TL
15	76.923.904,90 TL	415.126.559,52 TL
16	86.731.702,78 TL	501.858.262,30 TL
17	97.789.994,88 TL	599.648.257,18 TL
18	110.258.219,23 TL	709.906.476,40 TL
19	124.316.142,18 TL	834.222.618,58 TL
20	140.166.450,31 TL	974.389.068,89 TL

Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
12,75%	14.336.053,55	152.682.454,01	15%

NBD	Faydalı Ömür	İKO
55.313.442,20 TL	20 Yıl	18,89%

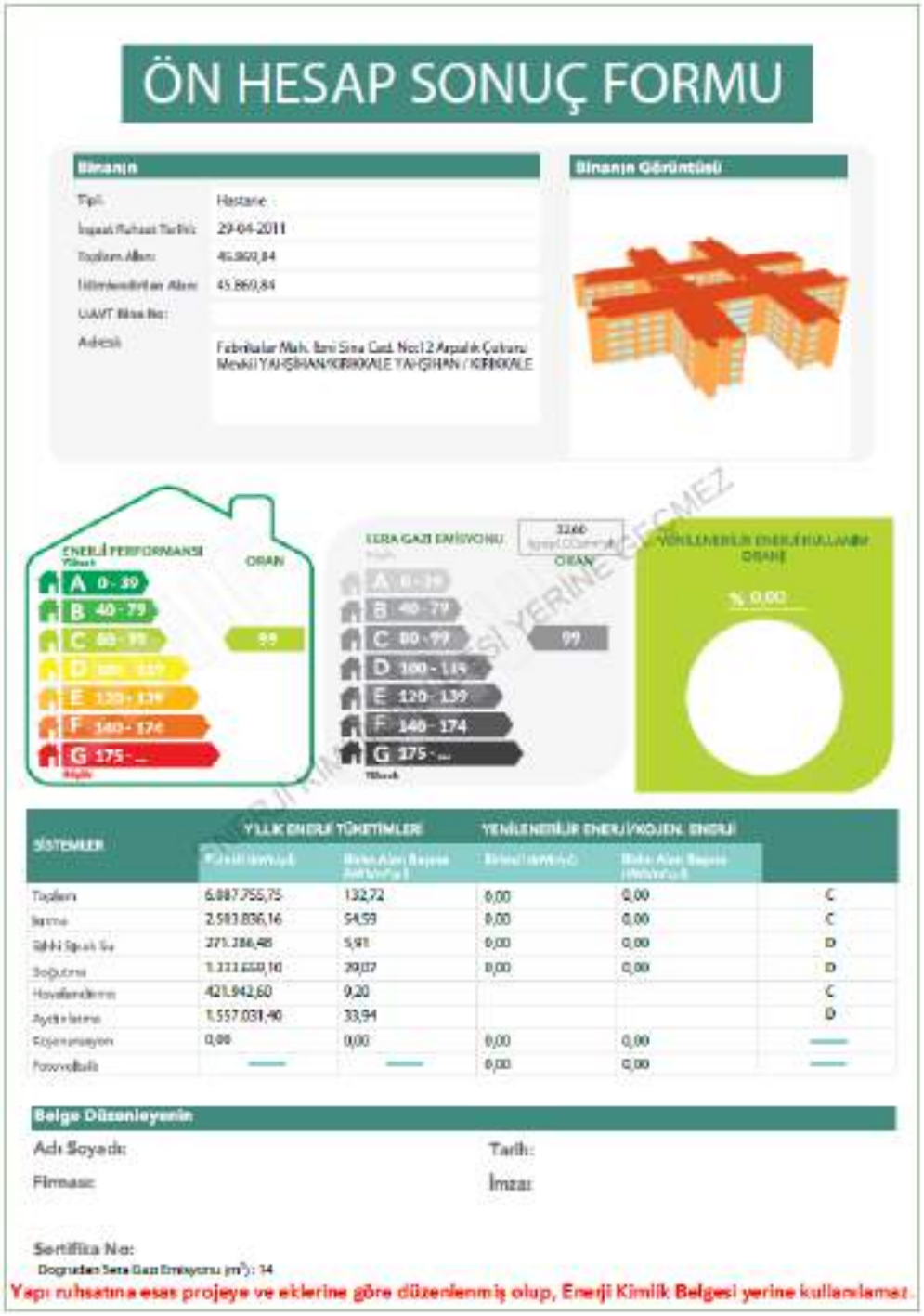


7. Enerji Kimlik Belgesi

5 Aralık 2008 tarihli ve 27075 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan ''Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği''nde belirtilen Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi ile ilgili maddeler gereğince hazırlanan Enerji Kimlik Belgelerinde, binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi/etkenliği ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgilerle birlikte; bina ile ilgili genel bilgiler, düzenleme ve düzenleyen bilgileri, binanın kullanım alanı (m^2), binanın kullanım amacı, binanın ısıtılması, soğutulması, iklimlendirmesi, havalandırması ve sıcak su temini için kullanılan enerjinin miktarı (kWh/yıl), tüketilen her bir enerji türüne göre yıllık birincil enerji miktarı (kWh/yıl), binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması, nihai enerji tüketiminin oluşturduğu sera gazlarının kullanım alanı başına yıllık miktarı (kg CO_2/m^2 -yıl), binaların kullanım alanı başına düşen yıllık sera gazı salımının, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması (kg CO_2/m^2-yıl), binanın aydınlatma enerjisi tüketim değeri, birincil enerji tüketimine göre, belirlenen enerji sınıfı, nihai enerji tüketimine göre belirlenen sera gazları emisyonu sınıfı bilgileri yer almaktadır.

Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl geçerlidir. Bu sürenin sonunda Enerji Kimlik Belgesi hazırlanılacak bir rapor doğrultusunda yeniden düzenlenir. Binanın enerji performansını etkileyecek uygulamalar (ısı yalıtımı, aydınlatma sisteminde iyileştirme, kazan değişimi vb. gibi…) yapıldığında ise, bir yıl içerisinde Enerji Kimlik Belgesi'nin yenilenmesi gerekmektedir.

Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon binası için hazırlamış olduğumuz Enerji Kimlik Belgesi, BEP-TR 2 yazılım programı kullanılarak Efektif Endüstriyel Enerji A.Ş. tarafından hazırlanmıştır. Yapı bileşenlerinin "U" değerleri, tarafımızca hazırlanan ısı yalıtım projesine göre girilmiştir. Mekanik sistem verileri ve aydınlatma elemanı verileri ise mevcut durumdaki haliyle alınmıştır. Enerji Kimlik belgeleri mevcut durum ve revizyon sonrası yapılacak iyileştirmelere göre tekrar düzenlenmiştir. Mevcut durumdaki binanın enerji kimlik belgeleri ön hesap sonuç formları aşağıda sunulmuştur.



ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi: Hastane

İnşaat Ruhsat Tarihi: 29-04-2011

Toplam Alanı: 46.860,84

İklimlendirilen Alanı: 45.860,84

UAVT Bina No:

Adresi: Fabrikalar Mah. İzmir Sina Cad. No:12 Arpalık Çukuru Mevkii YAHŞİHAN/KIRIKKALE 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 - ...

99

SERA GAZI EMİSYONU

3260

ORAN

99

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI

% 0,00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		
Toplam	6.087.755,75	132,72	0,00	0,00	C
Isıtma	2.583.836,16	54,59	0,00	0,00	C
Sıhhi Sıcak Su	271.286,48	5,91	0,00	0,00	D
Soğutma	1.333.650,10	29,07	0,00	0,00	D
Havalandırma	421.942,60	9,20			C
Aydınlatma	1.557.031,40	33,94			D
Düzenleyen	0,00	0,00	0,00	0,00	—
Pasif Soğutma	—	—	0,00	0,00	—

Belge Düzenleyenin

Adı Soyadı: Tarih:

Firması: İmza:

Sertifika No:

Doğrudan Sera Gazı Emisyonu (m²): 14

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

Fotoğraf 7. 1. Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Mevcut Durumuna Göre Hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi

Hastane binasına ait enerji kimlik belgelerinin; yıllık enerji tüketimlerinin, nihai, birincil ve kullanım alanı başına enerji tüketimi olarak sınıflandırıldığı kısım yukarıdaki fotoğraflarda verilmiştir.

Buna göre; toplam enerji tüketimi; 6.087.755,75 kWh/yıl, birim alan başına düşen tüketim ise 132,72 kWh/m^2yıl'dır. Bu tüketime karşılık gelen toplam enerji sınıfı ise ''C''dir.

Enerji tüketimlerinin kullanım amacına göre sınıflandırıldığı fotoğraflar incelendiğinde; havalandırma sistemlerinin "C" sınıfı, sıhhi sıcak su sistemlerinin ''D" ve soğutmanın ''D" sınıfı olduğu görülmektedir. Binalarda kullanılan herhangi bir kojenerasyon-trijenerasyon sistemi, ısı pompası olmadığı için yenilenebilir enerji kullanım oranları "0" çıkmıştır.

Karma Senaryo kapsamında ele alınan yapılması öngörülen EVÖ'lere göre veri girişleri tekrar yapılarak yeni Enerji Kimlik Belgesi oluşturulmuştur.



Fotoğraf 7. 2. Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Revizyon Sonrası Durumuna Göre Hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi

Hastane Binasının etüt raporu ile belirlenen enerji verimliliği önlemlerine göre yapılacak revizyon sonrası durumuna göre hazırlanan Enerji Kimlik belgesi yukarıdaki fotoğraflarda sunulmuştur. Belgeye göre hastane binasının toplam enerji sınıfı ‘‘B’’ sınıfına yükselmiştir.

Birincil enerji tüketimi, 6.087.755,75 kWh/yıl'dan, 4.823.793,29 kWh/yıl'a, birim alan başına düşen tüketim ise 132,72 kWh/m^2yıl'dan 105,16 kWh/m^2yıl'a düşmüştür. Bina için tanımlanan fotovoltaik sistem ile binanın yenilenebilir enerji kullanım oranı %12,17'dir ve sera gazı emisyonu ''B'' sınıfı olarak belirlenmiştir.

8. Ölçme ve Doğrulama Metodolojisi

Bu bölüm, enerji etüt raporunun onaylanmasından hemen sonra hazırlanacak olan ölçüm ve doğrulama planına temel olarak kullanılacak yaklaşımı göstermektedir. Bu nedenle, bu bölümde ortaya konacak olan ölçüm ve doğrulama metodolojisi, Ölçme Doğrulama Uzmanı tarafından hazırlanacak Ö&D planının ön versiyonu olarak kabul edilebilir.

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. Enerji tasarrufu, enerji kullanımının olup olmadığını gösterir ve doğrudan ölçülemez. Ö&D, enerji tasarrufu projesinin uygulanmasından önce ve sonra, koşullardaki değişiklikler için uygun ayarlamalar yapılarak, enerji kullanımının ölçümlerinden tasarrufların nasıl belirlendiğini açıklamaktadır.

Bu Ö&D Planı, temel enerji kullanımının nasıl belgelendiğini, nasıl değiştiğini ve birincil itici güçlerinin neler olduğunu açıklamaktadır. Ayrıca, ilave ekipman veya yükler gibi beklenmedik olaylar veya enerji kullanımını ve tasarrufunu etkileyen diğer öngörülemeyen olaylar için temel enerji kullanımına yönelik ayarlamaların nasıl yapıldığını da açıklamaktadır.

Tablo 8. 1. Enerji Verimliliği Önlemi Opsiyon Seçenekleri

ÖNERİLEN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖNLEMİ	Enerji Türü	Enerji Tasarrufu [kWh]	Enerji Tasarrufu [TEP]	Enerji Tasarrufu [%]	IPMVP'ye dayalı M&V Opsiyonu
5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	687.311,88	59,11	29,66%	OPSİYON A
Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması	Elektrik	583.069,60	50,14	25,16%	OPSİYON B
Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması	Elektrik	956.849,60	82,29	41,29%	
64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı	Elektrik	169.248,67	14,56	7,30%	OPSİYON C
23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Elektrik	134.456,18	11,56	5,80%	
Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	171.252,04	14,73	7,39%	
3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.910,88	1,71	0,86%	
Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	79.477,98	6,84	3,43%	
Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	73.914,52	6,36	3,19%	
5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Doğalgaz	-85.753,69	-7,37	-0,71%	
10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi	Doğalgaz	131.684,08	11,32	1,09%	
Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	98.656,82	8,48	0,82%	
Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Doğalgaz	444.960,41	38,27	3,70%	
Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	Doğalgaz	334.955,97	28,81	2,78%	
Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Doğalgaz	777.713,32	66,88	6,46%	
Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Doğalgaz	723.273,39	62,20	6,01%	

Opsiyon A. İzole Edilmiş Tadilat: (Kısmi Ölçüm) Burada, işletmedeki ölçümler gerçekleştirilen VAP'leri temsil edecek şekilde kısmi olarak yapılır.

Opsiyon B. İzole Edilmiş Tadilat: (Tam Ölçüm) Bu opsiyon çerçevesinde EÖS ile tüm bina sistemlerinde ölçümler ve hesaplamalar yapılarak doğrulama süreci yürütülür. Ölçülen/hesaplanan değerleri iyileştirme öncesi için yukarıda hesaplanan referans tüketim değerleri ile karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilir. Bu bağlamda solar PV projesi için doğrudan bu seçenek üzerinden hesaplamalar yapılabilecektir (bu sistemlerdeki tasarruflar doğrudan ölçülebilir). Bu sistemlerde doğrudan hem ısı hem de elektrik kWh değerleri ölçülerek elde edilen kazanımlar belirlenecektir. Ancak bu yöntem bazı VAP'lerin sağlayacağı tasarrufların analizi için kullanılacaktır.

Opsiyon C. Tüm Tesis*:* Burada tesis/bina bazındaki ölçülen tüketimler bağımsız değişkenlerle düzeltilerek (burada dış hava HDD ve CDD değerleri) değerlendirilir, gerekli düzeltmeler yapılır. Bu bağlamda "*baseline"* (tadilat öncesine ait referans değerler) durum ile iyileştirme sonrası enerji tüketimleri (yaklaşık olarak benzer) şartlarda karşılaştırılır. Bu projede yer alan VAP projelerinin hepsinin sağladığı tasarrufları doğrudan ölçmek mümkün olmadığı için (örneğin BMS, kayış değiştirilmesi, aydınlatma sistemi tadilatı vb.) Ölçme ve Doğrulama sürecinde bu seçenek esas alınacaktır. Burada uygulama döneminde binanın aylık faturaları EÖS'ye manual olarak girilecektir. Uygulama dönemi aylık HDD ve CDD değerleri ise BMS tarafından hesaplanacaktır.

8.1. Temel Enerji ve Enerji Göstergelerinin Hesaplanması

8.1.1. Hasta Sayısı Verilerine Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Analizi

Elektrik ve Doğalgaz tüketimine ilişkin mevcut veriler ile hastane yönetiminden alınan hasta sayısı bilgilerine dayanarak, regresyon analizi yapılmıştır.

Tablo 8. 2. Elektrik ve Doğalgaz Tüketimi ile Hasta Sayısı Analizi

Aylar	Elektrik Tüketimi (kWh)	Doğalgaz Tüketimi (kWh)	Ortalama Hasta Sayısı
Ocak	221.545,20	2.260.230,55	710,67
Şubat	195.358,32	1.735.676,94	793,33
Mart	198.057,60	1.684.884,61	847,33
Nisan	142.270,64	859.254,62	767,00
Mayıs	79.031,68	479.828,80	670,67
Haziran	129.609,60	431.614,34	753,33
Temmuz	264.139,36	277.816,38	743,67
Ağustos	345.261,28	467.939,83	779,67
Eylül	219.077,76	469.473,12	868,00
Ekim	126.111,76	381.595,03	887,00
Kasım	192.143,83	1.279.793,85	935,33
Aralık	204.972,32	1.706.585,80	967,67

Hasta Sayısı verileri ile regresyon modeli oluşturulurken 2019, 2021 ve 2022 yılındaki hasta verileri dikkate alınmıştır. Elektrik Tüketimi-Hasta Sayısı regresyon hesaplarının sonuçları Tablo 8.3'de verilmiştir. Bu modele göre elektrik tüketimi ile hasta sayısı arasındaki korelasyonun uygun olmadığı tespit edilmiş, bu nedenle hasta sayısına bağlı baseline elektrik tüketim modeli oluşturulamamıştır. Doğalgaz Tüketimi ile Hasta sayısı arasındaki ilişkide de benzer durum geçerlidir. Uygun korelasyon sağlanamadığı için hasta sayısına bağlı baseline elektrik ve doğalgaz tüketim modeli oluşturulamamıştır.

Tablo 8. 3. Elektrik Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,1107792
R Kare	0,012272031
Ayarlı R Kare	-0,086500766
Standart Hata	73011,30392
Gözlem	12

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	1	662306942,3	6,62E+08	0,124245	0,731791
Fark	10	53306504997	5,33E+09		
Toplam	11	53968811939			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	124075,7764	197042,3739	0,629691	0,543015	-314962	563113,5	-314962	563113,5
X Değişkeni 1	85,22197015	241,7753501	0,352484	0,731791	-453,487	623,931	-453,487	623,931

Tablo 8. 4. Doğalgaz Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,189157647
R Kare	0,035780616
Ayarlı R Kare	-0,060641323
Standart Hata	712022,205
Gözlem	12

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	1	1,8813E+11	1,88E+11	0,371084	0,556
Fark	10	5,06976E+12	5,07E+11		
Toplam	11	5,25789E+12			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	-160967,5123	1921600,328	-0,08377	0,934895	-4442560	4120625	-4442560	4120625
X Değişkeni 1	1436,320731	2357,846096	0,609166	0,556	-3817,29	6689,929	-3817,29	6689,929

8.1.2. HDD ve CDD Verilerine Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Analizi

Baseline dönemi HDD ve CDD Verilerine Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim regresyon hesaplarının sonuçları aşağıda verilmiştir. Hesaplamalara göre doğalgaz tüketiminin HDD ile değişimi incelendiğinde korelasyonun uygun olduğu tespit edilmiştir. Fakat yine hesaplamalara göre elektrik tüketiminin CDD ile değişimi incelendiğinde uygun olmadığı tespit edilmiştir. Raporlama döneminde HDD ve CDD değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınacak dış hava saatlik kuru termometre sıcaklıklarından hesaplanacaktır. Hesaplanan bu HDD ve CDD değerleri kullanılarak baseline regresyon eşitlikleri ile beklenen tüketimler (raporlama dönemi referans değerleri) hesaplanmış aşağıda sunulmuştur. Aynı zamanda baseline tüketim ve model tüketimlerine ait veriler tablo ve grafikler ile birlikte verilmiştir.

Tablo 8. 5. Elektrik ve Doğalgaz Tüketimleri ile HDD – CDD Verileri

Aylar	Gerçek Enerji Tüketimleri		Bağımsız Değişkenler	
	Elektrik Tüketimi (kWh)	Doğalgaz Tüketimi (kWh)	Ortalama CDD	Ortalama HDD
Ocak	221.545,20	2.260.230,55	0	486
Şubat	195.358,32	1.735.676,94	0	372
Mart	198.057,60	1.684.884,61	0	374
Nisan	142.270,64	859.254,62	2	138
Mayıs	79.031,68	479.828,80	16	32
Haziran	129.609,60	431.614,34	35	3
Temmuz	264.139,36	277.816,38	92	0
Ağustos	345.261,28	467.939,83	135	0
Eylül	219.077,76	469.473,12	23	6
Ekim	126.111,76	381.595,03	1	79
Kasım	192.143,83	1.279.793,85	0	256
Aralık	204.972,32	1.706.585,80	0	401
TOPLAM	2.317.579,35	12.034.693,87	304	2.147

Tablo 8. 6. Elektrik – CDD Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,680784
R Kare	0,463467
Ayarlı R Kare	0,409814
Standart Hata	53810,82
Gözlem	12

ANOVA

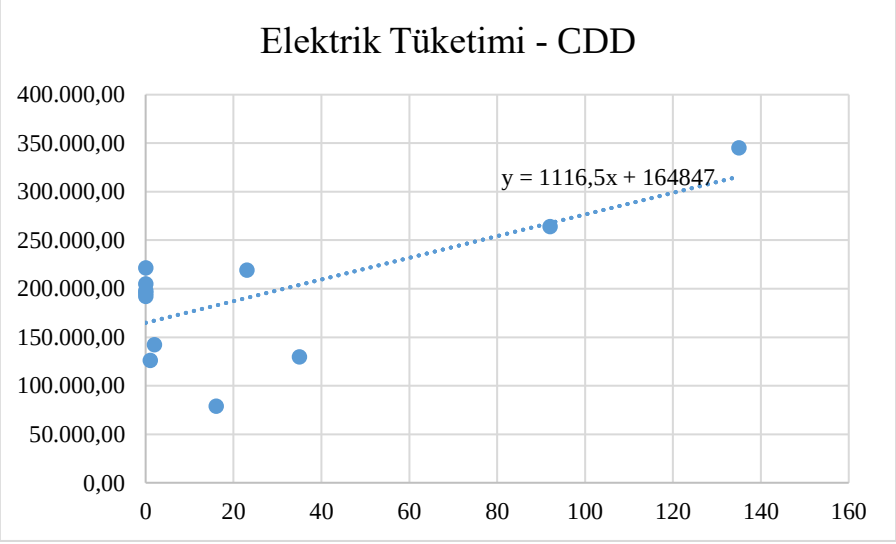
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	1	2,5E+10	2,5E+10	8,638188	0,014809
Fark	10	2,9E+10	2,9E+09		
Toplam	11	5,4E+10			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	163691,4	18483,42	8,856119	4,78E-06	122507,8	204875	122507,8	204875
X Değişkeni 1	1076,261	366,1898	2,93908	0,014809	260,3392	1892,183	260,3392	1892,183

$y = 1076{,}26x_1 + 163691{,}4$

y = Elektrik tüketimi (kWh/ay)

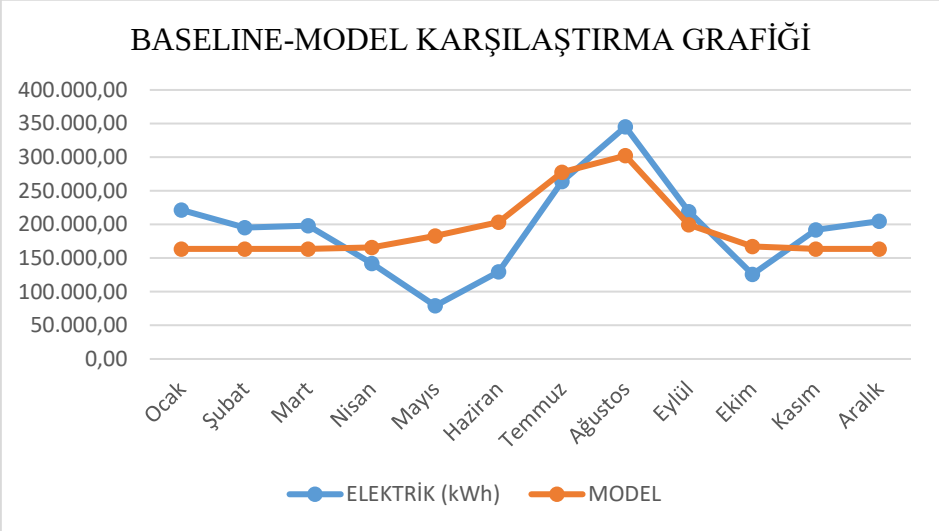
x_1= CDD



Grafik 8. 1. Elektrik Tüketiminin Ortalama CDD Sayısına Bağlı Değişimi

Tablo 8. 7. Elektrik – CDD Korelasyonuna Göre Oluşturulan Model Tüketimleri

DÖNEM	ELEKTRİK (kWh)	CDD	MODEL	HATA(GERÇEK-ÖNGÖRÜLEN)	HATA KARESİ
Ocak	221.545,20	0	163.691,39	57.853,81	3.347.063.065,37
Şubat	195.358,32	0	163.691,39	31.666,93	1.002.794.309,95
Mart	198.057,60	0	163.691,39	34.366,21	1.181.036.231,67
Nisan	142.270,64	2	165.843,91	-23.573,27	555.699.251,41
Mayıs	79.031,68	18	183.064,09	-104.032,41	10.822.742.002,82
Haziran	129.609,60	37	203.243,98	-73.634,38	5.422.021.950,81
Temmuz	264.139,36	106	277.505,98	-13.366,62	178.666.584,68
Ağustos	345.261,28	129	302.259,98	43.001,30	1.849.111.574,51
Eylül	219.077,76	34	199.746,13	19.331,63	373.711.829,09
Ekim	126.111,76	4	167.458,31	-41.346,55	1.709.536.819,46
Kasım	192.143,83	0	163.691,39	28.452,43	809.541.021,38
Aralık	204.972,32	0	163.691,39	41.280,93	1.704.114.991,76
TOPLAM	2.317.579	328	2.317.579,35	0,00	28.956.039.632,90



Grafik 8. 2. Baseline Elektrik Tüketimi ve Model Karşılaştırma Grafiği

Tablo 8. 8. Elektrik – CDD Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		REFERANS	SONUÇ
Tahmini Değerlerin Doğrulanması	0,00	<0,005	UYGUN
R^2	0,46	>0,75	UYGUN DEĞİL
CV_{RMSE}	0,28	<0,2	UYGUN DEĞİL
Bağımsız Değişkenin Duyarlılığı (t-stat)	2,94	>2	UYGUN

Tablo 8.8. incelendiğinde Elektrik-CDD korelasyonunun uygun çıkmadığı görülmektedir.

Hastane binasında elektrik tüketimi; aydınlatma, tıbbi cihazlar ve ofis cihazlarının yanı sıra ısıtma ve soğutma amacıyla da kullanılmaktadır. Dolayısıyla elektrik tüketiminin mevsimsel değişimi izlemek için tek başına HDD ve CDD verileri ile model oluşturmak doğru bir yöntem olmamaktadır. Bu nedenle referans dönem modelinde, tüketime en fazla etki eden, iki bağımsız değişken (HDD ve CDD) ayrı ayrı ele alınmıştır. Binada ısınma ihtiyacı sadece doğalgaz ile değil, aynı zamanda elektrik ile de (klima santralleri) sağlanmaktadır. Bu nedenle HDD sayısının elektrik tüketimi ile ilişkisi analiz edilmiştir.

Tablo 8. 9. Elektrik-HDD-CDD Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,892196098
R Kare	0,796013878
Ayarlı R Kare	0,750683628
Standart Hata	34974,41712
Gözlem	12

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	2	4,3E+10	21479961631	17,56032424	0,000781993
Fark	9	1,1E+10	1223209853		
Toplam	11	5,4E+10			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	101617,4675	20755,06	4,896032308	0,0008523	54666,24916	148568,6859	54666,25	148568,7
X Değişkeni 1	1776,15221	299,9397	5,921697019	0,000223	1097,641399	2454,66302	1097,641	2454,663
X Değişkeni 2	259,9593905	70,19	3,703653027	0,00489281	101,1785887	418,7401923	101,1786	418,7402

Her iki bağımsız değişkenin tüketimle değişimi önce ayrı ayrı izlenmiş, uygun korelasyon sağlandığı için analizler tek bir tabloda birleştirilerek yeni bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan modelin denklemi ve regresyon analizi aşağıda sunulmuştur.

$Y=1776,152x_1+259,959x_2+101.617,467$

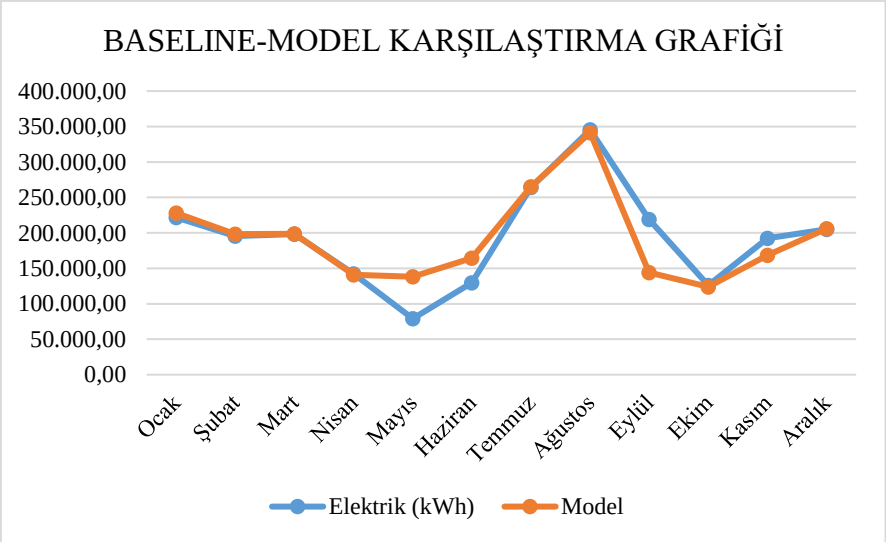
Y = Elektrik tüketimi (kWh/ay)

x_1= CDD

x_2= HDD

Tablo 8. 10. Ortalama Elektrik Tüketiminin HDD ve CDD ile Değişim Analizi

Dönem	Elektrik (kWh)	CDD	HDD	Model	Hata (Gerçek-Öngörülen)	Hata Karesi
Ocak	221.545,20	0	486	228.044,38	6.499,18	42.239.398,56
Şubat	195.358,32	0	372	198.409,01	3.050,69	9.306.733,48
Mart	198.057,60	0	374	198.842,28	784,68	615.722,05
Nisan	142.270,64	2	138	140.957,51	-1.313,13	1.724.298,02
Mayıs	79.031,68	16	32	138.267,95	59.236,27	3.508.935.713,46
Haziran	129.609,60	35	3	164.562,67	34.953,07	1.221.717.314,89
Temmuz	264.139,36	92	0	265.023,47	884,11	781.651,93
Ağustos	345.261,28	135	0	341.398,02	-3.863,26	14.924.810,11
Eylül	219.077,76	23	6	144.028,72	-75.049,04	5.632.357.700,01
Ekim	126.111,76	1	79	123.930,41	-2.181,35	4.758.280,87
Kasım	192.143,83	0	256	168.253,72	-23.890,10	570.736.975,07
Aralık	204.972,32	0	401	205.861,18	888,86	790.077,66
TOPLAM	2.317.579,35	304	2.147	2.317.579,35	0,00	11.008.888.676,10



Grafik 8. 3. Baseline Elektrik Tüketimi ve Model(Elektrik-HDD-CDD) Karşılaştırma Grafiği

Tablo 8. 11. Elektrik Tüketiminin HDD ve CDD ile Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		REFERANS	SONUÇ
Tahmini Değerlerin Doğrulanması	0,000	<0,005	UYGUN
R^2	0,80	>0,75	UYGUN
CV_{RMSE}	0,18	<0,2	UYGUN
Bağımsız Değişkenin Duyarlılığı (t-stat)	5,92	>2	UYGUN

Oluşturulan model değerlendirme kriteri referans aralıklarına göre uygun çıkmıştır. Uygulama dönemine ait mevsimsel verilerde önemsenmeyecek kadar düşük olan değerlerin göz ardı edilerek, ısıtma ve soğutma ihtiyacı bulunmayan aylara ait tüketimlerin çıkarılarak, bu modelin uygulanması tavsiye edilmektedir.

Hastane binasının ortalama doğalgaz tüketiminin HDD sayısına bağlı değişimi aşağıda incelenmiştir.

Tablo 8. 12. Doğalgaz – HDD Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,987448
R Kare	0,975053
Ayarlı R Kare	0,972559
Standart Hata	114528,2
Gözlem	12

ANOVA

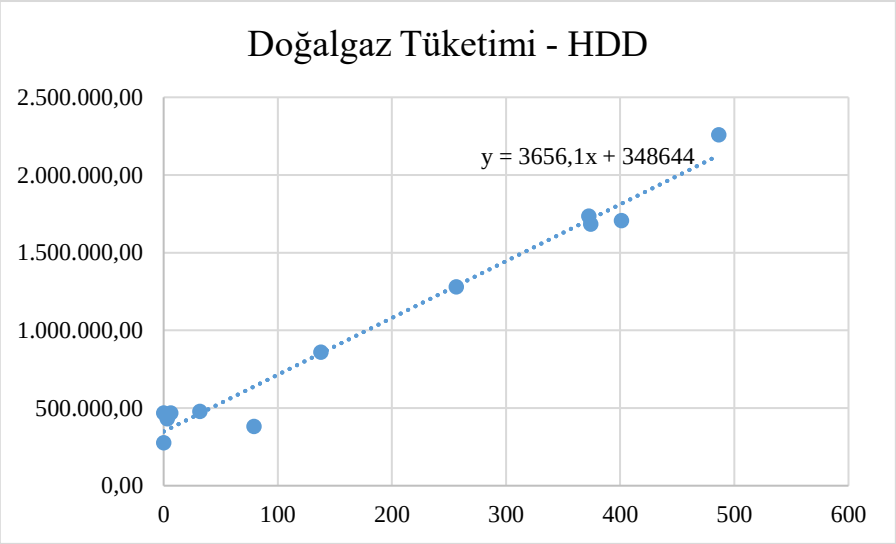
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	1	5,12672E+12	5,13E+12	390,8543	2,4E-09
Fark	10	1,31167E+11	1,31E+10		
Toplam	11	5,25789E+12			

	Katsayılar	*Standart Hata*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %95*	*Düşük 95,0%*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	348643,8	46778,16729	7,45313	2,18E-05	244415,5	452872	244415,5	452872
X Değişkeni 1	3656,148	184,9338062	19,77004	2,4E-09	3244,09	4068,206	3244,09	4068,206

$y = 3656{,}148x_1 + 348643{,}8$

y = Doğalgaz tüketimi (kWh/ay)

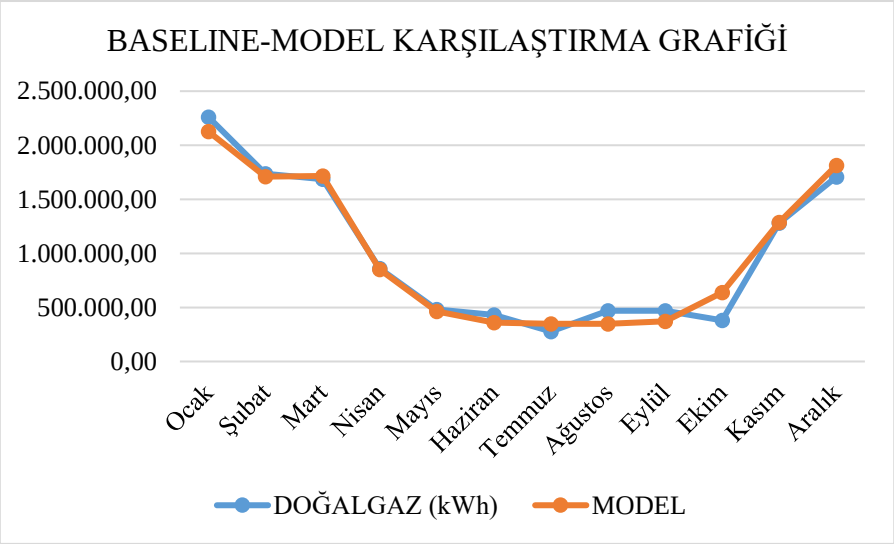
x_1= HDD



Grafik 8. 4. Doğalgaz Tüketiminin Ortalama HDD Sayısına Bağlı Değişimi

Tablo 8. 13. Doğalgaz – HDD Korelasyonuna Göre Oluşturulan Model Tüketimleri

DÖNEM	DOĞALGAZ (kWh)	HDD	MODEL	HATA(GERÇEK-ÖNGÖRÜLEN)	HATA KARESİ
Ocak	2.260.230,55	486	2.126.750,47	133.480,09	17.816.934.150,47
Şubat	1.735.676,94	372	1.709.949,58	25.727,36	661.897.033,15
Mart	1.684.884,61	374	1.716.043,16	-31.158,54	970.854.900,82
Nisan	859.254,62	138	851.973,49	7.281,14	53.014.959,22
Mayıs	479.828,80	32	464.421,78	15.407,01	237.376.105,41
Haziran	431.614,34	3	359.612,20	72.002,13	5.184.306.882,07
Temmuz	277.816,38	0	348.643,76	-70.827,38	5.016.518.446,25
Ağustos	467.939,83	0	348.643,76	119.296,07	14.231.551.952,95
Eylül	469.473,12	6	370.580,65	98.892,47	9.779.721.225,73
Ekim	381.595,03	79	637.479,46	-255.884,44	65.476.845.179,82
Kasım	1.279.793,85	256	1.285.836,40	-6.042,54	36.512.336,28
Aralık	1.706.585,80	401	1.814.759,16	-108.173,36	11.701.476.413,16
TOPLAM	12.034.694	2.147	12.034.693,87	0,00	131.167.009.585,32



Grafik 8. 5. Baseline Doğalgaz Tüketimi ve Model Karşılaştırma Grafiği

Tablo 8. 14. Doğalgaz – HDD Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		REFERANS	SONUÇ
Tahmini Değerlerin Doğrulanması	0,00	<0,005	UYGUN
R^2	0,98	>0,75	UYGUN
CV_{RMSE}	0,11	<0,2	UYGUN
Bağımsız Değişkenin Duyarlılığı (t-stat)	19,77	>2	UYGUN

Yukarıdaki tablo incelendiğinde Doğalgaz-HDD korelasyonunun uygun çıktığı görülmektedir.

8.2. Baseline Periyodu Statik Faktörler

Bu Ö&D Planı hazırlanması sürecinde sabit (değişken olmayan) ekipmanları ve işletme modlarını (statik faktörler) içermektedir. Burada bu faktörler için ayarlama hesaplamaları yapılmamıştır. Fakat ilerleyen süreçte verilerde ve parametrelerde değişiklikler olursa baseline hesaplamaları revize edilecektir. Aşağıdaki tabloda bu projede dikkate alınacak bazı statik faktörler verilmiştir.

Tablo 8. 15. Statik Faktörler

Statik Faktör	**Verinin Kaynağı**
Bina kullanım alanı	Projeler, rölöve çalışmaları
Binada çalışan sayısı	Bina yönetimi

8.3. Raporlama Dönemi

Raporlama Dönemi EVÖ'lerin saha uygulama sürecinden sonraki 12 aylık dönem olarak planlanmıştır. Ölçüm dönemi aşağıda listelenmiş kriterlere göre belirlenecektir:

- Ölçme ve Doğrulama planında özel bir durumdan kaynaklı farklı bir dönem tanımlaması yapılmaması durumunda, raporlama dönemi en az 12 aylık çevrimi kapsayacak şekilde değerlendirilecektir.
- Bu çalışmalar çerçevesinde binaların içinde insanların bulunduğu alanlarda iç mekan kalitesinin (burada ısıl konfor, iç hava kalitesi) de sağlanıp sağlanmadığı ölçülecek ve raporlanacaktır.

Tablo 8. 16. İşletme Sürecinde Ö&D Faaliyetleri

	1. Ay				2. Ay				3. Ay				4. Ay				5. Ay				6. Ay				7. Ay				8. Ay				9. Ay				10. Ay				11. Ay				12. Ay				13. Ay			
	Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta				Hafta			
1. Gün	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
2. Gün																																																		
3. Gün																																																			
4. Gün																																																		
5. Gün																																																		
6. Gün																																																		
7. Gün																																																		

Verilerin Toplanması
Ölçme&Doğrulama Dönem Sonu Raporlaması

8.4. Raporlama Formatı

Ölçme ve Doğrulama Raporu, 12 aylık Ö&D dönemi içerisinde hazırlanacaktır. Bu raporun formatı aşağıda özetlendiği şekilde olacaktır.

1. Binanın enerji tüketimleri (faturalardan)
   a. Elektrik tüketim verileri
   b. Doğalgaz tüketim verileri
   c. Solar PV üretim verileri
2. Baseline periyoduna ait düzeltilmiş/ayarlanmış veriler
   a. Bağımsız değişkenler
   b. Statik faktörler
3. Baseline periyodu revize ayarlamalar
4. Enerji tasarruf hesapları (kWh, m^3 ve $)

5. Raporlama dönemi başlangıcından itibaren kümülatif tasarruflar (yıllık bazda)

8.5. Kalite Güvencesi

Ölçme ve Doğrulama Faaliyetleri kapsamında yaşanabilecek öncelikli riskler ve bu risklere ilişkin öngörülen kalite güvence adımları aşağıda listelenmiştir;

Gerçek sayaç okuması yapılması: Uygulama/Ö&D döneminde sayaçlardan okunan elektrik ve doğalgaz tüketim değerleri analiz ve değerlendirme için EÖS'e girilecektir. Ayrıca, yukarıda açıklandığı üzere, elektrik analizörlerinden, kalorimetrelerden frekans invertörlerinden (VSD) enerji üretim ve alt sistemlerin enerji tüketimleri ölçülecektir. Ayrıca HDD, CDD düzeltmeleri yapılarak baseline tüketimlerle karşılaştırılacak ve tasarruflar hesaplanacaktır. Bu proje için (Opsiyon C) en doğru ölçüm çerçevesini oluşturmaktadır.

Gerçek sayaç okuması yapılması yerine tahmini tüketim değerlerinin kullanılması:

Bu şekilde yapılan tahminler bir sonraki ay sayaç üzerinden gerçek tüketimin okunmasıyla ve analizörlerden/kalorimetrelerden ölçümlerle düzeltilecektir. Tüketim değerlerinde tahmin yapıldığı tespit edildiğinde gerçek sayaç okuması yapılana kadar Ö&D uzmanının tasarruf raporunu işverene iletmeyi durdurması gerekir. Gerçek tüketim değerleri okunduğunda tahmini değerler düzeltilerek raporlama yapılır.

Bina/Tesiste, işletiminde veya kullanımında beklenmeyen değişikliklerin meydana gelmesi: değişim olasılıklarına karşı hesaplamalarda yapılacak düzeltmeler; tesisin mevcut kapalı kullanım alanının yeni oluşacak toplam kapalı alana oranı üzerinden doğru orantı ile tasarruflar tekrar hesaplanacaktır.

Verileri toplamakla sorumlu personelin hatalı veri sağlaması:

Sorumlu personelin topladığı veriler Ö&D uzmanına iletmeden önce kontrol edilmesi gerekir. Derlenen veriler bu verileri oluşturmak için kullanılan faturalar, analizör/kalorimetre verileri gibi ham veriler ile birlikte iletilmelidir. Veriler tek tek kontrol edilerek gerçek değerlere uygun olduğundan emin olunur.

8.6. Ölçme ve Doğrulama Çerçevesi

Bina tadilatlarında, enerji etüt sürecinde (ASHRAE Energy Audit Level2 ve Level3) ve EVÖ'lerin ekonomik analizi sürecinde (baseline oluşturma ve bunu esas alarak iyileştirmelerin analizi) ve enerji ölçüm ve doğrulama (energy measurement&verification) sürecinde enerji simülasyon programları kullanılması büyük ölçüde yarar sağlamaktadır. Diğer yandan enerji ölçüm/doğrulama çerçevesi **ISO 50006** Standardında Uluslararası Performans Ölçme ve Doğrulama Protokolü (International Performance Measurement and Verification Protocol - **IPMVP)**'nde açıklanmaktadır.

IPMVP'ye göre iki çeşit ayarlama vardır; Düzenli Ayarlamalar ve Düzensiz Ayarlamalar. Düzenli ayarlamalar enerji kullanımını etkileyen ve etkisi beklenen faktörlerdir. Hava durumu düzenli ayarlamalara örnek olarak verilebilir. Düzensiz ayarlamalar ise enerji tüketimini etkileyen, ancak hesaplarda tam olarak dikkate alınamayan faktörleri tanımlamak için kullanılır. Tesisin büyüklüğü, çalışma saatleri, insan sayıları ve tesisin kullanım şekli düzensiz ayarlamalar arasında sayılabilir.

IMPV'ye göre doğrulamalar iki şekilde gerçekleştirilir:

a. **İşletmede Doğrulama (Operational Verficication -OV).** Bu yöntemde işletmenin proje aşamasında hedeflendiği gibi yapılıp yapılmadığı kontrol edilir. Kontroller, gözle, performans ölçümleri ile, enerji ölçüm izleme sistemleri ile yapılabilmektedir. Ölçme doğrulama sürecinde IPMVP 2014 dökümanı, ISO 50006 ve ISO 50015 Standartlarına göre referans koşul ve değerlerdeki düzeltmeler yapılabilir.

b. **Tasarrufların Doğrulanması (Saving Verification -SV).** EVÖ'lerin sağlayacağı tasarruflar (enerji verimliliği artışı) IPMVP dokümanında ve ISO 50006 Standardında açıklanan hesaplama yöntemleri ile belirlenir. IMVP dokümanında (SV) aşağıda açıklanan dört alternatifle tasarrufların doğrulanabileceği belirtilmektedir

Güneş elektrik (PV) simülasyonu: PV-Syst tarafından geliştirilen PV simülasyon yazılımı kullanılmıştır.

Aydınlatma simülasyonu: Dialux aydınlatma simülasyon programı kullanılmıştır.

BMS, EÖS ekonomik analizi: Yaklaşık yüzdesel verimlilik artışı kabulleri yapılmıştır (bu projede %8 alınmıştır).

9. Ekler

9.1. Genel ve İdari Ekler

Tablo 9. 1. Etüt Ekibi

Etüt Ekibi	**Unvanı**	**Sertifika NO**
Filiz Özkan	Makine Yük. Müh.	BEP-164
Mustafa Özkan	Makine Yük. Müh.	BEP-163
Tamer Kılan	Elektrik-Elektronik Müh.	BEP- 484
Nurseli Seferoğlu	Elektrik-Elektronik Müh.	BEP- 604
Ziya Özkabayel	Enerji Sistemleri Müh.	SEP- 444

9.1.1 Kritik Notlar ve Bulgular

Kırıkkale Üniversitesi SBF ve Fizik Tedavi Reh. Hastanesi'nin çalışanlarından alınan bilgilere ve yapılan gözlemlere göre aşağıda kritik notlar ve bulgular paylaşılmıştır.

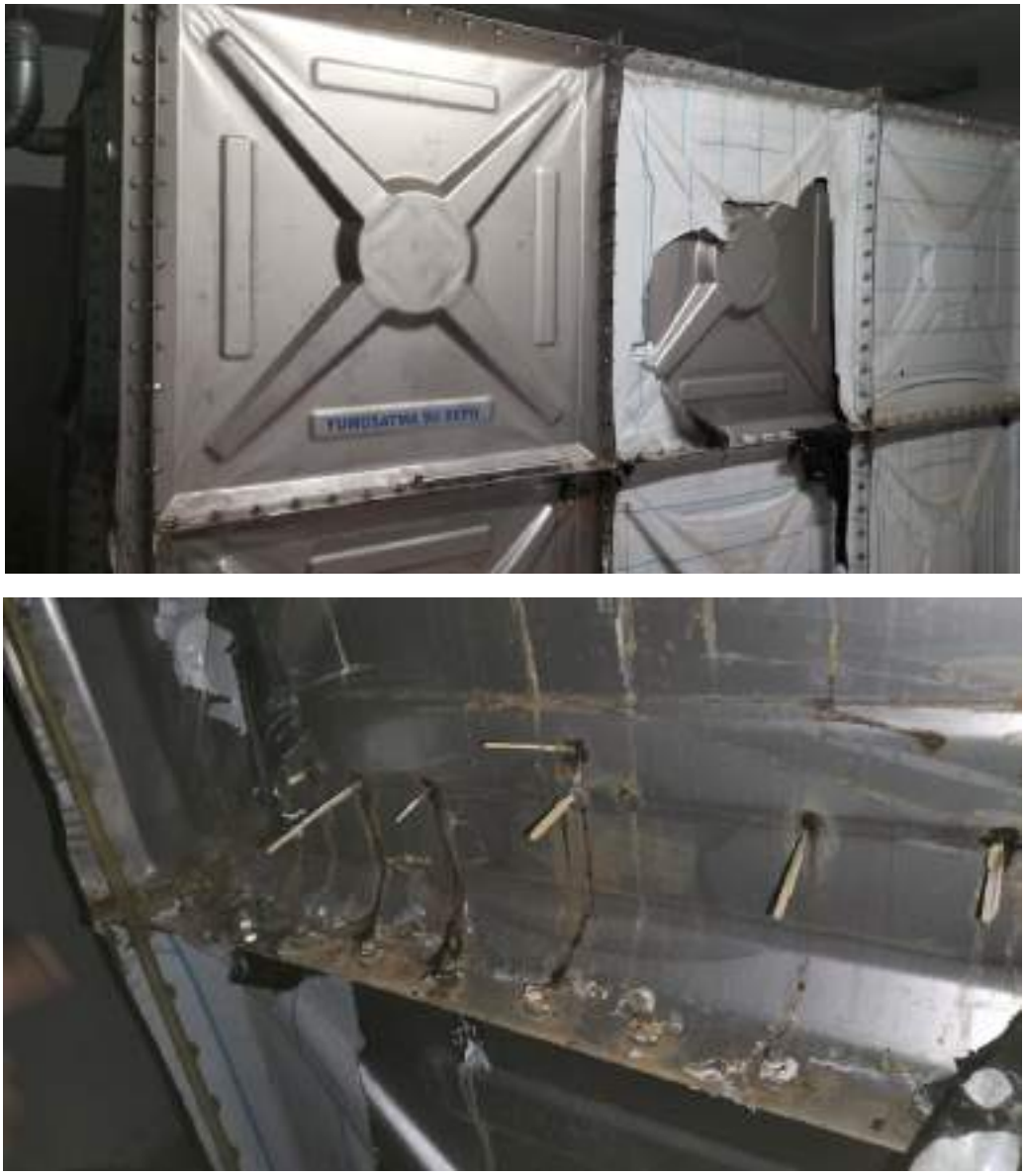
2011 yılında yapımı tamamlanmış olan hastane binasında klima santrallerinin ilk kurulumu tamamlandıktan sonra 1 ay kadar çalıştırılıp kapatılmıştır. Bu nedenle klima santrallerinde bulunan serpantinlerin içinde su kalmış ve bu su ile serpantinler paslanmıştır. Ve bazı serpantinlerde delikler bulunmaktadır. Aşağıdaki fotoğrafta delik ve paslanmış olan serpantin görünümü paylaşılmıştır.



Fotoğraf 9. 1. Delik ve Paslanmış Serpantin Görünümü

Fizik Tedavi Hastanesi'nde su yumuşatma depolarının yalnızca teknik personel tarafından tuz ile temizlendiği bilgisi alınmıştır. Aynı zamanda hastane binasında 2 adet saf su cihazı

bulunmaktadır. Fakat bu saf su cihazları yetersiz kaldığından mekanik tesisatta paslanmalar görünmektedir. Dolayısıyla hastane binasında su yumuşatma cihazlarının ve arıtma sisteminin yenilenmesi önerilmektedir.



Fotoğraf 9. 2. Su Yumuşatma Deposu



Fotoğraf 9. 3. 2 Adet Su Yumuşatma Cihazı



Fotoğraf 9. 4. Paslanmış Boru Görünümleri

9.2. EVÖ İle İlgili Ekler

Aşağıda senaryolar bazında verilen çapraz etkileşimli tablolar, enerji verimliliği önlemlerinin verilen sırayla izlenmesi durumunda elektrik ve doğalgaz tüketimlerinin birbirinden nasıl etkilendiğini göstermektedir.

Tablo 9. 2. Baz Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu

Tüketimin Cinsi	**Baseline**	**10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi**	**64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması**	**23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi**	**Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması**	**5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi**	**Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi**	**3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması**	**Bina Otomasyon Sistemi Kurulması**	**Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması**	**Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması**
Elektrik (kWh/yıl)	2.317.579	2.317.579	2.148.331	2.013.875	2.013.875	1.326.563	1.326.563	1.306.652	1.215.186	1.130.123	547.053
Doğalgaz (kWh/yıl)	12.034.694	11.903.010	11.903.010	11.903.010	11.804.353	11.890.107	11.555.151	11.555.151	10.746.290	9.994.050	9.994.050

Tablo 9. 3. Derin Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu

Tüketimin Cinsi	Baseline	Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonunun Yapılması	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Hastane Binasının 753 m² Otopark Alanına 294 Adet Panel Kullanılarak 162 kWp GES Kurulması	Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması
Elektrik (kWh/yıl)	2.317.579	2.281.283	2.112.034	1.977.578	1.977.578	1.806.326	1.112.266	1.112.266	1.092.355	1.015.890	944.778	751.803	-205.046
Doğalgaz (kWh/yıl)	12.034.694	11.376.661	11.376.661	11.376.661	11.278.004	10.833.043	10.918.797	10.607.435	10.607.435	9.864.914	9.174.370	9.174.370	9.174.370

Tablo 9. 4. Karma Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu

Tüketimin Cinsi	Baseline	10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi	64 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve 64 Adet Klima Santraline İnvertör Uygulanması	23 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Arızalı Olan Chiller Yerine 2 Adet Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	5422 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Isı Merkezinde Arızalı Olarak Yer Alan 2 adet Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Yerine Yüksek Verimli, Yoğuşmalı 2910 kW Kapasiteli Kazanlar ile Yenilenmesi ve Su Arıtma Sisteminin Yenilenmesi	3 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Hastane Binasının 2253 m² Çatı Alanına 880 Adet Panel Kullanılarak 484 kWp GES Kurulması	Hastane Binasının 3738 m² Otopark Alanına 1460 Adet Panel Kullanılarak 803 kWp GES Kurulması
Elektrik (kWh/yıl)	2.317.579	2.317.579	2.148.331	2.013.875	2.013.875	1.842.622	1.155.311	1.155.311	1.135.400	1.055.922	982.007	398.938	-557.912
Doğalgaz (kWh/yıl)	12.034.694	11.903.010	11.903.010	11.903.010	11.804.353	11.359.393	11.445.146	11.110.190	11.110.190	10.332.477	9.609.204	9.609.204	9.609.204

Yukarıdaki çapraz etkileşim tablolarına bakıldığında baz senaryo ısıtma yükünü önemli derecede azaltan "10.456,7 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitil Değişimi" ile başlamaktadır. Derin senaryoda ise "Bina Duvarlarına Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlıkta Taş Yünü Malzeme ve Kırma Çatıda Bulunan Mevcut Yalıtımın Sökülerek 8 cm Kalınlığında Cam Yünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması" ile başlamaktadır. Baz senaryoda pencerelerin fitil değişimi önleminin uygulandığı ve bunun sonucunda doğalgaz tüketimi 131.684,08 kWh azalarak baz doğalgaz tüketimi 11.903.010 kWh'e düşmüştür. Derin senaryoda ise yalıtım uygulaması sonucunda elektrik tüketimi 36.296,64 kWh azalarak baz elektrik tüketimi 2.281.283 kWh'e düşmüştür. Doğalgaz tüketimi ise 658.033,35 kWh azalarak baz doğalgaz tüketimi 11.376.661 düşmüştür. Bir önceki önlemden sağlanan tasarruflar diğer önlemlere bağlı olarak daha fazla veya daha az etkili olabilmektedir.

9.3. Detaylı Hesaplamalar

a) Kazan Verimi Hesaplamaları

Tablo 9. 5. Kazan-2 Verim Hesabı

KAZAN VERİMİ HESAPLAMA PROGRAMI — **SIVI VE GAZ YAKITLI KAZANLAR İÇİN**

Yakıtla İlgili Temel Hesaplamalar :

Yakıt Cinsi	=	Gaz Yakıtlar	tıklayıp seçiniz	**Gaz Yakıtlar, Yakıt Cinsi**	= Doğal Gaz

Yakıtta Bulunan ;

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,90	%
Hidrojen (H_2) % si (ağırlıkça)	=	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Oksijen (O_2) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,53	%
		100,00	%

Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	8.250,00	kCal / Sm³	Doğal Gaz için Alt Isıl Değeri Yazılır				
Yakıt Özgül Ağırlığı	=	0,680	kG / Sm³					
Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	8.250,00 / 0,680	=	12.132,35	kCal / kg			
Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	12.132,35	kCal / kg	=	12.132,35	x 4,186	=	50.786,03 kJ / kg
Yakıtın Üst Isıl Değeri	=	Yakıt Alt Isıl Değeri	+ (	6	x (9	x	Yakıttaki H_2 % si	))
	=	12.132,35	+ (	6	x (9	x 24,57	))	
Yakıtın Üst Isıl Değeri	=	13.459,13	kCal / kg	=	13.459,13	x 4,186	=	56.339,92 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri	=	13.459,13	kCal / kg	=	13.459,13	x	4,186	=	56.339,92 kJ / kg Doğal Gaz için Yakıt Üst Isıl Değeri
Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	12.132,35	kCal / kg	=	12.132,35	x	4,186	=	50.786,03 kJ / kg Doğal Gaz için Yakıt Alt Isıl Değeri

Bacagazında Ölçülen

Oksijen (O_2) Hacimce %	=	7,06	%						
Karbonmonoksit (CO)	=	0	ppm	=	0	x	100 / 1.000.000	=	0 %
Bacagazı Sıcaklığı	=	91,20	°C						
Ortam Sıcaklığı	=	19,20	°C						

ISI KAYIPLARI (Yakıt Alt Isıl Değerine Göre % Yakıt biriminde)

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 % (Hesaplama isimli sayfaya Bakınız)

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{7,06}{21} \right] \right\} \times 11,74 = 7,79$$

timA Mühendislik Müşavirlik Proje ve Yönetim Hizmetleri A.Ş.
efektif enerji
AKTÜEL ENERJİ

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.132,35)^2}{(13.459,13)^3}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{KBG} = \frac{0,311 \times (91,20 - 19,20)}{7,79} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{KBG} = 3,19 \ \%$$

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

$$L_{NBG} = \frac{\{(9 \times H_{yakıt}) + Nem_{yakıt}\} \times (50,00 - T_0 + (0,50 \times T_{BG}))}{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{NBG} = \frac{\{(9 \times 24,57) + 0,00\} \times (50,00 - 19,20 + (0,50 \times 91,20))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = \frac{16.894,33}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = 1,39 \ \%$$

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

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

Gaz Yakıtlar için K değeri = 32 (Gaz Yakıtlar için K değeri = 32, Sıvı Yakıtlar için K değeri = 48)

$$L_{COBG} = \frac{32 \times 0}{7,79 + 0} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{COBG} = 0 \ \%$$

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

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

Yüzey	Alan		Ortalama Yüzey Sıcaklığı		Ortam Sıcaklığı								
Ön Yüzey	2,217	m^2	60,7	°C	19,2	°C	Çap	= 1,68	m				
Sol Yan Yüzey	10,872	m^2	58,35	°C	19,2	°C	Çap	= 1,68	m	Uzunluk =	4,12	2	
Sağ Yan Yüzey	10,872	m^2	49,85	°C	19,2	°C	Çap	= 1,68	m	Uzunluk =	4,12	2	
Arka Yüzey	2,225	m^2	47,25	°C	19,2	°C	Çap	= 1,68	m				

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

$$U_c = B \times (T_y - T_o)^{1,25}$$

E = Yüzey malzemesine ve işlenme şekline bağlı Emissivite katsayısı

$T_{yüzey}$ = Yüzey Sıcaklığı (°K) *(= 273 + Ölçülen Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değeri (°C))*

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı (°K) *(= 273 + Ölçülen Ortalama Ortam Sıcaklığı Değeri (°C))*

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

$$U_c = \frac{0,96 \times 5,67}{(80,7 - 19,2)} \times \left[\left(\frac{333,7}{100}\right)^4 - \left(\frac{282,2}{100}\right)^4\right]$$

$$U_c = 1,45 \times (80,7 - 19,2)^{0,25}$$

Yüzey	E	A m²	U_c (Watt / m² °K)	B	U_o (Watt / m² °K)	$(U_c + U_o) \times A \times (T_c - T_o)$ (Watt)
Ön Yüzey	0,98	2,217	6,842	1,20	3,045	989,630
Sol Yan Yüzey	0,98	10,872	8,762	1,20	3,002	4.156,138
Sağ Yan Yüzey	0,98	10,872	6,454	1,20	2,805	3.004,949
Arka Yüzey	0,98	2,220	6,396	1,20	2,762	571,437
					TOPLAM =	8.642,154

L_{ss}' = 8.642,154 x 0,860 = 7.432,25 kCal / saat

$$L_{ss} = \frac{L_{ss}'}{\text{Yakıt tarafından verilen ısı}}$$

	Son Değer		İlk Değer			
Doğal Gaz Sayaç Değeri	= 8.731.784,00	-	8.731.771,00	=	13,00	Sm³ / 15 dakika
Okumalar Arasındaki Süre (dakika)	= 15					
Doğal Gaz Tüketimi	= 13,00	x	4	=	52,00	Sm³ / saat
Hesaplanan Değeri Yazınız	= [redacted]					

Yakıt tarafından verilen Is = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri
Yakıt tarafından verilen Is = 52,00 x 8.250,00
Yakıt tarafından verilen Is = 429.000,00 kCal / saat

$$L_{ss} = \frac{7.432,25}{429.000,00} \times 100$$

L_{ss} = **1,73** %

5 | Isı Kayıpları Toplamı (L)

$L = L_{KBO} + L_{NBO} + L_{CO2O} + L_{ss}$
$L = 3,19 + 1,39 + 0 + 1,73$

L = **6,31** %

7 | Kazan Verimi

Verim = 100 - L_{Toplam}
Verim = 100,00 - 6,31

Verim = **93,69** %

7 | Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{7,06}{21 - 7,06} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = **50,65** %

$$\text{Hava Fazlalık Katsayısı} = \frac{O_2}{21 - O_2} + 1$$

$$\text{Hava Fazlalık Katsayısı} = \frac{7,06}{21 - 7,06} + 1$$

Hava Fazlalık Katsayısı = **1,51**

Tablo 9. 6. Kazan-3 Verim Hesabı

KAZAN VERİMİ HESAPLAMA PROGRAMI — **SIVI VE GAZ YAKITLI KAZANLAR İÇİN**

Yakıtla İlgili Temel Hesaplamalar :

Yakıt Cinsi - Gaz Yakıtlar — Gaz Yakıtlar, Yakıt Cinsi - Doğal Gaz

Yakıtta Bulunan ;

Karbon (C) % si (ağırlıça)	73,80	%
Hidrojen (H_2) % si (ağırlıça)	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıça)	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıça)	0,00	%
Oksijen (O_2) % si (ağırlıça)	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıça)	1,63	%
	100,00	%

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 8.250,00 kCal / Sm³ — Doğal Gaz için Alt Isıl Değer Yazıldı

Yakıt Özgül Ağırlığı = 0,680 kG / Sm³

$$\text{Yakıtın Alt Isıl Değeri} = \frac{8.250,00}{0,680} = 12.132,35 \text{ kCal / kg}$$

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12.132,35 kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri = Yakıt Alt Isıl Değeri + (6 x (9 x Yakıttaki H_2 % si))

= 12.132,35 + (6 x (9 x 24,57))

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13.459,13 kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13.459,13 kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12.132,35 kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg

Bacagazında Ölçülen

Oksijen (O_2) Hacimce % = 7,06 %

Karbonmonoksit (CO) = 0 ppm = 0 x $\frac{100}{1.000.000}$ = 0 %

Bacagazı Sıcaklığı = 92,00 °C

Ortam Sıcaklığı = 16,60 °C

ISI KAYIPLARI (Yakıt Alt Isıl Değerine Göre % Yakıt biriminde)

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 % (Hesaplama isimli sayfaya Bakınız)

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{7,06}{21} \right] \right\} \times 11,74 = 7,79$$

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.132,35)^2}{(13.459,13)^2}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{kuG} = \frac{0,311 \times (92,00 - 18,60)}{7,79} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{kuG} = 3,25 \ \%$$

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

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

$$L_{nem} = \frac{[(9 \times 24,57) + 0,00] \times (50,00 - 18,60 + (0,50 \times 92,00))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{nem} = \frac{17.115,48}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{nem} = 1,41 \ \%$$

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

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

Gaz Yakıtlar için K değeri = 32 (Gaz Yakıtlar için K değeri = 32, Sıvı Yakıtlar için K değeri = 48)

$$L_{cobG} = \frac{32 \times 0}{7,79 + 0} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{cobG} = 0 \ \%$$

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

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

Yüzey	Alan		Ortalama Yüzey Sıcaklığı		Ortam Sıcaklığı								
Ön Yüzey	2,217	m^2	92,1	°C	18,6	°C	Çap	= 1,68	m				
Sol Yan Yüzey	10,872	m^2	88,54	°C	18,6	°C	Çap	= 1,68	m	Uzunluk =	4,12	2	
Sağ Yan Yüzey	10,872	m^2	74,42	°C	18,6	°C	Çap	= 1,68	m	Uzunluk =	4,12	2	
Arka Yüzey	2,217	m^2	71,69	°C	18,6	°C	Çap	= 1,68	m				

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

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

E = Yüzey malzemesine ve işlenme şekline bağlı Emisivite katsayısı
Tyüzey = Yüzey Sıcaklığı (°K) (= 273 + Ölçülen Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değeri (°C))
Tortam = Ortam Sıcaklığı (°K) (= 273 + Ölçülen Ortalama Ortam Sıcaklığı Değeri (°C))

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

$$U_t = \frac{0{,}98 \times 5{,}67}{(92{,}1 - 18{,}6)} \times \left[\left(\frac{365{,}1}{100}\right)^4 - \left(\frac{291{,}6}{100}\right)^4\right]$$

$$U_c = 1{,}45 \times (92{,}1 - 18{,}6)^{0{,}25}$$

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	0,98	2,217	7,967	1,20	3,514	1.870,488
Sol Yan Yüzey	0,98	10,872	7,830	1,20	3,470	8.592,750
Sağ Yan Yüzey	0,98	10,872	7,305	1,20	3,280	6.424,081
Arka Yüzey	0,98	2,217	7,207	1,20	3,239	1.229,364
					TOPLAM =	18.116,684

$L_{ra}' = 18.116{,}684 \times 0{,}860 = 15.580{,}35$ kCal / saat

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

		Son Değer	İlk Değer			
Doğal Gaz Sayaç Değeri	=	8.731.784,00	- 8.731.771,00	=	13,00	Sm^3 / 15 dakika
Okumalar Arasındaki Süre (dakika)	=	15				
Doğal Gaz Tüketimi	=	13,00	x 4	=	52,00	Sm^3 / saat
Hesaplanan Değeri Yazınız	=	[illegible]				

Yakıt tarafından verilen Isı = Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri
Yakıt tarafından verilen Isı = 52,00 x 8.250,00
Yakıt tarafından verilen Isı = 429.000,00 kCal / saat

$$L_{ra} = \frac{15.580{,}35}{429.000{,}00} \times 100$$

L_{ra} = **3,63 %**

tima Mühendislik Müşavirlik Proje ve Yönetim Hizmetleri A.Ş.
efektif enerji
AKTÜEL ENERJİ

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

L	=	L_{KBG}	+	L_{NBG}	+	L_{COBG}	+	L_{RK}
L	=	3,25	+	1,41	+	0	+	3,63

L = 8,29 %

7) Kazan Verimi

Verim	=	100	-	L_{Toplam}
Verim	=	100,00	-	8,29

Verim = 91,71 %

7) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{7,06}{21 - 7,06} \times 100$$

Fazla Hava Oranı = **50,65 %**

$$\text{Hava Fazlalık Katsayısı} = \frac{O_2}{21 - O_2} + 1$$

$$\text{Hava Fazlalık Katsayısı} = \frac{7,06}{21 - 7,06} + 1$$

Hava Fazlalık Katsayısı = **1,51**

b) 5.088,66 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi Uygulaması TS825 İzoder Programı Çıktıları

Tablo 9. 7. Yapı Bileşenleri Tablosu

Binadaki Yapı Elemanları							
DUVAR Dış Havaya Açık Duvar1.1	1/Ug1 Yüzeysel ısı iletim Katsayısı (İç)			0,1300			
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,0286			
	8.8.10 Alüminyum Sandviçpanel(iç gaz betonu/yalıtım/dış)	0,2	0,31	0,6452			
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11658 E	0,05	0,03	1,6667			
	4.4 Temiz alçı kullanılarak (agregesiz) yapılmış sı	0,02	0,51	0,0392			
	11.2.2.4 Alüminyum	0,003	204	0,0000			
	1/Ug2 Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM				2,056	8,279	7197,45	1996,95
DUVAR Dış Havaya Açık Betonarme Duvar1.2	1/Ug1 Yüzeysel ısı iletim Katsayısı (İç)			0,1300			
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,0286			
	8.1.1 Donatılı	0,2	2,3	0,0870			
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11658 E	0,05	0,03	1,6667			
	4.4 Temiz alçı kullanılarak (agregesiz) yapılmış sı	0,02	0,51	0,0392			
	11.2.2.4 Alüminyum	0,003	204	0,0000			
	1/Ug2 Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM				3,824	8,231	14759,63	3868,95
TAVAN Üzeri Açık Tavan1.1	1/Ug1 Yüzeysel ısı iletim Katsayısı (İç)			0,1300			
	4.9 Çimentolu kaplı çap	0,008	1,2	0,0178			
	2.1 Kum,kum-çakıl	0,05	2	0,0250			
	3.2.2.1.5 Polimer betonlu su yalıtım örtüleri	0,009	0,19	0,0421			
	8.1.1 Donatılı	0,25	2,3	0,1087			
	8.1.2 Donatılıdız	0,03	1,68	0,0121			
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11658 E	0,03	0,03	1,6667			
	4.3 Alçı harçlı sıva	0,025	1,2	0,0208			
	1/Ug2 Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				2,055	8,477	606,89	329,13
TAVAN Çatı Katarmları Tavan1.1	1/Ug1 Yüzeysel ısı iletim Katsayısı (İç)			0,1300			
	11.2.2.4 Alüminyum	0,03	204	0,0000			
	10.8.1 Betonarme ve betonarme dik ısı yalıtım malzemesi	0,05	0,038	1,4286			
	11.2.2.4 Alüminyum	0,03	204	0,0000			
	1/Ug2 Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM				1,629	8,618	8215,93	3791,21
TAVAN Çatı Katarmları Yatırım Yapısal Tavan Adet= 1	1/Ug1 Yüzeysel ısı iletim Katsayısı (İç)			0,1300			
	11.2.2.4 Alüminyum	0,03	204	0,0000			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,0200			
	10.8.1 Betonarme ve betonarme dik ısı yalıtım malzemesi	0,05	0,038	1,3667			
	8.10.1 Isı iletkenlik grubu 0,04 olan ürünler	0,03	0,04	0,7500			
	8.1.1 Donatılı	0,25	2,3	0,1087			
	1/Ug2 Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				2,360	8,345	8518,80	1681,16
TAVAN Çatı Tavanları Tavan1.1	1/Ug1 Yüzeysel ısı iletim Katsayısı (İç)			0,1700			
	4.3 Alçı harçlı sıva	0,01	1,2	0,0083			
	8.1.2 Donatılıdız	0,010	1,68	0,0073			
	8.1.2 Donatılıdız	0,01	1,68	0,0061			
	8.1.3 Gemalit malzemeden kapamalar (örneğin P	0,005	0,25	0,0217			
	10.3.2.1.3 Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11658 E	0,04	0,04	1,0000			
	8.1.2 Donatılıdız	0,03	1,68	0,0183			
	2.1 Kum,kum-çakıl	0,3	2	0,1500			
	8.1.1 Donatılı	0,25	2,3	0,1087			
	4.2.1 Mastik asfalt kaplama - Yalın	0,005	0,7	0,0069			
	8.1.1 Donatılı	0,03	2,3	0,1087			
	1/Ug2 Yüzeysel ısı iletim Katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			0,8 x A x U	1,597	8,424	11729,58	3671,33
Dış Pencere1					2	5088,66	10017,32
Dış Kapı1					4	183,467	733,828
Yapı elemanlarından ısıya yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							27.069,64

Σ AU = UoAo + Ug.Ag + Uk.Ak + 0.8 Ur.Ar + 0.5 Ubo + Uoka + ...

Σ AU = 27.069,64

Özgül ısı kaybı : H = HT + Hv

Isıtma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı :
HT = Σ AU + l Ul

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
Hv = 0,33 . nhs . Vh = 46.577,84 W/K

H = Hi + He = 73.647,48 W/K

Tablo 9. 8. Yıllık Isıtma Enerji İhtiyacı Tablosu

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_V$ (W/K)	$\theta_i - \theta_a$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_a)$ (W)	Φ_i (W)	Φ_s (W)	$\Phi_T + \Phi_i + \Phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	73.647,48	22,3	1.642.339	705.725	127.009	832.734	0,51	0,86	2.400.678,529
ŞUBAT		21,9	1.612.880		161.998	867.623	0,54	0,84	2.291.626,578
MART		17,9	1.318.290		201.374	907.099	0,69	0,77	1.600.683,260
NİSAN		11,9	876.486		230.395	936.121	1,07	0,61	791.522,441
MAYIS		7,8	569.721		273.555	979.260	1,75	0,44	339.847,443
HAZİRAN		3,5	257.766		289.373	995.098	3,86	0,00	0
TEMMUZ		0,3	22.094		281.114	986.839	44,66	0,00	0
AĞUSTOS		0,8	58.918		259.309	965.034	16,38	0,00	0
EYLÜL		4,8	353.599		211.488	917.213	2,59	0,00	0
EKİM		10,4	765.934		165.159	870.884	1,14	0,66	876.848,930
KASIM		16,4	1.207.810		121.308	827.033	0,68	0,77	1.480.040,740
ARALIK		20,7	1.524.503		110.498	816.218	0,54	0,84	2.174.376,535

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_a) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t[kJ]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay}$ = 11.754.724,466

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 11.754.724,466$ (kJ) = 3.267.813 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 10. A_n$ (W)

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

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

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

A_{toplam} = 50.508,84 m^2

$V_{brüt}$ = 220539 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim **habarpına** *düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı*

$Q = Q_{yıl} / V_{brüt}$ 14,82 kWh/m^3 $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 70.572,48 m^2

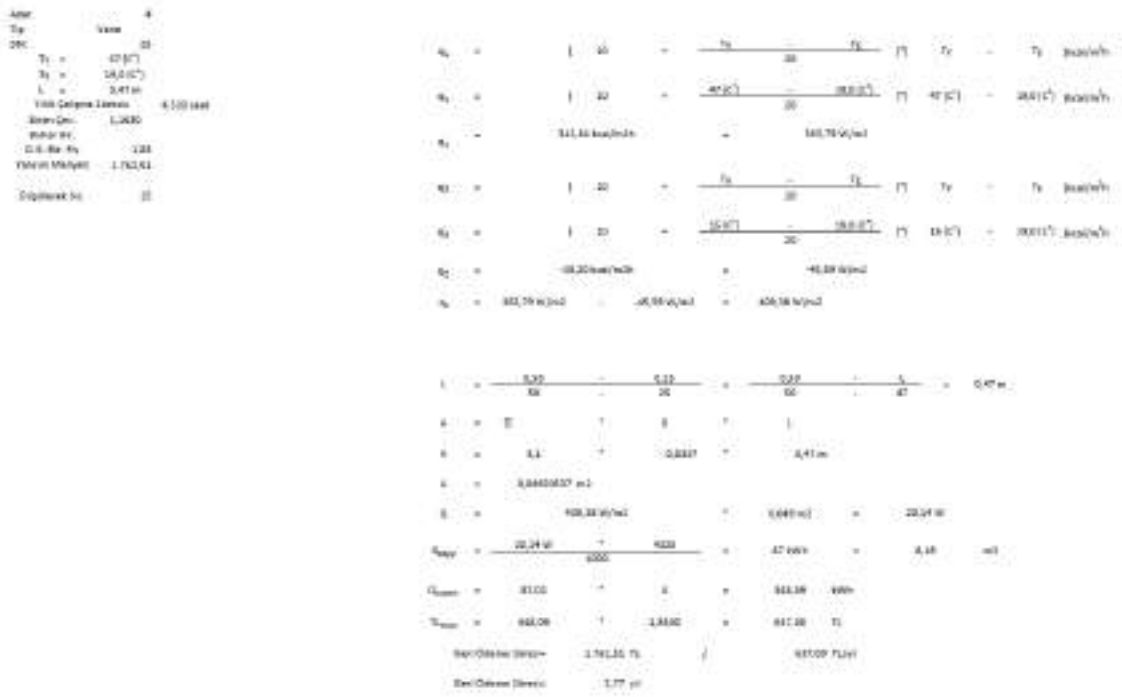
$A_{top}/V_{brüt}$ 0,23 oranı 2. bölge için EK A.2'deki $Q' = 24,4 \times A/V + 11,7$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 17,29 kWh/m^3 bulunur.

$Q < Q'$ (14,82<17,29) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standarttanda verilen hesap metoduna göre standarttara uygundur.

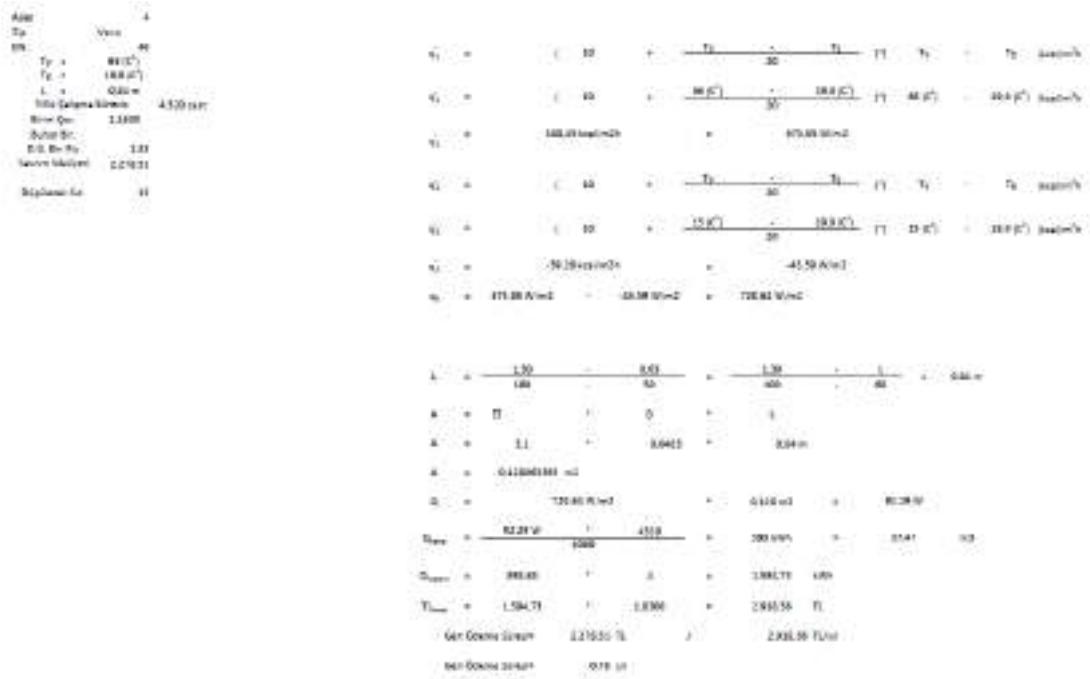
c) Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Uygulaması

Aşağıda bu izolasyon uygulamasının tüm vanalar için hesap detayları paylaşılmıştır.

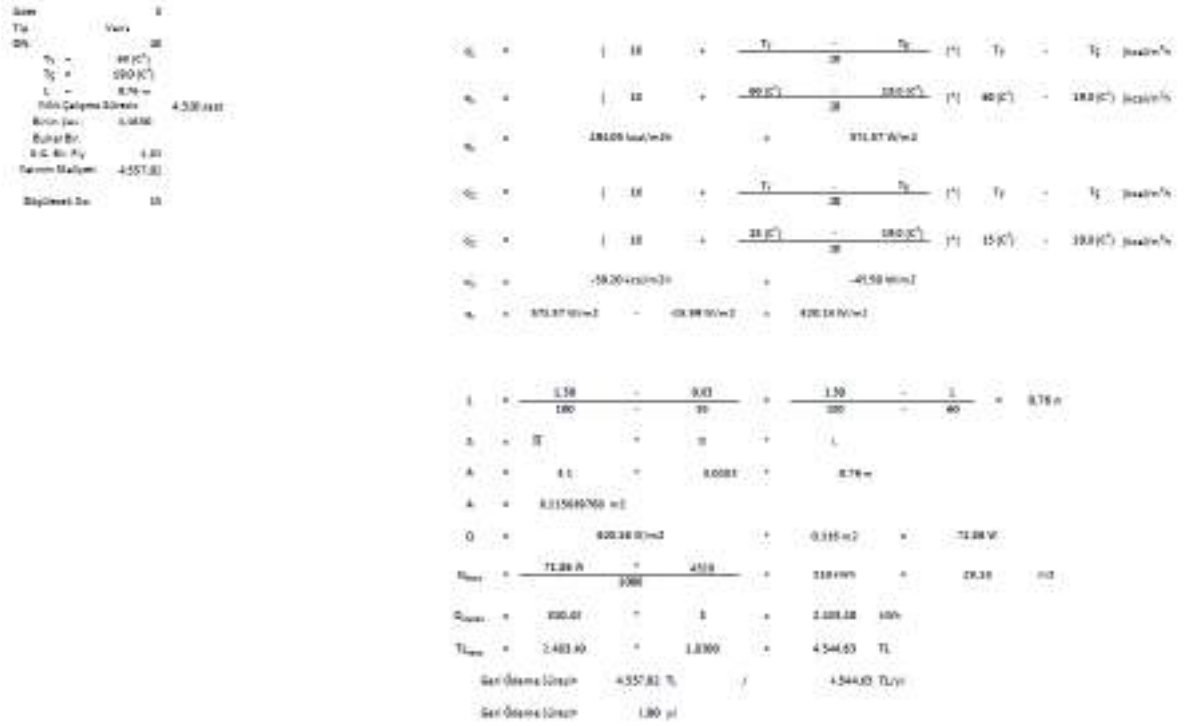
Tablo 9. 9. DN25 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



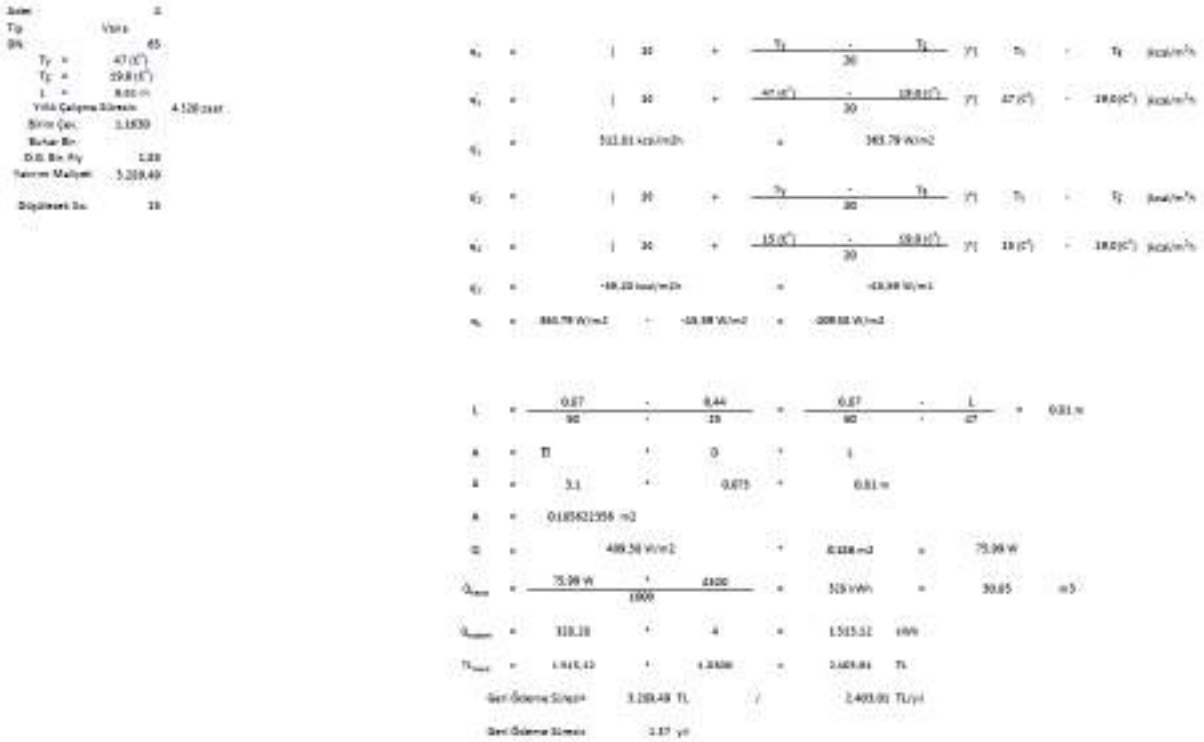
Tablo 9. 10. DN40 (1) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



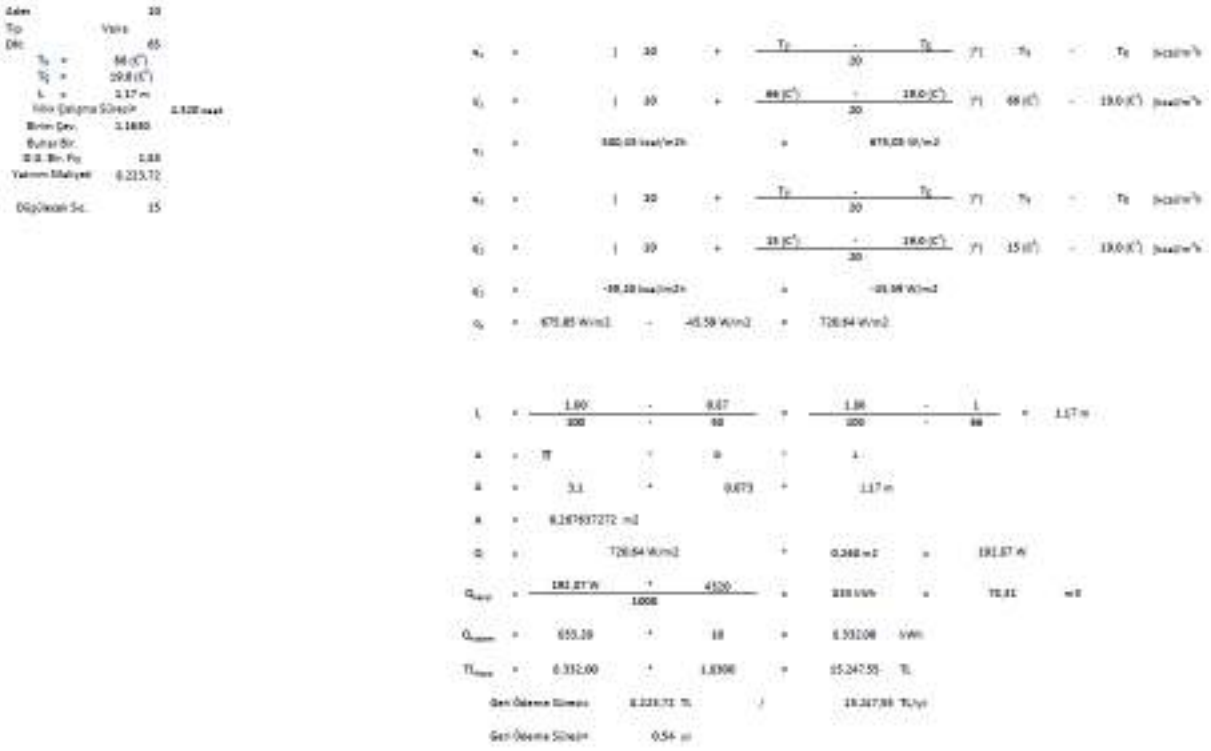
Tablo 9. 11. DN40 (2) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



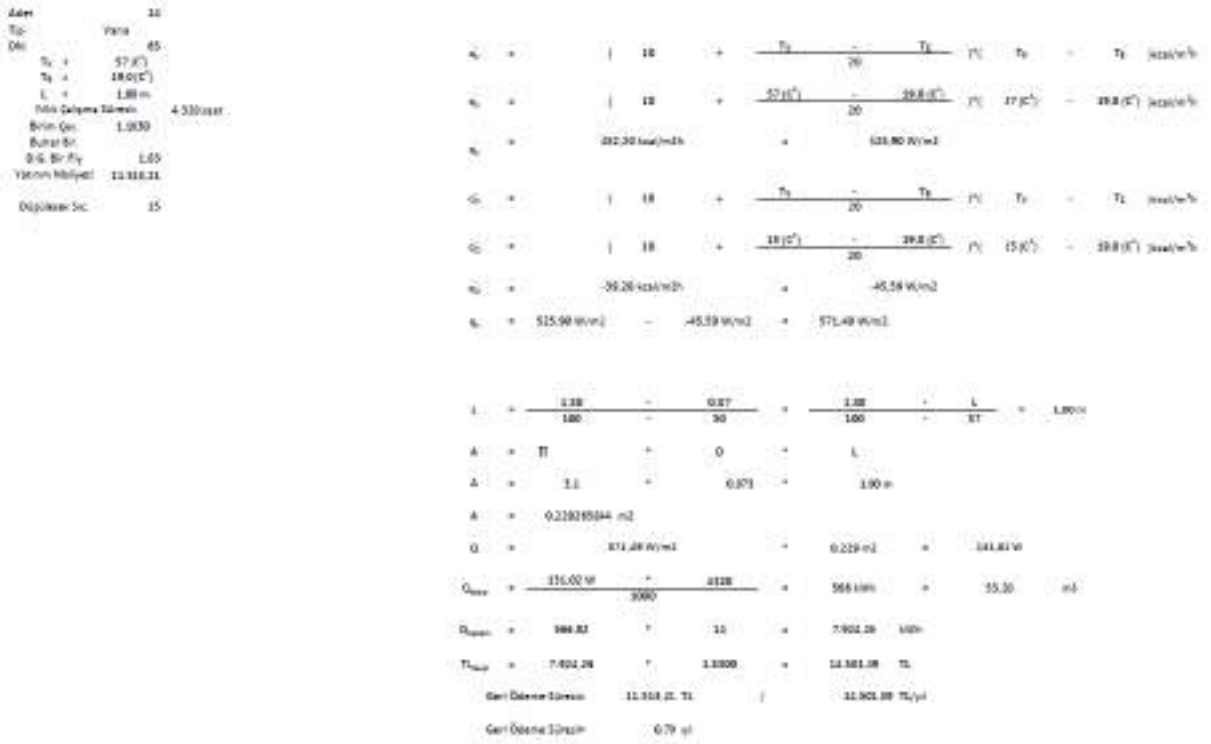
Tablo 9. 12. DN65 (1) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



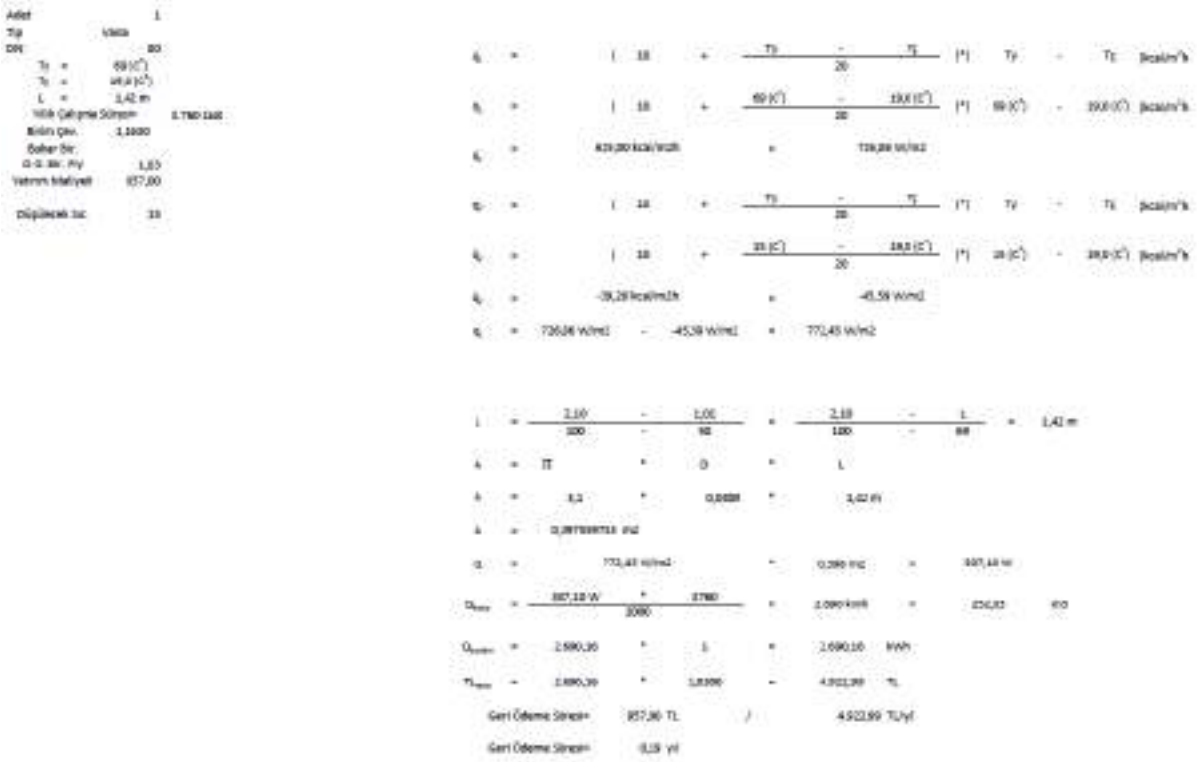
Tablo 9. 13. DN65 (2) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



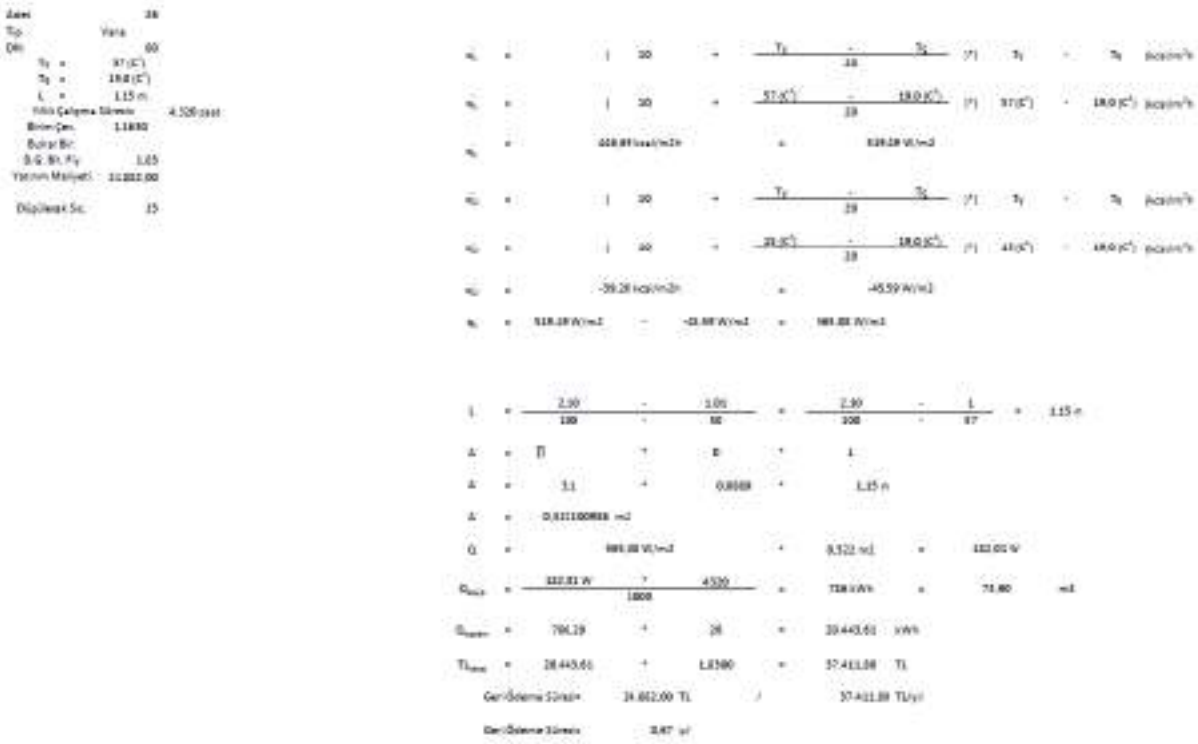
Tablo 9. 14. DN65 (3) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



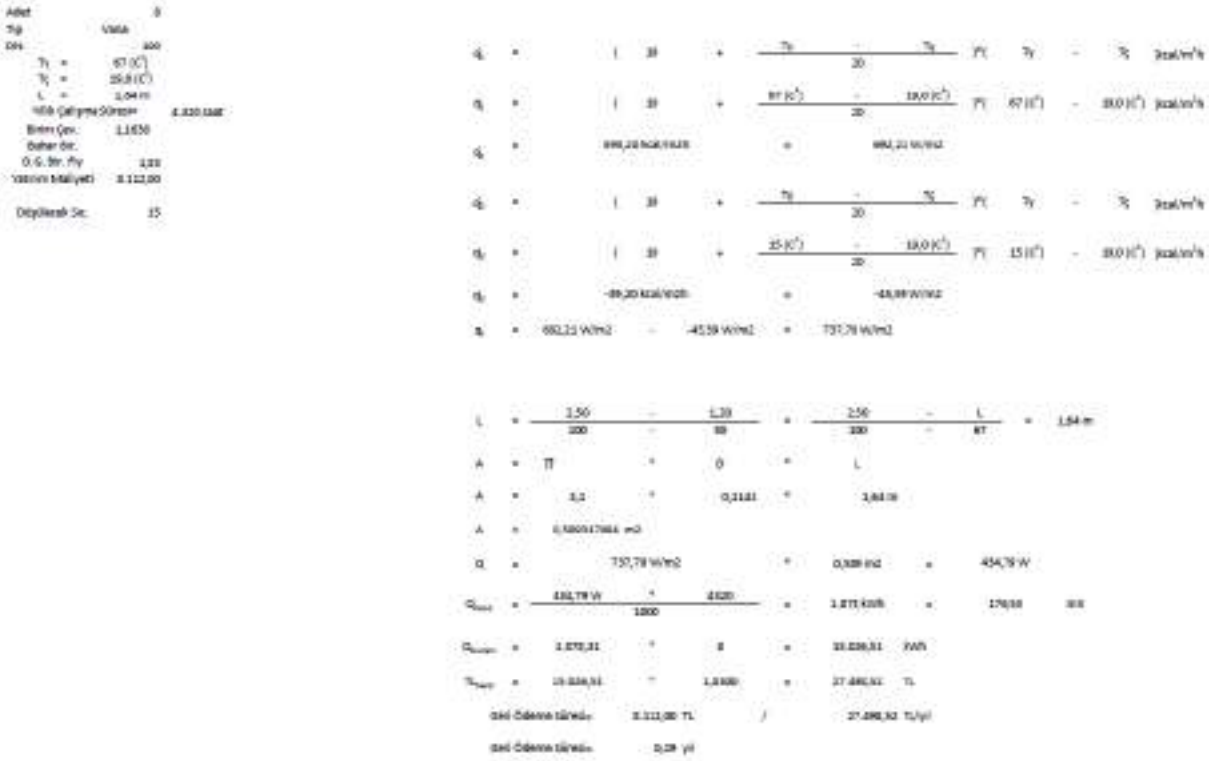
Tablo 9. 15. DN80 (1) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



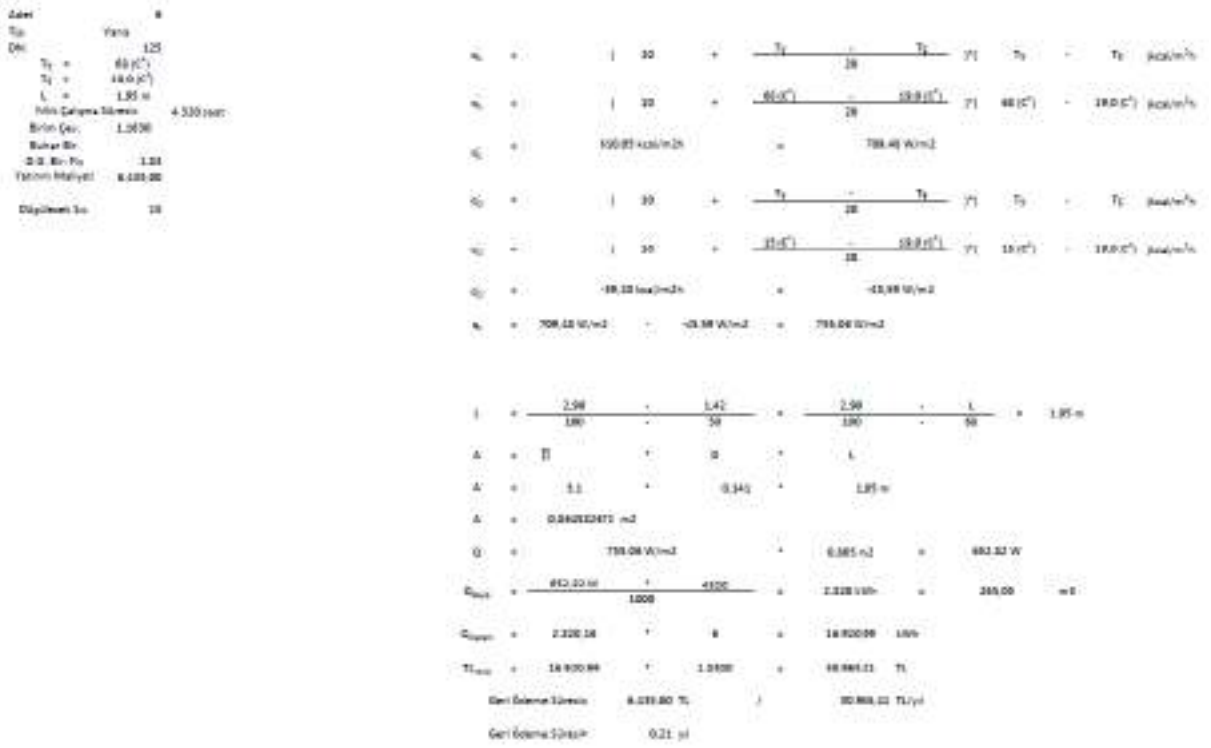
Tablo 9. 16. DN80 (2) Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



Tablo 9. 17. DN100 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



Tablo 9. 18. DN125 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı



Tablo 9. 19. DN200 Vanaya Ait Vana Ceketi Hesabı

