



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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi

Enerji Etüt Raporu

ŞUBAT 2024

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ VE HASTANESİ

ENERJİ ETÜT RAPORU



Tesisin Tüzel Kişiliği:	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Hastanesi
Adres;	Yenişehir Ankara Yolu 7. Km. Kırıkkale Üniversitesi Kampüsü, 71450 Yahşihan/Kırıkkale
Binanın Tipi:	Hastane
Rapor Tarihi:	Şubat 2024
Etüdü Yapan Sorumlu Firma:	Efektif Endüstriyel Enerji A.Ş.
Etüt Raporunu Hazırlayan	Filiz ÖZKAN / BEP-164
Uzmanlar:	Ziya ÖZKABAYEL / SEP- 444 Mustafa ÖZKAN / BEP-163 Tamer KILAN / SEP-0147 Nurseli SEFEROĞLU / BEP-604

1. İçindekiler

1. İçindekiler.....	3
2. Yönetici Özeti	21
2.1. Bina Bilgileri	21
2.2. Yıllık Enerji Tüketimleri	22
2.3. Genel Göstergeler.....	22
2.4. Analiz Edilen Temel Sistem ve Ekipmanlar	23
2.5. Çalışmanın Amacı	23
2.6. Çalışmanın Kapsamı	24
2.7. Çalışmanın Tarihi.....	25
2.8. Temel Enerji Kullanımı ve Karma Senaryoya Dayalı Enerji Tasarrufu Karşılaştırması	25
2.9. Bir Tablo ve Grafik Aracılığıyla Binanın Enerji Tüketimi ve Tüketim Analizinin Özeti	26
2.10. Tavsiye Edilen Enerji Verimliliği Önlemlerinin Özeti	29
2.11. Yeşil ve Yenilikçi Teknolojiler	33
2.12. Maliyetsiz, İşletim ve Bakım (O&M) veya Enerji Yönetimi Fırsatları	35
2.13. Enerji Performans Sözleşmesi (EPS) Değerlendirmesi.....	37
2.14. Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (nZEB) Değerlendirmesi	38
3. Enerji Etüdü.....	39
3.1. Meteorolojik Veriler.....	39
3.1.1. Ortalama Sıcaklık ve Nem Değerleri	39
3.1.2. HDD ve CDD Analizleri	40
3.2. Enerji Tüketim Verisi.....	51
3.2.1. Enerji Tüketim Profili	51
3.3. İç Mekan Konforu ve Bina İşletimi İçin Standartlar	62
3.4. Bina Bilgisi.....	65
3.4.1. Bina Kabuğu.....	74
3.4.2. Pencere ve Kapılar	81
3.4.3. Gözlemlenen Tespitler	90
3.5. Bina Kullanım ve Operasyonu	92
3.6. HVAC Sistemleri ve Ekipmanları.....	93

3.6.1.	Isıtma Sistemi	93
3.6.2.	Kullanım Sıcak Suyu.....	106
3.6.3.	Soğutma Sistemi.....	109
3.6.4.	Paket Sistemler	119
3.6.5.	Mekanik Sistemlerin Yalıtımı	124
3.6.6.	Havalandırma Sistemleri ve Diğer Hava Tarafı HVAC Sistemi Ekipmanları .	131
3.7.	Elektrik Sistemleri ve Ekipmanları	148
3.7.1.	Elektrik Tesisatı.....	148
3.7.2.	Pompalar.....	154
3.7.3.	Elektrik Motorları.....	164
3.7.4.	Aydınlatma	179
3.7.5.	Priz Yükleri ve Diğer Ekipmanlar.....	193
3.8.	Tarifeler ve Tedarikçiler.....	198
3.9.	Güç Kompanzasyon Sistemi	200
4.	Enerji Yönetimi ve Bina Yönetim Sistemleri	203
4.1.	Enerji Yönetimi ve Maliyetsiz/Düşük Maliyetli Fırsatlar	203
4.2.	Bina Yönetim Sistemleri ve Sayaç/Ölçüm Sistemleri.....	206
5.	Yerinde Üretim ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri.....	218
5.1.	Kojenerasyon Santrali Kurulumu	218
5.2.	Güneş Enerji Santrali Kurulumu	223
5.3.	Isı Pompası Tasarruf Hesabı	237
6.	Enerji Verimliliği Önlemleri	241
7.	Enerji Kimlik Belgesi.....	250
8.	Ölçme ve Doğrulama Metodolojisi	256
8.1.	Temel Enerji ve Enerji Göstergelerinin Hesaplanması	259
8.1.1.	Hasta Sayısı Verilerine Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Analizi	259
8.1.2.	HDD ve CDD Verilerine Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Analizi	261
8.2.	Baseline Periyodu Statik Faktörler.....	266
8.3.	Raporlama Dönemi	266
8.4.	Raporlama Formatı.....	267
8.5.	Kalite Güvencesi	267
8.6.	Ölçme ve Doğrulama Çerçevesi.....	268
9.	Ekler	269

9.1. Genel ve İdari Ekler	269
9.1.1. Kritik Notlar ve Bulgular	270
9.2. EVÖ İle İlgili Ekler	274
9.3. Detaylı Hesaplamalar	278

Tablolar

Tablo 1. 1. Enerji Etüdü Sırasında Kullanılan Cihaz Bilgileri	19
Tablo 1. 2. Referans Değerler Tablosu	20
Tablo 2. 1. Bina Bilgileri Tablosu	21
Tablo 2. 2. Yıllık Enerji Tüketimleri	22
Tablo 2. 3. Göstergeler	22
Tablo 2. 4. Çalışma Tarihleri	25
Tablo 2. 5. Toplam Baz/Temel Enerji Tüketimi ve İyileştirme Sonrası Hedeflenen Enerji Tüketimi	25
Tablo 2. 6. 2019-2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Dağılımları	26
Tablo 2. 7. 2019-2021-2022 Yılları Ortalama Enerji Tüketimi (Referans=Baz)	28
Tablo 2. 8. Baz Senaryo EVÖ Tablosu	29
Tablo 2. 9. Derin Senaryo EVÖ Tablosu	30
Tablo 2. 10. Karma Senaryo EVÖ Tablosu	31
Tablo 2. 11. İrdelenen Ancak Önerilmeyen EVÖ Tablosu	32
Tablo 2. 12. Maliyetsiz & Düşük Maliyetli Enerji Fırsatları Tablosu	35
Tablo 2. 13. EPS Değerlendirmesi	37
Tablo 2. 14. nZEB Değerlendirme Kriterleri	38
Tablo 3. 1. Kırıkkale iline ait ortalama sıcaklık değerleri	39
Tablo 3. 2. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait HDD Değişimi	40
Tablo 3. 3. 2019 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları	41
Tablo 3. 4. 2021 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları	43
Tablo 3. 5. 2022 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve Isıtma Derece Gün Sayıları	44
Tablo 3. 6. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi	46
Tablo 3. 7. 2019 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları	47
Tablo 3. 8. 2021 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları	48
Tablo 3. 9. 2022 Yılı Elektrik Tüketimi ve Soğutma Derece Gün Sayıları	49
Tablo 3. 10. Enerji Tüketim Profilleri	51
Tablo 3. 11. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Değerleri ve CO ₂ Salımı	52
Tablo 3. 12. 2019 Yılına Ait Enerji Tüketimleri	52
Tablo 3. 13. 2022 Yılına Ait Enerji Tüketimleri	56
Tablo 3. 14. Birincil Enerji Tüketimlerinin Yıl Bazında Yüzdesel Değişimi	59
Tablo 3. 15. 2019 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon	60
Tablo 3. 16. 2021 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon	61

Tablo 3. 17. 2022 Yılına Ait Hasta Sayıları ve Hasta Başına Oluşan Emisyon.....	61
Tablo 3. 18. Binada Yapılan Aydınlatma Seviyesi Ölçümleri	62
Tablo 3. 19. ASHRAE Standart 55'e Göre Isıl Konfor ve İç Hava Kalitesi Sınırı.....	64
Tablo 3. 20. Binalarda İzin Verilen Tesisat ve Servis Ekipmanlarından Kaynaklanan İç Gürültü İçin İzin Verilen Değerler	65
Tablo 3. 21. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Binası Metraj Tablosu.....	73
Tablo 3. 22. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Binası Yapı Bileşenleri	75
Tablo 3. 23. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Isıl Geçirgenlik Katsayıları.....	76
Tablo 3. 24. TS 825 EK-D İllere Göre Derece Gün Bölgeleri	76
Tablo 3. 25. TS 825 EK-A-3 Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değeri.....	76
Tablo 3. 26. Binaya Ait Mevcut Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı ile Sınır Değerinin Karşılaştırılması	77
Tablo 3. 27. Hastane Binası Pencere Bilgileri	82
Tablo 3. 28. TS 825 EK-A-3 Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U (Üçüncü Bölge).....	82
Tablo 3. 29. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi Tasarruf Tablosu	85
Tablo 3. 30. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi Analiz Tablosu	86
Tablo 3. 31. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi Ekonomik Analizi	86
Tablo 3. 32. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi.....	87
Tablo 3. 33. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m ² K) Tasarruf Tablosu	87
Tablo 3. 34. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m ² K) Analiz Tablosu	88
Tablo 3. 35. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m ² K) Ekonomik Analizi	89
Tablo 3. 36. 9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m ² K) Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi.....	89
Tablo 3. 37. Bina Kullanım ve Operasyon Tablosu	92
Tablo 3. 38. Mekanik Sistemlerin Ortalama Kullanım Süresi	93
Tablo 3. 39. Kazan Bilgileri Tablosu	99
Tablo 3. 40. Brülör Bilgi Tablosu	99
Tablo 3. 41. Kazan Isıl Verimi Hesap Metodu	100
Tablo 3. 42. Kazan Baca Gazı Ölçüm Sonuçları.....	101
Tablo 3. 43. Kazan Isıl Verim Hesap Sonuçları.....	101
Tablo 3. 44. Mevcut Kazan-1 ve Kazan-3 Bilgileri	102
Tablo 3. 45. Yeni Kazan-1 ve Kazan-3 Bilgileri.....	103
Tablo 3. 46. Mevcut Durumda Arızalı Kazanlar Yerine Yüksek Verimli Kazanlar ile Yenilenmesi.....	103

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 Önlemleri Tasarruf Tablosu	103
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 Önlemleri Analiz Tablosu	104
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 Önlemleri Ekonomik Analizi	104
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 Önlemleri Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	105
Tablo 3. 51. Kazan - Isıtma – Sıcak Su Genleşme Tankı Bilgileri	105
Tablo 3. 52. Boyler Genel Bilgiler Tablosu	106
Tablo 3. 53. Soğutma Grupları Bilgileri	110
Tablo 3. 54. Soğutma Gruplarına Ait Bilgi ve Ölçümler	114
Tablo 3. 55. Chiller Master Kontrol Paneli Uygulaması İle Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu	117
Tablo 3. 56. 4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Tasarruf Tablosu	117
Tablo 3. 57. 4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Analiz Tablosu	117
Tablo 3. 58. 4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Ekonomik Analizi	118
Tablo 3. 59. 4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	118
Tablo 3. 60. Split Klimalar Genel Bilgiler	120
Tablo 3. 61. Fan Coil Üniteleri Genel Bilgiler Tablosu	121
Tablo 3. 62. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf ve Yatırım Tablosu	128
Tablo 3. 63. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf Tablosu	129
Tablo 3. 64. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Analiz Tablosu	129
Tablo 3. 65. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Ekonomik Analizi	130
Tablo 3. 66. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	130
Tablo 3. 67. Klima Santralleri Bilgileri	132
Tablo 3. 68. Klima Santralleri Isıtma/Soğutma Kapasiteleri	135
Tablo 3. 69. Klima Santralleri Verim Tablosu	139
Tablo 3. 70. Çatı Aspiratör Envanter Listesi	143
Tablo 3. 71. Klima Santrali Isıtma Hattı Zon-1 Pompası Verim Hesabı Girdileri	154
Tablo 3. 72. Pompalara Ait Genel Bilgiler	156

Tablo 3. 73. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompalarının Yüksek Verimli Pompalar ile Değişimi Tasarruf Tablosu.....	161
Tablo 3. 74. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Tasarruf Tablosu.....	162
Tablo 3. 75. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Analiz Tablosu	162
Tablo 3. 76. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Ekonomik Analizi.....	163
Tablo 3. 77. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi	163
Tablo 3. 78. Elektrik Motorları Bilgileri	164
Tablo 3. 79. KS-30 3-10.Blok 3.Kat Klima Santrali Vantilatör Motoru Hesaplama Bilgileri	170
Tablo 3. 80. Elektrik Motorları Revizyon ve Geri Ödeme Süreleri	172
Tablo 3. 81. 85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Tasarruf Tablosu .	176
Tablo 3. 82. 85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Analiz Tablosu	176
Tablo 3. 83. 85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Ekonomik Analizi	177
Tablo 3. 84. 85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	177
Tablo 3. 85. Binada Kullanılan Aydınlatma Elemanları	182
Tablo 3. 86. Binada Yapılan Aydınlatma Seviyesi Ölçümleri	183
Tablo 3. 87.Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Analiz Tablosu.....	186
Tablo 3. 88. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Tasarruf Tablosu.....	189
Tablo 3. 89. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Analiz Tablosu	189
Tablo 3. 90. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Ekonomik Analizi.....	190
Tablo 3. 91. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	190
Tablo 3. 92. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Tasarruf Tablosu	191
Tablo 3. 93. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Analiz Tablosu	191

Tablo 3. 94. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Ekonomik Analizi ..	192
Tablo 3. 95. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	192
Tablo 3. 96. Endüstriyel Tip Çamaşır Yıkama Makinelerinin Kapasiteleri.....	195
Tablo 3. 97. Endüstriyel Tip Çamaşır Kurutma Makinelerinin Kapasiteleri	196
Tablo 3. 98. Tarife Analizi	199
Tablo 3. 99. Aylık Tarife İncelemesi Tablosu.....	200
Tablo 3. 100. 2022 Yılı Reaktif Enerji Tablosu	203
Tablo 4. 1. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu	210
Tablo 4. 2. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu	210
Tablo 4. 3. Bina Otomasyon Sisteminin (BMS) Kurulması Ekonomik Analizi.....	211
Tablo 4. 4. Bina Otomasyon Sisteminin (BMS) Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi.....	211
Tablo 4. 5. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu	212
Tablo 4. 6. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu	212
Tablo 4. 7. Bina Otomasyon Sisteminin (BMS) Kurulması Ekonomik Analizi.....	213
Tablo 4. 8. Bina Otomasyon Sisteminin (BMS) Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	213
Tablo 4. 9. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu.....	214
Tablo 4. 10. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Analiz Tablosu.....	214
Tablo 4. 11. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Ekonomik Analizi.....	215
Tablo 4. 12. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	215
Tablo 4. 13. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu.....	216
Tablo 4. 14. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Analiz Tablosu.....	216
Tablo 4. 15. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Ekonomik Analizi.....	217
Tablo 4. 16. Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	217
Tablo 5. 1. Kojenerasyon Sistemi Tasarruf Tablosu.....	219
Tablo 5. 2. Ocak Ayı Saatlik Tüketim ve Tahmini Üretim Verileri	220
Tablo 5. 3. Kojenerasyon Enerji Üretim ve Tüketim Verileri	220
Tablo 5. 4. Kojenerasyon Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi Analiz Tablosu	221
Tablo 5. 5. Hastane Binasına Ait Çatı GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri	224
Tablo 5. 6. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri .	226
Tablo 5. 7. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri .	228
Tablo 5. 8. Hastane Binasına Ait Çatı ve Otopark GES Kurulması ile Toplam Üretim ve Tüketim Verileri	230
Tablo 5. 9. Hastane Binasının 1598 m ² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu	231

Tablo 5. 10. Hastane Binasının 1598 m ² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu.....	232
Tablo 5. 11. Hastane Binasının 1598 m ² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi	232
Tablo 5. 12. Hastane Binasının 1598 m ² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi	233
Tablo 5. 13. Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu	233
Tablo 5. 14. Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu	233
Tablo 5. 15. Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi	234
Tablo 5. 16. Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi.....	234
Tablo 5. 17. Hastane Binasının 1229 m ² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu	235
Tablo 5. 18. Hastane Binasının 1229 m ² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu	235
Tablo 5. 19. Hastane Binasının 1229 m ² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi	236
Tablo 5. 20. Hastane Binasının 1229 m ² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi.....	236
Tablo 5. 21. Mevcut Soğutmada Elektrik Tüketimi Tablosu	237
Tablo 5. 22. Isı Pompası ile Soğutmada Elektrik Tüketimi Tablosu	237
Tablo 5. 23. Sıcak Su Amacıyla Doğalgaz Tüketimi Tablosu	238
Tablo 5. 24. Isı Pompası ile Sağlanacak Tasarruf Tablosu	238
Tablo 5. 25. 1 Adet Hava Kaynaklı 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.....	238
Tablo 5. 26. 1 Adet Hava Kaynaklı 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.....	239
Tablo 5. 27. 1 Adet Hava Kaynaklı 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.....	239
Tablo 5. 28. 1 Adet Hava Kaynaklı 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	240
Tablo 6. 1. Baz Senaryo EVÖ Tablosu	241
Tablo 6. 2. Baz Senaryo Ekonomik Analiz Tablosu	243
Tablo 6. 3. Derin Senaryo EVÖ Tablosu	244
Tablo 6. 4. Derin Senaryo Ekonomik Analiz Tablosu	247

Tablo 6. 5. Karma Senaryo EVÖ Tablosu	248
Tablo 6. 6. Karma Senaryo Ekonomik Analiz Tablosu	249
Tablo 8. 1. Enerji Verimliliği Önlemleri Opsiyon Seçenekleri	257
Tablo 8. 2. Elektrik ve Doğalgaz Tüketimi ile Hasta Sayısı Analizi	259
Tablo 8. 3. Elektrik Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları	260
Tablo 8. 4. Doğalgaz Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları	260
Tablo 8. 5. Elektrik ve Doğalgaz Tüketimleri ile HDD – CDD Analizi	261
Tablo 8. 6. Elektrik – CDD Regresyon Hesapları	262
Tablo 8. 7. Elektrik – CDD Korelasyonuna göre oluşturulan Model Tüketimleri	263
Tablo 8. 8. Elektrik – CDD Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri	263
Tablo 8. 9. Doğalgaz – HDD Regresyon Hesapları	264
Tablo 8. 10. Doğalgaz – HDD Korelasyonuna Göre Oluşturulan Model Tüketimleri	265
Tablo 8. 11. Doğalgaz – HDD Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri	265
Tablo 8. 12. Statik Faktörler	266
Tablo 8. 13. İşletme Sürecinde Ö&D Faaliyetleri	266
Tablo 9. 1. Etüt Ekibi	269
Tablo 9. 2. Baz Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu	274
Tablo 9. 3. Derin Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu	275
Tablo 9. 4. Karma Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu	276
Tablo 9. 5. Kazan-2 Verim Hesabı	278
Tablo 9. 6. Yapı Bileşenleri Tablosu	281
Tablo 9. 7. Yıllık Isıtma Enerji İhtiyacı Tablosu	282
Tablo 9. 8. DN25 Vana Ceket Verim Hesabı	283
Tablo 9. 9. DN40 Vana Ceket Verim Hesabı	284
Tablo 9. 10. DN50 Vana Ceket Verim Hesabı	285
Tablo 9. 11. DN65 Vana Ceket Verim Hesabı	286
Tablo 9. 12. DN80 Vana Ceket Verim Hesabı	287
Tablo 9. 13. DN100 Vana Ceket Verim Hesabı	288
Tablo 9. 14. DN125 Vana Ceket Verim Hesabı	289
Tablo 9. 15. DN200 Vana Ceket Verim Hesabı	290

Grafikler

Grafik 2. 1. 2019 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafik 2. 2. 2021 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafik 2. 3. 2022 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım	27
---	----

Grafik 3. 1. 2019 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi	42
Grafik 3. 2. 2021 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi	43
Grafik 3. 3. 2022 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi	45
Grafik 3. 4. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi.....	46
Grafik 3. 5. 2019 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi.....	47
Grafik 3. 6. 2021 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi.....	49
Grafik 3. 7. 2022 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi.....	50
Grafik 3. 8. 2019 Yılına Ait Elektrik Tüketimi	53
Grafik 3. 9. 2019 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi	53
Grafik 3. 10. 2019 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimi.....	53
Grafik 3. 11. 2021 Yılına Ait Elektrik Tüketimi	54
Grafik 3. 12. 2021 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi	55
Grafik 3. 13. 2021 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri	55
Grafik 3. 14. 2022 Yılına Ait Elektrik Tüketimi	56
Grafik 3. 15. 2022 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi	57
Grafik 3. 16. 2022 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri	57
Grafik 3. 17. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Elektrik Tüketimi.....	58
Grafik 3. 18. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Doğalgaz Tüketimi	58
Grafik 3. 19. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Enerji Tüketim Dağılımı.....	59
Grafik 3. 20. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Hasta Sayıları.....	60
Grafik 5. 1. Kojenerasyon Elektrik Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı.....	222
Grafik 5. 2. Kojenerasyon Isı Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı.....	222
Grafik 5. 3. Hastane Binasına Ait Çatı GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri	225
Grafik 5. 4. Çatı GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik	225
Grafik 5. 5. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri	227
Grafik 5. 6. Otopark GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik ..	227
Grafik 5. 7. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri ..	229
Grafik 5. 8. Otopark GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik ..	229
Grafik 5. 9. Hastane Binasına Ait Çatı ve Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri	230
Grafik 5. 10. Çatı ve Otopark GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik	231
Grafik 8. 1. Elektrik Tüketiminin Ortalama CDD Sayısına Bağlı Değişimi.....	262
Grafik 8. 2. Baseline Elektrik Tüketimi ve Model Karşılaştırma Grafiği.....	263
Grafik 8. 3. Doğalgaz Tüketiminin Ortalama HDD Sayısına Bağlı Değişimi	264
Grafik 8. 4. Baseline Doğalgaz Tüketimi ve Model Karşılaştırma Grafiği	265

Fotoğraflar

Fotoğraf 2. 1. Telefon Şarj Ünitesi ve Bilgilendirme Ekranı Genel Görünüm	34
Fotoğraf 3. 1. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Genel Görünüm	66
Fotoğraf 3. 2. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Cephe Görünümleri (Yukardan Aşağı: Kuzey-Güney-Doğu-Batı)	67
Fotoğraf 3. 3. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Uydu Görünümü.....	68
Fotoğraf 3. 4. Hastane Binası A-A Kesiti	68
Fotoğraf 3. 5. Hastane Binası B-B Kesiti.....	68
Fotoğraf 3. 6. Hastane Binası Konferans Salonu C-C Kesiti	69
Fotoğraf 3. 7. Hastane Binası Konferans Salonu D-D Kesiti.....	69
Fotoğraf 3. 8. Hastane Binası Güney Batı Cephesi.....	69
Fotoğraf 3. 9. Hastane Binası Güney Doğu Cephesi.....	70
Fotoğraf 3. 10. Hastane Binası Kuzey Doğu Cephesi.....	70
Fotoğraf 3. 11. Hastane Binası Kuzey Batı Cephesi	70
Fotoğraf 3. 12. Hastane Binası Vaziyet Planı	71
Fotoğraf 3. 13. Hastane Binası Zemin Kat Planı.....	71
Fotoğraf 3. 14. Hastane Binası 1,2 ve 3. Kat Planı	72
Fotoğraf 3. 15. Hastane Binası 4. Kat Planı	72
Fotoğraf 3. 16. Hastane Binası Çatı Kat Planı	73
Fotoğraf 3. 17. Dış Cephe Termal Görüntü-Dekanlık Binası	78
Fotoğraf 3. 18. Dış Cephe Termal Görüntü-Hastane Bloğu.....	78
Fotoğraf 3. 19. Dış Cephe Termal Görüntü-Öğrenci Girişi	79
Fotoğraf 3. 20. Dış Cephe Termal Görüntü-Hastane Bloğu.....	79
Fotoğraf 3. 21. Dış Cephe Termal Görüntü-Acil Girişi	79
Fotoğraf 3. 22. Hastane Binası Pencere Genel Görünümleri	82
Fotoğraf 3. 23. Hastane Giriş Kapısı İçeriden Görünümü	83
Fotoğraf 3. 24. Acil Giriş Kapısı.....	83
Fotoğraf 3. 25. Dekanlık Giriş Kapısı	83
Fotoğraf 3. 26. Personel Giriş Kapısı	84
Fotoğraf 3. 27. Tıbbi Atık-Eczane Giriş Kapısı	84
Fotoğraf 3. 28. Konferans Salonu Giriş Kapısı	84
Fotoğraf 3. 29. Hastane Binası Dış Cephe Görüntüleri.....	91
Fotoğraf 3. 30. Kazanların Genel Görünümü.....	94
Fotoğraf 3. 31. Kazan-2 Genel Görünümü.....	94
Fotoğraf 3. 32. Arızalı Kazan-1 ve Kazan-3 Görünümü.....	95
Fotoğraf 3. 33. Kazan-1 Etiket Bilgisi	96
Fotoğraf 3. 34. Kazan-2 ve Kazan-3 Etiket Bilgisi	96
Fotoğraf 3. 35. Brülör Genel Görünümü ve Etiket Bilgileri	97
Fotoğraf 3. 36. Kazan-2 Termal Kamera Görüntüleri.....	98
Fotoğraf 3. 37. Mekanik Proje Kazan Akım Şeması Görünümü	98
Fotoğraf 3. 38. Kazan-2 Baca Gazı Ölçüm Sonucu	99
Fotoğraf 3. 39. Genleşme Tankı Genel Görünüm	106

Fotoğraf 3. 40. Genleşme Tankı Etiket Bilgileri	106
Fotoğraf 3. 41. Akümülayon Tanklarının Genel Görünümü	107
Fotoğraf 3. 42. Akümülayon Tankları Etiket Bilgisi	107
Fotoğraf 3. 43. Aktif Karbon Filtresi Görünümü	108
Fotoğraf 3. 44. Su Yumuşatma Cihazı Görünümü	108
Fotoğraf 3. 45. Chiller Grupları Genel Görünümleri	109
Fotoğraf 3. 46. Chiller Grupları Etiket	110
Fotoğraf 3. 47. Chiller Grupları Giriş Çıkış Vanaları	111
Fotoğraf 3. 48. Chiller 1-2 Grubu Debi Ölçümü	114
Fotoğraf 3. 49. Chiller 3-4 Grubu Debi Ölçümü	115
Fotoğraf 3. 50. Soğutma Grubu Giriş-Çıkış Sıcaklık Değerleri	115
Fotoğraf 3. 51. Chiller Akış Şeması Görünümü	116
Fotoğraf 3. 52. Dış Üniteler Genel Görünümleri	119
Fotoğraf 3. 53. Dış Ünitelerin Etiket Bilgileri	119
Fotoğraf 3. 54. Fan Coil Hatlarının Görünümü	122
Fotoğraf 3. 55. Fan Coil Görünümü	123
Fotoğraf 3. 56. Fan Coil Etiket Bilgisi	123
Fotoğraf 3. 57. Fan Coil Termostat Görseli	124
Fotoğraf 3. 58. Tesisat Genel Görünüm	125
Fotoğraf 3. 59. Yalıtımsız Vana Görünümleri	125
Fotoğraf 3. 60. Mekanik Tesisat Termal Kamera Görüntüleri	126
Fotoğraf 3. 61. Klima Santralleri Genel Görünüm	131
Fotoğraf 3. 62. Klima Santrali Otomatik Kontrol	136
Fotoğraf 3. 63. KS-9 ve EA-9 Klima Santrali Genel Görünümleri	137
Fotoğraf 3. 64. KS-9 ve EA-9 Klima Santrali Etiket Bilgileri	137
Fotoğraf 3. 65. KS-12 Filtre Görünümü	138
Fotoğraf 3. 66. Klima Santrali Akış Şeması Görünümü	142
Fotoğraf 3. 67. Çatı Aspiratörleri Genel Görünümleri	144
Fotoğraf 3. 68. Kompresör Elektriksel Ölçüm Sonucu	144
Fotoğraf 3. 69. Kompresör Genel Görünüm	144
Fotoğraf 3. 70. Kompresör Etiket Bilgisi	145
Fotoğraf 3. 71. Basınçlı Hava Kurutucu Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri	145
Fotoğraf 3. 72. Hava Tankı Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri	146
Fotoğraf 3. 73. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Elektriksel Ölçüm Sonucu	147
Fotoğraf 3. 74. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Genel Görünüm ve Etiket Bilgisi	147
Fotoğraf 3. 75. 2 adet 2500 kVA'lık Trafoların (TR-1 ve TR-2) Genel Görünümleri	148
Fotoğraf 3. 76. Transformatör-1 Termal Kamera Görüntüleri	149
Fotoğraf 3. 77. Transformatör-2 Termal Kamera Görüntüleri	150
Fotoğraf 3. 78. 2 Adet 1875 kVA'lık Jeneratörlerin Genel Görünümü	150
Fotoğraf 3. 79. Ana Dağıtım Panosu Görünümü	151
Fotoğraf 3. 80. Ana Dağıtım Panosu Termal Kamera Görüntüleri	152
Fotoğraf 3. 81. Ana Dağıtım Panosunda Enerji Analizörü Ölçümleri	152
Fotoğraf 3. 82. TR-1 ADP Ana Besleme Noktası Elektriksel Ölçüm Verileri	153
Fotoğraf 3. 83. TR-2 ADP Ana Besleme Noktası Elektriksel Ölçüm Verileri	153

Fotoğraf 3. 84. Klima Santrali Zon-2 Isıtma Pompaları	157
Fotoğraf 3. 85. Soğutma Grubu (Chiller) Sikülasyon Pompaları.....	157
Fotoğraf 3. 86. Klima Santrali Zon-2 Isıtma Pompa ve Pompa Motoru Etiketi	158
Fotoğraf 3. 87. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompa ve Pompa Motoru Etiketi	158
Fotoğraf 3. 88. Klima Santrali Zon-2 Isıtma Pompası Debi Ölçüm Sonucu	158
Fotoğraf 3. 89. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri.....	159
Fotoğraf 3. 90. EA-8 Aspiratör Motoru (Kayışı Kopmuş).....	167
Fotoğraf 3. 91. EA-2 14.Blok Zemin ve 1.Kat Muayeneler Klima Santrali Aspiratörü	167
Fotoğraf 3. 92. EA-2 14.Blok Zemin ve 1.Kat Muayeneler KS Aspiratör Motoru ve Etiketi.....	168
Fotoğraf 3. 93. KS-2 14.Blok Zemin, 1.Kat Muayeneler KS Vantilatör Motoru ve Etiketi..	168
Fotoğraf 3. 94. EA-2 14.Blok Zemin, 1.Kat Muayeneler KS Aspiratör Motoru Elektriksel Ölçümleri.....	168
Fotoğraf 3. 95. KS-2 14.Blok Zemin ve 1.Kat Muayeneler KS Vantilatör Motoru Elektriksel Ölçümleri.....	169
Fotoğraf 3. 96. MCC-4 Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri.....	169
Fotoğraf 3. 97. Asansör Motoru	178
Fotoğraf 3. 98. Asansör Motoru Etiketi	178
Fotoğraf 3. 99. 3.Kat Genel Cerrahi, Kalp Damar Cerrahisi, Göğüs Cerrahisi, Anestezi Poliklinikleri Bekleme Alanı- 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Kare Tip Armatürler	179
Fotoğraf 3. 100. 4.Kat Kardiyoloji- Üroloji Kliniği Hasta Servisi Koridoru - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Kare Tip Armatürler.....	180
Fotoğraf 3. 101. Mutfak Bölümü-4x18W Tüp Floresan Lambalı EB ve 40W LED Kare Tip Armatürler	180
Fotoğraf 3. 102. WC'ler Bölümü-1x18W Tüp Floresan Lambalı EB Ayna Üstü ve 12W Ledli Downlight Armatürler	181
Fotoğraf 3. 103. 100W LED Sokak Tipi Aydınlatma Armatürleri	181
Fotoğraf 3. 104. Çevre Aydınlatma.....	183
Fotoğraf 3. 105. 5 Adet 4x18W Floresan Lambalı Armatür Elektriksel Ölçüm Verileri	185
Fotoğraf 3. 106. UPS Görünümleri	193
Fotoğraf 3. 107. Soğuk Hava Deposu Klima ve Etiket Bilgisi	194
Fotoğraf 3. 108. Doğalgazlı Ocaklar	194
Fotoğraf 3. 109. Elektrik ve Doğalgazlı Fırınlar	194
Fotoğraf 3. 110. Bulaşık Makinesi	195
Fotoğraf 3. 111. Benmari Isıtıcılar	195
Fotoğraf 3. 112. Endüstriyel Tip Çamaşır Yıkama Makinesi ve Etiket Bilgisi	196
Fotoğraf 3. 113. Endüstriyel Tip Hijyenik Çamaşır Yıkama Makinesi ve Etiket Bilgisi	196
Fotoğraf 3. 114. Endüstriyel Tip Çamaşır Kurutma Makinesi ve Etiket Bilgisi.....	197
Fotoğraf 3. 115. Endüstriyel Tip Ütü	197
Fotoğraf 3. 116. Çay Ocağı Elektrikli Su Isıtıcısı ve Etiket Bilgisi	198
Fotoğraf 3. 117. 1.Kat Çay Ocağı Su Isıtıcısı Elektriksel Ölçüm Verileri.....	198
Fotoğraf 3. 118. Harmonik Filtreli Kompanzasyon Panosu.....	201
Fotoğraf 3. 119. Kompanzasyon Panosu Termal Kamera Görüntüleri.....	202
Fotoğraf 3. 120. Kojenerasyon Tesisi Yerleşim Planı	218



Fotoğraf 4. 1. Hastane Binası Klima Santralleri Otomatik Kontrol Görünümü	208
Fotoğraf 5. 1. Çatı ve Otopark GES Tesisi Kurmak İçin Uygun Alanlar	223
Fotoğraf 7. 1. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesine Ait 2021 Yılında Hazırlanan Mevcut Durum Enerji Kimlik Belgesi	251
Fotoğraf 7. 2. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Mevcut Durumuna Göre Hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi.....	253
Fotoğraf 7. 3. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Revizyon Sonrası Durumuna Göre Hazırlanan Enerji Kimlik Belgesi	255
Fotoğraf 9. 1. Su Yumuşatma Cihazı	270
Fotoğraf 9. 2. Mekanik Tesisatta Paslanma Görünümleri.....	271
Fotoğraf 9. 3. Kazan-1 Görünümü	272
Fotoğraf 9. 4. Kazan-3 Görünümü	273

KISALTMALAR

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

TEP: Ton Eşdeğer Petrol

IEC: International Electrotechnical Commission (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

M³: 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)

EÖS: Enerji Ölçüm İzleme Sistemi

GES: Güneş Enerji Sistemi

COP: Performans Katsayısı (Coefficient of Performance)

EER: Enerji Tasarruf Oranı (Energy Efficiency Ratio)

KABEV: Kamu Binalarındaki Enerji Verimliliği

Tablo 1. 1. Cihaz/Sistem Ekonomik Ömür Tablosu

Cihaz/Sistem	Ekonomik Ömür (yıl)
Pencere Tamiri ve Fitol Değişimi	20
Klima Santralleri Elektrik Motorlarının Değişimi	20
Chiller Master Kontrol Paneli	20
Pompa Motorlarının Yenilenmesi	20
GES	25
LED Aydınlatma Armatürleri	20
Otomasyon Sistemleri	20
Hava Kaynaklı Isı Pompası	20

Tablo 1. 1. 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 Debitmetre	GE PT 900	04.09.2023	1 Yıl	ENELSAN	Debi Ölçümleri

Kalibrasyon sertifikaları ek dosyasında sunulmuştur.

Tablo 1. 2. Referans Değerler Tablosu

KIRIKKALE ÜNİ. TIP FAKÜLTESİ 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 ₂ eşd/kWh	0,555	Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği
	Doğalgaz	kgCO ₂ eşd/kWh	0,234	
Birim enerji fiyatı (KDV dahil)	Elektrik	TL/kWh	3,27	Ocak 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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi
2	Yapım Yılı	2011
3	Kullanım Amacı	Tıp Fakültesi ve Hastane
4	Yapı Grubundaki Bina Sayısı	1
5	Kapalı Alan Hacmi	220.539,49 m ³
6	Toplam İnşaat Alanı	45.945,73 m ²
7	Bina Oturum Alanı	11.729,50 m ²
8	Ortalama Isıtma Derece Gün Sayısı (HDD)	2143
9	Ortalama Soğutma Derece Gün Sayısı (CDD)	304
10	Isıtma/Soğutma Sistemi	Kazan/Chiller
11	Yalıtım Durumu	Var
12	Çalışan Sayısı	980
13	Yıllık Hasta Sayısı	362.356 Yıllık Hasta Sayısı 1.035 Öğrenci Sayısı
14	Sahibi	Kırıkkale Üniversitesi
15	Şehir / İlçe	Kırıkkale / Yahşihan
16	TS 825 İklim Bölgesi	3.Bölge
17	Bina adresi	Yenişehir Ankara Yolu 7.Km. Kırıkkale Üniversitesi Kampüsü, 71450 Yahşihan/Kırıkkale
18	Posta Kodu	71450
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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi’nde 2020 yılı Mart ayı itibariyle ortaya çıkan Pandemi etkisi nedeniyle enerji tüketimindeki azalışa yansıması aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 2. 2. Yıllık Enerji Tüketimleri

Yıl	Toplam Yıllık Elektrik Tüketimi [TEP]	Toplam Yıllık Doğalgaz Tüketimi [TEP]	Tüketilen Enerji [TEP]	Primer Enerji [TEP]
2019	413,33	637,4	1.050,73	1.392,14
2020	342,99	779,8	1.122,79	1.406,10
2021	424,91	803,67	1.228,58	1.579,56
2022	469,67	869,86	1.339,53	1.727,48
Baz/Temel Enerji Tüketimi	435,97	770,31	1.206,28	1.566,39

Elektrik tüketiminde bir önceki yıla göre %17 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Baz/Temel Enerji Tüketimi 2019, 2021 ve 2022 yılları ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

2.3. Genel Göstergeler

Aşağıda paylaşılan göstergeler tablosunda ise yine ortalama 2019, 2021 ve 2022 yılları alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. 3. Göstergeler

#	Gösterge	Birimi	2019	2021	2022	Ortalama
1	m ² Başına Enerji Tüketimi	kWh/m ² *yıl	265,92	310,93	339,01	305,28
2	m ² Başına Emisyon Değeri	Ton CO ₂ eşdeğeri /m ² *yıl	0,096	0,107	0,117	0,11
3	Hasta Başına Düşen Enerji Tüketimi	kWh/kişi*yıl	24,62	57,32	42,99	41,64
4	1000 Hasta Başına Düşen Emisyon Değeri	Ton CO ₂ eşdeğeri /kişi*yıl	8,87	19,78	14,90	14,51
5	HDD Başına Düşen Yakıt Tüketimi	kWh / HDD*m ² *yıl	0,077	0,096	0,100	0,09
6	CDD başına düşen Elektrik Tüketimi	kWh / CDD*m ² *yıl	0,459	0,334	0,338	0,38

2.4. Analiz Edilen Temel Sistem ve Ekipmanlar

- Bina Kabuğu
- Pencere 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 Tıp Fakültesi Hastanesi’nde gerçekleştirilen bu detaylı etüt çalışması ile enerji tasarruf potansiyellerinin tespit edilmesi, enerji verimliliğinin artırılmasına 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, CO₂ 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 yapıp 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 27 Şubat – 02 Ekim tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Yapılan çalışma konularına göre; çalışmanın tarihi, süresi ve çalışan personel sayısı Tablo 2.4’te verilmiştir.

Tablo 2. 4. Çalışma Tarihleri

Çalışma Konusu	Çalışma Yapılan Tarih	Çalışma Gün	Çalışan Personel
Etüt Brifingi	6 Mart 2023	1	1
Detaylı Etüt Ölçüm	22-24 Şubat/14-15 Haziran 2023	5	5
Detaylı Etüt Raporlama	22 Şubat – 04 Ekim 2023	244	5

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

Tablo 2. 5. 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	435,97	770,31	1.206,28	1.566,39
TOPLAM Enerji Tasarrufları	253,95	144,38	398,33	608,08
TOPLAM Önerilen/İyileştirilmiş Enerji Kullanımı	182,03	625,93	807,96	958,31

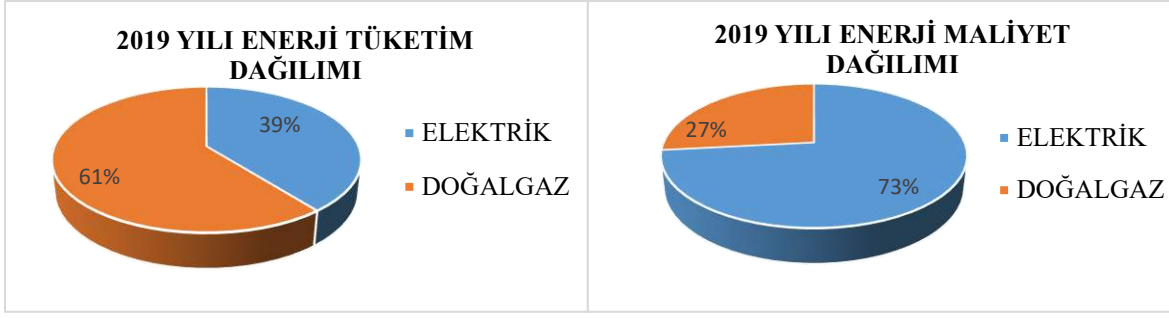
2.9. Bir Tablo ve Grafik Aracılığıyla Binanın Enerji Tüketimi ve Tüketim Analizinin Özeti

Aşağıda yer alan tabloda Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nin 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait tüketim ve maliyet dağılımları gösterilmektedir.

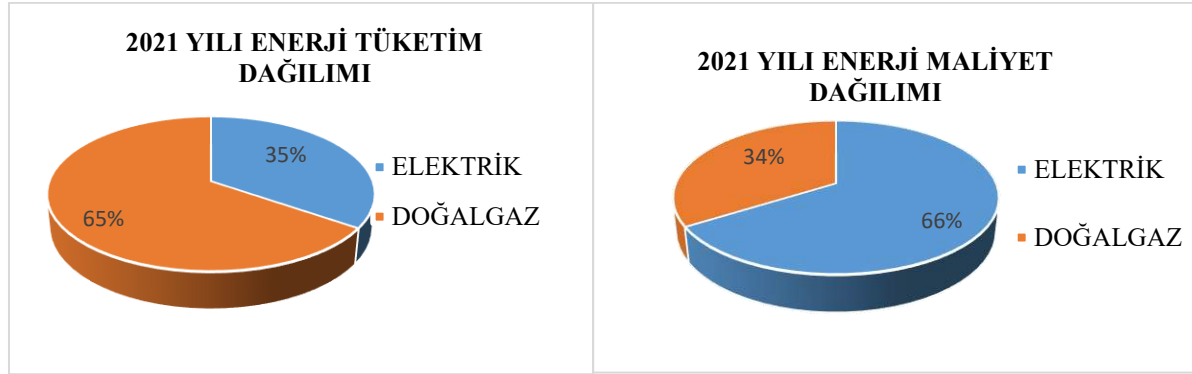
Tablo 2. 6. 2019-2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Dağılımları

Yıl/ay	Elektrik				Doğalgaz				Toplam		
	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Tüketimdek	Toplam Maliyet [TL]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Tüketimdek	Toplam Maliyet [TL]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]
2019 Yılı	4.806.167,40	413,33	39%	3.417.410,59	7.411.653,82	637,40	61%	1.243.975	12.217.821,22	1.050,73	4.661.386
2021 Yılı	4.940.827,94	424,91	35%	4.305.443,36	9.345.038,19	803,67	65%	2.206.289	14.285.866,13	1.228,58	6.511.732
2022 Yılı	5.461.315,53	469,67	35%	11.680.631,59	10.114.598,20	869,86	65%	14.403.641	15.575.913,73	1.339,53	26.084.273
Ortalama	5.069.436,96	435,97	36%	6.467.828,51	8.957.096,74	770,31	64%	5.951.301,72	14.026.533,69	1.206,28	12.419.130,23

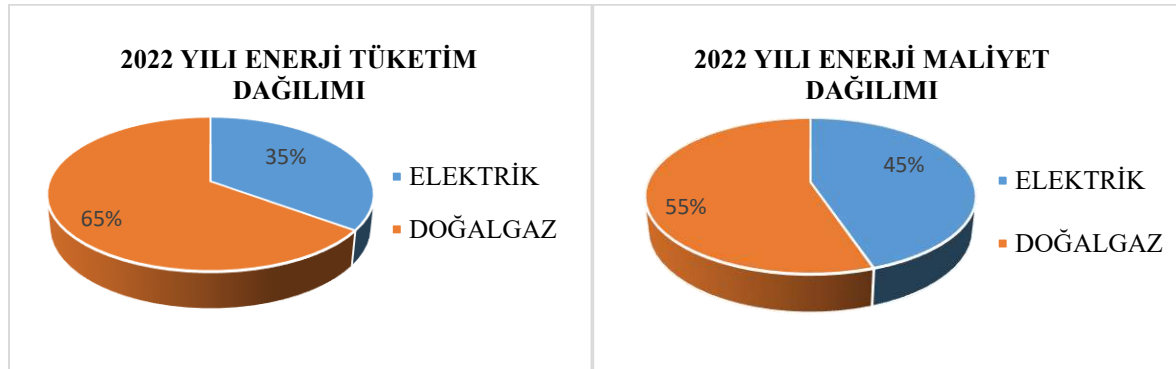
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastane binasının son 4 yıldaki elektrik ve doğalgaz kullanımı Covid-19 pandemisinin etkilerinin yoğun görüldüğü 2020 yılı haricinde birbirine paralellik göstermiştir. Bu nedenle ortalamaya 2020 yılı dahil edilmemiştir.



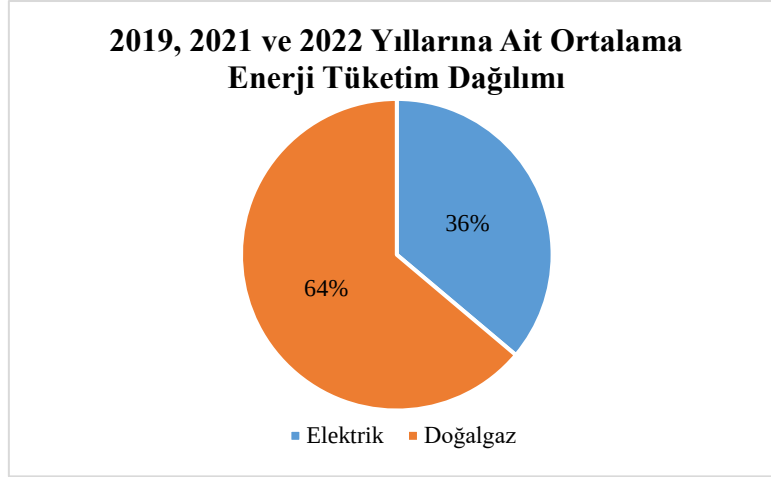
Grafik 2. 1. 2019 Yılı Enerji Tüketimindeki Kaynakların Dağılımı ve Maliyet Dağılım Grafiği



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. 7. 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	5.069.436,96	9.256.791,88	435,97	796,08	16.577.058,86
Doğalgaz	8.957.096,74	8.957.096,74	770,31	770,31	12.271.222,53
Toplam	14.026.533,69	18.213.888,62	1.206,28	1.566,39	28.848.281,39

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

Tablo 2.7’de 2019, 2021 ve 2022 yıllarına ait toplam enerji tüketimleri ve bu tüketim üzerinden hesaplanan birincil enerji tüketimi verilmiştir. Tüketilen enerji toplam 1.206,28 TEP iken birincil enerji tüketimi 1.566,39 TEP’tir.

2.10. Tavsiye Edilen Enerji Verimliliği Önlemlerinin Özeti

Tablo 2. 8. Baz Senaryo EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemleri [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 Uygulanabilir Maliyet [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi	Doğalgaz	101.585,84	8,74	1,13%	139.172,60	23,77	9.418.176,82	67,67	1,08%	-7.398.978,89
2	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	Elektrik	298.418,40	25,66	5,89%	975.828,17	165,62	5.416.470,88	5,55	29,67%	8.741.418,08
3	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	163.368,63	14,05	1,82%	223.815,02	38,23	3.782.657,39	16,90	13,27%	-535.417,49
4	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Elektrik	139.899,47	12,03	2,76%	457.471,26	77,64	14.991.233,55	32,77	6,83%	-8.353.971,52
5	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	107.353,02	9,23	1,20%	147.073,64	25,12	117.988,92	0,80	137,40%	2.015.841,91
6	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	610.512,27	52,50	12,04%	1.996.375,12	338,83	9.823.420,51	5,30	30,61%	17.054.394,22
		Doğalgaz	-104.985,37	-9,03	-1,17%	-143.829,96	-24,57				
7	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.123,02	1,64	0,38%	62.532,28	10,61	241.089,56	3,86	38,25%	666.165,47
8	Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması	Elektrik	425.884,80	36,63	8,40%	1.392.643,30	236,37	17.463.938,95	12,54	18,35%	6.663.219,32
9	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	250.291,93	21,53	4,94%	818.454,61	138,91	15.976.985,68	9,67	20,23%	7.988.358,17
		Doğalgaz	608.284,22	52,31	6,79%	833.349,39	142,34				
10	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	232.771,49	20,02	4,59%	761.162,79	129,19	487.308,68	0,32	327,99%	21.800.461,11
		Doğalgaz	565.704,33	48,65	6,32%	775.014,93	132,37				
TOPLAM		Elektrik	1.976.901,38	170,01	39,00%	6.464.467,51	1.097,18	93.496.992,14	11,08	18,36%	28.941.898,88
		Doğalgaz	1.441.310,67	123,95	16,09%	1.974.595,61	337,27				
		Toplam	3.418.212,05	293,97	24,37%	8.439.063,13	1.434,45				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											24,37%
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											27,73%
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											912,32
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											1.132,00

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

Tablo 2. 9. Derin 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 CO ₂ e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m ² K)	Elektrik	7.945,63	0,68	0,16%	25.982,20	4,41	28.127.461,19	100,15	-1,67%	-
		Doğalgaz	186.043,83	16,00	2,08%	254.880,05	43,53				21.895.927,90
2	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	Elektrik	298.418,40	25,66	5,89%	975.828,17	165,62	5.416.470,88	5,55	29,67%	8.741.418,08
3	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	163.368,63	14,05	1,82%	223.815,02	38,23	3.782.657,39	16,90	13,27%	-535.417,49
4	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Elektrik	139.899,47	12,03	2,76%	457.471,26	77,64	14.991.233,55	32,77	6,83%	-8.353.971,52
5	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	107.353,02	9,23	1,20%	147.073,64	25,12	117.988,92	0,80	137,40%	2.015.841,91
6	1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	106.249,26	9,14	2,10%	347.435,08	58,97	5.648.830,86	7,81	23,48%	4.850.548,09
		Doğalgaz	274.621,46	23,62	3,07%	376.231,40	64,26				
7	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri ile Değiştirilmesi ve Hastane Koridorlarına Aydınlatma Otomasyonu Uygulaması	Elektrik	771.240,69	66,33	15,21%	2.521.957,06	428,04	13.403.087,45	5,64	29,36%	21.100.179,19
		Doğalgaz	-104.985,37	-9,03	-1,17%	-143.829,96	-24,57				
8	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.123,02	1,64	0,38%	62.532,28	10,61	241.089,56	3,86	38,25%	666.165,47
9	Hastane Binasının 1229 m ² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması	Elektrik	315.964,80	27,17	6,23%	1.033.204,90	175,36	30.413.419,16	29,44	10,42%	-
10	Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması	Elektrik	1.022.157,60	87,91	20,16%	3.342.455,35	567,30	69.333.528,70	20,74	13,34%	-
11	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	167.190,67	14,38	3,30%	546.713,48	92,79	15.976.985,68	11,87	17,45%	3.546.164,33
		Doğalgaz	583.148,66	50,15	6,51%	798.913,67	136,46				
12	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	155.487,32	13,37	3,07%	508.443,54	86,30	487.308,68	0,39	269,56%	17.669.220,84
		Doğalgaz	542.328,26	46,64	6,05%	742.989,71	126,90				
TOPLAM		Elektrik	3.003.676,85	258,32	59,25%	9.822.023,30	1.667,04				-
		Doğalgaz	1.751.878,49	150,66	19,56%	2.400.073,53	409,94	187.940.062,02	15,38	14,33%	10.614.693,18
		Toplam	4.755.555,34	408,98	33,90%	12.222.096,83	2.076,98				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											33,90%
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											39,73%
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											797,30
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											944,05

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



Tablo 2. 10. Karma Senaryo EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemleri [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [TL]	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi	Doğalgaz	101.585,84	8,74	1,13%	139.172,60	23,77	9.418.176,82	67,67	1,08%	-7.398.978,89
2	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	Elektrik	298.418,40	25,66	5,89%	975.828,17	165,62	5.416.470,88	5,55	29,67%	8.741.418,08
3	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	163.368,63	14,05	1,82%	223.815,02	38,23	3.782.657,39	16,90	13,27%	-535.417,49
4	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Elektrik	139.899,47	12,03	2,76%	457.471,26	77,64	14.991.233,55	32,77	6,83%	-8.353.971,52
5	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	107.353,02	9,23	1,20%	147.073,64	25,12	117.988,92	0,80	137,40%	2.015.841,91
6	1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	106.249,26	9,14	2,10%	347.435,08	58,97	5.648.830,86	7,81	23,48%	4.850.548,09
		Doğalgaz	274.621,46	23,62	3,07%	376.231,40	64,26				
7	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	610.512,27	52,50	12,04%	1.996.375,12	338,83	9.823.420,51	5,30	30,61%	17.054.394,22
		Doğalgaz	-104.985,37	-9,03	-1,17%	-143.829,96	-24,57				
8	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.123,02	1,64	0,38%	62.532,28	10,61	241.089,56	3,86	38,25%	666.165,47
9	Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması	Elektrik	425.884,80	36,63	8,40%	1.392.643,30	236,37	17.463.938,95	12,54	18,35%	6.663.219,32
10	Hastane Binasının 3943 m² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması	Elektrik	1.022.157,60	87,91	20,16%	3.342.455,35	567,30	69.333.528,70	20,74	13,34%	-11.426.418,16
11	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	171.303,45	14,73	3,38%	560.162,28	95,07	15.976.985,68	11,69	17,66%	3.858.800,08
		Doğalgaz	589.060,72	50,66	6,58%	807.013,19	137,84				
12	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	159.312,21	13,70	3,14%	520.950,92	88,42	487.308,68	0,38	273,67%	17.959.972,09
		Doğalgaz	547.826,47	47,11	6,12%	750.522,26	128,19				
TOPLAM		Elektrik	2.952.860,47	253,95	58,25%	9.655.853,75	1.638,84	152.701.630,49	12,77	16,53%	20.760.900,38
		Doğalgaz	1.678.830,77	144,38	18,74%	2.299.998,15	392,85				
		Toplam	4.631.691,24	398,33	33,02%	11.955.851,90	2.031,68				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											33,02%
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											38,82%
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											807,96
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											958,31

*Karma Senaryo; baz ve derin senaryolardan seçilmiş önlemler paketidir



Tablo 2. 11. İrdelenen Ancak Önerilmeyen EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	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	Bina Duvarlarında Mevcutta Bulunan 5 cm Kalınlığında Yalıtımın Sökülerek, 8 cm Kalınlıkta Taşyünü Malzeme ve Çatıya 8 cm Kalınlıkta Camyünü Malzeme ile Yalıtım Uygulanması	Doğalgaz	451.820,74	38,86	618.994,41	32.242.641,55	52,09	Isı yalıtımı uygulamasının geri ödeme süresinin fazla çıkması ve NBD değerinin eksi çıkması nedeniyle, irdelenen ancak önerilmeyen önlemler kapsamında değerlendirilmiştir.
2	0,60 MWe Kapasiteli Kojenerasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	2.842.861,76	244,49	9.296.157,96	30.294.965,80	9,42	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	3.022.951,88	259,97	4.141.444,08			
		Doğalgaz	-6.768.718,48	-582,11	-10.220.764,90			

Yukarıdaki tabloda irdelenen ancak önerilmeyen önlem olarak kojenerasyon sistemi 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 sistemine 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. 12. 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	60.852,00	5,23	1,20%	198.986,05	33,77	157.590,00	0,79
2	Isı Merkezinde Bulunan Kazanlar İçin Periyodik Kontrol Bedelleri (2.000.000-5.000.000 kcal/h kazanlar)	Doğalgaz	4.478,55	0,39	0,05%	6.135,61	1,05	8.154,00	1,33
TOPLAM			65.330,55	5,62	0,47%	205.121,66	34,82	165.744,00	0,81

Tablo 2.12’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, güvenliğini 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 60.852,00 kWh elektrik ve 4.478,55 kWh doğalgazdan toplam 65.330,55 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 Tıp Fakültesi Hastanesi'nin, EPS'ye uygun olup olmadığının değerlendirildiği bu kısımda tebliğde yer alan şartlar dikkate alınarak aşağıdaki kriterler değerlendirilmiştir.

Tablo 2. 13. EPS Değerlendirmesi

SEÇİM KRİTERİ / BİNA	K.Ü. Tıp Fakültesi Hastanesi	Açıklama
Lot	Lot-12	
Kapalı İnşaat Alanı (m ²)	45.945,73	Bina inşaat alanı ESCO seçim kriterlerinin üzerinde çıktığı için uygun değildir.
Referans Enerji Tüketimi (TEP/yıl) [250 TEP < x < 500 TEP]	1.206,28	Referans Enerji Tüketimi, ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralığın üstündedir.
Karma Senaryo Enerji Tasarruf Oranı % [25% < x < 35%]	33,02%	Enerji Tasarruf Oranı, ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralıktadır.
Karma Senaryo Enerji Tasarrufu (TL/yıl)	11.955.851,90	Yıllık enerji tasarruf maliyeti 11.955.851,90 TL'dir.
Toplam Yatırım Bedeli (TL) [7.5 mil < x < 30 mil]	152.701.630,49	Toplam yatırım maliyeti ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralığın üzerindedir.
Karma Senaryo NBD (TL)	20.760.900,38	NBD değeri pozitif olduğu için uygundur.
İç Karlılık Oranı (%) [15% < x < 20%]	16,53%	İç Karlılık Oranı, ESCO seçim kriterlerinde belirtilen aralıktadır.
Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl) [10 < x < 14.5]	12,77	Basit geri ödeme süresi, enerji birim maliyeti ve uygulama maliyetine göre değişiklik gösterdiğinden, şu an için belirlenen sınırın altında da 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,

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

Tablo 2. 14. 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	13,35%	>10%	

Hastane binasında yapılacak değişiklikler sonrası yukarıda paylaşılan şartları sağladığından Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi 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 iline 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.

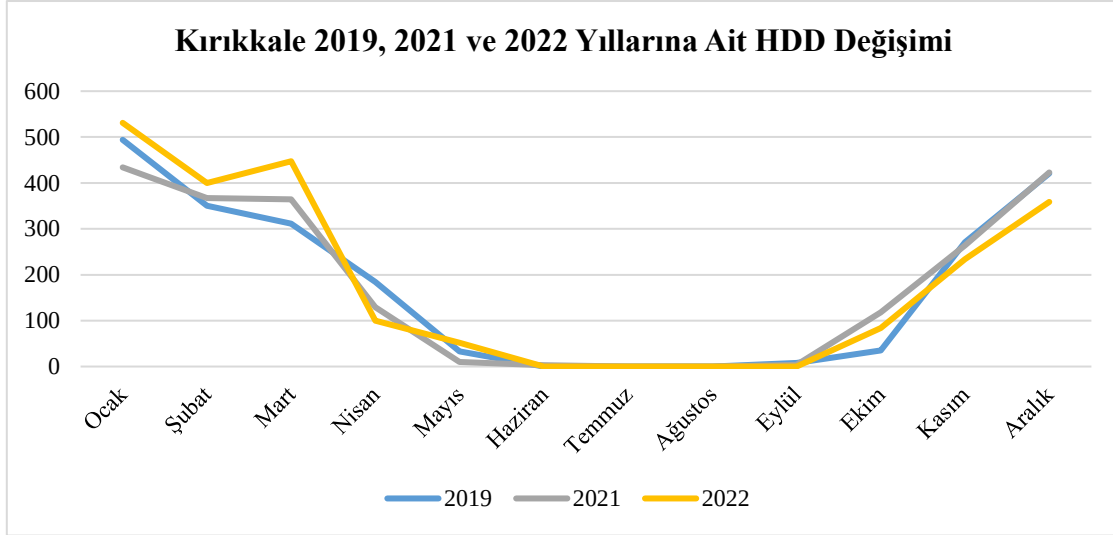
Binalarda ısı yalıtımı kurallarında (TS 825) verilen “Farklı Amaçlarla Kullanılan Binalar İçin Hesaplamalarda Kullanılacak Aylık Ortalama İç Sıcaklık Değerleri (θ_i)” tablosundan hastane binaları için verilen sıcaklık değeri 22°C olup, hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır.

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 soğukun şiddetini açıklar. Kırıkkale Tıp Fakültesi 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	2.107	2.116	2.207	2.143

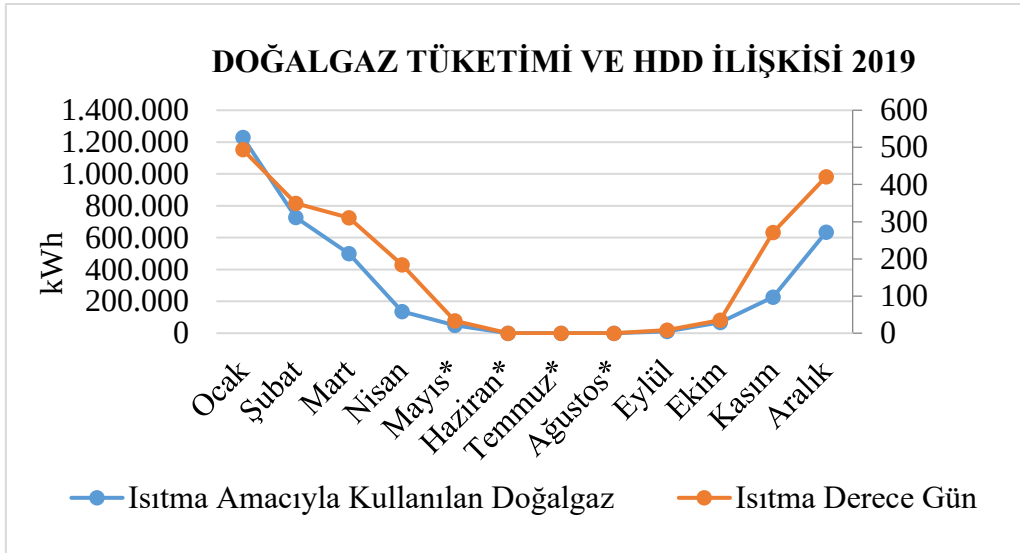


Grafik 3. 1. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait HDD Değişimi

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

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

Kırıkkale Tıp Fakültesi 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	1.548.633	1.217.710,8	330.922	494	2.465
Şubat	1.046.777	715.855,0	330.922	350	2.045
Mart	819.438	488.516,2	330.922	311	1.571
Nisan	455.890	124.968,2	330.922	184	679
Mayıs*	368.381	-	368.381	33	-
Haziran*	345.000	-	345.000	-	-
Temmuz*	359.402	-	359.402	-	-
Ağustos*	251.710	-	251.710	-	-
Eylül*	330.116	-	330.116	8	-
Ekim	387.052	56.129,8	330.922	35	1.604
Kasım	545.931	215.008,9	330.922	271	793
Aralık	953.322	622.399,7	330.922	421	1.478
Toplam	7.411.654	3.440.588,6	3.971.065,17	2.107	-



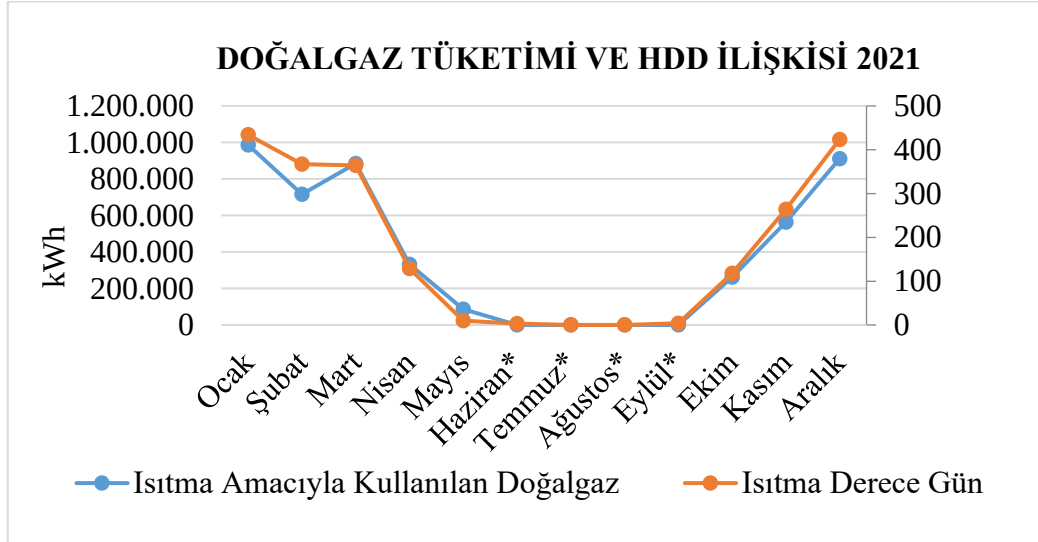
Grafik 3. 1. 2019 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi

Yukarıda yer alan tabloda Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi 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. 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 ihtiyacı için kullanıldığı varsayılmıştır. 2019 yılı baz ay olarak kabul edilen aylarda sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarı yaklaşık 330.922 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 Tıp Fakültesi 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	1.369.677,03	986.266	383.412	434	2273
Şubat	1.100.016,36	716.605	383.412	367	1953
Mart	1.267.612,56	884.201	383.412	364	2429
Nisan	715.446,72	332.035	383.412	129	2574
Mayıs	470.832,85	87.421	383.412	10	8742
Haziran*	421.834,36	-	421.834	3	-
Temmuz*	398.531,00	-	398.531	-	-
Ağustos*	403.302,71	-	403.303	-	-
Eylül*	309.978,05	-	309.978	4	-
Ekim	645.770,00	262.358	383.412	118	2223
Kasım	946.957,04	563.546	383.412	264	2135
Aralık	1.295.079,52	911.668	383.412	423	2155
Toplam	9.345.038	4.744.099,85	4.600.938,33	2.116	

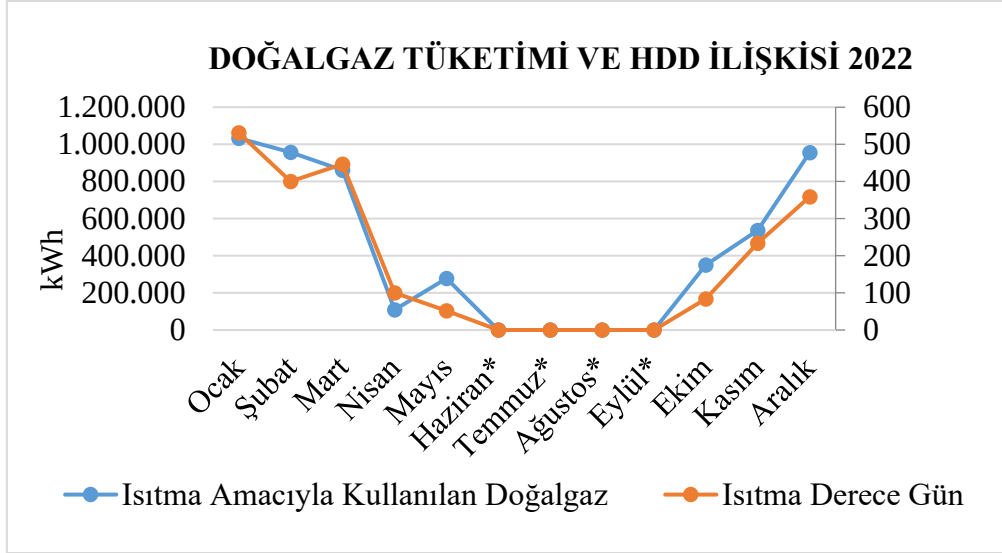


Grafik 3. 2. 2021 Yılı Doğalgaz Tüketimi ve HDD İlişkisi

2021 yılı doğalgaz tüketimi ve HDD ilişkisi incelenirken, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz ile sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarları ayrı ayrı ele alınmıştır. Burada inceleme yapılırken ısıtma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (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 383.411,53 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 Tıp Fakültesi 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	1.473.682	1.033.013	440.669	531	1945
Şubat	1.398.359	957.690	440.669	400	2394
Mart	1.300.667	859.998	440.669	447	1924
Nisan	549.322	108.653	440.669	100	1087
Mayıs	556.926	278.463	278.463	52	-
Haziran*	472.186	-	472.186	-	-
Temmuz*	485.151	-	485.151	-	-
Ağustos*	389.005	-	389.005	-	-
Eylül*	416.332	-	416.332	-	-
Ekim	700.316	350.158	350.158	84	-
Kasım	977.242	536.574	440.669	234	-
Aralık	1.395.411	954.742	440.669	359	2659
Toplam	10.114.598	5.079.291,96	5.035.306,24	2207	



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

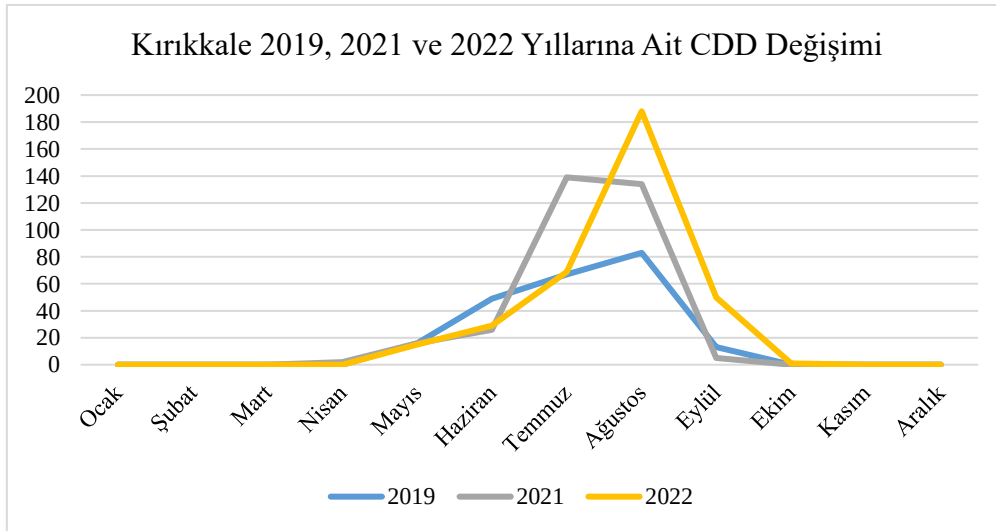
2022 yılı doğalgaz tüketimi ve HDD ilişkisi incelenirken, ısıtma amacıyla kullanılan doğalgaz ile sıcak su amacıyla kullanılan doğalgaz miktarları ayrı ayrı ele alınmıştır. Burada inceleme yapılırken ısıtma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) aylar 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 440.669 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 Tıp Fakültesi 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

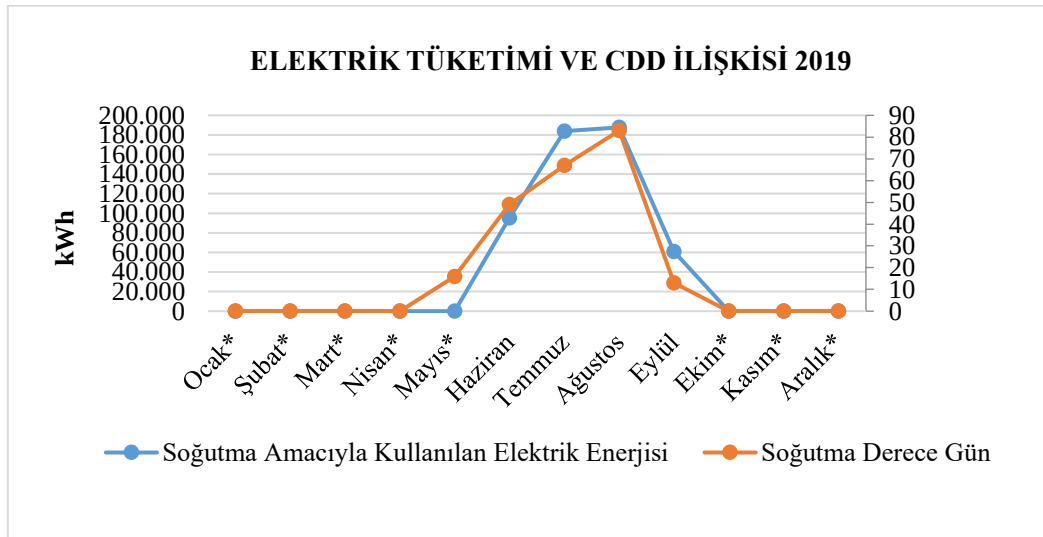


Grafik 3. 4. Kırıkkale İli 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait CDD Değişimi

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 göstermektedir.

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

Kırıkkale Tıp Fakültesi 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*	427.627,50	-	427.628	-	-
Şubat*	369.522,60	-	369.523	-	-
Mart*	358.682,70	-	358.683	-	-
Nisan*	315.302,40	-	315.302	-	-
Mayıs*	338.976,30	-	356.560	16	-
Haziran	451.715,40	95.155,31	356.560	49	1.941,95
Temmuz	540.380,40	183.820,31	356.560	67	2.743,59
Ağustos	544.196,10	187.636,01	356.560	83	2.260,67
Eylül	417.394,80	60.834,71	356.560	13	4.679,59
Ekim*	345.013,80	-	345.014	-	-
Kasım*	303.586,20	-	303.586	-	-
Aralık*	393.769,20	-	356.560	-	-
Toplam	4.806.167	527.446,35	4.259.095,73	228	



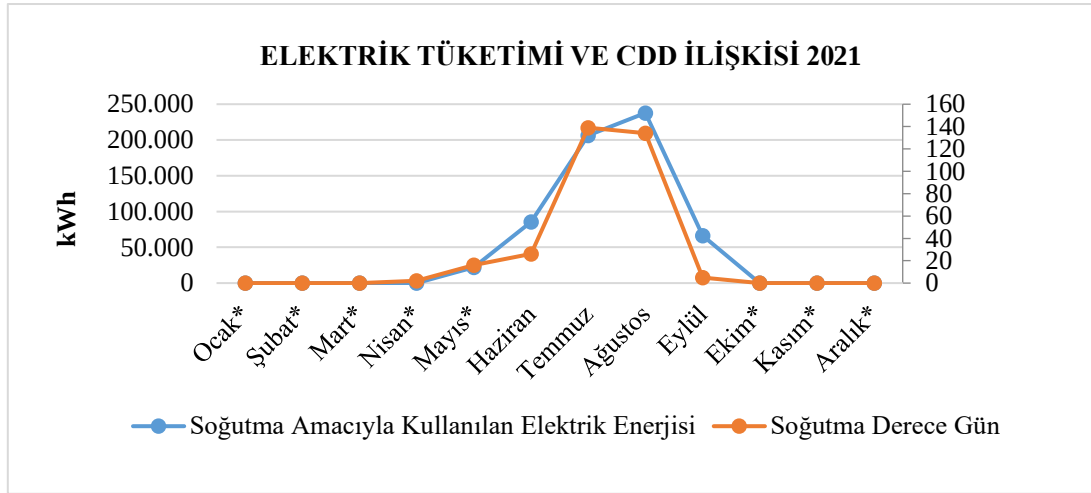
Grafik 3. 5. 2019 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi

Yukarıda yer alan tabloda Kırıkkale Tıp Fakültesi 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, 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 356.560 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 Tıp Fakültesi 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*	357.647,70	-	357.648	-	-
Şubat*	311.824,80	-	311.825	-	-
Mart*	377.871,60	-	377.872	-	-
Nisan	327.549,88	-	327.550	2	-
Mayıs	382.059,87	21.812,83	360.247	16	1.363,30
Haziran	445.926,34	85.679,30	360.247	26	3.295,36
Temmuz	566.759,10	206.512,06	360.247	139	1.485,70
Ağustos	597.960,97	237.713,93	360.247	134	1.773,98
Eylül	426.392,40	66.145,36	360.247	5	13.229,07
Ekim*	364.140,60	-	364.141	-	-
Kasım*	375.456,52	-	375.457	-	-
Aralık*	407.238,16	-	407.238	-	-
Toplam	4.940.828	617.863,49	4.322.964,45	322	

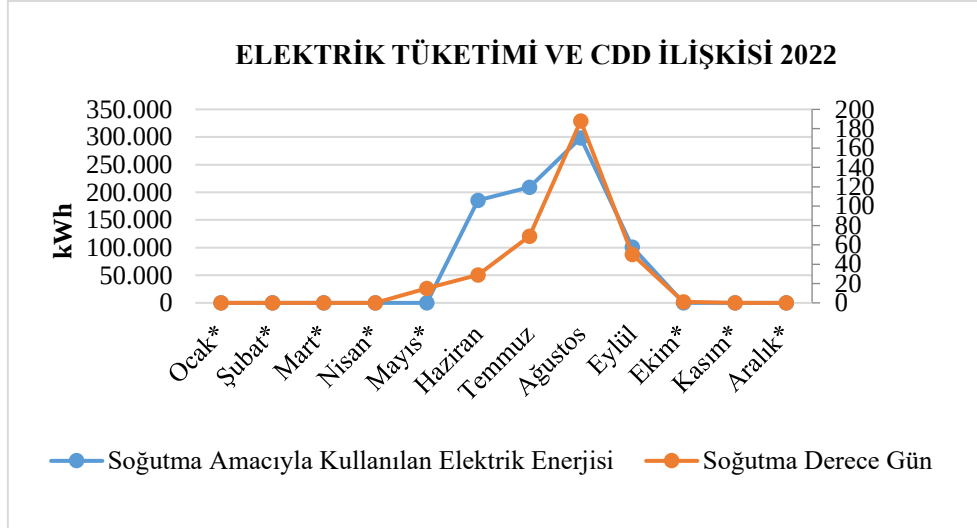


Grafik 3. 6. 2021 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi

2021 yılı için hesaplama yapılırken soğutma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Ocak, Şubat, Mart, 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 360.247 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 Tıp Fakültesi 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*	432.954,30	-	432.954	-	-
Şubat*	402.035,58	-	402.036	-	-
Mart*	393.617,25	-	393.617	-	-
Nisan*	312.756,30	-	312.756	-	-
Mayıs*	380.742,00	-	380.742	15	-
Haziran	574.714,80	185.818,72	388.896	29	6.407,54
Temmuz	598.140,30	209.244,22	388.896	69	3.032,52
Ağustos	687.564,30	298.668,22	388.896	188	1.588,66
Eylül	489.727,50	100.831,42	388.896	50	2.016,63
Ekim*	354.045,90	-	354.046	1	-
Kasım*	398.702,70	-	398.703	-	-
Aralık*	436.314,60	-	436.315	-	-
Toplam	5.461.316	794.562,58	4.666.752,95	352	



Grafik 3. 7. 2022 Yılı Elektrik Tüketimi ve CDD İlişkisi

2022 yılı için hesaplama yapılırken soğutma ihtiyacı bulunmayan, tablolarda yıldızla işaretlenmiş (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, 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 388.896 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 Tıp Fakültesi 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

yıl/ay	Elektrik				Yakıt (Doğalgaz)			
	Maksimum Talep Gücü [kW]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]	Maksimum Talep [kW, m3 ton]	Tüketim [kWh]	Tüketim [TEP]	Toplam Maliyet [TL]
Ocak	6.900,00	427.627,50	36,78	290.291,33	-	1.548.632,88	133,18	248.771,36
Şubat	6.900,00	369.522,60	31,78	250.847,31	-	1.046.777,12	90,02	168.122,00
Mart	6.900,00	358.682,70	30,85	243.488,73	-	819.438,30	70,47	131.092,46
Nisan	6.900,00	315.302,40	27,12	214.040,23	-	455.890,26	39,21	72.630,39
Mayıs	6.900,00	338.976,30	29,15	230.111,05	-	368.381,10	31,68	58.626,67
Haziran	6.900,00	451.715,40	38,85	306.642,99	-	345.000,37	29,67	55.013,23
Temmuz	6.900,00	540.380,40	46,47	421.857,53	-	359.402,48	30,91	57.295,25
Ağustos	6.900,00	544.196,10	46,80	424.836,32	-	251.710,42	21,65	45.650,08
Eylül	6.900,00	417.394,80	35,90	325.846,64	-	330.116,13	28,39	60.549,76
Ekim	6.900,00	345.013,80	29,67	236.055,02	-	387.051,89	33,29	70.807,32
Kasım	6.900,00	303.586,20	26,11	206.086,77	-	545.931,04	46,95	100.225,50
Aralık	6.900,00	393.769,20	33,86	267.306,69	-	953.321,83	81,99	175.191,13
2019 Yılı Toplam		4.806.167,40	413,33	3.417.410,59	-	7.411.653,82	637,40	1.243.975,15
Ocak	6.900,00	357.647,70	30,76	311.660,22	-	1.369.677,03	117,79	233.958,60
Şubat	6.900,00	311.824,80	26,82	271.718,12	-	1.100.016,36	94,60	189.786,89
Mart	6.900,00	377.871,60	32,50	329.271,30	-	1.267.612,56	109,01	220.826,41
Nisan	6.900,00	327.549,88	28,17	285.420,97	-	715.446,72	61,53	127.317,08
Mayıs	6.900,00	382.059,87	32,86	332.927,00	-	470.832,85	40,49	85.571,71
Haziran	6.900,00	445.926,34	38,35	388.592,20	-	421.834,36	36,28	77.468,34
Temmuz	6.900,00	566.759,10	48,74	493.867,87	-	398.531,00	34,27	17.691,28
Ağustos	6.900,00	597.960,97	51,42	521.069,14	-	403.302,71	34,68	87.387,05
Eylül	6.900,00	426.392,40	36,67	371.552,32	-	309.978,05	26,66	75.812,09
Ekim	6.900,00	364.140,60	31,32	317.312,12	-	645.770,00	55,54	175.358,39
Kasım	6.900,00	375.456,52	32,29	327.172,88	-	946.957,04	81,44	386.510,61
Aralık	6.900,00	407.238,16	35,02	354.879,22	-	1.295.079,52	111,38	528.600,51
2021 Yılı Toplam		4.940.827,94	424,91	4.305.443,36	-	9.345.038,19	803,67	2.206.288,96
Ocak	6.900,00	432.954,30	37,23	377.286,91	-	1.473.681,74	126,74	1.266.582,39
Şubat	6.900,00	402.035,58	34,58	350.344,75	-	1.398.358,87	120,26	1.205.357,23
Mart	6.900,00	393.617,25	33,85	343.009,61	-	1.300.666,63	111,86	1.124.181,58
Nisan	6.900,00	312.756,30	26,90	800.492,52	-	549.321,93	47,24	702.443,42
Mayıs	6.900,00	380.742,00	32,74	936.739,54	-	556.925,86	47,90	716.195,90
Haziran	6.900,00	574.714,80	49,43	1.450.197,88	-	472.185,66	40,61	668.849,96
Temmuz	6.900,00	598.140,30	51,44	1.600.617,19	-	485.151,26	41,72	687.615,77
Ağustos	6.900,00	687.564,30	59,13	1.691.614,45	-	389.005,08	33,45	551.894,24
Eylül	6.900,00	489.727,50	42,12	1.204.876,57	-	416.332,04	35,80	895.517,00
Ekim	6.900,00	354.045,90	30,45	871.059,13	-	700.316,41	60,23	1.579.704,37
Kasım	6.900,00	398.702,70	34,29	980.928,25	-	977.242,03	84,04	2.197.549,36
Aralık	6.900,00	436.314,60	37,52	1.073.464,81	-	1.395.410,69	120,01	2.807.749,82
2022 Yılı Toplam		5.461.315,53	469,67	11.680.631,59	-	10.114.598,20	869,86	14.403.641,04

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.

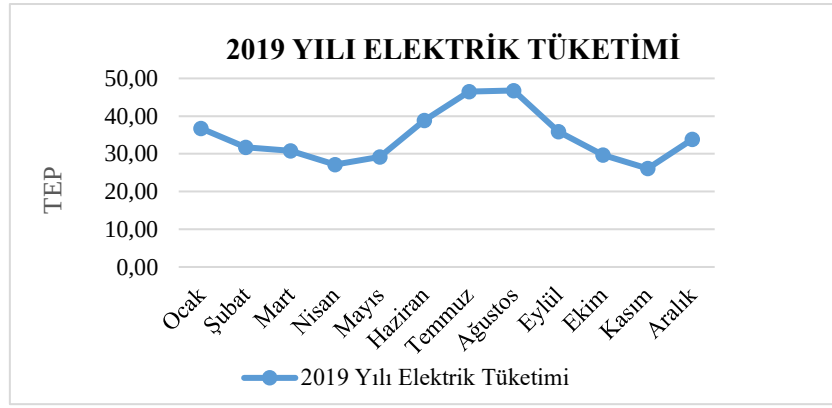
Tablo 3. 11. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Tüketim Değerleri ve CO₂ Salımı

yıl/ay	Tüketim [TEP]	Ton CO ₂	Toplam Maliyet [TL]	TEP/Maliyet [TL]	CO ₂ /maliyet [TL]
2019	1.050,73	4.401,75	4.661.386	0,00023	0,00094
2021	1.228,58	4.928,90	6.511.732	0,00019	0,00076
2022	1.339,53	5.397,85	26.084.273	0,00005	0,00021
Ortalama	1.206,28	4.909,50	12.419.130,23	0,00016	0,00064

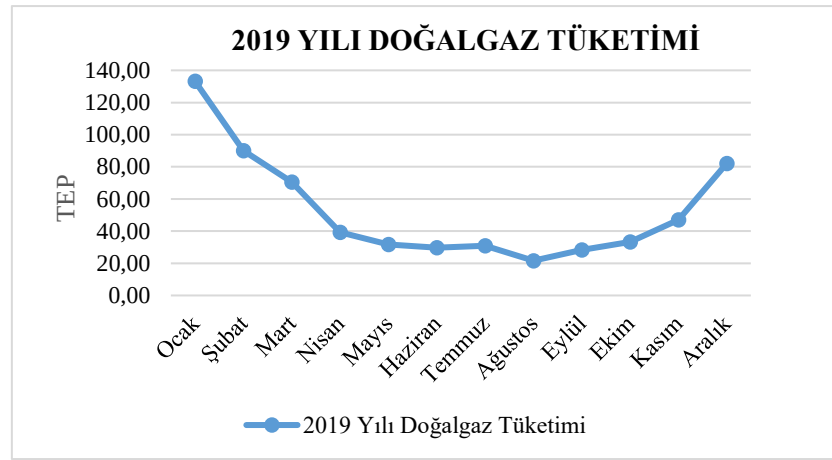
Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere 2019, 2021 ve 2022 yıllarında ortalama 1.206,28 TEP enerji tüketimi gerçekleşmiştir. Bu gerçekleşen tüketim nedeniyle ortalama 4.909,50 ton CO₂ salımı meydana gelmiştir.

Tablo 3. 12. 2019 Yılına Ait Enerji Tüketimleri

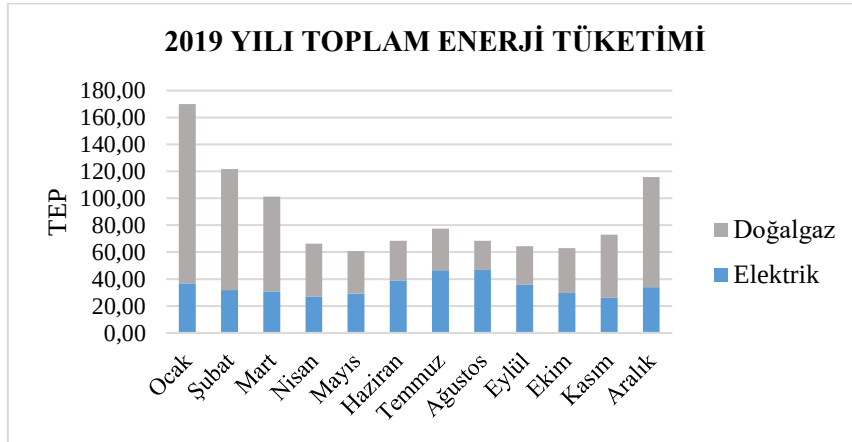
2019 Yılı Toplam Enerji Tüketimleri			
Aylar	Elektrik	Doğalgaz	Toplam
	TEP	TEP	TEP
Ocak	36,78	133,18	169,96
Şubat	31,78	90,02	121,80
Mart	30,85	70,47	101,32
Nisan	27,12	39,21	66,32
Mayıs	29,15	31,68	60,83
Haziran	38,85	29,67	68,52
Temmuz	46,47	30,91	77,38
Ağustos	46,80	21,65	68,45
Eylül	35,90	28,39	64,29
Ekim	29,67	33,29	62,96
Kasım	26,11	46,95	73,06
Aralık	33,86	81,99	115,85
Toplam	413,33	637,40	1.050,73



Grafik 3. 8. 2019 Yılına Ait Elektrik Tüketimi



Grafik 3. 9. 2019 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi



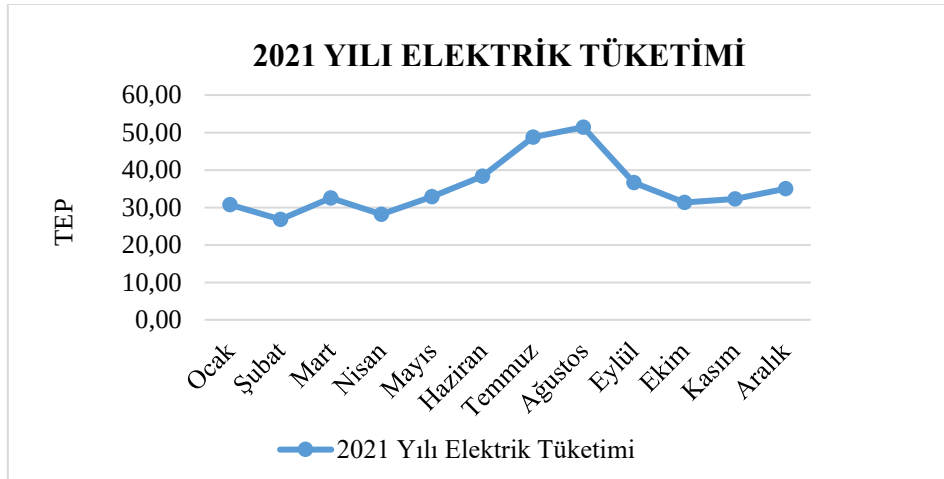
Grafik 3. 10. 2019 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimi

Yukarıdaki tablo ve grafiklerde görüldüğü üzere; 2019 yılında 413,33 TEP elektrik enerjisi tüketimi, 637,40 TEP doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir. Toplamda 1.050,73 TEP tüketimin gerçekleştiği bu yılda tüketimin %39'unu elektrik enerjisi, %61'ini ise doğalgaz

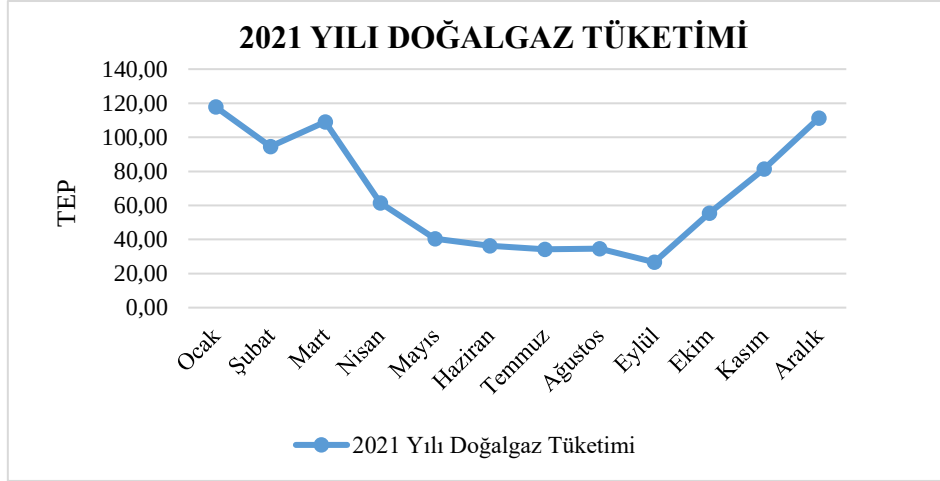
oluşturmaktadır. İlgili yılda en fazla elektrik enerjisi tüketimi 46,80 TEP olarak Ağustos ayında, doğalgaz tüketimi ise 133,18 TEP olarak Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık toplam en fazla tüketim Ocak ayında 169,96 TEP, en az tüketimi ise Mayıs ayında 60,83 TEP olarak gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 3. 16. 2021 Yılına Ait Enerji Tüketimleri

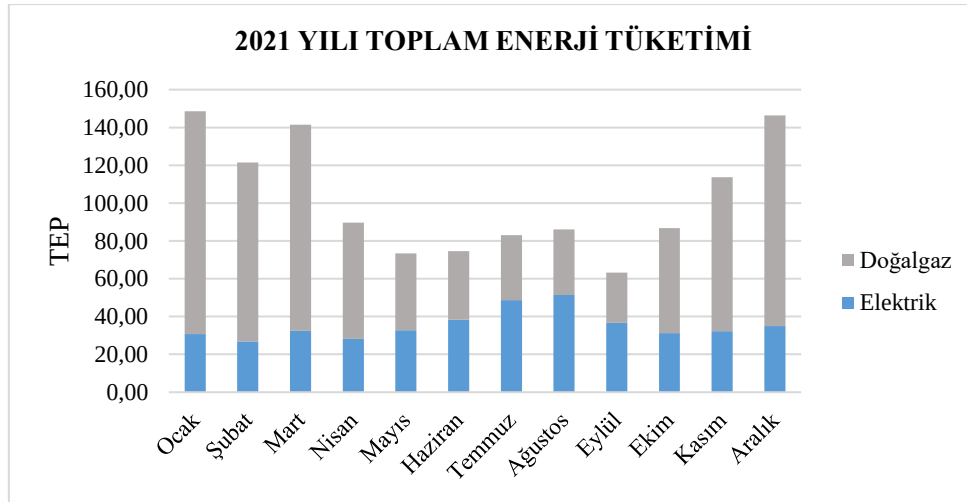
2021 Yılı Toplam Enerji Tüketimleri			
Aylar	Elektrik	Doğalgaz	Toplam
	TEP	TEP	TEP
Ocak	30,76	117,79	148,55
Şubat	26,82	94,60	121,42
Mart	32,50	109,01	141,51
Nisan	28,17	61,53	89,70
Mayıs	32,86	40,49	73,35
Haziran	38,35	36,28	74,63
Temmuz	48,74	34,27	83,01
Ağustos	51,42	34,68	86,11
Eylül	36,67	26,66	63,33
Ekim	31,32	55,54	86,85
Kasım	32,29	81,44	113,73
Aralık	35,02	111,38	146,40
Toplam	424,91	803,67	1.228,58



Grafik 3. 11. 2021 Yılına Ait Elektrik Tüketimi



Grafik 3. 12. 2021 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi

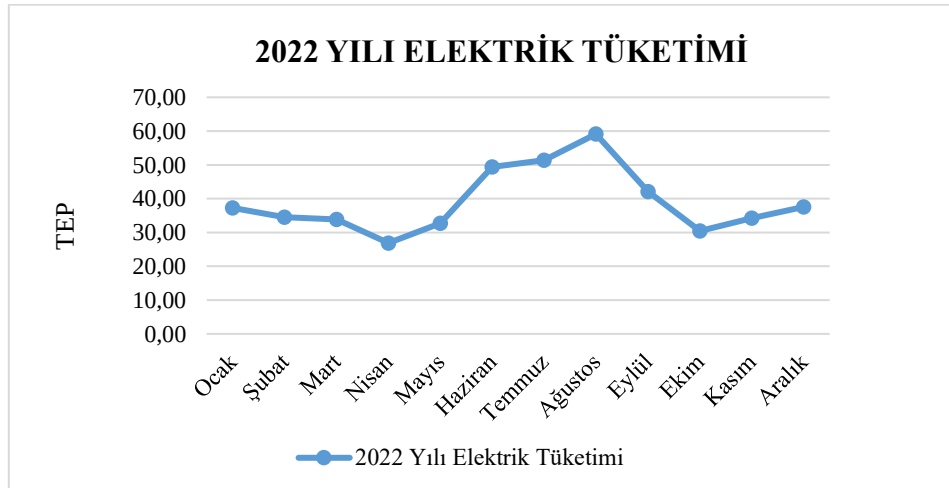


Grafik 3. 13. 2021 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri

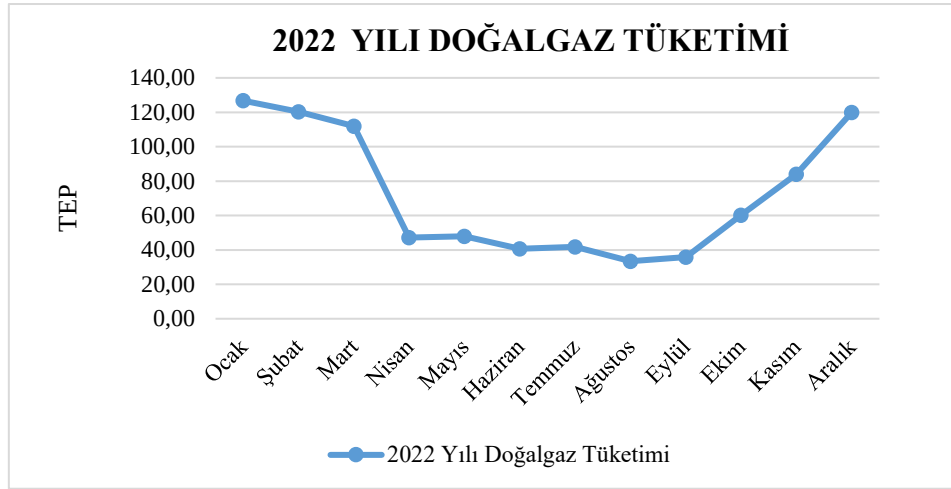
Yukarıdaki tablo ve grafiklerde görüldüğü üzere; 2021 yılında 424,91 TEP elektrik enerjisi tüketimi, 803,67 TEP doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir. Toplamda 1.228,58 TEP tüketimin gerçekleştiği bu yılda tüketimin %35'ini elektrik enerjisi, %65'ini ise doğalgaz oluşturmaktadır. İlgili yılda en fazla elektrik enerjisi tüketimi 51,42 TEP olarak Ağustos ayında, doğalgaz tüketimi ise 117,79 TEP olarak Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık toplam en fazla tüketim Ocak ayında 148,55 TEP, en az tüketimi ise Eylül ayında 63,33 TEP olarak gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 3. 13. 2022 Yılına Ait Enerji Tüketimleri

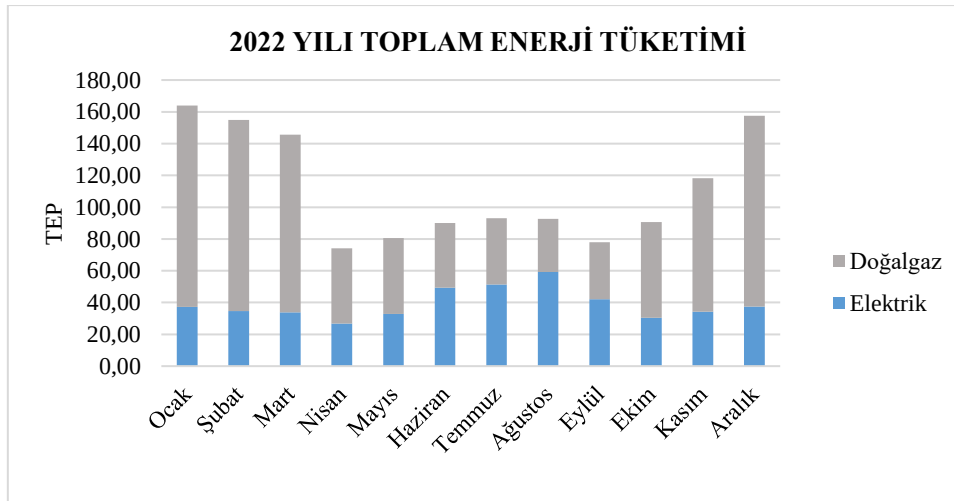
2022 Yılı Toplam Enerji Tüketimleri			
Aylar	Elektrik	Doğalgaz	Toplam
	TEP	TEP	TEP
Ocak	37,23	126,74	163,97
Şubat	34,58	120,26	154,83
Mart	33,85	111,86	145,71
Nisan	26,90	47,24	74,14
Mayıs	32,74	47,90	80,64
Haziran	49,43	40,61	90,03
Temmuz	51,44	41,72	93,16
Ağustos	59,13	33,45	92,58
Eylül	42,12	35,80	77,92
Ekim	30,45	60,23	90,68
Kasım	34,29	84,04	118,33
Aralık	37,52	120,01	157,53
Toplam	469,67	869,86	1.339,53



Grafik 3. 14. 2022 Yılına Ait Elektrik Tüketimi



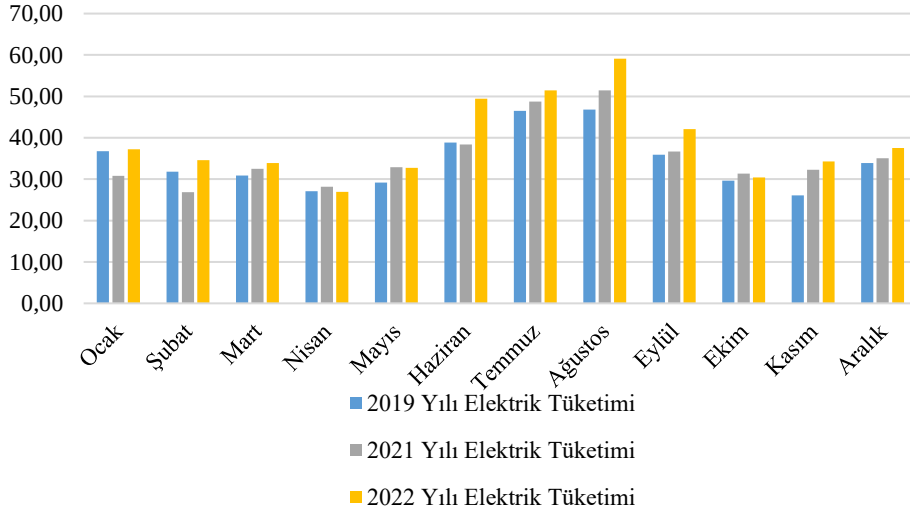
Grafik 3. 15. 2022 Yılına Ait Doğalgaz Tüketimi



Grafik 3. 16. 2022 Yılına Ait Toplam Enerji Tüketimleri

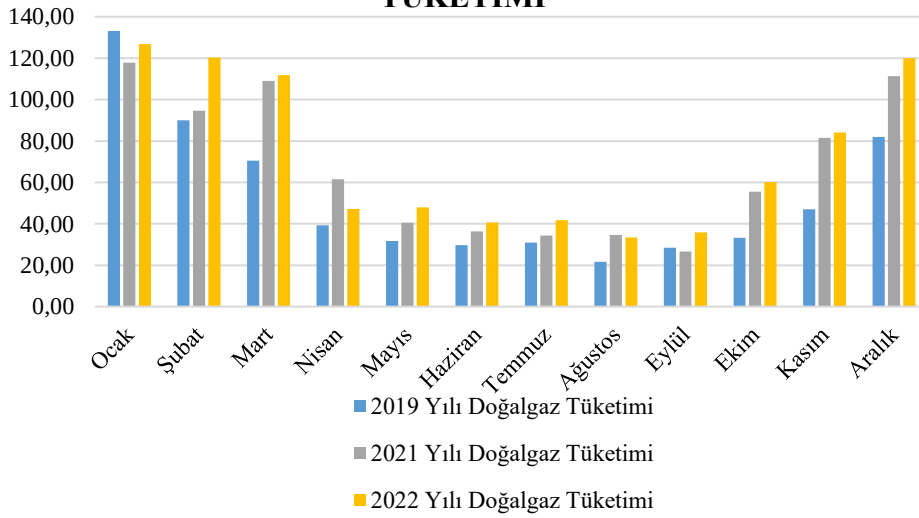
Yukarıdaki tablo ve grafiklerde görüldüğü üzere; 2022 yılında 469,67 TEP elektrik enerjisi tüketimi, 869,86 TEP doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir. Toplamda 1.339,53 TEP tüketimin gerçekleştiği bu yılda tüketimin %35'ini elektrik enerjisi, %65'ini ise doğalgaz oluşturmaktadır. İlgili yılda en fazla elektrik enerjisi tüketimi 59,13 TEP olarak Ağustos ayında, doğalgaz tüketimi ise 126,74 TEP olarak Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık toplam en fazla tüketim Ocak ayında 163,97 TEP, en az tüketimi ise Nisan ayında 74,14 TEP olarak gerçekleştiği görülmektedir.

2019, 2021 ve 2022 YILLARINA AİT ELEKTRİK TÜKETİMİ

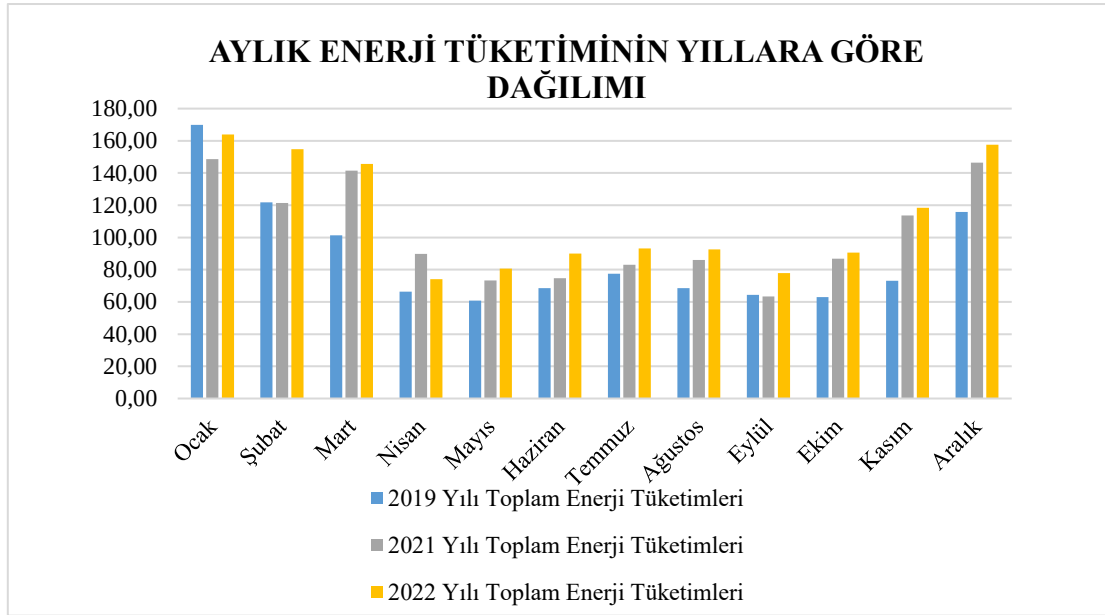


Grafik 3. 17. 2019, 2021 ve 2022 Yıllarına Ait Aylık Elektrik Tüketimi

2019, 2021 ve 2022 YILLARINA AİT DOĞALGAZ TÜKETİMİ



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



Grafik 3. 19. 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.

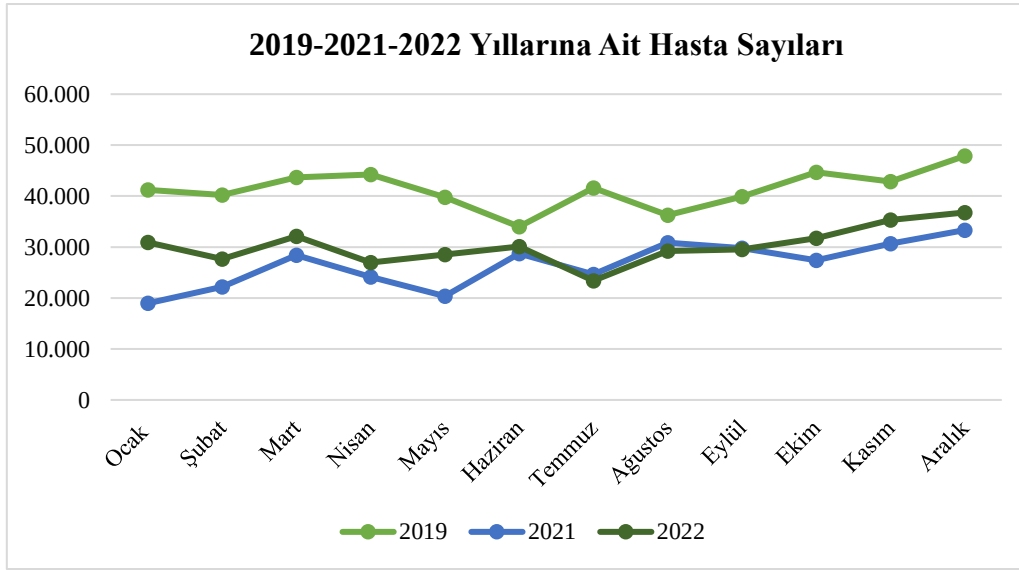
Tablo 3. 14. Birincil Enerji Tüketimlerinin Yıl Bazında Yüzdesel Değişimi

Birincil Enerji [TEP]	2021-2022
Varyasyon değişimi [%]	9,36%

Yukarıda yer alan tabloda Kırıkkale Tıp Fakültesi Hastanesi birincil enerji tüketimlerinin 2021-2022 yıllarının değişimi gösterilmektedir. 2020 yılında 2019 yılına göre, elektrik tüketiminde pandemi nedeniyle %17 azalış yaşandığından 2020 yılı baz enerji tüketimine dahil edilmemiştir.

Toplam birincil enerji tüketiminde 2022 yılında 2021 yılına oranla %9,36 artış yaşandığı analiz edilmiştir.

Kırıkkale Tıp Fakültesi 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. 20. 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	41.246	427.627,50	237,33	1.548.632,88	362,38	599,71	14,54
Şubat	40.244	369.522,60	205,09	1.046.777,12	244,95	450,03	11,18
Mart	43.704	358.682,70	199,07	819.438,30	191,75	390,82	8,94
Nisan	44.223	315.302,40	174,99	455.890,26	106,68	281,67	6,37
Mayıs	39.778	338.976,30	188,13	368.381,10	86,20	274,33	6,90
Haziran	34.003	451.715,40	250,70	345.000,37	80,73	331,43	9,75
Temmuz	41.586	540.380,40	299,91	359.402,48	84,10	384,01	9,23
Ağustos	36.234	544.196,10	302,03	251.710,42	58,90	360,93	9,96
Eylül	39.910	417.394,80	231,65	330.116,13	77,25	308,90	7,74
Ekim	44.704	345.013,80	191,48	387.051,89	90,57	282,05	6,31
Kasım	42.836	303.586,20	168,49	545.931,04	127,75	296,24	6,92
Aralık	47.865	393.769,20	218,54	953.321,83	223,08	441,62	9,23
Toplam	496.333	4.806.167,40	2.667,42	7.411.653,82	1.734,33	4.401,75	8,87

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	18.966	417.194,70	231,54	1.295.944,12	303,25	534,79	28,20
Şubat	22.172	362.077,50	200,95	1.076.903,33	252,00	452,95	20,43
Mart	28.427	308.423,10	171,17	814.409,00	190,57	361,75	12,73
Nisan	24.160	261.316,80	145,03	579.081,49	135,51	280,54	11,61
Mayıs	20.348	262.786,50	145,85	319.983,89	74,88	220,72	10,85
Haziran	28.741	307.533,00	170,68	349.399,19	81,76	252,44	8,78
Temmuz	24.636	423.949,80	235,29	433.955,74	101,55	336,84	13,67
Ağustos	30.887	345.627,90	191,82	432.734,08	101,26	293,08	9,49
Eylül	29.781	302.185,50	167,71	417.752,17	97,75	265,47	8,91
Ekim	27.425	177.813,00	98,69	473.231,39	110,74	209,42	7,64
Kasım	30.659	433.140,60	240,39	1.486.706,84	347,89	588,28	19,19
Aralık	33.326	386.151,60	214,31	1.387.396,90	324,65	538,97	16,17
Toplam	319.528	3.988.200,00	2.213,45	9.067.498,13	2.121,79	4.335,25	13,57

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	30.931	432.954,30	240,29	1.473.681,74	344,84	585,13	18,92
Şubat	27.666	402.035,58	223,13	1.398.358,87	327,22	550,35	19,89
Mart	32.095	393.617,25	218,46	1.300.666,63	304,36	522,81	16,29
Nisan	26.961	312.756,30	173,58	549.321,93	128,54	302,12	11,21
Mayıs	28.531	380.742,00	211,31	556.925,86	130,32	341,63	11,97
Haziran	30.088	574.714,80	318,97	472.185,66	110,49	429,46	14,27
Temmuz	23.403	598.140,30	331,97	485.151,26	113,53	445,49	19,04
Ağustos	29.229	687.564,30	381,60	389.005,08	91,03	472,63	16,17
Eylül	29.563	489.727,50	271,80	416.332,04	97,42	369,22	12,49
Ekim	31.768	354.045,90	196,50	700.316,41	163,87	360,37	11,34
Kasım	35.337	398.702,70	221,28	977.242,03	228,67	449,95	12,73
Aralık	36.784	436.314,60	242,15	1.395.410,69	326,53	568,68	15,46
Toplam	362.356	5.461.315,53	3.031,03	10.114.598,20	2.366,82	5.397,85	14,90

3.3. İç Mekan Konforu ve Bina İşletimi İçin Standartlar

İç mekan konforu sağlamanın temel taşları şunlardır;

- Aydınlatma
- Nem
- Sıcaklık
- CO₂ 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 lüks 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 (Lux)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lux)	Ölçüm Yapılan Yerin Boyutları		
						En (m)	Boy (m)	Yükseklik (m)
4.Kat Kardiyoloji, Üroloji Kliniği Yatan Hasta Servisi Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	7	232-237-247	100	3,693	32,647	3,053
4.Kat Kardiyoloji, Üroloji Kliniği Yatan Hasta Servisi 416 Nolu Oda	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	1	1	164- 159-168	300	3,34	5,21	3,53
4.Kat Göğüs Hastalıkları, Nöroloji, Dermatoloji Kliniği Servis Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	7+2	7+2	166-237-281	100	3,625	37,728	3,54
4.Kat Ana Giriş Asansör Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	201-185-178	100	3,056	9,857	3,059
4.Kat Göğüs Hastalıkları, Allerji- İmmünoloji, Dermatoloji Poliklinikleri Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	8	225-207-325	200	10,545	13,98	2,951
4.Kat Kardiyoloji, Üroloji Poliklinikleri Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	8	111-145-134	200	10,573	14,156	2,979
4.Kat Androloji Polikliniği Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	277-258-265	200	3,451	5,176	3,86
3.Kat Genel Cerrahi, Kalp Damar Cerrahisi, Göğüs Cerrahisi, Anestezi Polikliniği Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	7	80-82-202	200	10,575	14,136	2,99



Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lux)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lux)	Ölçüm Yapılan Yerin Boyutları		
						En (m)	Boy (m)	Yükseklik (m)
3.Kat Genel Cerrahi Polikliniği 31405 Nolu Oda	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	1	1	263-301-260	300	3,455	4,578	3,106
3.Kat İç Hastalıkları Polikliniği Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	9	112-172-122	200	10,562	14,169	2,971
3.Kat İç Hastalıkları Öğretim Üyeleri Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	145-166-152	100	2,81	14,268	3,76
3.Kat Yürüyen Merdivenler Çıkış Noktası Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	11	195-54-194	100	5,565	49,57	2,946
3.Kat İç Hastalıkları Yatan Hasta Servisi Koridoru	40W Ledli Armatür + 4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	6+3	6+2	266-49-140	100	3,603	37,912	3,05
3.Kat Genel Cerrahi, Göğüs Cerrahisi, Kalp Damar Cerrahisi Kliniği Girişim Odası (30920 Nolu Oda)	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	3	3	460-452-445	500	4,114	8,265	3,09
3.Kat İç Hastalıkları Kliniği Giriş Bölümü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	170-164-158	100	4,537	8,718	3,054
3.Kat Temel Tıp Bilimleri Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	7	5	262-80-115	100	3,09	33,95	3,79
3.Kat Mutfak Yanı Asansör Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	237-85-102	100	3,08	9,66	3,48
2.Kat Çocuk Hastalıkları Kliniği Yatan Hasta Servisi Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	7	7	158-166-161	100	3,606	30,13	3,036
2.Kat Çocuk Hastalıkları Polikliniği Bekleme Alanı	40W Ledli Armatür + 4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4+7	4+3	335-328-82	200	10,543	13,944	2,934
2.Kat Kan Alma Bölümü Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	6+1	6+1	155-170-70	100	5,278	31,574	2,942
1.Kat Göz Hastalıkları, Plastik Cerrahi Polikliniği Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	8	250-237-106	200	10,484	14,47	2,972
1.Kat Fizik Tedavi Polikliniği	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	229-209-215	300	3,54	4,73	3,075
1.Kat Ortopedi, Beyin Cerrahi, K.B.B. Polikliniği Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	9	200-116-83	200	10,542	13,996	2,964
1.Kat Radyoloji Bölümü Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	14	7	203-156-148	100	5,602	38,402	3,03
1.Kat Dekanlık Bölümü Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	8	260-58-395	100	3,641	35,529	2,92
1.Kat Başhekimlik Bölümü Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	7	7	190-72-118	100	3,613	34,447	2,91
Zemin Kat Hastane Ana Girişi Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	220-59-105	200	6,278	7,198	2,811
Zemin Kat Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji A.D. Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	6+2	6+2	222-258-40	100	3,506	22,238	2,936
Zemin Kat Doktor Odası (Z0802)	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	3	2	239-151-27	300	4,028	7,582	2,984
Zemin Kat Göz Hastalıkları, KBB, Plastik Cerrahi Kliniği Önü	40W Ledli Armatür + 4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	6+1	6+1	265-288-266	200	4,614	15,31	3,05
Zemin Kat Teknik Servis Bölümü Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	4	192-122-46	100	2,434	20,052	2,693
Zemin Kat Teknik Servis Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	4	310-324-315	300	5,46	7,503	2,693
Zemin Kat Sterilizasyon-Çamaşırhane Yanı Asansör Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	1	189-20-145	100	3,09	9,255	2,952
Zemin Kat Anjiyografi-Hemodinami Lab. Girişi	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	3	2	170-101-95	100	3,128	9,516	2,979

Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lux)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lux)	Ölçüm Yapılan Yerin Boyutları		
						En (m)	Boy (m)	Yükseklik (m)
Zemin Kat Eczane	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	3+1	3+1	313-178-246	300	6,994	7,751	3,12

Nem, Sıcaklık, CO₂ 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 kış ve yaz 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 Tıp Fakültesi 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 Tıp Fakültesi Hastanesi Genel Görünüm





Fotoğraf 3. 2. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Cephe Görünümleri (Yukardan
Aşağı: Kuzey-Güney-Doğu-Batı)



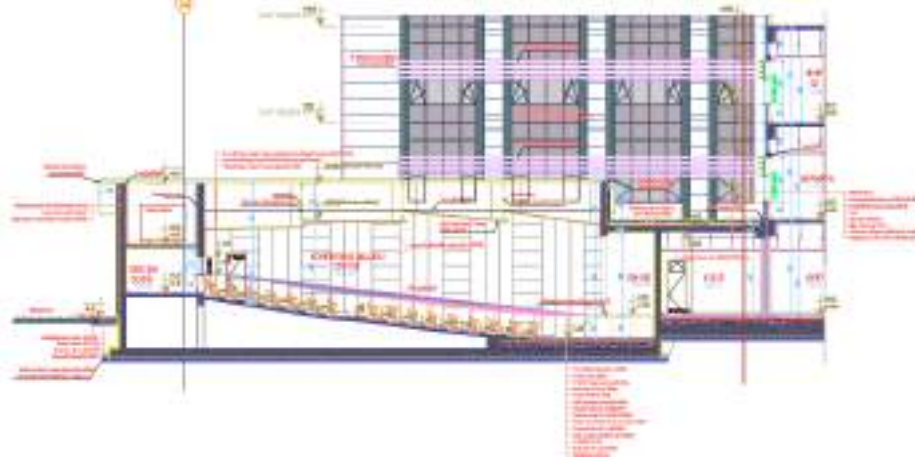
Fotoğraf 3. 3. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Uydu Görünümü



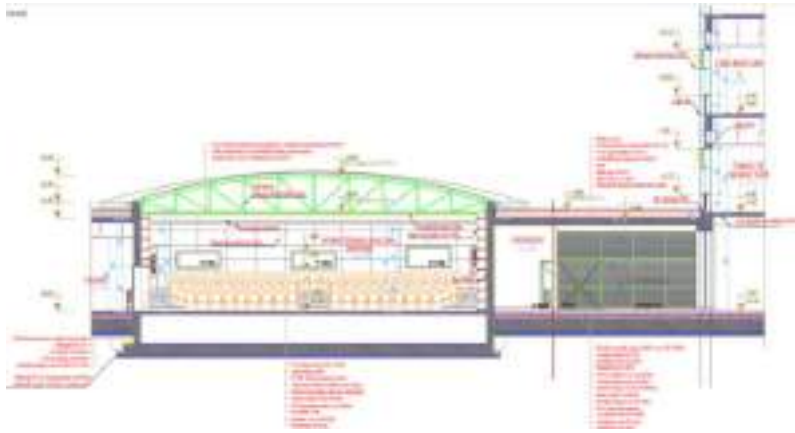
Fotoğraf 3. 4. Hastane Binası A-A Kesiti



Fotoğraf 3. 5. Hastane Binası B-B Kesiti



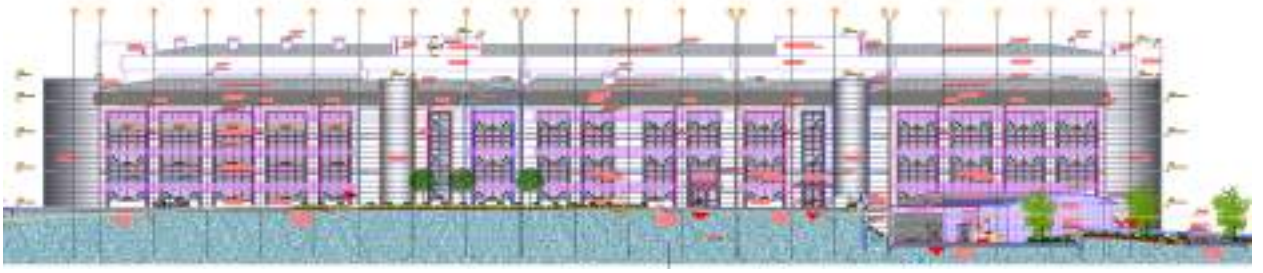
Fotoğraf 3. 6. Hastane Binası Konferans Salonu C-C Kesiti



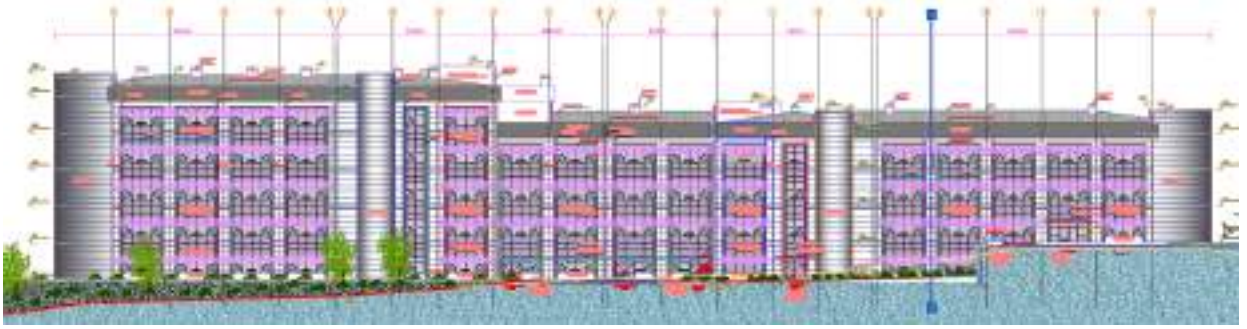
Fotoğraf 3. 7. Hastane Binası Konferans Salonu D-D Kesiti



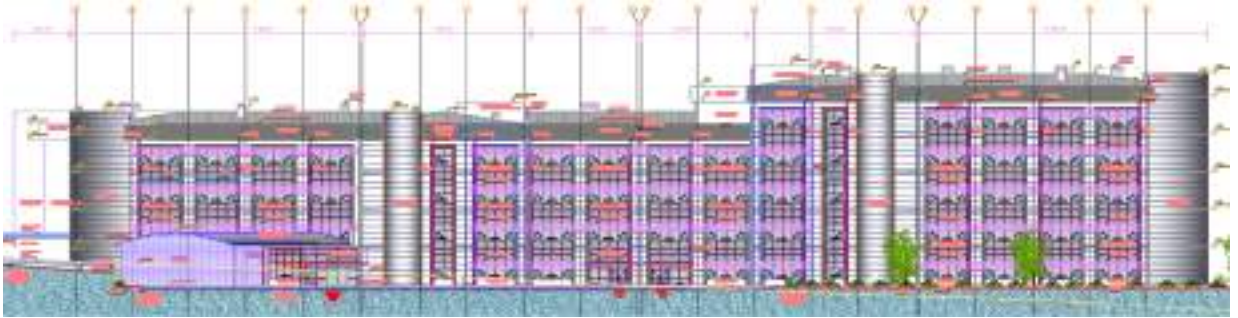
Fotoğraf 3. 8. Hastane Binası Güney Batı Cephesi



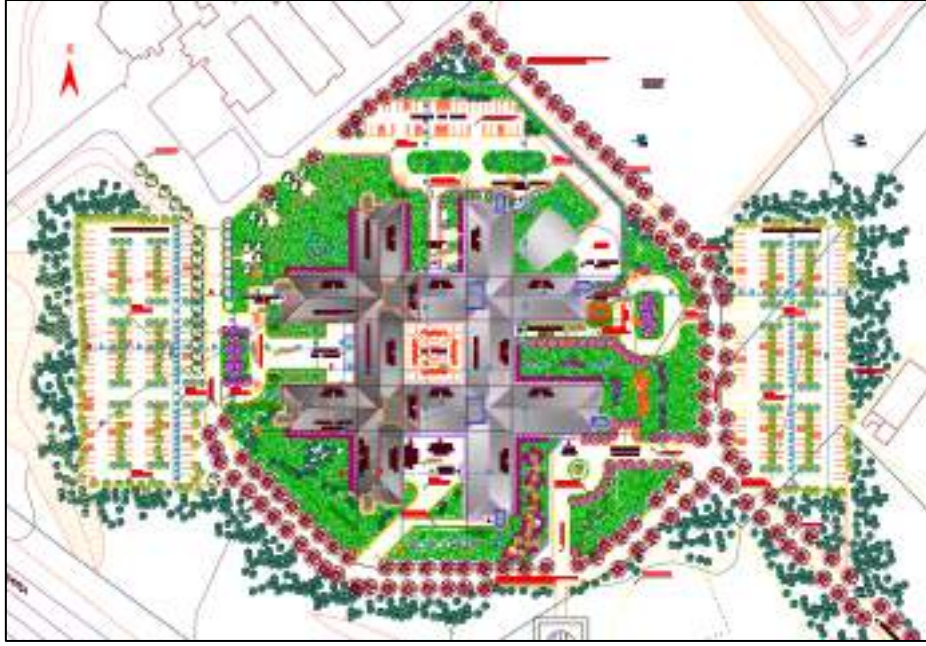
Fotoğraf 3. 9. Hastane Binası Güney Doğu Cephesi



Fotoğraf 3. 10. Hastane Binası Kuzey Doğu Cephesi



Fotoğraf 3. 11. Hastane Binası Kuzey Batı Cephesi



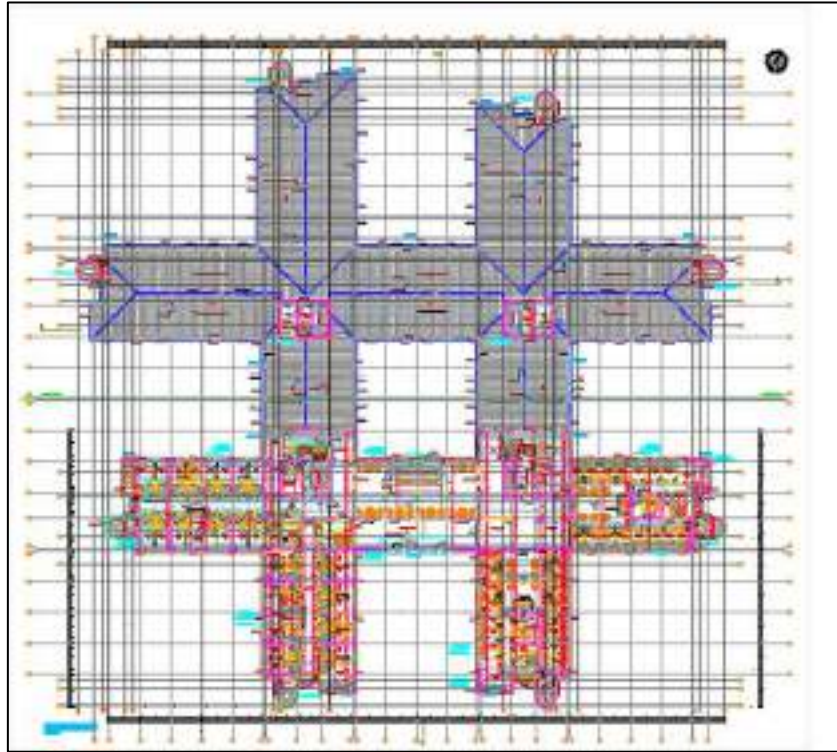
Fotoğraf 3. 12. Hastane Binası Vaziyet Planı



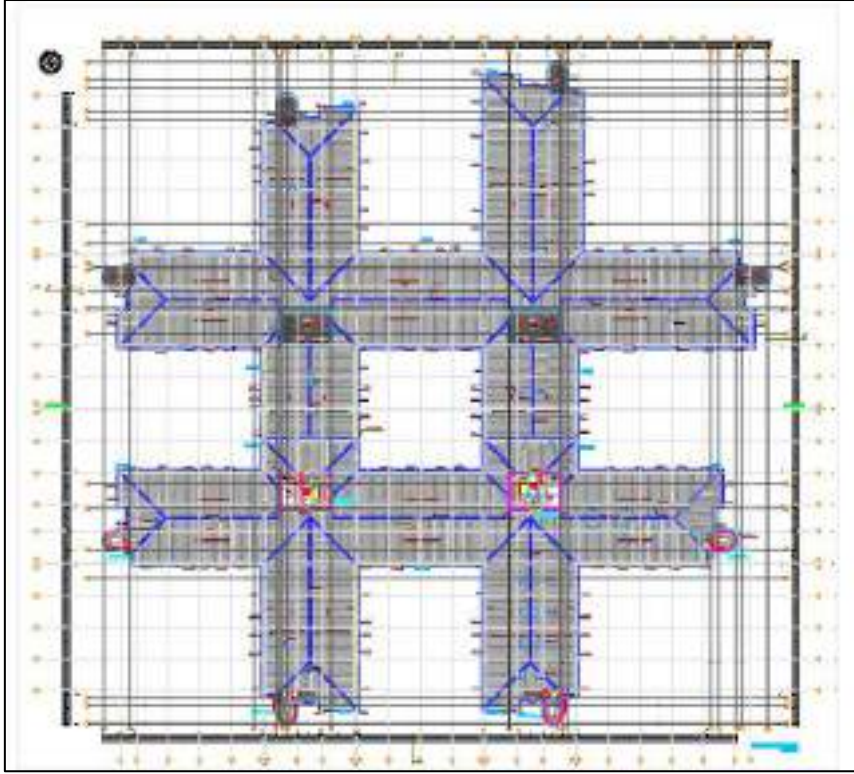
Fotoğraf 3. 13. Hastane Binası Zemin Kat Planı



Fotoğraf 3. 14. Hastane Binası 1,2 ve 3. Kat Planı



Fotoğraf 3. 15. Hastane Binası 4. Kat Planı



Fotoğraf 3. 16. Hastane Binası Çatı Kat Planı

Tablo 3. 21. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi 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)	Pencere Alanı (m ²)
								Kırma Çatı	Teras çatı		
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi	Z+4	4,8	45.945,73	220.539,49	7.198,52	14.709,83	11.729,50	11.030,00	690,00	183,407	4.722,94

3.4.1. Bina Kabuğu

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi 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 Tıp Fakültesi Hastanesi Binası Yapı Bileşenleri

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı	Isı İletkenlik Hesap Değeri	Isı İletkenlik Oranları	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybı Alanı	Isı Kaybı		
		(cm)	k (W/mK)	R (m ² /W)	U (W/m ² K)	A (m ²)	AQU (kW)		
Dış Duvar İç Hava ile Aşırı Isı Kaybı Dış Duvar 1.1. Hava ile Aşırı Isı Kaybı	T ₀ : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,1589				
	4.3. Alçı harç (10 cm) (k)	0,02	0,7	0,0286					
	5.5.1. Beton	0,2	0,71	0,0482					
	10.3.2.1.2. Çatıda polimer kaplama - TO 11589 E	0,08	0,035	1,4288					
	4.4. Yalıtım (k) kullanılarak (agregat) yapılmışdır	0,02	0,71	0,0286					
	11.3.4. Alüminyum	0,001	0,02	0,0000					
	T _{0, g} : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,0000				
TOPLAM					3,352	6,425	1188,52	3058,37	
Dış Duvar İç Hava ile Aşırı Isı Kaybı Dış Duvar 1.2. Betonarme duvar	T ₀ : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,1589				
	4.3. Alçı harç (10 cm) (k)	0,02	0,7	0,0286					
	5.5.1. Beton	0,25	2,5	0,1080					
	10.3.2.1.2. Çatıda polimer kaplama - TO 11589 E	0,08	0,035	1,4288					
	4.4. Yalıtım (k) kullanılarak (agregat) yapılmışdır	0,02	0,71	0,0286					
	11.3.4. Alüminyum	0,001	0,02	0,0000					
	T _{0, g} : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,0000				
TOPLAM					1,826	6,948	14789,83	3600,89	
Tavan İç Hava ile Aşırı Isı Kaybı Tavan 1.1	T ₀ : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,1589				
	4.3. Çimento harç (k)	0,02	1,0	0,0179					
	4.7. Kuru, kum-poli	0,02	2	0,0095					
	10.3.2.1.2. Çatıda polimer kaplama - TO 11589 E	0,08	0,15	0,0421					
	5.5.1. Beton	0,25	2,5	0,1080					
	5.5.2. Beton	0,02	1,0	0,0179					
	10.3.2.1.2. Çatıda polimer kaplama - TO 11589 E	0,08	0,03	1,4288					
	4.4. Alçı harç (k)	0,02	1,0	0,0286					
	T _{0, g} : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,0000				
TOPLAM					3,395	6,472	898,06	329,15	
Tavan İç Hava ile Aşırı Isı Kaybı Tavan 1.2	T ₀ : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,1589				
	11.3.4. Alüminyum	0,04	0,02	0,0000					
	10.3.2.1.2. Çatıda polimer kaplama - TO 11589 E	0,08	0,035	1,4288					
	11.3.4. Alüminyum	0,04	0,02	0,0000					
	T _{0, g} : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,0000				
TOPLAM					1,838	6,910	11939,58	6734,10	
Tavan İç Hava ile Aşırı Isı Kaybı Tavan 1.3	T ₀ : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,1589				
	4.3. Alçı harç (k)	0,01	1,2	0,0083					
	5.5.2. Beton	0,012	1,0	0,0079					
	5.5.3. Beton	0,01	1,0	0,0083					
	5.5.4. Beton	0,01	1,0	0,0083					
	10.3.2.1.2. Çatıda polimer kaplama - TO 11589 E	0,04	0,04	1,0000					
	5.5.2. Beton	0,08	1,0	0,0083					
	2.7. Kuru, kum-poli	0,5	2	0,1480					
	5.5.1. Beton	0,25	2,5	0,1080					
	10.3.2.1.2. Çatıda polimer kaplama - TO 11589 E	0,08	0,7	0,0025					
	5.5.1. Beton	0,25	2,5	0,1080					
	T _{0, g} : İçerideki ısı iletim katsayısı (k)				0,0000				
TOPLAM					0,5 x A + U	1,597	6,826	11729,58	3671,33
Dış Pencere 1					2,3	4722,94	10662,76		
Dış Kapı 1					4	153,487	733,626		
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						32.451,31			
$\Sigma AU = U_{s,A_s} + U_{p,A_p} + U_{k,A_k} + 0,8 U_{t,A_t} + 0,5 U_{d,A_d} + U_{s,A_s} + \dots$ $\Sigma AU = 32.451,31$				İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_t = \Sigma AU + U_{t,A_t}$					
Özgül ısı kaybı ; $H = H_t + H_v$				Hava iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot \rho_h \cdot V_h = 65.577,81 \text{ W/K}$					
$H = H_t + H_v = 30.623,15 \text{ W/K}$									

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 Tıp Fakültesi Hastanesi binasına ait U değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 3. 23. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Isıl Geçirgenlik Katsayıları

Bina Yapı Bileşenlerine Ait Isıl Geçirgenlik Katsayıları							
Bina Adı	Kaplama Dış Duvar	Betonarme Dış Duvar	Teras çatı	Kırma Çatı	Toprak temaslı taban	Pencere	Kapı
	U_D (W/m ² K)	$U_{kolon-kiriş}$ (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	$U_{pencere}$ (W/m ² K)	$U_{Kapı}$ (W/m ² K)
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi	0,425	0,548	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
ARTVIN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KIRŞEHİR	TUNCELİ
BİNGÖL	İĞDIR	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/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_p^* (W/m ² K)
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 Tıp Fakültesi Hastanesi'nin bulunduğu il olan Kırıkkale ili Tablo 3.24'de görüldüğü üzere üçüncü iklim bölgesinde yer almaktadır. Tablo 3.25'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/m²K, tavan için 0,30 W/m²K, taban için 0,45 W/m²K ve pencere için ise 2,4 W/m²K'dir.

Tablo 3.23 ve Tablo 3.25 kıyaslandığında; Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi duvarlarına ait ısı 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 ısı 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/m³) değerleri ve TS 825 Standardı gereği iklim bölgelerine göre izin verilen Q'(kWh/m³) sınır değerler tespit edilmiştir.

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

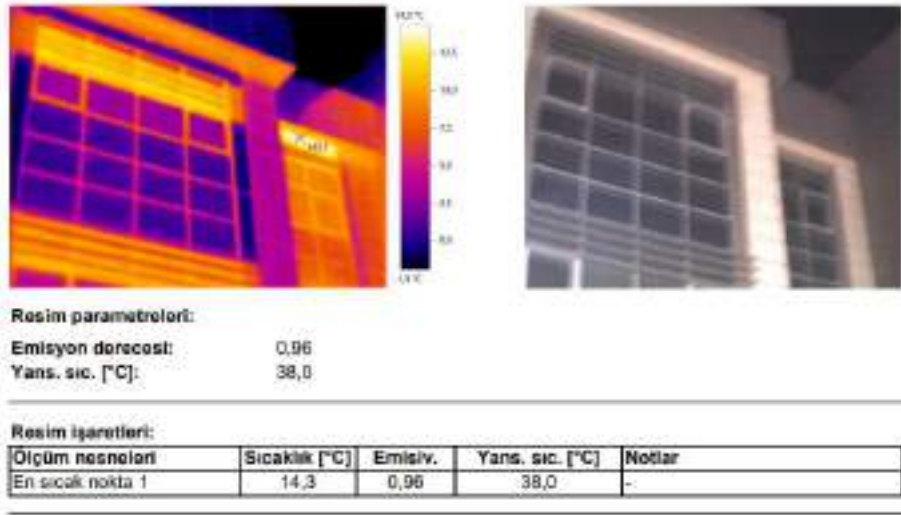
Tablo 3. 26. Binaya Ait Mevcut Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı ile Sınır Değerinin Karşılaştırılması

Bina Adı	Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Sınır Değeri
	Q (kWh/m ³)	Q' (kWh/m ³)
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi	17,20	17,26

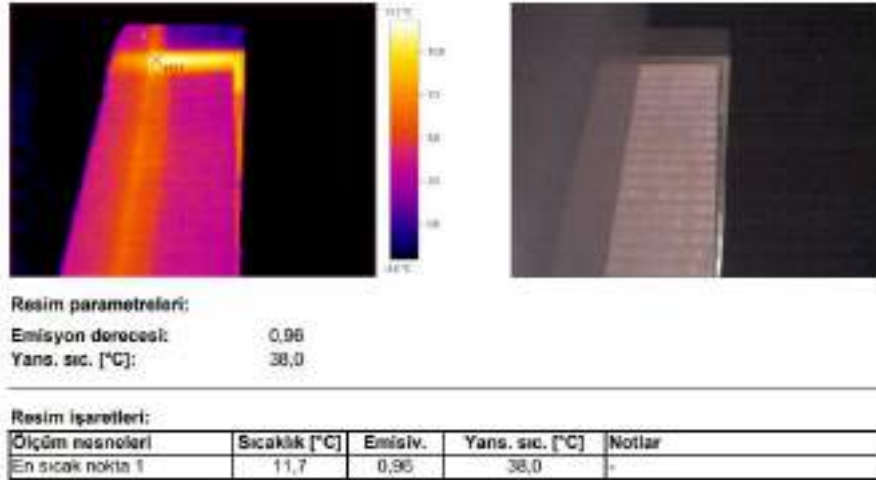
Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere mevcut durumda yıllık ısı ihtiyacı (Q), Q' sınır değerinin altında çıkmaktadır. Bu durum, binanın yalıtım uygulamasının yeterli olduğunu ortaya koymakta, ilave bir yalıtıma gerek duyulmamaktadır.

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

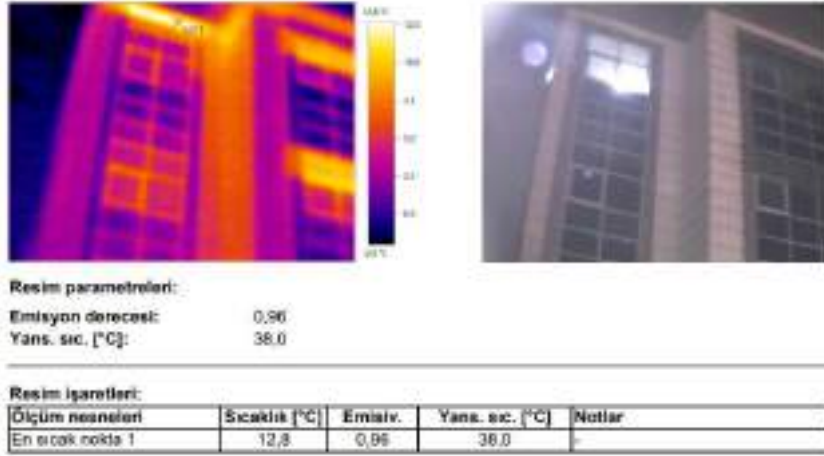
düşük sıcaklıklı ortama doğru gitme eğilimindedir. Yani ısınan iç ortamdan dış ortama doğru bir ısı akışı söz konusudur. Termal görüntüler incelendiğinde; kolon ve kirişlerde önemli derecede ısı kayıpları olmadığı görülmektedir. Pencere duvar boşluklarında, alüminyum çerçeve ile cam arasında ve duvar-çatı bağlantılarında sızıntılar olduğu gözlenmiştir.



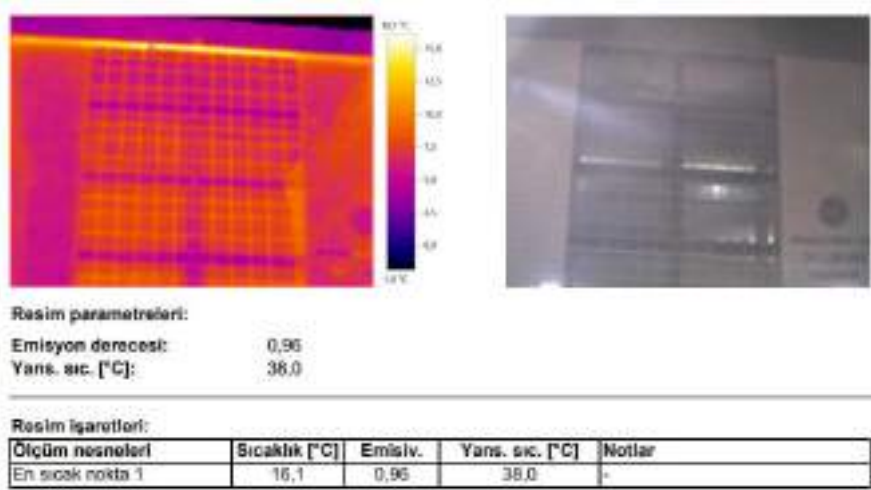
Fotoğraf 3. 17. Dış Cephe Termal Görüntü-Dekanlık Binası



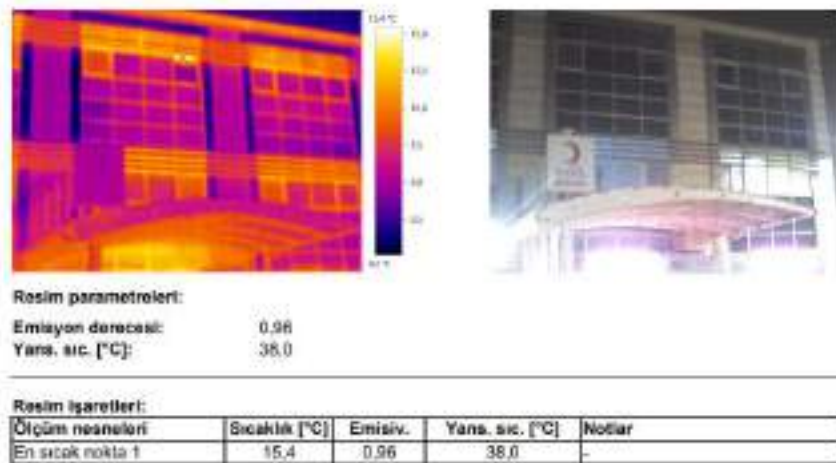
Fotoğraf 3. 18. Dış Cephe Termal Görüntü-Hastane Bloğu



Fotoğraf 3. 19. Dış Cephe Termal Görüntü-Öğrenci Girişi



Fotoğraf 3. 20. Dış Cephe Termal Görüntü-Hastane Bloğu



Fotoğraf 3. 21. Dış Cephe Termal Görüntü-Acil Girişi

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 ısı iletkenlik katsayısına sahip ekstrüde polistren köpük malzeme ile yalıtımın sökülerek, aynı özellikte 8 cm kalınlığında malzeme kullanılarak ısı yalıtımı önerilmiştir. Ayrıca kırma çatıda alüminyum malzemenin arasında 5 cm kalınlıkta ısı yalıtımı, teras çatıda ise 5 cm kalınlığında ısı yalıtımı mevcuttur. Hastane binasının çatısında klima santralleri bulunmaktadır. Dolayısıyla derin senaryo kapsamında çatıda bulunan ısı yalıtımının sökülerek klima santrali bulunmayan çatı alanlarına (döşeme üzerine) 8 cm kalınlığında 0,035 W/mK ısı iletkenlik katsayısına sahip camyünü malzeme ile ısı yalıtımı yapılması önerilmiştir. Fakat mevcutta duvarlarda ve çatıda bulunan yalıtımın iyi durumda olması nedeniyle karma senaryo kapsamına dahil edilmemiştir. Ayrıca bu yalıtım uygulamasının geri ödeme süresi fazla çıktığından irdelenen ancak önerilmeyen önlemler kapsamına dahil edilmiştir.

3.4.2. Pencere ve Kapılar

Hastane 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 görünüm ve “U” değerleri tablosu paylaşılmaktadır.





Fotoğraf 3. 22. Hastane Binası Pencere Genel Görünümleri

Tablo 3. 27. Hastane Binası Pencere Bilgileri

Pencere Alanları ve Isıl Geçirgenlik Katsayıları					
Bina Adı	Pencere Alanı (m ²)	Giydirme Cephe Alanı (m ²)	U _P (W/m ² K)	SHGC	Pencere Kalınlığı
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi	4.722,94	9.325,50	2,3	0,6	4+12+4 mm

Tablo 3. 28. TS 825 EK-A-3 Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U (Üçüncü Bölge)

Bölge	U _P *(W/m ² K)
3. Bölge	2,4

Üçüncü iklim bölgesinde yer alan için U_P, pencere sınır değeri Tablo 3.33’de verilmektedir.

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



Fotoğraf 3. 23. Hastane Giriş Kapısı İçeriden Görünümü



Fotoğraf 3. 24. Acil Giriş Kapısı



Fotoğraf 3. 25. Dekanlık Giriş Kapısı



Fotoğraf 3. 26. Personel Giriş Kapısı



Fotoğraf 3. 27. Tıbbi Atık-Eczane Giriş Kapısı



Fotoğraf 3. 28. 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.

Pencere Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Baz Senaryo

Enerji Etüdü saha çalışmalarında, pencerelerde ve giydirme cephe profil birleşimlerinde hava sızıntısı olduğu tespit edilmiştir. Baz senaryo 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 miktarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır.

Tablo 3. 29. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi 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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi	17,20	16,86	0,34	2,00%	101.585,84

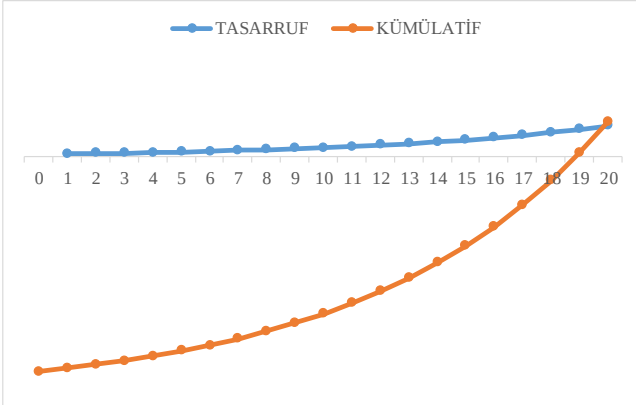
Tablo 3. 30. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi Analiz Tablosu

	Baz Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	9.418.176,82	TL
B	Enerji tasarrufu	101.585,84	kWh
		8,74	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	139.172,60	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	67,67	Yıl

Tablo 3. 31. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-9.418.176,82 TL	12,75%	139.172,60	9.418.176,82	15%
1	139.172,60 TL	-9.279.004,22 TL				
2	156.917,11 TL	-9.122.087,11 TL				
3	176.924,04 TL	-8.945.163,08 TL				
4	199.481,85 TL	-8.745.681,22 TL				
5	224.915,79 TL	-8.520.765,44 TL				
6	253.592,55 TL	-8.267.172,88 TL				
7	285.925,60 TL	-7.981.247,28 TL				
8	322.381,12 TL	-7.658.866,17 TL				
9	363.484,71 TL	-7.295.381,46 TL				
10	409.829,01 TL	-6.885.552,45 TL				
11	462.082,21 TL	-6.423.470,25 TL				
12	520.997,69 TL	-5.902.472,56 TL				
13	587.424,89 TL	-5.315.047,67 TL				
14	662.321,57 TL	-4.652.726,10 TL				
15	746.767,57 TL	-3.905.958,53 TL				
16	841.980,43 TL	-3.063.978,10 TL				
17	949.332,94 TL	-2.114.645,16 TL				
18	1.070.372,89 TL	-1.044.272,28 TL				
19	1.206.845,43 TL	162.573,15 TL				
20	1.360.718,22 TL	1.523.291,37 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
- 7.398.978,89 TL	20 Yıl	1,08%



Tablo 3. 32. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	9.418.176,82
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	298.888
Toplam Enerji Tasarrufu (Doğalgaz-kWh)	101.585,84
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	4.416,68
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	139.172,60
Geri Ödeme Süresi	67,67
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	23,77

Derin Senaryo

Derin senaryo kapsamında mevcut pencerelerin; 0,64 gölgeleme katsayına sahip, argon boşluklu, 4+12+4 mm kalınlıkta, gün ışığını %79 geçiren, %12 dışa yansıtan, 2 W/m²K “U” değerine sahip (cam+doğrama), ilk camı güneş ve ısı kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi ile değişimi önerilmektedir.

Tablo 3. 33. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m²K) 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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi	17,20	15,04	2,16	12,56%	186.043,83

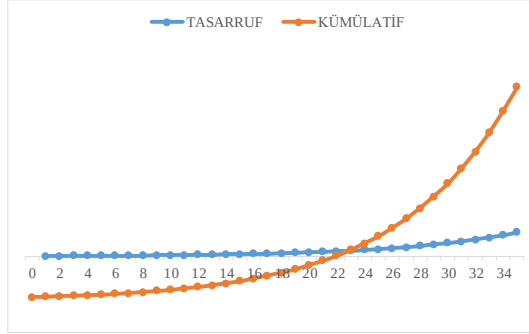
Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri					
Bina Adı	Mevcut Soğutma İhtiyacı	Geliştirilmiş Soğutma İhtiyacı	Tahmini Soğutma İhtiyacı Tasarrufu	Soğutma Enerji Tasarrufu	Toplam Enerji Tasarrufu
	[kWh/m ³]	[kWh/m ³]	[kWh/m ³]	%	[kWh]
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Hastanesi	3,60	3,57	0,04	1,00%	7.945,63

Tablo 3. 34. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m²K) Analiz Tablosu

Derin Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	28.127.461,19	TL
B	Enerji tasarrufu	193.989,46	kWh
		16,68	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	280.862,25	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	100,15	Yıl

Tablo 3. 35. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m²K) Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-28.127.461,19 TL	12,75%	280.862,25	28.127.461,19	15%
1	280.862,25 TL	-27.846.598,95 TL				
2	316.672,18 TL	-27.529.926,76 TL				
3	357.047,89 TL	-27.172.878,87 TL				
4	402.571,49 TL	-26.770.307,38 TL				
5	453.899,36 TL	-26.316.408,02 TL				
6	511.771,53 TL	-25.804.636,49 TL				
7	577.022,40 TL	-25.227.614,09 TL				
8	650.592,75 TL	-24.577.021,34 TL				
9	733.543,33 TL	-23.843.478,01 TL				
10	827.070,10 TL	-23.016.407,91 TL				
11	932.521,54 TL	-22.083.886,36 TL				
12	1.051.418,04 TL	-21.032.468,32 TL				
13	1.185.473,84 TL	-19.846.994,49 TL				
14	1.336.621,75 TL	-18.510.372,73 TL				
15	1.507.041,03 TL	-17.003.331,71 TL				
16	1.699.188,76 TL	-15.304.142,95 TL				
17	1.915.835,32 TL	-13.388.307,62 TL				
18	2.160.104,33 TL	-11.228.203,29 TL				
19	2.435.517,63 TL	-8.792.685,66 TL				
20	2.746.046,13 TL	-6.046.639,54 TL				
21	3.096.167,01 TL	-2.950.472,53 TL				
22	3.490.928,30 TL	540.455,78 TL				
23	3.936.021,66 TL	4.476.477,44 TL				
24	4.437.864,42 TL	8.914.341,86 TL				
25	5.003.692,14 TL	13.918.034,00 TL				
26	5.641.662,89 TL	19.559.696,89 TL				
27	6.360.974,90 TL	25.920.671,79 TL				
28	7.171.999,20 TL	33.092.670,99 TL				
29	8.086.429,10 TL	41.179.100,10 TL				
30	9.117.448,81 TL	50.296.548,91 TL				
31	10.279.923,54 TL	60.576.472,44 TL				
32	11.590.613,79 TL	72.167.086,23 TL				
33	13.068.417,04 TL	85.235.503,28 TL				
34	14.734.640,22 TL	99.970.143,49 TL				
35	16.613.306,85 TL	116.583.450,34 TL				



Tablo 3. 36. 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m²K) Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	28.127.461,19
Yatırım Maliyeti (USD)	892.632
Müteahhit Karı	0%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	193.989,46
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	8.913,23
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	280.862,25
Geri Ödeme Süresi	100,15
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	47,94

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. 29. Hastane Binası Dış Cephe Görüntüleri

3.5. Bina Kullanım ve Operasyonu

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi 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 tıp fakültesi öğrencilerine eğitim vermek üzere tesis edildiği için binada derslikler ve öğretim görevlilerinin odaları ile idari personelin hizmet verdiği bölümler yer almaktadır. Bu kısım dekanlık 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. 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	%95-100
POLİKLİNİKLER	8	5	12	2080	%95-100
DEKANLIK	8	5	9	1560	%75
KONFERANS SALONU	2	5	9	390	%20

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	1800
SOĞUTMA SİSTEMİ MOTORLARI	1800
ISITMA SİSTEMİ	5180
ISITMA SİSTEMİ MOTORLARI	5180
SICAK SU SİSTEMİ	8760
HAVALANDIRMA SİSTEMİ MOTORLARI	8760/4380
AYDINLATMA	Raporun "Aydınlatma" bölümüne bakınız.

3.6. HVAC Sistemleri ve Ekipmanları

3.6.1. Isıtma Sistemi

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde ısıtma ve sıcak su ihtiyacı tek bir ısı merkezinden sağlanmaktadır. Isı merkezinde 3 adet doğalgaz yakıtlı, silindirik gövdeli skoç tip kazan bulunmaktadır. Kazanlar 2910 kW (2.502.600 kCal/h) kapasiteye sahiptir. Eski kazanlarının patlak arızası vermesi nedeniyle Kazan-2 ve Kazan-3, 2019 yılında yeni kazanlar ile değiştirilmiştir. Buna rağmen saha ölçümleri esnasında Kazan-3 aynı arıza nedeniyle çalışmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle Kazan-2 bina içi ısıtma ve sıcak su ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Fakat 2022 yılında ısıtma ve sıcak su ihtiyacı için Kazan-2 ve Kazan-3 kullanılmaktaydı. Dolayısıyla şu an ısıtma ve sıcak su ihtiyacı için yalnızca Kazan-2'nin kullanılması yetersiz kalmaktadır. Kazan-1 ve Kazan-3 ile ilgili herhangi bir ölçüm alınamamıştır. Kazan-2, kazan dairesinde yer alan Radyatör, Boyler, Klima Santrali Zon 1 ve 2 ısıtma, Fan Coil Zon 1,2 ve 3 ısıtma hatlarını beslemektedir.

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



Fotoğraf 3. 30. Kazanların Genel Görünümü



Fotoğraf 3. 31. Kazan-2 Genel Görünümü



Fotoğraf 3. 32. Arızalı Kazan-1 ve Kazan-3 Görünümü



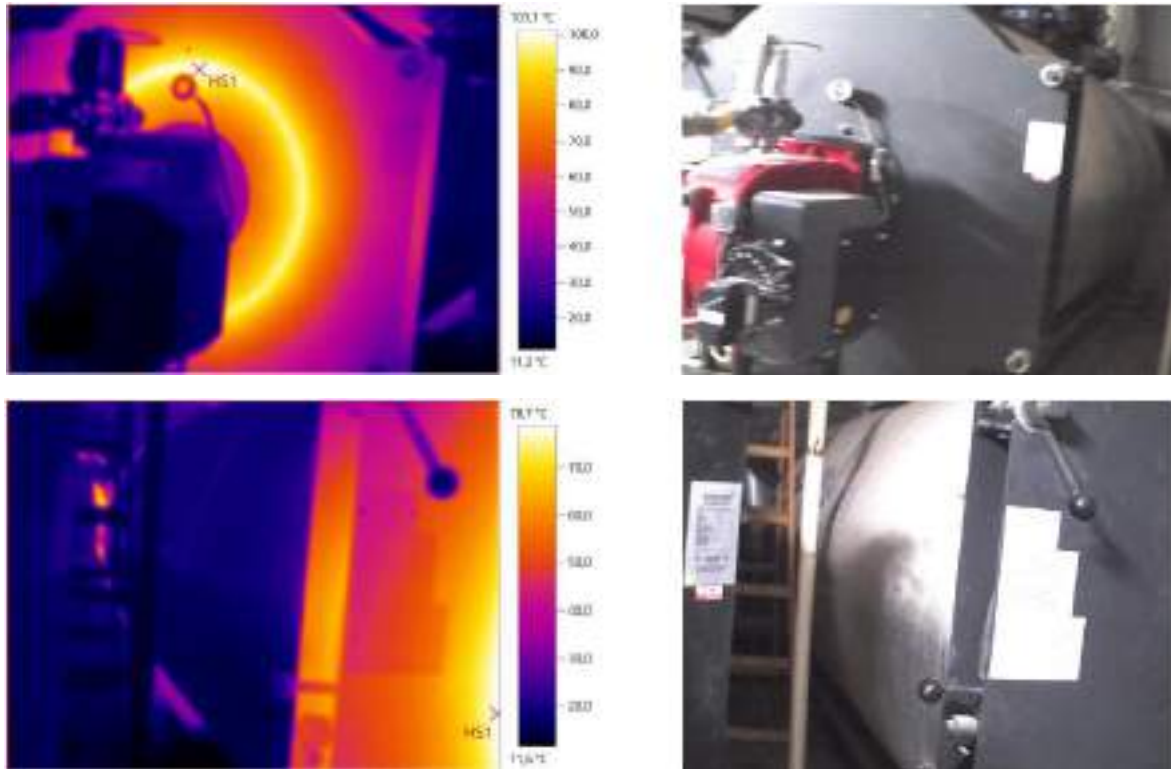
Fotoğraf 3. 33. Kazan-1 Etiket Bilgisi

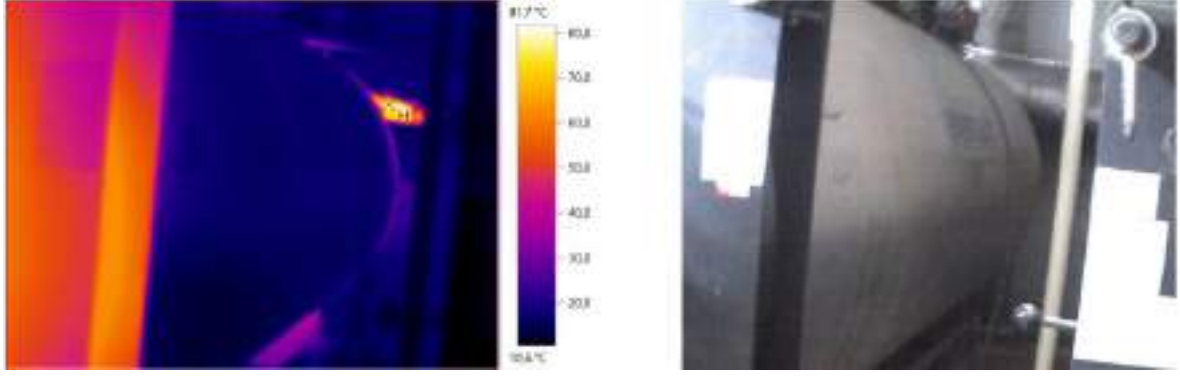


Fotoğraf 3. 34. Kazan-2 ve Kazan-3 Etiket Bilgisi

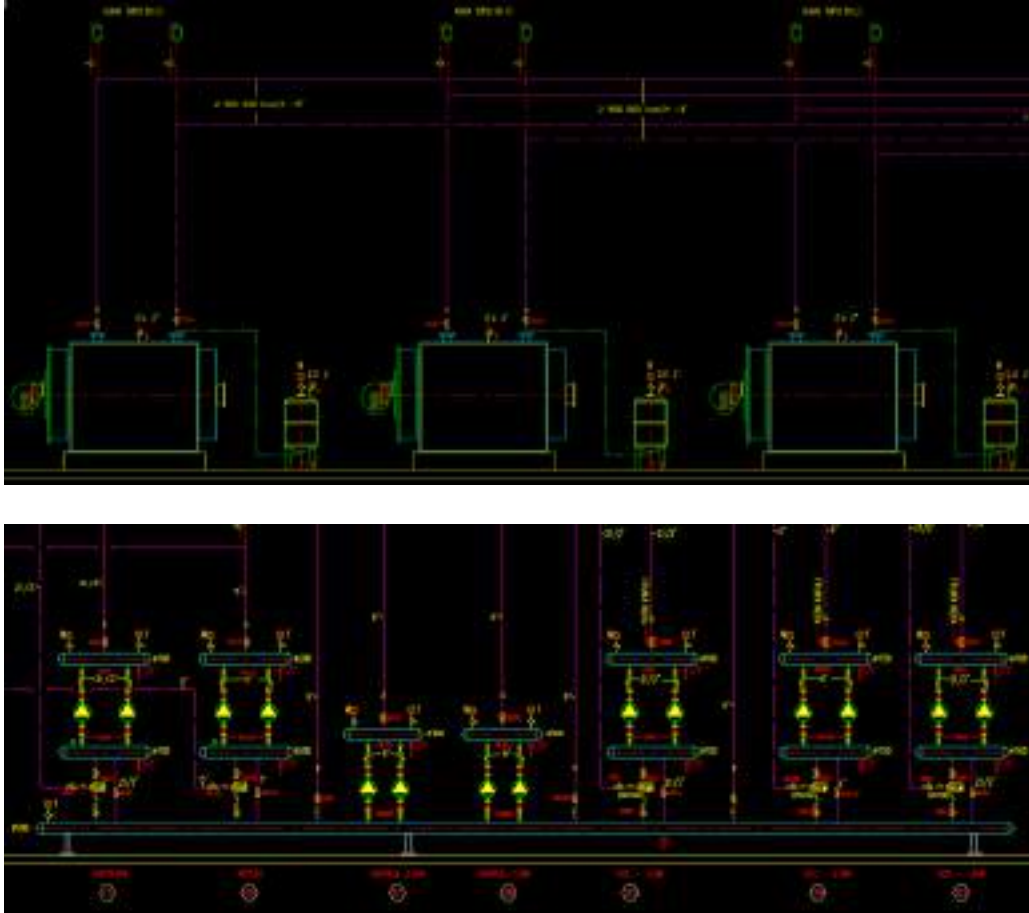


Fotoğraf 3. 35. Brülör Genel Görünümü ve Etiket Bilgileri





Fotoğraf 3. 36. Kazan-2 Termal Kamera Görüntüleri



Fotoğraf 3. 37. Mekanik Proje Kazan Akım Şeması Görünümü

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

Aşağıda kazanlara ait bilgi tablosu bulunmaktadır.

Tablo 3. 39. Kazan Bilgileri Tablosu

MARKA	KULLANIM AMACI	KAPASİTE (kW)	SU REJİMİ	İMAL YILI	BRÜLÖR ÇEŞİDİ	TAHMİNİ YILLIK KULLANIM SÜRESİ (saat)	ADET
			(°C)				
ERENSAN	ARIZALI	2910 kW	80/60	2012	Oransal	-	1
ERENSAN	SICAK SU / ISITMA	2910 kW	80/60	2019	Oransal	5180	1
ERENSAN	ARIZALI	2910 kW	80/60	2019	Oransal	-	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	5,55	3	GAZ	2012



Fotoğraf 3. 38. Kazan-2 Baca Gazı Ölçüm Sonucu

Aşağıda kazanlara ait bilgiler ve ölçümler sonucuna göre yapılacak olan kazan ısı 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
Yakıtla Bulunan :			
Karbon (C) % ağırlıkça	=	73,90 %	
Hidrojen (H ₂) % ağırlıkça	=	24,57 %	
Kükürt (S) % ağırlıkça	=	0,00 %	
Nem (nem) % ağırlıkça	=	0,00 %	
Oksijen (O ₂) % ağırlıkça	=	0,00 %	
Diğerleri N ağırlıkça	=	1,53 %	
	=	100,00 %	
Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	8.250,00 kCal/m ³	
Yakıt Gazı Ağırlığı	=	0,85 kCal/m ³	
Yakıtın Üst Isıl Değeri	=	Yakıt Alt Isıl Değeri + (S x 9 x Yakıtın H ₂ % ağırlıkça)	
Isı Kayıpları :			
1) Kuru Bacagazı Yokluğu Olan Isı Kaybı (L_{ko})			
L _{ko}	=	$\frac{K \times (T_{g2} - T_0)}{CO_2}$	$\times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$
CO ₂	=	$\left[1 - \left(\frac{O_2}{21} \right) \right]$	$\times (CO_2)_{max}$
(CO ₂) _{max}	=	11,74 %	
K	=	$\frac{55,7 \times C_{yak} \times \text{Yakıt Alt Isıl Değeri}^2}{(\text{Yakıt Üst Isıl Değeri})^2}$	
2) Bacagazıdaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{ko})			
L _{ko}	=	$\frac{[(9 \times H_{yak}) + \text{Nem}_{yak}] \times (50,00 - T_0 + (0,50 \times T_{g2}))}{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}$	$\times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$
2) Bacagazıdaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{ko})			
L _{ko}	=	$\frac{[(9 \times H_{yak}) + \text{Nem}_{yak}] \times (50,00 - T_0 + (0,50 \times T_{g2}))}{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}$	$\times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$
3) Bacagazıdaki Yarıyemli Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{co})			
L _{co}	=	$\frac{K \times CO_{yarıyemli}}{CO_2 + CO_{yarıyemli}}$	$\times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$
(Gaz Yakıtları için K değeri = 32, Sıvı Yakıtlar için K değeri = 40)			
4) Kazan Yüzeyinde Radyasyon ve Konveksiyona Olan Isı Kaybı (L_{ku})			
L _{ku}	=	$(U_r + U_c) \times A \times (T_{g2} - T_{ort})$	
U _r	=	$\frac{E \times 5,67}{(T_{g2} - T_{ort})^4} \times \left(\frac{T_0}{100} \right)^4$	$- \left(\frac{T_0}{100} \right)^4$
U _c	=	$B \times (T_g - T_a)^{1,25}$	
E =	Yüzey ıslanmasına ve içtenleşme şekline bağlı Emisivite katsayısı		
T _{g2} =	Yüzey Sıcaklığı (°C) (= 273 + Ölçülen Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değeri (°C))		
T _{ort} =	Ortam Sıcaklığı (°C) (= 273 + Ölçülen Ortalama Ortam Sıcaklığı Değeri (°C))		
Yatay Yüzeyler (yüküyle tozları)	B	1,70	
Dikey Yüzeyler ve Çatı Sırtları	B	1,45	
Yatay Sırtlar	B	1,28	
L _{ku}	=	$\frac{L_{ku}}{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}$	
Yakıt basıncından verilen Isı	=	Yakıt Tüketimi x Yakıtın Alt Isıl Değeri	
5) Isı Kayıpları Toplamı (L_t)			
L _t	=	L _{ko} + L _{ko} + L _{co} + L _{ku}	
7) Kazan Verimi			
Verim	=	100 - L _{toplam}	
8) Fazla Hava Oranı %			
Fazla Hava Oranı	=	$\frac{O_2}{21 - O_2} \times 100$	
Hava Fazlalık Katsayısı	=	$\frac{O_2}{21 - O_2} + 1$	

Yukarıda verilen hesaplama metoduna göre kazan ısı 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 (°C)	Ortam Sıcaklığı (°C)	O ₂ (%)	CO (ppm)	CO ₂ (%)	Baca Gazı Ölçüm Verimi (%)
Kazan-2	106,9	9,8	6,46	0	8,31	94,7

Tablo 3. 43. Kazan Isıl Verim Hesap Sonuçları

Parametreler	2 No'lu Kazan
Kazan Ebatları(m)	Çap: 1,67 Derinlik: 4,15
Kazan Çıkış Sıcaklığı(°C)	61,7
Kazan Dönüş Sıcaklığı(°C)	56,7
Doğalgaz Tüketimi (Sm ³ /saat)	148,00
Akışkan Cinsi	Su
Kuru Baca Gazı Yoluyla Olan Isı Kaybı(%) L _{KBG}	4,12
Baca Gazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı(%) L _{NBG}	1,71
Baca Gazındaki Yanmamış Karbon monoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı(%) L _{COBG}	0,00
Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı(%) L _{RK}	1,48
Toplam Isı Kaybı(%)	7,31
Kazan Verimi(%)	92,69
Fazla Hava Oranı (%)	44,43
Hava Fazlalık Katsayısı	1,44

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

Hastane binasında Kazan 1 ve 3'ün arızalı olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda ısıtma ve sıcak su için yalnızca Kazan-2 çalıştırılmaktadır. Kazan-2 için ısı verim hesapları incelendiğinde verimi %92,69 olduğu görülmektedir. Fakat Kazan-2'nin ısıtma ve sıcak su için yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla hastane binasında arızalı olarak bulunan Kazan-1 ve Kazan-3'ün yenilenmesi önerilmiştir. Bu kazanlar arızalı olması nedeniyle bacagazı ölçümü alınamamış olup, Kazan-2'nin verim değeri alınarak hesap yapılmıştır. Yıllık çalışma saatlerini ise Kazan-1'in kullanım sıcak su ihtiyacı için çalıştığı Kazan-3 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 ısı kapasitesi (W)

Z_G = Günlük çalışma süresi (saat/gün)

Z_Y = Yıllık çalışma süresi (gün)

H_U = Yakıtın alt ısı 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	360	7	34.535	92,69%
Kazan-3		190	14		

Yukarıdaki tabloda verilen değerlerle yıllık yakıt sarfıyatı hesap edildiğinde mevcut durumda yaklaşık olarak Kazan-1'in **4.387.481,72 kWh**, Kazan-3'ün ise **4.631.230,71 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	360	7	34.535	94,40%
Kazan-3		190	14		

Mevcut durumda arızalı kazanlar yerine yüksek verimli kazanların getirilmesiyle yıllık yakıt sarfıyatının Kazan-1 için **4.308.005,09 kWh**, Kazan-3 için ise **4.547.338,71 kWh'e** düştüğü hesaplanmıştır.

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

Kazan No	Mevcut Kazan Tüketimi (kWh)	Yeni Kazan Tüketimi (kWh)	Tahmini Enerji Tasarrufu (kWh)	Tahmini Enerji Tasarrufu (%)
Kazan-1	4.387.481,72	4.308.005,09	79.476,63	1,81%
Kazan-3	4.631.230,71	4.547.338,71	83.892,00	
Toplam	9.018.712,43	8.855.343,80	163.368,63	

Baz – Derin - 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 Önlemleri Tasarruf Tablosu

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
8.957.096,74	8.793.728,11	163.368,63	1,82%

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

	Karma Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	3.782.657,39	TL
B	Enerji tasarrufu	163.368,63	kWh
		14,05	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	223.815,02	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	16,90	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	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-3.782.657,39 TL	12,75%	223.815,02	3.782.657,39	15%
1	223.815,02 TL	-3.558.842,37 TL				
2	252.351,43 TL	-3.306.490,94 TL				
3	284.526,24 TL	-3.021.964,70 TL				
4	320.803,33 TL	-2.701.161,36 TL				
5	361.705,76 TL	-2.339.455,60 TL				
6	407.823,24 TL	-1.931.632,36 TL				
7	459.820,71 TL	-1.471.811,65 TL				
8	518.447,85 TL	-953.363,80 TL				
9	584.549,95 TL	-368.813,85 TL				
10	659.080,07 TL	290.266,22 TL				
11	743.112,78 TL	1.033.378,99 TL				
12	837.859,66 TL	1.871.238,65 TL				
13	944.686,76 TL	2.815.925,41 TL				
14	1.065.134,32 TL	3.881.059,73 TL				
15	1.200.938,95 TL	5.081.998,68 TL				
16	1.354.058,67 TL	6.436.057,34 TL				
17	1.526.701,15 TL	7.962.758,49 TL				
18	1.721.355,54 TL	9.684.114,03 TL				
19	1.940.828,37 TL	11.624.942,40 TL				
20	2.188.283,99 TL	13.813.226,39 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
535.417,49 TL	20 Yıl	13,27%

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
Müteahhit Karı	25%
Su Arıtma Sistemi Maliyeti (TL)	1.805.606,88
Mevcut Kazan Demontaj Maliyeti (TL)	104.759,28
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	3.782.657,39
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	110.613
Toplam Enerji Tasarrufu (Doğalgaz-kWh)	163.368,63
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	7.102,83
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	223.815,02
Geri Ödeme Süresi	16,90
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	38,23

Kazan Genleşme Tankı

Hastane binasında bulunan kazan genleşme tankı bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3. 51. Kazan - Isıtma – Sıcak Su Genleşme Tankı Bilgileri

Cihaz Adı	Tip	Kapasite (lt)	İmal Yılı	İşletme Basıncı (bar)	Adet
Kazan Genleşme Tankı	Membranlı Tip	2500	2023	10	3
Kullanım Suyu Genleşme Tankı	Membranlı Tip	200	2019	10	1

Aşağıda kazan genleşme tankına ait genel görünümü ve etiket bilgileri paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 39. Genleşme Tankı Genel Görünüm



Fotoğraf 3. 40. Genleşme Tankı Etiket Bilgileri

3.6.2. Kullanım Sıcak Suyu

3.6.2.1. Akümülayon Tankı

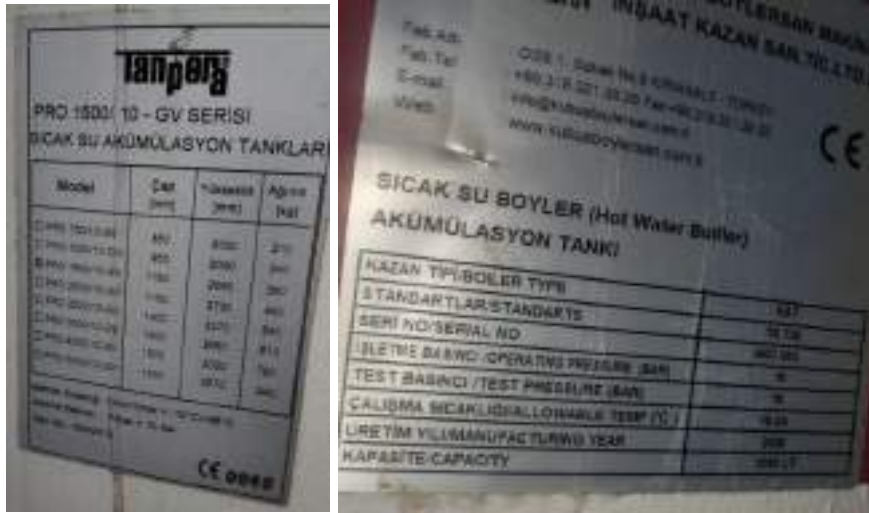
Hastane binasının bodrum katında 3 adet akümülayon tankı bulunmaktadır. Aşağıda tanklara ait genel bilgiler tablosu, genel görünümü ve etiket bilgisi paylaşılmıştır.

Tablo 3. 52. Boyler Genel Bilgiler Tablosu

CİHAZ ADI	KAPASİTE (lt)	İŞLETME SICAKLIĞI (°C)	İŞLETME BASINCI (bar)	ADET	İMAL YILI
TANK-1	1.000	10/60	10	1	2020
TANK-2	1.500	-10/95	10	2	2012



Fotoğraf 3. 41. Akümülayon Tanklarının Genel Görünümü



Fotoğraf 3. 42. Akümülayon Tankları Etiket Bilgisi

Aktif Karbon Filtresi

Hastane binasında kimyasalları sudan ayrıştırmak amacıyla 4 adet aktif karbon filtresi bulunmaktadır. Aşağıda aktif karbon görünümü paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 43. Aktif Karbon Filtresi Görünümü

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. 44. Su Yumuşatma Cihazı Görünümü

3.6.3. Soğutma Sistemi

Kırıkkale Tıp Fakültesi Hastanesi'nin soğutma ihtiyacını gidermek için 4 adet hava soğutmalı chiller grubu bulunmaktadır. Chillerlerin verimlilik sınıfının B olduğu ürünün veri sayfasından belirlenmiştir. Kışın kapalı olan chillerler ortalama 5 ay ve 2 asıl 2 yedek olarak çalışmaktadır.

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



Fotoğraf 3. 45. Chiller Grupları Genel Görünümleri



Fotoğraf 3. 46. Chiller Grupları Etiket

Tablo 3. 53. Soğutma Grupları Bilgileri

No	Cihaz	Adet	Tip	Çalışma Sıcaklıkları °C		Yıllık Kullanım Süresi (saat)	Etiket Soğutma Kapasitesi (kW)	Etiket EER Değeri	Ölçülen Güç (kW)
				Gidiş	Dönüş				
CHILLER-1	30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	7,2	8,4	1800	1.119	3,02	96,51
CHILLER-2	30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	7,2	8,4	1800	1.119	3,02	72,24
CHILLER-3	30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	7,2	8,4	1800	1.119	3,02	96,85
CHILLER-4	30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	7,2	8,4	1800	1.119	3,02	88,53

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



Fotoğraf 3. 47. Chiller Grupları Giriş Çıkış Vanaları

Soğutma grupları 2 asıl 2 yedek olarak çalışmaktadır. Chiller 4 devreye alınamadığı için elektriksel ölçüm alınamamıştır. Bu nedenle elektriksel ölçümü ortalama yüke göre hesaplanmıştır. Chiller 1, 2 ve 3 üzerinden elektriksel ölçümler, debi ve sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Yapılan hesaplamalar ve ölçüm sonuçları aşağıda paylaşılmıştır.

Chiller 1; ölçüm sonuçları ve COP hesabı:

Debi: $149,54 \text{ m}^3/\text{h} = 39,876 \text{ kg/s}$

Güç Tüketimi (P): $96,51 \text{ kW}$

Su Giriş Sıcaklığı: $8,4^\circ\text{C}$

Su Çıkış Sıcaklığı: $7,2^\circ\text{C}$

$C_p = 4,194 \text{ kJ/kgK}$

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

$$\dot{Q} = 39,876 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{4,194 \text{ kJ}}{\text{kgK}} * 1,2 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\dot{Q} = 200,116 \text{ kW}$$

$$\text{COP} = \frac{\dot{Q}}{P} = \frac{200,116 \text{ kW}}{96,51 \text{ kW}} = 2,07$$

Dış hava sıcaklığı ortalama $27,4 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Hastane binasında tam soğutma sezonu olmadığından soğutma talebi tam değildir. Chiller üniteleri tam rejimde çalışmamaktadır. Chiller 1 ve 2, 3 ve 4 aynı hattan beslenmektedir.

Chiller 2; ölçüm sonuçları ve COP hesabı:

Debi: $149,54 \text{ m}^3/\text{h} = 39,876 \text{ kg/s}$

Güç Tüketimi (P): $72,24 \text{ kW}$

Su Giriş Sıcaklığı: $8,4^\circ\text{C}$

Su Çıkış Sıcaklığı: $7,2^\circ\text{C}$

$C_p = 4,194 \text{ kJ/kgK}$

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

$$\dot{Q} = 39,876 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{4,194 \text{ kJ}}{\text{kgK}} * 1,2 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\dot{Q} = 200,116 \text{ kW}$$

$$\text{COP} = \frac{\dot{Q}}{P} = \frac{200,116 \text{ kW}}{72,24 \text{ kW}} = 2,77$$

Chiller 3; ölçüm sonuçları ve COP hesabı:

$$\text{Debi: } 148,88 \text{ m}^3/\text{h} = 39,70 \text{ kg/s}$$

$$\text{Güç Tüketimi (P): } 96,85 \text{ kW}$$

$$\text{Su Giriş Sıcaklığı: } 8,4^\circ\text{C}$$

$$\text{Su Çıkış Sıcaklığı: } 7,2^\circ\text{C}$$

$$C_p = 4,194 \text{ kJ/kgK}$$

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

$$\dot{Q} = 39,70 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{4,194 \text{ kJ}}{\text{kgK}} * 1,2^\circ\text{K}$$

$$\dot{Q} = 199,23 \text{ kW}$$

$$\text{COP} = \frac{\dot{Q}}{P} = \frac{199,23 \text{ kW}}{96,85 \text{ kW}} = 2,05$$

Chiller 4; ölçüm sonuçları ve COP hesabı:

$$\text{Debi: } 148,88 \text{ m}^3/\text{h} = 39,70 \text{ kg/s}$$

$$\text{Güç Tüketimi (P): } 88,53 \text{ kW}$$

$$\text{Su Giriş Sıcaklığı: } 8,4^\circ\text{C}$$

$$\text{Su Çıkış Sıcaklığı: } 7,2^\circ\text{C}$$

$$C_p = 4,194 \text{ kJ/kgK}$$

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

$$\dot{Q} = 39,70 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{4,194 \text{ kJ}}{\text{kgK}} * 1,2^\circ\text{K}$$

$$\dot{Q} = 199,23 \text{ kW}$$

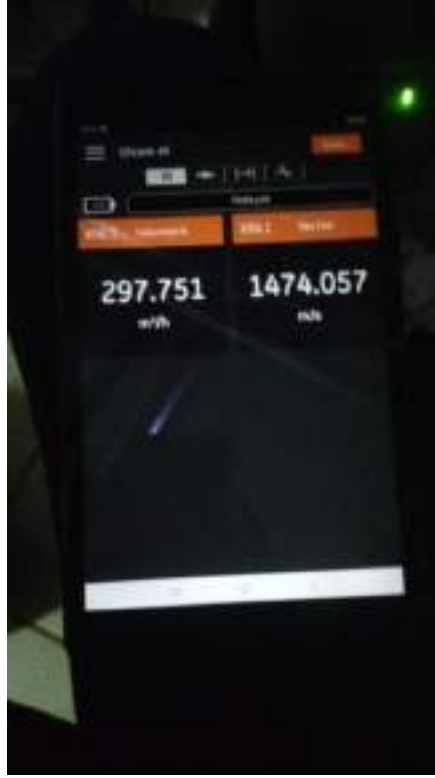
$$\text{COP} = \frac{\dot{Q}}{P} = \frac{199,23 \text{ kW}}{88,53 \text{ kW}} = 2,25$$

Tablo 3. 54. Soğutma Gruplarına Ait Bilgi ve Ölçümler

Ölçümler						
No	Su çıkış sıcaklığı	Su dönüş sıcaklığı	Güç çekişi [kW]	Su debisi [m3/h]	Dış ortam sıcaklığı	COP
CHILLER-1	7,2	8,4	96,51	149,54	27,4	2,07
CHILLER-2	7,2	8,4	72,24	149,54	27,4	2,77
CHILLER-3	7,2	8,4	96,85	148,88	27,4	2,06
CHILLER-4	7,2	8,4	88,53	148,88	27,4	2,25



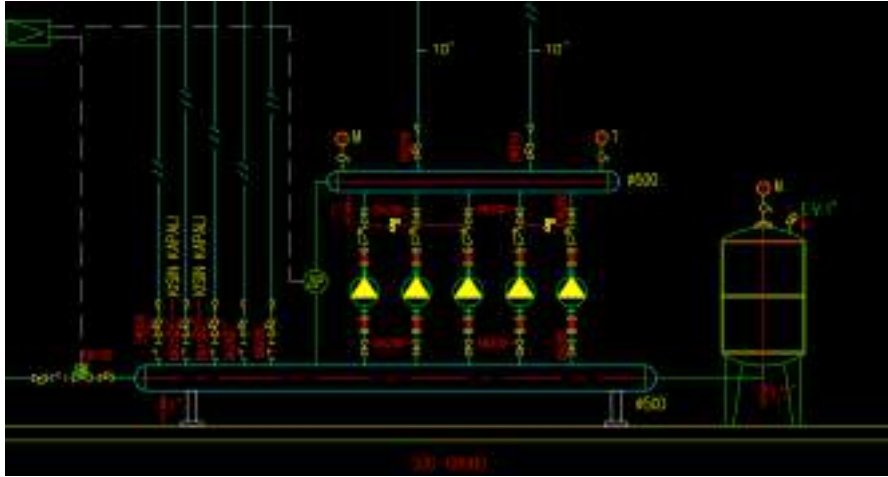
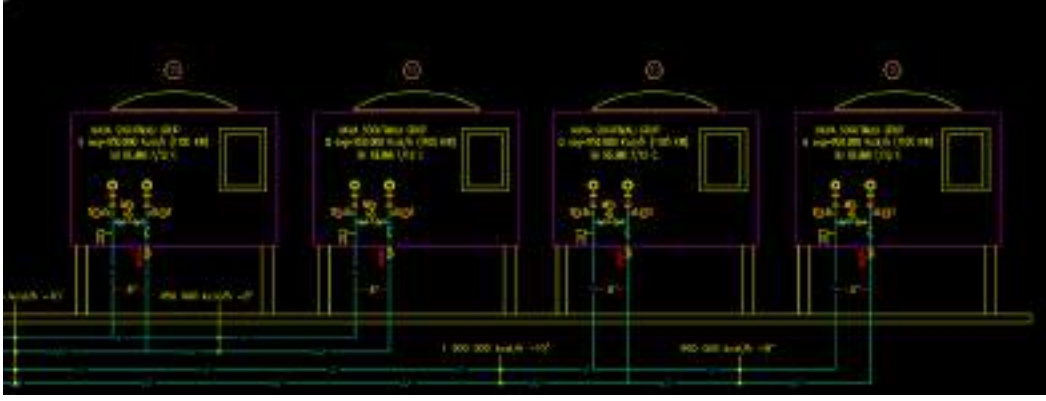
Fotoğraf 3. 48. Chiller 1-2 Grubu Debi Ölçümü



Fotoğraf 3. 49. Chiller 3-4 Grubu Debi Ölçümü



Fotoğraf 3. 50. Soğutma Grubu Giriş-Çıkış Sıcaklık Değerleri



Fotoğraf 3. 51. Chiller Akış Şeması Görünümü

3.6.3.1. 4 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.

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. 55. Chiller Master Kontrol Paneli Uygulaması İle Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu

Cihaz	Adet	Tip	Yıllık Kullanım Süresi (saat)	Ölçülen Güç (kW)	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Toplam Tasarruf Yüzdesi (%)	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu (kWh)
30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	1.800	96,51	173.718,00	3,00%	19.123,02
30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	1.800	72,24	130.032,00		
30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	1.800	96,85	174.330,00		
30XA1102-0219-PEE-	1	Hava Soğutmalı	1.800	88,53	159.354,00		

Baz – Derin – Karma Senaryo

Tablo 3. 56. 4 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]	%
637.434,00	618.310,98	19.123,02	3,00%

Tablo 3. 57. 4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Analiz Tablosu

	Karma Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	241.089,56	TL
B	Enerji tasarrufu	19.123,02	kWh
		1,64	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	62.532,28	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	3,86	Yıl

Tablo 3. 58. 4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-241.089,56 TL	12,75%			15%
1	62.532,28 TL	-178.557,28 TL		62.532,28	241.089,56	
2	70.505,14 TL	-108.052,14 TL				
3	79.494,55 TL	-28.557,59 TL				
4	89.630,10 TL	61.072,51 TL				
5	101.057,94 TL	162.130,45 TL				
6	113.942,83 TL	276.073,27 TL				
7	128.470,54 TL	404.543,81 TL				
8	144.850,53 TL	549.394,34 TL				
9	163.318,97 TL	712.713,31 TL				
10	184.142,14 TL	896.855,45 TL				
11	207.620,26 TL	1.104.475,71 TL				
12	234.091,85 TL	1.338.567,56 TL				
13	263.938,56 TL	1.602.506,12 TL				
14	297.590,72 TL	1.900.096,84 TL				
15	335.533,54 TL	2.235.630,38 TL				
16	378.314,07 TL	2.613.944,45 TL				
17	426.549,11 TL	3.040.493,56 TL				
18	480.934,12 TL	3.521.427,68 TL				
19	542.253,22 TL	4.063.680,90 TL				
20	611.390,51 TL	4.675.071,41 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
666.165,47 TL	20 Yıl	38,25%

Tablo 3. 59. 4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	160.726,37
Yatırım Maliyeti (EURO)	4.700
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	241.089,56
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	7.050
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	19.123,02
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	1.984,48
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	62.532,28
Geri Ödeme Süresi	3,86
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	10,61

3.6.4. Paket Sistemler

Aşağıda hastane binasında 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. 52. Dış Üniteler Genel Görünümleri



Fotoğraf 3. 53. 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. 60. Split Klimalar Genel Bilgiler

Cihaz Markası	Cihaz Modeli	Soğutma Kapasitesi (Btu/h)	Isıtma Kapasitesi (Btu/h)	Adet	Elektriksel Ölçüm Sonucu (kW)
VESTEL	ST4501 C SALON TİPİ	45.000 (4.700 W)	50.000 (4.500+3.600 W)	1	3,51
VESTEL	24 A++ R32 DUVAR TİPİ	23.000 (6.740 W)	-	1	0,39
MİDEA	MOD30U-30HFN8-Q(GA)	4.500 W	-	1	0,07
ARDA	ARD40	4.500 W	-	1	4,05
SAMSUNG	AR24NSFHCWKX	6.500/7.400 W	-	1	Çalışmadığı için ölçüm alınamamıştır.
ARÇELİK	24117 DUVAR TİPİ	24.000 (7.027 W)	26.500 (7.759 W)	4	Çalışmadığı için ölçüm alınamamıştır.
MİDEA	MSRI-24HRN1	24.000	27.000	4	Çalışmadığı için ölçüm alınamamıştır.

3.6.4.2. Fan Coil

Hastane binasında toplam 931 adet iki borulu gizli tavan tipi fan coil bulunmaktadır. Fan coil üniteleri termostat ile kontrol edilmektedir.

Fan coil ünitelerine ait bilgi tablosu aşağıda paylaşılmıştır.



Tablo 3. 61. 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	2009	873	2.036	6
	FCU-2	1.029	1140X242X490	40	30	2009	1.243	3.282	16
	FCU-3	1.201	1435X241X526	40	30	2010	1.402	4.125	15
	FCU-4	1.767	1540X241X526	55	50	2010	2.235	6.460	41
	FCU-5	2.080	1830X241X526	65	50	2011	2.679	8.553	13
	FCU-6	2.807	1830X241X526	67	50	2010	4.026	11.553	18
	FCU-7	2.969	1992X241X526	110	100	2011	3.576	10.254	26
	FCU-8	3.789	1992X241X526	110	100	2011	4.891	15.964	58
TOPLAM							74.331	223.050	193
ZON-2	FCU-1	743	927X242X490	45	30	2009	873	2.036	34
	FCU-2	1.029	1140X242X490	40	30	2009	1.243	3.282	41
	FCU-3	1.201	1435X241X526	40	30	2010	1.402	4.125	58
	FCU-4	1.767	1540X241X526	55	50	2010	2.235	6.460	197
	FCU-5	2.080	1830X241X526	65	50	2011	2.679	8.553	45
	FCU-6	2.807	1830X241X526	67	50	2010	4.026	11.553	64
	FCU-7	2.969	1992X241X526	110	100	2011	3.576	10.254	67
	FCU-8	3.789	1992X241X526	110	100	2011	4.891	15.964	82
TOPLAM							104.625	311.135	588
ZON-3	FCU-1	743	927X242X490	45	30	2009	873	2.036	8
	FCU-2	1.029	1140X242X490	40	30	2009	1.243	3.282	9
	FCU-3	1.201	1435X241X526	40	30	2010	1.402	4.125	24
	FCU-4	1.767	1540X241X526	55	50	2010	2.235	6.460	27
	FCU-5	2.080	1830X241X526	65	50	2011	2.679	8.553	6
	FCU-6	2.807	1830X241X526	67	50	2010	4.026	11.553	24
	FCU-7	2.969	1992X241X526	110	100	2011	3.576	10.254	17
	FCU-8	3.789	1992X241X526	110	100	2011	4.891	15.964	35
TOPLAM							57.472	172.077	150

Yukarıdaki tabloda mahal sütununda yer alan zonlar sırasıyla zemin kotundan başlayarak 4. Kata kadar devam etmektedir. Her katta yer alan toplam fan coil sayısı tabloda paylaşılmıştır. Fan coil ölçümleri ısıtma modunda ve en yüksek kademe yapılmıştır. Fan coilere ait hat boruları kötü durumda olup sızıntı yapmaktadır. Aşağıda bu durumun görseli paylaşılmıştır.

Hastane binasında mevcutta bulunan fan coil termostatlarının, programlanabilir termostatlar ile değişimi önerilmiştir. Değişimi yapılan termostat ile mahal sıcaklığını ölçerek, belirlenen hedef sıcaklığını da (set değeri) hassas şekilde ayarlamaya yardımcı olur. Böylece sistem çok daha verimli çalışır ve yük azaltılır. Bu uygulamaya ait tasarruf miktarı ve maliyeti, bina otomasyon sistemi kurulumu önleminin içerisine dahil edilmiştir.



Fotoğraf 3. 54. Fan Coil Hatlarının Görünümü

Fan coil ünitelerinin ekonomik ömrü 20 yıldır. Genel olarak hastane binasında kullanılan fan coil ünitelerinin imal yılı 2009, 2010 ve 2011 olup henüz ekonomik ömrünü tamamlamamıştır.



Fotoğraf 3. 55. Fan Coil Görünümü



Fotoğraf 3. 56. Fan Coil Etiket Bilgisi



Fotoğraf 3. 57. Fan Coil Termostat Görşeli

3.6.5. Mekanik Sistemlerin Yalıtımı

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakóltesi Hastanesi binasında yer alan mekanik sistem tesisatlarının görşelleri ve termal kamera ölçümleri aşağıda paylaşılmıştır.





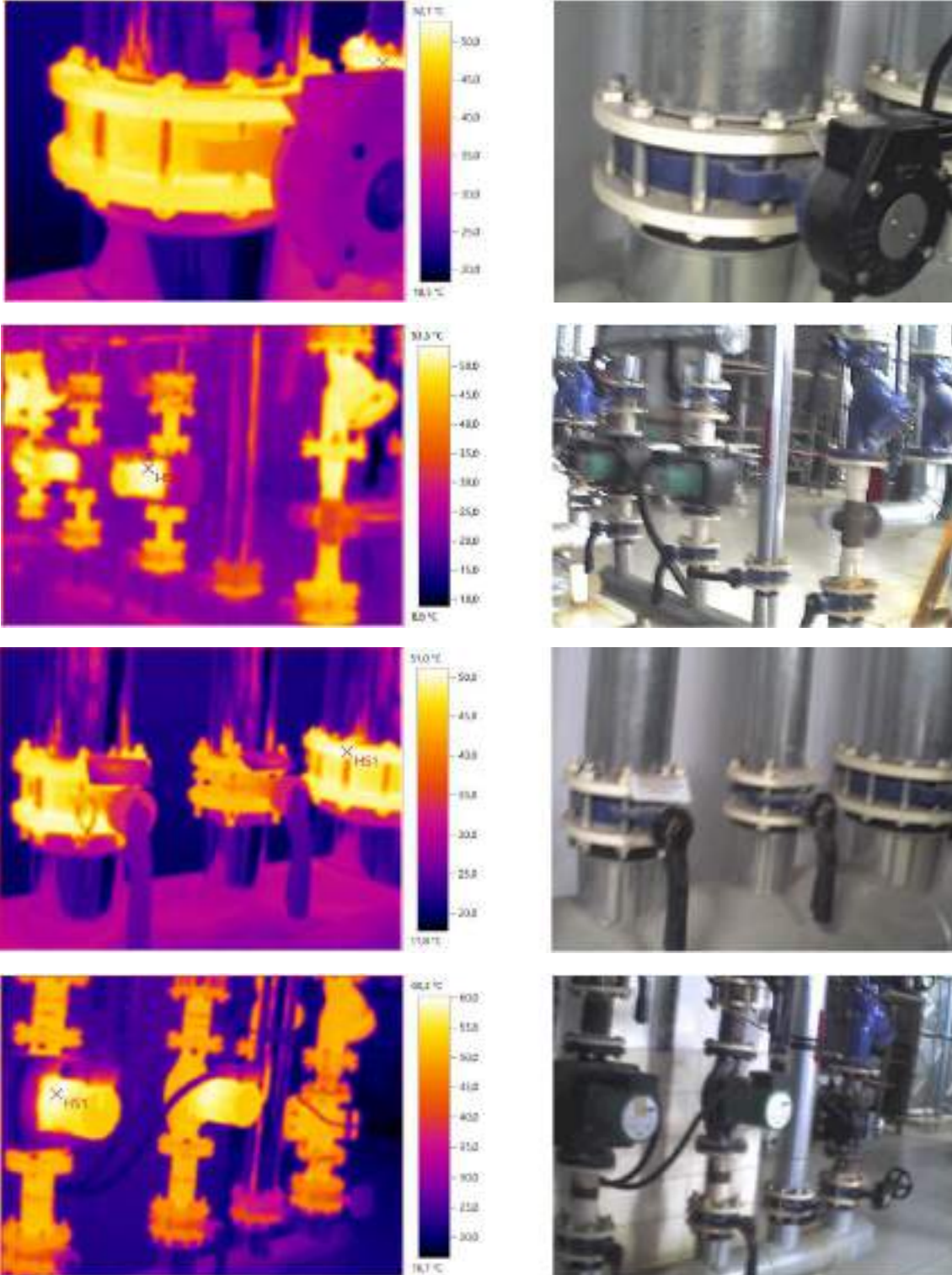
Fotoğraf 3. 58. Tesisat Genel Görünüm



Fotoğraf 3. 59. Yalıtımsız Vana Görünümleri

Tıp Fakültesi Hastanesi'nde yer alan boruların genel olarak uygun yalıtım malzemeleri kullanılarak izolasyon sağlandığı gözlemlenmiştir. Yalıtımsız bazı vanaların olduğu tespit edilmiştir.

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



Fotoğraf 3. 60. Mekanik Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

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

Hastane binasının ısı merkezinde bulunan ve yalıtımı bulunmayan vanaların envanteri çıkarılmıştır. Yalıtımı bulunmayan bu vanalar için “Eş Değer Boru Yöntemi” kullanılarak vana ceketleri hesabı yapılmıştır.

Yalıtımsız tesisat ekipmanlarının uygun yalıtım malzemesi ile izolasyon sağlanmasına ait tasarruf ve geri ödeme süresi aşağıda paylaşılmış olup aşağıda örnek olarak DN 100 vanasına ait vana ceketleri hesaplaması paylaşılmıştır.

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

$$\dot{q}_1 = \left(10 + \frac{52 (C^\circ) - 10,0 (C^\circ)}{20} \right) * (52 (C^\circ) - 10,0 (C^\circ)) \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

$$\dot{q}_1 = 508,20 \text{ kcal/m}^2\text{h} = 591,03 \text{ W/m}^2$$

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

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

$$\dot{q}_2 = 105,00 \text{ kcal/m}^2\text{h} = 122,11 \text{ W/m}^2$$

$$q_t = 591,03 \text{ W/m}^2 - 122,11 \text{ W/m}^2 = 468,91 \text{ W/m}^2$$

$$L = \frac{2,50 - 1,20}{100 - 50} = \frac{2,50 - L}{100 - 52} = 1,25 \text{ m}$$

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

$$A = 3,1 * 0,1143 * 1,25 \text{ m}$$

$$A = 0,449345304 \text{ m}^2$$

$$Q = 468,91 \text{ W/m}^2 * 0,449 \text{ m}^2 = 210,70 \text{ W}$$

$$Q_{\text{kayıp}} = \frac{210,70 \text{ W} * 8760}{1000} = 1.846 \text{ kWh} = 173,47 \text{ m}^3$$

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 Maliyeti (KDV dahil) (TL)	Basit Geri Ödeme Süresi (Yıl)
İstima Hattı	DN125	Vana	57	4	1.720,88	6.883,52	9.430,42	1.359,98	6.527,90	0,69
	DN125	Vana	57	4	1.720,88	6.883,52	9.430,42	1.359,98	6.527,90	0,69
	DN200	Vana	57	2	3.920,07	7.840,14	10.741,00	1.662,33	3.989,59	0,37
	DN80	Vana	53	9	629,60	5.666,36	7.762,92	1.216,23	13.135,28	1,69
	DN50	Vana	49	9	242,34	2.181,08	2.988,08	914,25	9.873,90	3,30
	DN100	Vana	52	6	1.845,77	11.074,61	15.172,21	1.287,48	9.269,86	0,61
	DN125	Vana	52	3	2.690,13	8.070,38	11.056,42	1.359,98	4.895,93	0,44
	DN50	Vana	58	4	393,94	1.575,76	2.158,79	914,25	4.388,40	2,03
	DN100	Vana	58	1	1.244,54	1.244,54	1.705,02	1.287,48	1.544,98	0,91
	DN65	Vana	58	3	575,14	1.725,41	2.363,81	1.046,43	3.767,15	1,59
	DN40	Vana	31	5	38,18	190,90	261,54	727,08	4.362,48	16,68
	DN65	Vana	31	4	79,48	317,91	435,54	1.046,43	5.022,86	11,53
	DN25	Vana	34	2	60,04	120,08	164,51	565,45	1.357,08	8,25
	DN100	Vana	49	2	1.552,48	3.104,97	4.253,80	1.287,48	3.089,95	0,73
	DN100	Vana	44	2	1.130,54	2.261,09	3.097,69	1.287,48	3.089,95	1,00
	DN50	Vana	48	1	462,92	462,92	634,20	914,25	1.097,10	1,73
	DN50	Vana	33	1	138,83	138,83	190,19	914,25	1.097,10	5,77
	DN200	Vana	59	3	4.311,46	12.934,37	17.720,09	1.662,33	5.984,39	0,34
	DN100	Vana	45	2	596,39	1.192,78	1.634,11	1.287,48	3.089,95	1,89
	DN125	Vana	45	1	705,73	705,73	966,85	1.359,98	1.631,98	1,69
	DN65	Vana	45	1	276,50	276,50	378,81	1.046,43	1.255,72	3,31
	DN200	Vana	61	3	4.680,37	14.041,11	19.236,32	1.662,33	5.984,39	0,31
	DN200	Vana	55	3	3.507,49	10.522,48	14.415,79	1.662,33	5.984,39	0,42
	DN125	Vana	48	1	1.052,80	1.052,80	1.442,33	1.359,98	1.631,98	1,13
	DN65	Vana	48	2	334,11	668,22	915,46	1.046,43	2.511,43	2,74
	DN125	Vana	47	1	2.007,58	2.007,58	2.750,38	1.359,98	1.631,98	0,59
	DN200	Vana	44	2	1.860,14	3.720,27	5.096,77	1.662,33	3.989,59	0,78
	DN65	Vana	43	1	489,17	489,17	670,17	1.046,43	1.255,72	1,87
Toplam			Doğalgaz	82	38.267,48	107.353,02	147.073,63	34.306,84	117.988,92	0,80

Yalıtımsız tesisat ekipmanlarının izolasyon sağlanması ile elde edilen toplam geri ödeme süresi 0,80 olduğu görülmektedir.

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

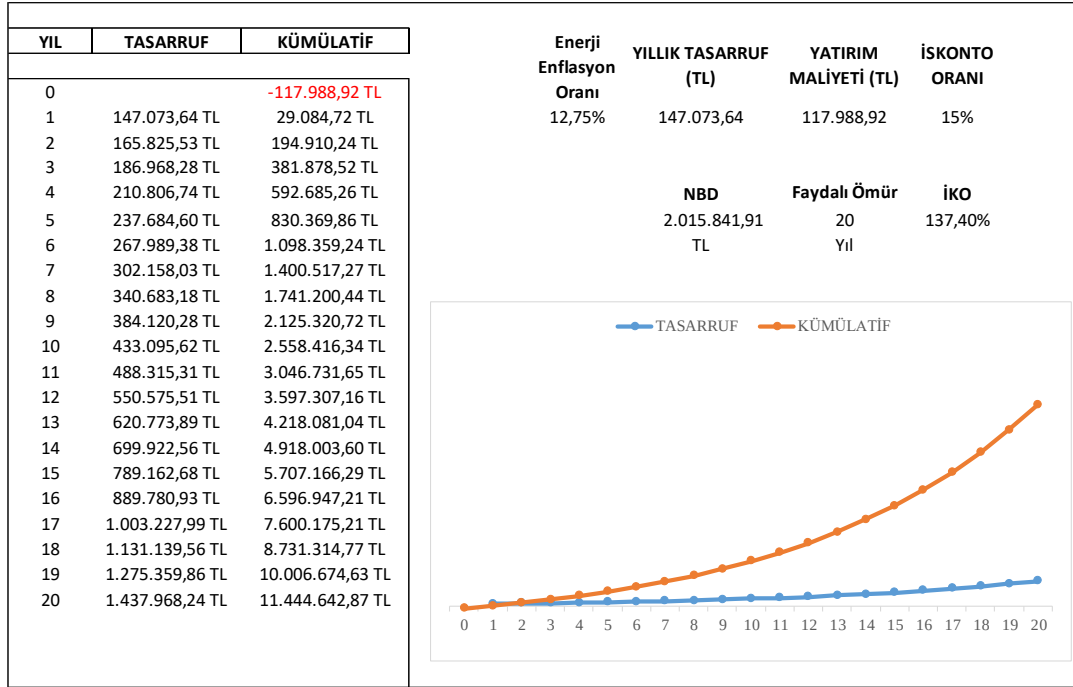
Tablo 3. 63. Yalıtımsız Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Tasarruf Tablosu

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	%
5.079.291,96	4.971.938,94	107.353,02	2,11%

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

	Karma Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	117.988,92	TL
B	Enerji tasarrufu	107.353,02	kWh
		9,23	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	147.073,64	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	0,80	Yıl

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



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

Yatırım Maliyeti (TL)	98.324,10
Yatırım Maliyeti (EURO)	2.875,22
Müteahhit Karı	0%
Toplam Uygulama Maliyeti (TL) (KDV dahil)	117.988,92
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	3.450,26
Toplam Enerji Tasarrufu (Doğalgaz-kWh)	107.353,02
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	4.667,42
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	147.073,64
Geri Ödeme Süresi	0,80
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	25,12

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. 61. Klima Santralleri Genel Görünüm

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	2010	5.000	4.500	4,00	1,50	1,95	0,60	2.930	2.860	1.503	410
HKS-2 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 3. ve 4. Ameliyathaneler	2010	5.000	4.500	4,00	1,50	4,80	1,71	2.930	2.860	1.503	-
HKS-3 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 9. Ameliyathaneler	2010	2.500	2.300	2,20	0,75	0,81	0,36	2.880	2.854	1.426	415
HKS-4 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 7. ve 8. Ameliyathaneler	2010	5.000	4.500	4,00	1,50	4,86	1,20	2.930	2.860	1.503	410
HKS-5 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat 5. ve 6. Ameliyathaneler	2010	6.500	6.000	5,50	2,20	Ölçüm Alınamadı	1,95	2.905	2.880	1.628	423
HKS-6 (100% Taze Havalı)	1. Blok 2. Kat Ameliyathane Yan Hacimleri	2010	7.900	10.000	7,50	5,50	7,92	3,78	2.925	2.905	1.606	491
HKS-7 (100% Taze Havalı)	3. ve 4. Blok 2. Kat Steril Hacimleri	2010	12.000	12.000	11,00	4,00	5,55	2,85	1.460	1.435	-	-
HKS-8 (100% Taze Havalı)	2. Blok 2. Kat Yoğun Bakım Üniteleri	2010	14.800	14.800	11,00	5,50	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	1.460	1.450	1.644	452
HKS-9 (100% Taze Havalı)	4. Blok 1. Kat Kan Bankası Bölümü	2010	5.000	3.900	7,90	1,10	Ölçüm Alınamadı	0,81	2.930	2.845	-	-
HKS-10 (100% Taze Havalı)	2. Blok Zemin Kat Günlük Ameliyat ve Yan Hacimler Bölümü	2010	8.500	7.900	7,50	3,00	7,05	1,11	2.925	1.425	1.704	496
HKS-11 (100% Taze Havalı)	1. Blok Zemin Kat Sterilizasyon ve Yan Hacimleri	2010	5.000	5.000	4,00	2,20	4,95	Ölçüm Alınamadı	2.930	2.280	1.552	464
KS-1 (100% Taze Havalı)	14.Blok 2.-3.-4. Kat Muayeneler	2010	29.000	30.000	15,00	11,00	3,00	2,13	1.460	1.455	785	493
KS-2 (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	2010	20.000	21.000	11,00	7,50	4,47	3,99	1.455	1.430	838	497
KS-3 (100% Taze Havalı)	13. Blok 3.-4. Kat Muayeneler	2010	21.000	23.000	11,00	7,50	Ölçüm Alınamadı	3,06	1.455	1.430	753	484
KS-4 (100% Taze Havalı)	13. Blok 1.-2. Kat Muayeneler	2010	21.000	21.000	11,00	7,50	Ölçüm Alınamadı	2,85	1.455	1.430	753	447
KS-5 (100% Taze Havalı)	13. Blok Zemin Kat Hemodiyaliz	2010	8.000	9.000	5,50	4,00	2,49	1,44	1.430	1.420	756	493
KS-6 (100% Taze Havalı)	11. Blok 2-3 ve 4. Kat Holler	2010	22.000	22.000	7,50	5,50	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	1.430	1.430	666	334



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-7 (100% Taze Havalı)	11. Blok Zemin ve 1. Kat Holleri	2010	14.500	14.500	7,50	5,50	3,39	0,75	1.430	1.430	713	436
KS-8 (100% Taze Havalı)	14. Blok Zemin ve 1. Kat Muayeneler	2010	25.500	19.500	11,00	5,50	1,44	0,42	1.455	1.430	-	391
KS-9 (100% Taze Havalı)	9. Blok Zemin Kat Fizik Tedavi Rehabilitasyon Bölümü	2010	7.400	7.000	4,00	2,20	2,01	1,05	1.420	-	691	377
KS-10 (100% Taze Havalı)	8. Blok 1.-2.-3.-4. Kat Yatak Odaları	2010	18.000	12.500	7,50	4,00	1,02	1,32	1.430	1.420	657	-
KS-11 (100% Taze Havalı)	3.10. Blok 1.-2. Kat	2010	14.500	14.800	5,50	4,00	Ölçüm Alınamadı	Ölçüm Alınamadı	1.430	1.420	563	387
KS-12 (100% Taze Havalı)	5.7. Blok 3.Kat	2010	15.300	15.500	5,50	4,00	2,10	1,77	1.430	940	521	290
KS-13 (100% Taze Havalı)	4.-6. Blok 3. Kat	2010	17.500	18.000	7,50	5,50	3,36	2,85	1.430	945	558	303
KS-14 (100% Taze Havalı)	2. Blok 3. Kat Yemekhaneler	2010	6.500	6.500	3,00	2,20	1,53	1,02	1.405	1.400	639	274
KS-15 (100% Taze Havalı)	1. Blok 1. Kat	2010	7.500	7.000	4,00	2,20	2,16	1,17	1.420	1.400	679	-
KS-16 (100% Taze Havalı)	1. Blok 1. Kat	2010	2.650	3.200	1,10	1,10	0,75	0,78	1.380	1.380	554	-
KS-17 (100% Taze Havalı)	2. Blok 1. Kat	2010	16.200	16.000	7,50	5,50	Ölçüm Alınamadı	1,95	1.430	1.430	583	393
KS-18 (100% Taze Havalı)	4.-5. Blok 1. Kat	2010	14.500	13.900	5,50	4,00	2,25	1,77	1.430	940	460	-
KS-19 (100% Taze Havalı)	7. Blok 1. Kat	2010	19.000	18.750	5,50	5,50	1,98	2,73	1.430	945	466	-
KS-20 (100% Taze Havalı)	6. Blok 2. Kat	2010	20.000	22.000	7,50	5,50	3,24	2,64	1.430	945	527	-
KS-21 (100% Taze Havalı)	7. Blok 2. Kat	2010	14.500	14.500	5,50	4,00	2,13	1,47	1.430	940	460	-
KS-22 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	2010	7.500	8.100	4,00	3,00	2,46	1,20	1.420	1.405	731	-
KS-23 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok Zemin Kat	2010	12.600	13.200	7,50	3,00	3,03	0,93	1.430	1.405	680	330
KS-24 (100% Taze Havalı)	4.-7. Blok Zemin Kat	2010	7.800	7.800	3,00	2,20	1,20	0,75	1.405	1.400	498	-



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-25 (100% Taze Havalı)	4. Blok Zemin Kat	2010	14.900	15.400	5,50	4,00	1,71	1,77	1.430	1.420	467	-
KS-26 (100% Taze Havalı)	Fuayeler	2010	6.000	8.000	3,00	3,00	1,53	1,44	1.405	1.405	676	589
KS-27 (100% Taze Havalı)	Konferans Salonu	2010	16.000	16.000	11,00	7,50	5,04	3,27	1.455	1.430	1.414	746
KS-28 (100% Taze Havalı)	1. Blok Zemin Kat	2010	10.500	11.300	5,50	3,00	2,79	2,10	1.430	1.405	594	338
KS-29 (100% Taze Havalı)	8. Blok Zemin Kat	2010	8.800	9.600	5,50	3,00	Ölçüm Alınamadı	1,17	1.430	1.405	679	-
KS-30 (100% Taze Havalı)	3.-10. Blok 3. Kat	2010	21.500	11.300	7,50	3,00	4,05	0,99	1.430	1.405	608	337
EA-31	3. Blok 3. Kat Mutfak Pişirme Bölümü	2010	Yok	11.000	Yok	4,00	Yok	2,37	Yok	1.420	Yok	510
EA-32	Hasta Yatak Odaları 9. Blok WC'ler	2010	Yok	8.000	Yok	2,20	Yok	0,87	Yok	1.400	Yok	205
EA-33	Hasta Yatak Odaları 8. Blok WC'ler	2010	Yok	8.000	Yok	2,20	Yok	Ölçüm Alınamadı	Yok	1.400	Yok	205

Yukarıdaki tabloda “Ölçüm Alınamadı” yazan klima santrallerinde kayışların kopuk olması nedeni ile ölçüm alınamamıştır.

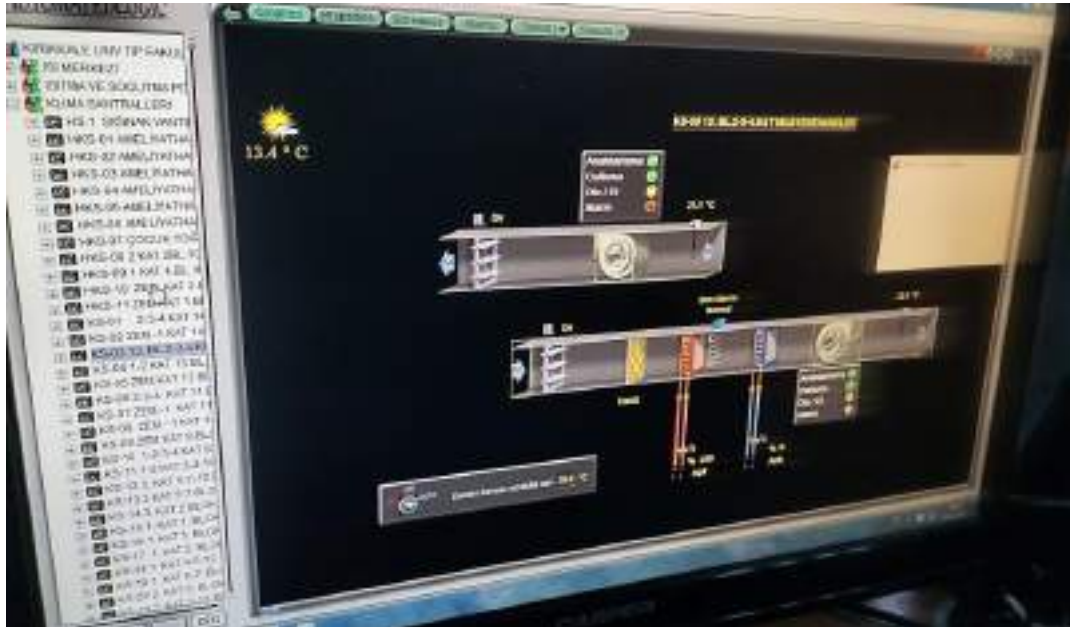
Tablo 3. 68. Klima Santralleri Isıtma/Soğutma Kapasiteleri

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	31.000	60.000
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	74.000	260.000
KS-9 (100% Taze Havalı)	9. Blok Zemin Kat Fizik Tedavi Rehabilitasyon Bölümü	21.000	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	67.000
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
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

Ünite	Kullanıldığı Alan	Soğutma Kapasitesi (kcal/h)	Isıtma Kapasitesi (kcal/h)
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	42.500	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. Fakat diğer klima santrallerinde bulunmamaktadır. 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 bulunmamaktadır. Ameliyathaneleri ve sterilizasyon bölümlerini besleyen hijyenik klima santralleri 7/24 çalışmaktadır. Diğer klima santralleri ise yılda ortalama 4380 saat çalışmaktadır.



Fotoğraf 3. 62. Klima Santrali Otomatik Kontrol

Tabloda paylaşıldığı üzere klima santrallerinin imal yılı 2010'dur. 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. 63. KS-9 ve EA-9 Klima Santrali Genel Görünümleri



Fotoğraf 3. 64. KS-9 ve EA-9 Klima Santrali Etiket Bilgileri



Fotoğraf 3. 65. KS-12 Filtre Görünümü

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

Tablo 3. 69. Klima Santralleri Verim Tablosu

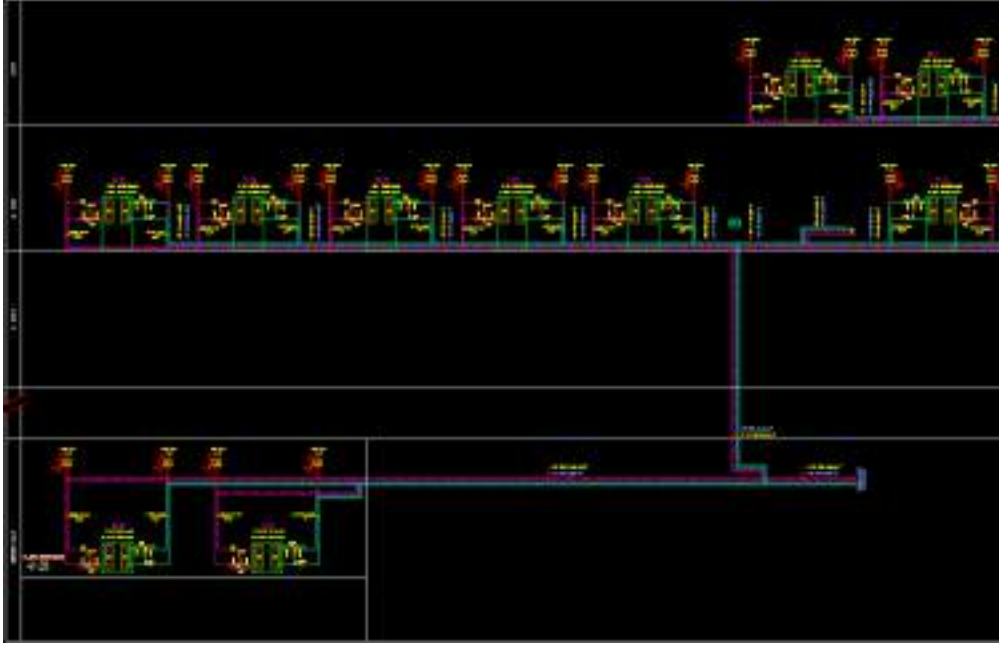
Klima Santrali		Fark Basıncı (Hız)	Hava Hızı	Alan	Debi (m³/s)	Giriş Statik Basınç	Çıkış Statik Basınç	Mekanik Güç (kW)	Motor Verimi	Şaft Gücü	Verim
HKS-1	Vantilatör	29	6,880911	0,381	2,6241869	-17	284	0,78988	0,831	1,62045	48,74%
	Aspiratör	31	7,114228	0,383	2,7220887	-14	56	0,190546	0,772	0,4632	41,14%
HKS-2	Vantilatör	33	7,340133	0,380	2,7907773	-20	536	1,551672	0,831	3,9888	38,90%
	Aspiratör	28	6,761234	0,357	2,4115834	-68	183	0,605307	0,772	1,32012	45,85%
HKS-3	Vantilatör	32	7,228063	0,436	3,1497153	-45	55	0,314972	0,797	0,64557	48,79%
	Aspiratör	30	6,998542	0,430	3,0078334	-14	27	0,123321	0,721	0,25956	47,51%
HKS-4	Vantilatör	21	5,8554	0,424	2,4825844	-156	571	1,804839	0,831	4,03866	44,69%
	Aspiratör	27	6,6394	0,389	2,5814983	-90	62	0,392388	0,772	0,9264	42,36%
HKS-5	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	37	7,772269	0,463	3,5951096	-89	117	0,740593	0,797	1,55415	47,65%
HKS-6	Vantilatör	29	6,880911	0,443	3,0513057	-212	628	2,563097	0,86	6,8112	37,63%
	Aspiratör	34	7,450517	0,357	2,6574355	-149	386	1,421728	0,847	3,20166	44,41%
HKS-7	Vantilatör	31	7,114228	0,430	3,0575531	-82	517	1,831474	0,876	4,8618	37,67%
	Aspiratör	24	6,259686	0,383	2,3951188	-125	311	1,044272	0,831	2,36835	44,09%
HKS-8	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
HKS-9	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	28	6,761234	0,414	2,7996039	-18	86	0,291159	0,75	0,6075	47,93%
HKS-10	Vantilatör	31	7,114228	0,350	2,4899799	-183	736	2,288292	0,86	6,063	37,74%
	Aspiratör	32	7,228063	0,410	2,9616989	-87	62	0,441293	0,815	0,90465	48,78%
HKS-11	Vantilatör	26	6,515288	0,350	2,2803509	-75	560	1,448023	0,831	4,11345	35,20%
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
KS-1	Vantilatör	28	6,761234	0,570	3,8539034	-36	308	1,325743	0,887	2,661	49,82%
	Aspiratör	30	6,998542	0,588	4,1131692	-17	205	0,913124	0,876	1,86588	48,94%
KS-2	Vantilatör	32	7,228063	0,587	4,2464076	-54	234	1,222965	0,876	3,91572	31,23%
	Aspiratör	54	9,38953	0,537	5,0440553	-26	223	1,25597	0,86	3,4314	36,60%
KS-3	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	25	6,388766	0,561	3,5814909	-20	324	1,232033	0,86	2,6316	46,82%



Klima Santrali		Fark Basıncı (Hız)	Hava Hızı	Alan	Debi (m³/s)	Giriş Statik Basınç	Çıkış Statik Basınç	Mekanik Güç (kW)	Motor Verimi	Şaft Gücü	Verim
KS-4	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	31	7,114228	0,573	4,0757699	-91	150	0,982261	0,86	2,451	40,08%
KS-5	Vantilatör	47	8,759834	0,366	3,2039093	-68	259	1,047678	0,847	2,10903	49,68%
	Aspiratör	35	7,559289	0,365	2,7556029	-18	169	0,515298	0,831	1,19664	43,06%
KS-6	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
KS-7	Vantilatör	25	6,388766	0,380	2,4290598	-19	494	1,246108	0,86	2,9154	42,74%
	Aspiratör	54	9,38953	0,357	3,3490386	-28	66	0,31481	0,847	0,63525	49,56%
KS-8	Vantilatör	27	6,6394	0,436	2,8931982	-35	163	0,572853	0,876	1,26144	45,41%
	Aspiratör	23	6,127889	0,430	2,633644	-11	37	0,126415	0,847	0,35574	35,54%
KS-9	Vantilatör	45	8,571429	0,424	3,6341314	-19	175	0,705021	0,831	1,67031	42,21%
	Aspiratör	37	7,772269	0,389	3,0219747	-15	114	0,389835	0,797	0,83685	46,58%
KS-10	Vantilatör	26	6,515288	0,570	3,7137142	-10	105	0,427077	0,86	0,8772	48,69%
	Aspiratör	35	7,559289	0,588	4,4427305	-18	98	0,515357	0,831	1,09692	46,98%
KS-11	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
KS-12	Vantilatör	26	6,515288	0,534	3,4821739	-47	163	0,731257	0,847	1,7787	41,11%
	Aspiratör	35	7,559289	0,561	4,2376772	-16	138	0,652602	0,831	1,47087	44,37%
KS-13	Vantilatör	28	6,761234	0,591	3,9986479	-64	268	1,327551	0,86	2,8896	45,94%
	Aspiratör	54	9,38953	0,350	3,2863353	-257	103	1,183081	0,831	2,36835	49,95%
KS-14	Vantilatör	37	7,772269	0,410	3,1846872	-84	108	0,61146	0,815	1,24695	49,04%
	Aspiratör	31	7,114228	0,350	2,4899799	-25	126	0,375987	0,797	0,81294	46,25%
KS-15	Vantilatör	34	7,450517	0,402	2,9962776	-76	193	0,805999	0,831	1,79496	44,90%
	Aspiratör	29	6,880911	0,570	3,9221194	-11	76	0,341224	0,615	0,71955	47,42%
KS-16	Vantilatör	31	7,114228	0,588	4,1811601	-8	51	0,246688	0,75	0,5625	43,86%
	Aspiratör	8	3,614032	0,587	2,1232038	-13	62	0,15924	0,5	0,39	40,83%
KS-17	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	38	7,876599	0,534	4,209743	-43	124	0,703027	0,847	1,65165	42,57%



Klima Santrali		Fark Basıncı (Hız)	Hava Hızı	Alan	Debi (m³/s)	Giriş Statik Basınç	Çıkış Statik Basınç	Mekanik Güç (kW)	Motor Verimi	Şaft Gücü	Verim
KS-18	Vantilatör	33	7,340133	0,478	3,509501	-34	162	0,687862	0,847	1,90575	36,09%
	Aspiratör	14	4,780914	0,533	2,5498242	-119	138	0,655305	0,782	1,38414	47,34%
KS-19	Vantilatör	16	5,111013	0,546	2,7901222	-84	187	0,756123	0,847	1,67706	45,09%
	Aspiratör	25	6,388766	0,443	2,8330662	-17	286	0,858419	0,814	2,22222	38,63%
KS-20	Vantilatör	31	7,114228	0,357	2,5374887	-109	351	1,167245	0,86	2,7864	41,89%
	Aspiratör	52	9,214009	0,430	3,9599967	-40	196	0,934559	0,814	2,14896	43,49%
KS-21	Vantilatör	26	6,515288	0,383	2,4929186	-75	273	0,867536	0,847	1,80411	48,09%
	Aspiratör	35	7,559289	0,444	3,354601	-51	92	0,479708	0,797	1,17159	40,95%
KS-22	Vantilatör	22	5,993193	0,381	2,2857321	-134	259	0,898293	0,831	2,04426	43,94%
	Aspiratör	24	6,259686	0,355	2,2203483	-16	171	0,415205	0,815	0,978	42,45%
KS-23	Vantilatör	38	7,876599	0,414	3,2593447	-270	104	1,218995	0,86	2,6058	46,78%
	Aspiratör	23	6,127889	0,389	2,3826151	-30	125	0,369305	0,815	0,75795	48,72%
KS-24	Vantilatör	25	6,388766	0,570	3,6415964	-25	108	0,484332	0,815	0,978	49,52%
	Aspiratör	22	5,993193	0,588	3,5223076	-11	47	0,204294	0,615	0,46125	44,29%
KS-25	Vantilatör	33	7,340133	0,587	4,3122473	-28	127	0,668398	0,847	1,44837	46,15%
	Aspiratör	42	8,280787	0,537	4,4484386	-37	105	0,631678	0,831	1,47087	42,95%
KS-26	Vantilatör	21	5,8554	0,534	3,129489	-16	172	0,588344	0,815	1,24695	47,18%
	Aspiratör	18	5,421047	0,561	3,0389958	-21	166	0,568292	0,815	1,1736	48,42%
KS-27	Vantilatör	41	8,181612	0,591	4,8386708	-43	384	2,066112	0,876	4,41504	46,80%
	Aspiratör	24	6,259686	0,350	2,1908902	-128	457	1,281671	0,86	2,8122	45,58%
KS-28	Vantilatör	32	7,228063	0,410	2,9616989	-36	334	1,095829	0,847	2,36313	46,37%
	Aspiratör	31	7,114228	0,350	2,4899799	-96	179	0,684744	0,815	1,7115	40,01%
KS-29	Vantilatör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									
	Aspiratör	26	6,515288	0,383	2,4929186	-71	120	0,476147	0,815	0,95355	49,93%
KS-30	Vantilatör	32	7,228063	0,444	3,2076121	-138	395	1,709657	0,86	3,483	49,09%
	Aspiratör	31	7,114228	0,381	2,7132813	-18	126	0,390713	0,815	0,80685	48,42%
EA-31	Aspiratör	34	7,450517	0,556	4,1450654	-75	152	0,94093	0,831	1,96947	47,78%
EA-32	Aspiratör	28	6,761234	0,455	3,0746036	-10	100	0,338206	0,797	0,69339	48,78%
EA-33	Aspiratör	Kayışı Kopmuş. Doğru Elektriksel Sonuç Alınmadığı İçin Verim Hesaplanamadı.									



Fotoğraf 3. 66. Klima Santrali Akış Şeması Görünümü

Aşağıdaki tabloda çatı aspiratörlerine ait genel bilgi tablosu bulunmaktadır.

Tablo 3. 70. 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	0,03	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	Ölçüm alınamamıştır.	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	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-6	6. Blok 1. Kat Dekanlık Bölümü WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	1.000	0,02	0,5	0,03	1
CTA-7	5. Blok 3. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	0,18	1
CTA-8	4. Blok 3. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	Ölçüm alınamamıştır.	1
CTA-9	2. Blok 2. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	200	0,015	0,25	0,15	1
CTA-10	2. Blok 1. Kat ve 2. Kat WC'ler	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	300	0,015	0,25	0,03	1
CTA-11	14. Blok Doktor Odaları Bölümü	Çatı Tipi Egzost Aspiratörü	1.000	0,02	0,5	Ölçüm alınamamıştır.	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	Ölçüm alınamamıştır.	1

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



Fotoğraf 3. 67. Çatı Aspiratörleri Genel Görünümleri

Kompresör

Hastane binasının hava ihtiyacını karşılamak amacıyla 1 adet kompresör kullanılmaktadır. Bu kompresörlerin yıldız üçgen bağlantılı, 15 kW, 2920 rpm kapasiteli olarak çalışmaktadır. Aşağıda kompresörlere ait elektriksel ölçüm sonucu, kompresörün genel görünümü ve etiket bilgisi paylaşılmıştır.

23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Vrms ph-n	320,51 V (f)	328,58 V (f)	338,34 V (f)	8,33 A (f)	
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Vrms ph-ph	396,32 V (f)	398,0 V (f)	398,85 V (f)		
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Arms	25,4 A (f)	25,8 A (f)	27,5 A (f)	8,7 A (f)	
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Frekans	50,02 Hz (f)				
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Dengelessi Vt					0,49% (f)
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Dengelessi Vv					0,15% (f)
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Dengelessi An					1,04% (f)
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Dengelessi Aa					0,18% (f)
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	THD V	1,18 % (f)	1,08 % (f)	1,28 % (f)	39,11 % (f)	
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	THD A	2,31 % (f)	2,18 % (f)	2,38 % (f)	4,92 % (f)	
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Ölçülen Güç	5,13 kW (f)	5,4 kW (f)	5,63 kW (f)		18,10 kW (f)
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Görünür Güç	5,83 kVA (f)	5,88 kVA (f)	6,33 kVA (f)		18,00 kVA (f)
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Yerelden edilen Güç	2,85 kW	2,40 kW	2,95 kW		8,21 kW
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Güç Faktörü	0,88	0,92	0,89		0,9
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	cos Phi	0,87	0,91	0,88		0,89
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Aktif Enerji					
23.02.2023 13:57:12 S21m.an.	Açık Enerji					

Fotoğraf 3. 68. Kompresör Elektriksel Ölçüm Sonucu



Fotoğraf 3. 69. Kompresör Genel Görünüm



Fotoğraf 3. 70. Kompresör Etiket Bilgisi

Kompresördeki nemli havanın kurutulmasını sağlamak amacıyla 2 adet basınçlı hava kurutucu kullanılmaktadır. Bu kurutuculara ait genel görünüm ve etiket bilgileri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 71. Basınçlı Hava Kurutucu Genel Görünüm ve Etiket Bilgileri

Kompresör çıkışındaki basınç dalgalarını absorbe etmek amacıyla 1 adet hava tankı kullanılmaktadır. Bu hava tankına ait genel görünüm ve etiket bilgisi aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 72. 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 1 adet vakum tankı bulunmaktadır. 5,5 kW (7,5 Hp) güçte, 1450 rpm devir kapasitesinde 2 adet düz çalışmakta olan pompa bulunmaktadır. Pompalardan yalnızca bir tanesi çalışmaktadır.

Aşağıda pompalardan alınan ölçümler ve etiket bilgisi paylaşılmıştır.

23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Vrms ph-n	228,09 V (f)	230,14 V (f)	229,13 V (f)	0,04 V (f)	
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Vrms ph-ph	396,39 V (f)	398,35 V (f)	395,66 V (f)		
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Arms	11,3 A (f)	11,5 A (f)	11,6 A (f)	0,7 A (f)	
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Frekans	50,017 Hz (f)				
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Dengesiz Vn					0,42% (f)
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Dengesiz V2					0,06% (f)
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Dengesiz An					5,88% (f)
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Dengesiz Az					3,70% (f)
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	THD V	1,03 % (f)	1,2 % (f)	1,11 % (f)	34,89 % (f)	
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	THD A	2,31 % (f)	2,27 % (f)	2,17 % (f)	4,98 % (f)	
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Etkin Güç	1,86 kW (f)	1,94 kW (f)	1,86 kW (f)		5,66 kW (f)
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Görünür Güç	2,46 kVA (f)	2,55 kVA (f)	2,55 kVA (f)		7,56 kVA (f)
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Yeniden etkin Güç	1,59 kW	1,62 kW	1,72 kW		4,93 kW
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Güç Faktörü	0,7	0,72	0,68		0,7
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	cos phi	0,72	0,77	0,7		0,74
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Aktif Enerji					
23.02.2023 13:46:18 424n.sn.	Açık Enerji					

Fotoğraf 3. 73. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Elektriksel Ölçüm Sonucu



Fotoğraf 3. 74. 5,5 kW Güce Sahip Pompanın Genel Görünüm ve Etiket Bilgisi

3.7. Elektrik Sistemleri ve Ekipmanları

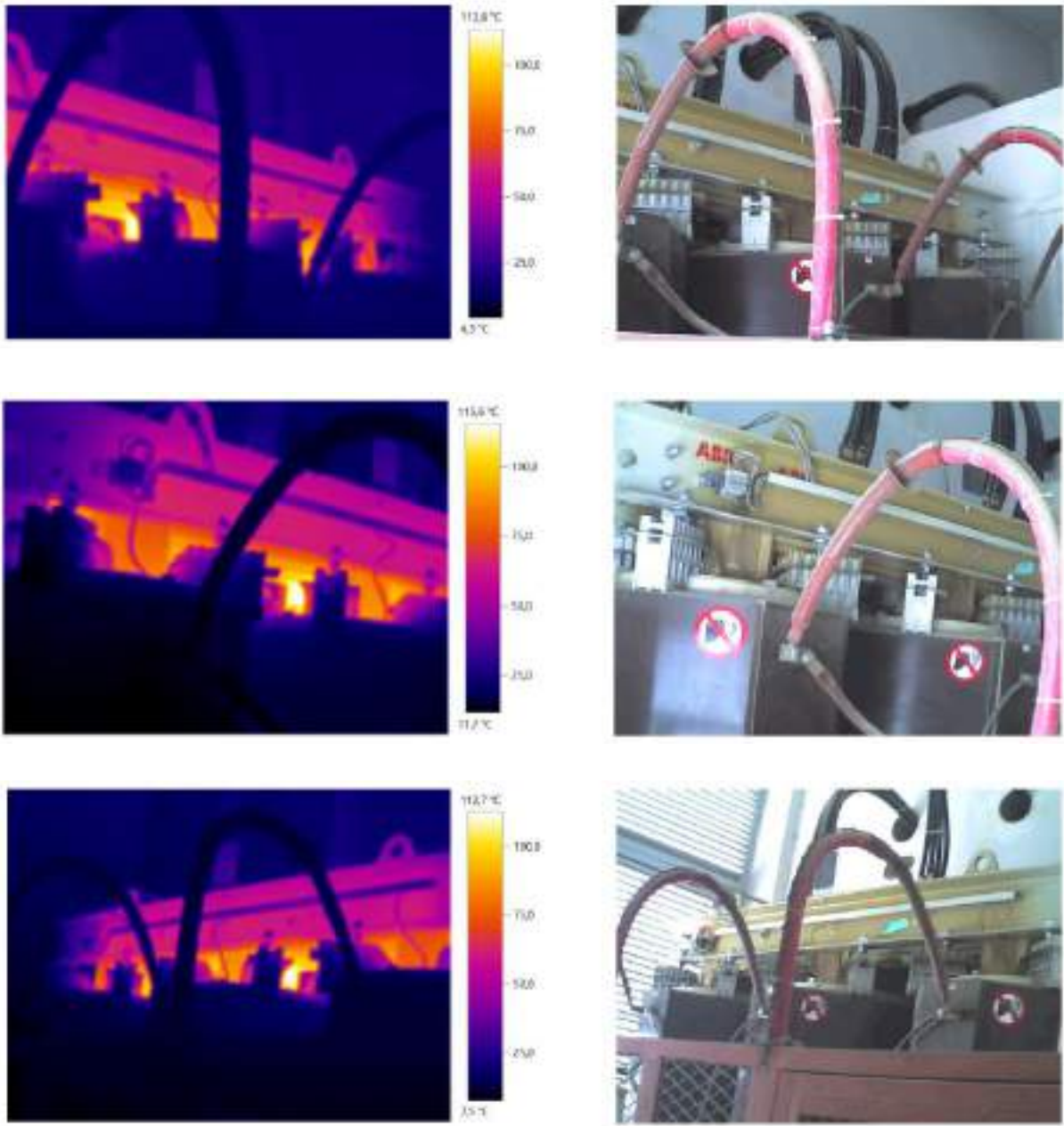
3.7.1. Elektrik Tesisatı

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Hastanesi 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 birbiriyle senkron çalışan 2 adet 1875 kVA'lık jeneratör mevcuttur. Transformatörler, orta gerilim hücreleri ve jeneratörler, Tıp Fakültesi ve Hastane Binasının dışında bağımsız bir bölümde tesis edilmiştir.

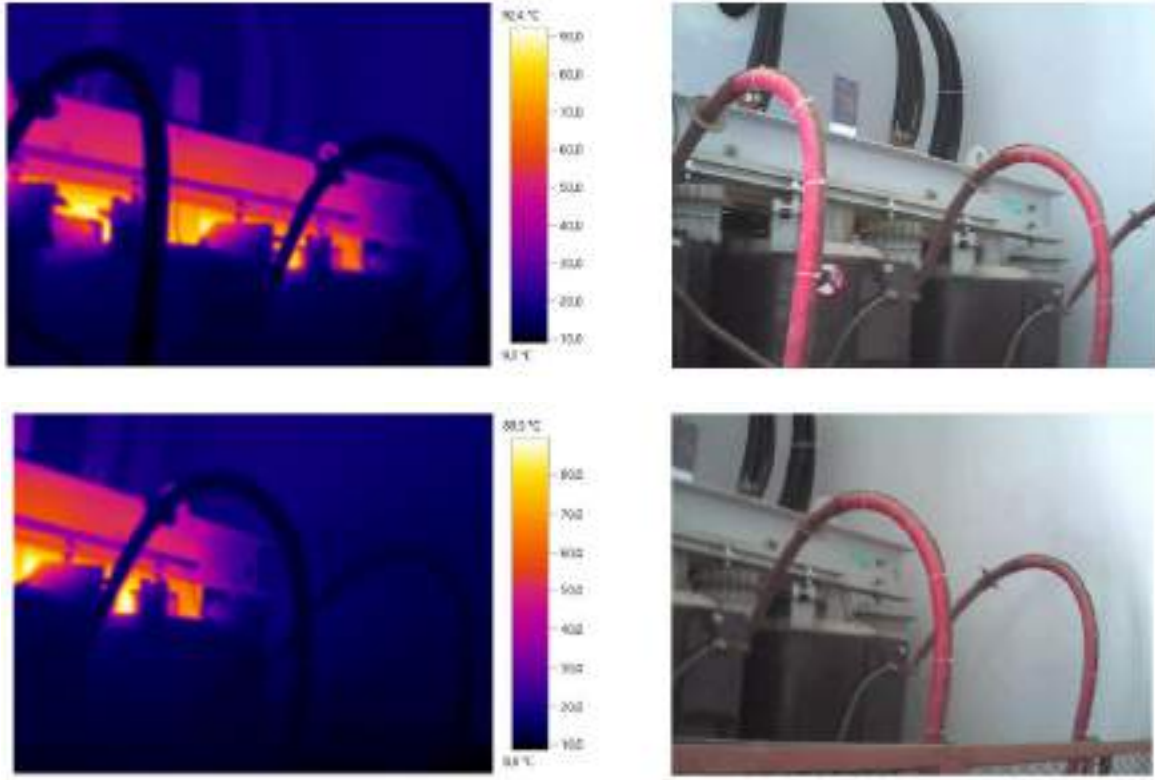
Aşağıda, transformatörler ve jeneratörlere ait fotoğraflar ile birlikte, termal kamera ölçümlerinden örnekler gösterilmiştir. Ayrıca, tüm ölçüm sonuçları eklerde paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 75. 2 adet 2500 kVA'lık Trafoların (TR-1 ve TR-2) Genel Görünümleri



Fotoğraf 3. 76. Transformör-1 Termal Kamera Görüntüleri



Fotoğraf 3. 77. Transformator-2 Termal Kamera Görüntüleri

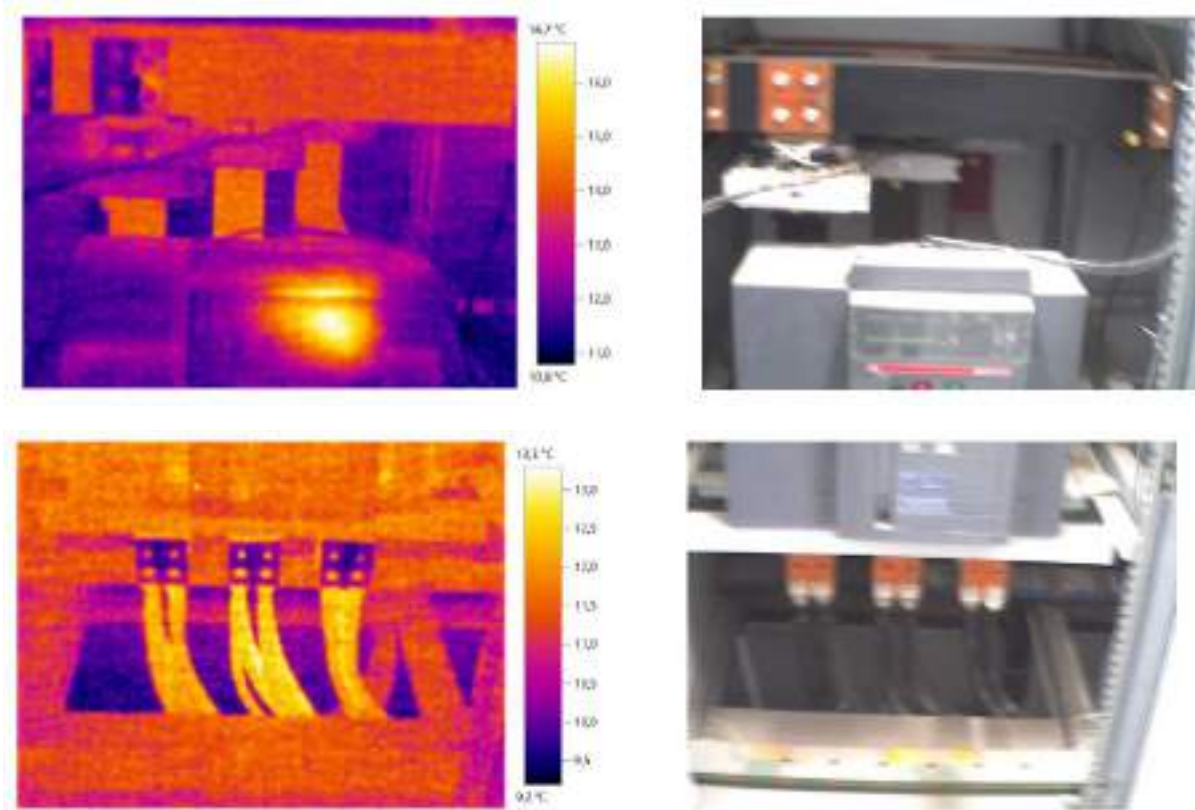
Transformatörlerde yapılan termal görüntülemelerde, transformator-1 de yüksek sıcaklıklar ölçülmüştür. Yukarıda belirtilen sıcaklık seviyelerinin olumsuzluğa sebep olup olmayacağını anlaşılabilmesi için, transformatorün teknik özellikleri paralelinde, işletme tarafından bu durumun dikkate alınıp değerlendirilmesi faydalı olacaktır. Transformatörlere ait termal kamera görüntüleri ek dosyalarda ayrıca paylaşılmıştır.

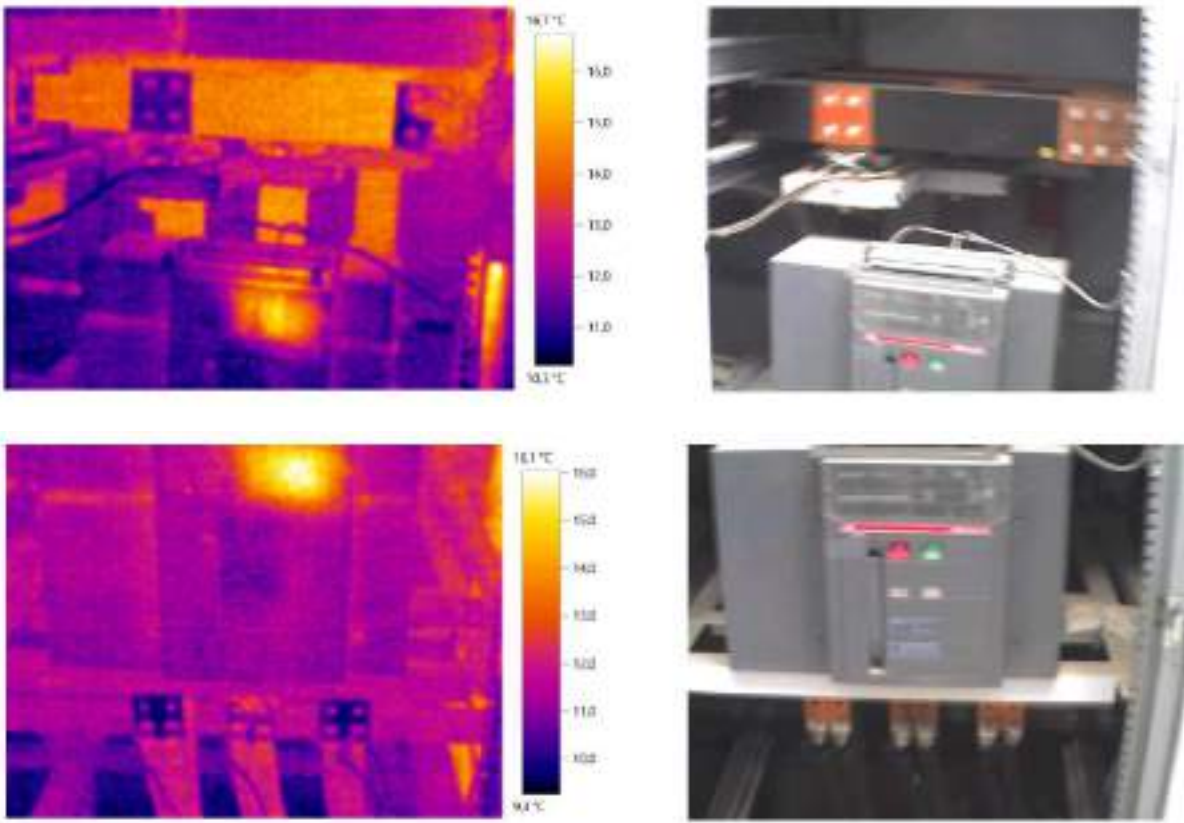


Fotoğraf 3. 78. 2 Adet 1875 kVA'lık Jeneratörlerin Genel Görünümü



Fotoğraf 3. 79. Ana Dağıtım Panosu Görünümü





Fotoğraf 3. 80. Ana Dağıtım Panosu Termal Kamera Görüntüleri



Fotoğraf 3. 81. Ana Dağıtım Panosunda Enerji Analizörü Ölçümleri

Tarih	İşlev	L1N(V) / L1(A) Ort	L2N(V) / L2(A) Ort	L3N(V) / L3(A) Ort	Toplam Ort
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Vrms ph-n	231,02 V	232,35 V	231,59 V	
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Vrms ph-ph	401,01 V	402,09 V	400,59 V	
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Arms	496,8 A	512,2 A	465,6 A	
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Frekans	49,99 Hz			
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	THD V	1,06 %	1,2 %	1,18 %	
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	THD A	6,64 %	6,1 %	7,98 %	
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Etkin Güç	114,16 kW	118,57 kW	107,16 kW	339,9 kW
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Görünür Güç	114,75 kVA	118,98 kVA	107,8 kVA	341,75 kVA
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Yeriden etkin Güç	-8,23 kvar	-5,5 kvar	9,86 kvar	-3,9 kvar
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	Güç Faktörü	0,99	1	0,99	0,99
23.02.2023 17:45:44 660m.sn.	cos Phi	1	1	1	1

Fotoğraf 3. 82.TR-1 ADP Ana Besleme Noktası Elektriksel Ölçüm Verileri

Tarih	İşlev	L1N(V) / L1(A) Ort	L2N(V) / L2(A) Ort	L3N(V) / L3(A) Ort	Toplam Ort
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Vrms ph-n	231,04 V	232,68 V	231,95 V	
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Vrms ph-ph	401,2 V	402,69 V	401,05 V	
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Arms	489,3 A	492,3 A	413,1 A	
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Frekans	50,017 Hz			
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	THD V	1,07 %	1,19 %	1,18 %	
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	THD A	6,88 %	6,22 %	8,81 %	
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Etkin Güç	112,55 kW	114,4 kW	95,24 kW	322,2 kW
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Görünür Güç	113,04 kVA	114,54 kVA	95,82 kVA	324,42 kVA
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Yeriden etkin Güç	-6,89 kvar	2,61 kvar	-6,01 kvar	-10,32 kvar
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	Güç Faktörü	1	1	0,99	0,99
23.02.2023 17:55:30 343m.sn.	cos Phi	1	1	1	1

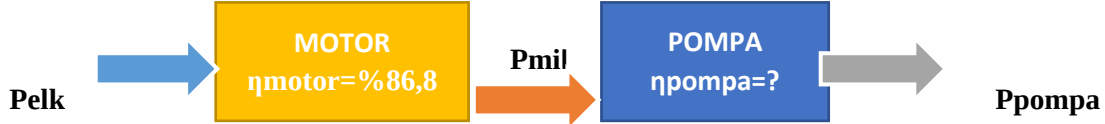
Fotoğraf 3. 83.TR-2 ADP Ana Besleme Noktası Elektriksel Ölçüm Verileri

Yapılan ölçümler sonucunda akım, gerilim, frekans değerlerinde herhangi bir dengesizlik görülmemiştir. 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

Kırıkkale Tıp Fakültesi 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 “Klima Santrali Isıtma Hattı Zon-1” pompasına ait verim hesabı paylaşılmıştır. Diğer pompalara ait verimler Tablo 3.55’de paylaşılmıştır.



Tablo 3. 71. Klima Santrali Isıtma Hattı Zon-1 Pompası Verim Hesabı Girdileri

BİLGİLER	
Pelk (Ölçüm Gücü)	3,74 kW
ηmotor teorik	87,70%
Motor verim kaybı	0,00%
ηmotor	87,70%
Giriş Basıncı	4,00 bar
Çıkış Basıncı	5,00 bar
Giriş Basıncı	400.000 Pa
Çıkış Basıncı	500.000 Pa
Debi	83,58 m ³ /h
Sıvı Yoğunluğu	1.000 kg/m ³
Yer Çekimi İvmesi	9,81 m/s ²
Çalışma Sıcaklığı	10 °C
Motor Verim Sınıfı	IE2

POMPA GÜCÜ HESABI;

$$P_{pompa} = \Delta P \times \text{Debi}$$

$$P_{pompa} = 100 \text{ kPa} \times 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_{pompa} = 2,32 \text{ kW}$$

POMPA SIVI BASMA YÜKSEKLİĞİ HESABI

$$H = \frac{\Delta P}{\rho \times g} = \frac{100.000 \text{ Pa}}{1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2} =$$

$$H = \text{Pompa Sıvı Basma Yüksekliği (mt)}$$

$$\Delta P = \text{Basınç Farkı (Pa)}$$

$$\rho = \text{Sıvının Yoğunluğu (kg/m}^3\text{)}$$

$$g = \text{Yerçekimi İvmesi (m/s}^2\text{)}$$

Pmil GÜCÜ HESABI

$$P_{mil} = P_{elk} \times \eta_{motor}$$

$$P_{mil} = 3,74 \text{ kW} \times 87,70\%$$

$$P_{mil} = 3,28 \text{ kW}$$

POMPA VERİM HESABI

$$\eta_{pompa} = \frac{P_{pompa}}{P_{mil}} = \frac{2,3217 \text{ kW}}{3,28 \text{ kW}} = 70,78\%$$

SİSTEMİN TOPLAM VERİMİ

$$\eta_{sistem} = \frac{P_{pompa}}{P_{elk}} = \frac{2,32 \text{ kW}}{3,74 \text{ kW}} = 62,08\%$$

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

Tablo 3. 72. Pompalara Ait Genel Bilgiler

No	Çalışma Bölgesi	Frekans İnvertörü	Debi		Basma Yüksekliği		Motor Gücü		Devir d/dk	Adet	Verim Sınıfı	Verim	İmal Yılı	Açıklama
			Dizayn	Ölçülen	Dizayn	ΔP (bar)	Dizayn	Ölçülen						
1	KS Isıtma Hattı Zon-1	Yok	105	83,58	1,27	1	5,5	3,74	1460	2	IE2	62,08%	2010	1 asıl 1 yedek
2	KS Isıtma Hattı Zon-2	Yok	170	155,31	1,86	0,8	11	7,55	1460	2	IE2	45,71%	2010	1 asıl 1 yedek
3	FCU Isıtma Hattı Zon-1	Yok	8	1,93	1	0,4	0,585	0,35	2800	2	IE2	6,13%	2010	2 asıl
4	FCU Isıtma Hattı Zon-2	Yok	48	30,307	1,3	0,2	1,45	0,98	2800	2	IE2	17,18%	2010	2 asıl
5	FCU Isıtma Hattı Zon-3	Yok	8	3,162	1	0,5	0,585	0,36	2800	2	IE2	12,20%	2010	2 asıl
6	Kullanım Sıcak Suyu Eşanjör Devresi	Yok	31	29,78	1	0,8	1,59	1,12	2800	2	IE2	59,09%	2010	2 asıl
7	Radyatör Devresi Sirkülasyon Pompası	Yok	9,5	-	0,93	0,48	0,245-0,39	0,02-0,26	2800	2	IE2	-	2016	2 asıl
8	Boylar (Sıcak Su) Sirkülasyon Pompası	Yok	-	-	-	0,7	0,75	0,08	-	2	-	-	-	2 asıl
9	Yumuşak Su Sirkülasyon Pompası	Yok	70	-	1,6	-	1,5	0,05	2890	2	IE2	-	2011	1 asıl 1 yedek
10	Soğutma Grubu Pompaları	Yok	170	147,545	1,7	0,87	11	10,98	2930	5	IE2	32,48%	2012	4 asıl 1 yedek
11	FCU Soğutma Hattı Zon-1	Yok	165	21,09	1,7	0,87	11	10,92	2930	2	IE2	4,67%	2011	1 asıl 1 yedek
12	FCU Soğutma Hattı Zon-2	Yok	165	165,72	1,7	0,87	11	11,58/11,1	2930	4	IE2	34,59%	2012	4 asıl
13	FCU Soğutma Hattı Zon-3	Yok	136	17,48	2,25	1,15	7,5	7,65	2920	2	IE2	7,31%	2011	1 asıl 1 yedek
14	KS Soğutma Hattı Zon-1	Yok	165	130,87	1,7	0,87	11	11,13	2930	2	IE2	28,42%	2011	1 asıl 1 yedek
15	KS Soğutma Hattı Zon-2	Yok	165	44,66	1,7	0,87	11	9,06	2930	2	IE2	11,92%	2012	1 asıl 1 yedek

Hastane binasında boyler (sıcak su) sirkülasyon pompasının etiket bilgileri okunamamıştır. Yumuşak su sirkülasyon, boyler sirkülasyon pompası ve radyatör devresi sirkülasyon pompasının debi ölçümü yapılamadığından verim hesaplanamamıştır.

Hastane binasında yer alan pompaların imal yılı genel olarak 2010 ve 2011 yılıdır. 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. 84. Klima Santrali Zon-2 Isıtma Pompaları



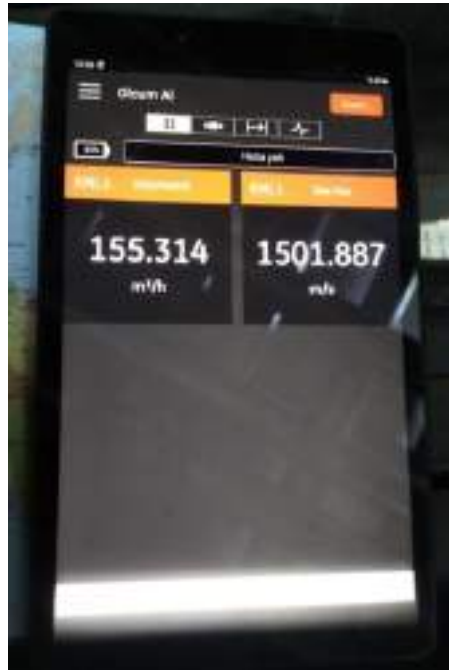
Fotoğraf 3. 85. Soğutma Grubu (Chiller) Sikülasyon Pompaları



Fotoğraf 3. 86. Klima Santrali Zon-2 Isıtma Pompa ve Pompa Motoru Etiketi

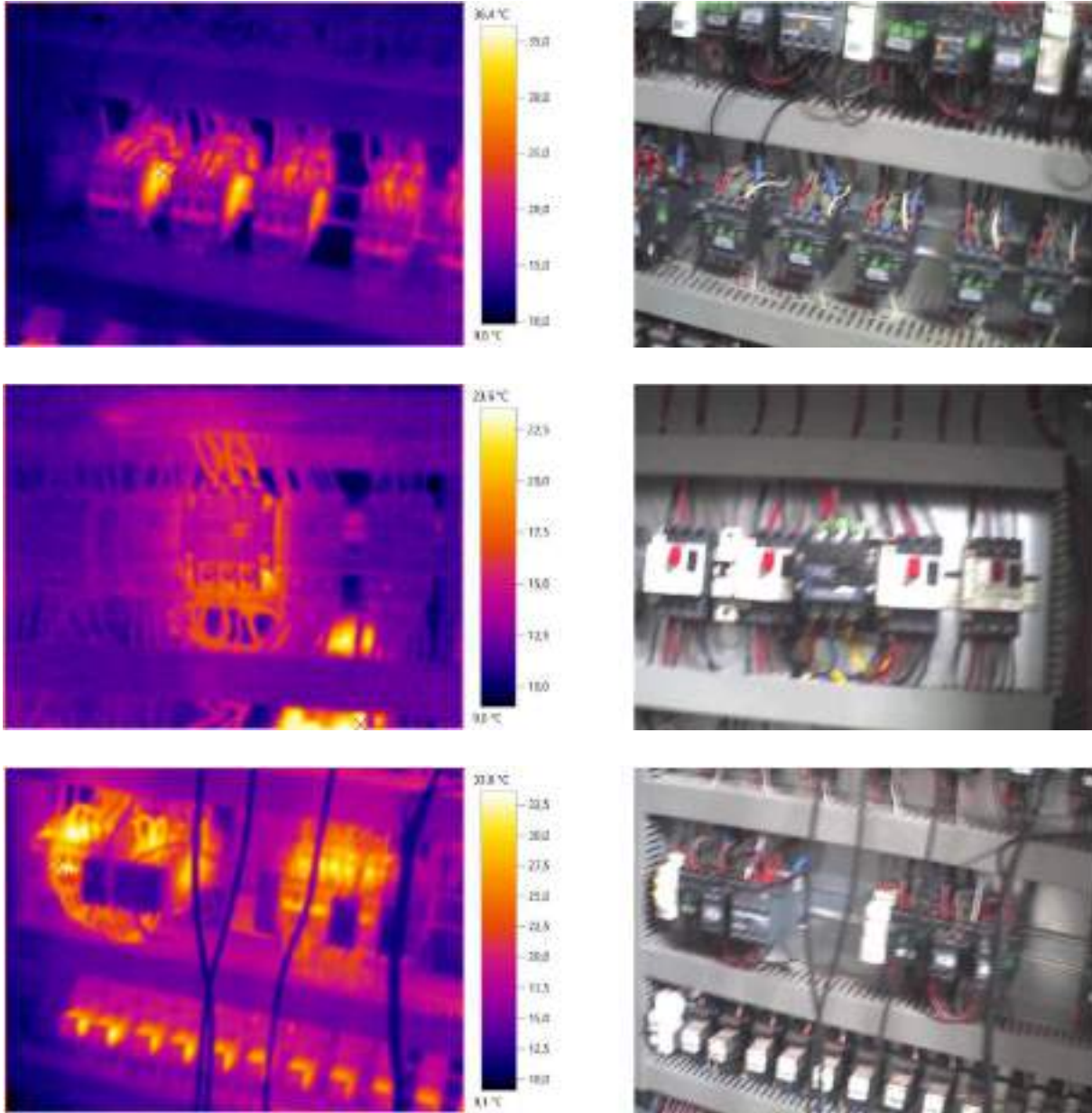


Fotoğraf 3. 87. Soğutma Grubu (Chiller) Sirkülasyon Pompa ve Pompa Motoru Etiketi



Fotoğraf 3. 88. Klima Santrali Zon-2 Isıtma Pompası Debi Ölçüm Sonucu

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



Fotoğraf 3. 89. Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri

3.7.2.1. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Enerji Verimliliği Önlemleri

Hastane binasında bulunan “Radyatör Devresi Sirkülasyon Pompası, Boyler (Sıcak Su) Sirkülasyon Pompası ve Yumuşak Su Sirkülasyon 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.

$$P_{\text{tasarruf}} = P_{\text{mevcut}} - P_{\text{yeni}}$$

$$P_{\text{tasarruf}} = 10,92 \text{ kW} - 0,340 \text{ kW}$$

$$P_{\text{tasarruf}} = 10,6 \text{ kW}$$

$$P_{\text{yıllık tasarruf}} = 10,6 \text{ kW} \times 1.800 \text{ saat} = 19.040,98 \text{ kWh/yıl}$$

$$P_{\text{yıllık tasarruf}} = 58.075,60 \text{ TL/Yıl}$$

$$\text{Yatırım Miktarı} = 443.332,80 \text{ TL}$$

$$\text{Basit Geri Ödeme Süresi} = 443.332,80 \text{ TL} / 58.075,60 \text{ TL/Yıl} = 7,63 \text{ yıl}$$

Tablo 3. 73. 29 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	2	3,74	1,72	62,08%	74,30%	2,02	4320	8.704,40
2	KS Isıtma Hattı Zon-2	2	7,55	2,46	45,71%	71,20%	5,09	4320	22.000,95
3	FCU Isıtma Hattı Zon-1	2	0,35	0,01	6,13%	28,60%	0,34	4320	1.485,49
4	FCU Isıtma Hattı Zon-2	2	0,98	0,10	17,18%	57,70%	0,88	4320	3.813,93
5	FCU Isıtma Hattı Zon-3	2	0,36	0,01	12,20%	28,60%	0,35	4320	1.500,94
6	Kullanım Sıcak Suyu Eşanjör Devresi	2	1,12	0,39	59,09%	58,80%	0,73	8760	6.402,31
7	Soğutma Grubu Pompaları	5	10,98	2,19	32,48%	61,30%	8,79	1800	15.828,94
8	FCU Soğutma Hattı Zon-1	2	10,92	0,34	4,67%	67,00%	10,58	1800	19.040,98
9	FCU Soğutma Hattı Zon-2	4	11,58/11,1	2,29	34,59%	57,10%	9,29	1800	16.727,12
10	FCU Soğutma Hattı Zon-3	2	7,65	0,38	7,31%	68,70%	7,27	1800	13.078,47
11	KS Soğutma Hattı Zon-1	2	11,13	2,07	28,42%	65,40%	9,06	1800	16.310,34
12	KS Soğutma Hattı Zon-2	2	9,06	0,72	11,92%	67,00%	8,34	1800	15.005,58
TOPLAM									139.899,47

Aşağıda bu uygulamanın gerçekleşmesiyle sağlanacak tasarruf miktarı, yatırım tutarı ve geri ödeme süresi paylaşılmıştır. Pompaların yenilenmesi önlemine ek olarak klima santralleri ısıtma ve soğutma hatlarında bulunan 3 yollu vanaların 2 yollu kombine olarak değiştirilmesi de irdelenmiştir.

Tablo 3. 74. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Tasarruf Tablosu

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
176.260,80	36.361,33	139.899,47	79,37%

Tablo 3. 75. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Analiz Tablosu

	Karma Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	14.991.233,55	TL
B	Enerji tasarrufu	139.899,47	kWh
		12,03	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	457.471,26	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	32,77	Yıl

Tablo 3. 76. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-14.991.233,55 TL	12,75%		14.991.233,55	15%
1	457.471,26 TL	-14.533.762,30 TL		457.471,26		
2	515.798,84 TL	-14.017.963,45 TL				
3	581.563,19 TL	-13.436.400,26 TL				
4	655.712,50 TL	-12.780.687,76 TL				
5	739.315,84 TL	-12.041.371,91 TL				
6	833.578,62 TL	-11.207.793,30 TL				
7	939.859,89 TL	-10.267.933,41 TL				
8	1.059.692,02 TL	-9.208.241,39 TL				
9	1.194.802,76 TL	-8.013.438,63 TL				
10	1.347.140,11 TL	-6.666.298,52 TL				
11	1.518.900,47 TL	-5.147.398,05 TL				
12	1.712.560,28 TL	-3.434.837,76 TL				
13	1.930.911,72 TL	-1.503.926,04 TL				
14	2.177.102,96 TL	673.176,92 TL				
15	2.454.683,59 TL	3.127.860,51 TL				
16	2.767.655,75 TL	5.895.516,26 TL				
17	3.120.531,86 TL	9.016.048,12 TL				
18	3.518.399,67 TL	12.534.447,79 TL				
19	3.966.995,63 TL	16.501.443,42 TL				
20	4.472.787,57 TL	20.974.230,99 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
- 8.353.971,52 TL	20 Yıl	6,83%

Tablo 3. 77. 29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	12.492.694,63
Yatırım Maliyeti (EURO)	365.314
Klima Santrali 2 Yollu Vana Maliyeti (TL)	3.456.350,65
Toplam Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	14.991.233,55
Toplam Yatırım Maliyeti (EUR)	438.377,33
Müteahhit Karı	0%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	139.899,47
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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 (EUR/yıl)	13.377,49
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	457.471,26
Geri Ödeme Süresi	32,77
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	77,64

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. 78. 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	4,00	1,95	2	IE1	83,10%	8760
2	HKS-2 Vantilatör	4,00	4,80	2	IE1	83,10%	8760
3	HKS-3 Vantilatör	2,20	0,81	2	IE1	79,70%	8760
4	HKS-4 Vantilatör	4,00	4,86	2	IE1	83,10%	8760
5	HKS-5 Vantilatör	5,50	Ölçüm Alınamadı	2	IE1	84,70%	8760
6	HKS-6 Vantilatör	7,50	7,92	2	IE1	86,00%	8760
7	HKS-7 Vantilatör	11,00	5,55	4	IE1	87,60%	8760
8	HKS-8 Vantilatör	11,00	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	87,60%	8760
9	HKS-9 Vantilatör	7,90	Ölçüm Alınamadı	2	IE1	86,00%	8760
10	HKS-10 Vantilatör	7,50	7,05	2	EFF2	86,00%	8760
11	HKS-11 Vantilatör	4,00	4,95	2	IE1	83,10%	8760
12	HEA-1 Aspiratör	1,50	0,60	2	EFF2	77,20%	8760
13	HEA-2 Aspiratör	1,50	1,71	2	IE1	77,20%	8760
14	HEA-3 Aspiratör	0,75	0,36	2	IE1	72,10%	8760
15	HEA-4 Aspiratör	1,50	1,20	2	EFF2	77,20%	8760
16	HEA-5 Aspiratör	2,20	1,95	2	IE1	79,70%	8760
17	HEA-6 Aspiratör	5,50	3,78	2	IE1	84,70%	8760
18	HEA-7 Aspiratör	4,00	2,85	4	IE1	83,10%	8760
19	HEA-8 Aspiratör	5,50	Ölçüm Alınamadı	4	EFF2	84,70%	8760
20	HEA-9 Aspiratör	1,10	0,81	2	EFF2	72,90%	8760
21	HEA-10 Aspiratör	3,00	1,11	4	EFF2	81,50%	8760
22	HEA-11 Aspiratör	2,20	Ölçüm Alınamadı	2	IE1	79,70%	8760
23*	KS-1 Vantilatör	15,00	3,00	4	IE1	88,70%	4380
24*	KS-2 Vantilatör	11,00	4,47	4	IE1	87,60%	4380



Sıra Numarası	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Kutup Sayıları	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Yıllık Çalışma Saati
25*	KS-3 Vantilatör	11,00	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	87,60%	4380
26*	KS-4 Vantilatör	11,00	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	87,60%	4380
27*	KS-5 Vantilatör	5,50	2,49	4	IE1	84,70%	4380
28*	KS-6 Vantilatör	7,50	Ölçüm Alınamadı	4	EFF2	86,00%	4380
29*	KS-7 Vantilatör	7,50	3,39	4	EFF2	86,00%	4380
30*	KS-8 Vantilatör	11,00	1,44	4	IE1	87,60%	4380
31*	KS-9 Vantilatör	4,00	2,01	4	IE1	83,10%	4380
32*	KS-10 Vantilatör	7,50	1,02	4	EFF2	86,00%	4380
33*	KS-11 Vantilatör	5,50	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	84,70%	4380
34*	KS-12 Vantilatör	5,50	2,10	4	IE1	84,70%	4380
35*	KS-13 Vantilatör	7,50	3,36	4	IE1	86,00%	4380
36*	KS-14 Vantilatör	3,00	1,53	4	EFF2	81,50%	4380
37*	KS-15 Vantilatör	4,00	2,16	4	IE1	83,10%	4380
38*	KS-16 Vantilatör	1,10	0,75	4	IE1	75,00%	4380
39*	KS-17 Vantilatör	7,50	Ölçüm Alınamadı	4	EFF2	86,00%	4380
40*	KS-18 Vantilatör	5,50	2,25	4	IE1	84,70%	4380
41*	KS-19 Vantilatör	5,50	1,98	4	IE1	84,70%	4380
42*	KS-20 Vantilatör	7,50	3,24	4	IE1	86,00%	4380
43*	KS-21 Vantilatör	5,50	2,13	4	IE1	84,70%	4380
44*	KS-22 Vantilatör	4,00	2,46	4	IE1	83,10%	4380
45*	KS-23 Vantilatör	7,50	3,03	4	EFF2	86,00%	4380
46*	KS-24 Vantilatör	3,00	1,20	4	IE1	81,50%	4380
47*	KS-25 Vantilatör	5,50	1,71	4	IE1	84,70%	4380
48*	KS-26 Vantilatör	3,00	1,53	4	IE1	81,50%	4380
49*	KS-27 Vantilatör	11,00	5,04	4	IE1	87,60%	4380
50*	KS-28 Vantilatör	5,50	2,79	4	IE1	84,70%	4380
51*	KS-29 Vantilatör	5,50	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	84,70%	4380
52*	KS-30 Vantilatör	7,50	4,05	4	EFF2	86,00%	4380
53*	EA-1 Aspiratör	11,00	2,13	4	IE1	87,60%	4380
54*	EA-2 Aspiratör	7,50	3,99	4	EFF2	86,00%	4380
55*	EA-3 Aspiratör	7,50	3,06	4	EFF2	86,00%	4380
56*	EA-4 Aspiratör	7,50	2,85	4	EFF2	86,00%	4380
57*	EA-5 Aspiratör	4,00	1,44	4	IE1	83,10%	4380
58*	EA-6 Aspiratör	5,50	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	84,70%	4380
59*	EA-7 Aspiratör	5,50	0,75	4	IE1	84,70%	4380
60*	EA-8 Aspiratör	5,50	0,42	4	IE1	84,70%	4380
61*	EA-9 Aspiratör	2,20	1,05	-	IE1	79,70%	4380
62*	EA-10 Aspiratör	4,00	1,32	4	IE1	83,10%	4380
63*	EA-11 Aspiratör	4,00	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	83,10%	4380
64*	EA-12 Aspiratör	4,00	1,77	6	IE1	81,40%	4380
65*	EA-13 Aspiratör	5,50	2,85	6	IE1	83,10%	4380

Sıra Numarası	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Ölçülen Güç Tüketimi (kW)	Kutup Sayıları	Verim Sınıfı	Tablo Verimi	Yıllık Çalışma Saati
66*	EA-14 Aspiratör	2,20	1,02	4	IE1	79,70%	4380
67*	EA-15 Aspiratör	2,20	1,17	4	IE1	79,70%	4380
68*	EA-16 Aspiratör	1,10	0,78	4	IE1	75,00%	4380
69*	EA-17 Aspiratör	5,50	1,95	4	IE1	84,70%	4380
70*	EA-18 Aspiratör	4,00	1,77	6	IE1	81,40%	4380
71*	EA-19 Aspiratör	5,50	2,73	6	IE1	83,10%	4380
72*	EA-20 Aspiratör	5,50	2,64	6	IE1	83,10%	4380
73*	EA-21 Aspiratör	4,00	1,47	6	IE2	81,40%	4380
74*	EA-22 Aspiratör	3,00	1,20	4	IE1	81,50%	4380
75*	EA-23 Aspiratör	3,00	0,93	4	EFF2	81,50%	4380
76*	EA-24 Aspiratör	2,20	0,75	4	IE2	79,70%	4380
77*	EA-25 Aspiratör	4,00	1,77	4	IE1	83,10%	4380
78*	EA-26 Aspiratör	3,00	1,44	4	IE1	81,50%	4380
79*	EA-27 Aspiratör	7,50	3,27	4	IE1	86,00%	4380
80*	EA-28 Aspiratör	3,00	2,10	4	EFF2	81,50%	4380
81*	EA-29 Aspiratör	3,00	1,17	4	IE1	81,50%	4380
82*	EA-30 Aspiratör	3,00	0,99	4	EFF2	81,50%	4380
83*	EA-31 Aspiratör	4,00	2,37	4	IE1	83,10%	4380
84*	EA-32 Aspiratör	2,20	0,87	4	IE1	79,70%	4380
85*	EA-33 Aspiratör	2,20	Ölçüm Alınamadı	4	IE1	79,70%	4380

*İnvertör eklenecek elektrik motorları * ile işaretlenmiştir.

Yukarıdaki tabloda kayışları kopuk olduğundan çalışmayan elektrik motorları belirtilmiştir. Bu nedenle elektriksel ölçüm bölümüne ölçüm alınamadı yazılmıştır.

Motorlarda V kayışı kullanılmıştır. 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 panolarından birine ait termal görüntüler aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 90. EA-8 Aspiratör Motoru (Kayışı Kopmuş)



Fotoğraf 3. 91. EA-2 14.Blok Zemin ve 1.Kat Muayeneler Klima Santrali Aspiratörü



Fotoğraf 3. 92. EA-2 14.Blok Zemin ve 1.Kat Muayeneler KS Aspiratör Motoru ve Etiketi



Fotoğraf 3. 93. KS-2 14.Blok Zemin, 1.Kat Muayeneler KS Vantilatör Motoru ve Etiketi

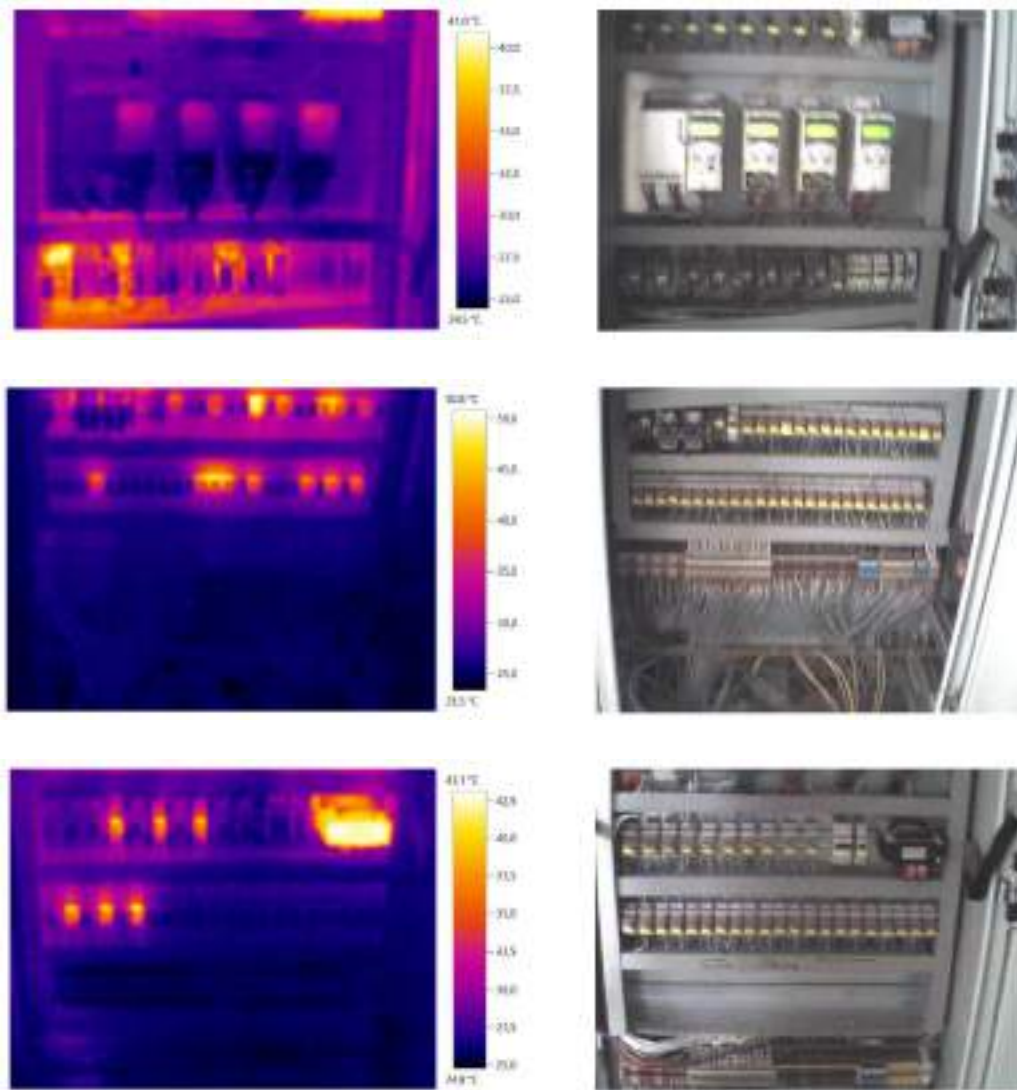
Tarih	İşlev	L1N(V) / L1(A) Ort	L2N(V) / L2(A) Ort	L3N(V) / L3(A) Ort	L4N(V) / N(A) Ort	Toplam Ort
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Vrms ph-n	225,52 V	226,44 V	227,61 V	1,73 V	
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Vrms ph-ph	391,86 V	393,53 V	391,65 V		
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Anms	6,5 A	6,5 A	6,3 A	0,7 A	
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Frekans	49,982 Hz				
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	THD V	0,66 %	0,98 %	0,74 %	23,94 %	
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	THD A	36,6 %	16,6 %	16,36 %	12,98 %	
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Etkin Güç	1,34 kW	1,35 kW	1,31 kW		3,99 kW
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Görünür Güç	1,46 kVA	1,47 kVA	1,43 kVA		4,35 kVA
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Yarıden etkin Güç	500 var	500 var	490 var		1,5 kvar
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Güç Faktörü	0,92	0,92	0,92		0,92
23.02.2023 09:42:10 605m.sn.	Cos Phi	0,94	0,94	0,94		0,94

Fotoğraf 3. 94. EA-2 14.Blok Zemin, 1.Kat Muayeneler KS Aspiratör Motoru Elektriksel Ölçümleri

Tarih	İşlev	L1N(V) / L1(A) Ort	L2N(V) / L2(A) Ort	L3N(V) / L3(A) Ort	LNG(V) / N(A) Ort	Toplam Ort
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Vine ph-n	235,25 V	235,05 V	237,44 V	1,71 V	
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Vine ph-ph	392,32 V	390,96 V	393,34 V		
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Akım	7,8 A	7,3 A	7,2 A	0,5 A	
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Frekans	49,962 Hz				
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	THD V	0,71 %	0,64 %	0,77 %	23,26 %	
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	THD A	25,12 %	27,53 %	26,08 %	4,34 %	
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Edilen Güç	1,56 kW	1,47 kW	1,42 kW		4,47 kW
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Görünür Güç	1,76 kVA	1,64 kVA	1,65 kVA		5,04 kVA
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Tanımlanmış Güç	680 var	550 var	700 var		1,92 kvar
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	Güç Faktörü	0,89	0,9	0,87		0,88
23.02.2023 09:45:14 76m.sn.	cos phi	0,92	0,94	0,9		0,92

Fotoğraf 3. 95. KS-2 14.Blok Zemin ve 1.Kat Muayeneler KS Vantilatör Motoru Elektriksel Ölçümleri

Bir grup klima santralinin vantilatör ve aspiratör motorlarının kontrol edildiği MCC-4 panosundan alınan termal kamera görüntüleri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 96. MCC-4 Elektrik Panosu Termal Kamera Görüntüleri

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 kazançla ilişkin sonuçlar aşağıdaki hesaplarda gösterilmiştir.

3.7.3.1. 85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulaması Enerji Verimliliği Önlemleri

Elektriksel ölçümleri yapılan motorlardan, enerji verimlilik odağı olarak görülenlere ilişkin tasarruf hesaplama sonuçları aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır. Bu önlem kapsamında verimliliği düşük motorların, verimi yüksek motorlarla değişimi, V kayışların dişli V kayış ile değiştirilmesi ve 63 adet klima santraline invertör uygulanması amaçlanmıştır. Bu sonuçlar elde edilirken kullanılan hesaplama adımlarına örnek olması amacıyla aşağıda 1 adet motor için çalışma yapılmıştır.

Tablo 3. 79. KS-30 3-10.Blok 3.Kat Klima Santrali Vantilatör Motoru Hesaplama Bilgileri

Mevcut Motor Bilgileri	
P _{elkm} (Ölçülen Güç)	4,05 kW
Etiket Gücü	7,5 kW
Kutup Sayısı	4
Verimlilik Sınıfı	IE1
Etiket Verimi	86%

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

$$\text{Yük Faktörü} = \frac{(\text{kW}_{\text{ölçüm}} \times \text{Verim})}{\text{kW}_{\text{etiket}}} = \frac{3,45}{7,5} = 45,98\%$$

$$\text{kWe Tasarruf} = (\text{kW}_{\text{etiket}} \times \text{YF} / \text{Eff})_1 - (\text{kW}_{\text{etiket}} \times \text{YF} / \text{Eff})_2$$

	4,05	-	3,77	=	0,28	kWe
Yıllık kWe Tasarruf=	kWe tasarruf	x	Yıllık çalışma saati			
	0,28	x	4380	=	1.243,82	kWh
Yıllık TL Tasarruf=	Yıllık kWe Tasarruf	x	Elektrik Birim Fiyatı			
	1.243,82	x	3,27	=	4.067,29	TL/yıl

Kayış Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf

kWe Tasarruf=	$(kW_{\text{etiket}} \times YF / \text{Eff})_2 \times \text{Yıllık Çalışma Saati} \times \%1$				
kWe Tasarruf=	164,95		kWh/yıl		
Yıllık TL Tasarruf=	Yıllık kWe Tasarruf	x	Elektrik Birim Fiyatı		
	164,95	x	3,27	=	539,39 TL/yıl

Yatırımın Geri Ödeme Süresi

GÖS =	Yatırım Tutarı (motor + kayış) TL	/	Tasarruf Tutarı (motor + kayış) TL
	13.727,8	TL	4.606,68 TL
GÖS =	2,98	Yıl	

HKS-5, HKS-8, HEA-8, HKS-9, HEA-11, KS-3, KS-4, KS-6, EA-6, KS-11, EA-11, KS-17, KS-29 ve EA-33 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. 80. Elektrik Motorları Revizyon ve Geri Ödeme Süreleri

SIRA NO	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Elektrik Tüketimi kWh	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti TL	Önerilen Motor Gücü kW	Önerilen Motor Verimi	Önerilen Motor Yıllık Güç Tüketimi kW	Motor Değişimi İle Sağlanacak Yıllık Tasarruf Miktarı kWh	Kayıp Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Yıllık Tasarruf Miktarı TL	Motor Birim Fiyat TL	Motor Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Kayıp Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Toplam Yatırım Tutarı TL	Geri Ödeme Süresi Yıl
1	HKS-1 (Vantilatör)	4	2	IE1	8760	17.082,00	55.858,14	4	87,01%	14.423,80	2.658,20	0,00	2.658,20	8.692,33	5.830,00	6.996,00	0,00	6.996,00	0,80
2	HKS-2 (Vantilatör)	4	2	IE1	8760	42.048,00	137.496,96	4	89,14%	38.958,32	3.089,68	0,00	3.089,68	10.103,27	5.830,00	6.996,00	0,00	6.996,00	0,69
3	HKS-3 (Vantilatör)	2,2	2	IE1	8760	7.095,60	23.202,61	2,2	79,17%	4.604,03	2.491,57	0,00	2.491,57	8.147,44	3.450,00	4.140,00	0,00	4.140,00	0,51
4	HKS-4 (Vantilatör)	4	2	IE1	8760	42.573,60	139.215,67	4	89,11%	39.449,02	3.124,58	0,00	3.124,58	10.217,38	5.830,00	6.996,00	0,00	6.996,00	0,68
5	HKS-5 (Vantilatör)	5,5	2	IE1	8760	24.371,09	79.693,47	5,5	89,01%	21.542,72	2.828,37	0,00	2.828,37	9.248,78	8.090,00	9.708,00	0,00	9.708,00	1,05
6	HKS-6 (Vantilatör)	7,5	2	IE1	8760	69.379,20	226.869,98	7,5	91,13%	65.039,67	4.339,53	0,00	4.339,53	14.190,27	9.050,00	10.860,00	0,00	10.860,00	0,77
7	HKS-7 (Vantilatör)	11	4	IE1	8760	48.618,00	158.980,86	11	91,86%	45.707,06	2.910,94	0,00	2.910,94	9.518,78	13.920,00	16.704,00	0,00	16.704,00	1,75
8	HKS-8 (Vantilatör)	11	4	IE1	8760	48.742,18	159.386,94	11	91,86%	45.717,68	3.024,50	0,00	3.024,50	9.890,11	13.920,00	16.704,00	0,00	16.704,00	1,69
9	HKS-9 (Vantilatör)	7,5	2	IE1	8760	33.178,50	108.493,70	7,5	89,95%	30.246,10	2.932,40	0,00	2.932,40	9.588,94	9.050,00	10.860,00	0,00	10.860,00	1,13
10	HKS-10 (Vantilatör)	7,5	2	IE1	8760	61.758,00	201.948,66	7,5	91,51%	57.695,24	4.062,76	0,00	4.062,76	13.285,22	9.050,00	10.860,00	0,00	10.860,00	0,82
11	HKS-11 (Vantilatör)	4	2	IE1	8760	43.362,00	141.793,74	4	89,03%	40.201,05	3.160,95	0,00	3.160,95	10.336,31	5.830,00	6.996,00	0,00	6.996,00	0,68
12	HEA-1 (Aspiratör)	1,5	2	IE1	8760	5.256,00	17.187,12	1,5	73,20%	2.472,90	2.783,10	0,00	2.783,10	9.100,72	2.960,00	3.552,00	0,00	3.552,00	0,39
13	HEA-2 (Aspiratör)	1,5	2	IE1	8760	14.979,60	48.983,29	1,5	79,94%	14.797,84	181,76	0,00	181,76	594,37	2.960,00	3.552,00	0,00	3.552,00	5,98
14	HEA-3 (Aspiratör)	0,75	2	IE1	8760	3.153,60	10.312,27	0,75	75,66%	1.555,13	1.598,47	0,00	1.598,47	5.227,01	2.540,00	3.048,00	0,00	3.048,00	0,58
15	HEA-4 (Aspiratör)	1,5	2	IE1	8760	10.512,00	34.374,24	1,5	77,77%	10.316,01	195,99	0,00	195,99	640,90	2.960,00	3.552,00	0,00	3.552,00	5,54
16	HEA-5 (Aspiratör)	2,2	2	IE1	8760	17.082,00	55.858,14	2,2	83,66%	16.179,51	902,49	0,00	902,49	2.951,15	3.450,00	4.140,00	0,00	4.140,00	1,40
17	HEA-6 (Aspiratör)	5,5	2	IE1	8760	33.112,80	108.278,86	5,5	90,78%	30.037,88	3.074,92	0,00	3.074,92	10.054,98	8.090,00	9.708,00	0,00	9.708,00	0,97
18	HEA-7 (Aspiratör)	4	4	IE1	8760	24.966,00	81.638,82	4	90,71%	23.116,46	1.849,54	0,00	1.849,54	6.047,99	6.340,00	7.608,00	0,00	7.608,00	1,26
19	HEA-8 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	8760	24.330,90	79.562,04	5,5	90,49%	22.225,57	2.105,33	0,00	2.105,33	6.884,42	8.320,00	9.984,00	0,00	9.984,00	1,45
20	HEA-9 (Aspiratör)	1,1	2	IE1	8760	7.095,60	23.202,61	1,1	74,10%	6.978,78	116,82	0,00	116,82	382,01	2.740,00	3.288,00	0,00	3.288,00	8,61
21	HEA-10 (Aspiratör)	3	4	IE1	8760	9.723,60	31.796,17	3	83,08%	8.597,68	1.125,92	0,00	1.125,92	3.681,74	5.090,00	6.108,00	0,00	6.108,00	1,66



SIRA NO	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Elektrik Tüketimi kWh	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti TL	Önerilen Motor Gücü kW	Önerilen Motor Verimi	Önerilen Motor Yıllık Güç Tüketimi kW	Motor Değişimi İle Sağlanacak Yıllık Tasarruf Miktarı kWh	Kayıp Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Yıllık Tasarruf Miktarı TL	Motor Birim Fiyat TL	Motor Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Kayıp Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Toplam Yatırım Tutarı TL	Geri Ödeme Süresi Yıl
22	HEA-11 (Aspiratör)	2,2	2	IE1	8760	9.732,36	31.824,82	2,2	83,40%	7.571,17	2.161,19	0,00	2.161,19	7.067,09	3.450,00	4.140,00	0,00	4.140,00	0,59
23	KS-1 (Vantilatör)	15	4	IE1	4380	13.140,00	42.967,80	15	84,96%	11.562,46	1.577,54	115,62	1.693,17	5.536,66	16.830,00	20.196,00	1.769,70	21.965,70	3,97
24	KS-2 (Vantilatör)	11	4	IE1	4380	19.578,60	64.022,02	11	90,49%	18.139,79	1.438,81	181,40	1.620,21	5.298,07	13.920,00	16.704,00	1.693,01	18.397,01	3,47
25	KS-3 (Vantilatör)	11	4	IE1	4380	24.330,90	79.562,04	11	91,86%	22.821,14	1.509,76	228,21	1.737,97	5.683,15	13.920,00	16.704,00	1.769,70	18.473,70	3,25
26	KS-4 (Vantilatör)	11	4	IE1	4380	24.330,90	79.562,04	11	91,86%	22.821,14	1.509,76	228,21	1.737,97	5.683,15	13.920,00	16.704,00	1.769,70	18.473,70	3,25
27	KS-5 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	4380	10.906,20	35.663,27	5,5	89,61%	9.881,42	1.024,78	98,81	1.123,59	3.674,14	8.320,00	9.984,00	731,48	10.715,48	2,92
28	KS-6 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	4380	16.589,25	54.246,85	7,5	91,21%	15.325,19	1.264,06	153,25	1.417,32	4.634,62	9.970,00	11.964,00	1.763,80	13.727,80	2,96
29	KS-7 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	4380	14.848,20	48.553,61	7,5	90,45%	13.656,40	1.191,80	136,56	1.328,36	4.343,74	9.970,00	11.964,00	1.356,77	13.320,77	3,07
30	KS-8 (Vantilatör)	11	4	IE1	4380	6.307,20	20.624,54	11	74,23%	5.135,49	1.171,71	51,35	1.223,07	3.999,43	13.920,00	16.704,00	3.439,12	20.143,12	5,04
31	KS-9 (Vantilatör)	4	4	IE1	4380	8.803,80	28.788,43	4	89,12%	7.970,05	833,75	79,70	913,45	2.986,99	6.340,00	7.608,00	731,48	8.339,48	2,79
32	KS-10 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	4380	4.467,60	14.609,05	7,5	71,82%	3.547,58	920,02	35,48	955,50	3.124,47	9.970,00	11.964,00	1.073,62	13.037,62	4,17
33	KS-11 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	4380	12.165,45	39.781,02	5,5	90,49%	11.112,79	1.052,66	111,13	1.163,79	3.805,60	8.320,00	9.984,00	1.474,75	11.458,75	3,01
34	KS-12 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	4380	9.198,00	30.077,46	5,5	87,91%	8.211,34	986,66	82,11	1.068,77	3.494,88	8.320,00	9.984,00	1.554,98	11.538,98	3,30
35	KS-13 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	4380	14.716,80	48.123,94	7,5	90,45%	13.535,55	1.181,25	135,36	1.316,60	4.305,30	9.970,00	11.964,00	1.557,34	13.521,34	3,14
36	KS-14 (Vantilatör)	3	4	IE1	4380	6.701,40	21.913,58	3	86,33%	6.126,20	575,20	61,26	636,47	2.081,24	5.090,00	6.108,00	1.297,78	7.405,78	3,56
37	KS-15 (Vantilatör)	4	4	IE1	4380	9.460,80	30.936,82	4	89,54%	8.608,12	852,68	86,08	938,76	3.069,74	6.340,00	7.608,00	1.297,78	8.905,78	2,90
38	KS-16 (Vantilatör)	1,1	4	IE1	4380	3.285,00	10.741,95	1,1	85,98%	2.962,15	322,85	29,62	352,47	1.152,57	3.080,00	3.696,00	339,19	4.035,19	3,50
39	KS-17 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	4380	16.589,25	54.246,85	7,5	91,21%	15.325,19	1.264,06	153,25	1.417,32	4.634,62	9.970,00	11.964,00	1.557,34	13.521,34	2,92
40	KS-18 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	4380	9.855,00	32.225,85	5,5	89,18%	8.811,82	1.043,18	88,12	1.131,30	3.699,36	8.320,00	9.984,00	2.123,64	12.107,64	3,27
41	KS-19 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	4380	8.672,40	28.358,75	5,5	87,31%	7.702,95	969,45	77,03	1.046,48	3.421,99	8.320,00	9.984,00	2.554,27	12.538,27	3,66
42	KS-20 (Vantilatör)	7,5	4	IE1	4380	14.191,20	46.405,22	7,5	90,08%	13.008,07	1.183,13	130,08	1.313,21	4.294,18	9.970,00	11.964,00	2.554,27	14.518,27	3,38
43	KS-21 (Vantilatör)	5,5	4	IE1	4380	9.329,40	30.507,14	5,5	88,19%	8.348,75	980,65	83,49	1.064,14	3.479,73	8.320,00	9.984,00	2.123,64	12.107,64	3,48
44	KS-22 (Vantilatör)	4	4	IE1	4380	10.774,80	35.233,60	4	90,23%	9.895,91	878,89	98,96	977,85	3.197,58	6.340,00	7.608,00	1.268,28	8.876,28	2,78



SIRA NO	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Elektrik Tüketimi kWh	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti TL	Önerilen Motor Gücü kW	Önerilen Motor Verimi	Önerilen Motor Yıllık Güç Tüketimi kW	Motor Değişimi İle Sağlanacak Yıllık Tasarruf Miktarı kWh	Kayıp Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Yıllık Tasarruf Miktarı TL	Motor Birim Fiyat TL	Motor Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Kayıp Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Toplam Yatırım Tutarı TL	Geri Ödeme Süresi Yıl
45	KS-23 (Ventilatör)	7,5	4	IE1	4380	13.271,40	43.397,48	7,5	89,45%	12.096,34	1.175,06	120,96	1.296,03	4.238,01	9.970,00	11.964,00	2.123,64	14.087,64	3,32
46	KS-24 (Ventilatör)	3	4	IE1	4380	5.256,00	17.187,12	3	84,00%	4.695,36	560,64	46,95	607,59	1.986,83	5.090,00	6.108,00	1.026,43	7.134,43	3,59
47	KS-25 (Ventilatör)	5,5	4	IE1	4380	7.489,80	24.491,65	5,5	85,49%	6.550,62	939,18	65,51	1.004,69	3.285,33	8.320,00	9.984,00	2.123,64	12.107,64	3,69
48	KS-26 (Ventilatör)	3	4	IE1	4380	6.701,40	21.913,58	3	86,33%	6.126,20	575,20	61,26	636,47	2.081,24	5.090,00	6.108,00	1.268,28	7.376,28	3,54
49	KS-27 (Ventilatör)	11	4	IE1	4380	22.075,20	72.185,90	11	91,27%	20.621,58	1.453,62	206,22	1.659,84	5.427,67	13.920,00	16.704,00	1.693,01	18.397,01	3,39
50	KS-28 (Ventilatör)	5,5	4	IE1	4380	12.220,20	39.960,05	5,5	90,49%	11.162,80	1.057,40	111,63	1.169,03	3.822,72	8.320,00	9.984,00	1.026,43	11.010,43	2,88
51	KS-29 (Ventilatör)	5,5	4	IE1	4380	12.165,45	39.781,02	5,5	90,49%	11.112,79	1.052,66	111,13	1.163,79	3.805,60	8.320,00	9.984,00	731,48	10.715,48	2,82
52	KS-30 (Ventilatör)	7,5	4	IE1	4380	17.739,00	58.006,53	7,5	91,56%	16.495,18	1.243,82	164,95	1.408,77	4.606,69	9.970,00	11.964,00	1.763,80	13.727,80	2,98
53	EA-1 (Aspiratör)	11	4	IE1	4380	9.329,40	30.507,14	11	82,61%	8.084,88	1.244,52	80,85	1.325,37	4.333,96	13.920,00	16.704,00	0,00	16.704,00	3,85
54	EA-2 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	4380	17.476,20	57.147,17	7,5	91,45%	16.232,13	1.244,07	162,32	1.406,39	4.598,89	9.970,00	11.964,00	1.433,46	13.397,46	2,91
55	EA-3 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	4380	13.402,80	43.827,16	7,5	89,45%	12.216,10	1.186,70	122,16	1.308,86	4.279,97	9.970,00	11.964,00	1.516,04	13.480,04	3,15
56	EA-4 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	4380	12.483,00	40.819,41	7,5	88,97%	11.331,09	1.151,91	113,31	1.265,22	4.137,27	9.970,00	11.964,00	1.516,04	13.480,04	3,26
57	EA-5 (Aspiratör)	4	4	IE1	4380	6.307,20	20.624,54	4	85,88%	5.514,03	793,17	55,14	848,31	2.773,99	6.340,00	7.608,00	1.203,40	8.811,40	3,18
58	EA-6 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	4380	12.165,45	39.781,02	5,5	90,49%	11.112,79	1.052,66	111,13	1.163,79	3.805,60	8.320,00	9.984,00	1.232,89	11.216,89	2,95
59	EA-7 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	4380	3.285,00	10.741,95	5,5	67,54%	2.487,83	797,17	24,88	822,05	2.688,11	8.320,00	9.984,00	1.073,62	11.057,62	4,11
60	EA-8 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	4380	1.839,60	6.015,49	5,5	39,23%	1.149,81	689,79	11,50	701,29	2.293,22	8.320,00	9.984,00	0,00	9.984,00	4,35
61	EA-9 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	4380	4.599,00	15.038,73	2,2	84,89%	4.147,17	451,83	41,47	493,30	1.613,09	4.260,00	5.112,00	781,03	5.893,03	3,65
62	EA-10 (Aspiratör)	4	4	IE1	4380	5.781,60	18.905,83	4	84,79%	5.000,86	780,74	50,01	830,75	2.716,56	6.340,00	7.608,00	1.026,43	8.634,43	3,18
63	EA-11 (Aspiratör)	4	4	IE1	4380	8.847,60	28.931,65	4	89,12%	8.009,70	837,90	80,10	918,00	3.001,85	6.340,00	7.608,00	1.050,02	8.658,02	2,88
64	EA-12 (Aspiratör)	4	6	IE1	4380	7.752,60	25.351,00	4	87,10%	6.977,34	775,26	69,77	845,03	2.763,26	8.940,00	10.728,00	0,00	10.728,00	3,88
65	EA-13 (Aspiratör)	5,5	6	IE1	4380	12.483,00	40.819,41	5,5	89,06%	11.675,66	807,34	116,76	924,10	3.021,81	9.970,00	11.964,00	1.516,04	13.480,04	4,46
66	EA-14 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	4380	4.467,60	14.609,05	2,2	84,44%	4.011,53	456,07	40,12	496,19	1.622,53	4.260,00	5.112,00	384,02	5.496,02	3,39
67	EA-15 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	4380	5.124,60	16.757,44	2,2	85,85%	4.660,79	463,81	46,61	510,42	1.669,07	4.260,00	5.112,00	648,89	5.760,89	3,45



SIRA NO	Elektrik Motorunun Adı	Etiket Gücü (kW)	Kutup Sayısı	Verim Sınıfı	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Elektrik Tüketimi kWh	Yıllık Elektrik Tüketim Maliyeti TL	Önerilen Motor Gücü kW	Önerilen Motor Verimi	Önerilen Motor Yıllık Güç Tüketimi kW	Motor Değişimi İle Sağlanacak Yıllık Tasarruf Miktarı kWh	Kayıp Değişimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Tasarruf Miktarı kWh	Toplam Yıllık Tasarruf Miktarı TL	Motor Birim Fiyat TL	Motor Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Kayıp Yatırım Tutarı TL (+KDV dahil)	Toplam Yatırım Tutarı TL	Geri Ödeme Süresi Yıl
68	EA-16 (Aspiratör)	1,1	4	IE1	4380	3.416,40	11.171,63	1,1	86,15%	3.082,49	333,91	30,82	364,73	1.192,67	3.080,00	3.696,00	409,98	4.105,98	3,44
69	EA-17 (Aspiratör)	5,5	4	IE1	4380	8.541,00	27.929,07	5,5	87,31%	7.586,24	954,76	75,86	1.030,62	3.370,14	8.320,00	9.984,00	1.026,43	11.010,43	3,27
70	EA-18 (Aspiratör)	4	6	IE1	4380	7.752,60	25.351,00	4	87,10%	6.977,34	775,26	69,77	845,03	2.763,26	8.940,00	10.728,00	1.474,75	12.202,75	4,42
71	EA-19 (Aspiratör)	5,5	6	IE1	4380	11.957,40	39.100,70	5,5	88,80%	11.162,93	794,47	111,63	906,10	2.962,93	9.970,00	11.964,00	2.123,64	14.087,64	4,75
72	EA-20 (Aspiratör)	5,5	6	IE1	4380	11.563,20	37.811,66	5,5	88,66%	10.784,58	778,62	107,85	886,46	2.898,74	9.970,00	11.964,00	1.693,01	13.657,01	4,71
73	EA-21 (Aspiratör)	4	6	IE1	4380	6.438,60	21.054,22	4	84,81%	5.825,18	613,42	58,25	671,67	2.196,36	8.940,00	10.728,00	1.474,75	12.202,75	5,56
74	EA-22 (Aspiratör)	3	4	IE1	4380	5.256,00	17.187,12	3	84,00%	4.695,36	560,64	46,95	607,59	1.986,83	5.090,00	6.108,00	781,03	6.889,03	3,47
75	EA-23 (Aspiratör)	3	4	IE1	4380	4.073,40	13.320,02	3	80,87%	3.534,44	538,96	35,34	574,30	1.877,96	5.090,00	6.108,00	837,66	6.945,66	3,70
76	EA-24 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	4380	3.285,00	10.741,95	2,2	81,01%	2.839,75	445,25	28,40	473,64	1.548,81	4.260,00	5.112,00	1.203,40	6.315,40	4,08
77	EA-25 (Aspiratör)	4	4	IE1	4380	7.752,60	25.351,00	4	88,03%	6.931,81	820,79	69,32	890,11	2.910,66	6.340,00	7.608,00	1.073,62	8.681,62	2,98
78	EA-26 (Aspiratör)	3	4	IE1	4380	6.307,20	20.624,54	3	85,94%	5.745,76	561,44	57,46	618,90	2.023,79	5.090,00	6.108,00	0,00	6.108,00	3,02
79	EA-27 (Aspiratör)	7,5	4	IE1	4380	14.322,60	46.834,90	7,5	90,08%	13.128,52	1.194,08	131,29	1.325,37	4.333,94	9.970,00	11.964,00	0,00	11.964,00	2,76
80	EA-28 (Aspiratör)	3	4	IE1	4380	9.198,00	30.077,46	3	88,32%	8.571,05	626,95	85,71	712,66	2.330,39	5.090,00	6.108,00	731,48	6.839,48	2,93
81	EA-29 (Aspiratör)	3	4	IE1	4380	5.124,60	16.757,44	3	83,71%	4.562,61	561,99	45,63	607,61	1.986,89	5.090,00	6.108,00	1.203,40	7.311,40	3,68
82	EA-30 (Aspiratör)	3	4	IE1	4380	4.336,20	14.179,37	3	81,93%	3.791,07	545,13	37,91	583,05	1.906,56	5.090,00	6.108,00	731,48	6.839,48	3,59
83	EA-31 (Aspiratör)	4	4	IE1	4380	10.380,60	33.944,56	4	90,07%	9.511,61	868,99	95,12	964,10	3.152,62	6.340,00	7.608,00	731,48	8.339,48	2,65
84	EA-32 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	4380	3.810,60	12.460,66	2,2	82,82%	3.361,54	449,06	33,62	482,68	1.578,36	4.260,00	5.112,00	768,05	5.880,05	3,73
85	EA-33 (Aspiratör)	2,2	4	IE1	4380	4.866,18	15.912,41	2,2	85,31%	4.404,72	461,46	44,05	505,51	1.653,02	4.260,00	5.112,00	768,05	5.880,05	3,56
	TOPLAM					1.217.040,06	3.979.721,01			1.109.912,68	107.127,38	5.624,79	112.752,17	368.699,60	651.880,00	782.256,00	77.972,39	860.228,39	2,33

*Elektrik işleri maliyeti EVÖ'de eklenmiştir.

Yukarıda klima santrallerine ait elektrik motorlarının ve kayışlarının değişimi uygulamasına ait uygulama maliyeti paylaşılmıştır. Bu klima santrali motorlarına invertör uygulaması maliyeti ise **3.831.785,06 TL**'dir. Aynı zamanda 63 adet invertör uygulaması ile birlikte toplam tasarruf miktarı, **298.418,40 kWh** olmaktadır.

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

Tablo 3. 81. 85 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]	[%]
1.217.040,06	918.621,66	298.418,40	24,52%

Tablo 3. 82. 85 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	5.416.470,88	TL
B	Enerji tasarrufu	298.418,40	kWh
		25,66	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	975.828,17	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	5,55	Yıl

Tablo 3. 83. 85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-5.416.470,88 TL	12,75%	975.828,17	5.416.470,88	15%
1	975.828,17 TL	-4.440.642,71 TL				
2	1.100.246,26 TL	-3.340.396,45 TL				
3	1.240.527,66 TL	-2.099.868,80 TL				
4	1.398.694,93 TL	-701.173,86 TL				
5	1.577.028,54 TL	875.854,68 TL				
6	1.778.099,68 TL	2.653.954,35 TL				
7	2.004.807,39 TL	4.658.761,74 TL				
8	2.260.420,33 TL	6.919.182,06 TL				
9	2.548.623,92 TL	9.467.805,98 TL				
10	2.873.573,47 TL	12.341.379,45 TL				
11	3.239.954,09 TL	15.581.333,54 TL				
12	3.653.048,23 TL	19.234.381,77 TL				
13	4.118.811,88 TL	23.353.193,65 TL				
14	4.643.960,40 TL	27.997.154,05 TL				
15	5.236.065,35 TL	33.233.219,39 TL				
16	5.903.663,68 TL	39.136.883,07 TL				
17	6.656.380,80 TL	45.793.263,87 TL				
18	7.505.069,35 TL	53.298.333,21 TL				
19	8.461.965,69 TL	61.760.298,90 TL				
20	9.540.866,32 TL	71.301.165,22 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
8.741.418,08 TL	20 Yıl	29,67%

Tablo 3. 84. 85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi, Dişli Kayış Kullanımı ve İnvertör Uygulanması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

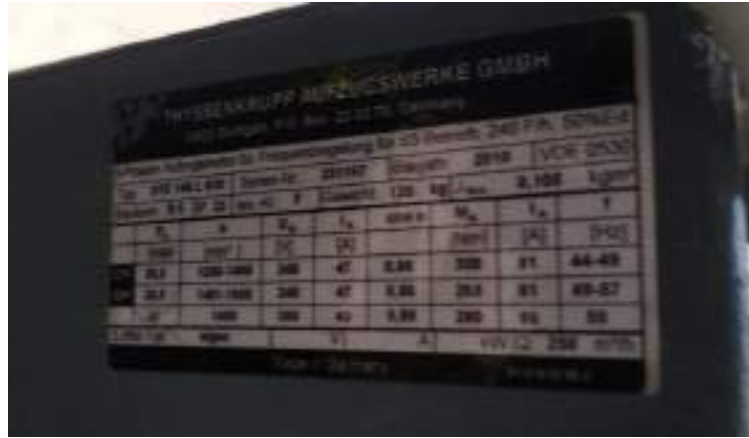
Dişli Kayış Uygulaması (TL)	59.282,28
Dişli Kayış Uygulaması (EUR)	1.733,55
İnvertör Uygulanması (TL)	3.831.785,06
Müteahhit Karı	25%
Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	5.416.470,88
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	158.389,77
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	298.418,40
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	30.968,15
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	975.828,17
Geri Ödeme Süresi	5,55
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	165,62

Asansör

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



Fotoğraf 3. 97. Asansör Motoru



Fotoğraf 3. 98. Asansör Motoru Etiket

3.7.4. Aydınlatma

Binanın aydınlatma sistemini değerlendirebilmek için yapılan keşif çalışmasında, enerji verimliliği düşük çok sayıda aydınlatma armatürünün mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, iç ve dış aydınlatmada sayıları çok fazla olmasa da enerji verimliliği yüksek LED armatür uygulamaları da bulunmaktadır.

Genel olarak, binadaki enerji verimliliği düşük iç aydınlatma armatürleri; T8 tip tüp floresan lambalı ve PLC tipi kompakt floresan lambalı armatürlerden oluşmaktadır. Dış aydınlatmada ise, civa buharlı lambalı ve LED sokak tipi armatürler bulunmaktadır. Binadaki keşif çalışmasında tespit edilen aydınlatma armatürlerine ilişkin bazı detayları içeren envanter bilgisi ile birlikte, farklı bölümlerden alınan aydınlık düzeyi ölçümleri, elektriksel ölçümler ve yaygın olarak kullanılan armatür tiplerine ilişkin bazı fotoğraflar aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 3. 99. 3.Kat Genel Cerrahi, Kalp Damar Cerrahisi, Göğüs Cerrahisi, Anestezi Poliklinikleri Bekleme Alanı- 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Kare Tip Armatürler



Fotoğraf 3. 100. 4.Kat Kardiyoloji- Üroloji Kliniği Hasta Servisi Koridoru - 4x18W Tüp Floresan Lambalı EB Kare Tip Armatürler



Fotoğraf 3. 101. Mutfak Bölümü-4x18W Tüp Floresan Lambalı EB ve 40W LED Kare Tip Armatürler



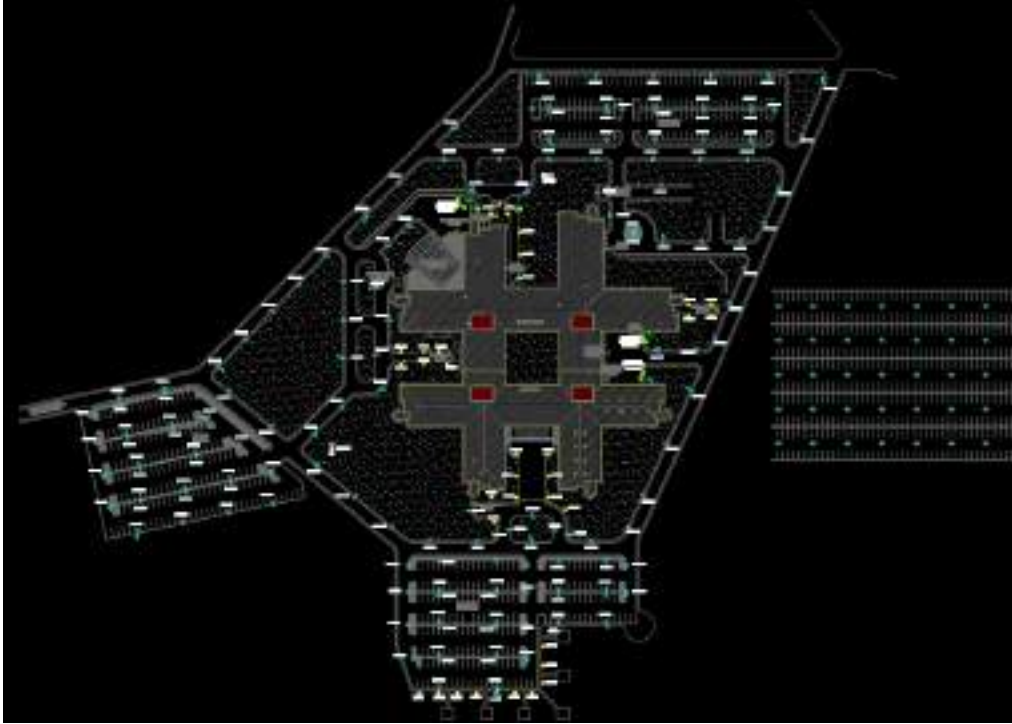
Fotoğraf 3. 102. WC'ler Bölümü-1x18W Tüp Floresan Lambalı EB Ayna Üstü ve 12W Ledli
Downlight Armatürler



Fotoğraf 3. 103. 100W LED Sokak Tipi Aydınlatma Armatürleri

Tablo 3. 85. Binada Kullanılan Aydınlatma Elemanları

ZONE	ARMATÜR ADI	ADET
OFİS-KORİDOR	TİP-1 ATY2-4x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	2.726
DANIŞMA	TİP-25 1x18W SIVA ALTI 60CM FLORESAN ARMATÜR (WC MAHALLERİ)	26
KORİDOR	TİP-11 SIVA ALTI-SIVA ÜSTÜ ATY-2x18W FLORESAN ARMATÜR	10
DEPO	TİP-7 U-2x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR (TEKNİK HACİMLER)	53
WC MAHALLERİ	TİP-9 T1-1x18W S.Ü AYNA ÜSTÜ FLORESAN AYDINLATMA ARMATÜRÜ	479
OFİS-TOPLANTI SALONU	TİP-35 2X55W FLORESAN ARMATÜR	19
KONFERANS SALONU	TİP-15 E27 DEKORATİF APLİK 1x18W ARMATÜR	9
ASANSÖR	TİP-16 E27 DUYLU KAFESLİ AYDINLATMA ARMATÜRÜ (ASANSÖR BOŞLUĞU)	78
KORİDOR	TİP-17 3 SAAT SÜRELİ ACİL YÖNLENDİRME ARMATÜRÜ (EXİT)	124
YANGIN MERDİVENİ	TİP-4 SIVA ÜSTÜ E27 DUYLU KENDİNDEN SENSÖRLÜ GLOP ARMATÜR(B1-2x40W)	65
GİRİŞ HOLÜ	1X42W S.Ü. FLORESAN	9
WC MAHALLERİ	TİP-8 SIVA ALTI 2x18W FLORESAN SPOT ARMATÜR (WC MAHALLERİ)	497
KONFERANS SALONU	1X26W LED SPOT ARMATÜR	60
HASTA YATAK ODALARI	TİP-10 HASTA YATAK BAŞI ARMATÜR (HASTA YATAK ODALARI) 1x36W	217
	TİP-10 HASTA YATAK BAŞI ARMATÜR (HASTA YATAK ODALARI) 1x18W	217
WC MAHALLERİ	TİP-6 B1-1x18W GÖMME SPOT S.A ARMATÜR (WC MAHALLERİ)	357
TOPLANTI SALONU	1X20W S.A. FLORESAN SPOT ARMATÜR	53
ASANSÖR-MERDİVEN HOLÜ	TİP-26 1x18W DUVARA MONTE CAMLI GLOP ARMATÜR	63
HASTA YATAK ODALARI	TİP-27 GECE LAMBASI (HASTA YATAK ODALARI 1x10W)	140
PANO ODALARI	P-2X18W S.Ü. FLORESAN	25
TESHİN MERKEZİ	TİP-2SIVA ÜSTÜ P1-2x36W FLORESAN ARMATÜR (KAZAN DAİRESİ TEKNİK HACİMLER)	102
ATÖLYE	TİP-22 U-1x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR	30
ÇEVRE AYDINLATMA	TİP-23 125 W CİVA BUHARLI ÇEVRE AYDINLATMA ARMATÜRÜ (TEK KONSOLLU)	140
	TİP-24 25 W CİVA BUHARLI ÇEVRE AYDINLATMA ARMATÜRÜ (ÇİFT KONSOLLU)	22
	TİP-36 70W DEKORATİF AYDINLATMA ARMATÜRÜ	41
	TİP-37 400W PROJEKSİYON	7
HEMŞİRE İSTASYONU	TİP-23 SIVA ÜSTÜ P1-1x36W FLORESAN ARMATÜR (DEPO)	185
TOPLAM		5.754



Fotoğraf 3. 104. Çevre Aydınlatma

Tablo 3. 86. Binada Yapılan Aydınlatma Seviyesi Ölçümleri

Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlatma Düzeyi (Lux)	En Az Aydınlatma Düzeyi (Lux)	Ölçüm Yapılan Yerin Boyutları		
						En (m)	Boy (m)	Yükseklik (m)
4.Kat Kardiyoloji, Üroloji Kliniği Yatan Hasta Servisi Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	7	232-237-247	100	3,693	32,647	3,053
4.Kat Kardiyoloji, Üroloji Kliniği Yatan Hasta Servisi 416 Nolu Oda	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	1	1	164- 159-168	300	3,34	5,21	3,53
4.Kat Göğüs Hastalıkları, Nöroloji, Dermatoloji Kliniği Servis Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	7+2	7+2	166-237-281	100	3,625	37,728	3,54
4.Kat Ana Giriş Asansör Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	201-185-178	100	3,056	9,857	3,059
4.Kat Göğüs Hastalıkları, Allerji- İmmünoloji, Dermatoloji Poliklinikleri Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	8	225-207-325	200	10,545	13,98	2,951
4.Kat Kardiyoloji, Üroloji Poliklinikleri Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	8	111-145-134	200	10,573	14,156	2,979
4.Kat Androloji Polikliniği Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	277-258-265	200	3,451	5,176	3,86
3.Kat Genel Cerrahi, Kalp Damar Cerrahisi, Göğüs Cerrahisi, Anestezi Polikliniği Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	7	80-82-202	200	10,575	14,136	2,99

Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lux)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lux)	Ölçüm Yapılan Yerin Boyutları		
						En (m)	Boy (m)	Yükseklik (m)
3.Kat Genel Cerrahi Polikliniği 31405 Nolu Oda	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	1	1	263-301-260	300	3,455	4,578	3,106
3.Kat İç Hastalıkları Polikliniği Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	9	112-172-122	200	10,562	14,169	2,971
3.Kat İç Hastalıkları Öğretim Üyeleri Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	145-166-152	100	2,81	14,268	3,76
3.Kat Yürüyen Merdivenler Çıkış Noktası Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	11	195-54-194	100	5,565	49,57	2,946
3.Kat İç Hastalıkları Yatan Hasta Servisi Koridoru	40W Ledli Armatür + 4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	6+3	6+2	266-49-140	100	3,603	37,912	3,05
3.Kat Genel Cerrahi, Göğüs Cerrahisi, Kalp Damar Cerrahisi Kliniği Girişim Odası (30920 Nolu Oda)	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	3	3	460-452-445	500	4,114	8,265	3,09
3.Kat İç Hastalıkları Kliniği Giriş Bölümü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	170-164-158	100	4,537	8,718	3,054
3.Kat Temel Tıp Bilimleri Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	7	5	262-80-115	100	3,09	33,95	3,79
3.Kat Mutfak Yanı Asansör Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	237-85-102	100	3,08	9,66	3,48
2.Kat Çocuk Hastalıkları Kliniği Yatan Hasta Servisi Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	7	7	158-166-161	100	3,606	30,13	3,036
2.Kat Çocuk Hastalıkları Polikliniği Bekleme Alanı	40W Ledli Armatür + 4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4+7	4+3	335-328-82	200	10,543	13,944	2,934
2.Kat Kan Alma Bölümü Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	6+1	6+1	155-170-70	100	5,278	31,574	2,942
1.Kat Göz Hastalıkları, Plastik Cerrahi Polikliniği Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	8	250-237-106	200	10,484	14,47	2,972
1.Kat Fizik Tedavi Polikliniği	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	2	229-209-215	300	3,54	4,73	3,075
1.Kat Ortopedi, Beyin Cerrahi, K.B.B. Polikliniği Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	11	9	200-116-83	200	10,542	13,996	2,964
1.Kat Radyoloji Bölümü Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	14	7	203-156-148	100	5,602	38,402	3,03
1.Kat Dekanlık Bölümü Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	8	8	260-58-395	100	3,641	35,529	2,92
1.Kat Başhekimlik Bölümü Koridor	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	7	7	190-72-118	100	3,613	34,447	2,91
Zemin Kat Hastane Ana Girişi Bekleme Alanı	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	3	220-59-105	200	6,278	7,198	2,811
Zemin Kat Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji A.D. Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	6+2	6+2	222-258-40	100	3,506	22,238	2,936
Zemin Kat Doktor Odası (Z0802)	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	3	2	239-151-27	300	4,028	7,582	2,984
Zemin Kat Göz Hastalıkları, KBB, Plastik Cerrahi Kliniği Önü	40W Ledli Armatür + 4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	6+1	6+1	265-288-266	200	4,614	15,31	3,05
Zemin Kat Teknik Servis Bölümü Koridoru	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	4	192-122-46	100	2,434	20,052	2,693
Zemin Kat Teknik Servis Odası	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	4	4	310-324-315	300	5,46	7,503	2,693

Ölçüm Yapılan Alan	Aydınlatma Armatür Tipi	Toplam Adet	Yanan Adet	Ölçülen Aydınlık Düzeyi (Lux)	En Az Aydınlık Düzeyi (Lux)	Ölçüm Yapılan Yerin Boyutları		
						En (m)	Boy (m)	Yükseklik (m)
Zemin Kat Sterilizasyon-Çamaşırhane Yanı Asansör Önü	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	2	1	189-20-145	100	3,09	9,255	2,952
Zemin Kat Anjiyografi-Hemodinami Lab. Girişi	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür	3	2	170-101-95	100	3,128	9,516	2,979
Zemin Kat Eczane	4x18W Floresan Lambalı Kare Armatür + 40W Ledli Armatür	3+1	3+1	313-178-246	300	6,994	7,751	3,12

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

Aydınlik düzeyi ölçüm sonuçları, EN 12464-1 standardında yer alan en az aydınlık düzeyi verileriyle karşılaştırılmış ve karşılama oranları renk kodlarıyla vurgulanmıştır. Aydınlik 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 elektronik balastlı kare tip aydınlatma armatürüne ilişkin örnek bir elektriksel ölçüm paylaşılmıştır.

Tarih	İşlev	L1N(V) / L1(A) Ort	Toplam Ort
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Vrms ph-n	230,68 V	
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Arms	2 A	
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Frekans	49,982 Hz	
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	THD V	1,09 %	
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	THD A	8,94 %	
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Eşin Güç	370 W	360 W
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Görünür Güç	460 VA	450 VA
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Yeniden etkin Güç	250 var	240 var
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Güç Faktörü	0,8	0,8
24.02.2023 09:38:21 936m.sn.	Cos Phi	0,84	0,84

Fotoğraf 3. 105. 5 Adet 4x18W Floresan Lambalı Armatür Elektriksel Ölçüm Verileri

3.7.4.1. 5.640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Enerji Verimliliği Önlemleri

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. 87.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 Maliyeti (TL)	Yıllık Kullanım Süresi (sa)	MEVCUT			ÖNERİLEN			Tasarruf Miktarı (kWh)	Tasarruf Miktarı (TL)	Yatırım Miktarı (TL+KDV)	Geri Ödeme Süresi
							Ekipmanın Gücü (W)	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)	Ekipmanın Gücü (W)	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)				
OFİS-KORİDOR	TİP-1 ATY2-4x18W S.A FLORESAN ARMATÜR	36W 60x60 S.A. LED ARMATÜR	2.674	₺1.370	₺35,50	4032	79,2	211.781	853.900,19	36	96.264	388.136,45	465.763,74	1.523.047,42	₺4.509.968,40	2,96
KORİDOR	TİP-11 SIVA ALTI-SIVA ÜSTÜ ATY-2x18W FLORESAN ARMATÜR	25W 30x60CM S.Ü LED ARMATÜR	12	₺1.350	₺31,00	8064	39,6	475	3.832,01	25	300	2.419,20	1.412,81	4.619,90	₺19.886,40	4,30
FUAYE ALANI - DEPO	TİP-7 U-2x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR (TEKNİK HACİMLER)	36W LED ETANJ ARMATÜR	72	₺1.550	₺53,00	480	79,2	5.702	2.737,15	36	2.592	1.244,16	1.492,99	4.882,08	₺138.499,20	28,37
GÜVENLİK-SEKRETER ODALARI-BAŞHEKİM ODASI	TİP-7 U-2x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR (TEKNİK HACİMLER)	36W LED ETANJ ARMATÜR	119	₺1.550	₺53,00	1680	79,2	9.425	15.833,66	36	4.284	7.197,12	8.636,54	28.241,50	₺228.908,40	8,11
PANO ODALARI-TESİSAT KATI-ASANSÖR DAİRELERİ	TİP-7 U-2x36W S.Ü POLİKARBON GÖVDELİ FLORESAN ARMATÜR (TEKNİK HACİMLER)	36W LED ETANJ ARMATÜR	265	₺1.550	₺53,00	960	79,2	20.988	20.148,48	36	9.540	9.158,40	10.990,08	35.937,56	₺509.754,00	14,18



Mahal Tipi	Mevcut Tip	Yeni Sistem Tip	Adet	Yeni Ekipman Birim Fiyat (TL)	Eski Ekipman Demontaj Maliyeti (TL)	Yıllık Kullanım Süresi (sa)	MEVCUT			ÖNERİLEN			Tasarruf Miktarı (kWh)	Tasarruf Miktarı (TL)	Yatırım Miktarı (TL+KDV)	Geri Ödeme Süresi
							Ekipmanın Gücü (W)	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)	Ekipmanın Gücü (W) Balast kayıpları dahil	Sistem Toplam Güç (W)	Sistem Toplam Tüketimi (kWh)				
WC MAHALLERİ	TİP-9 T1-1x18W S.Ü AYNA ÜSTÜ FLORESAN AYDINLATMA ARMATÜRÜ	15W AYNA ÜSTÜ LED ARMATÜR	475	₺1.570	₺47,00	1344	19,8	9.405	12.640,32	15	7.125	9.576,00	3.064,32	10.020,33	₺921.690,00	91,98
KORİDOR	TİP-17 24W 3 SAAT SÜRELİ AÇIL YÖNLENDİRME ARMATÜRÜ (EXIT)	10W 3 SAAT SÜRELİ LEDLİ AÇIL YÖNLENDİRME ARMATÜRÜ (EXIT)	407	₺1.090	₺40,00	8064	26,4	10.745	86.646,07	10	4.070	32.820,48	53.825,59	176.009,67	₺551.892,00	3,14
WC MAHALLERİ	TİP-8 SIVA ALTI 2x18W FLORESAN SPOT ARMATÜR (WC MAHALLERİ)	20W DOWNLIGHT LED ARMATÜR	563	₺984	₺35,50	1344	39,6	22.295	29.964,21	20	11.260	15.133,44	14.830,77	48.496,62	₺688.774,20	14,20
HASTA YATAK ODALARI	TİP-10 HASTA YATAK BAŞI ARMATÜR (HASTA YATAK ODALARI) 1x36W	14W + 8WLED TUP ARMATÜR	217	₺137,5	₺35,50	2688	39,6	8.593	23.098,52	14	3.038	8.166,14	14.932,38	48.828,87	₺45.049,20	0,92
DİĞER ALAN	TİP-8 SIVA ALTI 2x18W FLORESAN SPOT ARMATÜR (WC MAHALLERİ)	20W DOWNLIGHT LED ARMATÜR	281	₺984	₺35,50	960	39,6	11.128	10.682,50	20	5.620	5.395,20	5.287,30	17.289,46	₺343.775,40	19,88
TOPLANTI SALONU	1X20W S.A. FLORESAN SPOT ARMATÜR	10W LED GÖMME SPOT ARMATÜR	53	₺3.388,51	₺47,00	1008	22	1.166	1.175,33	10	530	534,24	641,09	2.096,36	₺218.498,44	104,23
MERDİVEN HOLÜ	TİP-26 1x18W DUVARA MONTE CAMLI GLOP ARMATÜR	1x18W APLİK E27 DUYLU	63	₺1.386,05	₺47,00	2016	19,8	1.247	2.514,76	18	1.134	2.286,14	228,61	747,57	₺108.338,58	144,92
YEMEKHANE - MERDİVEN HOLÜ	E27 DUYLU SÜ SENSÖRLÜ GLOP ARMATÜR	15W LED GLOP ARMATÜR IP40	68	₺1.280	₺39,99	1344	66	4.488	6.031,87	15	1.020	1.370,88	4.660,99	15.241,44	₺107.711,18	7,07



Mahal Tipi	Mevcut Tip	Yeni Sistem Tip	Adet	Yeni Ekipman Birim Fiyat (TL)	Eski Ekipman Demontaj Maliyeti (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)				
TESHİN MERKEZİ	TİP-2SIVA ÜSTÜ P1-2x36W FLORESAN ARMATÜR (KAZAN DAİRESİ TEKNİK HACİMLER)	36W LED S.Ü ARMATÜR	28	₺10.026,25	₺53,00	480	79,2	2.218	1.064,45	36	1.008	483,84	580,61	1.898,59	₺338.662,80	178,38
AMELİYATHANE	TİP-23 ATH-4x18W S.A STERİL ORTAM ARMATÜRÜ	26W 60x60 EBATLARINDA LED STERİL ARMATÜR	145	₺3.260	₺44,75	2352	79,2	11.484	27.010,37	26	3.770	8.867,04	18.143,33	59.328,68	₺575.026,50	9,69
KONFERANS SALONU	1X26 ASA SPOT ARMATÜR	20W DOWNLIGHT SPOT ARMATÜR	60	₺984	₺47,00	1680	28,6	1.716	2.882,88	20	1.200	2.016,00	866,88	2.834,70	₺74.232,00	26,19
ÇEVRE AYRINLATMA	125W CİVA BUHARLI ÇEVRE AYDINLATMA ARMATÜRÜ (TEK)	125W PROJEKTÖR	114	₺2.206		2688	137,5	15.675	42.134,40	125	14.250	38.304,00	3.830,40	12.525,41	₺301.746,46	24,09
	400W MHPR	400W PROJEKTÖR	7	₺7.150		2688	440	3.080	8.279,04	400	2.800	7.526,40	752,64	2.461,13	₺60.060,00	24,40
	125W CİVA BUHARLI ÇEVRE AYDINLATMA ARMATÜRÜ (ÇİFT)	125W PROJEKTÖR	16	₺2.206		2688	137,5	2.200	5.913,60	125	2.000	5.376,00	537,60	1.757,95	₺42.350,38	24,09
	125W CİVA BUHARLI ÇEVRE AYDINLATMA ARMATÜRÜ (DÖRTLÜ)	125W PROJEKTÖR	1	₺2.206		2688	137,5	138	369,60	125	125	336,00	33,60	109,87	₺2.646,90	24,09
TOPLAM												Elektrik	610.512,27	1.996.375,12	₺9.787.470,44	5,28
												Doğalgaz	-104.985,37	-143.829,96		

*Varlık sensörü fiyatı EVÖ’de dahil edilmiştir.

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

Baz – Karma Senaryo

Tablo 3. 88. 5640 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]	[%]
1.156.859,41	546.347,14	610.512,27	52,77%

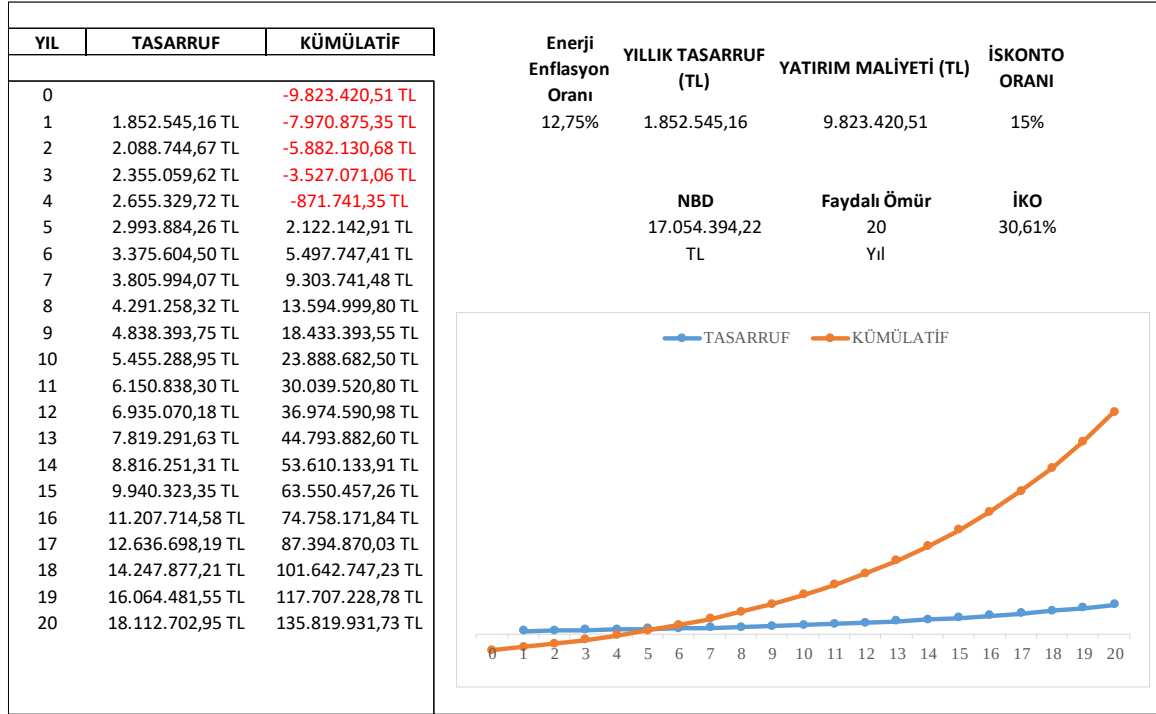
Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
5.079.291,96	5.184.277,33	-104.985,37	-2,07%

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

Tablo 3. 89. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Analiz Tablosu

	Baz Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	9.823.420,51	TL
B	Enerji tasarrufu	505.526,90	kWh
		43,48	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.852.545,16	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	5,30	Yıl

Tablo 3. 90. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Ekonomik Analizi



Tablo 3. 91. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	8.186.183,76
Yatırım Maliyeti (USD)	259.791
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	9.823.420,51
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	311.748,72
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	610.512,27
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	58.790,99
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.852.545,16
Geri Ödeme Süresi	5,30
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	314,27

Derin Senaryo

Derin senaryo kapsamında ise 5640 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. 92. 5640 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]	[%]
1.156.859,41	385.618,72	771.240,69	66,67%

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

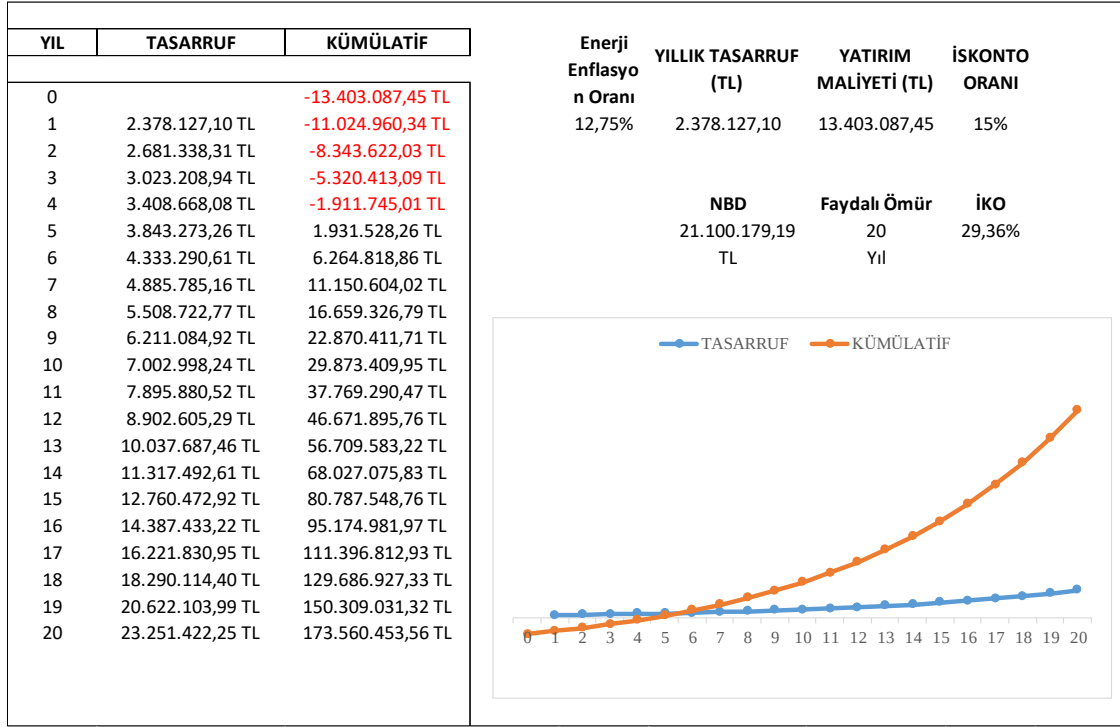
Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
5.079.291,96	5.184.277,33	-104.985,37	-2,07%

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

Tablo 3. 93. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Analiz Tablosu

Derin Senaryo		Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	13.403.087,45	TL
B	Enerji tasarrufu	666.255,32	kWh
		57,30	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	2.378.127,10	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	5,64	Yıl

Tablo 3. 94. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Ekonomik Analizi



Tablo 3. 95. 5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi ve Koridorlara Aydınlatma Otomasyonu Yapılması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	11.169.239,54
Yatırım Maliyeti (EUR)	354.459
Aydınlatma Otomasyonu Maliyeti (TL)	2.268.013
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (KDV dahil) (TL)	13.403.087,45
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	425.350,36
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	771.240,69
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	75.470,46
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	2.378.127,10
Geri Ödeme Süresi	5,64
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	403,47

3.7.5. Priz Yükleri ve Diğ er Ekipmanlar

Tıp Fakültesi ve Hastane binasındaki priz yükleri, genel olarak; bilgisayar, fotokopi makinesi, yazıcı gibi ofis ekipmanları ve tıbbi cihazlardan oluşmaktadır. Bunlar, enerji verimliliğ i a ısından değiştirilebilecek ekipmanlar olarak değerlendirilmediğinden, üzerlerinde herhangi bir  alışma yapılmamıştır.

Hastane binasında kullanılan diğ er ekipmanlar bu bölüm altında incelenmiştir.

UPS (Kesintisiz G  Kaynađ ı)

Tıp Fakültesi ve Hastane Binası'nın kesintisiz g  ihtiya ı, enerji odasındaki 1 adet 200 kVA ve 2 adet 80 kVA, Anjiyo bölümündeki 160 kVA, MR bölümündeki 120 kVA, Tomografi 1 bölümündeki 200 kVA, Tomografi 2 bölümündeki 100 kVA ve Mamografi bölümündeki 15 kVA'lık UPS'ler tarafından sağlanmaktadır. Ayrıca, ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinde de bazı medikal cihazların kendilerine ait UPS' leri bulunmaktadır.



Fotoğraf 3. 106. UPS Görünümleri

Mutfak ve Yemekhane

Binanın mutfak ve yemekhane bölümündeki cihazlar genel olarak; soğuk hava depolarındaki klimalar, bulaşık makinesi, hem elektrikli hem de doğalgazlı fırınlar, doğalgazlı ocaklar, mikserler ile benmari ısıtıcılar olarak sıralanabilir. Son zamanlarda, yemekhane bölümünde kullan at ürünler kullanıldığ ı i in bulaşık makinesi artık  alıştırılmamaktadır.



Fotoğraf 3. 107. Soğuk Hava Deposu Klima ve Etiket Bilgisi



Fotoğraf 3. 108. Doğalgazlı Ocaklar



Fotoğraf 3. 109. Elektrik ve Doğalgazlı Fırınlr



Fotoğraf 3. 110. Bulaşık Makinesi



Fotoğraf 3. 111. Benmari Isıtıcılar

Çamaşırhane

Çamaşırhane bölümünde, biri arızalı 4 adet endüstriyel tip çamaşır yıkama makinesi, 1 adet hijyenik çamaşır yıkama makinesi, biri arızalı 5 adet endüstriyel tip çamaşır kurutma makinesi ve 1 adet endüstriyel tip ütü bulunmaktadır.

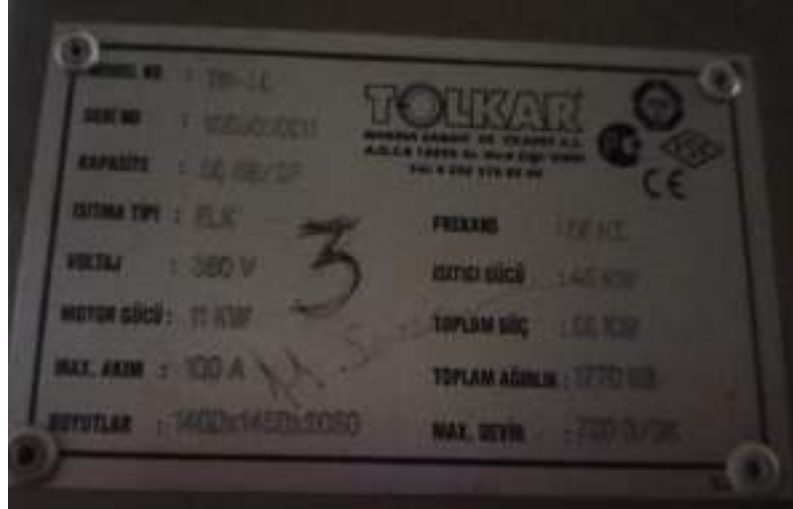
Çamaşırhane bölümündeki cihazların etiket bilgileri ve fotoğrafları aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 3. 96. Endüstriyel Tip Çamaşır Yıkama Makinelerinin Kapasiteleri

Markası	Kapasitesi	Adet
Önder Makine	40 kg	1
Önder Makina	50 kg	1
Kromlüks	60 kg	2
Tolkar (Hijyenik)	80 kg	1



Fotoğraf 3. 112. Endüstriyel Tip Çamaşır Yıkama Makinesi ve Etiket Bilgisi



Fotoğraf 3. 113. Endüstriyel Tip Hijyenik Çamaşır Yıkama Makinesi ve Etiket Bilgisi

Tablo 3. 97. Endüstriyel Tip Çamaşır Kurutma Makinelerinin Kapasiteleri

Markası	Kapasitesi	Adet
Tolkar	1200 lt.	2
Kromlüks	60 kg	1
Önder Makina	50 kg	2



Fotoğraf 3. 114. Endüstriyel Tip Çamaşır Kurutma Makinesi ve Etiket Bilgisi



Fotoğraf 3. 115. Endüstriyel Tip Ütü

Su Isıtıcıları

Binada çay ocaklarının bulunduğu yerlerde farklı güçlerde çok sayıda elektrikli su ısıtıcısı bulunmaktadır. Bunlar, farklı sıcaklık seviyelerinde mesai saati boyunca kullanılmaktadır. Ayrıca, gerek hastane personelinin çalışma odalarında gerekse yatan hasta odalarında çok sayıda su ısıtıcısı (kettle) gün boyunca kullanılmaktadır.



Fotoğraf 3. 116. Çay Ocağı Elektrikli Su Isıtıcısı ve Etiket Bilgisi

Tarih	İşlev	L1N(V) / L1(A) Ort	Toplam Ort
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Vrms ph-n	230,09 V	
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Arms	10,5 A	
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Frekans	49,995 Hz	
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	THD V	1,21 %	
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	THD A	1,23 %	
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Etkin Güç	2,4 kW	2,4 kW
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Görünür Güç	2,41 kVA	2,4 kVA
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Yeniden etkin Güç	50 var	60 var
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Güç Faktörü	0,99	0,99
24.02.2023 10:02:21 833m.sn.	Cos Phi	1	1

Fotoğraf 3. 117. 1.Kat Çay Ocağı Su Isıtıcısı Elektriksel Ölçüm Verileri

3.8. Tarifeler ve Tedarikçiler

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi 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. Aşağıdaki tabloda bulunan elektrik birim fiyatı ise ilgili yılların birim fiyat ortalamasıdır.

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi elektrik tedarikçisini 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 Rönesans Elektrik Toptan Satış A.Ş.’den, 2022 yılı Nisan ayı itibariyle ise de Aycan Toptan Elektrik Ticaret A.Ş.’den sağlamıştır. Bina doğalgaz tedarikçisini ise 2019, 2020, 2021 ve 2022 yıllarında 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 Çift Terimli	OG Ticarethane Serbest Tüketici Çift Terimli	OG Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer Serbest Tüketici Tek Terimli
	TL/kWh	0,711	0,817	0,871	2,139
	Aylık ortalama gider (TL)	284.784,216	271.532,916	358.786,946	973.385,966
Doğalgaz Tedarikçisi	Tarife türü	Sabit Tarife	Sabit Tarife	Sabit Tarife	Sabit Tarife
	TL/kWh	0,168	0,177	0,236	1,424
	Aylık ortalama gider (TL)	103.664,596	133.521,158	183.857,413	1.200.303,420

Binanın kullandığı elektrik tarifesini 2022 yılı için aylık olarak incelenmiş ve EPDK tarifeleriyle karşılaştırılarak mevcut durum aşağıdaki tabloda sunulmuştur. 2022 Aralık ayı faturasına ulaşamamıştır. Bina'nın avantajlı bir tarife kullandığı saptandığı için herhangi bir değişiklik önerisinde bulunulmamıştır. Aylık detaylı tarife hesaplamaları eklerde sunulmuştur.

Tablo 3. 99. Aylık Tarife İncelemesi Tablosu

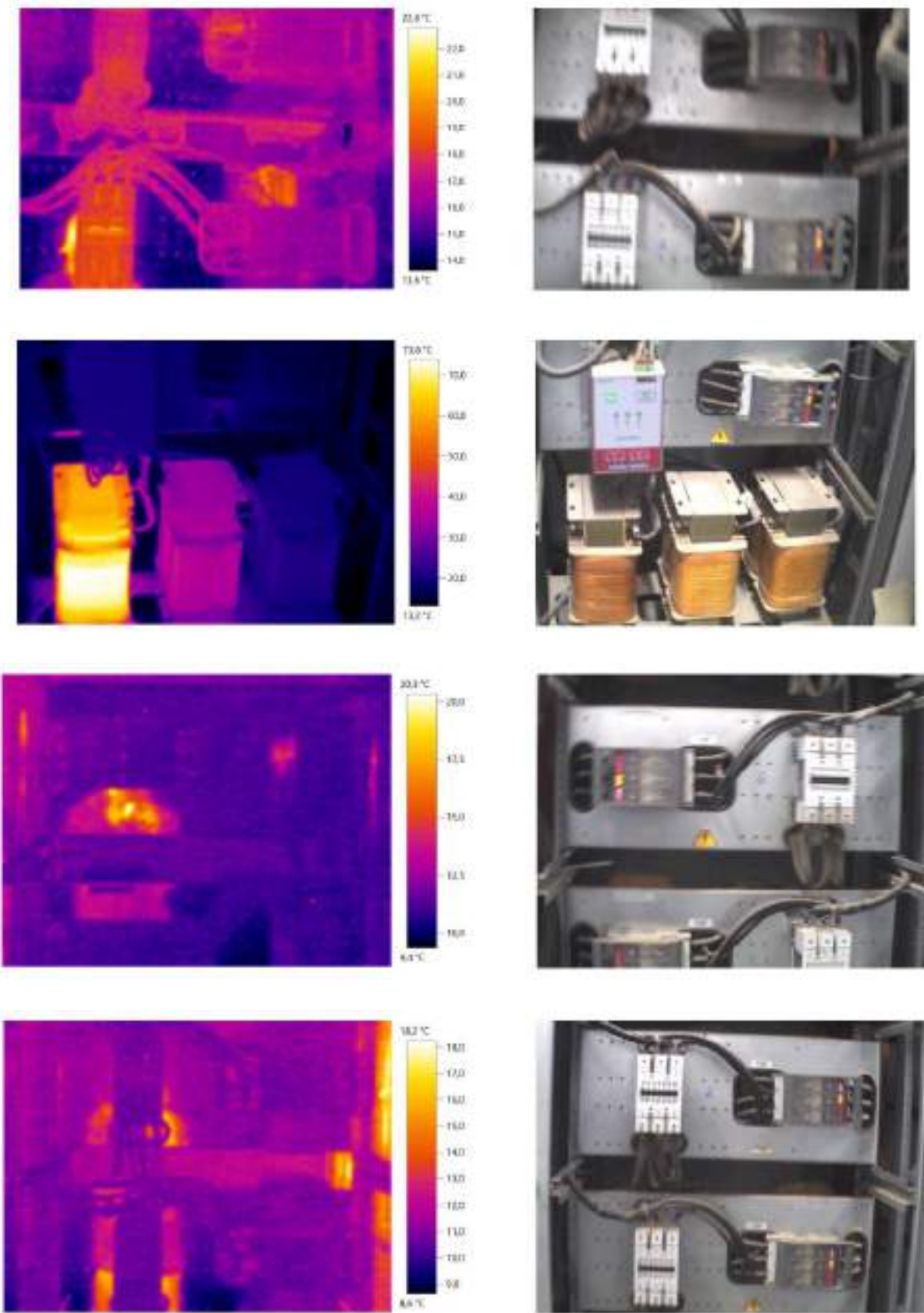
2022	Tüketim	Mevcut Fatura Tutarı	EDPK Tek Zamanlı	EDPK Çok Zamanlı	Minimum Fark	Maksimum Fark	Değerlendirme
Ocak	432.954,30 kWh	377.286,91 TL	1.043.539,05 TL	1.043.873,68 TL	666.252,15 TL	666.586,77 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Şubat	402.035,58 kWh	350.344,75 TL	969.672,27 TL	968.140,35 TL	617.795,60 TL	619.327,52 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Mart	393.617,25 kWh	343.009,61 TL	948.641,97 TL	948.193,41 TL	605.183,80 TL	605.632,36 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Nisan	312.756,30 kWh	972.815,82 TL	747.131,89 TL	744.227,52 TL	-228.588,30 TL	-225.683,93 TL	TARİFE AVANTAJLI DEĞİLDİR.
Mayıs	380.742,00 kWh	936.739,54 TL	909.540,40 TL	915.940,24 TL	-27.199,14 TL	-20.799,30 TL	TARİFE AVANTAJLI DEĞİLDİR.
Haziran	574.714,80 kWh	1.651.459,30 TL	1.717.832,81 TL	1.720.897,79 TL	66.373,52 TL	69.438,50 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Temmuz	598.140,30 kWh	2.317.353,89 TL	1.787.852,05 TL	1.794.688,76 TL	-529.501,83 TL	-522.665,12 TL	TARİFE AVANTAJLI DEĞİLDİR.
Ağustos	687.564,30 kWh	1.691.614,45 TL	2.055.141,99 TL	2.058.121,47 TL	363.527,54 TL	366.507,03 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Eylül	489.727,50 kWh	1.204.876,57 TL	1.904.672,92 TL	1.910.708,19 TL	699.796,36 TL	705.831,63 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Ekim	354.045,90 kWh	871.059,13 TL	1.376.973,19 TL	1.382.420,50 TL	505.914,07 TL	511.361,37 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Kasım	398.702,70 kWh	980.928,25 TL	1.550.654,68 TL	1.549.576,78 TL	568.648,52 TL	569.726,42 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.
Aralık	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	5.025.000,93 kWh	11.697.488,20 TL	15.011.653,23 TL	15.036.788,70 TL	3.314.165,03 TL	3.339.300,50 TL	TARİFE AVANTAJLIDIR.

3.9. Güç Kompanzasyon Sistemi

Binanın elektrik ana dağıtım panosu noktasında 2.962,5 kVAr'lık tristörlü harmonik filtreli merkezi kompanzasyon sistemi mevcuttur. Uygun kademelerle tesis edilen kompanzasyon sisteminde, reaktif güç kontrol rölesi ile ihtiyaca uygun reaktif güç otomatik devreye alınarak, tesisin reaktif oranlarının standartlarda belirtilen sınır değerlerini aşmaması sağlanmaktadır. Kompanzasyon panosuna ait görseller ve termal kamera görüntüleri aşağıda paylaşılmıştır. Termal kamera ölçümlerine ilişkin detaylar eklerde ayrıca sunulmuştur.



Fotoğraf 3. 118. Harmonik Filtreli Kompanzasyon Panosu



Fotoğraf 3. 119. Kompanzasyon Panosu Termal Kamera Görüntüleri
202

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

2022 yılına ait reaktif enerji tablosu incelendiğinde hastane binasının yıl boyunca ceza bedeli ödemediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle kompanzasyonla alakalı bir öneride bulunulmamıştır.

Tablo 3. 100. 2022 Yılı Reaktif Enerji Tablosu

Aylar	Aktif	Endüktif	Kapasitif	Endüktif (%)	Kapasitif (%)	Ceza
Ocak	432.954,30	8.956,20	11.681,70	2,07%	2,70%	Yok
Şubat	402.035,58	0	0	0,00%	0,00%	Yok
Mart	393.617,25	0	0	0,00%	0,00%	Yok
Nisan	312.756,30	8.825,10	6.182,40	2,82%	1,98%	Yok
Mayıs	380.742,00	8.535,30	7.141,50	2,24%	1,88%	Yok
Haziran	574.714,80	5.430,30	13.731,00	0,94%	2,39%	Yok
Temmuz	598.140,30	5.802,90	13.372,20	0,97%	2,24%	Yok
Ağustos	687.564,30	3.684,60	17.139,60	0,54%	2,49%	Yok
Eylül	489.727,50	7.879,80	14.738,40	1,61%	3,01%	Yok
Ekim	354.045,90	10.439,70	7.700,40	2,95%	2,17%	Yok
Kasım	398.702,70	7.527,90	11.136,60	1,89%	2,79%	Yok
Aralık	-	-	-	-	-	-

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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi; toplam enerji tüketimi ve toplam inşaat alanı sınır değerlerinin üzerinde olduğundan enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlüdür. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi 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.

Tıp Fakültesi Hastanesi’nde 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 termostatu 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.

Hastane binasında yalnızca otomatik kontrol bulunmaktadır. 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. Özellikle enerjinin büyük bir kısmının harcandığı ameliyathane bölümlerinde kapsamlı bir otomasyon sistemiyle kontrol yapılmalıdır. 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 kapsamında 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 11,69 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 yapılabilir. Pompalar kontrol edilemiyor ve kazanlar için manuel açma kapama yapılmaktadır. Otomatik kontrol sistemine ait fotoğraflar verilmiştir.



Fotoğraf 4. 1. Hastane Binası Klima Santralleri Otomatik Kontrol Görünümü

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.

- Kazanlar için gidiş ve dönüş suyu sıcaklık bilgisi, arıza ve durum bilgisi,
- Sürücülü ısıtma sirkülasyon pompaları için arıza ve durum bilgisi, hız bilgisi, otomatik/manuel bilgisi, fark basınç bilgisi, 3W vana oransal kontrol,
- Sürücülü plakalı eşanjör primer devre sirkülasyon pompası için fark basınç bilgisi, 3W vana oransal kontrol, başlama/durma bilgisi,
- Sürücülü soğutma sirkülasyon pompası için arıza ve durum bilgisi, fark basınç bilgisi,
- Chiller için giriş ve çıkış suyu sıcaklık bilgisi,
- Kullanma suyu deposu için depo suyu seviye bilgisi,
- Kullanma suyu hidraforu için hidrafor arıza ve durum bilgisi ve hat suyu basınç bilgisi,
- Kullanma suyu plakalı eşanjörü ve yumuşak kullanma suyu eşanjörü için primer ve sekonder gidiş-dönüş suyu sıcaklık bilgisi, primer ve sekonder gidiş suyu basınç bilgisi,
- Akümülayon tankı ve yumuşak su akümülayon tankı için tank suyu sıcaklık bilgisi,
- Su yumuşatma cihazı için cihaz arıza bilgisi,
- Yumuşak su deposu ve bahçe sulama suyu deposu için depo suyu seviye bilgisi,
- Yumuşak kullanma suyu hidraforu için arıza ve durum bilgisi, hat suyu basınç bilgisi,
- Klima santralleri için taze hava damperi ve egzoz hava damperi durum bilgisi, filtre kirlilik ve donma alarm bilgisi, üfleme ve dönüş havası için sıcaklık, basınç ve nem bilgisi, vantilatör ve aspiratör arıza bilgisi, vantilatör ve aspiratör kayış koptu bilgisi, egzoz fan arıza bilgisi ve otomatik/manuel bilgisi, egzoz hava damperi açık/kapalı ve durum bilgisi, egzoz fan basınç bilgisi, egzoz fan kayış koptu alarm bilgisi, egzoz fan otomatik/manuel bilgisi, ısı geri kazanım pompası hava sıcaklık bilgisi, radyoaktif filtre kirlilik belgesi,
- Dış hava sıcaklık ve nem bilgisi,
- Koridor, şef odası, ilaç malzeme deposu, temiz ve kirli malzeme deposu, steril ve steril olmayan malzeme deposu, sterilizasyon, hasta hazırlama, doktor ve hemşire dinlenme odası için hepa filtre kirlilik belgesi,

- Ameliyathane için VAV üfleme ve emiş oransal kontrol bilgisi ve VAV üfleme ve emiş feedback bilgisi, oda basınç bilgisi, laminal flow fanlar çalışma/durma bilgisi, laminal flow fanlar oransal kumanda, resirkülasyon F7 filtre kirlilik belgesi,
- Programlanabilir FCU termostatu,

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

Bina Otomasyon Sistemi ve Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Baz Senaryo

Tablo 4. 1. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	250.291,93	250.291,93	100%

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	608.284,22	608.284,22	100%

Tablo 4. 2. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu

	Baz Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	15.976.985,68	TL
B	Enerji tasarrufu	858.576,15	kWh
		73,84	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.651.804,00	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	9,67	Yıl

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

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-15.976.985,68 TL	12,75%	1.651.804,00	15.976.985,68	15%
1	1.651.804,00 TL	-14.325.181,69 TL				
2	1.862.409,01 TL	-12.462.772,68 TL				
3	2.099.866,16 TL	-10.362.906,52 TL				
4	2.367.599,09 TL	-7.995.307,43 TL				
5	2.669.467,97 TL	-5.325.839,46 TL				
6	3.009.825,14 TL	-2.316.014,32 TL				
7	3.393.577,85 TL	1.077.563,53 TL				
8	3.826.259,02 TL	4.903.822,55 TL				
9	4.314.107,05 TL	9.217.929,60 TL				
10	4.864.155,70 TL	14.082.085,29 TL				
11	5.484.335,55 TL	19.566.420,84 TL				
12	6.183.588,33 TL	25.750.009,17 TL				
13	6.971.995,84 TL	32.722.005,01 TL				
14	7.860.925,31 TL	40.582.930,32 TL				
15	8.863.193,29 TL	49.446.123,61 TL				
16	9.993.250,43 TL	59.439.374,05 TL				
17	11.267.389,86 TL	70.706.763,91 TL				
18	12.703.982,07 TL	83.410.745,98 TL				
19	14.323.739,78 TL	97.734.485,76 TL				
20	16.150.016,61 TL	113.884.502,37 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
7.988.358,17 TL	20 Yıl	20,23%

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

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	15.976.985,68
Yatırım Maliyeti (EUR)	467.203
Müteahhit Karı	25%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	858.576,15
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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 (EUR/yıl)	48.302,46
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.651.804,00
Geri Ödeme Süresi	9,67
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	281,25

Derin Senaryo

Bina Otomasyon Sisteminin (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 Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	167.190,67	167.190,67	100%

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	583.148,66	583.148,66	100%

Tablo 4. 6. Bina Otomasyon Sistemi Kurulması Analiz Tablosu

	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	15.976.985,68	TL
B	Enerji tasarrufu	750.339,33	kWh
		64,53	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.345.627,15	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	11,87	Yıl

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

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-15.976.985,68 TL	12,75%	1.345.627,15	15.976.985,68	15%
1	1.345.627,15 TL	-14.631.358,54 TL				
2	1.517.194,61 TL	-13.114.163,93 TL				
3	1.710.636,92 TL	-11.403.527,01 TL				
4	1.928.743,13 TL	-9.474.783,89 TL				
5	2.174.657,87 TL	-7.300.126,01 TL				
6	2.451.926,75 TL	-4.848.199,26 TL				
7	2.764.547,42 TL	-2.083.651,84 TL				
8	3.117.027,21 TL	1.033.375,37 TL				
9	3.514.448,18 TL	4.547.823,55 TL				
10	3.962.540,32 TL	8.510.363,87 TL				
11	4.467.764,21 TL	12.978.128,08 TL				
12	5.037.404,15 TL	18.015.532,24 TL				
13	5.679.673,18 TL	23.695.205,42 TL				
14	6.403.831,51 TL	30.099.036,93 TL				
15	7.220.320,03 TL	37.319.356,96 TL				
16	8.140.910,83 TL	45.460.267,79 TL				
17	9.178.876,96 TL	54.639.144,75 TL				
18	10.349.183,78 TL	64.988.328,53 TL				
19	11.668.704,71 TL	76.657.033,23 TL				
20	13.156.464,56 TL	89.813.497,79 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
3.546.164,33 TL	20 Yıl	17,45%

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

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	15.976.985,68
Yatırım Maliyeti (EUR)	467.203
Müteahhit Karı	25%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	750.339,33
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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 (EUR/yıl)	39.349,16
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.345.627,15
Geri Ödeme Süresi	11,87
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	229,25

Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Baz Senaryo

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

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

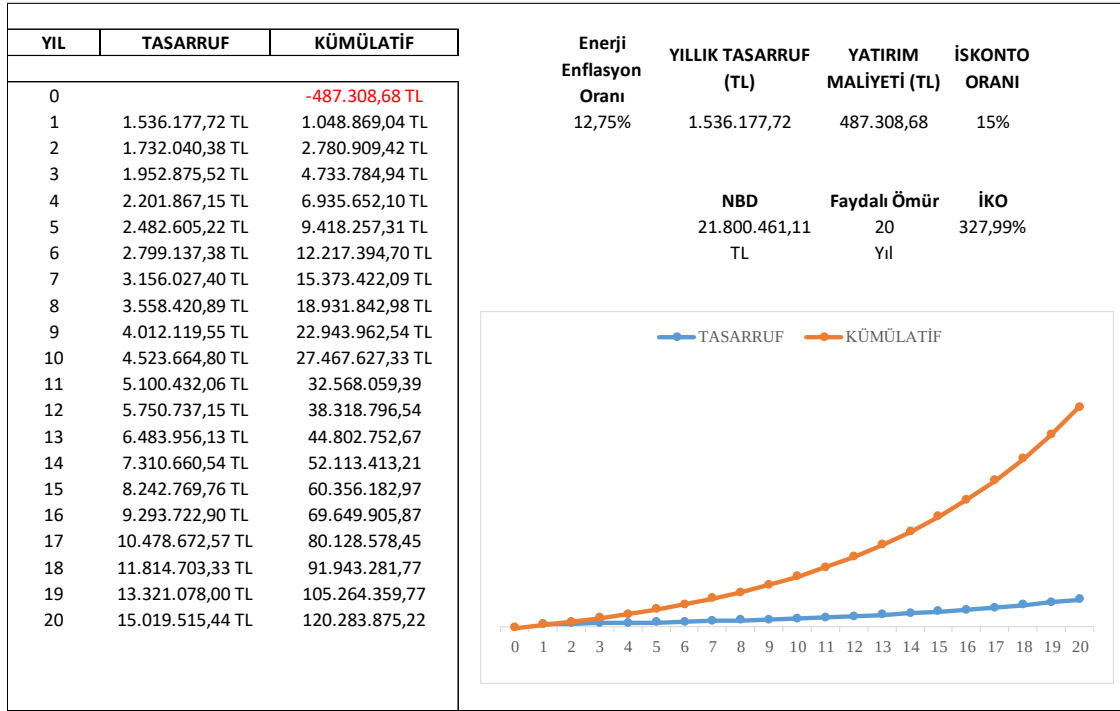
Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	232.771,49	232.771,49	100%

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	565.704,33	565.704,33	100%

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

	Baz Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	487.308,68	TL
B	Enerji tasarrufu	798.475,82	kWh
		68,67	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.536.177,72	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	0,32	Yıl

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



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

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	487.308,68
Yatırım Maliyeti (EUR)	14.250
Müteahhit Karı	25%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	798.475,82
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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 (EUR/yıl)	44.921,29
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.536.177,72
Geri Ödeme Süresi	0,32
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	261,56

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 Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	155.487,32	155.487,32	100%

Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	542.328,26	542.328,26	100%

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

	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	487.308,68	TL
B	Enerji tasarrufu	697.815,58	kWh
		60,01	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.251.433,25	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	0,39	Yıl

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

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-487.308,68 TL	12,75%	1.251.433,25	487.308,68	15%
1	1.251.433,25 TL	764.124,57 TL				
2	1.410.990,98 TL	2.175.115,55 TL				
3	1.590.892,33 TL	3.766.007,89 TL				
4	1.793.731,11 TL	5.559.739,00 TL				
5	2.022.431,82 TL	7.582.170,82 TL				
6	2.280.291,88 TL	9.862.462,70 TL				
7	2.571.029,10 TL	12.433.491,80 TL				
8	2.898.835,31 TL	15.332.327,10 TL				
9	3.268.436,81 TL	18.600.763,91 TL				
10	3.685.162,50 TL	22.285.926,41 TL				
11	4.155.020,72 TL	26.440.947,13 TL				
12	4.684.785,86 TL	31.125.732,99 TL				
13	5.282.096,06 TL	36.407.829,05 TL				
14	5.955.563,31 TL	42.363.392,35 TL				
15	6.714.897,63 TL	49.078.289,98 TL				
16	7.571.047,07 TL	56.649.337,05 TL				
17	8.536.355,58 TL	65.185.692,63 TL				
18	9.624.740,91 TL	74.810.433,54 TL				
19	10.851.895,38 TL	85.662.328,92 TL				
20	12.235.512,04 TL	97.897.840,96 TL				

NBD 17.669.220,84 TL

Faydalı Ömür 20 Yıl

İKO 269,56%

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

Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	487.308,68
Yatırım Maliyeti (EUR)	14.250
Müteahhit Karı	25%
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	697.815,58
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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 (EUR/yıl)	36.594,72
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.251.433,25
Geri Ödeme Süresi	0,39
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	213,20

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. 120. Kojenerasyon Tesisi Yerleşim Planı

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi ve 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 Elektrik 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	406.076,50	337.582,95	772.727,37	1.463.997,22	2.005.676,19	368.640,58	353.526,32	803.768,93	849.583,76	276.669,93
Şubat	361.127,66	303.218,30	694.066,68	1.181.717,45	1.618.952,91	331.114,38	317.538,69	721.948,33	763.099,38	248.505,99
Mart	376.723,85	328.777,16	752.570,91	1.129.239,16	1.547.057,65	359.024,65	344.304,64	782.802,75	827.422,51	269.453,04
Nisan	318.536,19	304.360,86	696.682,00	573.552,97	785.767,57	332.362,06	318.735,21	724.668,71	765.974,83	249.442,39
Mayıs	367.259,39	325.937,82	746.071,66	465.379,94	637.570,51	355.924,10	341.331,21	776.042,42	820.276,84	267.126,03
Haziran	490.785,51	356.035,65	814.965,61	413.006,80	565.819,31	388.790,93	372.850,51	847.703,94	896.023,06	291.793,06
Temmuz	568.426,60	386.287,98	884.213,19	414.361,58	567.675,36	414.361,58	397.372,75	919.733,29	972.158,08	309.427,86
Ağustos	609.907,12	398.732,14	912.697,86	348.006,07	476.768,31	348.006,07	333.737,82	949.362,23	1.003.475,88	242.959,80
Eylül	444.504,90	342.151,47	783.184,71	352.142,07	482.434,64	352.142,07	337.704,25	814.646,36	861.081,20	259.807,76
Ekim	354.400,10	322.080,03	737.241,19	577.712,77	791.466,49	351.711,39	337.291,23	766.857,21	810.568,08	263.964,34
Kasım	359.248,47	316.574,54	724.639,13	823.376,70	1.128.026,09	345.699,40	331.525,72	753.748,91	796.712,60	259.452,25
Aralık	412.440,65	339.492,20	777.097,64	1.214.604,01	1.664.007,50	370.725,48	355.525,73	808.314,75	854.388,69	278.234,68
TOPLAM	5.069.436,96	4.061.231,09	9.296.157,96	8.957.096,74	12.271.222,53	4.318.502,69	4.141.444,08	9.669.597,83	10.220.764,90	3.216.837,14

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

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

Ocak				
Saat	Elektrik Tüketimi kWh	Elektrik Üretimi Üretim kWh	Isı Üretimi kWh	Gaz Tüketimi kWh
00:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
01:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
02:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
03:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
04:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
05:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
06:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
07:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
08:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
09:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
10:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
11:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
12:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
13:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
14:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
15:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
16:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
17:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
18:00	764,1224	600	655,2	1.428,57
19:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
20:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
21:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
22:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
23:00	327,481	307,481048	335,7693	732,10
Toplam	13.099,24	10.889,77	11.891,63	25.928,03

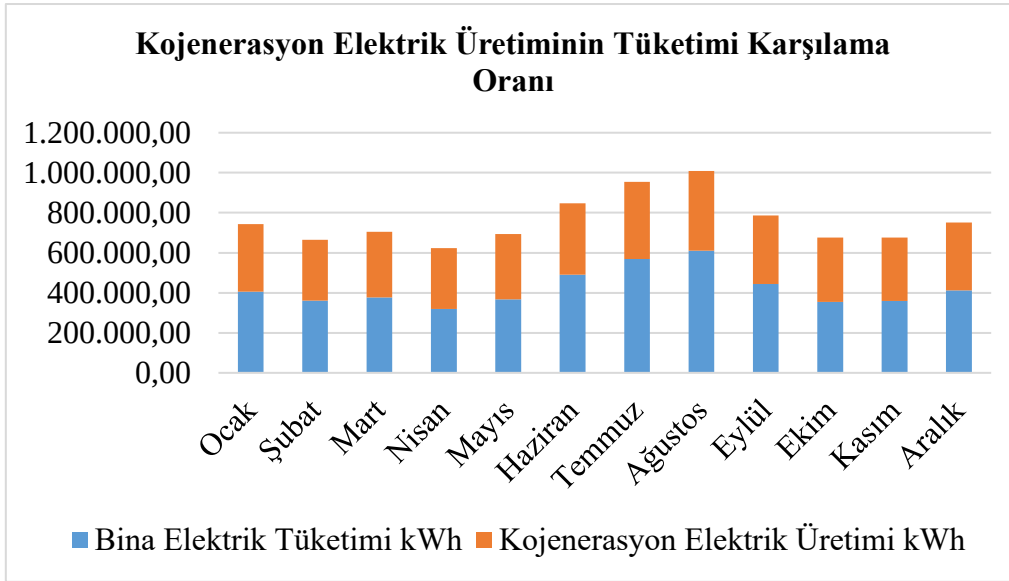
Tablo 5. 3. Kojenerasyon Enerji Üretim ve Tüketim Verileri

Enerji Türü	Tüketim Miktarı
Elektrik Üretimi	2.842.861,76
Isı Üretimi	3.022.951,88
Doğalgaz Tüketimi	6.768.718,48

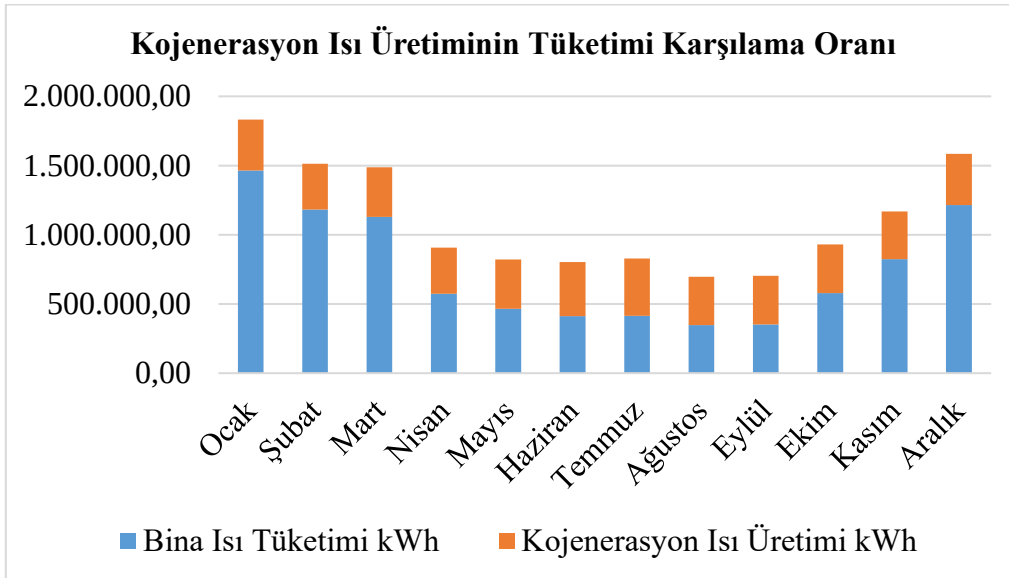
Tablo 5. 4. Kojenerasyon Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi Analiz Tablosu

Elektrik Üretimi İle Sağlanacak Tasarruf (kWh)	2.842.861,76
Isı Üretimi İle Sağlanacak Tasarruf Miktarı (kWh)	3.022.951,88
Tüketilecek Doğalgaz Miktarı (kWh)	6.768.718,48
Toplam Tasarruf Bedeli (TL)	3.216.837,14
Toplam Tasarruf Bedeli (USD)	102.087,14
Toplam Tasarruf Bedeli (EUR)	94.067,54
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)	9,42

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 toplamalar 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

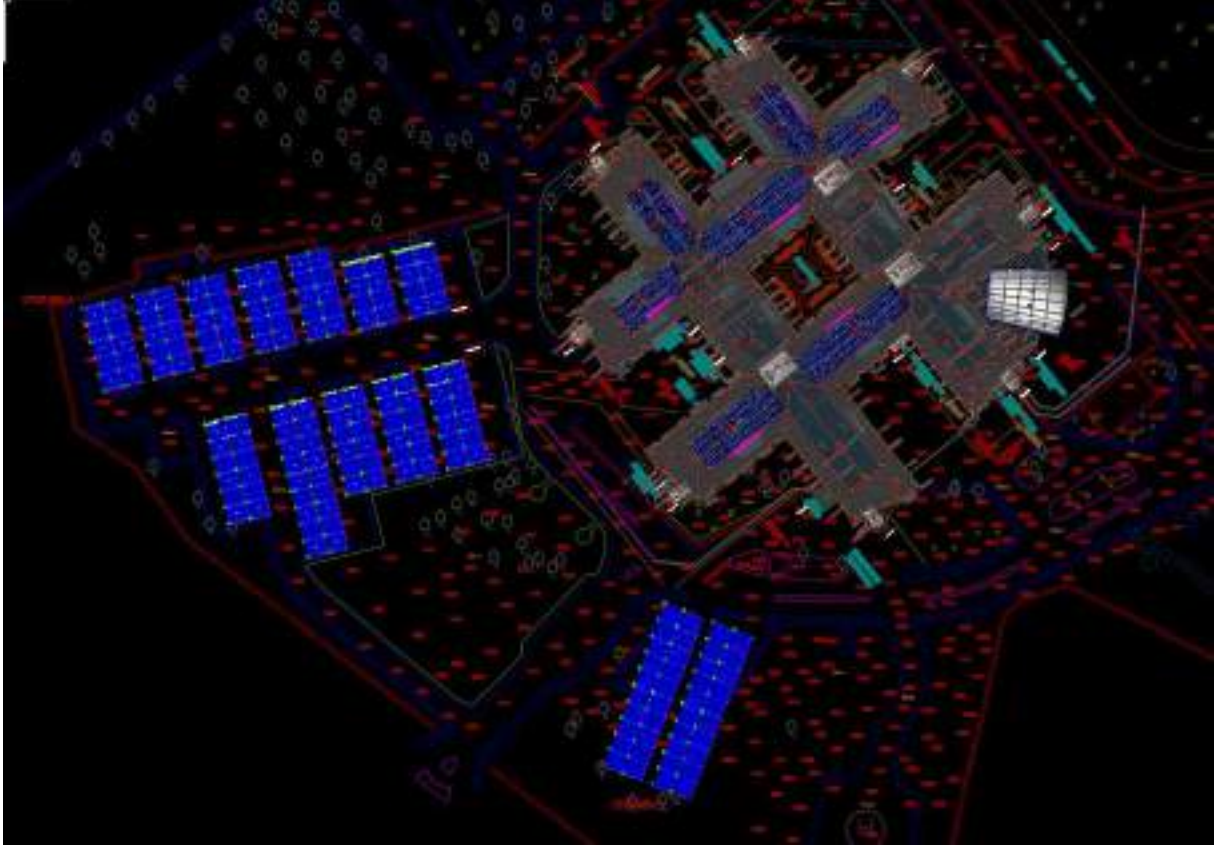


Grafik 5. 2. Kojenerasyon Isı Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı

Kırıkkale Tıp Fakültesi ve Hastane binasına ait kojenerasyon tesisinin hazırlanan fizibilitesi yukarıda paylaşılmıştır. Hastane binasında kojenerasyon uygulamasına ait analiz tablosuna bakıldığında, geri ödeme süresinin 9,42 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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi'ne ait çatı ve otopark alanları incelenmiş ve GES tesisi kurmak için uygun görülen alanlar ve kurulması önerilen güçleri aşağıda paylaşılmıştır.



Fotoğraf 5. 1. Çatı ve Otopark GES Tesisi Kurmak İçin Uygun Alanlar

Çatı GES

Tıp Fakültesi Hastanesi, 1, 4, 8, 9, 11, 13 ve 14 bloklarının çatıları üzerine yukarıdaki çizimde gösterilen alanlara PV panel yerleşimi öngörülmüştür. Çatı panel yerleşimine uygun 1598 m² alan bulunmaktadır. 624 adet 550 Wp gücünde panel ile kurulu gücü 343 kWp olan bir tesis kurulması mümkündür. Bu tesis ile üretilen elektrik 532.356 kWh/yıl'dır.

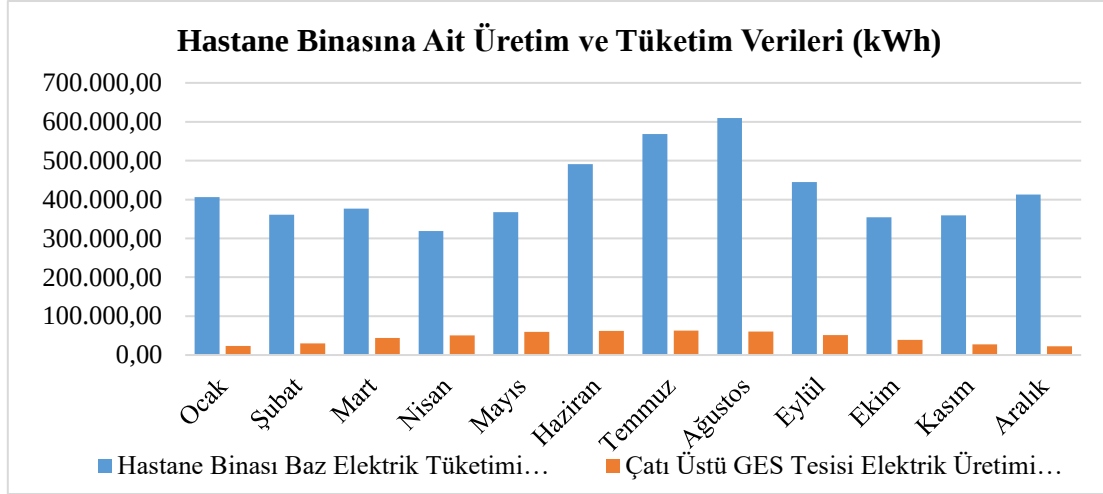
Tablo 5. 5. Hastane Binasına Ait Çatı GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri

	Hastane Binası Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Çatı Üstü GES Tesis Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Enerji Miktarı (kWh)
Ocak	406.076,50	23.723	382.354
Şubat	361.127,66	29.768	331.360
Mart	376.723,85	43.645	333.079
Nisan	318.536,19	50.135	268.401
Mayıs	367.259,39	59.668	307.591
Haziran	490.785,51	61.874	428.912
Temmuz	568.426,60	63.027	505.400
Ağustos	609.907,12	60.200	549.707
Eylül	444.504,90	51.537	392.968
Ekim	354.400,10	39.199	315.201
Kasım	359.248,47	27.436	331.812
Aralık	412.440,65	22.144	390.297
TOPLAM	5.069.436,96	532.356	4.537.081

Hastane binasına ait 2019, 2021 ve 2022 yıllarının ortalama elektrik tüketiminin (baz tüketim) 5.069.436,96 kWh olduğu görülmektedir. Kurulması önerilen tesis 532.356 kWh yıllık enerji üretim kapasitesine sahiptir. GES tesisi tarafından üretilmeyen yıllık 4.537.081 kWh elektrik enerjisi bölgede yetkili elektrik dağıtım şirketlerinden tedarik edilebilir.

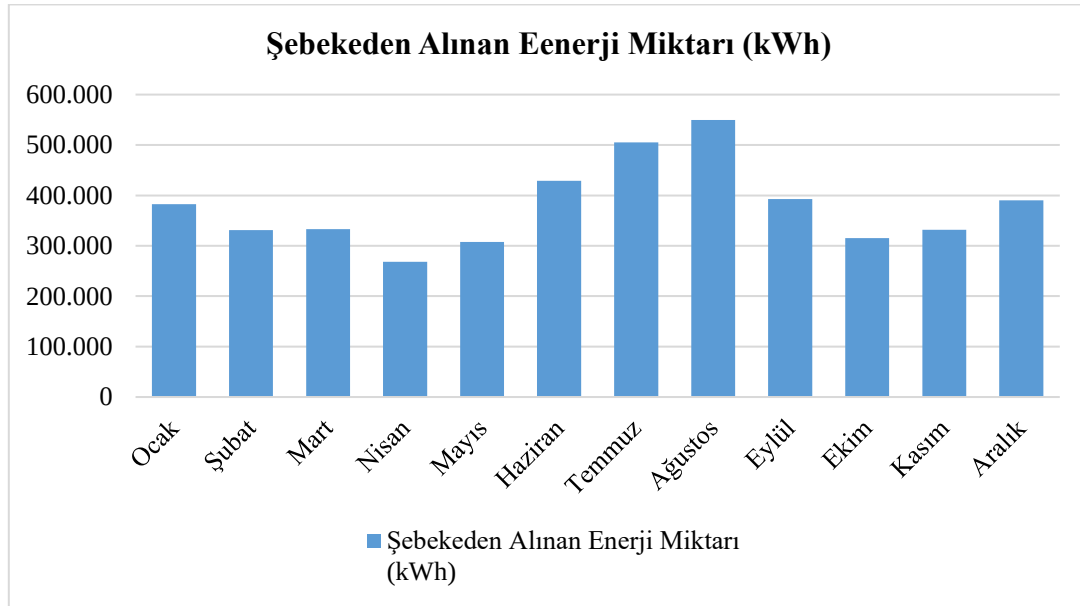
Hesaplama yapılırken üretilecek elektrik enerjisinde toz, kablo kayıpları ve en önemlisi kısmi gölgelenme gibi nedenlerle yaşanabilecek verim düşüşleri göz önüne alınarak %20 emniyet payı alınmıştır. Bu nedenle 425.884,8 kWh/yıl yıllık enerji üretimi gerçekleşeceği kabul edilmiştir.

Uygulama yatırım bedeli 266.050 \$ olan tesisin, %25 yüklenici kar oranı, PV sistem kurulum maliyeti ile toplam uygulama maliyeti 332.562,5 \$ olmuştur.



Grafik 5. 3. Hastane Binasına Ait Çatı GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri

Hastane binasına 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. Çatı GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik

Tesis tarafından üretilmeyen 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.

Panel yerleşimine uygun 3943 m² alan bulunmaktadır. 1540 adet 550 Wp gücünde panel ile kurulu gücü 847 kWp olan bir tesis kurulması mümkündür. Bu tesis ile üretilen elektrik 1.277.697 kWh/yıl'dır.

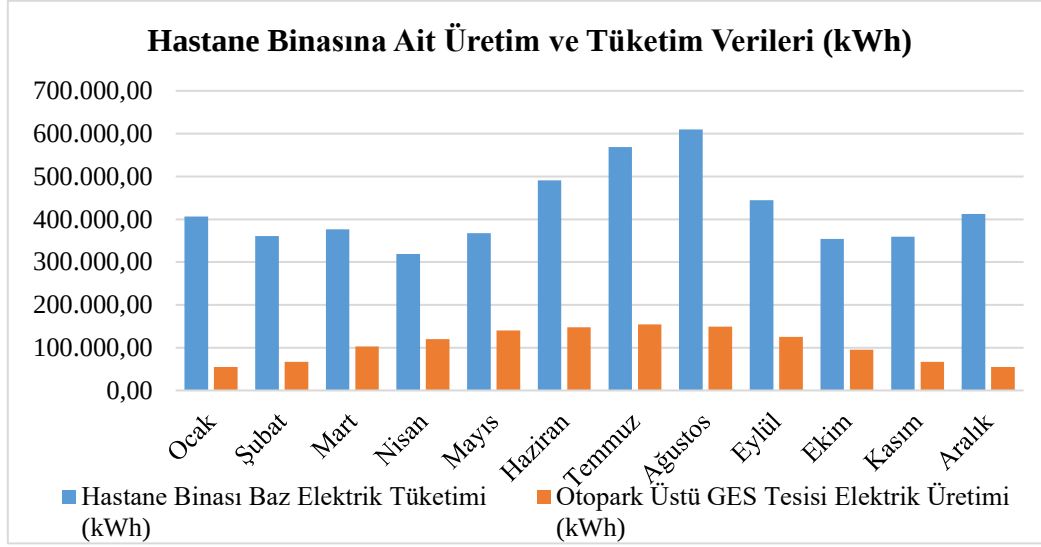
Tablo 5. 6. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri

	Hastane Binası Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Otopark-1 Üstü GES Tesis Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Enerji Miktarı (kWh)
Ocak	406.076,50	54.749	351.328
Şubat	361.127,66	66.661	294.467
Mart	376.723,85	102.540	274.184
Nisan	318.536,19	120.182	198.354
Mayıs	367.259,39	140.158	227.101
Haziran	490.785,51	147.925	342.861
Temmuz	568.426,60	154.426	414.001
Ağustos	609.907,12	149.281	460.626
Eylül	444.504,90	125.357	319.148
Ekim	354.400,10	95.155	259.245
Kasım	359.248,47	66.585	292.663
Aralık	412.440,65	54.678	357.763
TOPLAM	5.069.436,96	1.277.697	3.791.740

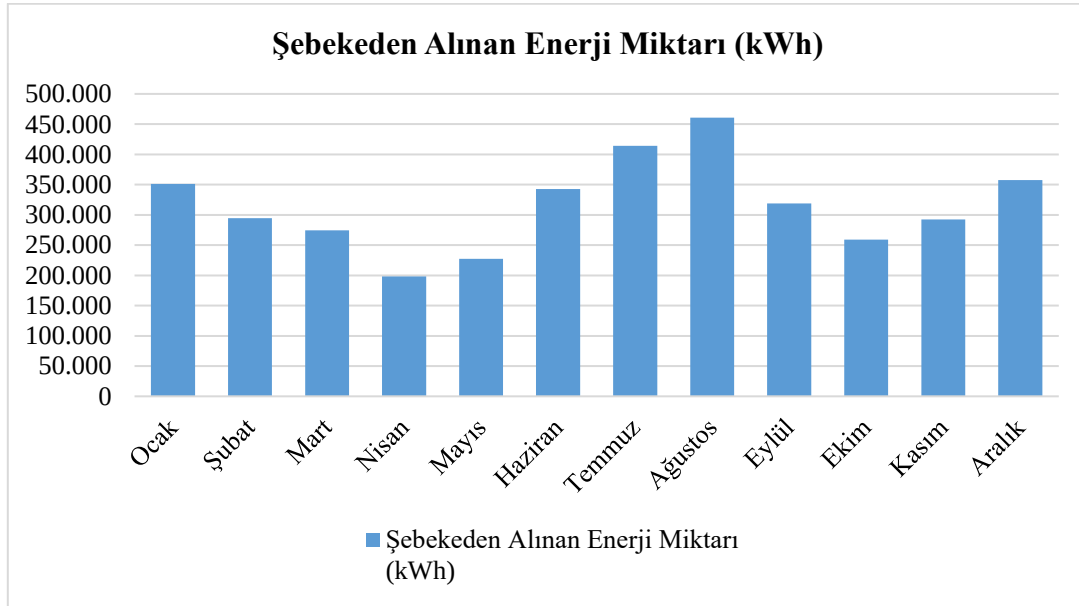
Hastane binasına ait 2019, 2021 ve 2022 yıllarının ortalama elektrik tüketiminin (baz tüketim) 5.069.436,96 kWh olduğu görülmektedir. Kurulması önerilen tesisin yıllık enerji üretimi ise 1.277.697 kWh'tir. GES tesisi tarafından üretilmeyen yıllık 3.791.740 kWh elektrik enerjisi bölgede yetkili elektrik dağıtım şirketlerinden tedarik edilmelidir.

Hesaplama yapılırken üretilen elektrik enerjisinde toz, kablo kayıpları ve en önemlisi kısmi gölgelenme gibi nedenlerle yaşanabilecek verim düşüşleri göz önüne alınarak %20 emniyet payı alınmıştır. Bu nedenle 1.022.157,6 kWh/yıl yıllık enerji üretimi gerçekleştirileceği kabul edilmiştir.

Uygulama yatırım bedeli 719.950 \$ olan tesisin, %25 yüklenici kar oranı, PV sistem kurulum maliyeti ile toplam uygulama maliyeti 899.937,5 \$ olmuştur.



Grafik 5. 5. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri



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

Aşağıda hastane binasında karma senaryo kapsamında uygulanacak olan çatı ve otopark GES kurulması ile elde edilen toplam üretim ve üretim açığı tablosu paylaşılmıştır.

Otopark-2 GES

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

Panel yerleşimine uygun 1229 m² alan bulunmaktadır. 480 adet 550 Wp gücünde panel ile kurulu gücü 264 kWp olan bir tesis kurulması mümkündür. Bu tesis ile üretilecek elektrik 394.956 kWh/yıl'dır.

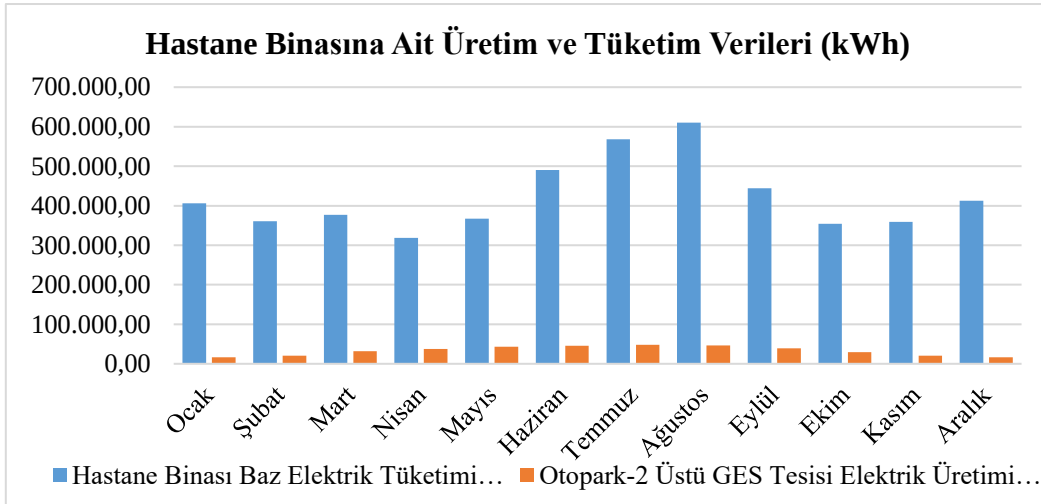
Tablo 5. 7. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri

	Hastane Binası Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Otopark-2 Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Enerji Miktarı (kWh)
Ocak	406.076,50	16.744	389.333
Şubat	361.127,66	20.519	340.609
Mart	376.723,85	31.676	345.048
Nisan	318.536,19	37.206	281.330
Mayıs	367.259,39	43.436	323.823
Haziran	490.785,51	45.878	444.908
Temmuz	568.426,60	47.893	520.534
Ağustos	609.907,12	46.259	563.648
Eylül	444.504,90	38.798	405.707
Ekim	354.400,10	29.362	325.038
Kasım	359.248,47	20.458	338.790
Aralık	412.440,65	16.727	395.714
TOPLAM	5.069.436,96	394.956	4.674.481

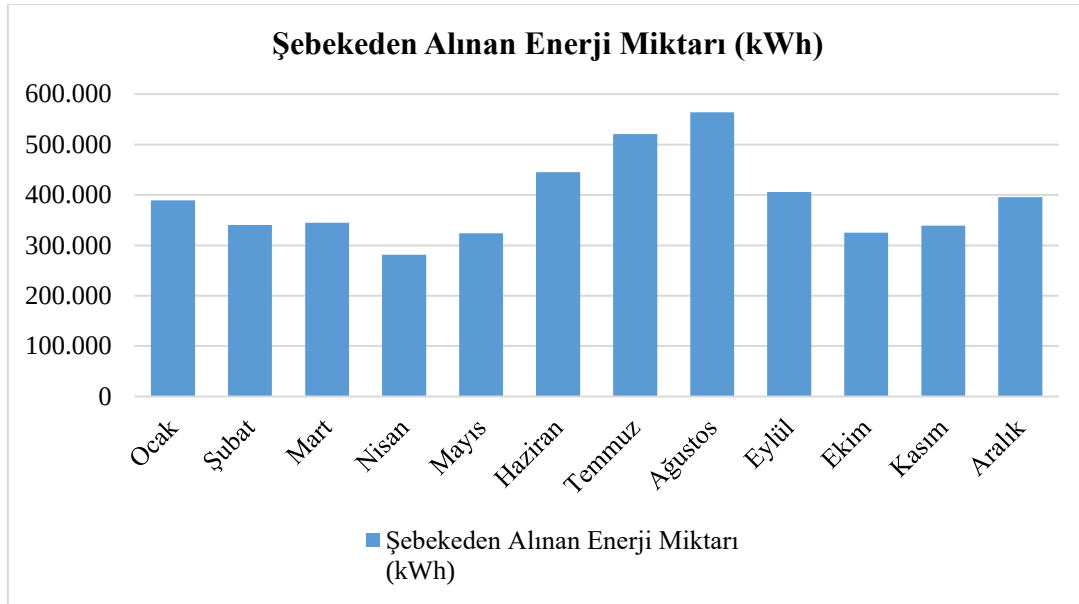
Hastane binasına ait 2019, 2021 ve 2022 yıllarının ortalama elektrik tüketiminin (baz tüketim) 5.069.436,96 kWh olduğu görülmektedir. Kurulması önerilen tesisin yıllık enerji üretimi ise 394.956 kWh'tir. GES tesisi tarafından üretilmeyen yıllık 4.674.481 kWh elektrik enerjisi bölgede yetkili elektrik 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 315.964,8 kWh/yıl yıllık enerji üretimi gerçekleşeceği kabul edilmiştir.

Uygulama yatırım bedeli 224.400 \$ olan tesisin, %25 yüklenici kar oranı, PV sistem kurulum maliyeti ile toplam uygulama maliyeti 280.500 \$ olmuştur.



Grafik 5. 7. Hastane Binasına Ait Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri

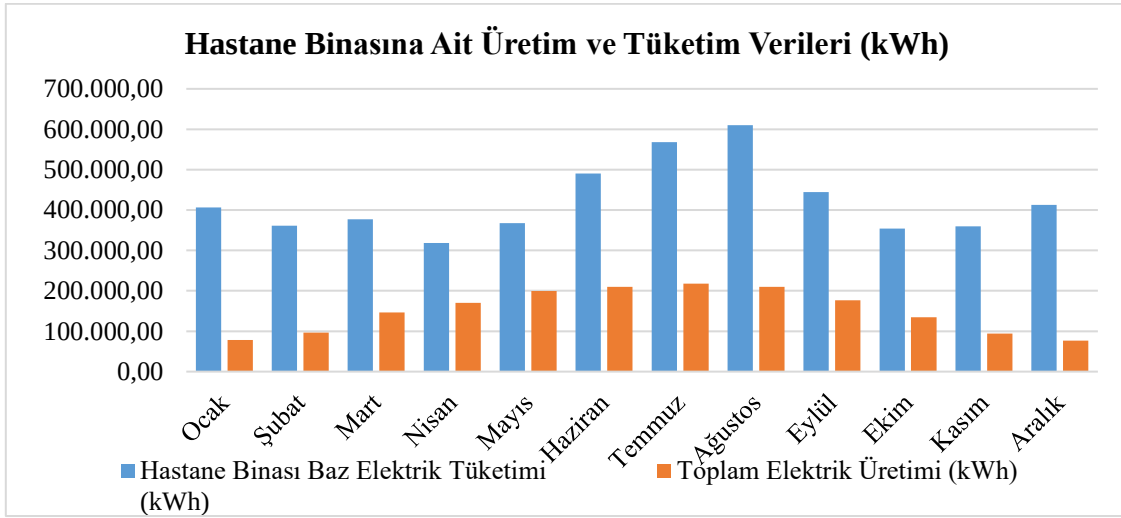


Grafik 5. 8. Otopark GES Tesisinde Üretilmeyen ve Tedarik Edilmesi Gereken Elektrik

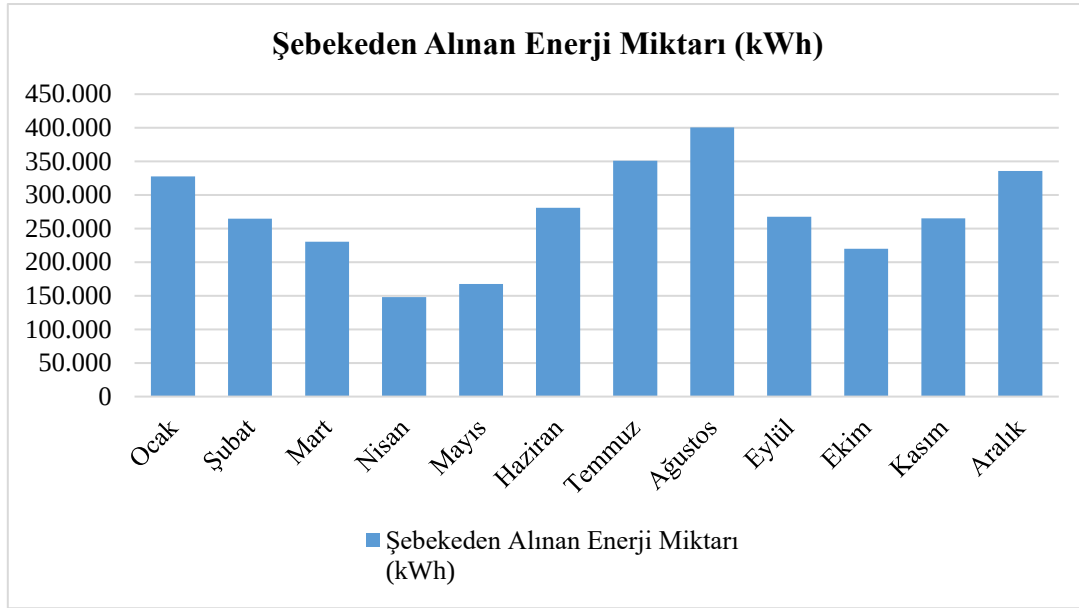
Aşağıda hastane binasında karma senaryo kapsamında uygulanacak olan çatı ve otopark GES kurulması ile elde edilen toplam üretim ve üretim açığı tablosu paylaşılmıştır.

Tablo 5. 8. Hastane Binasına Ait Çatı ve Otopark GES Kurulması ile Toplam Üretim ve Tüketim Verileri

Aylar	Hastane Binası Baz Elektrik Tüketimi (kWh)	Çatı Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Otopark-1 Üstü GES Tesisi Elektrik Üretimi (kWh)	Toplam Elektrik Üretimi (kWh)	Şebekeden Alınan Enerji Miktarı (kWh)
Ocak	406.076,50	23.723	54.749	78.472	327.605
Şubat	361.127,66	29.768	66.661	96.429	264.699
Mart	376.723,85	43.645	102.540	146.185	230.539
Nisan	318.536,19	50.135	120.182	170.317	148.219
Mayıs	367.259,39	59.668	140.158	199.826	167.433
Haziran	490.785,51	61.874	147.925	209.799	280.987
Temmuz	568.426,60	63.027	154.426	217.453	350.974
Ağustos	609.907,12	60.200	149.281	209.481	400.426
Eylül	444.504,90	51.537	125.357	176.894	267.611
Ekim	354.400,10	39.199	95.155	134.354	220.046
Kasım	359.248,47	27.436	66.585	94.021	265.227
Aralık	412.440,65	22.144	54.678	76.822	335.619
TOPLAM	5.069.436,96	532.356	1.277.697	1.810.053	3.259.384



Grafik 5. 9. Hastane Binasına Ait Çatı ve Otopark GES Kurulması ile Üretim ve Tüketim Verileri



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

GES Kurulumu Uygulaması Enerji Verimliliği Önlemleri Özet Açıklama

Aşağıda Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Hastanesi'nde çatı ve otopark alanlarına fizibilite çalışması yapılan GES kurulumlarının tasarruf ve ekonomik analizleri paylaşılmıştır.

Baz Senaryo

Tablo 5. 9. Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu

Baz Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	425.884,80	425.884,80	100%

Tablo 5. 10. Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu

	Baz Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	17.463.938,95	TL
B	Enerji tasarrufu	425.884,80	kWh
		36,63	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.392.643,30	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	12,54	Yıl

Tablo 5. 11. Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-17.463.938,95 TL	12,75%		17.463.938,95	15%
1	1.392.643,30 TL	-16.071.295,65 TL		1.392.643,30		
2	1.570.205,32 TL	-14.501.090,34 TL				
3	1.770.406,49 TL	-12.730.683,84 TL				
4	1.996.133,32 TL	-10.734.550,52 TL				
5	2.250.640,32 TL	-8.483.910,20 TL				
6	2.537.596,96 TL	-5.946.313,24 TL				
7	2.861.140,57 TL	-3.085.172,66 TL				
8	3.225.936,00 TL	140.763,33 TL				
9	3.637.242,84 TL	3.778.006,17 TL				
10	4.100.991,30 TL	7.878.997,47 TL				
11	4.623.867,69 TL	12.502.865,16 TL				
12	5.213.410,82 TL	17.716.275,98 TL				
13	5.878.120,70 TL	23.594.396,68 TL				
14	6.627.581,09 TL	30.221.977,77 TL				
15	7.472.597,68 TL	37.694.575,44 TL				
16	8.425.353,88 TL	46.119.929,32 TL				
17	9.499.586,50 TL	55.619.515,82 TL				
18	10.710.783,78 TL	66.330.299,60 TL				
19	12.076.408,71 TL	78.406.708,32 TL				
20	13.616.150,82 TL	92.022.859,14 TL				
21	15.352.210,05 TL	107.375.069,19 TL				
22	17.309.616,83 TL	124.684.686,02 TL				
23	19.516.592,98 TL	144.201.279,00 TL				
24	22.004.958,58 TL	166.206.237,59 TL				
25	24.810.590,80 TL	191.016.828,39 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
6.663.219,32 TL	25 Yıl	18,35%

Tablo 5. 12. Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	9.133.376,40
Yatırım Maliyeti (USD)	289.850
Müteahhit Karı	25%
Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	17.463.939
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	554.223
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	425.884,80
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	44.195,89
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.392.643,30
Geri Ödeme Süresi	12,54
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	236,37

Derin Senaryo**Otopark-1**Tablo 5. 13. Hastane Binasının 3943 m² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu

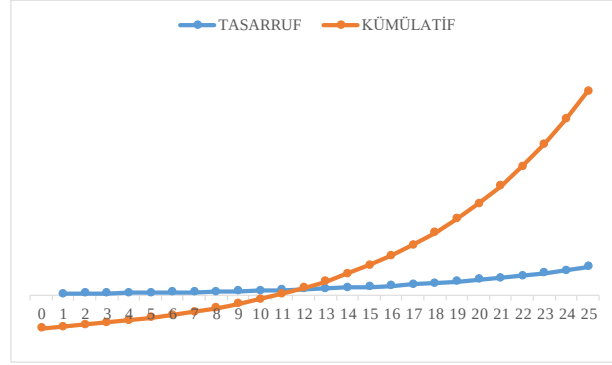
Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	1.022.157,60	1.022.157,60	100%

Tablo 5. 14. Hastane Binasının 3943 m² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu

	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	69.333.528,70	TL
B	Enerji tasarrufu	1.022.157,60	kWh
		87,91	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	3.342.455,35	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	20,74	Yıl

Tablo 5. 15. Hastane Binasının 3943 m² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-69.333.528,70 TL	12,75%	3.342.455,35	69.333.528,70	15%
1	3.342.455,35 TL	-65.991.073,35 TL				
2	3.768.618,41 TL	-62.222.454,94 TL				
3	4.249.117,26 TL	-57.973.337,68 TL				
4	4.790.879,71 TL	-53.182.457,97 TL				
5	5.401.716,87 TL	-47.780.741,10 TL				
6	6.090.435,77 TL	-41.690.305,33 TL				
7	6.866.966,33 TL	-34.823.339,00 TL				
8	7.742.504,54 TL	-27.080.834,46 TL				
9	8.729.673,87 TL	-18.351.160,60 TL				
10	9.842.707,28 TL	-8.508.453,31 TL				
11	11.097.652,46 TL	2.589.199,15 TL				
12	12.512.603,15 TL	15.101.802,30 TL				
13	14.107.960,05 TL	29.209.762,36 TL				
14	15.906.724,96 TL	45.116.487,32 TL				
15	17.934.832,39 TL	63.051.319,71 TL				
16	20.221.523,52 TL	83.272.843,24 TL				
17	22.799.767,77 TL	106.072.611,01 TL				
18	25.706.738,17 TL	131.779.349,18 TL				
19	28.984.347,28 TL	160.763.696,46 TL				
20	32.679.851,56 TL	193.443.548,02 TL				
21	36.846.532,63 TL	230.290.080,65 TL				
22	41.544.465,54 TL	271.834.546,20 TL				
23	46.841.384,90 TL	318.675.931,10 TL				
24	52.813.661,48 TL	371.489.592,57 TL				
25	59.547.403,31 TL	431.036.995,89 TL				



Tablo 5. 16. Hastane Binasının 3943 m² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	18.481.025,55
Yatırım Maliyeti (USD)	586.500
Statik İşleri (TL)	17.500.000,00
Müteahhit Karı	25%
Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	69.333.528,70
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	2.200.317
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	1.022.157,60
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	106.073,66
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	3.342.455,35
Geri Ödeme Süresi	20,74
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eqd/kWh	567,30

Otopark-2Tablo 5. 17. Hastane Binasının 1229 m² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Tasarruf Tablosu

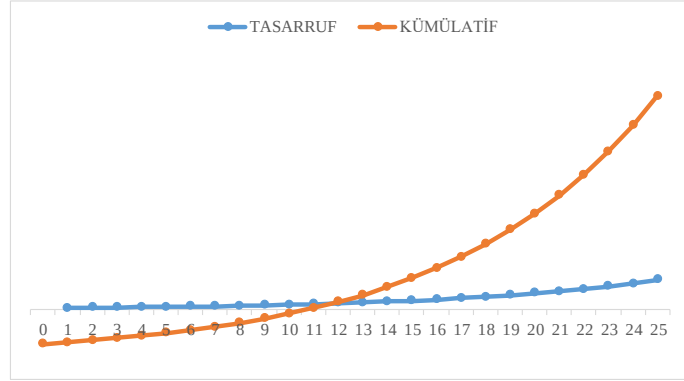
Derin Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	315.964,80	315.964,80	100%

Tablo 5. 18. Hastane Binasının 1229 m² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Analiz Tablosu

	Derin Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	30.413.419,16	TL
B	Enerji tasarrufu	315.964,80	kWh
		27,17	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	1.033.204,90	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	29,44	Yıl

Tablo 5. 19. Hastane Binasının 1229 m² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Ekonomik Analizi

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-30.413.419,16 TL	12,75%	1.033.204,90	30.413.419,16	15%
1	1.033.204,90 TL	-29.380.214,27 TL				
2	1.164.938,52 TL	-28.215.275,75 TL				
3	1.313.468,18 TL	-26.901.807,57 TL				
4	1.480.935,37 TL	-25.420.872,19 TL				
5	1.669.754,63 TL	-23.751.117,56 TL				
6	1.882.648,35 TL	-21.868.469,21 TL				
7	2.122.686,02 TL	-19.745.783,19 TL				
8	2.393.328,48 TL	-17.352.454,71 TL				
9	2.698.477,86 TL	-14.653.976,84 TL				
10	3.042.533,79 TL	-11.611.443,05 TL				
11	3.430.456,85 TL	-8.180.986,20 TL				
12	3.867.840,10 TL	-4.313.146,10 TL				
13	4.360.989,71 TL	47.843,61 TL				
14	4.917.015,90 TL	4.964.859,51 TL				
15	5.543.935,43 TL	10.508.794,94 TL				
16	6.250.787,19 TL	16.759.582,13 TL				
17	7.047.762,56 TL	23.807.344,69 TL				
18	7.946.352,29 TL	31.753.696,98 TL				
19	8.959.512,20 TL	40.713.209,18 TL				
20	10.101.850,01 TL	50.815.059,19 TL				
21	11.389.835,89 TL	62.204.895,08 TL				
22	12.842.039,96 TL	75.046.935,04 TL				
23	14.479.400,06 TL	89.526.335,10 TL				
24	16.325.523,56 TL	105.851.858,66 TL				
25	18.407.027,82 TL	124.258.886,48 TL				



Tablo 5. 20. Hastane Binasının 1229 m² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması Tasarruf Miktarı ve Geri Ödeme Süresi

Yatırım Maliyeti (TL)	7.071.001,08
Yatırım Maliyeti (USD)	224.400
Statik İşleri (TL)	7.667.013,27
Müteahhit Karı	25%
Yatırım Maliyeti (KDV dahil) (TL)	30.413.419,16
Toplam Uygulama Maliyeti (USD)	965.178
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik-kWh)	315.964,80
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	32.789,02
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	1.033.204,90
Geri Ödeme Süresi	29,44
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	175,36

5.3. Isı Pompası Tasarruf Hesabı

Derin senaryo kapsamında 1 adet hava kaynaklı ısı geri kazanımlı ısı pompası kurulumu ($EER(soğutma) > 2,62$ ve $COP(ısıtma) > 2,95$) – (ısıtma kapasitesi 255 kW soğutma kapasitesi 570 kW) irdelenmiştir. Hava kaynaklı ısı pompaları soğutma sezonunda baz yükleri karşılamak ve yazın sıcak kullanım suyu elde etmek amacıyla projelendirilmiştir. Yaz mevsimi ve soğutma modunda mevsim geçişlerinde; ısı pompası 7/12°C rejimde soğutma suyu üretirken, aynı zamanda 45°C kullanım sıcak suyu üretmesi planlanmıştır. Soğutma sezonunda ısı pompasının yetersiz kalması durumunda, mevcut chiller devreye girecektir.

Kırıkkale Tıp Fakültesi Hastanesi senaryo kapsamında 1 adet hava kaynaklı 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	568	kW
Çalışma Süresi	1.800	Saat
Sıcaklık Rejimi	12-7	C
Soğutma EER	2,06	-
Soğutmada Elektrik Tüketimi	496.398	kWh

Tablo 5. 22. Isı Pompası ile Soğutmada Elektrik Tüketimi Tablosu

Isı Pompası Soğutma Tarafı		
Soğutma Kapasitesi	568	kW
Çalışma Süresi	1.800	Saat
Sıcaklık Rejimi	12-7	C
Soğutma EER	2,621	-
Soğutmada Elektrik Tüketimi	390.149	kWh

Tablo 5. 23. Sıcak Su Amacıyla Doğalgaz Tüketimi Tablosu

Mevcut Isıtma Tarafı		
Isıtma Kapasitesi	255	kW
Çalışma Süresi	1.800	Saat
Sıcaklık Rejimi	60-80	C
Isıtma Verim	92,69%	%
Isıtmada Doğalgaz Tüketimi	274.621	kWh

*Yaz sezonunda ısı pompası ile karşılanması beklenen sıcak su tüketim miktarı.

Tablo 5. 24. Isı Pompası ile Sağlanacak Tasarruf Tablosu

Tasarruf Hesabı		
Doğalgaz Tasarrufu	274.621,46	kWh
	376.231	TL
Elektrik Tasarrufu	106.249,26	kWh
	347.435	TL

Tablo 5. 25. 1 Adet Hava Kaynaklı 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

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Elektrik Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	106.249,26	106.249,26	100%

Karma Senaryo Enerji Verimliliği Önlemleri			
Varolan Sistem Enerjisi	Gelişmiş Sistem Enerjisi	Tahmini Doğalgaz Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu
[kWh]	[kWh]	[kWh]	[%]
-	274.621,46	274.621,46	100%

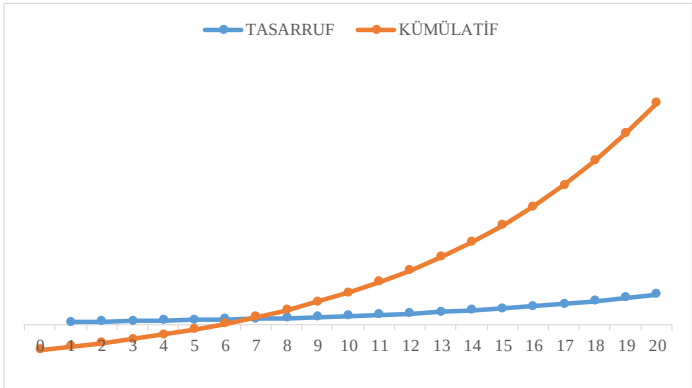
Tablo 5. 26. 1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW) Analiz Tablosu

	Karma Senaryo	Değer	Birim
A	Yatırım / Uygulama Maliyeti	5.648.830,86	TL
B	Enerji tasarrufu	380.870,72	kWh
		32,75	TEP
C	Enerji Birim Fiyatı (Doğalgaz)	1,37	TL/kWh
D	Enerji Birim Fiyatı (Elektrik)	3,27	TL/kWh
E = B x D	Enerji Maliyeti Tasarrufu	723.666,48	TL
F = A / E	Basit Geri Ödeme Süresi	7,81	Yıl

Tablo 5. 27. 1 Adet Hava Kaynaklı 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	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-5.648.830,86 TL	12,75%	723.666,48	5.648.830,86	15%
1	723.666,48 TL	-4.925.164,38 TL				
2	815.933,96 TL	-4.109.230,42 TL				
3	919.965,54 TL	-3.189.264,88 TL				
4	1.037.261,15 TL	-2.152.003,73 TL				
5	1.169.511,94 TL	-982.491,79 TL				
6	1.318.624,72 TL	336.132,93 TL				
7	1.486.749,37 TL	1.822.882,30 TL				
8	1.676.309,91 TL	3.499.192,21 TL				
9	1.890.039,43 TL	5.389.231,64 TL				
10	2.131.019,45 TL	7.520.251,09 TL				
11	2.402.724,43 TL	9.922.975,53 TL				
12	2.709.071,80 TL	12.632.047,33 TL				
13	3.054.478,45 TL	15.686.525,78 TL				
14	3.443.924,46 TL	19.130.450,24 TL				
15	3.883.024,83 TL	23.013.475,06 TL				
16	4.378.110,49 TL	27.391.585,55 TL				
17	4.936.319,58 TL	32.327.905,13 TL				
18	5.565.700,32 TL	37.893.605,45 TL				
19	6.275.327,12 TL	44.168.932,57 TL				
20	7.075.431,32 TL	51.244.363,89 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
4.850.548,09 TL	20 Yıl	23,48%



Tablo 5. 28. 1 Adet Hava Kaynaklı 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)	3.765.887,24
Yatırım Maliyeti (EURO)	110.123
Müteahhit Karı	25%
Toplam Uygulama Maliyeti (TL) (KDV dahil)	5.648.830,86
Toplam Uygulama Maliyeti (EURO)	165.185
Toplam Enerji Tasarrufu (Elektrik+Doğalgaz-kWh)	380.870,72
Elektrik Birim Fiyatı (TL/kWh)	3,27
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)	22.965,74
Toplam Tasarruf (TL/yıl)	723.666,48
Geri Ödeme Süresi	7,81
Emisyon Azaltma Miktarı Ton CO ₂ eşd/kWh	123,23

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 [TEP]	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine Oran %	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oran)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi	Doğalgaz	101.585,84	8,74	1,13%	139.172,60	23,77	9.418.176,82	67,67	1,08%	-7.398.978,89
2	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İntertör Uygulaması	Elektrik	298.418,40	25,66	5,89%	975.828,17	165,62	5.416.470,88	5,55	29,67%	8.741.418,08
3	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	163.368,63	14,05	1,82%	223.815,02	38,23	3.782.657,39	16,90	13,27%	-535.417,49
4	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Elektrik	139.899,47	12,03	2,76%	457.471,26	77,64	14.991.233,55	32,77	6,83%	-8.353.971,52
5	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	107.353,02	9,23	1,20%	147.073,64	25,12	117.988,92	0,80	137,40%	2.015.841,91
6	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	610.512,27	52,50	12,04%	1.996.375,12	338,83	9.823.420,51	5,30	30,61%	17.054.394,22
		Doğalgaz	-104.985,37	-9,03	-1,17%	-143.829,96	-24,57				
7	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.123,02	1,64	0,38%	62.532,28	10,61	241.089,56	3,86	38,25%	666.165,47
8	Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması	Elektrik	425.884,80	36,63	8,40%	1.392.643,30	236,37	17.463.938,95	12,54	18,35%	6.663.219,32
9	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	250.291,93	21,53	4,94%	818.454,61	138,91	15.976.985,68	9,67	20,23%	7.988.358,17
		Doğalgaz	608.284,22	52,31	6,79%	833.349,39	142,34				
10	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	232.771,49	20,02	4,59%	761.162,79	129,19	487.308,68	0,32	327,99%	21.800.461,11
		Doğalgaz	565.704,33	48,65	6,32%	775.014,93	132,37				
TOPLAM		Elektrik	1.976.901,38	170,01	39,00%	6.464.467,51	1.097,18	93.496.992,14	11,08	18,36%	28.941.898,88
		Doğalgaz	1.441.310,67	123,95	16,09%	1.974.595,61	337,27				
		Toplam	3.418.212,05	293,97	24,37%	8.439.063,13	1.434,45				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											24,37%
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											27,73%
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											912,32
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											1.132,00

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

Baz Elektrik Tüketimi: 5.069.437 kWh

Baz Doğalgaz Tüketimi: 8.957.097 kWh

Baz senaryo kapsamında ilk önlem olarak; 9.325,5 m² alana sahip pencere alanlarının tamiri ve fitil değişimi önerilmektedir.

85 adet elektrik motorlarının yüksek verim sınıfına sahip (IE3-IE4) motorlarla değişimi ve kullanılan kötü durumda olan V kayışlar yerine dişli V kayışların kullanılması önerilmektedir.

Isı merkezinde arızalı olarak yer alan 2 adet doğalgaz yakıtlı kazanların yerine yüksek verimli, yoğunmalı 2910 kW kapasitede kazanlar ile yenilenmesi önerilmiştir.

Baz senaryo kapsamında, 29 adet ısıtma/soğutma sirkülasyon pompaların yüksek verimli pompa, IE4 motor ve vsd'li olarak yenilenmesi ve klima santralleri ısıtma ve soğutma hatlarında bulunan 3 yollu vanaların 2 yollu kombine olarak değiştirilmesi 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.

Baz senaryo kapsamında ele alınan chiller plant optimizasyon kontrol paneli yapılması projesidir. Bu EVÖ projesinin uygulanmasıyla 4 adet chiller ve pompalarının kontrol vanaları, kontrol paneli ve BMS ile devreye alınması ile chillerlerde ve pompalarda enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Baz senaryo kapsamında ele alınan hastane binasının 1598 m² çatı alanına 624 adet panel kullanılarak 343 kWp GES kurulması EVÖ projesinin uygulanması ile hastane binasının elektrik ihtiyacının bir kısmının karşılanması hedeflenmektedir.

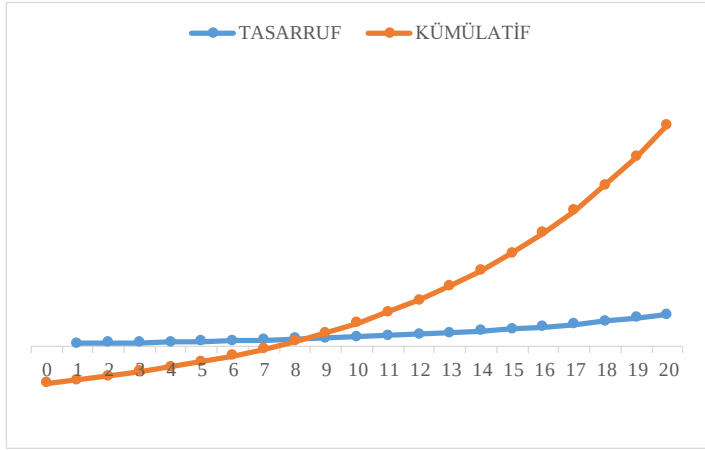
BMS kurulumu kapsamında binada dengeli bir kontrol sağlamak için otomasyon sistemi baştan aşağı değiştirilerek kapsamlı bir kontrol planlanmaktadır. Bu kontrolün sağlanması durumunda hastane binasındaki ekipmanların çalışma sürelerinde azalmalar olacaktır. Aynı zamanda hastane binası kullanıcılarının 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 Analiz Tablosu

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-93.496.992,14 TL	12,75%	8.439.063,13	93.496.992,14	15%
1	8.439.063,13 TL	-85.057.929,01 TL				
2	9.515.043,68 TL	-75.542.885,33 TL				
3	10.728.211,74 TL	-64.814.673,59 TL				
4	12.096.058,74 TL	-52.718.614,85 TL				
5	13.638.306,23 TL	-39.080.308,62 TL				
6	15.377.190,28 TL	-23.703.118,34 TL				
7	17.337.782,04 TL	-6.365.336,30 TL				
8	19.548.349,25 TL	13.183.012,94 TL				
9	22.040.763,77 TL	35.223.776,72 TL				
10	24.850.961,16 TL	60.074.737,87 TL				
11	28.019.458,70 TL	88.094.196,58 TL				
12	31.591.939,69 TL	119.686.136,27 TL				
13	35.619.912,00 TL	155.306.048,26 TL				
14	40.161.450,78 TL	195.467.499,04 TL				
15	45.282.035,75 TL	240.749.534,80 TL				
16	51.055.495,31 TL	291.805.030,11 TL				
17	57.565.070,96 TL	349.370.101,07 TL				
18	64.904.617,51 TL	414.274.718,58 TL				
19	73.179.956,24 TL	487.454.674,83 TL				
20	82.510.400,66 TL	569.965.075,49 TL				

NBD	Faydalı Ömür	İKO
28.941.898,88 TL	20 Yıl	18,36%



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	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO ₂ e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme Süresi [yıl]	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m ² K)	Elektrik	7.945,63	0,68	0,16%	25.982,20	4,41	28.127.461,19	100,15	-1,67%	-
		Doğalgaz	186.043,83	16,00	2,08%	254.880,05	43,53				21.895.927,90
2	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	Elektrik	298.418,40	25,66	5,89%	975.828,17	165,62	5.416.470,88	5,55	29,67%	8.741.418,08
3	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	163.368,63	14,05	1,82%	223.815,02	38,23	3.782.657,39	16,90	13,27%	-535.417,49
4	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Elektrik	139.899,47	12,03	2,76%	457.471,26	77,64	14.991.233,55	32,77	6,83%	-8.353.971,52
5	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	107.353,02	9,23	1,20%	147.073,64	25,12	117.988,92	0,80	137,40%	2.015.841,91
6	1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	106.249,26	9,14	2,10%	347.435,08	58,97	5.648.830,86	7,81	23,48%	4.850.548,09
		Doğalgaz	274.621,46	23,62	3,07%	376.231,40	64,26				
7	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri ile Değiştirilmesi ve Hastane Koridorlarına Aydınlatma Otomasyonu Uygulaması	Elektrik	771.240,69	66,33	15,21%	2.521.957,06	428,04	13.403.087,45	5,64	29,36%	21.100.179,19
		Doğalgaz	-104.985,37	-9,03	-1,17%	-143.829,96	-24,57				
8	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.123,02	1,64	0,38%	62.532,28	10,61	241.089,56	3,86	38,25%	666.165,47
9	Hastane Binasının 1229 m ² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması	Elektrik	315.964,80	27,17	6,23%	1.033.204,90	175,36	30.413.419,16	29,44	10,42%	-
10	Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması	Elektrik	1.022.157,60	87,91	20,16%	3.342.455,35	567,30	69.333.528,70	20,74	13,34%	-
11	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	167.190,67	14,38	3,30%	546.713,48	92,79	15.976.985,68	11,87	17,45%	3.546.164,33
		Doğalgaz	583.148,66	50,15	6,51%	798.913,67	136,46				
12	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	155.487,32	13,37	3,07%	508.443,54	86,30	487.308,68	0,39	269,56%	17.669.220,84
		Doğalgaz	542.328,26	46,64	6,05%	742.989,71	126,90				
TOPLAM		Elektrik	3.003.676,85	258,32	59,25%	9.822.023,30	1.667,04				-
		Doğalgaz	1.751.878,49	150,66	19,56%	2.400.073,53	409,94	187.940.062,02	15,38	14,33%	10.614.693,18
		Toplam	4.755.555,34	408,98	33,90%	12.222.096,83	2.076,98				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											33,90%
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											39,73%
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											797,30
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											944,05



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

Derin senaryo kapsamında mevcut pencerelerin; 0,64 gölgeleme katsayına sahip, argon boşluklu, 4+12+4 mm kalınlıkta, gün ışığını %79 geçiren, %12 dışa yansıtan, 2 W/m²K “U” değerine sahip (cam+doğrama), ilk camı güneş ve ısı kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi ile değişimi önerilmektedir. Fakat hastane binasında mevcutta bulunan pencereler yeni ve hastane kullanımına uygun özelliktedir. Bu nedenle karma senaryo kapsamına alınmamıştır.

Derin senaryo kapsamında hastane binasına 1 adet hava kaynaklı 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.

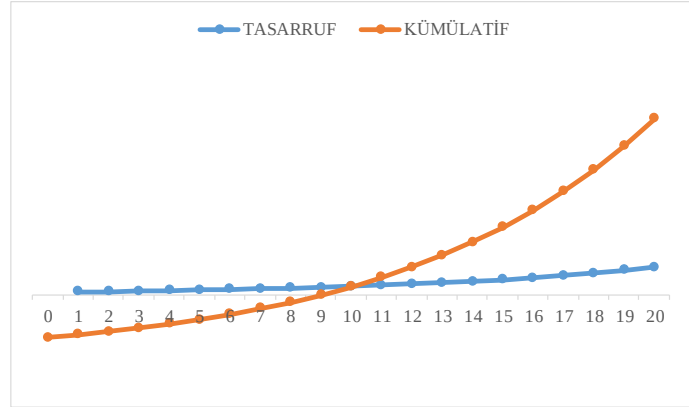
Derin senaryo kapsamında 5640 adet verimsiz aydınlatma armatürlerinin LED aydınlatma armatürleri ile değiştirilmesi ve hastane binasının koridorlarına aydınlatma otomasyonunun yapılması önerilmiştir. Hastane binasının koridorlarında bulunan armatürlerin %40 oranında daha az çalışacağı öngörülerek hesap yapılmıştır.

Derin senaryo kapsamında ele alınan hastane binasının 1229 m² otopark alanına 480 adet panel kullanılarak 264 kWp GES kurulması EVÖ projesinin uygulanması ile hastane binasının elektrik ihtiyacının bir kısmının karşılanması hedeflenmektedir.

Derin senaryo kapsamında ele alınan hastane binasının 3943 m² otopark alanına 1540 adet panel kullanılarak 847 kWp GES kurulması EVÖ projesinin uygulanması ile hastane binasının elektrik ihtiyacının bir kısmının karşılanması hedeflenmektedir.

Tablo 6. 4. Derin Senaryo Ekonomik Analiz Tablosu

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-187.940.062,02 TL	12,75%	12.222.096,83	187.940.062,02	15%
1	12.222.096,83 TL	-175.717.965,19 TL				
2	13.780.414,18 TL	-161.937.551,01 TL				
3	15.537.416,98 TL	-146.400.134,03 TL				
4	17.518.437,65 TL	-128.881.696,38 TL				
5	19.752.038,45 TL	-109.129.657,93 TL				
6	22.270.423,35 TL	-86.859.234,59 TL				
7	25.109.902,33 TL	-61.749.332,26 TL				
8	28.311.414,87 TL	-33.437.917,38 TL				
9	31.921.120,27 TL	-1.516.797,11 TL				
10	35.991.063,10 TL	34.474.265,99 TL				
11	40.579.923,65 TL	75.054.189,64 TL				
12	45.753.863,92 TL	120.808.053,56 TL				
13	51.587.481,56 TL	172.395.535,12 TL				
14	58.164.885,46 TL	230.560.420,59 TL				
15	65.580.908,36 TL	296.141.328,95 TL				
16	73.942.474,18 TL	370.083.803,12 TL				
17	83.370.139,63 TL	453.453.942,76 TL				
18	93.999.832,44 TL	547.453.775,20 TL				
19	105.984.811,07 TL	653.438.586,27 TL				
20	119.497.874,49 TL	772.936.460,76 TL				



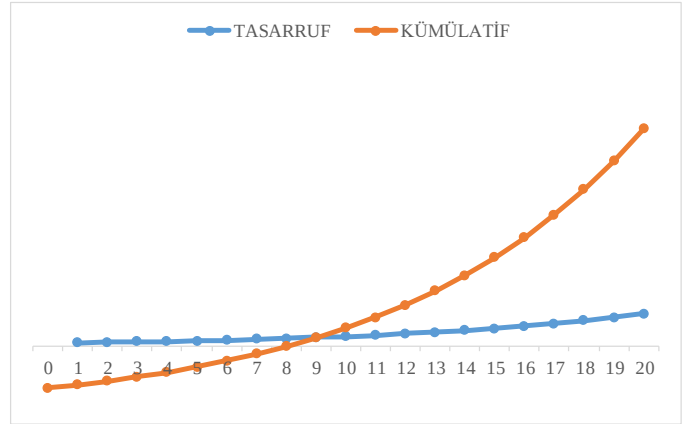
Tablo 6. 5. Karma Senaryo EVÖ Tablosu

No.	Enerji Verimliliği Önlemi [EVÖ]	Enerji Tipi [elektrik, doğal gaz, vs.]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [kWh]	Hesaplanan Yıllık Enerji Tasarrufu [TL]	Tasarrufun Baz Enerji Tüketimine	Hesaplanan Yıllık Maliyet Tasarrufu [TL]	Emisyon Azaltımı [ton CO2e]	Öngörülen Uygulama Maliyeti [TL]	Geri Ödeme	İKO (İç Karlılık/Verim Oranı)	NBD (Net Bugünkü Değer)
1	9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi	Doğalgaz	101.585,84	8,74	1,13%	139.172,60	23,77	9.418.176,82	67,67	1,08%	-
2	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	Elektrik	298.418,40	25,66	5,89%	975.828,17	165,62	5.416.470,88	5,55	29,67%	8.741.418,08
3	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	163.368,63	14,05	1,82%	223.815,02	38,23	3.782.657,39	16,90	13,27%	-535.417,49
4	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Elektrik	139.899,47	12,03	2,76%	457.471,26	77,64	14.991.233,55	32,77	6,83%	-8.353.971,52
5	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	107.353,02	9,23	1,20%	147.073,64	25,12	117.988,92	0,80	137,40%	2.015.841,91
6	1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	106.249,26	9,14	2,10%	347.435,08	58,97	5.648.830,86	7,81	23,48%	4.850.548,09
		Doğalgaz	274.621,46	23,62	3,07%	376.231,40	64,26				
7	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	610.512,27	52,50	12,04%	1.996.375,12	338,83	9.823.420,51	5,30	30,61%	17.054.394,22
		Doğalgaz	-104.985,37	-9,03	-1,17%	-143.829,96	-24,57				
8	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.123,02	1,64	0,38%	62.532,28	10,61	241.089,56	3,86	38,25%	666.165,47
9	Hastane Binasının 1598 m² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması	Elektrik	425.884,80	36,63	8,40%	1.392.643,30	236,37	17.463.938,95	12,54	18,35%	6.663.219,32
10	Hastane Binasının 3943 m² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması	Elektrik	1.022.157,60	87,91	20,16%	3.342.455,35	567,30	69.333.528,70	20,74	13,34%	-11.426.418,16
11	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	171.303,45	14,73	3,38%	560.162,28	95,07	15.976.985,68	11,69	17,66%	3.858.800,08
		Doğalgaz	589.060,72	50,66	6,58%	807.013,19	137,84				
12	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	159.312,21	13,70	3,14%	520.950,92	88,42	487.308,68	0,38	273,67%	17.959.972,09
		Doğalgaz	547.826,47	47,11	6,12%	750.522,26	128,19				
TOPLAM		Elektrik	2.952.860,47	253,95	58,25%	9.655.853,75	1.638,84	152.701.630,49	12,77	16,53%	20.760.900,38
		Doğalgaz	1.678.830,77	144,38	18,74%	2.299.998,15	392,85				
		Toplam	4.631.691,24	398,33	33,02%	11.955.851,90	2.031,68				
Toplam Nihai Enerji Tasarrufu											33,02%
Toplam Birincil Enerji Tasarrufu											38,82%
Nihai Enerji Tüketimi [TEP]											807,96
Birincil Enerji Tüketimi [TEP]											958,31

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

Tablo 6. 6. Karma Senaryo Ekonomik Analiz Tablosu

YIL	TASARRUF	KÜMÜLATİF	Enerji Enflasyon Oranı	YILLIK TASARRUF (TL)	YATIRIM MALİYETİ (TL)	İSKONTO ORANI
0		-152.701.630,49 TL	12,75%	11.955.851,90	152.701.630,49	15%
1	11.955.851,90 TL	-140.745.778,59 TL				
2	13.480.223,02 TL	-127.265.555,57 TL				
3	15.198.951,46 TL	-112.066.604,11 TL				
4	17.136.817,77 TL	-94.929.786,34 TL				
5	19.321.762,03 TL	-75.608.024,31 TL				
6	21.785.286,69 TL	-53.822.737,62 TL				
7	24.562.910,74 TL	-29.259.826,87 TL				
8	27.694.681,86 TL	-1.565.145,01 TL				
9	31.225.753,80 TL	29.660.608,79 TL				
10	35.207.037,41 TL	64.867.646,21 TL				
11	39.695.934,68 TL	104.563.580,89 TL				
12	44.757.166,35 TL	149.320.747,24 TL				
13	50.463.705,06 TL	199.784.452,31 TL				
14	56.897.827,46 TL	256.682.279,77 TL				
15	64.152.300,46 TL	320.834.580,23 TL				
16	72.331.718,77 TL	393.166.299,00 TL				
17	81.554.012,91 TL	474.720.311,92 TL				
18	91.952.149,56 TL	566.672.461,48 TL				
19	103.676.048,63 TL	670.348.510,11 TL				
20	116.894.744,83 TL	787.243.254,93 TL				



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. Bina 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 Tıp Fakültesi Hastane binası için 2021 yılında Enerji Kimlik Belgesi yaptırılmıştır. Enerji Kimlik Belgeleri BEP-TR-1 programı ile hazırlanmıştır. Aşağıdaki tabloda bu bloklara ait nihai enerji tüketimi, sera gazı emisyonu ve enerji performans sınıfı paylaşılmıştır.

bepTR
ulus enerji
performansı

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Bina Bilgileri		Belge Bilgileri		Bina Görünümü
Tipi:	Hastane	Veriliş Tarihi:	26.2.2021	
İmarat/Ruhsat Tarihi:	25.8.2011	Geçerlilik Tarihi:	26.2.2031	
Taahhüt Tutarı:		Performans Sınıfı:	C	
Toplam Alan:	51.361,60	Emisyon Sınıfı:	C	
Adres/Paralel/Perpet:	1956 / 1			
UAVT Bina No:	71 3454219			
Adres:		KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA H YENİŞEHİR KAH. BİN-13 NA CAD. NO:2 YAHŞHAN KIRIKKALE		
Bağlı Kurum Adı Soyadı: KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ				

ENERJİ PERFORMANSI

ORAN

13

SİMA GAZ EMİSYONU

94,92

Sıralı GAZ Emisyonu

ORAN

96

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ORANI

% 0,00

Sistemler	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM ENERJİ		SINIFI
	Miktar (kWh/yıl)	Oran (kWh/yıl)	Miktar (kWh/yıl)	Oran (kWh/yıl)	
Toplam	18.917.436,21	370,18	0,00	0,00	C
Isıtma	1.774.452,40	34,72	0,00	0,00	F
Sıhhi Sıcak Su	11.414.475,31	223,36	0,00	0,00	C
Soğutma	3.154.849,30	61,73	0,00	0,00	G
Havalandırma	486.404,29	9,52			E
Aydınlatma	2.087.254,91	40,84			F
Kajenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fotovoltaik			0,00	0,00	

Belgenin		Belge Düzenleyenin		Kare Kod
Numarası:	Y1 571231A 57CB	Adı Soyadı:	SINAN EKİYOĞU	
Veriliş Tarihi:	26.2.2021	Firma:	ATLAS ULUSLARARAS BELGELENDİRME ENERJİ EĞİTİM GÖZETİM DENETİM MÜHÜRLEME MÜHÜRLEME KURUMU VE	
Son Geçerlilik Tarihi:	26.2.2031	Sertifika No:	571231A 57CB	
İptal Edilen EKB No:		İmza:		

Sayfa 1/2

Fotoğraf 7. 1. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesine Ait 2021 Yılında Hazırlanan Mevcut Durum 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; 18.917.436,21 kWh/yıl, birim alan başına düşen tüketim ise 370,18 kWh/m²yıl'dır. Bu tüketime karşılık gelen toplam enerji sınıfı ise “C”dir.

Enerji tüketimlerinin kullanım amacına göre sınıflandırıldığı fotoğraflar incelendiğinde; havalandırma sistemlerinin “E” sınıfı, sıhhi sıcak su sistemlerinin “C” ve soğutmanın “G” sınıfı olduğu görülmektedir. Binalarda kullanılan herhangi bir kojenerasyon-trijenerasyon sistemi, ısı pompası olmadığı için yenilenebilir enerji kullanım oranları “0” çıkmıştır.

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi 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 binaların enerji kimlik belgeleri ön hesap sonuç formları aşağıda sunulmuştur.

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Bina Bilgileri

Tip: Hastane

İmarat Ruhsat Tarih: 25-08-2011

Yapılaşma Alanı: 40.849,94

İmaratın Kullanım Alanı: 45.809,84

UNİT Bina No:

Adresi: Yengeçler Ankar Yolu 7. Km. Kırıkkale Üniversitesi Kampüsü, 71450 YAHŞILAN / KIRIKKALE

Binaın Görünümü



ENERJİ PERFORMANS SINIFI

Yıl 2020

A 5-39

B 40-79

C 80-99

D 100-139

E 140-174

F 180-174

G 175-...

ET

SERA GAZ EMİSYONU

TEST

Yıl 2020

A 5-39

B 40-79

C 80-99

D 100-139

E 140-174

F 180-174

G 175-...

97

ENERJİ PERFORMANS SINIFI KULLANIM ALAN BAŞINA

% 0,00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMİ		YENİ ENERJİLİ ENERJİ KİMLİK BELGESİ		SINIF
	Yıl 2020	Yıl 2020	Yıl 2020	Yıl 2020	
Totale	5.984.083,17	130,46	0,00	0,00	C
Bina	2.412.523,79	52,59	0,00	0,00	C
Şehit Sırtı Sa	271.286,48	5,81	0,00	0,00	D
Şehit Sırtı	1.358.403,71	29,62	0,00	0,00	D
Revizyonlar	280.571,38	7,86			B
Aydınlatma	1.581.247,81	34,47			D
Kalorifikasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	
Teknik Ekipmanlar			0,00	0,00	

Belge Düzenleyicisi

Adı Soyadı: _____ Tarih: _____

Firma: _____ İmza: _____

Sertifika No: _____

Doğrudan Sera Gaz Emisyonu (t/y): 12,5

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

Fotoğraf 7. 2. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi 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; 5.984.083,17 kWh/yıl, birim alan başına düşen tüketim ise 130,46 kWh/m²yıl'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.

ÖN HESAP SONUÇ FORMU

Binanın

Tipi: Hastane

İnşaat Başlatılma Tarihi: 25-08-2011

Toplam Alan: 45.869,84

İdari/İnşaat Alanı: 45.869,84

İSART Bina No:

Adres: KIRIKKALE Tıp Fak. Hast. Revizyon Yarıncıhan / KIRIKKALE

NSEB

Binanın Görünüşü



ENERJİ PERFORMANSI

Yüksek

A 0 - 39

B 40 - 79

C 80 - 99

D 100 - 119

E 120 - 139

F 140 - 174

G 175 - ...

Oran: 90

SERA GAZI EMİSYONU

Yüksek

A 0 - 39

B 40 - 79

C 80 - 99

D 100 - 119

E 120 - 139

F 140 - 174

G 175 - ...

Oran: 49

YENİLENERLENER ENERJİ KULLANIM

Oran: % 43,44



Sistemler	YÜK ENERJİ TÜKETİMİ		YENİLENERLENER ENERJİ KULLANIM		
	Füsil (kWh/y)	Bina Alan Başına (kWh/m²/y)	Füsil (kWh/y)	Bina Alan Başına (kWh/m²/y)	
Toplam	3.088.947,20	67,34	2.372.407,92	51,72	B
Bina	2.130.814,45	46,45	0,00	0,00	C
İçerik: Sıcak Su	156.278,00	3,41	116.330,24	2,54	B
Su Isıtma	1.091.985,62	23,81	0,00	0,00	C
Havalandırma	506.484,86	11,04			C
Aydınlatma	1.459.461,92	31,82			C
Kalorifer Isıtma	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fotovoltaik			2.256.077,68	49,18	

Belge Düzenleyen

Adı Soyadı: Tarih:

Firma: İmza:

Sertifika No:

Düzenlenen Sıra Geliştirme (m²) : 0

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

Fotoğraf 7. 3. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi 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 “C” sınıfından “B” sınıfına

düşmüştür. Birincil enerji tüketimi, 5.984.083,17 kWh/yıl'dan, 3.088.947,2 kWh/yıl'a, birim alan başına düşen tüketim ise 130,46 kWh/m²yıl'dan 67,34 kWh/m²yıl'a düşmüştür. Bina için tanımlanan fotovoltaik sistem ile binanın yenilenebilir enerji kullanım oranı %43,44'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 öngörülemez olaylar için temel enerji kullanımına yönelik ayarlamaların nasıl yapıldığını da açıklamaktadır.

Tablo 8. 1. Enerji Verimliliği Önlemleri Seçenekleri

ÖNERİLEN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖNLEMİ	Enerji Türü	Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu	Enerji Tasarrufu	IPMVP'ye dayalı M&V Opsiyonu
		[kWh]	[TEP]	[%]	
5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Elektrik	610.512,27	52,50	12,04%	OPSİYON A
Hastane Binasının 1598 m ² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması	Elektrik	425.884,80	36,63	8,40%	OPSİYON B
Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması	Elektrik	1.022.157,60	87,91	20,16%	
85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dışlı Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	Elektrik	298.418,40	25,66	5,89%	OPSİYON C
29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Elektrik	139.899,47	12,03	2,76%	
1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Elektrik	106.249,26	9,14	2,10%	
4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Elektrik	19.123,02	1,64	0,38%	
Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Elektrik	171.303,45	14,73	3,38%	
Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Elektrik	159.312,21	13,70	3,14%	
9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fıtil Değişimi	Doğalgaz	101.585,84	8,74	1,13%	
5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri İle Değiştirilmesi	Doğalgaz	-104.985,37	-9,03	-1,17%	
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	163.368,63	14,05	1,82%	
Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	Doğalgaz	107.353,02	9,23	1,20%	
1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımlı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	Doğalgaz	274.621,46	23,62	3,07%	
Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Doğalgaz	589.060,72	50,66	6,58%	
Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması	Doğalgaz	547.826,47	47,11	6,12%	

Opsiyon A. İzole Edilmiş Tadilat: (Kısmi Ölçüm) Burada, işletmedeki ölçümler gerçekleştirilen VAP'ları 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)	Hasta Sayısı (2022 Verileri)
Ocak	406.076,50	1.463.997,22	30.931,00
Şubat	361.127,66	1.181.717,45	27.666,00
Mart	376.723,85	1.129.239,16	32.095,00
Nisan	318.536,19	573.552,97	26.961,00
Mayıs	367.259,39	465.379,94	28.531,00
Haziran	490.785,51	413.006,80	30.088,00
Temmuz	568.426,60	414.361,58	23.403,00
Ağustos	609.907,12	348.006,07	29.229,00
Eylül	444.504,90	352.142,07	29.563,00
Ekim	354.400,10	577.712,77	31.768,00
Kasım	359.248,47	823.376,70	35.337,00
Aralık	412.440,65	1.214.604,01	36.784,00

Hasta Sayısı verileri ile regresyon modeli oluşturulurken 2020 ve 2021 yılındaki pandeminin hasta sayısında sebep olduğu değişimden dolayı sadece 2022 yılı 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 tüketim modeli oluşturulamamıştır.

Tablo 8. 3. Elektrik Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,335424422
R Kare	0,112509543
Ayarlı R Kare	0,023760497
Standart Hata	89518,38574
Gözlem	12

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	1	10158981082	1,0159E+10	1,267726788	0,286489048
Fark	10	80135413848	8013541385		
Toplam	11	90294394930			

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	676452,3692	227065,1931	2,9791108	0,013828696	170519,5906	1182385,15	170519,5906	1182385,148
X Değişkeni 1	-8,411593773	7,470771565	-1,12593374	0,286489048	-25,05751015	8,23432261	-25,05751015	8,234322605

Tablo 8. 4. Doğalgaz Tüketimi – Hasta Sayısı Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,462021541
R Kare	0,213463904
Ayarlı R Kare	0,134810295
Standart Hata	370899,3292
Gözlem	12

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	1	3,73351E+11	3,7335E+11	2,713974673	0,130492571
Fark	10	1,37566E+12	1,3757E+11		
Toplam	11	1,74901E+12			

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	-793382,5536	940793,6382	-0,84331199	0,418768758	-2889601,411	1302836,3	-2889601,411	1302836,303
X Değişkeni 1	50,9931873	30,95346436	1,64741454	0,130492571	-17,97542924	119,961804	-17,97542924	119,9618038

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 elektrik tüketiminin CDD ile doğalgaz tüketiminin HDD ile değişimi incelendiğinde korelasyonun uygun olduğu 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) hesaplanacaktır.

Tablo 8. 5. Elektrik ve Doğalgaz Tüketimleri ile HDD – CDD Analizi

Aylar	Gerçek Enerji Tüketimleri		Bağımsız Değişkenler	
	Elektrik Tüketimi (kWh)	Doğalgaz Tüketimi (kWh)	Ortalama CDD	Ortalama HDD
Ocak	406.076,50	1.463.997,22	0	486
Şubat	361.127,66	1.181.717,45	0	372
Mart	376.723,85	1.129.239,16	0	374
Nisan	318.536,19	573.552,97	2	138
Mayıs	367.259,39	465.379,94	16	32
Haziran	490.785,51	413.006,80	35	3
Temmuz	568.426,60	414.361,58	92	0
Ağustos	609.907,12	348.006,07	135	0
Eylül	444.504,90	352.142,07	23	6
Ekim	354.400,10	577.712,77	1	79
Kasım	359.248,47	823.376,70	0	256
Aralık	412.440,65	1.214.604,01	0	401
TOPLAM	5.069.436,96	8.957.096,74	304	2147

Tablo 8. 6. Elektrik – CDD Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,929012261
R Kare	0,863063782
Ayarlı R Kare	0,84937016
Standart Hata	35163,29473
Gözlem	12

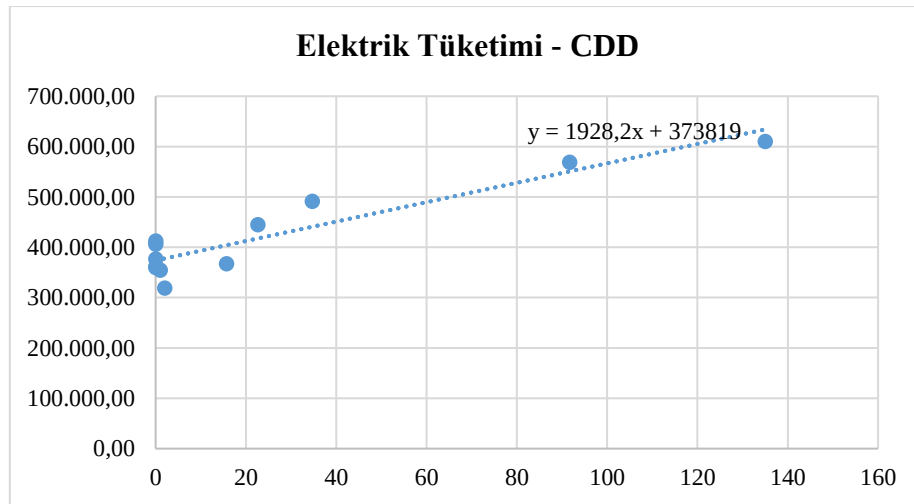
ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	1	77929821966	7,793E+10	63,0266991	1,25915E-05
Fark	10	12364572964	1236457296		
Toplam	11	90294394930			

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	373818,9571	11856,06584	31,5297639	2,42086E-11	347401,9962	400235,918	347401,9962	400235,918
X Değişkeni 1	1928,225126	242,8820705	7,93893564	1,25915E-05	1387,050148	2469,4001	1387,050148	2469,400104

$$y = 1928,22x_1 + 373818,95$$

y = Elektrik tüketimi (kWh/ay)

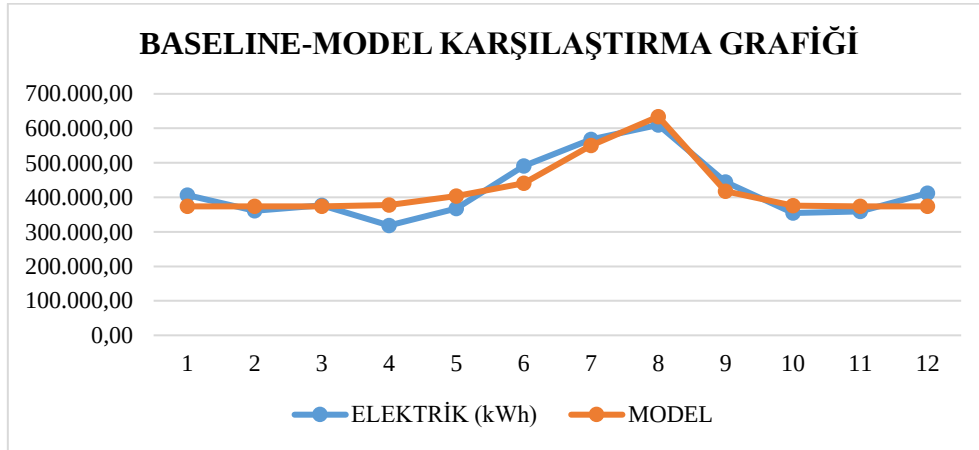
x₁ = CDD



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	406.076,50	0	373.818,96	32.257,54	1.040.549.074,09
Şubat	361.127,66	0	373.818,96	-12.691,30	161.069.022,02
Mart	376.723,85	0	373.818,96	2.904,89	8.438.402,77
Nisan	318.536,19	2	377.675,41	-59.139,21	3.497.446.634,50
Mayıs	367.259,39	16	404.027,82	-36.768,43	1.351.917.253,94
Haziran	490.785,51	35	440.664,09	50.121,42	2.512.156.595,61
Temmuz	568.426,60	92	550.572,93	17.853,67	318.753.640,01
Ağustos	609.907,12	135	634.129,35	-24.222,23	586.716.221,98
Eylül	444.504,90	23	417.525,39	26.979,51	727.893.782,37
Ekim	354.400,10	1	375.747,18	-21.347,08	455.697.919,47
Kasım	359.248,47	0	373.818,96	-14.570,48	212.298.997,13
Aralık	412.440,65	0	373.818,96	38.621,70	1.491.635.420,11
TOPLAM	5.069.437	304	5.069.436,96	0,000	12.364.572.964,01



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	0,000	<0,005	UYGUN
R ²	0,86	>0,75	UYGUN
CV _{RMSE}	0,08	<0,2	UYGUN
Bağımsız Değişkenin Duyarlılığı (t-stat)	7,94	>2	UYGUN

Tablo 8.8 incelendiğinde değerlendirme kriterlerine göre Elektrik-CDD korelasyonunun uygun çıktığı görülmektedir.

Tablo 8. 9. Doğalgaz – HDD Regresyon Hesapları

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,991797487
R Kare	0,983662256
Ayarlı R Kare	0,982028482
Standart Hata	53455,5448
Gözlem	12

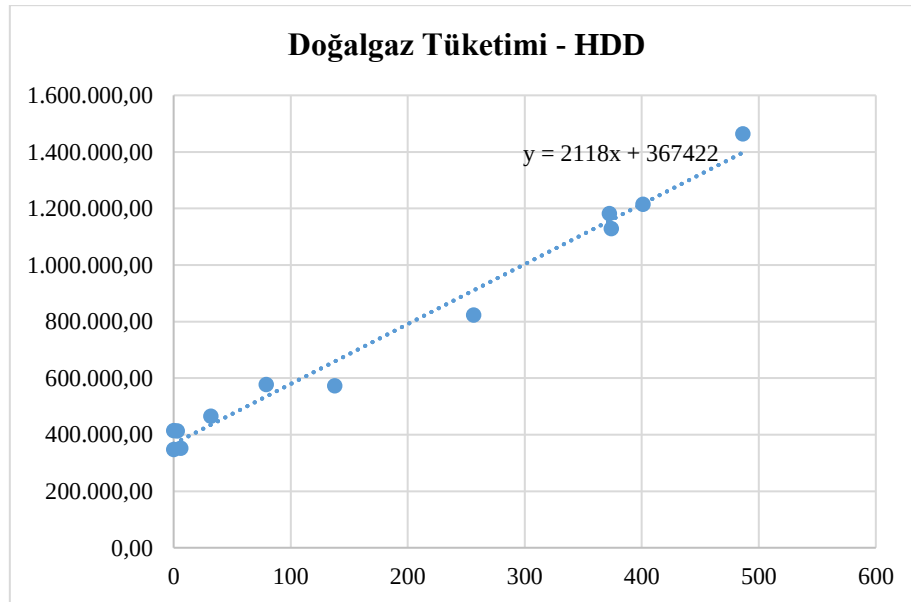
ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	1	1,72044E+12	1,7204E+12	602,0796175	2,88429E-10
Fark	10	28574952702	2857495270		
Toplam	11	1,74901E+12			

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesim	367422,3439	21833,51476	16,8283645	1,15237E-08	318774,2414	416070,446	318774,2414	416070,4464
X Değişkeni 1	2117,989107	86,31708384	24,5373107	2,88429E-10	1925,662659	2310,31556	1925,662659	2310,315555

$$y = 2117,98x_1 + 367422,34$$

y = Doğalgaz tüketimi (kWh/ay)

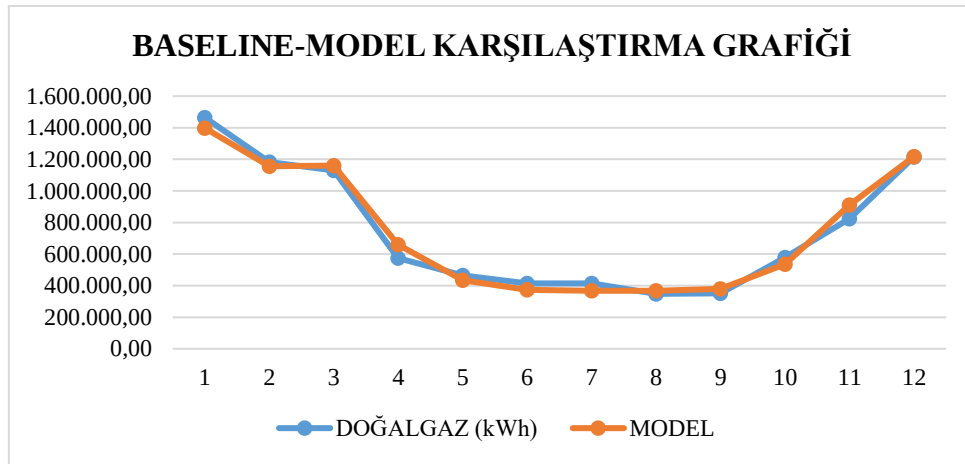
x₁ = HDD



Grafik 8. 3. Doğalgaz Tüketiminin Ortalama HDD Sayısına Bağlı Değişimi

Tablo 8. 10. Doğalgaz – HDD Korelasyonuna Göre Oluşturulan Model Tüketimleri

DÖNEM	DOĞALGAZ (kWh)	HDD	MODEL	HATA (GERÇEK-ÖNGÖRÜLEN)	HATA KARESİ
Ocak	1.463.997,22	486	1.397.471,05	66.526,17	4.425.731.398,16
Şubat	1.181.717,45	372	1.156.020,29	25.697,16	660.344.081,73
Mart	1.129.239,16	374	1.159.550,27	-30.311,11	918.763.180,00
Nisan	573.552,97	138	658.998,84	-85.445,87	7.300.997.316,56
Mayıs	465.379,94	32	434.492,00	30.887,94	954.064.676,44
Haziran	413.006,80	3	373.776,31	39.230,48	1.539.030.858,58
Temmuz	414.361,58	0	367.422,34	46.939,23	2.203.291.761,71
Ağustos	348.006,07	0	367.422,34	-19.416,28	376.991.808,15
Eylül	352.142,07	6	380.130,28	-27.988,21	783.339.686,02
Ekim	577.712,77	79	534.743,48	42.969,28	1.846.359.424,68
Kasım	823.376,70	256	910.333,55	-86.956,85	7.561.493.247,16
Aralık	1.214.604,01	401	1.216.735,98	-2.131,96	4.545.262,39
TOPLAM	8.957.096,74	2.147	8.957.096,74	0,000	28.574.952.701,57



Grafik 8. 4. Baseline Doğalgaz Tüketimi ve Model Karşılaştırma Grafiği

Tablo 8. 11. Doğalgaz – HDD Korelasyonu Değerlendirme Kriterleri

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		REFERANS	SONUÇ
Tahmini Değerlerin Doğrulanması	0,000	<0,005	UYGUN
R ²	0,98	>0,75	UYGUN
CV _{RMSE}	0,07	<0,2	UYGUN
Bağımsız Değişkenin Duyarlılığı (t-stat)	24,54	>2	UYGUN

Tablo 8.11 incelendiğinde Doğalgaz-HDD korelasyonunun tüm değerlendirme kriterlerinin uygun olduğu 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. Tablo 8.12’de bu projede dikkate alınacak bazı statik faktörler verilmiştir.

Tablo 8. 12. 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 ısı konfor, iç hava kalitesi) de sağlanıp sağlanmadığı ölçülecek ve raporlanacaktır.

Tablo 8. 13. 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							
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.								
2. Gün																																																				
3. Gün																																																				
4. Gün																																																				
5. Gün																																																				
6. Gün																																																				
7. Gün																																																				

Verilerin Toplanması

Ölçme&Doğrulama Dönem Sonu Raporlaması

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, m³ 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'ye 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 yapılmaya 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.

IPMVP'ye göre doğrulamalar iki şekilde gerçekleştirilir:

- a. İşletmede Doğrulama (Operational Verification -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 dokümanı, 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 %6 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 Tıp Fakültesi ve Hastanesi'nin çalışanlarından alınan bilgilere ve yapılan gözlemlere göre aşağıda kritik notlar ve bulgular paylaşılmıştır.

Hastane binasında 2 adet su yumuşatma cihazı bulunmaktadır. Fakat bu cihazlar yetersiz kaldığından mekanik tesisatta paslanmalar görülmektedir.



Fotoğraf 9. 1. Su Yumuşatma Cihazı



Fotoğraf 9. 2. Mekanik Tesisatta Paslanma Görünümleri

Hastane binasında 2019 yılında ısı merkezinde bulunan 3 adet kazanın patlak arızası verdiği bilgisi alınmıştır. Bu nedenle 2019 yılının Aralık ayında ısı merkezinde bulunan Kazan-2 ve Kazan-3 değiştirilmiştir. Buna rağmen Kazan-3 aynı arıza nedeniyle çalışmamaktadır. Kazan-1'in ise değişimi yapılmamıştır. Arızalı olarak kalmıştır. Bu nedenle hastane binasında yalnızca Kazan-2 hem bina içi ısıtma hem de sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla çalıştırılmaktadır. Aşağıda bu kazanlara ait görseller paylaşılmıştır.



Fotoğraf 9. 3. Kazan-1 Görünümü



Fotoğraf 9. 4. Kazan-3 Görünümü

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	9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	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	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri ile Değiştirilmesi	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Hastane Binasının 1598 m ² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması
Elektrik (kWh/yıl)	5.069.437	5.069.437	4.771.019	4.771.019	4.631.119	4.631.119	4.020.607	4.001.484	3.575.599	3.325.307	3.092.536
Doğalgaz (kWh/yıl)	8.957.097	8.855.511	8.855.511	8.692.142	8.692.142	8.584.789	8.689.775	8.689.775	8.689.775	8.081.490	7.515.786

Tablo 9. 3. Derin Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu

Tüketimin Cinsi	Baseline	9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi (U=2 W/m ² K)	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	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	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompalarının Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri ile Değiştirilmesi ve Hastane Koridorlarına Aydınlatma Otomasyonu Uygulaması	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Hastane Binasının 1229 m ² Otopark Alanına 480 Adet Panel Kullanılarak 264 kWp GES Kurulması	Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması
Elektrik (kWh/yıl)	5.069.437	5.061.491	4.763.073	4.763.073	4.623.173	4.623.173	4.516.924	3.745.684	3.726.560	3.410.596	2.388.438	2.221.247	2.065.760
Doğalgaz (kWh/yıl)	8.957.097	8.771.053	8.771.053	8.607.684	8.607.684	8.500.331	8.225.710	8.330.695	8.330.695	8.330.695	8.330.695	7.747.547	7.205.218

Tablo 9. 4. Karma Senaryo Çapraz Etkileşimli Baseline Tablosu

Tüketimin Cinsi	Baseline	9.325,5 m ² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fıtil Değişimi	85 Adet Klima Santralleri Fanlarında Yer Alan Elektrik Motorlarının IE4 Enerji Sınıfında Yenilenmesi ve 63 Adet Klima Santralinde Dişli Kayış Kullanımı, İnvertör Uygulaması	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	29 Adet Isıtma/Soğutma Sirkülasyon Pompaların Yüksek Verimli Pompa, IE4 Motor ve VSD'li Olarak Yenilenmesi ve Klima Santralleri Isıtma ve Soğutma Hatlarında Bulunan 3 Yollu Vanaların 2 Yollu Kombine Olarak Değiştirilmesi	Mekanik Tesisat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması	1 Adet Hava Kaynaklı Isı Geri Kazanımı Isı Pompası Kurulumu (EER(Soğutma)>2,62 ve COP(Isıtma)>2,95) – (Isıtma Kapasitesi 255 kW Soğutma Kapasitesi 570 kW)	5640 Adet Verimsiz Aydınlatma Armatürlerinin LED Aydınlatma Armatürleri ile Değiştirilmesi	4 Adet Chillere Plant Optimizasyon Kontrol Paneli Uygulaması	Hastane Binasının 1598 m ² Çatı Alanına 624 Adet Panel Kullanılarak 343 kWp GES Kurulması	Hastane Binasının 3943 m ² Otopark Alanına 1540 Adet Panel Kullanılarak 847 kWp GES Kurulması	Bina Otomasyon Sistemi Kurulması	Enerji Ölçüm İzleme Sistemi Kurulması
Elektrik (kWh/yıl)	5.069.437	5.069.437	4.771.019	4.771.019	4.631.119	4.631.119	4.524.870	3.914.358	3.895.235	3.469.350	2.447.192	2.275.889	2.116.576
Doğalgaz (kWh/yıl)	8.957.097	8.855.511	8.855.511	8.692.142	8.692.142	8.584.789	8.310.168	8.415.153	8.415.153	8.415.153	8.415.153	7.826.092	7.278.266

Yukarıdaki çapraz etkileşim tablolarına bakıldığında baz senaryonun ısıtma yükünü azaltan “9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Alanlarının Tamiri ve Fitol Değişimi” ile başlamaktadır. Derin senaryoda ise “9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi ($U=2 \text{ W/m}^2\text{K}$)” ile başladığı görülmektedir. Baz senaryoda pencerelerde fitil değişimi uygulandığı ve bunun sonucunda doğalgaz tüketimi 101.585,84 kWh azalarak baz doğalgaz tüketimi 8.855.511 kWh’e düşmüştür. Derin senaryoda ise pencere değişimi uygulaması sonucunda ısıtma kaynaklı doğalgaz tüketimi 186.043,83 kWh azalarak baz doğalgaz tüketimi 8.957.097 kWh’e düşmüştür. Soğutma kaynaklı elektrik tüketimi ise 7.945,63 kWh azalarak, baz elektrik tüketimi 5.061.491 kWh’e düşmüştür. Daha sonrasında analiz edilen önlemler göz önünde bulundurulduğunda sırasıyla bir önceki önlemden hesaplanan ısıtma ve soğutma yüküne göre azalarak devam etmektedir. 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 **SİVİ VE GAZ YAKITLI KAZANLAR İÇİN**

Yakıtla ilgili Temel Hesaplamalar :

Yakıt Cinsi = **Gas Yakıtlar** İkisiyi seçiniz. Gas Yakıtlar, Yakıt Cinsi = **Doğal Gaz**

Yakıtta Bulunan :

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73.99 %
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 Isı Değeri = **8.250.00** kCal / Sm³ Doğal Gaz için Alt Isı Değeri Yoktur
Yakıt Cezalı Ağırlığı = **0.660** kg / Sm³

Yakıtın Alt Isı Değeri = $\frac{8.250.00}{0.660} = 12.132.35$ kCal / kg

Yakıtın Alt Isı Değeri = **12.132.35** kCal / kg = **12.132.35** x **4.186** = **50.786.03** kJ / kg

Yakıtın Üst Isı Değeri = Yakıt Alt Isı Değeri + (8 x (9 x Yakıttaki H₂ % si))
= **12.132.35** + (8 x (9 x 24.57))
= **13.459.13** kCal / kg = **13.459.13** x **4.186** = **56.339.92** kJ / kg

Yakıtın Üst Isı Değeri = **13.459.13** kCal / kg = **13.459.13** x **4.186** = **56.339.92** kJ / kg Doğal Gaz için Yakıt Üst Isı Değeri
Yakıtın Alt Isı Değeri = **12.132.35** kCal / kg = **12.132.35** x **4.186** = **50.786.03** kJ / kg Doğal Gaz için Yakıt Alt Isı Değeri

Bacagazında Çıkulan

Oksijen (O ₂) Hacmi %	=	6.46 %
Karbonmonoksit (CO)	=	0 ppm = $0 \times \frac{100}{1.000.000} = 0$ %
Bacagaz Sıcaklığı	=	106.90 °C
Ortam Sıcaklığı	=	9.80 °C

ISI KAYIPLARI (Yakıt Alt Isı Değerine Göre % Yakıt biriminde)

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

$$L_{eko} = \frac{K \times (T_{eo} - T_o)}{CO_2} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isı Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isı Değeri}}$$

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

(CO₂)_{max} = **11.74** % (Hesaplama izlemi sayfasına bakınız)

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{6.46}{21} \right] \right\} \times 11.74 = 8.13$$

$$K = \frac{69.7 \times C_{yaka} \times (\text{Yakıt Alt Isı Değeri})^2}{(\text{Yakıt Üst Isı Değeri})^3}$$

$$K = \frac{69.7 \times 73.99 \times (12.132.35)^2}{(13.459.13)^3}$$

$$K = \frac{7.56131E+11}{2.4381E+12}$$

$$K = 0.311$$

$$L_{eko} = \frac{0.311 \times (106.90 - 9.80) \times 13.459.13}{8.13}$$

L_{eko} = 4.12 %

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

$$L_{mbg} = \frac{ \{ (\theta \times H_{yakt}) + N_{enr_{yakt}} \} \times (50,00 - T_D + (0,50 \times T_{ag})) }{ Yakt_{\text{Üst Isı Değeri}} } \times \frac{ Yakt_{\text{Üst Isı Değeri}} }{ Yakt_{\text{Alt Isı Değeri}} }$$

$$L_{mbg} = \frac{ \{ (\theta \times 24,57) + 0,00 \} \times (50,00 - 9,60 + (0,50 \times 106,90)) }{ 13.459,13 } \times \frac{ 13.459,13 }{ 12.132,35 }$$

$$L_{mbg} = \frac{ 20.708,82 }{ 13.459,13 } \times \frac{ 13.459,13 }{ 12.132,35 }$$

$$L_{mbg} = 1,71 \%$$

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

$$L_{comb} = \frac{ K \times CO_{bacagaz} }{ CO_2 + CO_{bacagaz} } \times \frac{ Yakt_{\text{Üst Isı Değeri}} }{ Yakt_{\text{Alt Isı Değeri}} }$$

Gaz Yakıtlar için K değeri = 32 (Gaz Yakıtlar için K değeri = 32, Sıvı Yakıtlar için K değeri = 48)

$$L_{comb} = \frac{ 32 \times 0 }{ 8,13 + 0 } \times \frac{ 13.459,13 }{ 12.132,35 }$$

$$L_{comb} = 0 \%$$

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

$$L_{rs} = (U_r + U_c) \times A \times (T_{yüz} - T_{ortam})$$

Yüzey	Alan	Ortalama Yüzey Sıcaklığı	Ortalama Sıcaklığı	Çap	Uzunluk
Ön Yüzey	2.190 m ²	101 °C	9,8 °C	Çap = 1,67 m	
Sol Yan Yüzey	10.886 m ²	79,7 °C	9,8 °C	Çap = 1,67 m	Uzunluk = 4,15
Sağ Yan Yüzey	10.886 m ²	81,7 °C	9,8 °C	Çap = 1,67 m	Uzunluk = 4,15
Arka Yüzey	2.190 m ²	97,2 °C	9,8 °C	Çap = 1,67 m	

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

$$U_c = D \times (T_y - T_a)^{0,25}$$

E = Yüzey malzemesine ve işleniş şekline bağlı Emisivite katsayısı

T_{yüz} = Yüzey Sıcaklığı (°K) (= 273 + Ölçülen Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değeri (°C))

örneğin : 273 + 101,00 = 374,0

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı (°K) (= 273 + Ölçülen Ortalama Ortam Sıcaklığı Değeri (°C))

örneğin : 273 + 9,80 = 282,8

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

$$U_1 = \frac{0.85 \times 3.07}{(101 - 9.8)} \times \left[\left(\frac{374}{100} \right)^4 - \left(\frac{282.8}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_1 = 1.45 \times (101 - 9.8)^{0.26}$$

Yüzey	U	A m ²	U ₁ (Watt / m ² °K)	D	U ₂ (Watt / m ² °K)	(U ₁ - U ₂) x A x (T _y - T _e) (Watt)
On Yüzey	0,80	2.190	0,024	1,20	3,708	2.343.634
Sol Yan Yüzey	0,80	10.605	7,161	1,20	3,457	7.979.252
Sağ Yan Yüzey	0,80	10.605	7,290	1,20	3,494	8.441.002
Arka Yüzey	0,80	2.190	7,673	1,20	3,608	2.208.935
TOPLAM =						20.973.826

$$L_{ek} = 20.973.826 \times 0.006 = 126.042.956 \text{ kCal / saat}$$

$$L_{ek} = \frac{L_{ek1}}{\text{Yakıt tarafından verilen ısı}}$$

Sayıçtan Okuma	İkizayp seçiniz	
Doğal Gaz Sayıç Değeri	Son Değer	İlk Değer
Okumalar Arasındaki Süre (dakika)	= 7.287.385,00	= 7.287.348,00
Doğal Gaz Tüketimi	= 37,00	= 4
Hesaplanan Değeri Yazınız	= 148,00	= 148,00
Yakıt tarafından verilen ısı	= Yakıt Tüketimi	x Yakıtın Alt Isı Değeri
Yakıt tarafından verilen ısı	= 148,00	x 8.250,00
Yakıt tarafından verilen ısı	= 1.221.000,00	kCal / saat

$$L_{ek} = \frac{126.042.956}{1.221.000,00} \times 100$$

$$L_{ek} = 1,48 \%$$

4) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$L = L_{kso} + L_{kso} + L_{kso} + L_{ek}$$

$$L = 4,12 + 1,71 + 0 + 1,48$$

$$L = 7,31 \%$$

7) Kazan Verimi

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

$$\text{Verim} = 100,00 - 7,31$$

$$\text{Verim} = 92,69 \%$$

7) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{6,46}{21 - 6,46} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = 44,43 \%$$

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

$$\text{Hava Fazlalık Katsayısı} = \frac{6,46}{21 - 6,46} + 1$$

$$\text{Hava Fazlalık Katsayısı} = 1,44$$

b) 9.325,5 m² Alana Sahip Pencere Camlarının 4+12+4 mm Kalınlıkta Argon Boşluklu Cam ile Yenilenmesi Uygulaması TS825 İzoder Programı Çıktıları

Tablo 9. 6. Yapı Bileşenleri Tablosu

Bina'daki Yapı Elemanları		Yapı Bileşeni Kalınlığı [cm]	Isı İletkenlik Katsayısı [W/mK]	Isı İletkenlik Direnci R _s [m ² ·K/W]	Isı Geçirgenlik Katsayısı U [W/m ² ·K]	Isı Yalıtım Direnci R _t [m ² ·K/W]	Isı Kaybı [kW]
Dış Duvar, Çatı, Tavan ve Ağız Dış Duvar 1.1. Kapama ve Çatı	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.1300			
	4.1 : Argonlu camın ısı geçirgenliği	0.30	1.7	0.3333			
	8.3.2.1.3 : Binalarda kullanılan camın ısı geçirgenliği [q]	0.30	1.7	0.3333			
	10.3.2.1.3 : Binalarda kullanılan camın ısı geçirgenliği - T2 11000 K	0.30	1.7	0.3333			
	4.4 : Yalıtım ısı geçirgenlik katsayısı [q]	0.30	1.7	0.3333			
	11.2.4 : Alüminyum	0.003	204	0.0000			
	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.3333			
TOPLAM				3.269	0.312	7190.52	22.6234
Dış Duvar 2.2. Binalarda Çatı	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.1300			
	4.1 : Argonlu camın ısı geçirgenliği	0.30	1.7	0.3333			
	8.1.1 : Çatı	0.20	3.8	0.1000			
	10.3.2.1.3 : Binalarda kullanılan camın ısı geçirgenliği - T2 11000 K	0.30	1.7	0.3333			
	4.4 : Yalıtım ısı geçirgenlik katsayısı [q]	0.30	1.7	0.3333			
	11.2.4 : Alüminyum	0.003	204	0.0000			
	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.3333			
TOPLAM				2.082	0.312	14700.82	2496.17
Tavan Üstü Ağız Tavan 1	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.1300			
	4.1 : Çimento kaplı	0.30	1.4	0.3719			
	2.1 : Yalıtım	0.30	2	0.3333			
	8.3.2.1.3 : Binalarda kullanılan camın ısı geçirgenliği	0.30	1.7	0.3333			
	8.1.1 : Çatı	0.20	3.8	0.1000			
	10.3.2.1.3 : Binalarda kullanılan camın ısı geçirgenliği - T2 11000 K	0.30	1.7	0.3333			
	4.4 : Yalıtım ısı geçirgenlik katsayısı [q]	0.30	1.7	0.3333			
TOPLAM				2.080	0.312	890.36	328.12
Tavan Çatı Kütlesi Kütlesi Yapılan Tavan Kütlesi	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.1300			
	11.2.4 : Alüminyum	0.30	204	0.0000			
	4.1 : Yalıtım ısı geçirgenlik katsayısı [q]	0.30	1	0.3333			
	10.3.2.1.3 : Binalarda kullanılan camın ısı geçirgenliği - T2 11000 K	0.30	1.7	0.3333			
	4.4 : Yalıtım ısı geçirgenlik katsayısı [q]	0.30	1.7	0.3333			
	8.1.1 : Çatı	0.20	3.8	0.1000			
	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.3333			
TOPLAM				2.952	0.343	4014.90	185.14
Tavan Çatı Kütlesi Tavan 2	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.1300			
	11.2.4 : Alüminyum	0.30	204	0.0000			
	10.3.2.1.3 : Binalarda kullanılan camın ısı geçirgenliği - T2 11000 K	0.30	1.7	0.3333			
	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.3333			
TOPLAM				1.630	0.618	6210.00	379.21
Tavan Çatı Tavan Tavan 3	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.1300			
	4.1 : Argonlu camın ısı geçirgenliği	0.30	1.7	0.3333			
	8.1.2 : Çatı	0.30	1.68	0.3015			
	8.1.3 : Çatı	0.30	1.68	0.3015			
TOPLAM				0.94	0.04	1.0000	0.0000
Tavan Çatı Tavan Tavan 4	U _g : Pürüzsüz ısı iletim katsayısı [q]			0.1300			
	4.1 : Argonlu camın ısı geçirgenliği	0.30	1.7	0.3333			
	8.1.2 : Çatı	0.30	1.68	0.3015			
	8.1.3 : Çatı	0.30	1.68	0.3015			
TOPLAM				0.94	0.04	1.0000	0.0000
TOPLAM				6.5 x 4 x 11	1.917	6.528	11729.50
Çatı Pencere 1					2	4722.84	9445.68
Çatı Kapı 1					4	180.407	730.628
Yapı elemanlarında iletin yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							27.365.82
Σ A _U = U ₀ A ₀ + U ₁ A ₁ + U ₂ A ₂ + U ₃ A ₃ + U ₄ A ₄ + ...							
Σ A _U = 27.365.82							
Özellik ısı kaybı : H = H _r + H _v							
İletin yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; H _r = Σ A _U + 1 U ₀							
H _r = 27.365.82							
H _v = 0.23 x m ³ x h _v = 46.577.84 W/K							
H = H _r + H _v = 73.943.67 W/K							

Tablo 9. 7. Yıllık Isıtma Enerji İhtiyacı Tablosu

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özellik	Sıcaklık	Isı	İç Isı	Güneş	Toplam			
	Isı Kaybı	Farkı	Kayıpları	Kazanç	Enerjisi	Kazanç			
	$H = H_1 + H_2$ (W/K)	$t_i - t_e$ (K, °C)	$H(t_i - t_e)$ (W)	q_i (W)	q_s (W)	$q_t = q_i + q_s$ (W)	τ (-)	$\tau_{k,1}$ (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	73.942,87	22,3	1.048.928	705.725	110.908	938.020	0,50	0,88	2.434.354,7
ŞUBAT		21,9	1.019.348		150.541	868.807	0,53	0,85	2.308.421,064
MART		17,0	1.223.577		188.948	934.629	0,68	0,77	1.843.882,838
NİSAN		11,8	678.920		217.308	923.128	1,05	0,61	821.185,136
MAYIS		7,8	561.990		258.990	984.288	1,72	0,44	957.092,683
HAZİRAN		3,5	268.890		273.348	979.070	3,78	0,00	0
TEMMUZ		0,3	22.188		285.828	971.251	43,78	0,00	0
AĞUSTOS		0,8	53.164		244.833	950.568	16,07	0,00	0
EYLÜL		4,8	364.800		190.406	925.221	2,55	0,00	0
EKİM		10,4	769.090		155.845	981.370	1,12	0,59	675.987,594
KASIM		16,4	1.212.680		114.239	919.864	0,88	0,77	1.508.708,189
ARALIK		20,7	1.238.617		104.038	989.763	0,53	0,85	2.193.298,871
$Q_{ay} = [H(t_i - t_e) - \tau(q_{i,ay} + q_{s,ay})] \cdot t_{ay} \quad 1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$							$Q_{ay} = \sum Q_{ay} = 11.925.034,775$		
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 11.928.034,771 \text{ (kJ)} = 3.315.994 \text{ kWh}$									
İç ısı Kazancı $q_{i,ay} = 10 \cdot A_n \text{ (W)}$									
Güneş enerjisi kazancı $q_{s,ay} = Z_{ay} \times g_{ay} \times i_{ay} \times A_g$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (q_{i,ay} + q_{s,ay}) / H(t_i - t_{e,ay})$									
Kazanç kullanım faktörü $\tau_{ay} = 1 - \alpha \cdot (-1/KKO_{ay})$									
$A_{toplam} = 50.264,2 \text{ m}^2$									
$V_{bina} = 226539 \text{ m}^3$									
Hesaplama yapılan binadaki ısıtma A_{bina} na düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{yıl} / V_{bina} = 15,04 \text{ kWh/m}^3 \quad A_n = 0,32 \times V_{bina} = 70.572,48 \text{ m}^2$									
$A_{top} / V_{bina} = 0,23$ oranı γ bölgesi için EİK A.2'nde verilen $Q' = 24,4 \times A/V + 11,7$ formülünde									
yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 17,25 \text{ kWh/m}^3$ bulunur.									
$Q < Q'$ (15,04 < 17,25) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.									

c) Mekanik Tesilat Ekipmanlarının Uygun Yalıtım Malzemesi ile İzolasyon Sağlanması Uygulaması Tasarruf Hesapları

Aşağıda bu izolasyon uygulamasının tüm vanalar için hesap detayları paylaşılmıştır.

Tablo 9. 8. DN25 Vana Ceketi Verim Hesabı

Açık Tip	2
Vana	16
T _y = 14 (C°)	Q _c = (30 + $\frac{T_y - T_c}{30}$) * T _c = T _y - T _c (kcal/m²h)
T _p = 10,0 (C°)	Q _c = (30 + $\frac{34(C^{\circ}) - 10,0(C^{\circ})}{30}$) * T _p - 34 (C°) = 10,0 (C°) (kcal/m²h)
L = 0,34 m	
Fabrik Ölkme Süresi= 8.750 saat	
Birim Dev. 1.3520	Q _c = 298,80 kcal/m2h = 312,61 W/m2
Bukar Gr. D.G. Bkr. Ry 1,88	
Yatırım Maliyeti 881,16	Q _c = (30 + $\frac{T_y - T_c}{30}$) * T _c = T _y - T _c (kcal/m²h)
Döğelecek Sic. 10	Q _c = (30 + $\frac{20(C^{\circ}) - 10,0(C^{\circ})}{30}$) * T _p - 20 (C°) = 10,0 (C°) (kcal/m²h)
	Q _c = 105,06 kcal/m2h = 122,11 W/m2
	Q _c = 312,61 W/m2 - 122,11 W/m2 = 190,50 W/m2
	L = $\frac{0,50 - 0,26}{50 - 15} = \frac{0,50 - L}{50 - 34} = 0,34\text{m}$
	A = $\pi + 0 + L$
	A = 3,1 + 0,0357 + 0,34 m
	A = 3,02507812 m2
	Q = 190,50 W/m2 * 3,025 m2 = 5,85 W
	Q _{ayr} = $\frac{5,85\text{ W}}{(1000)} = 0,00585 = 60\text{ kWh} = 5,64\text{ m3}$
	Q _{toplam} = 60,04 + 2 = 120,08 kWh
	T _{toplam} = 120,08 + 1,9308 = 219,74 TL
	Geri Ödeme Süresi= 881,16 TL / 219,74 TL/yıl
	Geri Ödeme Süresi= 4,01 yıl

Tablo 9. 9. DN40 Vana Ceketi Verim Hesabi

Adres	B					
Tip	Vana					
DN	40					
$T_f = 30 (C^{\circ})$	$q_{L1} =$	$ 10 + \frac{T_f - T_c}{20} (T_f - T_c) (K)$	$T_f =$	$T_c =$	$q_{L1} (kcal/m^2h)$	
$T_c = 10,0 (C^{\circ})$	$q_{L2} =$	$ 10 + \frac{21 (C^{\circ}) - 10,0 (C^{\circ})}{20} (T_f - T_c) (K)$	$T_f = 31 (C^{\circ})$	$T_c = 10,0 (C^{\circ})$	$q_{L2} (kcal/m^2h)$	
$L = 0,29 m$	Yük Çıkarma Sıcaklığı 4,220 saat	$q_{L3} =$	220,35 kcal/m2h	=	269,87 W/m2	
Bakım Sıc.	1,1400	$q_{L4} =$				
Oran Sıc.	1,88	$q_{L5} =$				
Oran Sıc. Fiy	2.848,14	$q_{L6} =$				
Düğümleme Sıc.	30	$q_{L7} =$				
		$q_{L8} =$				
		$q_{L9} =$				
		$q_{L10} =$				
		$q_{L11} =$				
		$q_{L12} =$				
		$q_{L13} =$				
		$q_{L14} =$				
		$q_{L15} =$				
		$q_{L16} =$				
		$q_{L17} =$				
		$q_{L18} =$				
		$q_{L19} =$				
		$q_{L20} =$				
		$q_{L21} =$				
		$q_{L22} =$				
		$q_{L23} =$				
		$q_{L24} =$				
		$q_{L25} =$				
		$q_{L26} =$				
		$q_{L27} =$				
		$q_{L28} =$				
		$q_{L29} =$				
		$q_{L30} =$				
		$q_{L31} =$				
		$q_{L32} =$				
		$q_{L33} =$				
		$q_{L34} =$				
		$q_{L35} =$				
		$q_{L36} =$				
		$q_{L37} =$				
		$q_{L38} =$				
		$q_{L39} =$				
		$q_{L40} =$				
		$q_{L41} =$				
		$q_{L42} =$				
		$q_{L43} =$				
		$q_{L44} =$				
		$q_{L45} =$				
		$q_{L46} =$				
		$q_{L47} =$				
		$q_{L48} =$				
		$q_{L49} =$				
		$q_{L50} =$				
		$q_{L51} =$				
		$q_{L52} =$				
		$q_{L53} =$				
		$q_{L54} =$				
		$q_{L55} =$				
		$q_{L56} =$				
		$q_{L57} =$				
		$q_{L58} =$				
		$q_{L59} =$				
		$q_{L60} =$				
		$q_{L61} =$				
		$q_{L62} =$				
		$q_{L63} =$				
		$q_{L64} =$				
		$q_{L65} =$				
		$q_{L66} =$				
		$q_{L67} =$				
		$q_{L68} =$				
		$q_{L69} =$				
		$q_{L70} =$				
		$q_{L71} =$				
		$q_{L72} =$				
		$q_{L73} =$				
		$q_{L74} =$				
		$q_{L75} =$				
		$q_{L76} =$				
		$q_{L77} =$				
		$q_{L78} =$				
		$q_{L79} =$				
		$q_{L80} =$				
		$q_{L81} =$				
		$q_{L82} =$				
		$q_{L83} =$				
		$q_{L84} =$				
		$q_{L85} =$				
		$q_{L86} =$				
		$q_{L87} =$				
		$q_{L88} =$				
		$q_{L89} =$				
		$q_{L90} =$				
		$q_{L91} =$				
		$q_{L92} =$				
		$q_{L93} =$				
		$q_{L94} =$				
		$q_{L95} =$				
		$q_{L96} =$				
		$q_{L97} =$				
		$q_{L98} =$				
		$q_{L99} =$				
		$q_{L100} =$				
		$q_{L101} =$				
		$q_{L102} =$				
		$q_{L103} =$				
		$q_{L104} =$				
		$q_{L105} =$				
		$q_{L106} =$				
		$q_{L107} =$				
		$q_{L108} =$				
		$q_{L109} =$				
		$q_{L110} =$				
		$q_{L111} =$				
		$q_{L112} =$				
		$q_{L113} =$				
		$q_{L114} =$				
		$q_{L115} =$				
		$q_{L116} =$				
		$q_{L117} =$				
		$q_{L118} =$				
		$q_{L119} =$				
		$q_{L120} =$				
		$q_{L121} =$				
		$q_{L122} =$				
		$q_{L123} =$				
		$q_{L124} =$				
		$q_{L125} =$				
		$q_{L126} =$				
		$q_{L127} =$				
		$q_{L128} =$				
		$q_{L129} =$				
		$q_{L130} =$				
		$q_{L131} =$				
		$q_{L132} =$				
		$q_{L133} =$				
		$q_{L134} =$				
		$q_{L135} =$				
		$q_{L136} =$				
		$q_{L137} =$				
		$q_{L138} =$				
		$q_{L139} =$				
		$q_{L140} =$				
		$q_{L141} =$				
		$q_{L142} =$				
		$q_{L143} =$				
		$q_{L144} =$				
		$q_{L145} =$				
		$q_{L146} =$				
		$q_{L147} =$				
		$q_{L148} =$				
		$q_{L149} =$				
		$q_{L150} =$				
		$q_{L151} =$				
		$q_{L152} =$				
		$q_{L153} =$				
		$q_{L154} =$				
		$q_{L155} =$				
		$q_{L156} =$				
		$q_{L157} =$				
		$q_{L158} =$				
		$q_{L159} =$				
		$q_{L160} =$				
		$q_{L161} =$				
		$q_{L162} =$				
		$q_{L163} =$				
		$q_{L164} =$				
		$q_{L165} =$				
		$q_{L166} =$				
		$q_{L167} =$				
		$q_{L168} =$				
		$q_{L169} =$				
		$q_{L170} =$				
		$q_{L171} =$				
		$q_{L172} =$				
		$q_{L173} =$				
		$q_{L174} =$				
		$q_{L175} =$				
		$q_{L176} =$				
		$q_{L177} =$				
		$q_{L178} =$				
		$q_{L179} =$				
		$q_{L180} =$				
		$q_{L181} =$				
		$q_{L182} =$				
		$q_{L183} =$				
		$q_{L184} =$				
		$q_{L185} =$				
		$q_{L186} =$				
		$q_{L187} =$				
		$q_{L188} =$				
		$q_{L189} =$				
		$q_{L190} =$				
		$q_{L191} =$				
		$q_{L192} =$				
		$q_{L193} =$				
		$q_{L194} =$				
		$q_{L195} =$				
		$q_{L196} =$				
		$q_{L197} =$				
		$q_{L198} =$				
		$q_{L199} =$				
		$q_{L200} =$				
		$q_{L201} =$				
		$q_{L202} =$				
		$q_{L203} =$				
		$q_{L204} =$				
		$q_{L205} =$				
		$q_{L206} =$				
		$q_{L207} =$				
		$q_{L208} =$				
		$q_{L209} =$				
		$q_{L210} =$				
		$q_{L211} =$				
		$q_{L212} =$				
		$q_{L213} =$				
		$q_{L214} =$				
		$q_{L215} =$				
		$q_{L216} =$				
		$q_{L217} =$				
		$q_{L218} =$				
		$q_{L219} =$				
		$q_{L220} =$				
		$q_{L221} =$				
		$q_{L222} =$				
		$q_{L223} =$				
		$q_{L224} =$				
		$q_{L225} =$				
		$q_{L226} =$				
		$q_{L227} =$				
		$q_{L228} =$				
		$q_{L229} =$				
		$q_{L230} =$				
		$q_{L231} =$				
		$q_{L232} =$				
		$q_{L233} =$				
		$q_{L234} =$				
		$q_{L235} =$				
		$q_{L236} =$				
		$q_{L237} =$				
		$q_{L238} =$				
		$q_{L239} =$				
		$q_{L240} =$				
		$q_{L241} =$				
		$q_{L242} =$				
		$q_{L243} =$				
		$q_{L244} =$				
		$q_{L245} =$				
		$q_{L246} =$				
		$q_{L247} =$				
		$q_{L248} =$				
		$q_{L249} =$				
		$q_{L250} =$				
		$q_{L251} =$				
		$q_{L252} =$				
		$q_{L253} =$				
		$q_{L254} =$				
		$q_{L255} =$				
		$q_{L256} =$				
		$q_{L257} =$				
		$q_{L258} =$				
		$q_{L259} =$				
		$q_{L260} =$				
		$q_{L261} =$				
		$q_{L262} =$				
		$q_{L263} =$				
		$q_{L264} =$				
		$q_{L265} =$				
		$q_{L266} =$				
		$q_{L267} =$				
		$q_{L268} =$				
		$q_{L269} =$				
		$q_{L270} =$				
	</					

Tablo 9. 10. DN50 Vana Ceketli Verim Hesabı

[illegible]

Tablo 9. 11. DN65 Vana Ceketi Verim Hesabı

Adet:	2
Tip:	Vana
DN:	65
$T_y = 58 (C^{\circ})$	
$T_c = 10,0 (C^{\circ})$	
$L = 1,02 \text{ m}$	
Yükü Çekme Süresi:	4.330 saat
Sistem Gücü:	1,1630
Bakım Gücü:	
D/G. Bir. Fiy:	3,85
Yatırım Maliyeti:	2.467,12
Döğülecek Sic:	20

$q_{L1} =$	$\left[\frac{10}{29} \cdot \frac{T_y - T_c}{T_y - T_c} \right] \cdot T_y - T_c$	$(kcal/m^2h)$
$q_{L1} =$	$\left[\frac{10}{29} \cdot \frac{58 (C^{\circ}) - 10,0 (C^{\circ})}{58 (C^{\circ}) - 10,0 (C^{\circ})} \right] \cdot 58 (C^{\circ}) - 10,0 (C^{\circ})$	$(kcal/m^2h)$
$q_{L1} =$	$595,29 \text{ kcal/m}^2h$	$= 692,21 \text{ W/m}^2$
$q_{L2} =$	$\left[\frac{10}{29} \cdot \frac{T_y - T_c}{T_y - T_c} \right] \cdot T_y - T_c$	$(kcal/m^2h)$
$q_{L2} =$	$\left[\frac{10}{29} \cdot \frac{58 (C^{\circ}) - 10,0 (C^{\circ})}{58 (C^{\circ}) - 10,0 (C^{\circ})} \right] \cdot 58 (C^{\circ}) - 10,0 (C^{\circ})$	$(kcal/m^2h)$
$q_{L2} =$	$105,00 \text{ kcal/m}^2h$	$= 122,11 \text{ W/m}^2$
$q_{L3} =$	$692,21 \text{ W/m}^2 - 122,11 \text{ W/m}^2$	$= 570,09 \text{ W/m}^2$

$L =$	$\frac{1,80}{100} - \frac{0,27}{50}$	$= \frac{1,80}{100} - \frac{L}{58}$	$= 1,02 \text{ m}$
$A =$	$\pi \cdot D$	$= 1$	
$A =$	$3,1$	$= 0,072$	$= 1,02 \text{ m}$
$A =$	$0,222529236 \text{ m}^2$		
$Q =$	$570,09 \text{ W/m}^2$	$= 0,224 \text{ m}^2$	$= 120,12 \text{ W}$
$Q_{kayp} =$	$\frac{120,12 \text{ W}}{1000}$	$= 0,12 \text{ kW}$	$= 54,05 \text{ m}^3$
$Q_{kayp} =$	$0,12 \text{ kW}$	$= 1,735,41 \text{ kWh}$	
$T_{kayp} =$	$1,735,41$	$= 1,8209$	$= 1,157,50 \text{ TL}$
Geri Ödeme Süresi:	$2.467,12 \text{ TL}$	$= 1,157,50 \text{ TL/yıl}$	
Geri Ödeme Süresi:	$0,78 \text{ yıl}$		

Tablo 9. 12. DN80 Vana Ceketli Verim Hesabı

[illegible]

Tablo 9. 13. DN100 Vana Ceketi Verim Hesabı

[illegible]

Tablo 9. 14. DN125 Vana Ceketı Verim Hesabı

Adet		4	
Tip		Vase	
ON:		120	
T _y =	57 (C°)	q ₁ =	(10 + $\frac{T_y - T_g}{10} \cdot T_g$) * (T _y - T _g - T _g) kcal/m ² h
T _g =	10,0 (C°)	q ₂ =	(10 + $\frac{57 (C°) - 10,0 (C°)}{10} \cdot 10,0 (C°)$) * (57 (C°) - 10,0 (C°)) kcal/m ² h
L =	1,63 m	q ₃ =	580,45 kcal/m ² h = 675,05 W/m ²
Yıkıl Çatıya Sürücü		4,320 saat	
Birim Çev.	1,1630	q ₄ =	
Güçler Bir.		q ₅ =	
D.S. Bir. Fiy	1,60	q ₆ =	(10 + $\frac{T_y - T_g}{10} \cdot T_g$) * (T _y - T _g - T _g) kcal/m ² h
Yatırım Maliyeti	4,290,08	q ₇ =	(10 + $\frac{20 (C°) - 10,0 (C°)}{10} \cdot 10,0 (C°)$) * (20 (C°) - 10,0 (C°)) kcal/m ² h
Döşenecek Sic.	18	q ₈ =	105,00 kcal/m ² h = 122,11 W/m ²
		q ₉ =	675,05 W/m ² - 122,11 W/m ² = 552,94 W/m ²
L =	$\frac{1,90 - 1,42}{100} = \frac{1,42}{50} = 1,63 \text{ m}$		
A =	π * D * L		
A =	3,1 * 0,141 * 1,63 m		
A =	0,720428528 m ²		
Q ₁ =	912,84 W/m ² = 8,700 m ² = 888,88 W		
Q ₂ =	$\frac{398,35 \text{ W} + 8520}{1000} = 1,721 \text{ kWh} = 161,74 \text{ m3h}$		
Q ₃ =	1,720,08 * 4 = 6,881,32 kWh		
T ₁ =	6,882,53 * 1,8300 = 12,586,94 TL		
Ged Ödene Sürücü	4,290,30 TL	/	12,586,94 TL/yıl
Ged Ödene Sürücü	0,34 yıl		

Tablo 9. 15. DN200 Vana Ceketli Verim Hesabı

Adı	2
Tip	Vane
DNC	200
$T_y =$	67 (C°)
$T_c =$	10,0 (C°)
$L =$	2,39 m
Yüksek Çıkış Sıcaklığı	4.500 saat
Birim Çık.	1,2590
Beklen. Dış	
Dış. Sıc. Fiy	1,85
Yatırım Maliyeti	2.623,51
Döğümlük Sıc.	20
$t_1 =$	$\left[\frac{1}{10} + \frac{T_y - T_c}{20} \right] \cdot T_y = 67 (C°)$
$t_2 =$	$\left[\frac{1}{10} + \frac{20 (C°) - 10,0 (C°)}{20} \right] \cdot 20 (C°) = 10,0 (C°)$
$q_1 =$	520,46 kcal/m ² h
$q_2 =$	105,08 kcal/m ² h
$q_3 =$	675,05 W/m ²
$q_4 =$	122,11 W/m ²
$Q_{app} =$	$\frac{907,42 \text{ W}}{1000} = 0,907 \text{ kWh}$
$Q_{gpp} =$	$\frac{9.320,07}{1.8100} = 5,149 \text{ TL}$
$T_{\text{kesn}} =$	7.840,14
Geri Ödeme Süresi	2.623,51 TL
Geri Ödeme Süresi	0,18 yıl