



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İSTANBUL İLİNDE BULUNAN 250 TEP VE ÜZERİ TÜKETİM  
GERÇEKLEŞEN SPOR KOMPLEKSLERİNDE ENERJİ ETÜDÜ VE  
VERİMLİLİK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS

Hamdi SÜNNETCİ

186501107

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Deniz YILMAZ

İSTANBUL, 2019



T.C.

İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

**İSTANBUL İLİNDE BULUNAN 250 TEP VE ÜZERİ TÜKETİM  
GERÇEKLEŞEN SPOR KOMPLEKSLERİNDE ENERJİ ETÜDÜ  
VE VERİMLİLİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS

Hazırlayan: **Hamdi SÜNNETCİ**

## YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “İstanbul İlinde Bulunan 250 TEP Ve Üzeri Tüketim Gerçekleşen Spor Komplekslerinde Enerji Etüdü Ve Verimlilik Analizi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımda yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

27.09.2019

HAMDİ SÜNNETCİ

## ONAY

Tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim/Raporum sadece İstanbul Arel yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin/Raporumun 11 (onbir) yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

27.09.2019

Hamdi SÜNNETCİ

## ÖZET

### İSTANBUL İLİNDE BULUNAN 250 TEP VE ÜZERİ TÜKETİM GERÇEKLEŞEN SPOR KOMPLEKSLERİNDE ENERJİ ETÜDÜ VE VERİMLİLİK ANALİZİ

Hamdi SÜNNETCİ

Yüksek Lisans Tezi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr.Öğr.Üyesi Deniz YILMAZ

Eylül, 2019 - 269 sayfa

Bu tez çalışması, İstanbul ilinde bulunan 250 TEP ve üzeri tüketim gerçekleşen 9 adet spor kompleksinde tüketilen enerjinin analiz edilmesi, etkin ve verimli kullanılmasına yönelik önlemlerini alınması, bina genelinde kullanılan sistemlerin teknik açıdan verimli işletilmesi, periyodik bakımlarının zamanında yapılmasıyla az enerji tüketiminin sağlanmasına yönelik iyileştirmeler ortaya çıkararak bir çözüm ortaya koymaktadır. Enerji maliyetlerinin ülke ekonomisi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, sera gazı emisyonunun azaltılması için; enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına yönelik enerji etütlerinin yapılması, tasarruf potansiyellerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Gerçekleştirilen analiz kapsamında tesislerin; ısıtma sistemleri, soğutma sistemleri, havalandırma sistemleri, aydınlatma sistemleri, mimari yapı, trafo ve elektrik dağıtım sistemlerinde verimliliği etkileyen parametreler incelenmiş, analizler yapılmış, ölçümler alınmış ve yapılan çalışmalar sonucunda alınan sonuçlar değerlendirilerek, önleme veya geri kazanma potansiyelleri ortaya konulmuştur.

Etüt sonuçları kullanılarak uygulanabilecek önlem seçenekleri, teknik ve ekonomik özellikleri ile analiz edilmiş ve verimlilik artırıcı projeler oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, enerji tüketimi, etüt, ekonomik analiz.

ABSTRACT  
ENERGY SURVEY AND EFFICIENCY ANALYSIS OF SPORTS  
COMPLEXES WITH CONSUMPTION OF 250 TOE AND ABOVE IN  
ISTANBUL

Hamdi SÜNNETCİ

MSc. Thesis, Department of Mechanical Engineering

Advisor: Doctor of Faculty Deniz Yılmaz

September, 2019 - 269 Page

This thesis study analyzes the energy consumed in 9 sports complexes consuming 250 TEP and above, taking measures for effective and efficient use, technically efficient operation of the systems used throughout the building, periodic maintenance and improvements in order to ensure low energy consumption. reveals a solution.

To reduce the burden of energy costs on the economy of the country, to reduce greenhouse gas emissions; to conduct energy surveys aimed at increasing efficiency in the use of energy resources and energy, to determine the potential for savings is very important.

Within the scope of the analysis, the parameters affecting efficiency in heating systems, cooling systems, ventilation systems, lighting systems, architectural structure, transformer and electrical distribution systems were examined, analyses were made, measurements were taken and the results of the studies were evaluated and the potential for prevention or recovery were revealed.

By using the results of the study, the measure options, technical and economic characteristics were analyzed and productivity enhancing projects were created.

Keywords: Energy efficiency, energy consumption, survey, economic analysis.

## ÖNSÖZ

Tezimi hazırlamamda destek ve teşviklerini her zaman şükranla anacağım, danışman hocam Sayın Dr.Öğr.Üyesi Deniz YILMAZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca her zaman maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan ve çalışmalarım sırasında bana gösterdikleri sabır ve desteklerinden dolayı babam Miraç SÜNNETCİ'ye, annem Sare SÜNNETCİ'ye, ablam Gizem YAZICI'ya ve kardeşim Alp SÜNNETCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Proje çalışması ve yer tahsisi konusunda yardım ve desteklerini esirgemeyen İstanbul Büyükşehir Belediyesi yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca her türlü desteklerinden dolayı İstanbul Enerji A.Ş.'de çalışan takım arkadaşlarım Savaş ALKAN'a, Enerji Verimliliği Şefi Salih Serkan KIR'a, Proje Ve İş Geliştirme Mühendisi Ahmet UÇAK'a ve İETT'de çalışan Ali GÜNEŞ'e teşekkür ederim.

Eylül, 2019

Hamdi SÜNNETCİ

## İÇİNDEKİLER

|   |    |
|---|----|
| ÖNSÖZ.....  | vi |
| 1. BÖLÜM.....   | 17 |
| GİRİŞ.....  | 17 |
| Tezin Amacı.....  | 19 |
| Literatür Özeti.....  | 19 |
| 2. BÖLÜM.....   | 22 |
| SPOR KOMPLEKSLERİ İÇİN ENERJİ ETÜD ÇALIŞMALARI .....            | 22 |
| 2.1.1 HİDAYET TÜRKÖĞLU SPOR KOMPLEKSİ .....                     | 24 |
| 2.1.1.1 Bina Bilgileri .....                                    | 24 |
| 2.1.1.2 Elektrik Tüketimlerinin İncelenmesi .....               | 25 |
| 2.1.1.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....                | 27 |
| 2.1.1.4 Tüketim Analizleri .....                                | 28 |
| 2.1.1.5 ISITMA SİSTEMİ .....                                    | 33 |
| 2.1.1.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme .....   | 34 |
| 2.1.1.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 36 |
| 2.1.1.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....          | 38 |
| 2.1.1.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme.....    | 39 |
| 2.1.1.10 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 40 |
| 2.1.1.11 SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                  | 43 |
| 2.1.1.12 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme.....   | 44 |
| 2.1.1.13 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 45 |
| 2.1.1.14 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                      | 47 |
| 2.1.1.15 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 48 |
| 2.1.1.16 ELEKTRİK MOTORLARI.....                                | 49 |
| 2.1.1.17 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme.....   | 49 |
| 2.1.1.18 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 50 |
| 2.1.1.19 AYDINLATMA SİSTEMİ.....                                | 50 |
| 2.1.1.20 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme.....   | 51 |
| 2.1.1.21 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 52 |
| 2.1.1.22 BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ.....                         | 53 |
| 2.1.1.23 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                         | 53 |
| 2.1.2 KARTAL HASAN DOĞAN SPOR KOMPLEKSİ .....                   | 55 |
| 2.1.2.1 Bina Bilgileri .....                                    | 55 |
| 2.1.2.2 Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri .....          | 56 |
| 2.1.2.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....                | 58 |
| 2.1.2.4 Tüketim Analizleri .....                                | 59 |
| 2.1.2.5 ISITMA SİSTEMİ .....                                    | 62 |
| 2.1.2.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme.....    | 63 |
| 2.1.2.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 64 |
| 2.1.2.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....          | 65 |
| 2.1.2.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme.....    | 65 |



|   |            |
|---|------------|
| 2.1.2.10 SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                  | 66         |
| 2.1.2.11 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme .....  | 67         |
| 2.1.2.12 TESİSAT SİSTEMİ.....                                   | 67         |
| 2.1.2.13 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 69         |
| 2.1.2.14 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                      | 69         |
| 2.1.2.15 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme .....  | 70         |
| 2.1.2.16 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 71         |
| 2.1.2.17 ELEKTRİK MOTORLARI.....                                | 74         |
| 2.1.2.18 AYDINLATMA SİSTEMİ.....                                | 75         |
| 2.1.2.19 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme .....  | 76         |
| 2.1.2.20 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 77         |
| 2.1.2.21 BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ .....                        | 78         |
| 2.1.2.22 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                         | 78         |
| <b>2.1.3 FATİH SPOR KOMPLEKSİ .....</b>                         | <b>80</b>  |
| 2.1.3.1 Bina Bilgileri .....                                    | 80         |
| 2.1.3.2 Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri .....          | 83         |
| 2.1.3.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....                | 84         |
| 2.1.3.4 Tüketim Analizleri .....                                | 85         |
| 2.1.3.5 ISITMA SİSTEMİ .....                                    | 88         |
| 2.1.3.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme.....    | 90         |
| 2.1.3.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 95         |
| 2.1.3.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....          | 96         |
| 2.1.3.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme .....   | 97         |
| 2.1.3.10 SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                  | 99         |
| 2.1.3.11 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 101        |
| 2.1.3.12 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 102        |
| 2.1.3.13 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                      | 103        |
| 2.1.3.14 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 103        |
| 2.1.3.15 ELEKTRİK MOTORLARI.....                                | 105        |
| 2.1.3.16 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 105        |
| 2.1.3.17 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 106        |
| 2.1.3.18 AYDINLATMA SİSTEMİ.....                                | 108        |
| 2.1.3.19 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 108        |
| 2.1.3.20 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 109        |
| 2.1.3.21 BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ .....                        | 109        |
| 2.1.3.22 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                         | 110        |
| <b>2.1.4 AVCILAR SPOR KOMPLEKSİ.....</b>                        | <b>111</b> |
| 2.1.4.1 Bina Bilgileri .....                                    | 111        |
| 2.1.4.2 Elektrik Tüketimlerinin Analizi .....                   | 115        |
| 2.1.4.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....                | 116        |
| 2.1.4.4 Tüketim Analizleri .....                                | 117        |
| 2.1.4.5 ISITMA SİSTEMİ .....                                    | 121        |
| 2.1.4.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 122        |
| 2.1.4.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 124        |
| 2.1.4.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....          | 125        |
| 2.1.4.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 126        |
| 2.1.4.10 SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                  | 129        |
| 2.1.4.11 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                      | 131        |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 2.1.4.12 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 131 |
| 2.1.4.13 | ELEKTRİK MOTORLARI.....                                 | 132 |
| 2.1.4.14 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 132 |
| 2.1.4.15 | AYDINLATMA SİSTEMİ.....                                 | 134 |
| 2.1.4.16 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 134 |
| 2.1.4.17 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları ..... | 135 |
| 2.1.4.18 | BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ.....                          | 137 |
| 2.1.4.19 | GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                          | 137 |
| 2.1.5    | <b>ÇAKMAK YÜZME HAVUZU VE SPOR KOMPLEKSİ</b> ...        | 138 |
| 2.1.5.1  | Bina Bilgileri .....                                    | 138 |
| 2.1.5.2  | Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri .....          | 139 |
| 2.1.5.3  | Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....                | 140 |
| 2.1.5.4  | TÜKETİM ANALİZLERİ .....                                | 142 |
| 2.1.5.5  | ISITMA SİSTEMİ .....                                    | 143 |
| 2.1.5.6  | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 144 |
| 2.1.5.7  | İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....          | 147 |
| 2.1.5.8  | SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                   | 147 |
| 2.1.5.9  | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 148 |
| 2.1.5.10 | TESİSAT.....  | 148 |
| 2.1.5.11 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 152 |
| 2.1.5.12 | ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                       | 153 |
| 2.1.5.13 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 153 |
| 2.1.5.14 | ELEKTRİK MOTORLARI.....                                 | 155 |
| 2.1.5.15 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 155 |
| 2.1.5.16 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 156 |
| 2.1.5.17 | AYDINLATMA SİSTEMİ.....                                 | 157 |
| 2.1.5.18 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 157 |
| 2.1.5.19 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 159 |
| 2.1.5.20 | GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                          | 159 |
| 2.1.6    | <b>ÇEKMEKÖY SPOR KOMPLEKSİ</b> .....                    | 160 |
| 2.1.6.1  | Bina Bilgileri .....                                    | 160 |
| 2.1.6.2  | TÜKETİM ANALİZLERİ .....                                | 161 |
| 2.1.6.3  | Elektrik Tüketimlerinin İncelenmesi .....               | 162 |
| 2.1.6.4  | Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....                | 163 |
| 2.1.6.5  | Giriş Kapısından Olan Isı Kaybı Hesabı.....             | 166 |
| 2.1.6.6  | ISITMA SİSTEMİ .....                                    | 168 |
| 2.1.6.7  | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 168 |
| 2.1.6.8  | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 169 |
| 2.1.6.9  | İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....          | 170 |
| 2.1.6.10 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 171 |
| 2.1.6.11 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 172 |
| 2.1.6.12 | SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                   | 173 |
| 2.1.6.13 | ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                       | 174 |
| 2.1.6.14 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 175 |
| 2.1.6.15 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 176 |
| 2.1.6.16 | ELEKTRİK MOTORLARI.....                                 | 177 |
| 2.1.6.17 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....    | 177 |
| 2.1.6.18 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları.....  | 178 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 2.1.6.19 | AYDINLATMA SİSTEMİ.....                                | 178 |
| 2.1.6.20 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 179 |
| 2.1.6.21 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 179 |
| 2.1.6.22 | GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                         | 180 |
| 2.1.7    | <b>HAMZA YERLİKAYA SPOR KOMPLEKSİ</b> .....            | 182 |
| 2.1.7.1  | Bina Bilgileri .....                                   | 182 |
| 2.1.7.2  | Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri .....         | 184 |
| 2.1.7.3  | Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....               | 185 |
| 2.1.7.4  | TÜKETİM ANALİZLERİ .....                               | 188 |
| 2.1.7.5  | ISITMA SİSTEMİ .....                                   | 191 |
| 2.1.7.6  | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 192 |
| 2.1.7.7  | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 194 |
| 2.1.7.8  | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 195 |
| 2.1.7.9  | İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....         | 196 |
| 2.1.7.10 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 197 |
| 2.1.7.11 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 200 |
| 2.1.7.12 | SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                  | 203 |
| 2.1.7.13 | TESİSAT.....   | 204 |
| 2.1.7.14 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 205 |
| 2.1.7.15 | ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                      | 206 |
| 2.1.7.16 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 207 |
| 2.1.7.17 | ELEKTRİK MOTORLARI.....                                | 207 |
| 2.1.7.18 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 210 |
| 2.1.7.19 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 210 |
| 2.1.7.20 | AYDINLATMA SİSTEMİ.....                                | 211 |
| 2.1.7.21 | GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                         | 211 |
| 2.1.8    | <b>PENDİK-KURTKÖY SPOR KOMPLEKSİ</b> .....             | 213 |
| 2.1.8.1  | Bina Bilgileri .....                                   | 213 |
| 2.1.8.2  | Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri .....         | 215 |
| 2.1.8.3  | Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi.....               | 217 |
| 2.1.8.4  | TÜKETİM ANALİZLERİ .....                               | 219 |
| 2.1.8.5  | ISITMA SİSTEMİ .....                                   | 222 |
| 2.1.8.6  | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 224 |
| 2.1.8.7  | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 227 |
| 2.1.8.8  | İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....         | 227 |
| 2.1.8.9  | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 228 |
| 2.1.8.10 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 231 |
| 2.1.8.11 | SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                  | 234 |
| 2.1.8.12 | TESİSAT.....   | 235 |
| 2.1.8.13 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 237 |
| 2.1.8.14 | ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ .....                      | 237 |
| 2.1.8.15 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 237 |
| 2.1.8.16 | ELEKTRİK MOTORLARI.....                                | 238 |
| 2.1.8.17 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 238 |
| 2.1.8.18 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 242 |
| 2.1.8.19 | AYDINLATMA .....                                       | 242 |
| 2.1.8.20 | Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 242 |
| 2.1.8.21 | Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 245 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.1.8.22 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                        | 245 |
| 2.1.9 SİLİVRİKAPI BUZ PİSTİ VE SPOR KOMPLEKSİ.....             | 246 |
| 2.1.9.1 Bina Bilgileri .....                                   | 246 |
| 2.1.9.2 TÜKETİM ANALİZLERİ .....                               | 248 |
| 2.1.9.3 ISITMA SİSTEMİ .....                                   | 255 |
| 2.1.9.4 SOĞUTMA SİSTEMİ .....                                  | 259 |
| 2.1.9.5 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme ....   | 259 |
| 2.1.9.6 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları..... | 262 |
| 2.1.9.7 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ .....         | 263 |
| 2.1.9.8 ELEKTRİK MOTORLARI.....                                | 264 |
| 2.1.9.9 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER.....                         | 265 |
| 3. BÖLÜM.....  | 266 |
| SONUÇ.....   | 266 |
| Isıtma Sistemi.....  | 266 |
| İklimlendirme ve Havalandırma Sistemi Önerileri.....           | 267 |
| Soğutma Sistemi Önerileri .....                                | 267 |
| Elektrik Sistemi Önerileri .....                               | 268 |
| Aydınlatma Sistemi Önerileri .....                             | 268 |
| KAYNAKÇA .....   | 270 |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 272 |

## KISALTMA LİSTESİ

|                   |   |
|-------------------|---|
| Bar               | : Basınç birimi   |
| BEP               | : Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği   |
| CDD               | : Soğutma derece - gün sayısı   |
| COP               | : Performans Katsayısı  |
| ÇŞB               | : Çevre Şehircilik Bakanlığı  |
| DHS               | : Değişken Hız Sürücü   |
| EER               | : Enerji Verimlilik Oranı   |
| EFF               | : Eski motor sınıflandırması  |
| EKB               | : Enerji Kimlik Belgesi   |
| GEPA              | : Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası   |
| GÖS               | : Geri Ödeme Süresi   |
| HDD               | : Isıtma derece – gün sayısı  |
| IE1               | : Standart Verimli Motor  |
| IE2               | : Yüksek Verimli Motor  |
| IE3               | : Premium Verimli Motor   |
| IE4               | : Süper Premium Verimli Motor   |
| İKO               | : İç Karlılık Oranı   |
| İnşaat Alanı      | : Işıklıklar hariç, bodrum katı, asma kat ve çatı katı arasında yer alan mekanlar ve ortak alanlar dahil yapının inşaa edilen bütün katlarının alanı. |
| kVA               | : Kilo Volt Amper   |
| kVAr              | : Kilo Volt Amper Reaktif   |
| kWh               | : Kilowatt-saat   |
| kWp               | : Kilowatt-peak. Solar sistemlerin için güç birimi  |
| KV                | : Kısa Vade, 1 yıldan kısa süre   |
| LED               | : Işık yayan diyot  |
| L <sub>KBG</sub>  | : Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı  |
| L <sub>NBG</sub>  | : Bacagazındaki Nem Nedemiyle Olan Isı Kaybı  |
| L <sub>COBG</sub> | : Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı  |
| L <sub>RK</sub>   | : Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyon ile Olan Isı Kaybı  |
| L                 | : Isı Kayıpları Toplamı   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| MWh             | : Megawatt-saat   |
| NBD             | : Net Bugünkü Değer   |
| OV              | : Orta Vade, 1 yıldan uzun, 2 yıldan kısa süre  |
| Ppm             | : Milyondaki parça miktarı  |
| PV              | : Photovoltaics   |
| Sm <sup>3</sup> | : Sayaçtan fiili olarak geçen doğal gaz miktarının, basınç, sıcaklık, sıkıştırılabilirlik değişkenleri göz önünde tutularak düzeltme katsayısı ile hesaplanan standart hacim ortalama fiili ısıl değer katsayısı ile çarpılarak tüketilen gerçek enerji miktarıdır. |
| TEP             | : Ton Eşdeğer Petrol  |
| TS825           | : Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı  |
| VAP             | : Verimlilik Arttırıcı Proje  |
| VRV / VRF       | : Değişken Soğutucu Debili Klima Santralleri  |
| YEGM            | : Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü  |
| ₺               | : Türk Lirası   |
| η               | : Kazan Verimi  |

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

|   |    |
|---|----|
| Şekil 2.1. Tesis Genel Görünümü.....  | 24 |
| Şekil 2.2. Tesis Arsa ve Vaziyet Planı.....                                     | 24 |
| Şekil 2.3. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Grafiği.....                        | 26 |
| Şekil 2.4. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Maliyet Grafiği .....               | 26 |
| Şekil 2.5. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Grafiği .....                       | 27 |
| Şekil 2.6. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Maliyeti .....                      | 27 |
| Şekil 2.7. 2016 Yılı Aylara Göre Elektrik Tüketimi ve CDD Grafiği.....          | 29 |
| Şekil 2.8. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi ve HDD Grafiği .....           | 30 |
| Şekil 2.9. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketimi ve CDD+HDD Grafiği           | 30 |
| Şekil 2.10. 2016 Yılı Aylara Göre Kursiyer – Seans Başına Enerji Tüketimi .     | 31 |
| Şekil 2.11. Yılı Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi-kursiyer ve Seans Sayısı    | 31 |
| .....   | 31 |
| Şekil 2.12. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketim Kıyaslaması .....              | 32 |
| Şekil 2.13. Isıtma Sistemi .....  | 33 |
| Şekil 2.14. Kazanlardan Alınan Termal Kamera Çekimleri.....                     | 35 |
| Şekil 2.15. Klima Santrali Genel Görünümü.....                                  | 38 |
| Şekil 2.16. CO2 Etkileri.....   | 40 |
| Şekil 2.17. Kayış Gerginliği Ayarlama ve Kayış Kontrolü .....                   | 42 |
| Şekil 2.18. Soğutma Grubu Genel Görünümü.....                                   | 43 |
| Şekil 2.19. Ciller Grubu Termal Kamera Çekimleri.....                           | 44 |
| Şekil 2.20. Tesis Prefabrik Transformatör Merkezi ve Jeneratör .....            | 47 |
| Şekil 2.21. Mekanik Tesisat Genel Görünüm.....                                  | 49 |
| Şekil 2.22. Tesis Görünümü .....  | 55 |
| Şekil 2.23. Vaziyet Planı .....   | 55 |
| Şekil 2.24. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Grafiği.....                       | 57 |
| Şekil 2.25. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Maliyet Grafiği .....              | 57 |
| Şekil 2.26. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim Grafiği.....                 | 58 |
| Şekil 2.27. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim Maliyeti.....                | 59 |
| Şekil 2.28. 2016 Yılı Aylık Tüketim HDD-CDD Karşılaştırması.....                | 61 |
| Şekil 2.29. Isıtma Sistemi .....  | 62 |
| Şekil 2.30. Termal Kamera Görüntüleri .....                                     | 63 |
| Şekil 2.31. Klima Santrali Genel Görünümü.....                                  | 65 |
| Şekil 2.32. Su Soğutmalı Soğutma Grubu Genel Görünümü .....                     | 66 |
| Şekil 2.33. Isıtma ve Soğutma Tesisat Görüntüleri .....                         | 68 |
| Şekil 2.34. Mekanik Tesisat Termal Görüntüleri .....                            | 68 |
| Şekil 2.35. Jeneratör .....   | 69 |
| Şekil 2.36. Panoların Termal Kamera Görüntüleri.....                            | 70 |
| Şekil 2.37. Elektrik Motorları Termal Kamera Çekim Görüntüleri .....            | 74 |
| Şekil 2.38. Tesiste Kullanılan Lamba Türlerinden Görüntüler .....               | 76 |
| Şekil 2.39. Otomasyon Sistemi.....  | 78 |
| Şekil 2.40. Genel Görünüm .....   | 80 |
| Şekil 2.41. Tesis Arsa ve Vaziyet Planı.....                                    | 80 |
| Şekil 2.42. 2016 yılı elektrik tüketiminin (kWh) ve (TL) cinsinden gösterilmesi | 84 |
| .....   | 84 |
| Şekil 2.43. 2016 Aylık Yılı Doğalgaz Tüketiminin (m3) ve (TL) Cinsinden         | 85 |
| Gösterilmesi.....   | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| Şekil 2.44. 2016 Yılı İçin Bina Kullanım Alanı Başına Aylık Bazda Toplam Enerji Tüketimi .....             | 85  |
| Şekil 2.45. 2016 Yılı Aylara Göre Yakıt (doğalgaz) Tüketimi ve Isıtma Derece Gün (HDD) Sayısı .....        | 86  |
| Şekil 2.46. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi Ve Soğutma Derece Gün (CDD) Sayısı Grafiği.....  | 87  |
| Şekil 2.47. 2016 Yılı Toplam Tüketim-HDD-CDD Grafiği.....  | 88  |
| Şekil 2.48. Isıtma Sistemi .....   | 88  |
| Şekil 2.49. Yönetim Binası Kazan Dairesi Termal Kamera Görüntüleri .....                                   | 91  |
| Şekil 2.50. Spor Kompleksi Kazan-1 Brülörü çalışma karakteristiği eğrisi (2326 kW'lık Kazan) .....         | 91  |
| Şekil 2.51. Yönetim Binası Kazan-2 Brülörü çalışma karakteristiği eğrisi (1453 kW'lık Kazan) .....         | 92  |
| Şekil 2.52. Nem Alma Santrali .....  | 96  |
| Şekil 2.53. İklimlendirme Cihazları Çalışma Saatleri .....   | 98  |
| Şekil 2.54. Soğutma Üniteleri.....   | 99  |
| Şekil 2.55. Yönetim Binası Soğutma Mekanik Sistem Şeması .....   | 100 |
| Şekil 2.56. Soğutma grupları enerji izleme sistemi .....   | 101 |
| Şekil 2.57. Evaporatif Ön Soğutmalı Soğutma Grubu .....  | 102 |
| Şekil 2.58. Evaporatif ön soğutma sisteminde giriş havasının soğutulması... 102                            |     |
| Şekil 2.59. Tesisatta Kullanılan Elektrik Motorları.....   | 105 |
| Şekil 2.60. Tesis Arsa ve Vaziyet Planı.....   | 111 |
| Şekil 2.61. Termal Kamera Çekimleri .....  | 113 |
| Şekil 2.62. Tesisteki pencere profili .....  | 114 |
| Şekil 2.63. 2017 Yılı Aylara Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Miktarları 117                              |     |
| Şekil 2.64. Bina kullanım alanı başına aylık enerji tüketimi 2017 (kWh/m2) 117                             |     |
| Şekil 2.65. Aylara göre yakıt (doğalgaz) tüketimi ve ısıtma derece gün (HDD) sayısı grafiği.....           | 119 |
| Şekil 2.66. Aylara göre toplam elektrik enerjisi tüketimi ve soğutma derece gün (CDD) sayısı grafiği ..... | 120 |
| Şekil 2.67. Aylara göre toplam enerji tüketimi ve derece gün sayısı grafiği.. 120                          |     |
| Şekil 2.68. Isıtma Sistemi .....   | 121 |
| Şekil 2.69. Kazan Termal Kamera Görüntüleri .....  | 123 |
| Şekil 2.70. AHU-2 Aspiratör Fan Motoru Zaman Programı .....  | 127 |
| Şekil 2.71. Soğutma Üniteleri.....   | 130 |
| Şekil 2.72. Tesisin soğutma mekanik sistem şeması .....  | 131 |
| Şekil 2.73. Tesis Genel Görünümü .....   | 138 |
| Şekil 2.74. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi .....  | 140 |
| Şekil 2.75. 2016 Yılı Aylık Elektrik Maliyeti .....  | 140 |
| Şekil 2.76. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi.....   | 141 |
| Şekil 2.77. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi Maliyeti .....   | 141 |
| Şekil 2.78. Aylık Tüketim ve HDD-CDD Karşılaştırması.....  | 143 |
| Şekil 2.79. Isıtma Sistemleri .....  | 144 |
| Şekil 2.80. Kazan Termal Kamera Görüntüleri .....  | 145 |
| Şekil 2.81. Soğutma Grubu.....   | 148 |
| Şekil 2.82. EFF2 sınıf Havuz sirkülasyon pompa motoru PF grafiği.....                                      | 151 |
| Şekil 2.84. Ana besleme panosu gerilim eğrisi.....   | 153 |
| Şekil 2.85. Ana besleme panosu akım eğrisi .....   | 154 |
| Şekil 2.86. Çekmeköy Spor Kompleksinin Yandan Görünüşü .....   | 160 |
| Şekil 2.87. Tüketilen Enerjinin Türlerine Göre Dağılımı.....   | 162 |



|  |     |
|--|-----|
| Şekil 2.88. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi .....  | 163 |
| Şekil 2.89. 2016 Yılı Doğalgaz Tüketiminin Aylara Göre Dağılımı.....                                     | 164 |
| Şekil 2.90. 2016 Yılı Enerji Tüketimleri ile Isıtma ve Soğutma Derece Gün Sayıları Grafiği .....         | 165 |
| Şekil 2.91. Kazan Termal Kamera Görüntüleri .....  | 169 |
| Şekil 2.92. Soğutma sistemi proses şeması .....  | 173 |
| Şekil 2.93. Tesis Tek Hat Şeması .....   | 174 |
| Şekil 2.94. Elektrik Ana Dağıtım Panosu Ölçümü .....   | 175 |
| Şekil 2.95. Havuz Eşanjör Pompası (1,1 kW) Enerji Analizörü Değerleri ....                               | 177 |
| Şekil 2.96. Havuz Eşanjör Pompası debi ve Güç Ölçümü .....   | 177 |
| Şekil 2.97. Tesis Vaziyet Planı .....  | 182 |
| Şekil 2.98. 2017 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh) (TL) .....   | 185 |
| Şekil 2.99. 2017 yılı aylık doğalgaz tüketiminin (m <sup>3</sup> ) ve (TL) cinsinden gösterilmesi.....   | 186 |
| Şekil 2.100. Enerji Tüketim Dağılımı.....  | 187 |
| Şekil 2.101. Bina kullanım alanı başına aylık enerji tüketimi 2017 (kWh/m <sup>2</sup> ) .....           | 188 |
| Şekil 2.102. Aylara göre yakıt (doğalgaz) tüketimi ve ısıtma derece gün (HDD) sayısı grafiği.....        | 190 |
| Şekil 2.103. Isıtma Sistemi .....  | 191 |
| Şekil 2.104. Isıtma Sistemi Şeması.....  | 192 |
| Şekil 2.105. Kazan Termal Kamera Görüntüleri .....   | 193 |
| Şekil 2.106. AHU-2 Aspiratör Fan Motoru Zaman Programı .....   | 199 |
| Şekil 2.107. Soğutma Üniteleri.....  | 203 |
| Şekil 2.108. Tesisin soğutma mekanik sistem şeması .....   | 204 |
| Şekil 2.109. Mekanik tesisat elemanları .....  | 205 |
| Şekil 2.110. Tesisat elemanlarının termal kamera görüntüleri .....                                       | 206 |
| Şekil 2.111. Tesisatta Kullanılan Elektrik Motorları.....  | 208 |
| Şekil 2.112. Tesis Genel Görünümü .....  | 213 |
| Şekil 2.113. Tesis Vaziyet Planı .....   | 214 |
| Şekil 2.114. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim ve Maliyeti .....  | 216 |
| Şekil 2.115. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim ve Maliyeti.....                                     | 217 |
| Şekil 2.116. Enerji Tüketim ve Maliyet Dağılımı .....  | 218 |
| Şekil 2.117. Bina Kullanım Alanı Başına Aylık Bazda Toplam Enerji Tüketimi .....                         | 219 |
| Şekil 2.118. Aylara göre yakıt (doğalgaz) tüketimi ve ısıtma derece gün (HDD) sayısı .....               | 220 |
| Şekil 2.119. Aylara göre toplam elektrik enerjisi tüketim ve soğutma derecegün (CDD) sayısı Grafiği..... | 221 |
| Şekil 2.120. Tesisteki toplam enerji tüketimi ile ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD) .....                    | 222 |
| Şekil 2.121. Isıtma Sistemi .....  | 223 |
| Şekil 2.122. Isıtma Sistemi Akış Şeması .....  | 223 |
| Şekil 2.123. Kazan Termal Kamera Görüntüleri .....   | 224 |
| Şekil 2.124. Kazan-2 Brülörü çalışma karakteristiği eğrisi.....  | 225 |
| Şekil 2.125. Klima Santralleri Çalışma Programı .....  | 230 |
| Şekil 2.126. Soğutma Sistemi .....   | 234 |
| Şekil 2.127. Soğutma Grubu Akış Şeması .....   | 235 |
| Şekil 2.128. Tesisat Termal Kamera Görüntüleri .....   | 237 |
| Şekil 2.129. Mevcut durum ve hız kontrol durumlarında enerji tüketimleri ..                              | 240 |

|   |     |
|---|-----|
| Şekil 2.130. Tesis Vaziyet Planı .....  | 246 |
| Şekil 2.131. Tesis Genel Görünümü .....   | 247 |
| Şekil 2.132. 2017 yılına ait enerji tüketim ve maliyetlerinin yüzdelik pay dağılımı ..... | 249 |
| Şekil 2.133. 2017 Yılı Elektrik Tüketimi (kWh) (TL) .....                                 | 250 |
| Şekil 2.137. Soğutma Üniteleri .....  | 259 |
| Şekil 2.138. Teisism Amonyaklı Soğutma Grubu Güç Tüketimi (kW) .....                      | 260 |
| Şekil 2.139. Soğutma Grupları Verimlilik Şablonu .....                                    | 260 |
| Şekil 2.140. Tesisin soğutma kaynaklı elektrik tüketimlerinin gösterilmesi ..             | 262 |



## TABLO LİSTESİ

|   |    |
|---|----|
| Tablo 2.1. Cihaz Ölçüm Listesi .....  | 23 |
| Tablo 2.2. Bina Bilgileri .....   | 25 |
| Tablo 2.3. Elektrik Tüketim Tablosu.....  | 25 |
| Tablo 2.4. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi.....   | 27 |
| Tablo 2.5. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD, Kursiyer ve Sans Sayısı .....    | 29 |
| Tablo 2.6. Baca Gazı Analizi ve Baca Gaz Hızı Ölçümleri .....                               | 35 |
| Tablo 2.7. Hava Yakıt Oranı ve Brülör Alev Boyunun Ayarlanması .....                        | 36 |
| Tablo 2.8. Baca Gazı Klapesi Uygulaması.....  | 37 |
| Tablo 2.9. Bazı Mekanik Tesisat Elemanlarının Yalıtılması.....                              | 37 |
| Tablo 2.10. Kazan Arka Kapaklarını Yalıtılması .....  | 37 |
| Tablo 2.11. Klima Santrali Genel Görünümü.....  | 39 |
| Tablo 2.12. CO <sub>2</sub> Kontrollü İhtiyaca Dayalı Havalandırma Sistemi Uygulaması ..... | 41 |
| Tablo 2.13. Klima Santralleri Temizlik ve Bakımı .....                                      | 42 |
| Tablo 2.14. Klima Santrali Kayış-Kasnak İyileştirilmeleri .....                             | 42 |
| Tablo 2.15. Soğutma Gruplarında Ölçüm Verileri .....  | 45 |
| Tablo 2.16. Soğutma Grupları Bakım ve Temizliği .....                                       | 45 |
| Tablo 2.17. Soğutma Grubu Tel Örgü ile File Kaplama .....                                   | 46 |
| Tablo 2.18. Soğutma Grubu Gölgeleme Yapılması .....   | 46 |
| Tablo 2.19. Güneş Cam Film Uygulaması .....   | 46 |
| Tablo 2.20. Enerji İzleme Sistemi Kurulumu .....  | 48 |
| Tablo 2.21. Elektrik Tarife Grubunun Değişimi .....   | 48 |
| Tablo 2.22. Verimsiz Motorların Değiştirilmesi .....  | 50 |
| Tablo 2.23. Lüks Ölçümleri .....  | 51 |
| Tablo 2.24. Tesis İç Mekan Aydınlatmasında Kullanılan Armatürlerinin LED Dönüşümü.....      | 52 |
| Tablo 2.25. Tesis Çevre Aydınlatmasında Kullanılan Armatürlerin LED Dönüşümü.....           | 52 |
| Tablo 2.26. Önerilen Projeler .....   | 53 |
| Tablo 2.27. Bina Bilgileri .....  | 56 |
| Tablo 2.28. Elektrik Tüketim Tablosu.....   | 56 |
| Tablo 2.29. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Tablosu.....                                   | 58 |
| Tablo 2.30. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD Tablosu .....                    | 60 |
| Tablo 2.31. Bina Performans Künyesi.....  | 62 |
| Tablo 2.32. Kazan Baca Gazı Ölçüm Değerleri .....   | 63 |
| Tablo 2.33. Kazan Verim Hesapları Özet Tablosu.....   | 64 |
| Tablo 2.34. Hava Yakıt Oranı ve Brülör Alev Boyunun Ayarlanması .....                       | 64 |
| Tablo 2.35. Dış Hava Kompanzasyonu .....  | 65 |
| Tablo 2.36. Ölçüm Sonuçları.....  | 66 |
| Tablo 2.37. Ölçüm Sonuçları.....  | 67 |
| Tablo 2.38. Yalıtım Sorunu Olan Yüzeyler.....   | 69 |
| Tablo 2.39. Eşanjörlere Yalıtım Uygulaması .....  | 69 |
| Tablo 2.40. Güneşten Elektrik Üretimi.....  | 72 |
| Tablo 2.41. Motor Sınıfları.....  | 75 |
| Tablo 2.42. Motor Verim Sınıflarının Yükseltilmesi .....                                    | 75 |
| Tablo 2.43. Aydınlatma Envanteri.....   | 76 |
| Tablo 2.44. Meşguliyet Ölçüm Sonuçları.....   | 77 |
| Tablo 2.45. Verimli Aydınlatmaya Geçiş.....   | 77 |

|   |     |
|---|-----|
| Tablo 2.46. Harekete Bağlı Aydınlatma Kontrolü.....   | 77  |
| Tablo 2.47. Önerilen Projeler .....   | 79  |
| Tablo 2.48. Bina Bilgileri .....  | 82  |
| Tablo 2.49. Elektrik Tüketim Tablosu.....   | 83  |
| Tablo 2.50. 2016 Yılı Doğalgaz Tüketimleri.....   | 84  |
| Tablo 2.51. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD Tablosu .....                              | 86  |
| Tablo 2.52. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri .....  | 90  |
| Tablo 2.53. Mevcut Kazan Verimleri .....  | 92  |
| Tablo 2.54. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi ..... | 93  |
| Tablo 2.55. Kazanların Yeni Çalışma Senaryosuna Göre Yük Durumları Ve Verim Oranları.....             | 94  |
| Tablo 2.56. Spor Kompleksi Binası Senaryo Değişikliği Sonrası Olması Beklenen Tüketimler .....        | 94  |
| Tablo 2.57. Brülör Ayarlamalarının yapılması.....   | 95  |
| Tablo 2.58. Kazanların Çalışma Senaryolarının değiştirilmesi .....                                    | 95  |
| Tablo 2.59. Hava Kalitesi Ölçüm Sonuçları.....  | 98  |
| Tablo 2.60. İklimlendirme Sistemleri Çalışma Programının Değiştirilmesi ....                          | 99  |
| Tablo 2.61. Soğutma Kulesi Fan Motorlarına Hız Kontrolü İle Elde Edilecek Tasarruflar.....            | 103 |
| Tablo 2.62. Tesiste kullanılan elektrik motorları ve karakteristik özellikleri..                      | 106 |
| Tablo 2.63. Ölçüm Sonuçları.....  | 107 |
| Tablo 2.64. Pompalarda Hız kontrolü uygulaması ile elde edilen tasarruf ve geri ödeme süresi .....    | 108 |
| Tablo 2.65. Lüks Ölçüm Sonuçları .....  | 109 |
| Tablo 2.66. LED Aydınlatma Dönüşümünün Enerji Tasarrufuna Etkisi ile Geri Ödeme Süresi.....           | 109 |
| Tablo 2.67. Pencere Özellikleri .....   | 114 |
| Tablo 2.68. Bina Bilgileri .....  | 114 |
| Tablo 2.69. 2017 Yılı Elektrik Tüketimi .....   | 115 |
| Tablo 2.70. 2017 yılı için yakıt (doğalgaz) tüketiminin aylık değerleri.....                          | 116 |
| Tablo 2.71. 2017 Yılı Aylık Enerji Tüketimleri İle Soğutma Ve Isıtma İçin Derece Gün Değerleri .....  | 118 |
| Tablo 2.72. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri .....  | 122 |
| Tablo 2.73. Kazan Verim İyileştirme Sonuçları.....  | 124 |
| Tablo 2.74. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi ..... | 124 |
| Tablo 2.75. Yeni durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi .....   | 125 |
| Tablo 2.76. Brülör Ayarı ve Yalıtım ile Elde Edilecek Tasarruf.....                                   | 125 |
| Tablo 2.77. İç Hava Kalitesi Ölçümleri.....   | 126 |
| Tablo 2.78. Klima santrali hız kontrolü ile elde edilecek tasarruflar .....                           | 128 |
| Tablo 2.79. İklimlendirme Sistemine Hız Kontrolü Adaptasyonu ile Elde Edilecek Tasarruflar.....       | 129 |
| Tablo 2.80. Soğutma Grupları Karakteristik Özellikleri .....  | 130 |
| Tablo 2.81. Tesiste kullanılan elektrik motorları ve karakteristik özellikleri                        | 133 |
| Tablo 2.82. Aydınlatma Adet Ve Güçleri.....   | 134 |
| Tablo 2.83. Tesisin Aydınlatma Ölçüm Değerleri.....   | 135 |
| Tablo 2.84. Mevcut aydınlatmalar ve Tüketim Değerleri .....   | 136 |
| Tablo 2.85. Yeni durum ve oluşması beklenen tüketim değerleri.....                                    | 136 |

|  |     |
|--|-----|
| Tablo 2.86. Aydınlatma Sisteminin Değişmesi ile Elde edilecek tasarruf.....                            | 136 |
| Tablo 2.87. LED Aydınlatma Dönüşümünün Enerji Tasarrufuna Etkisi ile Geri Ödeme Süresi.....            | 137 |
| Tablo 2.88. Bina Bilgileri .....   | 139 |
| Tablo 2.89. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Tablosu .....   | 139 |
| Tablo 2.90. Doğalgaz Tüketim Tablosu .....   | 141 |
| Tablo 2.91. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD .....                                       | 142 |
| Tablo 2.92. Baca Gazı Ölçümleri .....  | 144 |
| Tablo 2.93. Kazan Giriş-Çıkış Sıcaklıkları.....  | 144 |
| Tablo 2.94. Baca Gazı Ölçümleri .....  | 145 |
| Tablo 2.95. Ölçülen Değerler .....   | 146 |
| Tablo 2.96. Vana Ceketi ve Mekanik Tesisatta Yalıtım.....  | 146 |
| Tablo 2.97. Havuz Sirkülasyon Pompası 1 Güç Ölçüm Değerleri.....                                       | 149 |
| Tablo 2.98. Havuz Sirkülasyon Pompası 2 Güç Ölçüm Değerleri.....                                       | 149 |
| Tablo 2.99. Havuz sirkülasyon pompası 1 debi ölçüm değerleri .....                                     | 150 |
| Tablo 2.100. Ozon emiş pompası enerji analizörü ölçümleri.....   | 150 |
| Tablo 2.101. Ozon basma pompası enerji analizörü ölçümleri .....                                       | 150 |
| Tablo 2.102. Ozon basma pompası debimetre ölçümleri .....  | 151 |
| Tablo 2.103. Anlık akım ve gerilim ölçümü.....   | 154 |
| Tablo 2.104. Motor listesi.....  | 155 |
| Tablo 2.105. Motor Verim Sınıfının Yükseltilmesi .....   | 157 |
| Tablo 2.106. Mevcut Aydınlatma Envanteri .....   | 158 |
| Tablo 2.107. Yeni Aydınlatma Envanteri.....  | 158 |
| Tablo 2.108. Aydınlatma Elemanlarının Değişimi.....  | 159 |
| Tablo 2.109. Bina Bilgileri .....  | 161 |
| Tablo 2.110. Tüketilen Enerjinin Türlerine Göre Dağılımı.....  | 161 |
| Tablo 2.111. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketimleri.....   | 162 |
| Tablo 2.112. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi.....  | 163 |
| Tablo 2.113. İstanbul 2. Derece Gün Bölgesine Göre Isı Kaybı .....                                     | 166 |
| Tablo 2.114. Isıtma Tesisatı Bilgileri Tablosu .....   | 168 |
| Tablo 2.115. Kazanların bacagazı ölçüm sonuçları özet tablosu.....                                     | 168 |
| Tablo 2.116. Kazan Baca Gazı Analiz Sonuçları ve Önerilen Durum .....                                  | 170 |
| Tablo 2.117. Klima Santralleri Bilgileri .....   | 171 |
| Tablo 2.118. Klima Santralleri Fan Kayış Tablosu .....   | 172 |
| Tablo 2.119. Trafo Bilgileri.....  | 174 |
| Tablo 2.120. Jeneratörlerine ilişkin bilgiler.....   | 174 |
| Tablo 2.121. Enerji İzleme Sistemi Kurulması .....   | 176 |
| Tablo 2.122. Mevcut Armatür Tipleri ve Adetleri .....  | 178 |
| Tablo 2.123. Mevcut Alan Lüks Ölçümleri .....  | 179 |
| Tablo 2.124. Aydınlatmada İyileştirme Önerileri.....   | 180 |
| Tablo 2.125. Genel Bulgular .....  | 181 |
| Tablo 2.126. Bina Bilgileri .....  | 183 |
| Tablo 2.127. 2017 yılı için elektrik tüketiminin aylık değerleri.....                                  | 184 |
| Tablo 2.128. 2017 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi.....  | 185 |
| Tablo 2.129. Enerji Tüketimi.....  | 187 |
| Tablo 2.130. Aylık enerji tüketimleri ile soğutma ve ısıtma için derece gün değerleri .....            | 189 |
| Tablo 2.131. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri .....  | 193 |
| Tablo 2.132. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi ..... | 194 |

|  |     |
|--|-----|
| Tablo 2.133. Yeni durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi .....       | 194 |
| Tablo 2.134. Brülör Ayarları ve yalıtım yapılması ile elde edilecek tasarruf ve geri ödeme süresi .....    | 195 |
| Tablo 2.135. Tesise ait klima santralleri.....   | 197 |
| Tablo 2.136. Tesise ait Egzoz Fanları .....  | 197 |
| Tablo 2.137. İç hava kalitesi ölçümleri .....  | 198 |
| Tablo 2.138. Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatleri .....  | 200 |
| Tablo 2.139. AHU Ve Egzoz Fanlarının Çalışma Saatlerinin Düzenlenmesi                                      | 200 |
| Tablo 2.140. Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatlerinin değiştirilmesi ile elde edilecek tasarruflar..... | 201 |
| Tablo 2.141. Klima santrali hız kontrolü ile elde edilecek tasarruflar .....                               | 202 |
| Tablo 2.142. İklimlendirme Sisteminin Zaman Programının Değiştirilmesi ile Elde Edilecek Tasarruflar ..... | 202 |
| Tablo 2.143. İklimlendirme Sistemine Hız Kontrolü Adaptasyonu ile Elde Edilecek Tasarruflar.....           | 202 |
| Tablo 2.144. Tesiste kullanılan elektrik motorları ve karakteristik özellikleri .....                      | 209 |
| Tablo 2.145. Hız kontrolü uygulaması yapılan elektrik motorları .....                                      | 210 |
| Tablo 2.146. Pompalarda Hız Kontrol Uygulaması .....   | 211 |
| Tablo 2.147. Önerilen Projeler .....   | 212 |
| Tablo 2.148. Bina Bilgileri .....  | 215 |
| Tablo 2.149. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Tablosu .....  | 215 |
| Tablo 2.150. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Tablosu.....   | 217 |
| Tablo 2.151. Tesis Enerji Tüketimi .....   | 218 |
| Tablo 2.152. Toplam Tüketim .....  | 220 |
| Tablo 2.153. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri .....  | 224 |
| Tablo 2.154. Kazan Verim İyileştirme Sonuçları.....  | 226 |
| Tablo 2.155. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi .....     | 226 |
| Tablo 2.156. Yeni durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi .....       | 226 |
| Tablo 2.157. Brülör Ayarları ve yalıtım yapılması ile elde edilecek tasarruf ve geri ödeme süresi .....    | 227 |
| Tablo 2.158. Klima Santrali Ölçümleri .....  | 228 |
| Tablo 2.159. İç Hava Kalitesi Ölçümleri.....   | 229 |
| Tablo 2.160. AHU ve Egzoz Fanlarının Çalışma Saatlerinin Düzenlenmesi.                                     | 231 |
| Tablo 2.161. Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatlerinin değiştirilmesi ile elde edilecek tasarruflar..... | 232 |
| Tablo 2.161. Klima santrali hız kontrolü ile elde edilecek tasarruflar .....                               | 232 |
| Tablo 2.162. İklimlendirme Sisteminin Zaman Programının Değiştirilmesi ile Elde Edilecek Tasarruflar ..... | 233 |
| Tablo 2.163. İklimlendirme Sistemine Hız Kontrolü Adaptasyonu ile Elde Edilecek Tasarruflar.....           | 233 |
| Tablo 2.165. Soğutma Grupları Karakteristik Özellikleri .....  | 234 |
| Tablo 2.166. Trafo Ölçüm Bilgileri.....  | 238 |
| Tablo 2.167. Alınan Değerler .....   | 239 |
| Tablo 2.168. Hız Kontrolü Uygulaması Yapılan Elektrik Motorları .....                                      | 241 |
| Tablo 2.169. IE3 Verim Sınıfına Geçiş ile Motorlarda Elde Edilecek Enerji Tasarrufu.....                   | 241 |

|  |     |
|--|-----|
| Tablo 2.170. Pompalarda Hız Kontrollü Uygulaması ile Elde Edilen Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi ..... | 242 |
| Tablo 2.171. Aydınlatma Adet ve Güçleri.....   | 243 |
| Tablo 2.172. Tesisin Aydınlatma Ölçüm Değerleri.....   | 243 |
| Tablo 2.173. Mevcut Aydınlatmalar ve Tüketim Değerleri .....   | 244 |
| Tablo 2.174. Yeni Durum ve Oluşması Beklenen Tüketim Değerleri .....                                 | 244 |
| Tablo 2.175. Aydınlatma Sisteminin Değişmesi İle Elde Edilecek Tasarruf. 244                         |     |
| Tablo 2.176. LED Aydınlatma Dönüşümünün Enerji Tasarrufuna Etkisi İle Geri Ödeme Süresi.....         | 245 |
| Tablo 2.177. Bina Bilgileri .....  | 248 |
| Tablo 2.178. Yıllık Enerji Tüketimleri ve Maliyetlerin Karşılaştırılması (2017) .....                | 248 |
| Tablo 2.178. 2017 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi ve Maliyeti.....                                      | 250 |
| Tablo 2.179. 2017 Yılı Aylara Göre Elektrik Tüketimi ve Maliyeti .....                               | 252 |
| Tablo 2.180. Aylık enerji tüketimleri ile soğutma ve ısıtma için derece gün değerleri .....          | 254 |
| Tablo 2.181. Yakıtle İlgili Temel Hesaplamalar .....   | 256 |
| Tablo 2.182. Baca Gazı Ölçümleri .....   | 257 |
| Tablo 2.183. Soğutma Grupları Karakteristik Özellikleri .....  | 259 |
| Tablo 2.184. Soğutma Grupları Performans Tablosu.....  | 261 |
| Tablo 2.185. Klima Santrali Hız Kontrolü ile Elde Edilecek Tasarruf .....                            | 263 |
| Tablo 2.186. Hız Kontrolü Uygulaması Yapılan Elektrik Motorları .....                                | 264 |
| Tablo 2.187. Önerilen Enerji Tasarruf Projelerine Ait Sonuçlar.....                                  | 265 |
| Tablo 3.188 VAP Özet Tablosu.....  | 269 |

## 1. BÖLÜM

### GİRİŞ

Enerji verimliliği; enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün azaltılması, enerjide talep güvenliğinin sağlanması, ülkenin dışa bağımlılığın azaltılması, düşük karbonlu ekonomiye geçmek ve çevrenin korunması gibi ulusal stratejik hedef ve planları tamamlayan bir alandır. Sürdürülebilir kalkınmanın günümüzde giderek önem kazanması enerji verimliliğine yönelik çalışmaların değerini de artırmaktadır. Bu durum, bütün ülkeleri enerji verimliliğine yönlendirmiş ve bu konudaki adımların atılmasına olanak sağlamıştır.

Nüfus artışı, refah düzeyinin artması, hizmet sektörünün güçlenmesi ve sanayileşme gibi nedenlerden dolayı ülkemizin enerji ihtiyacı gelişmiş ülkelere göre gün geçtikçe daha da hızlı artmaktadır. Birincil enerji tüketimi 2015 yılında 129.7 MTEP olarak gerçekleşerek, 2005 yılından 2015 yılına kadar %46 oranında artış göstermiştir. Birincil enerji arzında ithal enerji kaynaklarının oranı 2015 yılında %75.9 olarak gerçekleşen ülkemiz, enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler arasında yer almaktadır. Kişi başı enerji tüketimimiz gelişmiş ülkelere göre daha düşük olmakla birlikte, enerji yoğunluğumuzun halen yüksek olması Türkiye'nin önemli miktarda enerji tasarrufu potansiyeli olduğunu göstermektedir 2005-2014 döneminde Türkiye'nin GSYİH'si bir birim artarken enerji tüketimi 0.7 birimlik artış göstermiştir. Bununla birlikte, aynı dönemde 1 birim GSYİH artışına karşılık, Fransa enerji tüketimini 1.1, Almanya 0.7, Japonya 3.3 ve İngiltere 2.0 birim azaltmıştır.

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından 12/12/2016 tarihinde yayımlanan 2009 yılı bazlı yeni GSYİH serisi rakamları dikkate alınarak hesaplanan 2015 yılı Türkiye'nin birincil enerji yoğunluğu 2010 yılı dolar fiyatlarıyla 1000 Dolar başına 0.12 TEP'dir. Bu rakam dünya ortalaması olan 0.18 değerinden düşük olmakla



beraber OECD ortalaması olan 0.11 değerine göre yüksektir. Almanya'nın 0.08, İtalya'nın 0.07 olduğu Avrupa Birliği 28 üye ülke ortalaması 0.09'dur.

Ülkemiz, enerji ve doğal kaynaklarını en verimli Şekilde kullanmak ve çevreye duyarlı ülke konumuna ulaŐma misyonu ile enerji ve doğal kaynaklarda güvenli bir gelecek planı çizmiŐtir. Enerji üretiminden nihai tüketime kadar bütün süreçlerde verimliliğin artırılmasını hedeflemektedir.

Bu veriler ışığında, 2007 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu ile yeni bir süreç baŐlatılmıŐtır. 2012 yılında yayımlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ile de 2023 yılı enerji verimliliği hedefleri oluşturulmuştur. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı hazırlanarak etkileyici bir Şekilde uygulamaya geçirilmesi ve izlenmesi öngörülmüŐtür.

2017-2023 yılları arasında hayata geçirilecek Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planında bina ve hizmetler, enerji, ulaŐtırma, sanayi ve teknoloji, tarım ve yatay konular olmak üzere toplamda 6 kategori altında 55 eylem bulunmaktadır. 2023 yılında ülkemizin birincil enerji tüketime %14 azaltılması hedefi koyulmuŐtur. 2023 yılına kadar kümülatif olarak toplamda 23.9 MTEP tasarruf sağlanması ve bu eylemlerden elde edilecek tasarruf için 10.9 milyar ABD Doları yatırım yapılması düşünülmektedir.

## Tezin Amacı

İstanbul ilindeki 10000 m<sup>2</sup> üzeri ve 250 TEP tüketim gerçekleşen 9 adet spor kompleksinin enerji tüketilerinin analiz edilmesi ve bu amaç ile tesislerde enerji tüketimine temel etki yapan elemanlar üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Kazanlarda yanma verimliliği ve kazan verimi hesaplarını yapabilmek için bacagazı ölçümleri alınmıştır. Termal kamera ile bütün binanın elektrik kabolaları, ısıtma hatları ve bina yüzeylerinde kaçak noktalarının tespiti için ölçümler alınmıştır. Panolarda, motorlarda enerji analizörü ile ölçümler alınmıştır. Soğutma gruplarında enerji tüketim ölçümleri, buhar kazanlarında iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Klima santralleri ve kompresör atık ısı noktalarında hız ve sıcaklık ölçümleri alınmıştır.

Gerçekleştirilen bu ölçümler doğrultusunda binada tasarruf potansiyellerini ortaya koymak, kayıp kaçakların tespitini yapmak ve bunlara bağlı olarak uygulanabilir enerji verimlilik projeleri ortaya çıkarmak, olası yapılması düşünülen yatırımlara enerji verimliliği ekseninde dikkat çekmek, CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltarak çevreyi korumak ve enerji maliyetlerini azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## Literatür Özeti

Aşağıda binalarda enerji verimliliği ile ilgili literatür çalışmaları verilmiştir.

Özgür ve arkadaşları, limanlarda enerji verimliliği uygulamalarının neler olduğunu incelemek için, Avrupa'nın bazı limanlarında konu ile ilgili yapılan ve planlanan uygulamaları araştırmışlardır. ESPO üyesi ülkelerin limanları arasından incelemeye tabi tutulan toplam 29 liman içinden 9 liman enerji verimliliği çalışmaları açısından analiz edilmeye uygun bulunmuş ve konu hakkında en detaylı çalışmaların Hollanda, Belçika ve Almanya limanlarında olduğu gözlemlenmiştir.

Avrupa limanlarındaki enerji verimliliği çalışmaları araştırıldığında, bazı limanların konu ile ilgili iyi durumda olduğunu fakat genel itibari ile değerlendirildiğinde enerji verimliliği konusunun öneminin yeterince ulaşılabilir olmadığı sonucunu elde etmişlerdir.

Güliden ve arkadaşları, İzmir Narlıdere Huzurevi Yaşlı Bakım ve Rehabilitasyon Merkezi örnek tesis olarak seçilmiş ve tesisteki binaların enerji performanslarının belirlenmesi enerji tüketen sistemlerin envanterlerinin hazırlanması ve buna bağlı olarak gerçekleştirilebilir enerji tasarruf önlemlerinin önerilmesini amaçlamışlardır. Gerçekleştirilecek proje çalışmalarının sonucunda, tesisteki enerji tüketiminin 2012 yılına göre % 60.8 oranında azaltılabileceğini belirlemişler ve önerilen iyileştirmelerin amortisman sürelerini ortalama 6.8 yıl olarak hesaplamışlardır.

Zheng ve arkadaşları, Pekin'deki büyük ölçekli binaların özelliklerini incelemiştir. Pekin'deki büyük ölçekli ofis binaları için veri araştırma ve doğrulama çalışmalarını yapmışlardır. Enerji dahil olmak üzere kamu binaları enerji verimliliği kıyaslama sisteminin kurulması sürecinin ayrıntılı bir açıklamasını yapmışlardır. Kullanım yoğunluğu hesaplaması, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi, kıyaslama modelinin geliştirilmesi ve test edilmesi gibi çeşitli değerlendirme çalışmaları yapmışlardır. Daha sonra, Pekin'deki 88 büyük ölçekli ofis binalarına enerji verimliliği kıyaslama sisteminin kurulduğunu ve modelin R2 performans endeksinin 0.667 olduğunu sonucuna varmışlardır.

Andra ve arkadaşları, Binalarda enerji verimliliği çalışmalarına hükümetin vermiş olduğu desteklere rağmen, yenileme çalışmalarının oldukça yavaş geliştiğini Bina yenilemeleri için “sistemler dinamik modelini” 2011 yılında geliştirmiştir. Yenilenmiş binalar hakkında daha fazla veriyle performansını iyileştirmek, hibe programları dahil olmak üzere destek önlemlerinin etkisini analiz etmek ve gelecekteki programlar için destek yoğunluğunu önermişlerdir. Hibe programlarının enerji performans ölçütleri için yararlı olduğunu ancak büyük

ölçekli enerji verimliliği iyileştirmelerinin hızlı uygulanması için yetersiz olduğu tespit etmişlerdir. Uygulanan projelerin sonuçlarını anlamak için araştırmacılar “sistem dinamiği modelleme” yaklaşımını kullanmışlardır. Bina enerji verimliliği iyileştirmesini teşvik eden destek mekanizmalarının uygulanmasına ilişkin farklı senaryoları analiz etmişlerdir. Kısa bir süre için mevcut olan büyük miktarlarda hibe parası almak yerine uzun vadeli devlet destek mekanizmalarına sahip olmanın daha olumlu olacağı sonucunu elde etmişlerdir.

Anita ve arkadaşları, binalarda enerji verimliliği konusunda ortak bir AB kararı olmasına rağmen, Avrupa ülkeleri arasında enerji verimliliği seviyelerindeki farklılıklarını analiz etmişlerdir. Çevre politikalarının konut enerji tüketimini azaltmadaki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında, ülkeler arasındaki enerji verimliliği politikalarının farklılıklarını bulmak ve ön özet çıkarmak için keşifçi bir yaklaşım kullanmışlardır. 29 Avrupa ülkesinde konut başına düşen yıllık enerji tüketimini incelemişler ve daha sonra düşük veya yüksek enerji tüketimi sergileyen ülkeleri belirlemek için verileri analiz etmişlerdir. İsveç ve Finlandiya düşük enerji tüketiminin olduğunu, İrlanda da ise yüksek enerji tüketimi gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

İlk önce yıllık ortalamaları açıklamak için panel veri yöntemlerini kullanmışlardır. Bu yöntemle göre iklim koşulları, enerji gibi gözlemlenebilir özellikle konut ve ülke başına enerji tüketimi, gelir, kat alanları ve yasal mevzuat kurallarını incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; ilk olarak, artan inşaat faaliyeti ile birlikte yasal standartların uzun vadede etkili olabileceğinin, ikinci olarak, karbon vergilendirmesinin enerji verimliliği için etkili bir araç olabileceği kanısına varmışlardır. Bu bakımdan, karbon vergisinin kapsamı çok önemli bir rol oynamaktadır. Vergilendirme planının CO<sub>2</sub> emisyonlarını düşüreceği sonucuna varmışlardır.

## 2. BÖLÜM

### SPOR KOMPLEKSLERİ İÇİN ENERJİ ETÜD ÇALIŞMALARI

İstanbul ilindeki 250 TEP ve üzeri tüketimi bulunan 9 adet spor kompleksi'nin tasarruf potansiyelleri ve mevcut durum analizi dışında, 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının çıkarmış olduğu “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmeliği'nin” zorunlu kılınan “Kamu Binalarında toplam inşaat alanı en az 10000 m<sup>2</sup> veya yıllık enerji tüketimi en az 250 TEP ise Enerji Etüdü yapılması zorunludur” şartını da sağlamış olmaktadır. Aşağıda enerji etüdü gerçekleştirilen tesislerin isim bilgilerine yer verilmiştir.

- Hidayet Türkoğlu Spor Kompleksi,
- Kartal Hasan Doğan Spor Kompleksi,
- Fatih Spor Kompleksi,
- Avcılar Spor Kompleksi,
- Çakmak Yüzme Havuzu ve Spor Kompleksi,
- Çekmeköy Spor Kompleksi,
- Hamza Yerlikaya Spor Kompleksi,
- Kurtköy-Pendik Spor Kompleksi,
- Silivrikapı Buz Pisti ve Spor Salonu

Yapılan enerji etüdü çalışmalarında, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kalibrasyonu yapılmış ve etiketlenmiş cihazlar kullanılmıştır. Cihazların her yılın başlagıcında kalibrasyonları yapılmaktadır.

Tablo 2.1. Cihaz Ölçüm Listesi

| CİHAZ ADI                                  | SERİ NO               | CİHAZ BİLGİLERİ               |           |  | KULLANILDIĞI YER   |
|--|-----------------------|-------------------------------|-----------|--|--|
|  |                       | KALİBRASYON GEÇERLİLİK SÜRESİ | MARKA     | KABUL ARALIĞI ALT/ÜST                        |  |
| BACA GAZI ANALİZ CİHAZI                    | 01953257/011          | 1 YIL                         | TESTO     | -0.1 / 0.1                                   | Kazanlarda Baca Gazı Ölçümlerinde                                      |
| TERMAL KAMERA                              | 1925469               | 1 YIL                         | TESTO     | -0.02 / 0                                    | Mekanik Tesisat, Elektrik Pano ve Dış Cephe Termal Kamera Çekimlerinde |
| ELEKTRONİK GÜÇ ANALİZÖRÜ                   | 100428190             | 1 YIL                         | HIOKI     | Gerilim: -0.002 / 0<br>Akım: -0.0009 / 0.002 | Elektrik Panoları Ve Elektrik Motorları                                |
| PORTATİF ULTRASONİK DEBİMETRE              | 81201925H             | 1 YIL                         | TUF-2000H | 3.005 / 0                                    | Klima Santralleri ve Rooftop Debi Ölçümlerinde                         |
| OPTİK MEKANİK DEVİR HIZI CİHAZI            | D-79853, 1242026      | 1 YIL                         | TESTO     | -0.000005 / 000002                           | Devir Hız Ölçümlerinde   |
| LÜKSMETRE PROBU                            | 06350545-20250369/011 | 1 YIL                         |           | -3 / 3                                       | Lüks Ölçümlerinde  |
| NEM VE SICAKLIK PROBU                      | 05540189-34111318/008 | 1 YIL                         |           | -0.1 / 0.1                                   | Nem Ve Sıcaklık Ölçümleri  |
| U SICAKLIK PROBU                           | 06141635/211          | 1 YIL                         |           | -0.6 / 0.6                                   | Duvar U Değerlerinin Ölçümü  |
| PERVANE TİPİ HAVA HIZI ÖLÇER (60 mm) PROBU | 10224093/011          | 1 YIL                         |           | -0.1 / 0.1                                   | Hava Menfezleri Ve Klima Santrali                                      |
| HAVA SICAKLIK PROBU                        | 6021793               | 1 YIL                         |           | -0.1 / 0.1                                   | Hava Sıcaklık Ölçümleri  |

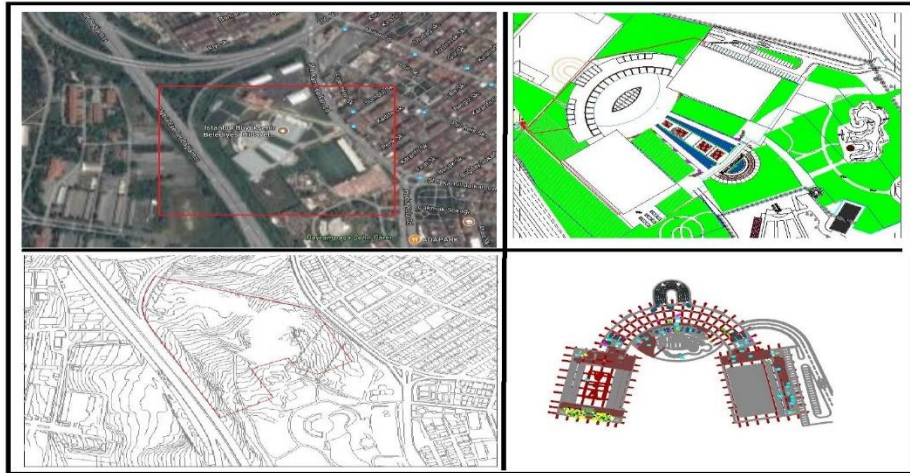
## 2.1.1 HİDAYET TÜRKÖĞLU SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.1.1 Bina Bilgileri

Hidayet Türkoğlu Spor Kompleksi, 2012 yılında İstanbul'un Bayrampaşa ilçesinde faaliyete geçmiştir. 57081 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulu olan Hidayet Türkoğlu Spor Kompleksi; 280 seyirci kapasiteli (havuz bölümünde) tribün, 1306 seyirci kapasiteli kapalı (basketbol) spor salonu, fitness salonları, step- aerobik ve pilates salonu, uzak doğu sporları salonu, hamam (2 adet), sauna (4 adet), solarium (2 adet), masa tenisi salonu, çim futbol sahası, sentetik halı saha (2 adet), idari birimler, kafeterya (2 adet) ve 50'si kapalı olmak üzere 316 araçlık otopark bulunmaktadır. Tesiste enerji türü olarak elektrik, doğalgaz ve motorin kullanılmaktadır. Tesis arsa ve vaziyet planı aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tesis Genel Görünümü



Şekil 2.2. Tesis Arsa ve Vaziyet Planı

Tesis tek binadan oluşmaktadır. Bina 3 blok olarak ayrılmıştır. Blok isimleri, Basket Bölgesi, Orta kısım ve Havuz Bölgesi olarak adlandırılmıştır. Tesis, zemin + 4 kattan oluşmaktadır. Tesiste 5 adet dışarıya açılan kapı bulunmaktadır. Kapılar, geleneksel aç-kapa alüminyum kapıdır. Kapılarda hava perdesi bulunmamaktadır. Tesiste kapalı garaj bulunmaktadır. Garaj kapısı otomatiktir. Tesis çıkış kapıları otomatik değildir. Tesisin pencereleri alüminyum doğramadır. Camlar ise 4+4 Lamine olup film kaplama bulunmamaktadır. Camlarda sadece renklendirme vardır.

Tablo 2.2. Bina Bilgileri

|                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Binanın Adı                      | : Hidayet Türkoğlu Spor Kompleksi |
| 2. İnşaat Yılı                      | : 2010                            |
| 3. Kullanım Amacı                   | : Spor Kompleksi                  |
| 4. İnşaat Alanı                     | : 57081 m <sup>2</sup>            |
| 5. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı  | : 1537                            |
| 6. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | : 327                             |
| 7. Isıtma/Soğutma Sistemi           | : Merkezi ve Lokal                |
| 8. Yalıtım Durumu                   | : Var                             |
| Yıl                                 | Tüketimler (TEP)                  |
| 2016                                | 729.6                             |

#### 2.1.1.2 Elektrik Tüketimlerinin İncelenmesi

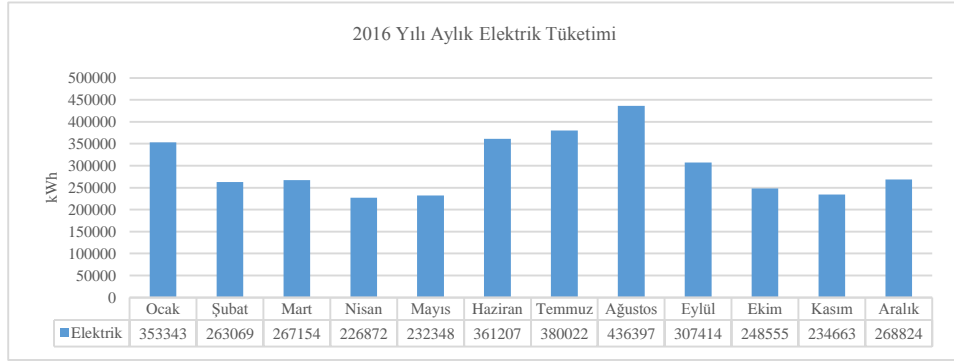
Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

Tablo 2.3. Elektrik Tüketim Tablosu

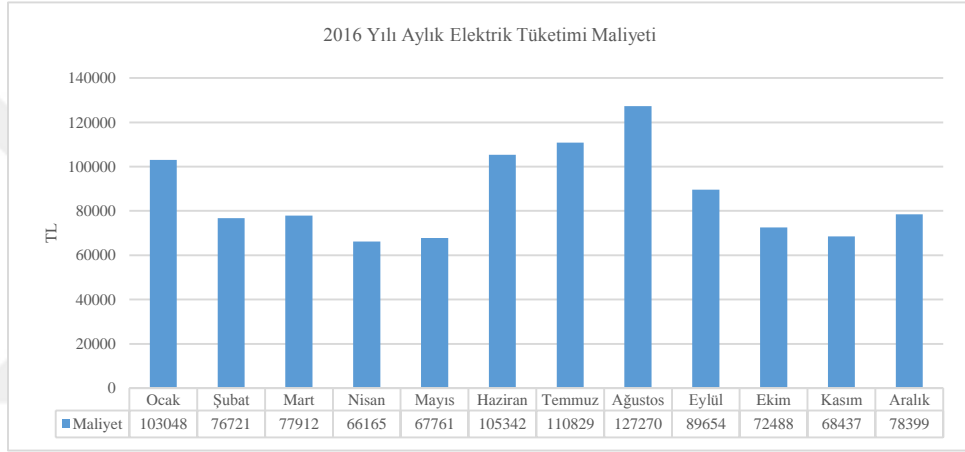
| 2016 Yılı Elektrik Tüketimleri |         |      |          |
|--------------------------------|---------|------|----------|
| Aylar                          | Tüketim |      | Maliyet  |
|                                | kWh     | TEP  | TL       |
| Ocak                           | 353343  | 30.4 | 103048 ₺ |
| Şubat                          | 263069  | 22.6 | 76721 ₺  |
| Mart                           | 267154  | 23,0 | 77912 ₺  |
| Nisan                          | 226872  | 19.5 | 66165 ₺  |
| Mayıs                          | 232348  | 20.0 | 67761 ₺  |
| Haziran                        | 361207  | 31.1 | 105342 ₺ |
| Temmuz                         | 380022  | 32.7 | 110829 ₺ |
| Ağustos                        | 436397  | 37.5 | 127270 ₺ |
| Eylül                          | 307414  | 26.4 | 89654 ₺  |
| Ekim                           | 248555  | 21.4 | 72488 ₺  |



|               |                |              |                  |
|---------------|----------------|--------------|------------------|
| Kasım         | 234663         | 20.2         | 68437 ₺          |
| Aralık        | 268824         | 23.1         | 78399 ₺          |
| <b>Toplam</b> | <b>3579869</b> | <b>307.9</b> | <b>1044026 ₺</b> |



Şekil 2.3. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Grafiği



Şekil 2.4. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Maliyet Grafiği

Yıl içerisinde aylık elektrik enerjisi tüketim değerleri Ağustos ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. 2016 yılının elektrik tüketim miktarları incelendiğinde yaz aylarında tüketim miktarları artmakta, geçiş dönemi olan bahar dönemlerinde ise tüketim düşmektedir. Bu durumu, yaz döneminde soğutma ihtiyacı nedeniyle chiller gruplarının devreye alınması olarak açıklayabiliriz. 2016 yılında en yüksek elektrik tüketimi 436397 kWh ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 127270 TL'dir.

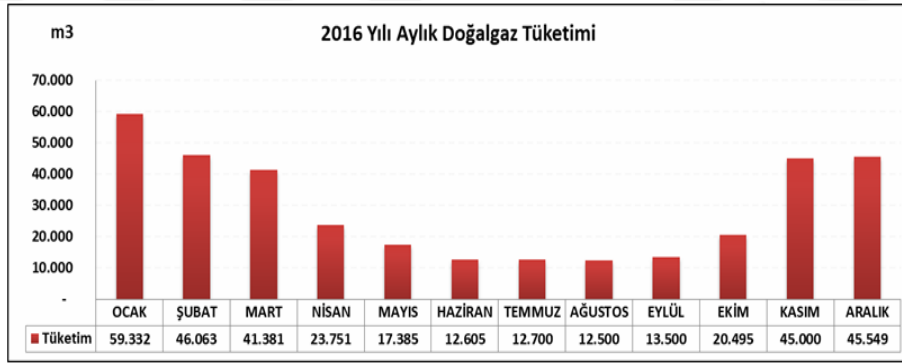
### 2.1.1.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

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

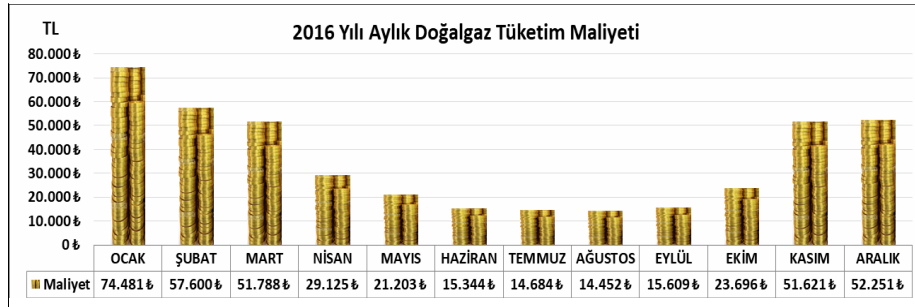
Tablo 2.4. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi

| 2016 Yılı Doğalgaz Tüketimleri |         |        |       |          |
|--------------------------------|---------|--------|-------|----------|
| Aylar                          | Tüketim |        |       | Maliyet  |
|                                | kWh     | m3     | TEP   | TL       |
| Ocak                           | 840587  | 59332  | 72.3  | 74481 ₺  |
| Şubat                          | 650164  | 46063  | 55.9  | 57600 ₺  |
| Mart                           | 584019  | 41381  | 50.2  | 51788 ₺  |
| Nisan                          | 328611  | 23751  | 28.3  | 29125 ₺  |
| Mayıs                          | 239091  | 17385  | 20.6  | 21203 ₺  |
| Haziran                        | 172797  | 12605  | 14.9  | 15344 ₺  |
| Temmuz                         | 172520  | 12700  | 14.8  | 14684 ₺  |
| Ağustos                        | 169803  | 12500  | 14.6  | 14452 ₺  |
| Eylül                          | 183387  | 13500  | 15.8  | 15609 ₺  |
| Ekim                           | 278409  | 20495  | 23.9  | 23696 ₺  |
| Kasım                          | 631152  | 45000  | 54.3  | 51621 ₺  |
| Aralık                         | 638852  | 45549  | 54.9  | 52251 ₺  |
| Toplam                         | 4889391 | 350261 | 420.5 | 421854 ₺ |

Yıl içerisinde aylık doğalgaz enerjisi tüketim değerleri Ocak ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 2.5. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Grafiği



Şekil 2.6. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Maliyeti

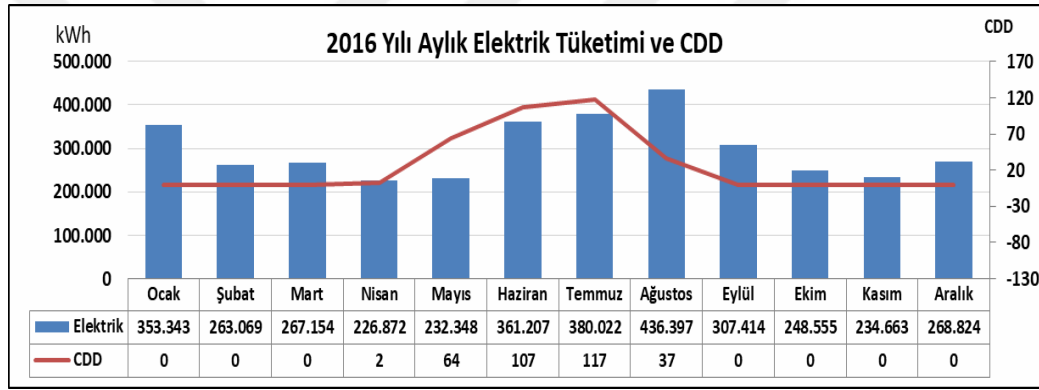
Tesis kış mevsiminde ısıtma ve kullanım sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla, yazın ise yine kullanım sıcak suyu ve havuz suyu ısıtma amacıyla kazanlarda yakıt olarak doğalgaz tüketmektedir. 2016 yılı doğalgaz tüketim grafiğini incelediğimizde, ısıtma talebine paralel olarak kış aylarında tüketimin en yüksek değerlerine ulaştığı, bahar dönemlerinde azaldığı ve yaz dönemlerinde ise en düşük seviyelere ulaştığı görülmektedir. Yaz dönemlerinde ısıtma ihtiyacı olmadığı bilinmektedir. Bu sebeple yaz aylarında gerçekleşen tüketimin su ısıtma için sarf edildiği söylenebilir. 2016 yılında en yüksek doğalgaz tüketimi 59332 m<sup>3</sup> ile Ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 74481 TL'dir. En düşük doğalgaz sarfıyatı ise 12500 m<sup>3</sup> ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı ise 14452 TL'dir.

#### 2.1.1.4 Tüketim Analizleri

Tüketim analizi ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin: dış hava şartlarına ve kursiyer sayısına bağlı değişimini gösteren ve birlikte incelenmesine olanak sağlayan analiz yöntemidir. Bu analizle hangi aylarda hangi şartlar sonucu ne kadar enerji tüketildiğinin takibi ve birbirleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Sistemin verimlilik değişimi sonucu tüketimlerdeki azalma ve artmalar, yıl bazında iklim değişikliği sonucu harcanan enerji miktarlarındaki değişimler, sistem içerisindeki ısı kaçaklarının tespiti, mevcut sistemin iklimlendirme alanlarına olan yeterliliğinin incelenmesi analiz sonuçlarından çıkarılabilecek başlıca hususlardır. Yakıtın sadece ısınma amaçlı kullanıldığı tesislerde yakıt tüketim oranı ve aylık HDD oranları birbiriyle örtüşür. Aynı şekilde soğutmada, CDD değeriyle elektrik tüketimi birbiriyle uyacaktır. İstanbul bölgesi için devlet meteoroloji enstitüsünden aldığımız 2016 yılı HDD ve CDD değerlerine, 2016 yılında tüketilen doğalgaz, elektrik enerjisini ve kursiyer-seans sayısını uyarladığımız zaman aşağıdaki tablo ve grafikleri elde etmiş olacağız.

Tablo 2.5. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD, Kursiyer ve Sans Sayısı

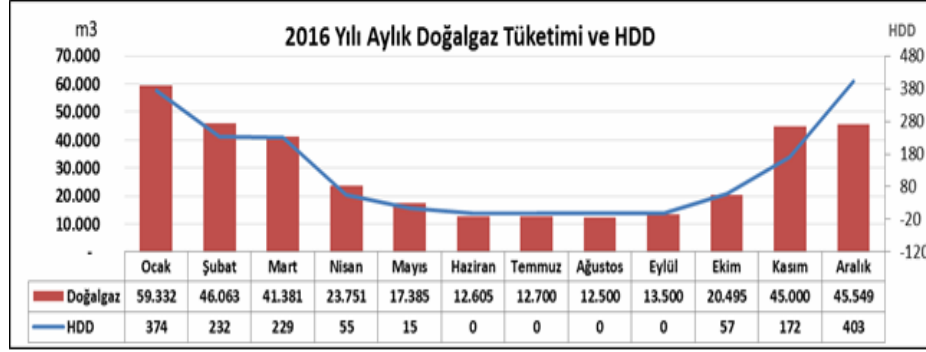
| Aylar   | Elektrik | Doğalgaz | HDD   | CDD | Kursiyer Sayısı | Seans Sayısı | Toplam Enerji | Toplam CDD HDD |
|---------|----------|----------|-------|-----|-----------------|--------------|---------------|----------------|
|         | kWh      |          |       |     | Adet            |              | kWh           |                |
| Ocak    | 353343   | 840587   | 374   | 0   | 5701            | 27913        | 1193930       | 374            |
| Şubat   | 263069   | 650164   | 232   | 0   | 5873            | 29761        | 913233        | 232            |
| Mart    | 267154   | 584019   | 229   | 0   | 7302            | 41216        | 851173        | 229            |
| Nisan   | 226872   | 328611   | 55    | 2   | 7473            | 37816        | 555483        | 57             |
| Mayıs   | 232348   | 239091   | 15    | 64  | 6603            | 30850        | 471439        | 79             |
| Haziran | 361207   | 172797   | 0     | 107 | 3597            | 13817        | 534004        | 107            |
| Temmuz  | 380022   | 172520   | 0     | 117 | 2134            | 7778         | 552541        | 117            |
| Ağustos | 436397   | 169803   | 0     | 37  | 3623            | 15701        | 606200        | 37             |
| Eylül   | 307414   | 183387   | 0     | 0   | 3822            | 14256        | 490801        | 0              |
| Ekim    | 248555   | 278409   | 57    | 0   | 5139            | 26186        | 526963        | 57             |
| Kasım   | 234663   | 631152   | 172   | 0   | 5010            | 23700        | 865815        | 172            |
| Aralık  | 268824   | 638852   | 403   | 0   | 5294            | 22397        | 907676        | 403            |
| TOPLAM  | 3579869  | 4889391  | 1.537 | 327 | 61571           | 291391       | 8469260       | 1864           |



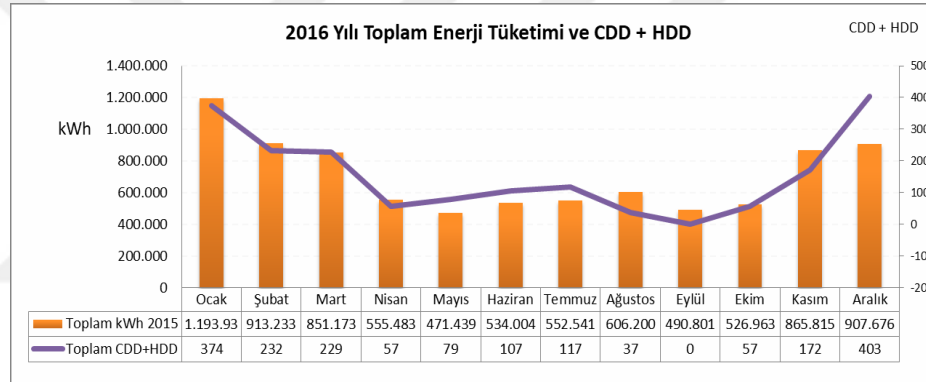
Şekil 2.7. 2016 Yılı Aylara Göre Elektrik Tüketimi ve CDD Grafiği

Yukarıdaki grafikte İstanbul bölgesine ait soğutma gün derecesi verileri kullanılarak elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan aylar ve tüketimler incelenmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere yaz aylarında soğutma talebinin artmasıyla elektrik tüketimi de artmaktadır. Bu artışlara sebep olarak yaz aylarında soğutma gruplarının enerji tüketimi gösterilebilir. Nisan-Temmuz ayları dışında, özellikle Ağustos ve Ocak aylarında soğutma ihtiyacına kıyasla tüketimin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak tesisin bir spor kompleksi olması söylenebilir.

Tesiste yüzme havuzlarının ve bunun gibi birçok spor faaliyetinin gerçekleştirilebileceği özel alanlardan oluştuğu bilinmektedir. Bu alanları iklimlendirmek, standartları yakalayabilmek adına soğutma talebinden yüksek enerji tüketmesi olağan bir durum olarak değerlendirilebilir.

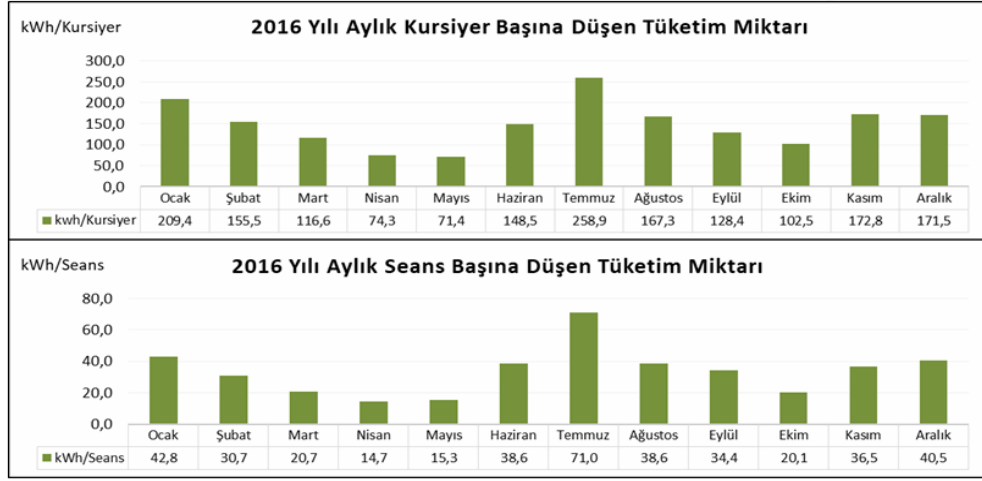


Şekil 2.8. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi ve HDD Grafiği

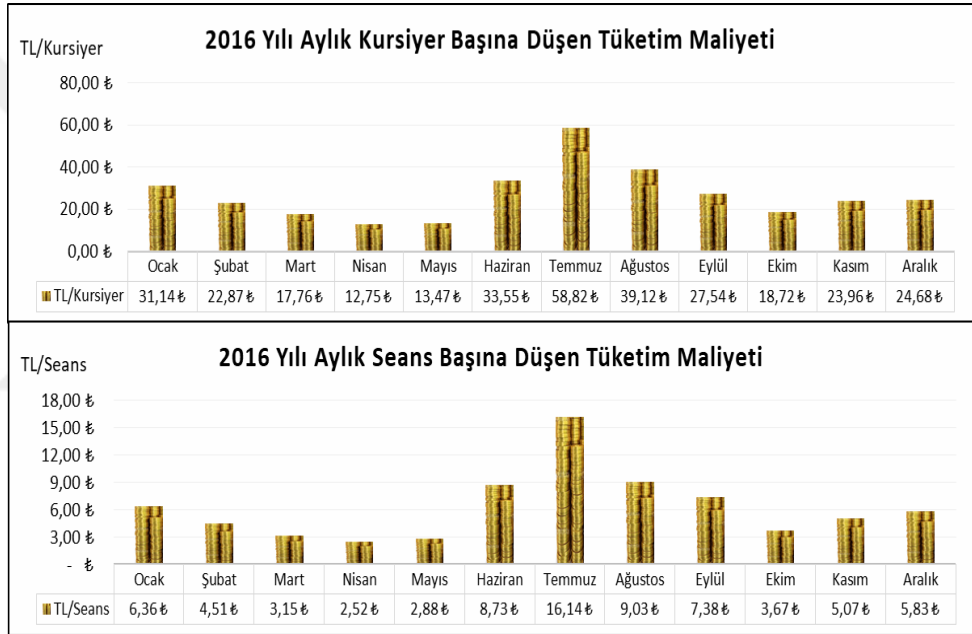


Şekil 2.9. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketimi ve CDD+HDD Grafiği

Yukarıdaki grafikte Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan İstanbul bölgesine ait ısıtma gün derecesi verileri kullanılarak ısıtma enerjisine ihtiyaç duyulan aylar ve tesisteki tüketim incelenmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere kış aylarında ısıtmaya ihtiyaç duyulduğundan kazanlarda gerçekleşen doğalgaz tüketimi artmıştır. Isıtma talebinin düşük olduğu bahar aylarında ve ısıtma talebinin olmadığı yaz aylarında gerçekleşen tüketimin, havuz suyu ısıtma ve kullanım sıcak suyu ihtiyacını karşılamak için olduğu bilinmektedir. Su ısıtma düşünülmezsizin tesisin doğalgaz tüketimi yorumlandığında, tüketimin ısıtma ihtiyacına paralel gerçekleştiği söylenebilir.



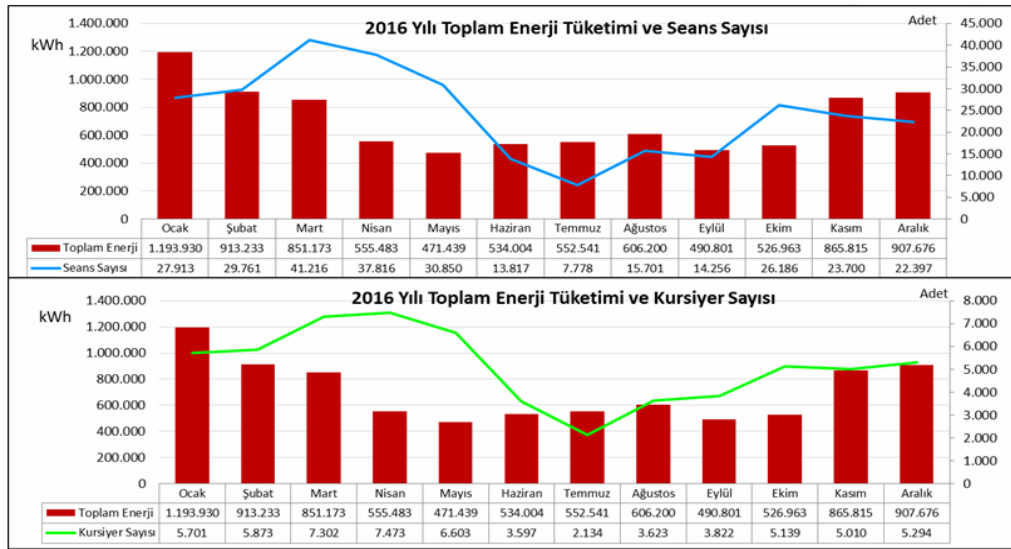
Şekil 2.10. 2016 Yılı Aylara Göre Kursiyer – Seans Başına Enerji Tüketimi



Şekil 2.11. Yılı Aylara Göre Toplam Enerji Tüketimi-kursiyer ve Seans Sayısı

2016 yılı Temmuz ayında kursiyer başına 258.9 kWh seans başına 71 kWh ile en yüksek enerji tüketimi gerçekleşirken, en düşük kursiyer başına elektrik tüketimi 71.4 kWh ile Mayıs ayında, seans tüketimi ise 14.7 kWh ile Nisan ayında gerçekleşmiştir. En yüksek kursiyer başına düşen maliyet miktarı 58.82 TL ile seans başına düşen maliyet miktarı ise 16.14 TL ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. En düşük kursiyer başına düşen maliyet miktarı ise 12.75 TL ile seans başına düşen maliyet miktarı ise 2.52 TL ile Nisan ayında gerçekleşmiştir.

2016 yılı aylara göre kursiyer ve seans sayıları ve toplam enerji tüketim grafiği incelendiğinde, kursiyer ve seans sayılarının birbirine paralel artıp azaldığı görülmektedir. Tesisten alınan bilgilere göre seans sayıları ile kursiyer sayıları arasındaki ilişki; her açılan seansa aynı kursiyerler dâhil olabilmektedir ve aynı kursiyer farklı seanslara dâhil olduğunda kursiyer sayısı artı olarak gösterilmemektedir. Kursiyer sayıları tesise giriş yapan kişileri ifade etmektedir şeklinde yorumlanmalıdır. Seans sayılarının kursiyer sayılarından daha fazla olma sebebi bu yüzdendir.



Şekil 2.12. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketim Kıyaslaması

Grafik incelendiğinde, toplam enerji tüketimi ile kursiyer ve seans sayıları arasında bir ilişki olmadığı görülmektedir. Kursiyer ve seans sayılarının değişimine paralel olarak enerji tüketiminde bir artış veya düşüş yaşanmamıştır. Tesisin toplam

enerji tüketimindeki değişimini ısıtma-soğutma talebi ve kullanım sıcak suyu ihtiyacı belirlemektedir şeklinde yorum yapılabilir.

#### 2.1.1.5 ISITMA SİSTEMİ



Şekil 2.13. Isıtma Sistemi

Tesiste ısıtma amaçlı 2010 yılı yapımı ERENSAN marka, 2'si TR 810 model, biri TR 80 model iki hızlı brülörlü, doğalgaz yakıtlı olmak üzere 3'er grup 9 tane kazan kullanılmaktadır. Kazanların kapasitesi 810 kW, küçük kazanın kapasitesi ise 80 kW'tır. Kazanlar sıcak su ve ısıtma amaçlı olarak kış, yazın ise sadece sıcak su olarak tüm sene boyunca kullanılmaktadır. Katalog değerlerine göre yüksek su sıcaklığındaki işletme için, 5 bar'a kadar işletme basıncına sahiptir. Kazanlar otomasyon sistemine entegre halde olup, otomasyon sistemi kontrolünde ihtiyaç dahilinde eş yaşlandırma parametreleri dikkate alınarak sırayla devreye alınmaktadır. Sıcaklık set değerine göre 24 saat çalışmaktadır. Kazanlar tesiste 3 bar işletme basıncında 80/65 °C çalışma sıcaklık aralıklarında, tesisin açık olduğu 08:00- 22:00 saatleri arasında ısınma amaçlı, 24 saat süreyle de havuz suyu ısıtma amaçlı çalışmaktadır. Genellikle iki büyük kazan çalıştırılmakta ve ihtiyaç halinde; arıza durumunda veya sert kış aylarında küçük kazan devreye alınmaktadır. Kazanlarda ekonomizer, reküperatör veya yoğuşma özelliği bulunmamaktadır. Büyük kazanlarda CIB UNIGAS S.P.A marka P72 model brülör kullanılırken küçük kazanda NG120 Model brülör kullanılmaktadır. Büyük kazana ait brülör 300-1650 kW kapasite aralığında iki hızlı olarak çalışmaktadır. Yaptığımız incelemeler neticesinde TR 810 Model büyük kazanda; kazan kapasitesine göre



brülör kapasitesinin yüksek olduğu görülmüştür. Kazanlarda alev borularında türbülötör mevcuttur. Kazan bacaları 300mm çapında, 12-15 m uzunluğunda ve 30mm cam yünü izole edilmiş; birbirinden bağımsız, ayrık olarak tasarlanmıştır. Bacalarda motorlu klape ve çekiş düzenleyici klape bulunmamaktadır. Kazan bakımları periyodik olarak 6 ayda bir yapılmaktadır. Kazanlarda üretilen sıcak su kazan sirkülasyon pompaları ile dağıtım kollektörlerine pompalanmaktadır. Buradan da dağıtım pompaları ile mahallere basılmaktadır. Sirkülasyon pompalarında frekans konvertörü bulunmamaktadır. Isıtma sistemine ait mekanik tesisat hatlarının, fittings malzemeler dâhil genel olarak yalıtımlı olduğu görülmeye rağmen bazı pompa gövdeleri, vana ve flanşların yalıtımsız olduğu tespit edilmiştir.

#### 2.1.1.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

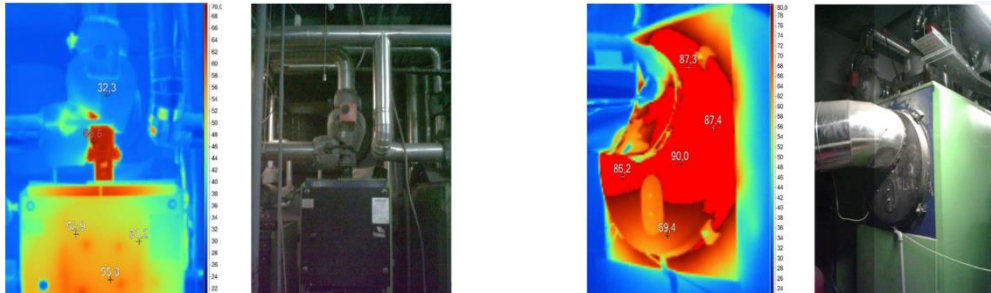
Kazanların yanma verimlerinin tespiti amacıyla tesiste bulunan kazanlarda baca gazı ve baca hızı ölçümleri yapılmıştır. Kazanlardan termal kamera ölçümleri yapılarak ısı kayıp noktaları tespit edilmiştir. Tesis kış aylarında hem ısıtmaya hem de sıcak suya ihtiyaç duyarken yaz aylarında ise sadece sıcak suya ihtiyaç duyulmaktadır. Spor kompleksinde bulunan eğitim, atlama ve aqua havuzunun su sıcaklığını dengede tutabilmek amacıyla tüm sene kazanlar çalıştırılmaktadır. Isıtma yükü ihtiyacına göre kazanlar ayrı ayrı veya birlikte devreye girmektedirler. Kazanın hava/yakıt oranı ve buna bağlı olarak O<sub>2</sub> oranı, yanma verimini doğrudan etkilemektedir. Bu orana hava fazlalık katsayısı denmektedir. Söz konusu hava fazlalık katsayısının gereğinden fazla olması halinde ise, karbonmonoksit azalırken, yanmaya iştirak etmeyen hava ocakta ısıtılarak bacadan atılmakta, yanma bozulmakta ve yanma verimi düşmektedir. İdeal bir doğalgaz kazanı yanmasında O<sub>2</sub> oranı %2,5 - %3 seviyelerinde ve yanma verimi %96 - %97 seviyelerinde olmalıdır. Yaptığımız ölçüm sonucuna göre kazanlar tam kapasitede çalışırken yanma verimlerinin ortalaması %90-93 aralığında çıkmış ve hava yakıt karışımında oksijen oranları %6-10 aralığında gerçekleşmiş; yani fazla havayla yanma gerçekleştirildiği görülmüştür. Ayrıca baca gazı sıcaklıkları 130 – 200°C aralığında ölçülmüş olup standart değerlerden yüksektir. Kazan dairesinde bulunan bazı

sirkülasyon pompa salyangozlarında, vana ve flanşlarda yalıtımın olmadığı görülmüştür. Bu bölgelerden ısı kayıplarının meydana geldiği termal kamera ölçümlerimize de yansımıştır. Yalıtımsız bölgelere izolasyon uygulaması ile kazanın yanması sonucu meydana gelecek kayıplar azaltılarak kazan verimi artırılabilir. Kazan Dairelerindeki mekanik tesisatta termal kamera ile çekilen fotoğrafları sonucunda yalıtım uygulanmamış bazı noktalar belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucu ve hesaplanan değerler aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 2.6. Baca Gazı Analizi ve Baca Gaz Hızı Ölçümleri

|                            |         |         | HİDAYET TÜRKÖĞLU SPOR KOMPLEKSİ BACA GAZI ANALİZİ |         |            |          |                     |           |        |          |       |
|----------------------------|---------|---------|---|---------|------------|----------|---------------------|-----------|--------|----------|-------|
|                            |         |         | ÖLÇÜLEN DEĞERLER                                  |         |            |          | HESAPLANAN DEĞERLER |           |        |          |       |
|                            |         |         | O2  | CO(PPM) | ORTAM SIC. | GAZ SIC. | CO2                 | HAVA FAZ. | VERİM  | KAYIPLAR |       |
| A Blok<br>Orta Kısım       | KAZAN 1 | 1.ÖLÇÜM | 7,30%   | 0,00%   | 29,1       | 160,7    | 7,60%               | 1,53      | 92%    | 8,00%    |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 7,30%   | 0,00%   | 28,8       | 150,9    | 7,60%               | 1,54      | 92,50% | 7,50%    |       |
|                            |         | 3.ÖLÇÜM | 7%  | 0,00%   | 28,5       | 139,2    | 7,80%               | 1,49      | 93,40% | 6,60%    |       |
|                            | KAZAN 2 | 1.ÖLÇÜM | 7,90%   | 0,00%   | 31,9       | 140      | 7,30%               | 1,6       | 93,10% | 6,90%    |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 5,70%   | 3,00%   | 31,7       | 135,4    | 8,60%               | 1,37      | 93,30% | 5,70%    |       |
|                            |         | 3.ÖLÇÜM | 7,10%   | 0,00%   | 34,1       | 131,3    | 7,80%               | 1,51      | 94,20% | 5,80%    |       |
| B Blok<br>Basketbol Sahası | KAZAN 1 | 1.ÖLÇÜM | 7,10%   | 0,00%   | 34,1       | 131,3    | 7,80%               | 1,51      | 94,20% | 5,80%    |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 7,00%   | 0,00%   | 34         | 125,2    | 7,80%               | 1,5       | 94,50% | 5,50%    |       |
|                            |         | 3.ÖLÇÜM | 7%  | 0,00%   | 33,8       | 116,8    | 7,80%               | 1,5       | 95,00% | 5,00%    |       |
|                            | KAZAN 2 | 1.ÖLÇÜM | 6,40%   | 0,00%   | 32,7       | 145,6    | 8,20%               | 1,44      | 93,50% | 6,50%    |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 11,10%  | 0,00%   | 33         | 150      | 5,50%               | 2,1       | 90,20% | 9,80%    |       |
|                            |         | 3.ÖLÇÜM | 11,10%  | 0,00%   | 33         | 154,1    | 5,50%               | 2,1       | 89,80% | 10,20%   |       |
|                            | KAZAN 3 | 1.ÖLÇÜM | 6,60%   | 3,00%   | 32,8       | 204,1    | 8,00%               | 1,46      | 90,00% | 10,00%   |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 6,70%   | 4,00%   | 32,8       | 190,2    | 8,00%               | 1,47      | 90,80% | 9,20%    |       |
|                            |         | 3.ÖLÇÜM | 6,90%   | 3,00%   | 32,8       | 200      | 7,90%               | 1,48      | 90,10% | 9,90%    |       |
| Havuz Kazan<br>Dairesi     | KAZAN 1 | 1.ÖLÇÜM | 6,60%   | 3,00%   | 35,6       | 142,6    | 8,05%               | 1,45      | 92,70% | 7,35%    |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 6,40%   | 13,00%  | 35,8       | 155,5    | 8,20%               | 1,44      | 93,10% | 6,90%    |       |
|                            |         | 3.ÖLÇÜM | 10,80%  | 0,00%   | 35,8       | 138,4    | 5,70%               | 2,05      | 91,60% | 8,40%    |       |
|                            | KAZAN 2 | 1.ÖLÇÜM | 7,00%   | 0,00%   | 32,1       | 148,8    | 7,80%               | 1,5       | 93,00% | 7,00%    |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 7,10%   | 0,00%   | 32         | 144,4    | 7,80%               | 1,51      | 93,30% | 6,70%    |       |
|                            | KAZAN 3 | 1.ÖLÇÜM | 6,60%   | 9,00%   | 36,5       | 135,4    | 8,00%               | 1,46      | 94,20% | 5,80%    |       |
|                            |         | 2.ÖLÇÜM | 6,20%   | 6,00%   | 36,6       | 168,4    | 8,30%               | 1,42      | 92,60% | 7,40%    |       |
|                            |         |         | 3.ÖLÇÜM   | 6,30%   | 8,00%      | 36,7     | 183,4               | 8,20%     | 1,43   | 91,70%   | 8,30% |

Şekil 2.14. Kazanlardan Alınan Termal Kamera Çekimleri



### 2.1.1.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Baca gazı analizi sonuçları ve yaptığımız incelemeler neticesinde baca gazında O<sub>2</sub> oranının ideal seviyelerin biraz üstünde olduğu tespit edilmiştir. O<sub>2</sub> oranının yüksek olması hava yakıt oranının ideal bir şekilde ayarlanamaması olarak söyleyebiliriz. Bu ayarların kazan ve brülör kapasitesi göz önünde bulundurularak ayarlanması ile kazan verimi %2 oranında artırılabilir. Ek maliyet gerektirmeyecek şekilde, standart kazan bakımları sırasında, kazan yetkili servislerine hava/yakıt oranları ve brülör alev boyunun ideal seviyelere ayarlatılarak kazan veriminin % 2 oranında artırılması önerilmektedir.

Tablo 2.7. Hava Yakıt Oranı ve Brülör Alev Boyunun Ayarlanması

| PROJE NO | ÖNLEM  | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |      | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |     |
|----------|--|----------|----------------------|------|-----|------|---------------------|------------|------------|-----|
|          |  |          | kWh                  | Oran | TEP | TL   |                     |            | Yıl        | Ay  |
| 1        | HAVAYAKIT ORANI VE BRÜLÖR ALEV BOYUNUN AYARLANMASI | DOĞALGAZ | 97.788               | 2.0% | 8.4 | 8410 | 22.9                | ---        | ---        | --- |

Kazan bacalarında baca çekişi ölçümlerini yapmak için baca gazı hızı ölçümleri yapılmıştır. Tesis kazan bacalarında otomatik baca gazı klapesi bulunmadığı için kazanlar durduğunda baca çekişinin devam ettiği ve kazan içerisindeki ısıtılmış havanın kaybedildiği tespit edilmiştir. Kazanların duraklamalarında kazan içinde bulunan ısı kapasitesinin, doğal taşınım ve baca çekişi yoluyla atmosfere atılmasını önlemek için kazan bacalarına motorlu baca gazı klapesi takılması gerekmektedir. Motorlu klapele, kazanın baca çıkışına monte edilmektedir. Dişli tertibatlı motor tarafından kumanda edilen kapak, ısı sistemi dinlenmeye geçtiği sırada atıkgaz yolunu kapatır. Böylece ısı kaynağında üretilen enerji hapsedilerek depolanmış, doğal taşınım veya baca çekişiyle atmosfere atık gaz kaybı, aynı şekilde de soğuk havanın girmesi engellenerek gereksiz soğumalar önlenmiş olur.

Tablo 2.8. Baca Gazı Klapesi Uygulması

| PROJE NO | ÖNLEM                        | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |      |        | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |    |
|----------|------------------------------|----------|----------------------|------|------|--------|---------------------|------------|------------|----|
|          |                              |          | kWh                  | Oran | TEP  | TL     |                     |            | Yıl        | Ay |
| 2        | BACA GAZI KLAPESİ UYGULAMASI | DOĞALGAZ | 146682               | 3.0% | 12.6 | 12.615 | 34.3                | 22750      | 1.8        | 22 |

Tesiste yapılan incelemeler ve termal kamera ölçümlerinde ısıtma grubunda bazı mekanik tesisat elemanlarının yalıtımsız olduğu, mevcut yalıtımı deforme olan boru hatlarının olduğu görülmüştür. Yalıtımsız elemanlar genellikle flanş grupları olarak termal ölçümlere yansımıştır. Bu elemanlardan oluşan kayıplar ısı yalıtım programı ile mevcut durumdaki ısı kayıpları ve yalıtımlı olduğu zaman meydana gelecek kayıp miktarları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre tasarruf ve yatırım miktarı ortaya çıkarılmıştır. Aşağıdaki listede flanşlara ait tasarruf miktarı hesabı verilmiştir. Deforme olan boru hatları ve yalıtım ceketlerinin de tadilatının yapılması önerilmektedir.

Tablo 2.9. Bazı Mekanik Tesisat Elemanlarının Yalıtılması

| PROJE NO | ÖNLEM   | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |      | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |    |
|----------|---|----------|----------------------|------|-----|------|---------------------|------------|------------|----|
|          |   |          | kWh                  | Oran | TEP | TL   |                     |            | Yıl        | Ay |
| 3        | ISITMA SİSTEMİ BAZI MEKANİK TESİSAT ELEMANLARI YALITIMI | DOĞALGAZ | 23534                | 0.5% | 2.0 | 2024 | 5,5                 | 1850       | 0.91       | 11 |

Kazanlarda yaptığımız termal kamera ölçümlerine, kazan arka kapaklarının yalıtımsız olmasından dolayı gerçekleşen ısı kayıpları belirgin bir şekilde yansımıştır. Kazan arka kapaklarına uygulanacak ceket yalıtımı ile bu kayıpların giderilmesi önerilmektedir. Böylelikle, ısı kayıplarından kaynaklı verim düşüşü engellenerek doğalgaz tüketiminde tasarruf sağlanabilecektir.

Tablo 2.10. Kazan Arka Kapaklarını Yalıtılması

| PROJE NO | ÖNLEM                              | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |     | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |    |
|----------|------------------------------------|----------|----------------------|------|-----|-----|---------------------|------------|------------|----|
|          |                                    |          | kWh                  | Oran | TEP | TL  |                     |            | Yıl        | Ay |
| 4        | KAZAN ARKA KAPAKLARINI YALITILMASI | DOĞALGAZ | 9467                 | 0.2% | 0.8 | 814 | 2.2                 | 1750       | 2.15       | 26 |

## 2.1.1.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ



Şekil 2.15. Klima Santrali Genel Görünümü

Tesiste havalandırma için klima santralleri ve taze hava kullanılmaktadır. Havalandırma sisteminde 13 adet klima santrali ve 4 adet nem alma santrali bulunmaktadır. Klima santralleri 2 serpantinli olup dört boruludur. Serpantinler arasında by-pass yapılmamaktadır. Serpantin girişlerinde bulunan 3 yollu vanalar ile sıcak/soğuk su debisi ihtiyaca göre oransal olarak ayarlanabilmektedir. Santraller hava karışımıdır. Klima santralleri otomasyon sistemi ile kontrol edilmektedir. Otomasyon sistemi üzerinden üfleme ve emiş sıcaklıkları, basınç, filtre kirlilik durumu, taze hava oranı, vantilatör ve aspiratör kayış durumu, dış hava sıcaklık bilgilerine ulaşılabilir. Klima santralleri dönüş havası sıcaklığına göre SET edilmektedir. Klima santralleri sirkülasyon pompaları ve fan motorlarında frekans konvertörü bulunmamaktadır. Santrallerin 4 tanesi Basket Bölgesinde, 2'si nem alma olmak üzere 6 tanesi Orta Kısım'da ve yine 2 tanesi nem alma olmak üzere 3 tanesi Havuz Bölgesinde bulunmaktadır. Orta kısımda bulunan santraller çatıya konumlandırılmıştır. (Nem Alma santralleri hariç) Çatıda bulunan klima santrali havalandırma kanalları 30 mm kalınlığında kauçuk köpüğü üzeri sac kaplama ile yalıtılmıştır. Kalan santrallerin tamamı kapalı alana konumlandırılmıştır. Kapalı alanda bulunan klima santralleri hava kanalları 25 mm taş yünü ile yalıtılmıştır. Bununla birlikte tesiste 25 adet egzoz aspiratörü, 3 adet taze hava santrali, 5 adet SF vantilatör bulunmaktadır.

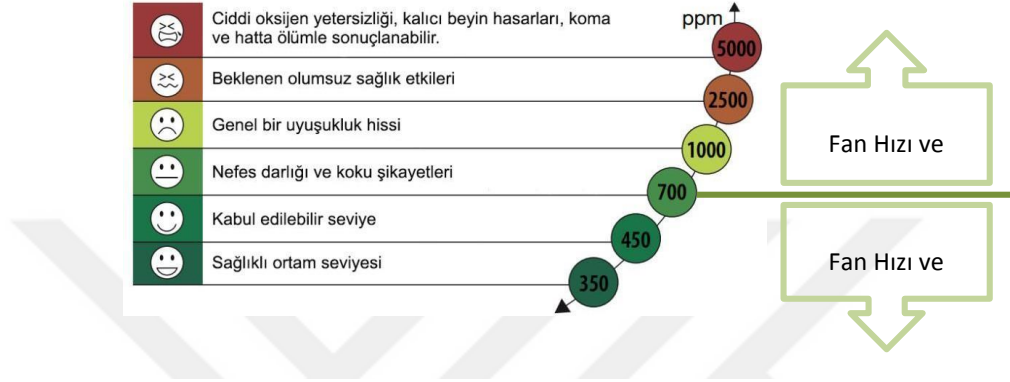
### 2.1.1.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste yapılan çalışmada klima santrallerinde incelemelerde bulunulmuş, klima santralleri basma hattından sıcaklık ve debi ölçümleri alınmıştır. Yapılan incelemelerde fan kayış kontrolleri, kapı gövde sızdırmazlık testleri, filtre kontrolleri yapılmıştır. Yapılan ölçüm ve hesaplama sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Hesaplanan debi değerleri, cihaz etiket debi değerleri ile kıyaslanarak % Fark sütununda gösterilmiştir. % Fark ifadesi santralin etiket debi değerine göre hangi oranda daha düşük ve ya yüksek çalıştığını ifade etmektedir. Alınan ölçümlere göre cihazların debi değerlerini, etiket debi değerleriyle karşılaştırdığımızda bazılarının etiket debi değerlerini sağladığını bazılarının etiket debi değerlerine göre debi değerlerinin çok düşük kaldığı bazılarında ise etiket değerlerine göre hava debisinin yüksek olduğu görülmüştür. Fan motor kayışları genellikle çok sıkı olmakla birlikte çoğunun hasarlı olduğu, bazılarında kayışın kopuk ve zedelenmiş olduğu görülmüştür. Ayrıca bazı santrallerin filtreleri kirlidir.

Tablo 2.11. Klima Santrali Genel Görünümü

| ÖLÇÜM YAPILAN YER | AKIŞ HIZI (m/s) | KESİT ALANI (m <sup>2</sup> ) | DEBİ (m <sup>3</sup> /h) | ETİKET DEBİ DEĞERİ (m <sup>3</sup> /h) | % FARK  | SICAKLIK (°C) | DURUM                         |
|-------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------|--|---------|---------------|-------------------------------|
| AHU 03/2B         | 7.2             | 0.55                          | 14.194                   | 22.850                                 | 37.88%  | 19.6          | KAYIŞ KOPUK                   |
| AHU 04/2B         | 17              | 0.48                          | 29.137                   | 22.850                                 | -27.52% | 25            | İYİ                           |
| AHU 02/2B         | 15.6            | 0.63                          | 35.122                   | 22.850                                 | -53.71% | 22.4          | İYİ                           |
| AHU 01/2B         | 10.8            | 0.91                          | 35.326                   | 26.046                                 | -35.63% | 21.5          | İYİ                           |
| AHU 07/2B         | 9               | 0.81                          | 26.273                   | 29.648                                 | 11.38%  | 15.3          | İYİ                           |
| AHU 05/2B         | 1.6             | 0.37                          | 2.143                    | 24.200                                 | 91.14%  | 28            | FİLTRE KİRLİ/KAYIŞ ZEDELENMİŞ |
| AHU 06/2B         | 5.8             | 0.74                          | 15.443                   | 24.200                                 | 36.19%  | 28            | KAYIŞ KOPUK                   |
| AHU 01/R          | 10.5            | 0.98                          | 37.048                   | 39.800                                 | 6.92%   | 17            | SU SIZINTISI                  |
| AHU 02/R          | 6.5             | 0.96                          | 22.389                   | 29.000                                 | 22.80%  | 16            | İYİ                           |
| AHU 03/R          | 1.9             | 0.46                          | 3.158                    | 29.000                                 | 89.11%  | 26            | KAYIŞ BOŞTA DÖNÜYOR           |
| AHU 04/R          | 8.2             | 0.95                          | 28.056                   | 29.000                                 | 3.26%   | 24            | KAYIŞ ZEDELENMİŞ              |
| AHU 02/1B         | 11.5            | 0.37                          | 15.405                   | 18.000                                 | 14.42%  | 28.4          | KAYIŞ KOPMAK ÜZERE            |

İnsan sağlığı açısından, 700 ppm üzeri CO<sub>2</sub> seviyesi önerilmemektedir. 1000 ppm üzeri değerler ise kritik seviyeler olarak kabul edilir. Bu oranlar öncelikle uykusuzluk ve yorgunluk başta olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. “ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007 “Basketbol sahasında aldığımız ölçüm boyunca gece saatlerinde 420 ppm seviyelerine inen CO<sub>2</sub> yoğunluğu insan sirkülasyonunun en yoğun olduğu saatlerde 500 - 550 ppm arasındadır.



Şekil 2.16. CO<sub>2</sub> Etkileri

Basketbol sahasında yaptığımız sıcaklık-nem ölçümlerinde ise ölçüm boyunca sıcaklık 25 – 26 °C olarak gerçekleşmiştir. Bağıl nem miktarı ise %50-70 aralığında dalgalı bir grafik çizmektedir. Basketbol Sahasından alınan ölçüm sonuçları, standartlarda belirlenen soğutma periyodu değerü ile kıyaslandığında ideal seviyede görölmektedir. CO seviyesinin hangi durumlarda tehlike yaratacağı kişiden kişiye göre değişmektedir. Çeşitli kuruluşların CO maruz kalma süreleri ile ilgili limit değerleri bulunmaktadır.

#### 2.1.1.10 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Havalandırma, mekanik veya doğal olarak bir mahale hava sağlanması veya mahalden hava alınması olarak tanımlanır. Havalandırma, esasen kirlenen iç havanın tazelenmesidir ve sağlık için yeterli temiz dış hava sağlanmasıdır.

Temiz hava için havalandırma miktarı, mahaldeki kişi sayısına, mahal taban

alanına ve mahal hava değişimine göre belirlenebilir. Ancak iç hava kalitesi açısından en uygunu ortamdaki CO<sub>2</sub> miktarına göre havalandırma yapılmasıdır. CO<sub>2</sub> miktarı için sınır değer 1000 ppm en çok kabul edilen değerdir. Dolayısıyla 1000 ppm CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, iç hava kalitesi için temel kabul edilmektedir. Kabul edilebilir iç hava kalitesi oluşturmak için CO<sub>2</sub> hissedicileri havalandırma sistemleri ile kullanılarak, gerekli temiz dış hava iç ortama sevk edilmektedir. Tiyatro, sinema ve konferans salonları, AVM'ler, toplantı odaları, lokantalar, müzeler, mağazalar, spor salonları gibi mahallerin taze hava ihtiyaçları, içinde bulunan insan sayısı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Bu değişim göz önüne alınarak maksimum yüke göre hesap yapıldığında ve bu mahallerde az sayıda kişi bulunduğu zamanlarda büyük enerji kayıpları oluşmaktadır. İhtiyaca dayalı havalandırma en az enerji harcanarak mahal iç hava kalitesini ideal standartta tutan sistemlerdir.

Tablo 2.12. CO<sub>2</sub> Kontrollü İhtiyaca Dayalı Havalandırma Sistemi Uygulaması

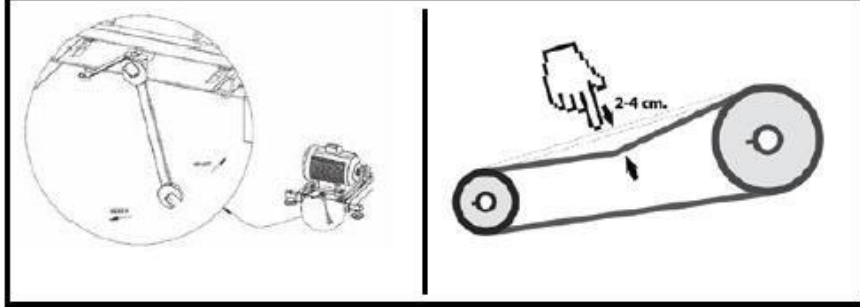
| PROJE NO | ÖNLEM   | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |       | CO <sub>2</sub><br>Ton | YATIRIM<br>TL | GERİ ÖDEME |    |
|----------|---|----------|----------------------|------|-----|-------|------------------------|---------------|------------|----|
|          |   |          | kWh                  | Oran | TEP | TL    |                        |               | Yıl        | Ay |
| 5        | CO <sub>2</sub> KONTROLLÜ HAVALANDIRMA SİSTEMİ UYGULAMASI | ELEKTRİK | 35.799               | 1.0% | 3.1 | 10453 | 22.4                   | 35000         | 3.35       | 40 |

Klima santrallerinde yapılan ölçüm sonuçlarına göre bazı santrallerin etiket debi değerini karşılamadığı görülmektedir. Enerji verimliliği açısından santrallerin debi değerlerini yakalayarak çalışması önem arz etmektedir. Önerimiz yukarıda bahsedilen bu parametrelerin kontrol edilmesi ve hatalı olduğu tespit edilen noktaların iyileştirmelerinin yapılmasıdır. Klima santrallerinin etiket debi değerlerini karşılayarak çalışması durumunda, yıllık elektrik enerjisi tüketimi üzerinden % 0.9 oranında tasarruf edileceği öngörülmektedir.



Tablo 2.13. Klima Santralleri Temizlik ve Bakımı

| PROJE NO | ÖNLEM                             | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |      | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |     |
|----------|-----------------------------------|----------|----------------------|------|-----|------|---------------------|------------|------------|-----|
|          |                                   |          | kWh                  | Oran | TEP | TL   |                     |            | Yıl        | Ay  |
| 6        | KLİMA SANTRALİ TEMİZLİK VE BAKIMI | ELEKTRİK | 31.500               | 0.9% | 2.7 | 9198 | 19.7                | ---        | ---        | --- |



Şekil 2.17. Kayış Gerginliği Ayarlama ve Kayış Kontrolü

Klima santrallerinde yapılan inceleme ve kontrol sonuçlarına göre 6 adet santralde kayışların kopuk-yıpranmış-zedelenmiş olduğu görülmüştür. Aşağıda, elle yapılacak kayış kontrolünde olması gereken esneme gösterilmiştir. Kayış-Kasnak sisteminde yapılacak iyileştirme ile yıllık elektrik enerjisi tüketimi üzerinden % 0.7 tasarruf edileceği öngörülmektedir.

Tablo 2.14. Klima Santrali Kayış-Kasnak İyileştirilmeleri

| PROJE NO | ÖNLEM   | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |       | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |    |
|----------|---|----------|----------------------|------|-----|-------|---------------------|------------|------------|----|
|          |   |          | kWh                  | Oran | TEP | TL    |                     |            | Yıl        | Ay |
| 7        | KLİMA SANTRALİ KAYIŞ-KASNAK İYİLEŞTİRİLMELERİ | ELEKTRİK | 25.920               | 0.7% | 2.2 | 7.569 | 16.2                | 2500       | 0.33       | 4  |

Klima santrallerinde yapılan inceleme ve kontrol sonuçlarına göre bazı santrallerin filtrelerinin kirli olduğu gözlemlenmiştir. Filtrelerin, hijyenik sebepler ve enerji verimliliği sebebi ile yıkanması veya değiştirilmesi önerilmektedir. Tesis klima santrallerinde kullanılan filtrelerin yıkanabilir özellikte olduğu bilinmektedir. Yıkama işleminin her bir filtre için maksimum 2 defa yapılması önerilmektedir. 2 defa yıkamadan sonra filtreler yenisi ile değiştirilmelidir.

### 2.1.1.11 SOĞUTMA SİSTEMİ



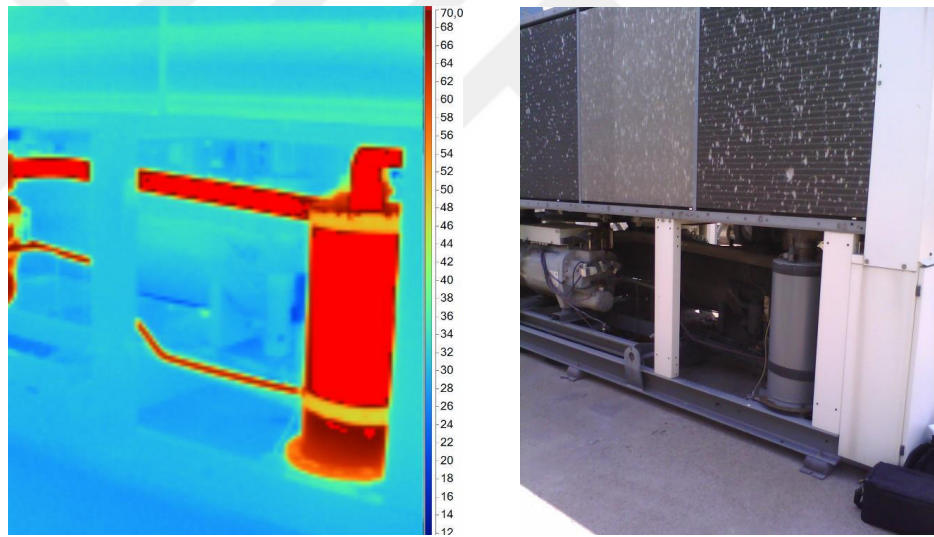
Şekil 2.18. Soğutma Grubu Genel Görünümü

Tesiste soğutma amaçlı 3 adet TRANE marka ve RTAC200 model hava soğutmalı çift kompresörlü soğutma grubu kullanılmaktadır. Soğutma grupları 7 °C evaporatör sıcaklığı ve 30 °C kondenser sıcaklıklarında 212.4 kW elektrik tüketimi ve 760.2 kW soğutma kapasitesine sahiptir. Bu şartlar altında soğutma verimi olarak 3.27 COP(coefficient of performance) değerine sahiptir. COP katsayısı katalog verilerine göre 7 °C evaporatör, 35°C kondenser sıcaklığında 2.88, 40 °C kondenser sıcaklığında 2.52 ve 45 °C kondenser sıcaklığında 2.18 soğutma verim katsayısına sahiptir. Gruplarda R134A soğutma gazı kullanılmaktadır. Gruplar otomasyon sistemi üzerinden sıcaklık set değerleri aracılığı ve zaman ayarı programında çalışmalarını sürdürerek kontrol edilmektedir. Sıcaklık set değerleri olarak 7/12 °C evaporatör set sıcaklığı arasında çalışmasını sürdürmektedir. Yaptığımız incelemelerde 8.9 / 12.2 °C sıcaklıkları arasında çalıştıkları görülmüştür. Gruplarda soğutulan su, klima santralleri ve fancoil hatlarına gönderilerek tesisin soğutma ihtiyacı karşılanmaktadır.

Soğutma sisteminde otomasyon üzerinden Chillerin gidiş sıcaklıkları, dönüş kolektör sıcaklığı, arıza ve çalışma durumları ile zaman programı bulunmakta ve izlenebilmektedir. Otomasyon sisteminde Chiller dönüş sıcaklıkları, kolektör hat basınçları, dağıtım kolektörleri sıcaklık ve basınçları, sirkülasyon pompalarının çalışma saati bulunmamaktadır.

### 2.1.1.12 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste Chiller grupları eş yaşlandırma prensibi çerçevesinde ihtiyaca göre devreye girerek soğutma yapmaktadır. Soğutma sistemine ait 1 ve 2 numaralı Chillerin soğutma suyu devresinden geçen su debisi ultrasonik debimetre ile ölçülmüştür. Soğutma grubunda termal kamera çekimleri yapılarak mevcut ısı yükleri ve ısı kayıpları gözlemlenmiştir. Soğutma sirkülasyon hatlarının yalıtımlı olması sebebiyle ısı kaybı gözlemlenmemiştir. Mekanik tesisat hattı oda sıcaklığında ve olması gereken mekanik tesisat yalıtımı standartları değerindedir. Aşağıda Chiller grubu kompresörü ve mekanik tesisat hattına ait birkaç termal fotoğrafa yer verilmiştir.



Şekil 2.19. Ciller Grubu Termal Kamera Çekimleri

Her bir grupta belirli süre aralıkları ile debimetre ölçümleri ve enerji analizörü ile güç tüketimi ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler aşağıda gösterilen hesaplama tablosuna işlenerek soğutma verimleri analiz edilmiştir. Gruplar tam kapasiteye ulaşamadığı için mevcut durumdaki enerji performansı analiz edilmiştir.

Tablo 2.15. Soğutma Gruplarında Ölçüm Verileri

| SOĞUTMA GRUBU | ÖLÇÜM VERİLERİ   |                   |      | KATALOG VERİLERİ (30 °C) |                   |      | KATALOG VERİLERİ (35 °C) |                   |      |
|---------------|------------------|-------------------|------|--------------------------|-------------------|------|--------------------------|-------------------|------|
|               | ÇEKİLEN GÜÇ (kW) | SOĞUTMA GÜCÜ (kW) | EER  | ÇEKİLEN GÜÇ (kW)         | SOĞUTMA GÜCÜ (kW) | EER  | ÇEKİLEN GÜÇ (kW)         | SOĞUTMA GÜCÜ (kW) | EER  |
| CHİLLER 1     | 124.3            | 315.2             | 2.54 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 123.7            | 306.0             | 2.47 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 124.2            | 316.3             | 2.55 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 124.5            | 318.3             | 2.56 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 124.2            | 294.7             | 2.37 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
| CHİLLER 2     | 121.2            | 261.8             | 2.16 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 121.2            | 272.8             | 2.25 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 115.9            | 306.8             | 2.65 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 120.2            | 259.1             | 2.15 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |
|               | 120.8            | 259.2             | 2.15 | 212.4                    | 760.2             | 3.24 | 228.2                    | 715.2             | 2.88 |

#### 2.1.1.13 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Soğutma gruplarında yaptığımız ölçüm ve incelemeler sırasında kondenser peteklerinin dolu yağışından dolayı deforme olduğu görülmüştür. Kondenser petekleri iç kısımlarının ise çöp vb. maddeler ile toz ve kir kapladıkları tespit edilmiştir. Bu şekildeki bir kondenserde ısı transferi önemli ölçüde düşmüş olur ve kondenserin vakit geçirilmeden temizlenmesi gerekir. Böyle bir durumda, kondenser için korozif olmayan temizleyici kimyasallardan, örneğin, sıvı deterjan ve sudan yararlanılarak temizlenmelidir. Temizleme işleminde, çok hassas olan kanatçıklar mekanik deformasyona uğrayarak ezilebilirler. Ezilen kanatçıklar arasında yeterli hava akımı sağlanamayacağından kondenserin verimi düşer. Dolayısıyla ezilen kanatçıkların düzeltilmesi gerekir. Bu işlem için kondenser kanat ölçüsüne uygun taraklar kullanılmalıdır. Önerilen, soğutma gruplarında periyodik bakımların daha düzenli ve detaylı bir şekilde yapılmasıdır.

Tablo 2.16. Soğutma Grupları Bakım ve Temizliği

| PROJE NO | ÖNLEM                               | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |      | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |     |
|----------|-------------------------------------|----------|----------------------|------|-----|------|---------------------|------------|------------|-----|
|          |                                     |          | kWh                  | Oran | TEP | TL   |                     |            | Yıl        | Ay  |
| 8        | SOĞUTMA GRUPLARI BAKIM VE TEMİZLİĞİ | ELEKTRİK | 10.800               | 0.3% | 0,9 | 3154 | 6.8                 | ---        | ---        | --- |

Tablo 2.17. Soğutma Grubu Tel Örgü ile File Kaplama

| PROJE NO | ÖNLEM                                  | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |      | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |     |
|----------|--|----------|----------------------|------|-----|------|---------------------|------------|------------|-----|
|          |  |          | kWh                  | Oran | TEP | TL   |                     |            | Yıl        | Ay  |
| 9        | SOĞUTMA GRUBU TEL ÖRGÜ FILE KAPLANMASI | ELEKTRİK | 5.400                | 0.2% | 0.5 | 1577 | 3.4                 | 450        | 0.29       | 3.4 |

Tesis bahçesinde atmosfere açık halde bulunan Chiller grupları güneş etkisi altındadır. Grupların yaz aylarında güneş ışığına devamlı bir şekilde maruz kalmasından dolayı kondenser ısınıyı faydalı bir şekilde dışarı atamamakta, bu durum verim düşüşüne sebep olmaktadır.

Tablo 2.18. Soğutma Grubu Gölgelelik Yapılması

| PROJE NO | ÖNLEM                            | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |      | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |    |
|----------|----------------------------------|----------|----------------------|------|-----|------|---------------------|------------|------------|----|
|          |                                  |          | kWh                  | Oran | TEP | TL   |                     |            | Yıl        | Ay |
| 10       | SOĞUTMA GRUBU GÖLGELEK YAPILMASI | ELEKTRİK | 27.550               | 0.8% | 2.4 | 8045 | 17.2                | 11500      | 1.43       |    |

Tablo 2.19. Güneş Cam Film Uygulaması

| PROJE NO | ÖNLEM                      | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |       | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |      |
|----------|----------------------------|----------|----------------------|------|-----|-------|---------------------|------------|------------|------|
|          |                            |          | kWh                  | Oran | TEP | TL    |                     |            | Yıl        | Ay   |
| 11       | GÜNEŞ CAM FİLMİ UYGULAMASI | ELEKTRİK | 36.250               | 1.0% | 3.1 | 10585 | 22.7                | 25000      | 2.36       | 28.3 |

Tesisin 2.katında yönetim ve idari ofisler bulunmaktadır. Bu bölümdeki koridorun tavanı camla kaplı olup doğal aydınlatma yapılmaktadır. Koridorda 10 adet fancoil bulunmakta olup ısıtma ve soğutma görevini yapmaktadır. Saha çalışmalarımız sırasında bu koridorun aşırı sıcak olduğu, tüm fancoillerin çalışmasına rağmen soğutmada yetersiz kaldığı görülmüştür.

## 2.1.1.14 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ



Şekil 2.20. Tesis Prefabrik Transförmötör Merkezi ve Jeneratör

Tesiste 2 adet ABB marka yağlı tip transformatör bulunmaktadır. Transformatörler 1000 kVA gücündedir. Transformatörler bina dışına konumlandırılmıştır. Transformatörler kendi fanlarıyla soğutulmaktadır. Prefabrik transformatör merkezi kapılarda bulunan menfezler aracılığı ile doğal yolla havalandırılmaktadır. Transformatörler otomasyon sistemine bağlı değildir. Bununla birlikte tesiste 1 adet Teksan marka 1000 kVA, 1 adet Aksa marka ACQ1100 model 1000 kVA gücünde olmak üzere 2 adet jeneratör bulunmaktadır. Jeneratörlerde kullanılan yakıt tipi mazottur. Jeneratörlerde yakıt seviyesi kontrolü otomatik olarak yapılmaktadır. Jeneratörler otomasyon sistemine bağlı değildir, kendi üzerinde bulunan otomatik kontrol modülü ile kontrol edilmektedir. Jeneratörler bina dışında bulunmakta olup doğal havalandırma yapılmaktadır.

Tesis çatısında İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından kurulumu yapılmış olan Güneş Enerji Santrali bulunmaktadır. Doğu-Batı yönünde 10° eğimle dizayn edilmiş 650 adet, her biri 260 W gücünde güneş panelleri bulunmaktadır. Her biri 8 kW kapasitesinde olmak üzere toplam 25 adet inverteri bulunan santralin toplam kurulu gücü 169 kW'tır. Şubat ayından itibaren elektrik üretimine başlayan santral, çift yönlü sayaç ile faturalandırması yapılmaktadır. Tesiste kullanılan elektriğin %10'u kurulumu gerçekleştirilen güneş panelleri tarafından karşılanmaktadır.

### 2.1.1.15 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Enerji analizörü ölçümlerine göre ölçüm yapılan süre boyunca tesisteki 2 adet 1000 kVA kapasiteye sahip transformatörden 1 numaralı transformatör %40 kapasite ile diğer transformatör %50 kapasite yükte çalıştığı görülmüştür.

Tablo 2.20. Enerji İzleme Sistemi Kurulumu

| PROJE NO | ÖNLEM                          | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |       | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |     |
|----------|--------------------------------|----------|----------------------|------|-----|-------|---------------------|------------|------------|-----|
|          |                                |          | kWh                  | Oran | TEP | TL    |                     |            | Yıl        | Ay  |
| 12       | ENERJİ İZLEME SİSTEMİ KURULUMU | ELEKTRİK | 71.597               | 2.0% | 6.2 | 20906 | 44.8                | 15000      | 0.72       | 8.6 |

Tesisin 2016 yılı Mayıs-Aralık ayları arasındaki 8 aylık faturaları temin edilebilmiş olup detaylı fatura analizleri yapılmıştır. Diğer tarife seçenekleri ile karşılaştırılma yapılarak daha ucuz elektrik kullanım olanakları araştırılmıştır. Yaptığımız fatura analizlerine göre tesisin özel tedarikçilerden tek zamanlı elektrik enerjisi alması yerine BEDAŞ'tan çift terimli tek zamanlı tarifesinden elektrik olarak yıllık %11.1 oranında daha düşük elektrik maliyetleri ödeyebilecektir. Dikkat edilmesi gereken önemli nokta ise sözleşme gücünün tesisin yüküne göre optimum seviyede seçilmesidir. Aksi takdirde güç aşım bedelinden gelebilecek ceza ile tasarruf oranı düşecektir.

Tablo 2.21. Elektrik Tarife Grubunun Değişimi

| PROJE NO | ÖNLEM                                   | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |      |       | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |    |
|----------|---|----------|----------------------|------|------|-------|---------------------|------------|------------|----|
|          |   |          | kWh                  | Oran | TEP  | TL    |                     |            | Yıl        | Ay |
| 13       | ELEKTRİK TARİFE GRUBUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ | ELEKTRİK | 168.254              | 4.7% | 14.5 | 49130 | 105.3               | -          | -          | -  |

### 2.1.1.16 ELEKTRİK MOTORLARI



Şekil 2.21. Mekanik Tesisat Genel Görünüm

Tesis genelinde elektrik motorları ağırlıklı olarak mekanik tesisattaki pompaları tahrikte, klima santrali fanlarını, egzoz fanlarını sürmekte ve hidrolik pompalarda kullanılmaktadır.

### 2.1.1.17 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste kullanılan pompa motorlarının çoğu IE1 standart verimli motorlardır. 2008 yılında verimlilik sınıflarına IEC tarafından IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama getirilmiş olup IEC 60034:30 standart numarasıyla yayımlanmıştır. Standarda göre motor verimleri aşağıdaki gibidir;

- ❖ IE1: Standart Verimli Motor,
- ❖ IE2: Yüksek Verimli Motor,
- ❖ IE3: Premium Verimli Motor,
- ❖ IE4: Süper Premium Verimli Motor.

Türkiye’de 7 Şubat 2012 tarihinde Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yayınlanan “ELEKTRİK MOTORLARI İLE İLGİLİ ÇEVREYE DUYARLI TASARIM GEREKLERİNE DAİR TEBLİĞ” uyarınca IE1 standart verimli motor üretimi yasaklanmış, 1 Ocak 2015 tarihinden itibaren ise IE3



Premium verimin altında motor üretimi yasaklanmıştır. Tebliğ, bu tarihten sonra IE2 yüksek verimli motorların sadece frekans sürücüler ile kullanılabilceğini öngörmektedir.

#### 2.1.1.18 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Tesise ait motorlara ait etiket bilgilerinden yola çıkarak verimsiz motorlar tespit edilmiştir. Öncelikli olarak IE1 Standart Verimli ve IE2 yüksek verimli Motorların, planlı değişim programı çerçevesinde veya arıza yapmaları durumunda IE3 Premium Verimli Motorlar ile değiştirilmesini önermekteyiz. Bu motorların SIEMENS Simotics AC Motorları performans özellikleri ve fiyatlarından yola çıkarak hazırlanmış tasarruf miktarı ve geri ödeme süresini gösteren tablo aşağıda gösterilmiştir.

Yıllık tasarruf miktarı hesaplanırken Soğutma grubuna ait motorlarda 2160 saat referans alınırken ısıtma diğer motorlar için 5040 saat referans alınmıştır. IE1 ve IE2 verimli motorların, IE3 Premium verimli motorlar ile değişmesi durumunda yıllık 45.110 kWh tasarruf sağlanacaktır. Yıllık tasarruf maliyeti 13172 TL olacak ve motorlar kendini ortalama 4 yılda geri ödeyecektir. Geri ödeme süresi, motorların yıllık çalışma sürelerinin değişmesine göre artıp veya azalabileceği unutulmamalıdır.

Tablo 2.22. Verimsiz Motorların Değiştirilmesi

| PROJE NO | ÖNLEM                              | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |       | CO <sub>2</sub> | YATIRIM | GERİ ÖDEME |      |
|----------|------------------------------------|----------|----------------------|------|-----|-------|-----------------|---------|------------|------|
|          |                                    |          | kWh                  | Oran | TEP | TL    | Ton             | TL      | Yıl        | Ay   |
| 14       | VERİMSİZ MOTORLARIN DEĞİŞTİRİLMESİ | ELEKTRİK | 45.110               | 1.3% | 3,9 | 13172 | 28.2            | 53700   | 4.08       | 48.9 |

#### 2.1.1.19 AYDINLATMA SİSTEMİ

Tesiste bulunan aydınlatma armatürleri iç ve dış mekânlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Tesiste çeşitli tip ve modellerde toplamda 1921 adet iç mekân aydınlatma armatürü bulunmaktadır. İç mekânda kullanılan armatür türlerine ve sayılarına ilişkin detaylı tablo aşağıda verilmektedir. Bununla birlikte tesis teknik

ekibinden alınan bilgilere göre tesis dış (çevre) aydınlatmasında 11 adet 400 watt gücünde projektör ve 75 adet 400 watt güç tüketimine sahip direk aydınlatma elemanı bulunmaktadır. Bina aydınlatması otomasyon sistemi üzerinden kontrol edilememektedir. Aydınlatma kontrolü manuel olarak teknik ekip tarafından yapılmakta, mesai saatleri gözetilerek devreye alınmakta veya devreden çıkarılmaktadır. Tesis genelinde hareket sensörü bulunmaktadır.

#### 2.1.1.20 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

EN 12464-1:2011 Standardına göre değerlendirdiğimizde bina içleri ve dolaşım alanlarında kalan koridor, merdiven ve bekleme koridorları olması gereken en az aydınlık düzeyinin 100 lx, fiziksel aktivitelerin yapıldığı salonlarda 300 lx, Kafeterya gibi alanlarda 200 lx olması gerektiği belirtilmektedir. Tesis genelinde lüx ölçümü yapılmıştır. Ortalama değerler ve standartlar kıyaslanmıştır.

Tablo 2.23. Lüx Ölçümleri

| ÖLÇÜM YAPILAN                    |      | ÖLÇÜM (LUX) |         |         |         |         |         |         |         |         |      |     |
|----------------------------------|------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-----|
| MEKAN                            | SAAT | 1.NOKTA     | 2.NOKTA | 3.NOKTA | 4.NOKTA | 5.NOKTA | 6.NOKTA | 7.NOKTA | 8.NOKTA | 9.NOKTA | ORT  | STD |
| Rezervasyon Giriş                |      | 216         | 450     | 200     | 208     | 490     | 177     | 196     | 217     | 251     | 267  | 300 |
| Kafeterya Önü                    |      | 218         | 222     | 278     | 266     | 191     | 219     | 258     | 325     | 306     | 254  | 200 |
| Masa Tenisi Bölümü               |      | 220         | 248     | 276     | 217     | 247     | 316     | 346     | 327     | 262     | 273  | 300 |
| Sağlık Odası Koridor             |      | 312         | 232     | 248     | 118     | 134     | 143     | 218     | 146     | 196     | 194  | 300 |
| WC Önü                           |      | 216         | 135     | 173     | 221     | 106     | 197     | 160     | 150     | 182     | 171  | 200 |
| Acil Çıkış                       |      | 78          | 82      | 86      |         |         |         |         |         |         | 82   | 100 |
| Acil Çıkış Merdiveni             |      | 52          | 67      | 61      |         |         |         |         |         |         | 60   | 100 |
| Merdiven Boşluğu                 |      | 30          | 36      | 44      | 58      | 44      | 34      | 31      | 32      | 34      | 38   | 100 |
| Asansör Önü                      |      | 23          | 26      | 32      |         |         |         |         |         |         | 27   | 100 |
| 1. Kat Danışma Koridoru          |      | 79          | 55      | 67      | 38      | 81      | 85      | 43      | 26      | 32      | 56   | 300 |
| Uzakdoğu Soyunma Odası           |      | 118         | 86      | 113     | 105     | 81      | 63      | 76      | 68      | 90      | 89   | 300 |
| 1.Kat Asansör Önü                |      | 77          | 79      | 81      | 98      | 68      | 76      | 74      | 81      | 75      | 79   | 100 |
| 2.Kat                            |      | 264         | 1400    | 1200    | 1310    | 1417    | 1200    | 1400    | 1200    | 1300    | 1188 | 200 |
| Otopark ( Rezervasyon Yöntünde ) |      | 4           | 104     | 225     | 160     | 74      | 95      | 71      | 120     | 135     | 110  | 75  |
| Otopark ( Yol Yöntü )            |      | 15          | 24      | 152     | 164     | 100     | 186     | 72      | 84      | 34      | 92   | 75  |
| Rampa                            |      | 8           | 79      | 52      | 66      | 20      | 39      | 86      | 48      | 44      | 49   | 75  |
| Depo Katı                        |      | 48          | 127     | 242     | 174     | 140     | 163     | 190     | 160     | 145     | 154  | 100 |
| Kazan Dairesi                    |      | 60          | 58      | 55      | 65      |         |         |         |         |         | 60   | 100 |

Aydınlatma Sistemi incelendiğinde tesis iç mekân aydınlatması genelinde çoğunlukla floresan ve gömme spot tercih edildiği görülmektedir. Tesis aydınlatma sisteminin genelinde hareket sensörü bulunmaktadır. Tesis iç mekân aydınlatmasında kullanılan armatürlerin düşük enerji tüketimine sahip LED armatürlerle değiştirilmesi önerilmektedir.

### 2.1.1.21 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Tesis aydınlatmasında değiştirilmesi önerilen armatürlerin günlük 8 saat çalıştığı varsayılmıştır. Bu varsayımına göre değiştirilmesi önerilen armatürlerin günlük enerji yükü 947 kW yıllık tüketimi yaklaşık 340900 kW civarındadır. Bu enerji tüketiminin mali karşılığı 99542 TL yapmaktadır. Tesiste kullanılan armatürlerin kış ve yaz aylarında farklı saatlerde açıldığından net çalışma zamanı bilinmemektedir. Kış ve yaz ayları için ortalama günde 8 saat çalıştığını kabul ettiğimizde enerji tüketimlerinin yüksek olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple yüksek güç tüketen armatürlerin LED armatüre dönüştürülmesini önermekteyiz.

Tablo 2.24. Tesis İç Mekan Aydınlatmasında Kullanılan Armatürlerinin LED Dönüşümü

| PROJE NO | ÖNLEM                                     | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |      |       | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |      |
|----------|---|----------|----------------------|------|------|-------|---------------------|------------|------------|------|
|          |   |          | kWh                  | Oran | TEP  | TL    |                     |            | Yıl        | Ay   |
| 15       | İÇ MEKAN AYDINLATMA ARMATÜRÜ LED DÖNÜŞÜMÜ | ELEKTRİK | 192720               | 5.4% | 16.6 | 56274 | 182.2               | 191327     | 3.40       | 40.8 |

Tesis çevre aydınlatmasında değiştirilmesi önerilen armatürlerin günlük 10 saat çalıştığı varsayılmıştır. Bu varsayımına göre değiştirilmesi önerilen armatürlerin günlük enerji yükü 413 kWh yıllık tüketimi yaklaşık 148608 kWh civarındadır. Bu enerji tüketiminin mali karşılığı 36161 TL yapmaktadır. Tesiste kullanılan dış aydınlatma armatürleri kış ve yaz aylarında farklı saatlerde açıldığından net çalışma zamanı bilinmemektedir. Kış ve yaz ayları için ortalama günde 10 saat çalıştığını kabul ettiğimizde enerji tüketimlerinin yüksek olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple yüksek güç tüketen armatürlerin LED armatüre dönüştürülmesini önermekteyiz.

Tablo 2.25. Tesis Çevre Aydınlatmasında Kullanılan Armatürlerin LED Dönüşümü

| PROJE NO | ÖNLEM                                  | ENERJİ   | TASARRUF MİKTARI YIL |      |     |       | CO <sub>2</sub> Ton | YATIRIM TL | GERİ ÖDEME |      |
|----------|--|----------|----------------------|------|-----|-------|---------------------|------------|------------|------|
|          |  |          | kWh                  | Oran | TEP | TL    |                     |            | Yıl        | Ay   |
| 16       | ÇEVRE AYDINLATMA ARMATÜRÜ LED DÖNÜŞÜMÜ | ELEKTRİK | 77400                | 2.2% | 6.7 | 22601 | 48.5                | 25250      | 1.12       | 13.4 |

## 2.1.1.22 BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ

Tesiste bina otomasyon sistemi kullanılmaktadır. Sistem üzerinden tesiste bulunan tüm bloklar ayrı ayrı kontrol edilebilmektedir. Otomasyon sistemi ile klima santralleri, ısıtma sistemi, soğutma sistemi, egzoz fanları, pompalar, haberleşme, hidrofor gibi bazı sistemler kontrol edilmekte ve izlenmektedir.

## 2.1.1.23 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve belirlenen enerji tasarrufu ile ilgili özet tablo aşağıdadır. Bu tabloya ve verilere göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 86.7 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 473054 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 565.5 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.

Tablo 2.26. Önerilen Projeler

| Önlemler  | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |          |         | CO <sub>2</sub> Azalma Miktarı<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Planı<br>Vade |
|---|-------------|------------------|---------------|----------|---------|---|------------------------|--------------------------|------------------------|
|   |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/ Yıl | TL/Yıl  |   |                        |                          |                        |
| HAVA YAKIT ORANI VE BRÜLÖR ALEV BOYUNUN AYARLANMASI       | DOĞALGAZ    | 97788            | kWh/yıl       | 8.4      | 8410 ₺  | 22.9                                      | ---                    | ---                      | ---                    |
| BACA GAZI KLAPESİ UYGULAMASI                              | DOĞALGAZ    | 146682           | kWh/yıl       | 12.6     | 12615 ₺ | 34.3                                      | 22750                  | 1.80                     | O.V.                   |
| ISITMA SİSTEMİ BAZI MEKANİK TESİSAT ELEMANLARI YALITIMI   | DOĞALGAZ    | 23534            | kWh/yıl       | 2.0      | 2024 ₺  | 5.5                                       | 1850                   | 0.91                     | K.V                    |
| KAZAN ARKA KAPAKLARINI YALITILMASI                        | DOĞALGAZ    | 9467             | kWh/yıl       | 0.8      | 814 ₺   | 2.2                                       | 1750                   | 2.15                     | K.V                    |
| CO <sub>2</sub> KONTROLLÜ HAVALANDIRMA SİSTEMİ UYGULAMASI | ELEKTRİK    | 35799            | kWh/yıl       | 3.1      | 10453 ₺ | 22.4                                      | 35000                  | 3.35                     | O.V.                   |
| KLİMA SANTRALİ TEMİZLİK VE BAKIMI                         | ELEKTRİK    | 31500            | kWh/yıl       | 2.7      | 9198 ₺  | 19.7                                      | ---                    | ---                      | ---                    |
| KLİMA SANTRALİ KAYIŞ-KASNAK İYİLEŞTİRİLMELERİ             | ELEKTRİK    | 25920            | kWh/yıl       | 2.2      | 7569 ₺  | 16.2                                      | 2500                   | 0.33                     | K.V                    |
| SOĞUTMA GRUPLARI BAKIM VE TEMİZLİĞİ                       | ELEKTRİK    | 10800            | kWh/yıl       | 0.9      | 3154 ₺  | 6.8                                       | ---                    | ---                      | ---                    |

|   |          |         |         |       |          |       |        |      |      |
|---|----------|---------|---------|-------|----------|-------|--------|------|------|
| SOĞUTMA GRUBU TEL<br>ÖRGÜ<br>FİLE KAPLANMASI        | ELEKTRİK | 5400    | kWh/yıl | 0.5   | 1577 ₺   | 3.4   | 450    | 0.29 | K.V. |
| SOĞUTMA GRUBU<br>GÖLGELİK<br>YAPILMASI              | ELEKTRİK | 27550   | kWh/yıl | 2.4   | 8.45 ₺   | 17.2  | 11500  | 1.43 | O.V. |
| GÜNEŞ CAM FİLMİ<br>UYGULAMASI                       | ELEKTRİK | 36250   | kWh/yıl | 3.1   | 10585 ₺  | 22.7  | 25000  | 2.36 | O.V. |
| ENERJİ İZLEME SİSTEMİ<br>KURULUMU                   | ELEKTRİK | 71597   | kWh/yıl | 6.2   | 20906 ₺  | 44.8  | 15000  | 0.72 | K.V. |
| ELEKTRİK TARİFE<br>GRUBUNUN<br>DEĞİŞTİRİLMESİ       | ELEKTRİK | 168254  | kWh/yıl | 14.5  | 49130 ₺  | 105.3 | ---    | ---  | ---  |
| VERİMSİZ MOTORLARIN<br>DEĞİŞTİRİLMESİ               | ELEKTRİK | 45110   | kWh/yıl | 3.9   | 13172 ₺  | 28.2  | 53700  | 4.08 | U.V. |
| İÇ MEKAN AYDINLATMA<br>ARMATÜRÜ LED<br>DÖNÜŞÜMÜ     | ELEKTRİK | 192720  | kWh/yıl | 16.6  | 56274 ₺  | 165.4 | 191327 | 3.40 | U.V. |
| DIŞ MEKAN<br>AYDINLATMA<br>ARMATÜRÜ LED<br>DÖNÜŞÜMÜ | ELEKTRİK | 77400   | kWh/yıl | 6.7   | 22601 ₺  | 48.5  | 22250  | 1.12 | K.V. |
| TOPLAM  | -        | 1005771 | kWh/yıl | 86.60 | 473054 ₺ | 565.5 | 383077 | ---  | ---  |

## 2.1.2 KARTAL HASAN DOĞAN SPOR KOMPLEKSİ

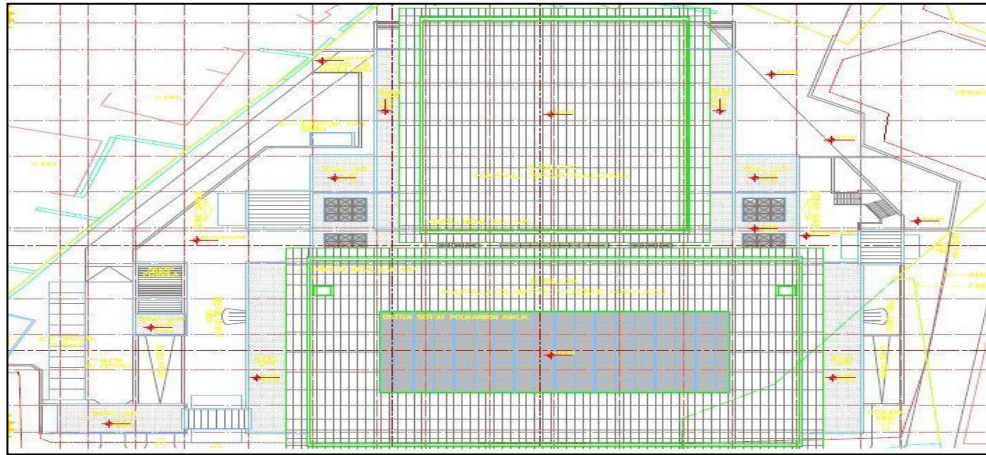
### 2.1.2.1 Bina Bilgileri

İBB Hasan Doğan Spor Kompleksi, Karlıktepe Mahallesi, 34870 Kartal/İstanbul adresinde bulunmakta olup, koordinatları 40°53'31.7"N 29°11'22.4"E şeklindedir. 2008 tarihinde açılan tesis, kamu kuruluşu olup, hafta içi ve hafta sonu 08:00-22:00 saatleri arasında spor tesisi olarak hizmet vermektedir. Tesiste çalışan sayısı 75 olup, günde ortalama 6500 kişi hizmet almaktadır. Tesisi kullanan kişi sayısı 6575 olarak alınmıştır.

Bina formu dikdörtgen şeklindedir. 6 adet bodrum, zemin kat, ara kat ve 1 normal kat olmak üzere 8 katlıdır. Çatı tipi oval çatı şeklindedir. Doğal aydınlatmayı sağlayan saydam yüzeyler mevcuttur. Projeye göre kullanılabilir alan 23202 m<sup>2</sup>'dir.



Şekil 2.22. Tesis Görünümü



Şekil 2.23. Vaziyet Planı

Bina betonarme taşıyıcı iskelet üzerine inşa edilmiş olup, kabuğu incelendiğinde duvarlar tuğla duvar şeklinde farklılık göstermektedir. Duvarlarda bulunan yalıtım malzemesi 3 cm kalınlığında ekstrüde polistren ısı yalıtım malzemesidir. Tabanda, çatıda su ve ısı yalıtımı mevcuttur. Pencere doğramaları alüminyum olup çift camlıdır ve pencereler açılabilir özelliktedir. Binada 4 adet giriş kapısı bulunmaktadır. Kapılar, kayar kapı ve normal cam kapılardan oluşmaktadır. 2 adet hava perdesi bulunmaktadır. Kapılar alüminyum doğramadır.

Tablo 2.27. Bina Bilgileri

|    |                                  |   |  |
|----|----------------------------------|---|--|
| 1. | Binanın Adı                      | : | Hasan Doğan Spor Kompleksi   |
| 2. | İnşa Yılı                        | : | 2008   |
| 3. | Kullanım Amacı                   | : | Spor Kompleksi   |
| 4. | İnşaat Alanı                     | : | 46450 m <sup>2</sup>   |
| 5. | Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı  | : | 1590   |
| 6. | Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | : | 286  |
| 7. | Isıtma/Soğutma Sistemi           | : | 3 adet Alarko Carrier marka 2000000 kcal/h (2820 kW)<br>Doğalgaz Kazanı / 4 adet su soğutmalı McQuay marka Chiller |
| 8. | Yıl                              |   | Tüketimler (TEP)   |
|    | 2016                             |   | 449.51   |

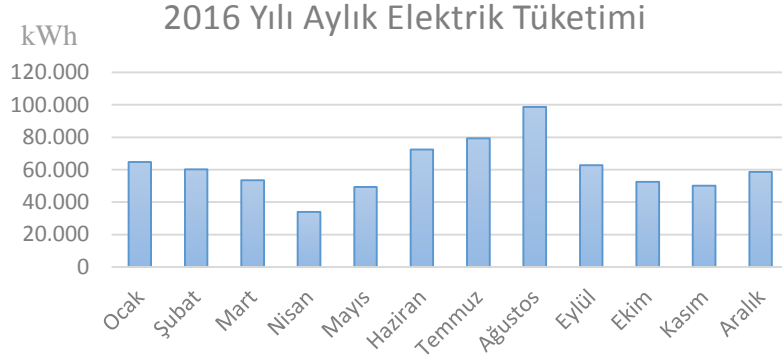
#### 2.1.2.2 Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri

Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

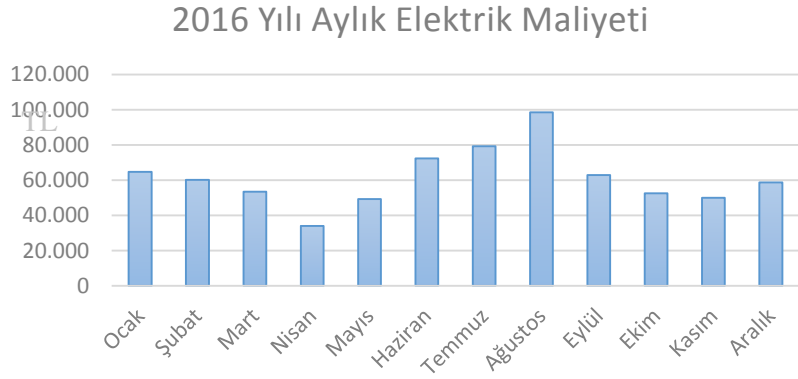
Tablo 2.28. Elektrik Tüketim Tablosu

| 2016 Yılı Elektrik Tüketimleri |         |       |         |
|--------------------------------|---------|-------|---------|
| Aylar                          | Tüketim |       | Maliyet |
|                                | kWh     | TEP   | TL      |
| Ocak                           | 182962  | 15.73 | 64759 ₺ |
| Şubat                          | 169792  | 14.60 | 60104 ₺ |
| Mart                           | 151032  | 12.99 | 53444 ₺ |
| Nisan                          | 96240   | 8.28  | 34050 ₺ |
| Mayıs                          | 139190  | 11.97 | 49259 ₺ |
| Haziran                        | 206070  | 17.72 | 72390 ₺ |
| Temmuz                         | 224130  | 19.28 | 79329 ₺ |
| Ağustos                        | 278566  | 23.96 | 98549 ₺ |
| Eylül                          | 177540  | 15.27 | 62850 ₺ |

|        |         |        |          |
|--------|---------|--------|----------|
| Ekim   | 148415  | 12.76  | 52519 ₺  |
| Kasım  | 141450  | 12.16  | 50070 ₺  |
| Aralık | 165757  | 14.26  | 58683 ₺  |
| Toplam | 2081144 | 178.98 | 736006 ₺ |



Şekil 2.24. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Grafiği



Şekil 2.25. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Maliyet Grafiği

Yukarıdaki grafiğe bakıldığında, yıl içerisinde aylık elektrik enerjisi tüketim değerleri Ağustos ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. 2016 yılının elektrik tüketim miktarları incelendiğinde yaz aylarında tüketim miktarları artmakta, geçiş dönemi olan bahar dönemlerinde ise tüketim düşmektedir. Bu durumu, yaz döneminde soğutma ihtiyacı nedeniyle chiller gruplarının devreye alınması olarak açıklayabiliriz. 2016 yılında en yüksek elektrik tüketimi 278556 kWh ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 98549 TL'dir.



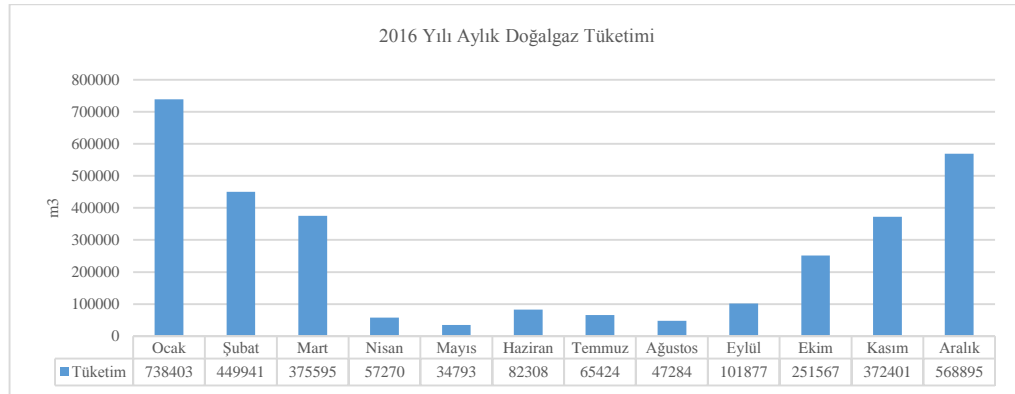
### 2.1.2.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

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

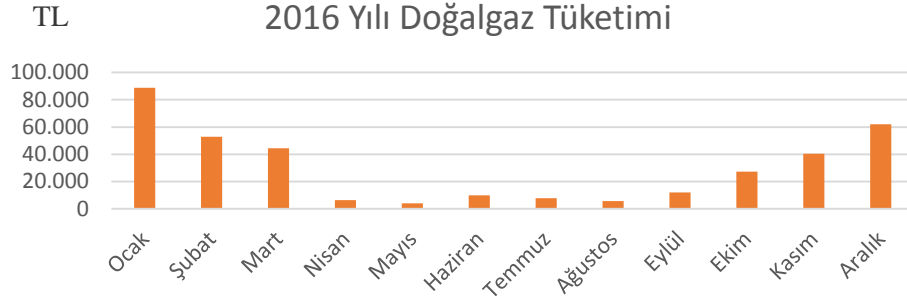
Tablo 2.29. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Tablosu

| 2016 Yılı Doğalgaz Tüketimleri |         |                |        |          |
|--------------------------------|---------|----------------|--------|----------|
| Aylar                          | Tüketim |                |        | Maliyet  |
|                                | kWh     | m <sup>3</sup> | TEP    | TL       |
| Ocak                           | 738403  | 76973          | 63.50  | 88815 ₺  |
| Şubat                          | 449941  | 46903          | 38.69  | 52843 ₺  |
| Mart                           | 375595  | 39153          | 32.30  | 44485 ₺  |
| Nisan                          | 57270   | 5970           | 4.93   | 6450 ₺   |
| Mayıs                          | 34793   | 3627           | 2.99   | 4123 ₺   |
| Haziran                        | 82308   | 8580           | 7.08   | 9900 ₺   |
| Temmuz                         | 65424   | 6820           | 5.63   | 7781 ₺   |
| Ağustos                        | 47284   | 4929           | 4.07   | 5673 ₺   |
| Eylül                          | 101877  | 10620          | 8.76   | 12060 ₺  |
| Ekim                           | 251567  | 26224          | 21.63  | 27329 ₺  |
| Kasım                          | 372401  | 38820          | 32.03  | 40470 ₺  |
| Aralık                         | 568895  | 59303          | 48.92  | 62062 ₺  |
| Toplam                         | 3145763 | 327921         | 270.53 | 361991 ₺ |

Yıl içerisinde aylık doğalgaz enerjisi tüketim değerleri Ocak ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 2.26. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim Grafiği



Şekil 2.27. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim Maliyeti

Tesis kış mevsiminde ısıtma ve kullanım sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla, yazın ise yine kullanım sıcak suyu ve havuz suyu ısıtma amacıyla kazanlarda yakıt olarak doğalgaz tüketmektedir. 2016 yılı doğalgaz tüketim grafiğini incelediğimizde, ısıtma talebine paralel olarak kış aylarında tüketimin en yüksek değerlerine ulaştığı, bahar dönemlerinde azaldığı ve yaz dönemlerinde ise en düşük seviyelere ulaştığı görülmektedir. Yaz dönemlerinde ısıtma ihtiyacı olmadığı bilinmektedir. Bu sebeple yaz aylarında gerçekleşen tüketimin su ısıtma için sarf edildiği söylenebilir. 2016 yılında en yüksek doğalgaz tüketimi 76973 m<sup>3</sup> ile Ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 88515 TL'dir. En düşük doğalgaz sarfiyatı ise 3627 m<sup>3</sup> ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı ise 4123 TL'dir.

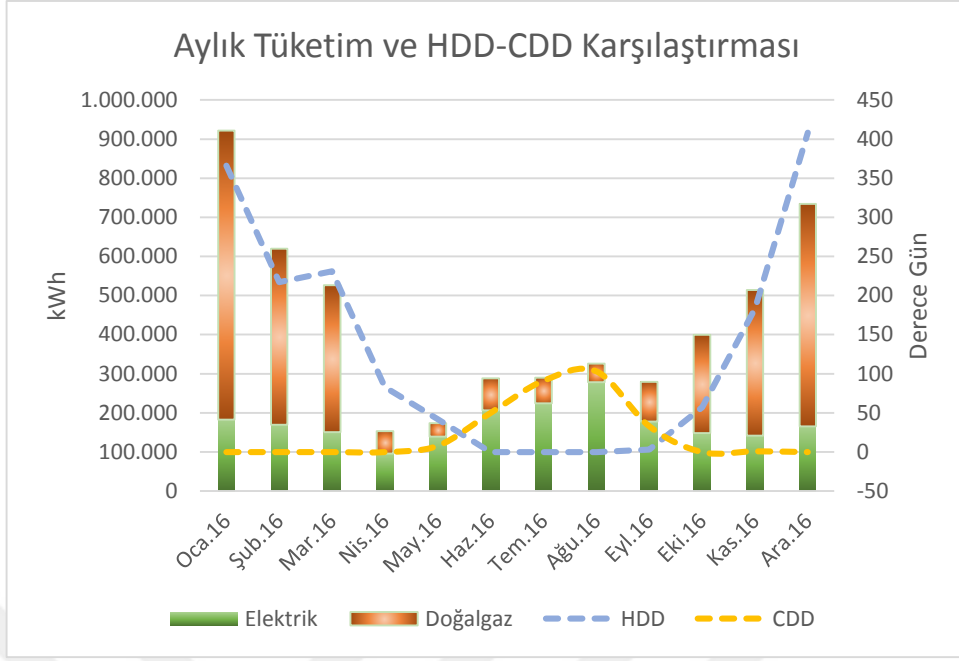
#### 2.1.2.4 Tüketim Analizleri

Tüketim analizi ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin; dış hava şartlarına ve kursiyer sayısına bağlı değişimini gösteren ve birlikte incelenmesine olanak sağlayan analiz yöntemidir. Bu analizle hangi aylarda hangi şartlar sonucu ne kadar enerji tüketildiğinin takibi ve birbirleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Sistemin verimlilik değişimi sonucu tüketimlerdeki azalma ve artmalar, yıl bazında iklim değişikliği sonucu harcanan enerji miktarlarındaki değişimler, sistem içerisindeki ısı kaçaklarının tespiti, mevcut sistemin iklimlendirme alanlarına olan yeterliliğinin incelenmesi analiz sonuçlarından çıkarılabilecek başlıca hususlardır. Yakıtın sadece ısınma amaçlı

kullanıldığı tesislerde yakıt tüketim oranı ve aylık HDD oranları birbiriyle örtüşür. Aynı şekilde soğutmada, CDD değeriyle elektrik tüketimi birbiriyle uyacaktır.

Tablo 2.30. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD Tablosu

| Aylar   | Elektrik | Doğalgaz | HDD  | CDD | Toplam Enerji | Toplam CDD HDD |
|---------|----------|----------|------|-----|---------------|----------------|
|         | kWh      |          |      |     | kWh           |                |
| Ocak    | 182962   | 738403   | 366  | 0   | 921366        | 366            |
| Şubat   | 169792   | 449941   | 217  | 0   | 619734        | 217            |
| Mart    | 151032   | 375595   | 231  | 0   | 526628        | 231            |
| Nisan   | 96240    | 57270    | 83   | 0   | 153510        | 83             |
| Mayıs   | 139190   | 34793    | 42   | 8   | 173984        | 50             |
| Haziran | 206070   | 82308    | 0    | 50  | 288378        | 50             |
| Temmuz  | 224130   | 65424    | 0    | 91  | 289554        | 91             |
| Ağustos | 278566   | 47284    | 0    | 103 | 325850        | 103            |
| Eylül   | 177540   | 101877   | 3    | 33  | 279418        | 36             |
| Ekim    | 148415   | 251567   | 57   | 0   | 399982        | 57             |
| Kasım   | 141450   | 372401   | 183  | 1   | 513851        | 184            |
| Aralık  | 165757   | 568895   | 408  | 0   | 734652        | 408            |
| TOPLAM  | 2081144  | 3145763  | 1590 | 286 | 5226907       | 1876           |



Şekil 2.28. 2016 Yılı Aylık Tüketim HDD-CDD Karşılaştırması

İstanbul bölgesine ait soğutma gün derecesi verileri kullanılarak elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan aylar ve tüketimler incelenmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere yaz aylarında soğutma talebinin artmasıyla elektrik tüketimi de artmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan İstanbul bölgesine ait ısıtma gün derecesi verileri kullanılarak ısıtma enerjisine ihtiyaç duyulan aylar ve tesisdeki tüketim incelenmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere kış aylarında ısıtmaya ihtiyaç duyulduğundan kazanlarda gerçekleşen doğalgaz tüketimi artmıştır. Isıtma talebinin düşük olduğu bahar aylarında ve ısıtma talebinin olmadığı yaz aylarında gerçekleşen tüketimin, havuz suyu ısıtma ve kullanım sıcak suyu ihtiyacını karşılamak için olduğu bilinmektedir. Su ısıtma düşünülmesizin tesisin doğalgaz tüketimi yorumlandığında, tüketimin ısıtma ihtiyacına paralel gerçekleştiği söylenebilmektedir.

Tablo 2.31. Bina Performans Künyesi

| Bina Performans Künyesi          |        |                                |           |                                   |        |
|----------------------------------|--------|--------------------------------|-----------|-----------------------------------|--------|
| Sabit Değerler                   |        | Enerji ve Doğalgaz Tüketimleri |           | Birim Değerler                    |        |
| HDD                              | 1590   | Elektrik (kWh)                 | 2.081.144 | Enerji kWh/m <sup>2</sup>         | 225,27 |
| CDD                              | 286    | Elektrik (TL)                  | 736.006   | Enerji TL/m <sup>2</sup>          | 47,32  |
| Kişi Sayısı                      | 6.575  | Doğalgaz (kWh)                 | 3.145.763 | Enerji kWh/Kişi                   | 794,96 |
| Kullanım Alanı (m <sup>2</sup> ) | 23.202 | Doğalgaz (TL)                  | 361.991   | Enerji TL/Kişi                    | 166,99 |
|                                  |        | Toplam Enerji( kWh)            | 5.226.907 | Yakıt (kWh/HDD)                   | 1.978  |
|                                  |        | Toplam Enerji (TL)             | 1.097.997 | Yakıt (kWh/(HDD*m <sup>2</sup> )) | 0,085  |
|                                  |        | KgCO <sub>2</sub> eşd          | 2.717.991 | KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> | 117,14 |
|                                  |        | Toplam TEP                     | 449,51    | KgCO <sub>2</sub> /kişi           | 413,38 |

#### 2.1.2.5 ISITMA SİSTEMİ



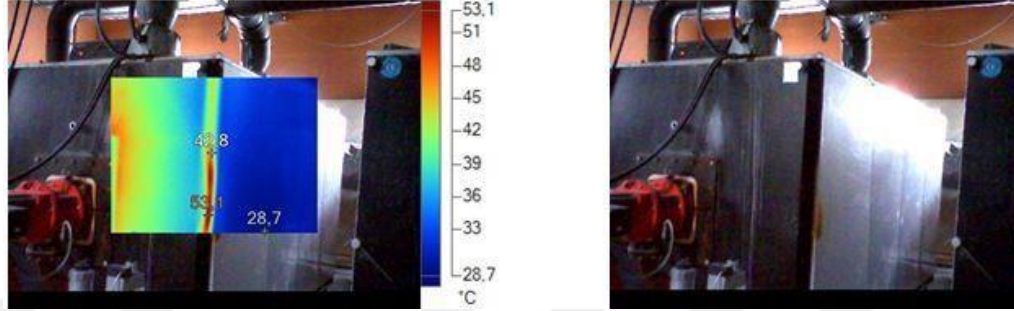
Şekil 2.29. Isıtma Sistemi

Isıtma sisteminde 3 adet 2000000 kcal/h doğalgazlı sıcak su kazanı bulunmaktadır. Kazanlar hem ısıtma ihtiyacı hem de sıcak su ihtiyacı için kullanılmaktadır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Isıtma için klima santralleri üzerinden fan-coiller kullanılmaktadır. Havuz bölümünde yerden ısıtma bulunmaktadır.

Sıcak su ihtiyacı yazın da bulunmaktadır. Kullanım sıcak suyu için 3 adet 1000 litrelik boyler mevcuttur. Kazanlarda otomasyon sistemi bulunmaktadır. Kazanlarda eş yaşlandırma otomasyon üzerinden uygulanmaktadır.

### 2.1.2.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Isıtma sisteminde ısı kayıpları olup olmadığını görüntülemek amacıyla termal kamera cihazı ile çekim yapılmıştır.



Şekil 2.30. Termal Kamera Görüntüleri

Kazanların yanma verimlerini hesaplamak amacıyla baca gazı analizi yapılmıştır. Baca gazı ölçüm sonuçları aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.32. Kazan Baca Gazı Ölçüm Değerleri

|                     |     | İdeal Değer - Doğalgaz | Kazan -1 | Kazan -2 | Kazan -3 |
|---------------------|-----|------------------------|----------|----------|----------|
| O <sub>2</sub>      | %   | 2-3                    | 12.8     | 13       | 10.8     |
| CO <sub>2</sub>     | %   | 11                     | 4.8      | 4.6      | 5.9      |
| CO                  | ppm | <100                   | 13       | 11       | 24       |
| Baca Gazı Sıcaklığı | °C  | 130-150                | 110.4    | 102      | 123      |
| Ortam Sıcaklığı     | °C  |                        | 26.9     | 26.8     | 25.2     |
| Yanma Verimi        | %   |                        | 92.8     | 93.4     | 93       |
| Fazla Hava Oranı    | %   |                        | 2.56     | 2.63     | 2.07     |

Kazan-1 için O<sub>2</sub> oranı ideal değere göre %10 daha fazladır. CO<sub>2</sub> oranı ve CO oranı ideal seviyelerdedir. Baca gazı sıcaklığı ideal değerlerden düşük seviyelerdedir. Kazan-2 için O<sub>2</sub> oranı ideal değere göre %10 daha fazladır. CO<sub>2</sub> oranı ve CO oranı ideal seviyelerdedir. Baca gazı sıcaklığı ideal değerlerden düşük seviyelerdedir. Kazan-2 için O<sub>2</sub> oranı ideal değere göre %8 daha fazladır. CO<sub>2</sub> oranı

ve CO oranı ideal seviyelerdedir. Baca gazı sıcaklığı ideal değerlerden düşük seviyelerdedir. Doğalgaz kazanlarının yanma verimi, hava girişi ayarları doğru yapılmak suretiyle %95 seviyelerine kadar çıkarılabilmektedir. Kazanların yanma verimleri ideal seviyelerden düşüktür. Kazanlarda brülör hava ayarları yapılarak O<sub>2</sub> oranını ideal değerlere getirilmesi ile yanma verimleri yükseltebiliriz.

Tablo 2.33. Kazan Verim Hesapları Özet Tablosu

| Kazan No          | Kapasite | Kuru Baca Gazı |      | Nem Kaybı | CO Kaybı | Yüzey Kaybı | Fazla | Toplam Kayıp | Verim |
|-------------------|----------|----------------|------|-----------|----------|-------------|-------|--------------|-------|
|                   |          | LKBG           | LNBG |           |          |             |       |              |       |
|                   | kCal/h   | %              | %    | %         | %        | %           | %     | %            | %     |
| Kazan-1 - 2820 kW | 2000000  | 6.28           | 1.43 | 0         | 1.12     | 156.1       | 8.84  | 91.16        |       |
| Kazan-2 - 2820 kW | 2000000  | 5.8            | 1.35 | 0         | 1.12     | 162.5       | 8.28  | 91.72        |       |
| Kazan-3 - 2820 kW | 2000000  | 5.92           | 1.57 | 0         | 1.12     | 105.88      | 8.62  | 91.38        |       |

#### 2.1.2.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Tesisteki kazanların periyodik bakımlarının yapılmasına ve Yıllık baca gazı analizlerinin alınmasına düzenli olarak devam edilmesi gerekmektedir. Baca gazı ölçüm verilerine göre O<sub>2</sub> ve CO değerlerine göre yanma verimleri ideal seviyelerden düşük olduğu görülmektedir. Brülör ayarının takip edilerek uygun seviyelere ayarlanması gerekmektedir.

Tablo 2.34. Hava Yakıt Oranı ve Brülör Alev Boyunun Ayarlanması

| Önlemler     | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                 |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Süresi |
|--------------|-------------|------------------|-----------------|---------|--------|------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
|              |             | Miktar           | Orijinal Birim  | TEP/yıl | TL/yıl |                        |                  |                   |                 |
| Brülör Ayarı | Doğalgaz    | 7.026            | Sm <sup>3</sup> | 5,8     | 7.756  | 15,77                  | 2.250            | 0,29              | KV              |

Tablo 2.35. Dış Hava Kompanzasyonu

| Önlemler                    | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                 |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Süresi<br>Vade |
|-----------------------------|-------------|------------------|-----------------|---------|--------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                             |             | Miktar           | Orijinal Birim  | TEP/yıl | TL/yıl |                                   |                            |                          |                         |
| Kazan Dış Hava Kompanzasyon | Doğalgaz    | 7.175            | Sm <sup>3</sup> | 5,92    | 7.920  | 16,11                             | 9.943                      | 1,29                     | OV                      |

#### 2.1.2.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Tesisin havalandırma ihtiyacı 22 adet klima santrali tarafından karşılanmaktadır. 2 adet Klima santrali paket tiplidir. Havuz bölümü için 2 adet nem alma cihazı mevcuttur. Ayrıca çeşitli mahallerde (WC, otopark, vb.) egzoz fanları bulunmaktadır.



Şekil 2.31. Klima Santrali Genel Görünümü

#### 2.1.2.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Çeşitli mahallerinde, iç hava kalitesini gözlemlemek amacıyla, sıcaklık, nem ve CO<sub>2</sub> ölçümleri alınmıştır.



Tablo 2.36. Ölçüm Sonuçları

| Ölçüm Yapılan Mahaller | Dış Hava Sıcaklığı | Sıcaklık °C               | CO <sub>2</sub> ppm    | Nem %               |
|------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|
|                        |                    | Kış: 20-23°C Yaz: 23-26°C | <1.000 ppm             | %30-60              |
| Erkek Fitness          | ort: 29            | Ort.: 23.5<br>max: 24     | Ort.: 800<br>max: 1200 | Ort.: 60<br>max: 66 |
| Bayan Fitness          | ort: 27            | Ort.: 24.5<br>max:26.8    | Ort:800<br>Max: 1500   | Ort.:54<br>Max:65.2 |
| Bayan Step             | ort: 30-31         | Ort:22<br>Max:24.5        | Ort:800<br>Max:1221    | Ort:67<br>Max:89.4  |

İç Hava Kalitesi ile ilgili Ashrea 62.1, Ashrea 55 ve EN 15251 standartlarına göre; Sıcaklık için tavsiye edilen değerler ısıtma sezonunda 20-23 °C, soğutma sezonunda 23-26 °C 'dir. Bağıl nem değeri için ideal değerler %20-70 aralığı olup, tavsiye edilen değerler %30-60 aralığıdır. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) seviyesi için maksimum kabul edilebilir sınır ise 1000 ppm'dir. 1000 ppm'in üzerinde şikayete sebep olmakta, 1500 ppm üzerinde ise önemli sorun teşkil etmeye başlamaktadır.

#### 2.1.2.10 SOĞUTMA SİSTEMİ



Şekil 2.32. Su Soğutmalı Soğutma Grubu Genel Görünümü

Tesisin soğutma ihtiyacı için tesiste 1468 kW kapasitesinde 4 adet su soğutmalı chiller grubu bulunmaktadır. Chiller sistemi -3. Bodrum kat mekanik mahallinde, su kuleleri ana girişin üzerinde bulunmaktadır. Soğutma sistemi yaz dönemlerinde aktif olarak çalışmaktadır. Fakat 3 adet chiller arızalı durumda olduğu için sadece 1 adet chiller çalışmakta olup, özellikle temmuz-ağustos döneminde tesisin ihtiyacını karşılamakta zorlanmaktadır. Chillerler otomasyon ile kontrol edilmektedir.

#### 2.1.2.11 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste bulunan soğutma ekipmanlarının enerji verimlilik oranını tespit için etiket değerleri alınmış, mekanik tesisat projeleri incelenmiş ve prensip şemaları belirlenmiştir. Bu bilgilere göre ekipmanlara ait katalog değerleri ve teknik özellikleri gözden geçirilmiştir. Tesiste bulunan 4 adet chillerden, 3 adedi arızalı durumda olduğundan sadece 1 adet chillerde enerji verimlilik oranının tespit için debi, sıcaklık ve enerji tüketimi ölçümü yapılmıştır.

Tablo 2.37. Ölçüm Sonuçları

| Soğutucu No | Dış Hava Sıcaklığı | Akışkanın Debisi   | Gidiş Suyu Sıcaklığı | Dönüş Suyu Sıcaklığı | Tüketilen Enerji | Elde Edilen Enerji | EER |
|-------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------|--------------------|-----|
|             | °C                 | m <sup>3</sup> / h | °C                   | °C                   | kWh              | kWh                |     |
| Chiller-3   | 29                 | 140                | 13.23                | 10.3                 | 133              | 476.98             | 3.6 |

McQuay marka su soğutmalı chillerlerin katalog EER değerleri 5.2 seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Görüldüğü gibi EER değerleri chillerin maksimum çıkabileceği değerden düşük seviyededir.

#### 2.1.2.12 TESİSAT SİSTEMİ

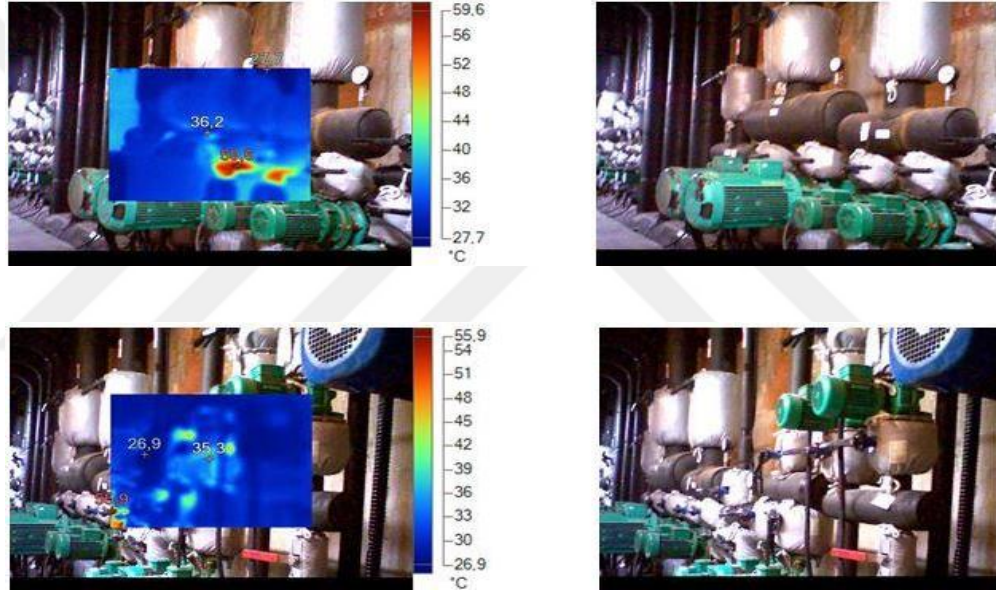
Tesiste bulunan ve enerji verimliliği kapsamına giren tesisatlar şunlardır.

- ✓ Isıtma Tesisatı,
- ✓ Soğutma Tesisatı,
- ✓ Havalandırma Tesisatı,
- ✓ Sıhhi (Sıcak & Soğuk) Su Tesisatı,

Tesisatlar ilgili bölümlerde ayrıntılı incelenmiştir. Isıtma ve soğutma tesisatlarında su yumuşatma sistemi bulunmamaktadır.



Şekil 2.33. Isıtma ve Soğutma Tesisat Görüntüleri



Şekil 2.34. Mekanik Tesisat Termal Görüntüleri

Sıcak ve soğuk hatlarda yalıtım durumu ve ısı kayıplarını görebilmek için termal kamera ile görüntüleme yapılmıştır. Tesisat yalıtımları kontrol edilmiştir. Genel olarak boru ve vanalarda yalıtım bulunmakla birlikte, yalıtımı bulunmayan eşanjörler gözlenmiştir. Aşağıdaki tabloda envanteri bulunmaktadır.

Tablo 2.38. Yalıtım Sorunu Olan Yüzeyle

| Adı     | Adet | Boyut     |
|---------|------|-----------|
| Eşanjör | 3    | 55*18*9   |
| Eşanjör | 2    | 106*47*10 |

#### 2.1.2.13 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Isıtma ve soğutma tesisatlarında yalıtımın olduğu gözlenmiştir. Ancak tesisat yalıtımı kolay bozulabildiği için her yıl kontrol edilmeli ve bozulan yalıtımlar yenilenmelidir. Tesiste bulunan ısıtma sisteminin tesisat yalıtım durumunun iyi olduğu görülmektedir. Ancak yalıtımı bulunmayan eşanjörlere yalıtım yapılması gerekmektedir.

Tablo 2.39. Eşanjörlere Yalıtım Uygulaması

| Önlemler                  | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                 |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Süresi<br>Vade |
|---------------------------|-------------|------------------|-----------------|---------|--------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                           |             | Miktar           | Orijinal Birim  | TEP/yıl | TL/yıl |                                   |                            |                          |                         |
| Mekanik Tesisatta Yalıtım | Doğalgaz    | 1387             | Sm <sup>3</sup> | 1,14    | 1531   | 3,11                              | 1264                       | 0,83                     | KV                      |

#### 2.1.2.14 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ

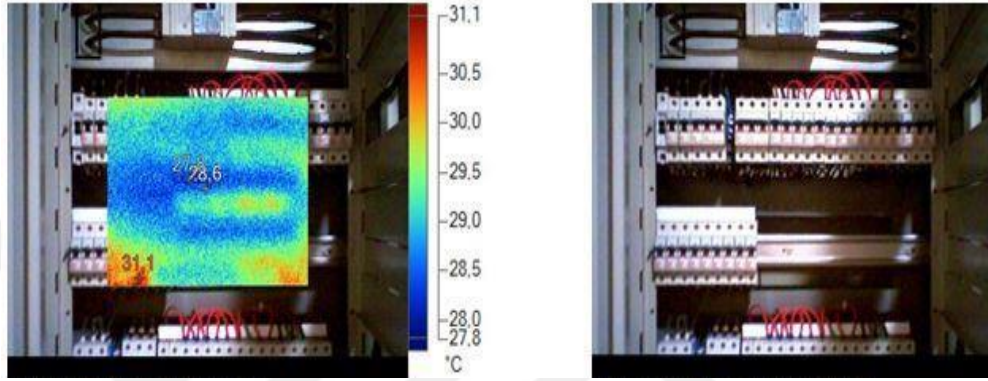
Tesiste 1 adet trafo, 1 adet jeneratör ve 2 adet UPS bulunmaktadır.



Şekil 2.35. Jeneratör

### 2.1.2.15 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Elektrik panolarında limitleri aşan sıcaklıkların oluşup oluşmadığını gözlemek için termal kamera ile görüntüleme yapılmıştır. Günlük güç tüketimini ve enerji kalitesini gözlemek amacıyla trafo ana panolarında 24 saatlik enerji analizörü ölçümü yapılmıştır.



Şekil 2.36. Panoların Termal Kamera Görüntüleri

Elektrik kabloları için 75 °C ve üzeri değerler riskli kabul edilir. Röle ve kontaktör gibi elemanların 55 °C ve üzeri sıcaklıklarda ömürlerinin kısaldığı ve çalışma verimlerinin düştüğü bilinmektedir. Üç fazın birinde olup diğerlerinde olmayan bir sıcaklıklar da sorgulanmalıdır. O kontak noktasında ısınma, korozyona bağlı veya aşırı akımdan kaynaklanabilir. Burada akım değerlerinin aynı alıcı için aynı değerde olması gerektiğini bilmek gerekmektedir. Alıcıların çalışmadığı zamanlarda yapılacak kontak zımparalama işlemi ve sonrasında alınacak akım değerleri daha doğru fikir verecektir. Akım değerlerinde hala dengesizlikler varsa, alıcıların durumları da incelenmelidir. Bu motor ise çalışmada dengesizlik, distorsiyon yapabilir ve motorun ömrünü kısaltabilir. Enerji tüketimini de artıracaktır. Elektrik panolarının verimli olarak çalışabilmeleri için havalandırılmaları gerekir. Elektrik panolarının çalışmaları sırasında, pano içindeki elemanlar bir miktar ısınırlar. Bu ısının güvenli bir şekilde panodan uzaklaştırılması gerekir. Genellikle panonun yan veya üst tarafına açılan havalandırma kanalları yeterlidir. Ancak, büyük boyutlu ve çalışma akımları yüksek olan elektrik

panolarının havalandırma işlemleri için fanlar, vantilatörler ve aspiratörler kullanabilir. Genel olarak; Gerilim bir tam dalgadan daha uzun bir süre %110'dan daha büyük bir değere çıkması gerilim yükselmesi, %80'den daha düşük bir değere inmesi gerilim düşmesi olarak isimlendirilir. Gerilimlerin max ve min değerlerine bakıldığında gerilim yükselmesi ve alçalması gözlenmemiştir. Enerji analizörünün bağlı olduğu zaman dilimi içerisinde kompanzasyon ile ilgili bir problem görülmemiştir. Yasal reaktif endüktif tüketim aktif tüketimin en fazla %20'si olabilir. Akımda gözlenen toplam harmonik bozulmaları için [THD] I > % 8 olduğunda kirlenme söz konusudur. Harmonik kirlilik kondansatörler, transformatörler, alternatif akım motorları, elektrik kontrol cihazları (şalter, kesici, röle) ve elektrik iletim kabloları üzerinde olumsuz etki oluştururlar. Bu elemanların aşırı ısınması, yanlış çalışması, sık arızalanmalarına sebep olurlar. [THD]V 'nın sınır değerleri aşmadığı ve iyi durumda olduğu anlaşılmıştır. Gerilimde gözlenen toplam harmonik bozulmaları [THD]V > 3 olduğunda kirlenme söz konusu değildir. Gerilim harmoniği ölçümlerinde kirlilik oluşturacak bir durum yaşanmamıştır. Yapılan ölçümler ve uzun zamanlı veriler incelendiğinde çekilen maksimum gücün aşırı yüksek olmadığı belirlenmiştir.

#### 2.1.2.16 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Elektrik panolarının iç sıcaklığının 55°C'lik ortam sıcaklığı değerini aşmadığı her zaman için kontrol edilmelidir. Yüksek sıcaklığı görüldüğü panolarda, gevşeme, faz dengesizliği vb. gibi sorunların olup olmadığı kontrol edilmelidir. Fazlar arası yük dengesizliklerinin azaltılması, harmonik oluşumunu da azaltacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneşten elektrik (PV) üretimi yükün belli bir kısmının karşılanması için düşünülmüş, ancak sistemin çok uzun geri ödeme süresi olduğundan önerilmemektedir. Bununla birlikte enerji bedellerindeki artış ve Güneş Elektrik panel sistemlerindeki maliyet düşüş hızı dikkate alındığında bu sistemin 3 yıl sonra tekrar analiz edilip, uygunsa kurulması yararlı olacaktır.

Tablo 2.40. Güneşten Elektrik Üretimi

| Önlemler                  | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Süresi |
|---------------------------|-------------|------------------|----------------|---------|--------|------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
|                           |             | Miktar           | Orijinal Birim | TEP/yıl | TL/yıl |                        |                  |                   |                 |
| Güneşten Elektrik Üretimi | Elektrik    | 278000           | kWh            | 23,91   | 98316  | 171,53                 | 979837           | 9,97              | UV              |

Ticari binalarının, Elektrik enerjisi tedarikinde önlerinde 3 seçenek bulunmaktadır. Tek Terimli Tarife: Bu tarife türünde tesis, fatura dönemi içerisinde tükettiği aktif enerji miktarı (kWh) üzerinden bir bedel öder. Aktif enerji birim fiyatına muhtelif fon ve vergiler ile dağıtım bedelleri eklenmektedir. Tek Terimli-Tek Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde tüm saatlerde tüketilen enerjinin tek bir birim fiyatı vardır. Tek Terimli- Çok Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde 3 zaman diliminde tüketilen enerjinin farklı birim fiyatları vardır. Tesisin Elektrik sayacının akıllı sayaç olması bir ön koşuldur.

- Sabah 06:00 ile akşam 17:00 arasındaki zamana "t1 veya Gündüz",
- Akşam saat 17:00 ile gece 22:00 arasındaki zamana "t2 veya Puant",
- Gece 22:00 ile sabah 06:00 arasındaki zamana ise "t3 veya Gece" denilmektedir.

Tek zamanlı tarife ile karşılaştırıldığında t1/Gündüz tüketim birim fiyatları az bir miktar düşük, Puant tüketim birim fiyatı ise oldukça yüksek fakat Gece tüketim birim fiyatı oldukça düşüktür. Çift Terimli Tarife: Bu tarife türünde tesis, fatura dönemi içerisinde tükettiği aktif enerji miktarı (kWh) üzerinden bir bedel ödemenin yanı sıra, "sözleşme gücü" karşılığı (kW) üzerinden her ay ayrıca güç bedeli öder. Sözleşme gücünün aşılması halinde aşılacak kısım için ilave güç aşım bedeli alınmaktadır. Aktif enerji birim fiyatına muhtelif fon ve vergiler ile dağıtım bedelleri eklenmektedir. Güç Bedeli ödenmesine rağmen, aktif enerji birim fiyatı ile dağıtım bedeli tek terimli tarifeye göre daha düşük olmasından dolayı, doğru sözleşme gücü seçilmesi durumunda avantajlı olabilmektedir. Çift Terimli-Tek Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde tüm saatlerde tüketilen enerjinin tek bir birim fiyatı vardır. Çift Terimli-Çok Zamanlı Tarife: Bu tarife türünde 3 zaman diliminde

tüketilen enerjinin farklı birim fiyatları vardır. Tesisin Elektrik sayacının akıllı sayaç olması bir ön koşuldur.

- Sabah 06:00 ile akşam 17:00 arasındaki zamana "t1 veya gündüz",
- Akşam saat 17:00 ile gece 22:00 arasındaki zamana "t2 veya puant",
- Gece 22:00 ile sabah 06:00 arasındaki zamana ise "t3 veya gece" denilmektedir.

Tek zamanlı tarife ile karşılaştırıldığında t1/gündüz tüketim birim fiyatları az bir miktar düşük, puant tüketim birim fiyatı ise oldukça yüksek fakat Gece tüketim birim fiyatı oldukça düşüktür. Serbest Tüketici - Özel Tedarikçi Sözleşmesi: Yılda belli bir tüketimin üzerinde olan tüketiciler Serbest tüketici olabilmekte ve tedarikçisini kendisi seçebilmektedirler. Bu tüketim sınırı zamanla aşağılara gelmektedir, raporun yazıldığı dönemde bu tüketim sınırı 4500 kWh/yıldır. Özel tedarikçiler, Tesisin tüketim durumuna göre bir özel birim fiyat belirleyerek tesise önermekte ve tüketim miktarları bu birim fiyatla çarpılarak, fon vb. vergiler eklenerek tesise faturalanmaktadır.

Her üç seçeneğin de kendine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Bu avantaj ve dezavantajlar zaman içerisinde de değişmektedir. Tesisin geçmiş tüketimleri ve mevcut tüketim profili incelenerek en uygun tarife seçeneğinin belirlenmesi işine "Tarife Analizi" denilmektedir. Tesisler, bu tarifelerden birini seçerek elektrik enerjisini görevli tedarik şirketinden temin edebileceği gibi, "Serbest Tüketici" statüsüne sahip ise ikili anlaşmalar yaparak özel tedarikçi firmalarından da temin edebilirler. Serbest Tüketici olma sınırı yılda 2400 kWh üzerinde tüketimin olmasıdır. Özel tedarikçiler, Tesisin tüketim durumuna göre bir özel birim fiyat belirleyerek tesise önermekte ve tüketim miktarları bu birim fiyatla çarpılarak, fon vb. vergiler eklenerek tesise faturalanmaktadır. Tesis mevcut durumda "tek terimli tek zamanlı AG ticarethane" tarifesi kullanılmaktadır. Dağıtım firması CLK Boğaziçi Elektrik firmasından almaktadır. Elektrik tüketimi 22:00 - 08:00 arasında düşüşe geçmekle birlikte, 22:00-08:00 arasında minimum

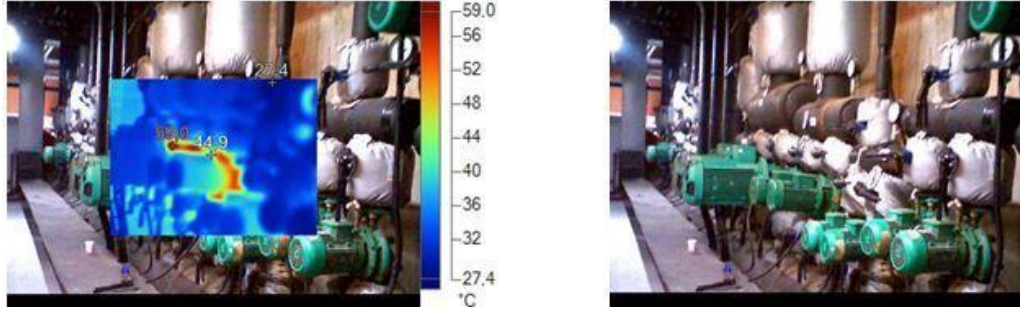


seviyededir. Yani çok zamanlı tarife uygun bir tüketim profili görülmemektedir. Mevcut tarifenin yani tek zamanlı tek terimli ticarethane tarifesini en uygun tarife olduğu görülmektedir.

#### 2.1.2.17 ELEKTRİK MOTORLARI

Elektrik motorları, tesiste ısıtma ve soğutma sirkülasyon pompalarında, hidroforlarda, klima santralleri ile egzoz fanlarında ve asansörlerde kullanılmaktadır. Tesiste bulunan elektrikli motorlar şunlardır:

- Toplam 3 adet asansör,
- 8 adet 11 kW chiller pompaları,
- 4 adet 18,5 kW kule pompaları,
- 4 adet 11 kW havuz tankı pompaları,
- 6 adet 11 kW sirkülasyon pompaları,
- 8 adet 11 kW soğutma kulesi fan motoru.



Şekil 2.37. Elektrik Motorları Termal Kamera Çekim Görüntüleri

TS EN 60034-30 standardına göre elektrik motor verimlilik sınıflarına göre aşağıdaki tablodaki gibi tanımlanır.

Tablo 2.41. Motor Sınıfları

| Motor Sınıfı | Tanım                                 | Eski sınıflamadaki karşılığı |
|--------------|---------------------------------------|------------------------------|
| IE1          | Standart verimli motor sınıfı         | EFF2                         |
| IE2          | Yüksek verimli motor sınıfı           | EFF1                         |
| IE3          | Çok yüksek verimli motor sınıfı       | -                            |
| IE+          | Süper çok yüksek verimli motor sınıfı | -                            |

IE2 verim sınıfında bulunan yüksek güçlü motorların IE3 verim sınıfında motorlar ile değiştirilmesi incelenmiş. İleride değişiklik yapılacak motorlarda veya yeni motor alımlarında, anma çıkış gücü 7.5 kW ile 375 kW arasında olan motorların veriminin, IE3 verim seviyesinden düşük olmayacak şekilde seçilmesi gerekmektedir.

Tablo 2.42. Motor Verim Sınıflarının Yükseltilmesi

| Önlemler                            | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Süresi |
|-------------------------------------|-------------|------------------|----------------|---------|--------|------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
|                                     |             | Miktar           | Orijinal Birim | TEP/yıl | TL/yıl | Ton/Yıl                | TL/Yıl           | Yıl               | Vade            |
| Motor Verim Sınıfının Yükseltilmesi | Elektrik    | 21.071           | kWh            | 1,81    | 7.452  | 13                     | 24.159           | 3,24              | UV              |

#### 2.1.2.18 AYDINLATMA SİSTEMİ

Tesiste bulunan iç mahallerde kısmen LED tiplerinde lambalar dönüştürülmüştür. Tesiste kullanılan armatür çeşitleri;

- LED Spot 12 W
- LED Projektör 200 W
- LED Blok 16 W
- LED Tüp 16 W
- Kompakt Floresan E27 3\*11 W
- Kompakt Floresan PLC 26 W / 2\*26 W

- Floresan 2\*36 W / 4\*18 W
- Metal Halide projektör 1000 W



Şekil 2.38. Tesiste Kullanılan Lamba Türlerinden Görüntüler

### 2.1.2.19 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste bulunan aydınlatma sayısı envanteri çıkarılmıştır.

Tablo 2.43. Aydınlatma Envanteri

| MAHAL İSMİ<br>ARMATÜR<br>CİNSİ | GÜCÜ<br>(W) | ZEMİN<br>KAT<br>HAVUZ | ZEMİN<br>KAT<br>BASKET<br>SALONU | ZEMİN<br>KAT<br>KORIDOR<br>ve<br>ODALAR | ZEMİN<br>KAT<br>GİRİŞ | MERDİVENLER<br>2 ADET | ASMA<br>KAT<br>FİTNESS<br>-<br>STEPSS | KAZAN<br>DAİRESİ<br>1-3<br>KAT | OTOPARKLAR<br>R - 3-4-5-6 | TOPLAM |
|--------------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------|
| LED Spot                       | 1*12        |                       |                                  | 117                                     | 30                    | 10                    | 276                                   |                                |                           | 457    |
| PLC Spot                       | 2*26        |                       |                                  | 130                                     |                       |                       | 42                                    |                                |                           | 172    |
| LED Projektör                  | 1*200       | 70                    |                                  |   |                       |                       |                                       |                                |                           | 70     |
| LED Tüp                        | 1*16        |                       |                                  |   |                       |                       | 5                                     | 27                             |                           | 32     |
| LED Blok                       | 1*16        |                       |                                  | 11                                      |                       |                       |                                       |                                |                           | 11     |
| Metal Halide                   | 1*400       |                       | 66                               |   |                       |                       |                                       |                                |                           | 66     |
| Tüp Floresan                   | 4*18        |                       |                                  | 16                                      |                       |                       | 4                                     |                                |                           | 20     |
| Tüp Floresan                   | 4*36        |                       |                                  | 1                                       |                       |                       | 4                                     | 11                             |                           | 16     |
| Tüp Floresan                   | 1*54        |                       |                                  |   |                       |                       |                                       | 18                             | 348                       | 366    |

Tesiste bazı mahallerde aydınlık seviyesinin standartlara uygun olup olmadığını görmek amacıyla Lüksmetre cihazı ile aydınlık seviyesi ölçümleri yapılmıştır. Tesiste bulunan bazı mahallerde hareket durumu ve aydınlatma durumlarını analiz eden analiz cihazı yerleştirilmiş ve tasarruf potansiyelleri araştırılmıştır. Aşağıdaki tablolar aydınlatma durumu ve mahaldeki hareket değerlendirmesinin özetidir. Sarı renkli belirtilen kısım mahalde aydınlatmanın açık

olduğu ancak hiç bir hareketin olmadığını ve aydınlatmaların boşa yandığı zamanı belirtmektedir.

Tablo 2.44. Meşguliyet Ölçüm Sonuçları

| Ölçüm Yeri                            | Aydınlatma Seviyesi (lux) |       |        |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|--------|
|                                       | Ortalama                  | En az | En çok |
| -2. Bodrum kat Koridor                | 118.9                     | 43    | 158    |
| Erkek Fitness Salonu                  | 213                       | 81    | 280    |
| -2. Bodrum Uzak Doğu Sporları Koridor | 195.2                     | 146   | 258    |
| -2. Bodrum Uzak Doğu Spor Salonu-2    | 157                       | 73    | 220    |

#### 2.1.2.20 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Binanın tamamında; LED armatür kullanımı değerlendirilmelidir. Gün ışığı alan bölgelere tesis edilecek LED armatürler ışık seviyesi ayarlanabilir türden seçilmelidir. Binanın aydınlatma otomasyon sistemi gün ışığına bağlı olarak ve varlık sensörleriyle bağlantılı çalışacak şekilde yenilenmelidir.

Tablo 2.45. Verimli Aydınlatmaya Geçiş

| Önlemler                   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Süresi<br>Vade |
|----------------------------|-------------|------------------|----------------|---------|--------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                            |             | Miktar           | Orijinal Birim | TEP/yıl | TL/yıl |                                   |                            |                          |                         |
| Verimli Aydınlatmaya Geçiş | Elektrik    | 24.960           | kWh            | 2,15    | 8.827  | 15,4                              | 42.671                     | 4,84                     | UV                      |

Tablo 2.46. Harekete Bağlı Aydınlatma Kontrolü

| Önlemler                           | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Süresi<br>Vade |
|------------------------------------|-------------|------------------|----------------|---------|--------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                    |             | Miktar           | Orijinal Birim | TEP/yıl | TL/yıl |                                   |                            |                          |                         |
| Harekete Bağlı Aydınlatma Kontrolü | Elektrik    | 3.902            | kWh            | 0,34    | 1.380  | 2,41                              | 4.176                      | 3,03                     | UV                      |

## 2.1.2.21 BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ

Tesiste ısıtma ve soğutma tesisatında, iklimlendirme sisteminde (klima santralleri, egzost fanlarında) bina otomasyon sistemi kullanılmaktadır. Tesiste Tridium marka otomasyon sistemi mevcuttur.

Şekil 2.39. Otomasyon Sistemi



| Klima Santrali İsmi                      | Van Durumu | Van Kumanda | Asp Durumu | Asp Kumanda | Filtre        | Donma Değeri | Ayar Değeri | İlme Sic | Önütis Si | Motoru | Motoru | Klima            |
|--|------------|-------------|------------|-------------|---------------|--------------|-------------|----------|-----------|--------|--------|------------------|
| AHU01_2 TEKNİK ODA KORIDOR               | Dur        | Sabit       | Dur        | Sabit       | Filtre Normal | 20,0 °C      | 24,9        | 25,2     | 0,0       | 0,0    |        | EF 01 -6 BODRUM  |
| AHU01_1 -2 MEYDAN MASA TENİSİ            | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 24,0        | 25,6     | 100,0     | 0,0    |        | EF 02 -5 BODRUM  |
| AHU02 ERKEK FITNESS SOYUNMA VE DÜS       | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 20,1        |          | 70,3      |        |        | EF 03 -4 BODRUM  |
| AHU03 BAYAN FITNESS SOYUNMA DÜS          | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 21,8        |          | 100,0     |        |        | EF 04 -3 BODRUM  |
| AHU04 ERKEK FITNESS                      | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 20,0        | 23,3     | 46,0      | 30,0   |        | EF 05 EĞİTİM BA  |
| AHU05 BAYAN FITNESS VE STEP              | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 17,4        | 22,7     | 100,0     | 30,0   |        | EF 06 EĞİTİM BA  |
| AHU06 UZAK DOĞU 1 SPOR SALONU-KS08       | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 20,0        | 24,0     | 100,0     | 30,0   |        | EF 07 MUTFAK     |
| AHU07 JİMLASTİK                          | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 22,0        | 23,3     | 100,0     | 30,0   |        | EF 08 UZAK DOĞU  |
| AHU08 UZAK DOĞU 2 SPOR SALONU            | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 20,0        | 24,2     | 0,0       | 0,0    |        | EF 09 UZAK DOĞU  |
| AHU09 UZAK DOĞU 1 SOYUNMA DÜS            | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 25,9        |          | 100,0     |        |        | EF 10 KAZAN DA   |
| AHU10 UZAK DOĞU 2 SOYUNMA DÜS            | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 26,8        |          | 0,0       |        |        | EF 11 KAZAN DA   |
| AHU11_1 ÜST KAT MEYDAN REZ. TARAFI       | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 19,4        |          | 100,0     |        |        | EF 12 HAVUZ MA   |
| AHU11_2 ÜST KAT MEYDAN CAMİ TARAFI       | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 20,0        |          | 100,0     | 0,0    |        | EF 13            |
| AHU11_3 ÜST KAT MEYDAN REZ. TARAFI       | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 28,6        |          | 100,0     |        |        | EF 14 HWZ. CAMİ  |
| AHU11_4 ÜST KAT MEYDAN CAMİ VE MESCİT TA | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 19,1        |          | 100,0     |        |        | EF 16 GIRIS KAT  |
| AHU013 HAVUZ SOYUNMA ODASI REZ TARAFI    | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 30,7        |          | 0,0       |        |        | EF 17 2 TAKIM SI |
| AHU014 HAVUZ SOYUNMA ODASI CAMİ TARAFI   | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 22,4        |          | 0,0       |        |        | EF 18 BASKETBÖ   |
| AHU15 ÜST KAT GIRIS WC                   | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 83,7        |          | 0,0       |        |        | EF 19 EĞİTİM S   |
| AHU16 ÜST KAT WC CAMİ TARAFI             | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 842,0       |          | 0,0       |        |        |                  |
| AHU17 BASKETBÖL GIRIS HOL SOYUNMA ODASI  | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 19,7        |          | 0,0       |        |        |                  |
| AHU18 BASKETBÖL SOYUNMA VE DÜS ODASI     | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 20,0 °C      | 22,5        |          | 0,0       |        |        |                  |
| AHU019 1 BASKETBÖL TARAFI 1 TRIBUN       | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 24,9        | 27,4     | 100,0     | 0,0    |        |                  |
| AHU019 2 BASKETBÖL TARAFI 1 TRIBUN       | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 36,0        | 52,3     | 0,0       | 0,0    |        |                  |
| AHU020 1 BASKETBÖL SAHASI                | Çalış      | Otomatik    | Çalış      | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 26,0        | 25,5     | 0,0       | 0,0    |        |                  |
| AHU020 2 BASKETBÖL SAHASI                | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 32,4        | 35,0     | 0,0       | 100,0  |        |                  |
| AHU021 1 BASKETBÖL 2 TRIBUN              | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 25,1        | 26,8     | 100,0     | 100,0  |        |                  |
| AHU021 2 BASKETBÖL 2 TRIBUN              | Dur        | Otomatik    | Dur        | Otomatik    | Filtre Normal | 16,0 °C      | 25,5        | 30,9     | 0,0       | 0,0    |        |                  |

## 2.1.2.22 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve belirlenen enerji tasarrufu ile ilgili özet tablo aşağıdadır. Bu tabloya ve verilere göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 17.16 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 65552 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 65.8 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.

Tablo 2.47. Önerilen Projeler

| No     | Önlemler                            | TASARRUF MİKTARI |        |                 |         |        | CO <sub>2</sub> Azaltma Miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|--------|-------------------------------------|------------------|--------|-----------------|---------|--------|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|        |                                     | Enerji Türü      | Miktar | Orjinal Birim   | TEP/YIL | TL/YIL |                                 |                  |                   |                |
| 1      | Brülör Ayarı                        | Doğalgaz         | 7026   | Sm <sup>3</sup> | 5.8     | 7756   | 15.77                           | 2250             | 0.29              | KV             |
| 2      | Kazan Dış Hava Kompanzasyonu        | Doğalgaz         | 7175   | Sm <sup>3</sup> | 5.92    | 7920   | 16.11                           | 9943             | 1.29              | OV             |
| 3      | Mekanik Tesisatta Yalıtım           | Doğalgaz         | 1387   | Sm <sup>3</sup> | 1.14    | 1531   | 3.11                            | 1264             | 0.83              | KV             |
| 4      | Motor Verim Sınıfının Yükseltilmesi | Elektrik         | 21071  | kWh             | 1.81    | 7452   | 13                              | 24159            | 3.24              | UV             |
| 5      | Verimli Aydınlatmaya Geçiş          | Elektrik         | 24960  | kWh             | 2.15    | 8827   | 154                             | 42671            | 4.84              | UV             |
| 6      | Harekete Bağlı Aydınlatma Kontrolü  | Elektrik         | 3902   | kWh             | 0.34    | 1380   | 2.41                            | 4176             | 3.03              | UV             |
| TOPLAM |                                     |                  | 65552  |                 | 17.16   | 34866  | 65.8                            | 84463            | 2.3               |                |

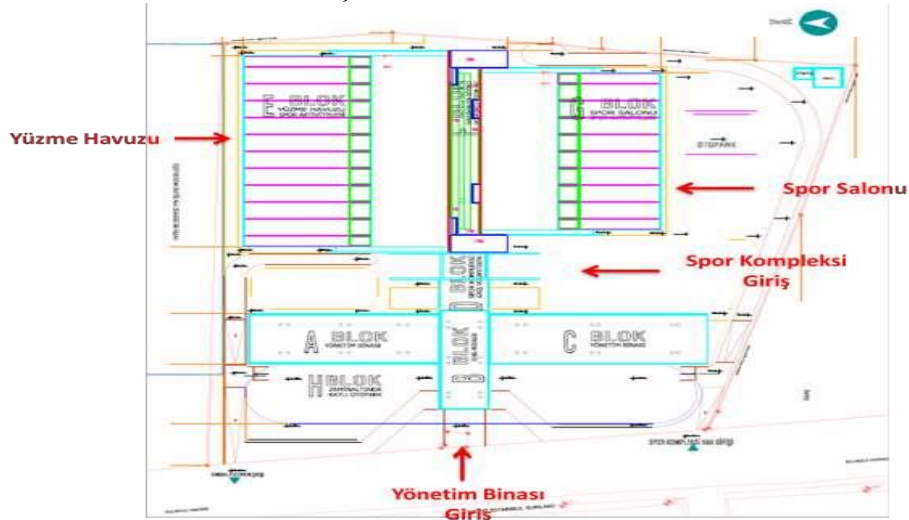
## 2.1.3 FATİH SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.3.1 Bina Bilgileri

İBB Fatih Spor Kompleksi mimari yapı olarak yönetim ve spor Kompleksi olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Yönetim Binası A, B ve C blok olarak, spor kompleksinin olduğu kısım ise D, E, F ve G blok olarak adlandırılmıştır. G bloğun güney cephesinde açık otopark, Yönetim binası giriş kısmının altında ise H blok olarak adlandırılan kapalı otopark bulunmaktadır.



Şekil 2.40. Genel Görünüm



Şekil 2.41. Tesis Arsa ve Vaziyet Planı

Tesisin çatı kısmında yükseltilmiş döşeme olarak metal şap kaplama, geotekstil keçe, membran, cam yünü kullanılmıştır. Çatının bulunmadığı yüzeylerde ise çakıl dolgu, geotekstil keçe, EPS yalıtım malzemesi, membran, tesfiye beton ve beton arme döşeme sisteminden oluşmaktadır. Toprak temaslı iç duvarlarda ise fendolin kaplama, geotekstil keçe, polyester keçe tasarımlı su izolasyon malzemesi, perde duvar kullanılmıştır. Zemin malzemesi olarak ise tesfiye beton, grobeton, geotekstil keçe, polyester keçe tasarımlı su izolasyon malzemesi, kum-çakıl dolgu ve radyal temel yapısına sahiptir. Tesisin dış cephelerinde bulunan cam yapısı ise alüminyum cephe 12 mm ısı cam kullanılmıştır. Tesiste kullanılan camlar yansıtıcı yüzeyli ısı cam alüminyum çift cam doğramadır. Çift camlı bu pencere sisteminde camlar 4 mm olup ara boşluk 12 mm'dir. Cam özelliklerine baktığımızda ısı geçirgenlik katsayısının 1.6 W/m<sup>2</sup>K olduğu görülmekte, bu değer özellikle büyük bir oranı cam yüzey olan cephelerde ısı kayıpları açısından opak elemanlar için uygun bir değerdir. Isıtma sistemi olarak tesis yönetim binası ve spor kompleksi binası olmak üzere iki kısımdan beslenmektedir. Yönetim binası kazan dairesinde 1 adet 1453 kW'lık, 1 adet 465 kW'lık toplam iki adet, spor kompleksi binasında ise 2 adet 2326 kW'lık, 1 adet 930 kW'lık toplam 3 adet olmak üzere bina genelinde 5 adet çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. FCU klima santralleri, sıcak kullanma su sistemi beslediği alanlardır. HVAC otomasyon sistemi ile işletilmektedir. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Sıcak su ihtiyacı yönetim binasında 2 adet 800 lt, 1 adet 300 lt kapasiteli boyler ile depolama yapılmakta, Spor kompleksi binasında ise 2 adet 4831 lt, 2 adet 3781 lt olmak üzere 4 adet boyler bulunmaktadır.

Soğutma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla çatı katında yönetim binasına ait 2 adet 370 kW'lık, spor kompleksi binasında 2 adet 584 kW'lık hava soğutmalı Chiller ünitesi grupları bulunmaktadır. Soğutma grupları ile FCU ve klima santrallerini beslenmektedir. Bu üniteler de HVAC otomasyon sistemi ile işletilmektedir.

Havalandırma ve klima tesisatı adına Yönetim binasında 4 adet taze havalı ve 4 adet karışım havalı çalıştırılabilen toplam 8 adet klima santrali bulunmaktadır. spor kompleksi binasında ise 2 adet nem alma özelliğine sahip, 4 adet karışım havalı



çalıştırılabilen klima santrali, 1 adet kazan dairesi aspiratör fanı ve 1 adet kazan dairesi taze hava klima santrali olmak üzere toplam 8 adet ünite bulunmaktadır. Sistem HVAC otomasyon sistemine bağlıdır. Havalandırma tesisatı, Isıtma tesisatı, Yangın tesisatı ve sıhhi tesisat HVAC otomasyonu ile işletilmektedir. Bunların dışında tesisin yönetim binasında 2 x 15 m<sup>3</sup>/h, spor kompleksi binasında 2 x 15 m<sup>3</sup>/h kapasiteli kullanma suyu hidroforu bulunmaktadır.

Bina tek bir bina yapısına sahip olmasına rağmen iki farklı merkezden doğalgaz kazanları ile sıcak su ihtiyacı ve ısıtılması karşılanmakta olup soğutma işlemi kapasiteleri farklı 2'şer adetten oluşan 2 farklı grup chiller tarafından sağlanmaktadır. Isıtma sistemi fancoil ve klima santralleri üzerinden tüm binaya hitap etmekte iken soğutma kaynağı chillerler de soğutma işlemi taze hava klima santrallerini ve mahallerdeki fancoiller ile sağlamaktadır. Birçok kattaki ofis ve odalarda fancoil cihazları soğutma sezonunda chillerlerden gelen soğuk su ile soğutmayı sağlamaktadır. Kullanılan fancoil üniteleri 2 borulu olarak seçilmiştir.

Tesisin bütün kısımları yaz-kış tüm yıl çalışmaktadır. Yaz ve Kış döneminde aktif olarak doğalgaz kazanları devrede olup, chiller -soğutma- grubu ise yaz döneminde soğutma işlemi yapmaktadır. Klima santralleri yaz ve kış çalıştırılarak tesisin taze hava ihtiyacını karşılamaktadır.

Isıtma ve soğutma prosesleri ile birlikte tesiste ayrıca basınçlı hava prosesi de bulunmaktadır.

Tablo 2.48. Bina Bilgileri

|                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1. Binanın Adı                     | : İBB FATİH SPOR KOMPLEKSİ |
| 2. İnşa Yılı                       | : 2009                     |
| 3. Kullanım Amacı                  | : Spor Kompleksi           |
| 4. Kullanım Alanı                  | : 12915 m <sup>2</sup>     |
| 5. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı | : 1537                     |

|        |                                  |                  |
|--------|----------------------------------|------------------|
| 7      | Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | : 327            |
| 8.     | Isıtma/Soğutma Sistemi           | : Kazan/Chiller  |
| 9.     | Yalıtım Durumu                   | : Var            |
| Yıllar |                                  | Tüketimler (TEP) |
| 2015   |                                  | 499.12           |

### 2.1.3.2 Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri

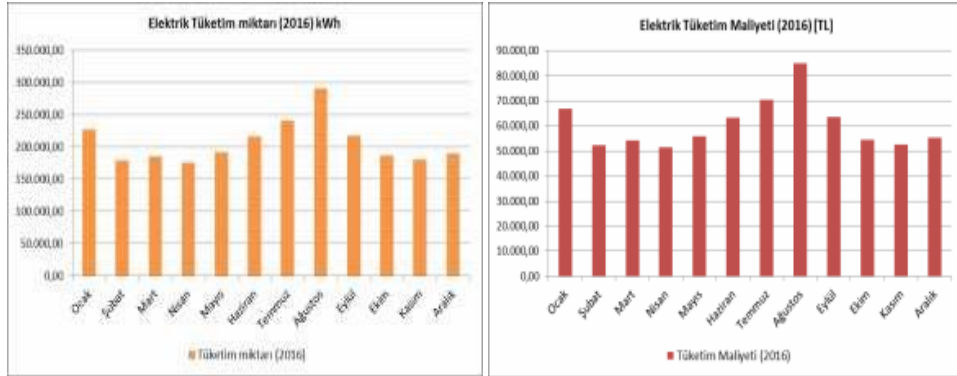
Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

Tablo 2.49. Elektrik Tüketim Tablosu

| 2016 Yılı Elektrik Tüketimleri |         |        |              |
|--------------------------------|---------|--------|--------------|
| Aylar                          | Tüketim |        | Maliyet      |
|                                | kWh     | TEP    | TL           |
| Ocak                           | 227468  | 19.56  | 66719.49 TL  |
| Şubat                          | 179651  | 15.45  | 52392.37 TL  |
| Mart                           | 185857  | 15.98  | 54202.54 TL  |
| Nisan                          | 176608  | 15.19  | 51505.08 TL  |
| Mayıs                          | 191768  | 16.49  | 55927.12 TL  |
| Haziran                        | 217130  | 18.67  | 63322.88 TL  |
| Temmuz                         | 241018  | 20.73  | 70289.83 TL  |
| Ağustos                        | 291070  | 25.03  | 84887.29 TL  |
| Eylül                          | 217962  | 18.74  | 63566.10 TL  |
| Ekim                           | 186498  | 16.04  | 54389.83 TL  |
| Kasım                          | 180110  | 15.49  | 52527.12 TL  |
| Aralık                         | 189748  | 16.32  | 55337.29 TL  |
| Toplam                         | 2484888 | 213.70 | 725066.95 TL |

2016 yılının yaz aylarında devreye giren soğutma gruplarının elektrik kaynaklı tüketimi daha belirgin olarak gözükmektedir. Grafiklerde de görüldüğü gibi Ağustos ayında tüketim ve buna bağlı olarak maliyetin en üst seviyeye ulaştığı görülmektedir. Kış aylarında ise ısıtma sistemi ve yardımcı ekipmanların devreye

girmesi sonucu Ocak ayında tüketim değerleri ve maliyetlerin yüksek çıktığı görülmektedir.



Şekil 2.42. 2016 yılı elektrik tüketiminin (kWh) ve (TL) cinsinden gösterilmesi

### 2.1.3.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

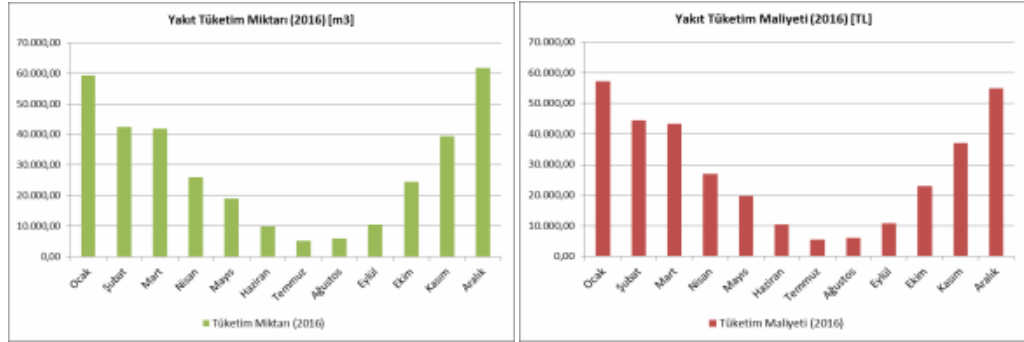
Bu bölümde binada kullanılan doğalgaz tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

Tablo 2.50. 2016 Yılı Doğalgaz Tüketimleri

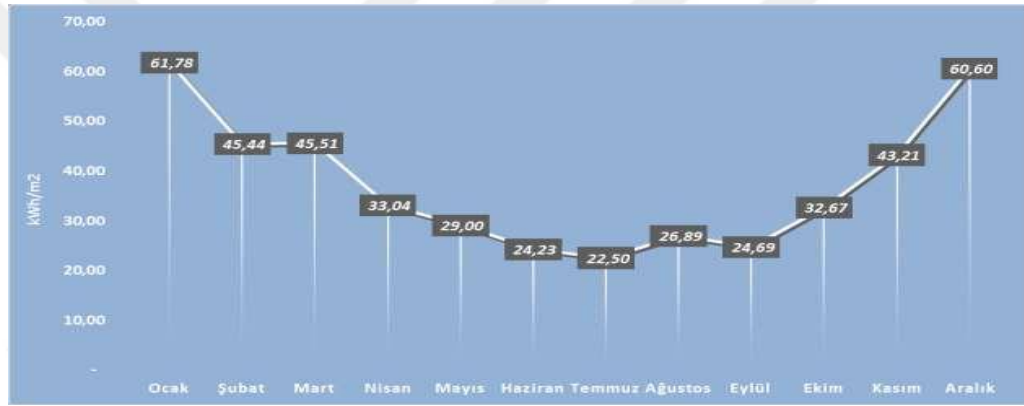
| 2016 Yılı Doğalgaz Tüketimleri |         |                |       |              |
|--------------------------------|---------|----------------|-------|--------------|
| Aylar                          | Tüketim |                |       | Maliyet      |
|                                | kWh     | m <sup>3</sup> | TEP   | TL           |
| Ocak                           | 570007  | 59419          | 49.02 | 57190.63 TL  |
| Şubat                          | 406916  | 42418          | 34.99 | 44410.43 TL  |
| Mart                           | 401602  | 41864          | 34.54 | 43284.44 TL  |
| Nisan                          | 249936  | 26054          | 21.49 | 26938.01 TL  |
| Mayıs                          | 182593  | 19034          | 15.70 | 19688.92 TL  |
| Haziran                        | 95757   | 9982           | 8.24  | 10390.15 TL  |
| Temmuz                         | 49557   | 5166           | 4.26  | 5420.52 TL   |
| Ağustos                        | 56205   | 5859           | 4.83  | 6093.17 TL   |
| Eylül                          | 100899  | 10518          | 8.68  | 10863.40 TL  |
| Ekim                           | 235268  | 24525          | 20.23 | 23058.20 TL  |
| Kasım                          | 377734  | 39376          | 32.49 | 37098.76 TL  |
| Aralık                         | 592455  | 61759          | 50.95 | 54839.17 TL  |
| Toplam                         | 3318936 | 28543          | 420.5 | 339275.80 TL |

Elektrik tüketiminin tersi bir eğilimde olan doğalgaz tüketiminde en yoğun kullanım Aralık ayında ısınma ihtiyacının baş gösterdiği kış döneminde olmaktadır.

Yaz aylarında meydana gelen az miktardaki doğalgaz tüketimi sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla oluşmaktadır.



Şekil 2.43. 2016 Aylık Yılı Doğalgaz Tüketiminin (m3) ve (TL) Cinsinden Gösterilmesi



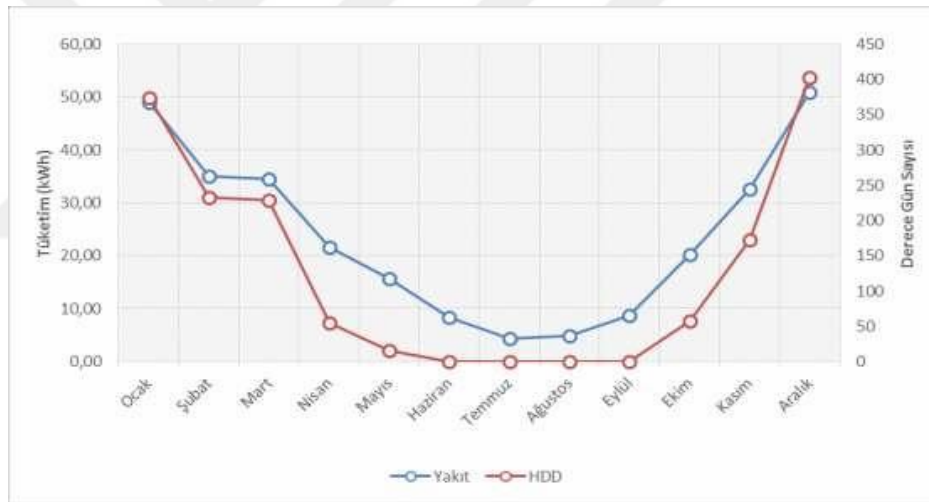
Şekil 2.44. 2016 Yılı İçin Bina Kullanım Alanı Başına Aylık Bazda Toplam Enerji Tüketimi

#### 2.1.3.4 Tüketim Analizleri

Bu başlık altında binanın bulunduğu şehir olan İstanbul'da ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD) derece gün sayıları ile binanın enerji tüketimleri ilişkilendirilerek tesisin enerji tüketiminin derece gün sayıları ile ilişkisi gösterilmiştir.

Tablo 2.51. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD Tablosu

| Aylar   | Elektrik | Yakıt  | Toplam Tüketim | HDD  | CDD |
|---------|----------|--------|----------------|------|-----|
|         | TEP      | TEP    | TEP            |      |     |
| Ocak    | 19.56    | 49.02  | 68.58          | 374  | 0   |
| Şubat   | 15.45    | 34.99  | 50.44          | 232  | 0   |
| Mart    | 15.98    | 34.54  | 50.52          | 229  | 0   |
| Nisan   | 15.19    | 21.49  | 36.68          | 55   | 0   |
| Mayıs   | 16.49    | 15.70  | 32.20          | 15   | 2   |
| Haziran | 18.67    | 8.24   | 26.91          | 0    | 64  |
| Temmuz  | 20.73    | 4.26   | 24.99          | 0    | 107 |
| Ağustos | 25.03    | 4.83   | 29.87          | 0    | 117 |
| Eylül   | 18.74    | 8.68   | 27.42          | 0    | 37  |
| Ekim    | 16.04    | 20.23  | 36.27          | 57   | 0   |
| Kasım   | 15.49    | 32.49  | 47.97          | 172  | 0   |
| Aralık  | 16.32    | 50.95  | 67.27          | 403  | 0   |
| TOPLAM  | 213.70   | 285.43 | 499.13         | 1537 | 327 |

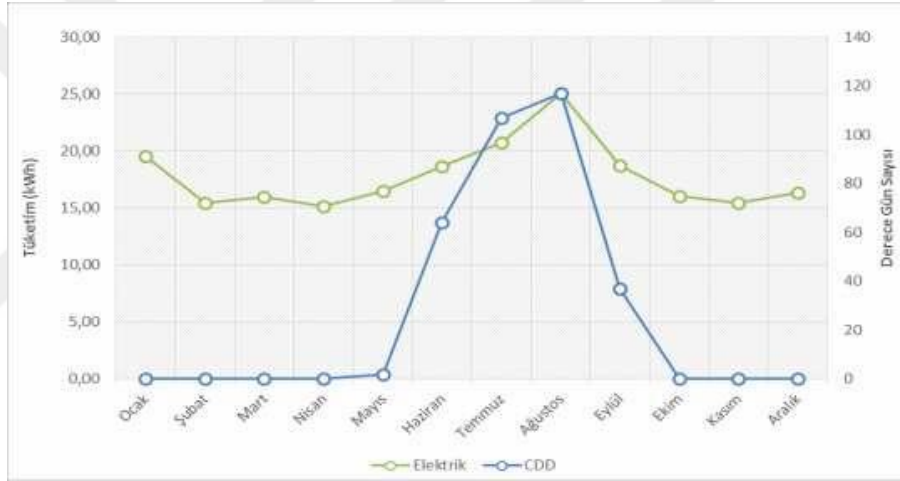


Şekil 2.45. 2016 Yılı Aylara Göre Yakıt (doğalgaz) Tüketimi ve Isıtma Derece Gün (HDD) Sayısı

Isıtma ya da soğutma gün dereceleri toplamının bilinmesi binaların ısıtılması ya da soğutulması için gerekli olan enerji gereksiniminin bilinmesi açısından önemlidir. Dış ortam sıcaklığı 15°C'nin üzerinde ise ısıtma gereksizdir. Isıtma maliyeti yıllık HDD ile doğrudan orantılıdır. Bunun için 1 yıl içindeki yakıt maliyeti yıllık HDD'ye bölünerek 1 HDD için ısıtma fiyatı çıkartılır. HDD kış mevsiminin sertliğini göreceli olarak önceki ve uzun yıllara göre karşılaştırmak için

de kullanılır. HDD aynı zamanda yeni binalar yapılırken yalıtım, ısıtma ve soğutma giderlerinin hesaplanması için inşaat sektörü tarafından ihtiyaç duyulan bir parametredir.

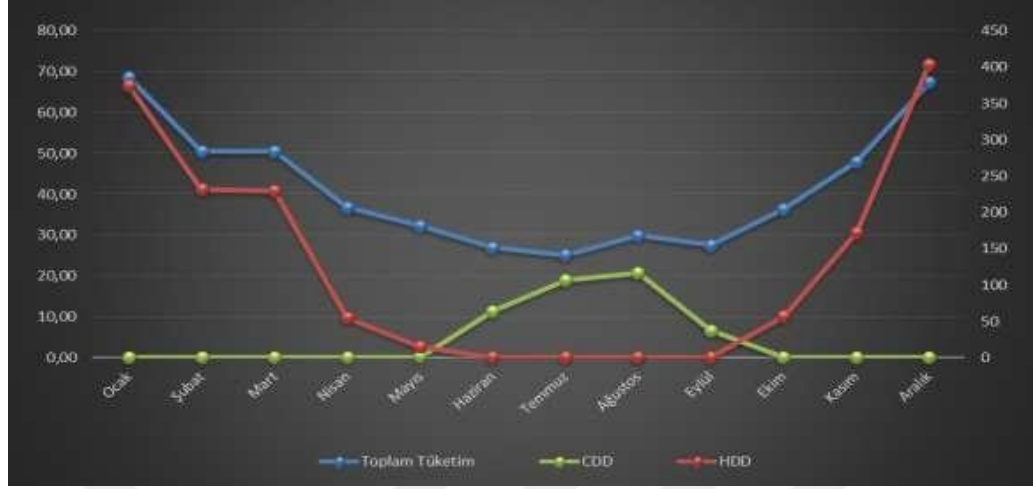
Yukarıdaki grafik gözlemlendiğinde ısıtma derece gün eğrisi (HDD) ile yakıt (doğalgaz) tüketim eğrisinin birbirine paralel gittiği görülmektedir. Yaz aylarında ısıtmaya ihtiyaç duyulmadığından HDD'nin sıfır olduğu görülmekte olup, ısınma dışında sıcak sudan ve mutfak ihtiyacından dolayı oluşan doğalgaz tüketimi de bu iki eğrinin farkını oluşturmaktadır. Ocak ve Aralık aylarında HDD eğrisi ile çakışan bir görüntü veren tüketim eğrisi ısınma ihtiyacının olduğu dönemlerde tesisin bu ihtiyacın paralelinde ısıtıldığını göstermektedir.



Şekil 2.46. Aylara Göre Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi Ve Soğutma Derece Gün (CDD) Sayısı Grafiği

Tesisin elektrik tüketimleri incelendiğinde göze çarpan en temel görüntü elektrik tüketimleri ile soğutma derece gün (CDD) eğrilerinin Temmuz – Ağustos – Eylül arasında artış göstererek benzerlik gösterdiği görülmektedir. Soğutma ihtiyacını elektrik kaynaklı sağlayan tesiste elde edilen bu grafik beklenen bir görüntü vermektedir. Elektrik tüketimi yaz aylarında artmış olup diğer aylarda CDD grafiğinden farklı

olmasının sebebi, daha önce de bahsedildiği gibi diğer elektrik tüketen cihaz ve ekipmanlardan dolayıdır.



Şekil 2.47. 2016 Yılı Toplam Tüketim-HDD-CDD Grafığı

Tesisteki toplam enerji tüketimi ile ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD) derece gün değerlerinin birlikte gösterildiği bir grafik oluşturulmuştur. Toplam tüketim eğiliminin doğalgazın baskın olduğu kış aylarında HDD ile elektriğin kısmen baskın olduğu yaz aylarında ise CDD ile uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 2.1.3.5 ISITMA SİSTEMİ



Şekil 2.48. Isıtma Sistemi

Isıtma sistemi için 2 adet kazan dairesi tesis edilmiştir. Yönetim binası kazan dairesinde 1 adet 1453 kW'lık, 1 adet 465 kW'lık kazan olmak üzere 2 adet, spor kompleksi kazan dairesinde ise 2 adet 2326 kW'lık, 1 adet 930 kW'lık olmak üzere 3 adet kazan bulunmaktadır. Kazanlar çift yakıtlı yakıt olarak doğalgaz kullanılmakta olup yedek yakıt olarak motorin de kullanılabilir. Isıtma kazanları bina ihtiyacına göre devreye girerek kontrol edilmekte ve katlardaki fan-coil ve klima santrallerine sıcak su beslemesi sağlanmaktadır. Teknik mahallerdeki klima santrali ve fancoilere tesisat suyu bu pompalar ile sağlanmaktadır.

Kazanlarda, yakıt tüketimde tasarrufu sağlayan kontrol sistemlerinden dış hava kompanzasyonu (dış hava sıcaklığına göre kazanın devreye girip – çıkması) bulunmamakta olup kazanın devreye alınıp alınmaması otomasyon sistemi üzerinden personelin kontrolünde yapılmaktadır.

Sıcak kullanım suyu ihtiyacı için sıcak su kazanında üretilen ısı şebeke sıcak suyuna boylerde aktarılarak depolanır. Yönetim binasında 2 adet 800 lt/h, 1 adet 300 lt/h'lik boyler tankı, spor kompleksi kazan dairesinde ise 2 adet 4831 lt/h, 2 adet 3781 lt/h kapasiteli olmak üzere toplam 7 adet boyler tankı bulunmaktadır.



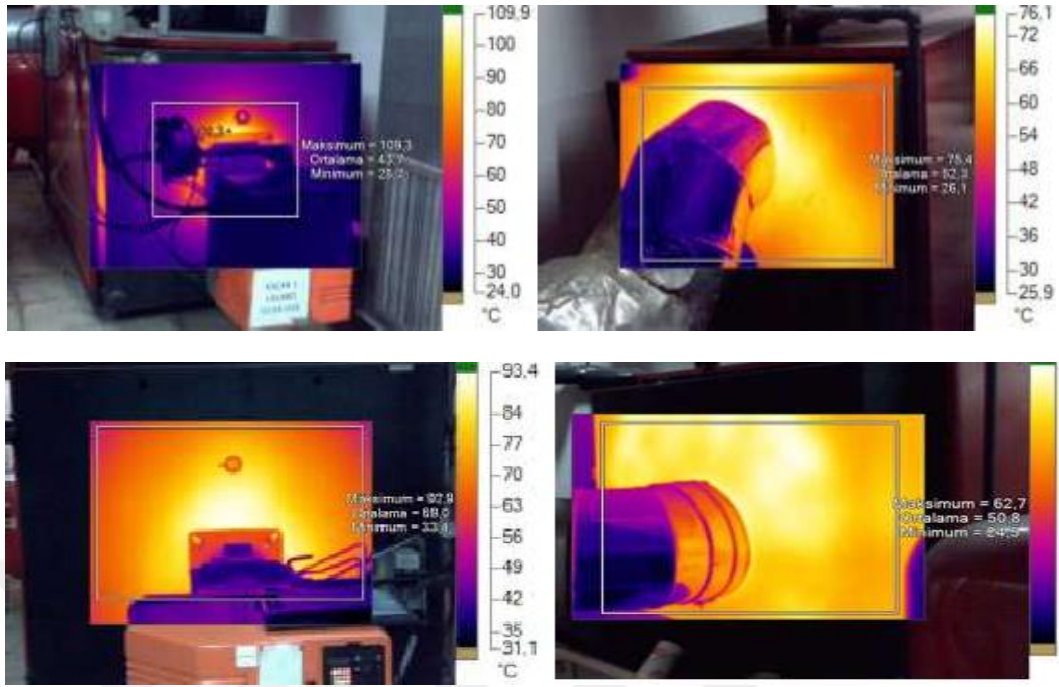
### 2.1.3.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesisteki kazanların etüt kapsamında baca gazı ölçümleri yapılmıştır. Baca gazı verileri ve diğer kazan ölçümleri (yüzey sıcaklığı, tüketim, vb.) de bu ölçüme eklenerek kazanın mevcut durumdaki verimi hesaplanmıştır.

Tablo 2.52. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri

| Üniteler       |          | O <sub>2</sub> (%) | CO (ppm) | Baca Gazı Sıcaklığı (°C) | Ortam Sıcaklığı (°C) |      |
|----------------|----------|--------------------|----------|--------------------------|----------------------|------|
| Spor Kompleksi | Kazan -1 | Ölçüm 1            | 7,0      | 15,0                     | 143,0                | 28,6 |
|                |          | Ölçüm 2            | 6,9      | 14,0                     | 142,4                |      |
|                |          | Ölçüm 3            | 6,9      | 14,0                     | 143,7                |      |
|                |          | Ortalama           | 6,9      | 14,3                     | 143,0                |      |
|                | Kazan -2 | Ölçüm 1            | 6,8      | 13,0                     | 142,0                | 28,0 |
|                |          | Ölçüm 2            | 6,7      | 12,0                     | 140,4                |      |
|                |          | Ölçüm 3            | 6,7      | 12,0                     | 147,0                |      |
|                |          | Ortalama           | 6,7      | 12,3                     | 143,1                |      |
|                | Kazan -3 | Ölçüm 1            | 5,1      | 12,0                     | 130,0                | 26,8 |
|                |          | Ölçüm 2            | 4,8      | 11,0                     | 130,4                |      |
|                |          | Ölçüm 3            | 5,3      | 14,0                     | 131,2                |      |
|                |          | Ortalama           | 5,1      | 12,3                     | 130,5                |      |
| Yönetim Binası | Kazan-1  | Ölçüm 1            | 9,4      | 1,0                      | 120,0                | 22,0 |
|                |          | Ölçüm 2            | 9,3      | 1,0                      | 119,4                |      |
|                |          | Ölçüm 3            | 9,3      | 1,0                      | 119,8                |      |
|                |          | Ortalama           | 9,3      | 1,0                      | 119,7                |      |
|                | Kazan-2  | Ölçüm 1            | 9,3      | 33,0                     | 130,2                | 22,0 |
|                |          | Ölçüm 2            | 9,2      | 32,0                     | 130,6                |      |
|                |          | Ölçüm 3            | 9,1      | 29,0                     | 129,8                |      |
|                |          | Ortalama           | 9,2      | 31,3                     | 130,2                |      |

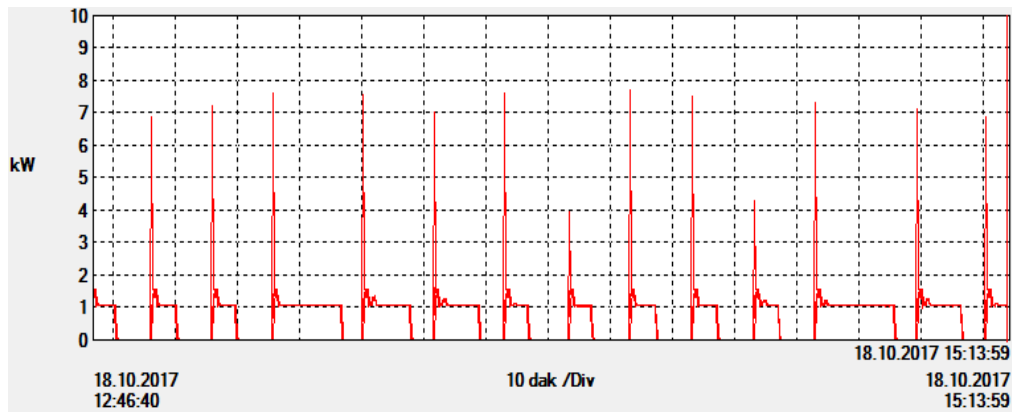
Ölçümler ile birlikte kazan yüzeylerinde olası ısı kayıplarını görmek açısından termal kamera vasıtası ile termal görüntüleme yapılmıştır. Bu doğrultuda kazan yüzeylerinin ısı kaybı potansiyeli gözlemlenmiştir. Kazan genel verimi açısından baca gazı ölçümleri ile birlikte kazan yüzeyinde oluşan ısı kayıpları da belirleyici niteliktedir.



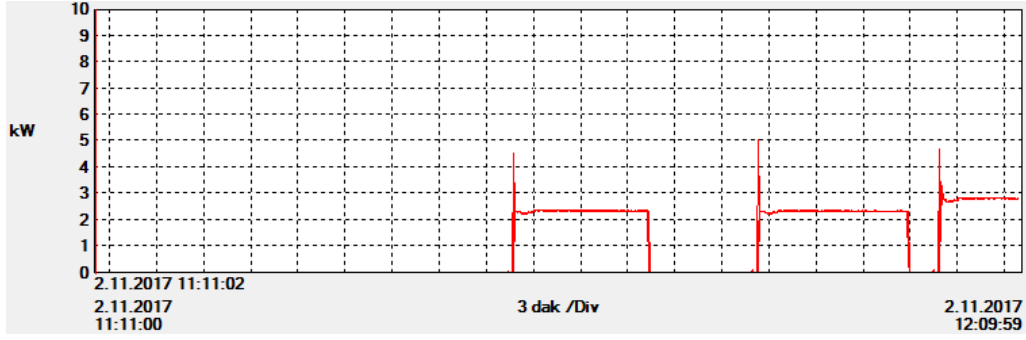
Şekil 2.49. Yönetim Binası Kazan Dairesi Termal Kamera Görüntüleri

Termal kamera görüntüleri ışığında kazanların ön ve arka yüzeylerinde ısı kayıpları fazlalık göstermektedir. Yanal yüzeylerde ise oldukça iyi bir yalıtım olduğu gözlemlenmiştir.

Kazanların ayrıca çalışma karakteristiğini görmek adına kazan brülörlerine enerji analizörü bağlanmış ve çalışma eğrileri aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.50. Spor Kompleksi Kazan-1 Brülörü çalışma karakteristiği eğrisi (2326 kW'lık Kazan)



Şekil 2.51. Yönetim Binası Kazan-2 Brülörü çalışma karakteristiği eğrisi (1453 kW'lık Kazan)

Kazan-1 mevcut durumda 75-79 °C sıcaklık aralığında çalışacak şekilde ayarlanmış ve grafikte görüldüğü gibi sürekli devreye girip çıktığı tespit edilmiştir. Ölçümlerin alındığı bu dönem zarfında kazan-1 (eş yaşlandırma ve ihtiyacın üstünde ısı üretildiğinden kazan-2 devreye girmemiş sadece kazan-1 de ölçüm alınmıştır) %44 boşa, %56 yükte çalıştığı tespit edilmiştir.

Kazan-2 mevcut durumda 57-67.9 °C sıcaklık aralığında çalışacak şekilde ayarlanmış görüldüğü gibi sıcak su kullanımından dolayı ihtiyaca göre devreye girip çıkmıştır.

Sıcak su kazanları kullandıkları doğalgaz enerjisini ısı enerjisine dönüştürürken belli bir verimliliğe sahiptir. Yapılan ölçümler doğrultusunda kazanların mevcut durumdaki verimleri hesaplanmıştır.

Tablo 2.53. Mevcut Kazan Verimleri

| Kısım                 | Kazanlar           | Mevcut Kazan Verimi (%) |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| Spor Kompleksi Binası | Sıcak Su Kazanı -1 | 91.9                    |
|                       | Sıcak Su Kazanı -2 | 91.8                    |
|                       | Sıcak Su kazanı-3  | 92.5                    |
| Yönetim Binası        | Sıcak Su Kazanı -1 | 92.3                    |
|                       | Sıcak Su Kazanı -2 | 91.7                    |

Tablo 2.54. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi

| Kısım                 | Kazanlar           | Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (%) |
|-----------------------|--------------------|--|--|--|--|
| Spor Kompleksi Binası | Sıcak Su Kazanı -1 | 5.01                                     | 1.69   | 0.01   | 1.43   |
|                       | Sıcak Su Kazanı -2 | 4.97                                     | 1.71   | 0.01   | 1.48   |
|                       | Sıcak su kazanı-3  | 4.02                                     | 1.61   | 0  | 1.83   |
| Yönetim Binası        | Sıcak Su Kazanı -1 | 5.22                                     | 1.6  | 0  | 0.87   |
|                       | Sıcak Su Kazanı -2 | 5.66                                     | 1.7  | 0.02   | 0.92   |

İki farklı merkezden iki farklı kazan yerine tek bir merkezde kapasiteyi farklı oranlarda karşılayabilen kazanların seçilmesi halinde daha verimli bir sistem kurulmuş olacaktır. Bu sisteme göre iki kazan dairesi arasında ortak kolektör kurularak ısı ihtiyacına göre en uygun kazanların çalıştırılması öngörülmektedir.

- Senaryoya göre; Mayıs-Eylül döneminde yönetim binası küçük kazanı devreye alınacak (460 kW)
- Senaryoya göre; Şubat, Mart, Kasım aylarında yönetim binası kazan-2(1453 kW) devreye alınması,
- Senaryoya göre ise Ocak ve Aralık ayında spor kompleksi binası kazan-1 veya kazan-2'nin devreye alınması,
- Senaryoya göre ise Nisan ve Ekim ayında ise spor kompleksi binası kazan-3 ün devreye alınması ile oluşacak yük oranları ve verimlilik değerleri aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.55. Kazanların Yeni Çalışma Senaryosuna Göre Yük Durumları Ve Verim Oranları

| Aylar   | Saatlik Isı İhtiyacı | Kazan Kapasitesi | Yeni Yük Oranı | Verimlilik değeri |
|---------|----------------------|------------------|----------------|-------------------|
|         | kW                   | kW               | (%)            | (%)               |
| Ocak    | 1371.21              | 2326             | 59%            | 77%               |
| Şubat   | 978.88               | 1453             | 67%            | 78%               |
| Mart    | 966.09               | 1453             | 66%            | 78%               |
| Nisan   | 601.25               | 930              | 65%            | 78%               |
| Mayıs   | 439.25               | 465              | 94%            | 86%               |
| Haziran | 230.35               | 465              | 50%            | 75%               |
| Temmuz  | 119.22               | 465              | 26%            | 58%               |
| Ağustos | 135.21               | 465              | 29%            | 59%               |
| Eylül   | 242.72               | 465              | 52%            | 75%               |
| Ekim    | 565.96               | 930              | 61%            | 77%               |
| Kasım   | 908.68               | 1453             | 63%            | 78%               |
| Aralık  | 1425.21              | 2326             | 61%            | 77%               |

Tablo 2.56. Spor Kompleksi Binası Senaryo Değişikliği Sonrası Olması Beklenen Tüketimler

| SPOR KOMPLEKSİ |                   |  |                            |
|----------------|-------------------|--|----------------------------|
| Aylar          | Tüketim           | Gerçekleşmesi Beklenen Tüketim (m <sup>3</sup> ) | Tasarruf (m <sup>3</sup> ) |
|                | (m <sup>3</sup> ) |  |                            |
| Ocak           | 48129.39          | 40003.65   | 8125.74                    |
| Şubat          | 34358.58          | 28191.66   | 6166.92                    |
| Mart           | 33909.84          | 27823.46   | 6086.38                    |
| Nisan          | 21103.74          | 17315.89   | 3787.85                    |
| Mayıs          | 15417.54          | 11473.52   | 3944.02                    |
| Haziran        | 8085.42           | 6899.56  | 1185.86                    |
| Temmuz         | 4184.46           | 4617.34  | -432.88                    |
| Ağustos        | 4745.79           | 5147.98  | -402.19                    |
| Eylül          | 8519.58           | 7270.04  | 1249.54                    |
| Ekim           | 19865.25          | 16511.38   | 3353.87                    |
| Kasım          | 31894.56          | 26169.90   | 5724.66                    |
| Aralık         | 50024.79          | 41579.05   | 8445.74                    |
| Toplam         |                   |  | 47235.54                   |

Senaryo değişikliğinin sağlanması ile kazanların yeni yük durumları altında oluşan verim değerleri ile yapılan hesaplamalar sonucu 56606 m<sup>3</sup>/yıl diğer bir deyişle %17'lik tasarruf sağlanabilir.

### 2.1.3.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Kazanlarda yanma ayarlarının iyileştirilmesi ile verim artışı sonucu yıllık 3286 m<sup>3</sup> doğalgaz tasarrufu sağlanacaktır. Bununla birlikte yıllık 3222.38 TL maddi tasarruf sağlanmakta olup yapılacak çalışmanın maliyeti sonrası geri ödeme süresi yaklaşık 0.62 yıldır. Sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.57. Brülör Ayarlamalarının yapılması

| Önemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |          | CO2 Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|---|-------------|------------------|---------------|---------|----------|--------------------|------------------|-------------------|----------------|
|   |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl   |                    |                  |                   |                |
| Brülörlerin Ayarlanması ile elde edilecek tasarruflar | Doğalgaz    | 3.286,00         | m3            | 2,71    | 3.222,38 | 7,38               | 2.000,00         | 0,62              | KV             |

Kazanlarda Çalışma Senaryolarının Değiştirilmesi ile verim artışı sonucu yıllık 13006.2 m<sup>3</sup> doğalgaz tasarrufu sağlanacaktır. Bununla birlikte yıllık 12754.39 TL maddi tasarruf sağlanmakta olup yapılacak çalışmanın herhangi bir yatırım maliyeti bulunmamaktadır. Sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.58. Kazanların Çalışma Senaryolarının değiştirilmesi

| Önemler  | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|--|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    |                                |                  |                   |                |
| Kazan Çalıştırılma Senaryolarının değiştirilmesi | Doğalgaz    | 13.006,20        | m3            | 10,73   | 12.754,39 | 29,22                          | -                | -                 | KV             |

### 2.1.3.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Tesise ısıtma ve soğutma ile birlikte hem taze hava ihtiyacını hem de fancoilin bulunmadığı mahallerin şartlandırmasını sağlamak amacıyla klima santralleri tahsis edilmiştir. Katlar, kazan daireleri, yüzme havuzu, çok amaçlı spor salonu, bodrum ve yan hacimler, fitness salonları ve garajlar olmak üzere tesisin farklı noktaları, fancoil bulunmadığı için şartlandırma direk olarak klima santralleri ile yapılmaktadır.

Klima santrallerinin boyutlarına göre kimi santraller enerji verimliliği açısından farklı özelliklere sahiptir. Bazı klima santralleri ısı geri kazanımlı ve DX bataryalıdır olmasının yanında bütün klima santralleri bataryalı ve hız kontrollü olarak seçilmiştir.

Tesisin yönetim binasında bulunan 8 adet klima santralinin 4 adedi taze hava, 4 adedi ise karışım havalı ve taze havalı olarak çalıştırılabilmektedir. Spor kompleksi binasında bulunan 7 adet klima santralinin 2 adedi nem alma, 1 adet taze havalı ve 4 adet karışım havalı olarak çalıştırılmaktadır. HVAC Otomasyon Sistemi ile işletilmektedir. Bu klima santralleri ayrıca soğutma grupları ve kazandan gelen sıcak ve soğuk su ile giren taze havanın şartlandırılmasını da sağlamaktadır. Klima santralleri böylece mahallerde ısıtma ve soğutma (ayrıca nemlendirme de) yapmaktadır. Santrallerin tamamında zaman programlaması yapılarak farklı saatlerde devreye girip, 22:00'da devreden çıkacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 2.52. Nem Alma Santrali

Klima santrallerinde enerji verimliliği adına dikkat çeken en önemli unsur ısı geri kazanımı ve hız kontrolü uygulamalarıdır. Isı geri kazanımlı klima santralinde Şekil 2.52’de de gösterildiği gibi ya santrale giren taze hava ile egzoz havası arasında enerji dönüşümü direk sağlanır veya karışım havası damperi ihtiyaca göre konumlandırılır. Santrale giren taze hava bu ısınan ya da soğuyan su bataryasının üzerinden geçerken dolaylı yoldan egzoz havasının verdiği enerjiyi alarak atık egzoz enerjisinden faydalanmış olunur. Karışım havalılarda ise taze hava, egzoz ve karışım damperi konumlanarak istenilen sıcaklığı yakalar. İstenilen sıcaklık değerleri sistem içinde yakalanamaz veya ihtiyaç artarsa ısıtma veya soğutma bataryaları devreye girerek sistemin beslemesi sağlanır.

Büyük fan kapasitelerine sahip klima santralleri bu durumla doğru orantılı olarak büyük fan motor kapasitelerine de sahiptir. Bu durumda önemli fan enerji tüketimleri söz konusu olacaktır. Hem bu yoğun tüketimler hem de sistemlerin ihtiyaca göre değişken devreye girip çıkması ile yük değişimleri bu tip motorlarda hız kontrolünün enerji verimliliği açısından oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte hız kontrolü uygulanan motorların çalışma sürelerinin de fazla olması bu yatırımların anlam kazanabilmesi için oldukça kritiktir. Bu bağlamda tesisteki en yoğun kullanılan, en büyük kapasitelere sahip ve aynı zamanda değişken yüklerde çalışan bütün fan motorları hız kontrollü olarak seçilmiştir. Bu durum enerji verimliliği açısından tesise önemli bir katkı sağlamaktadır.

#### 2.1.3.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

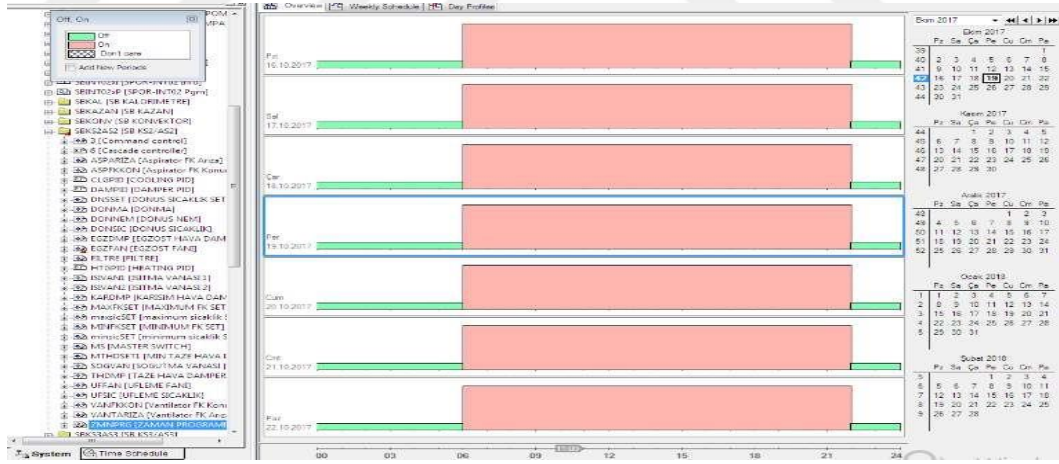
Klima santralleri ile iç hava kalitesi sürekli belli bir kalitede tutulmak istenmektedir. Bu doğrultuda iç ortam sıcaklığı, nem ve CO<sub>2</sub> oranlarına göre sistem devreye girmekte ve devreden çıkmaktadır. Bu sayede istenen sıcaklık ve konfor şartları sağlanmış olacaktır. Saha çalışmaları sırasında farklı bölgelerde iç hava kalitesi ölçümleri alınarak klima santrallerinin iç mekanları uygun standartlara ve konfor şartlarına ulaşıp ulaşmadığı incelenmiştir. Aşağıdaki tabloda bu ölçüm sonuçları sunulmuştur.



Tablo 2.59. Hava Kalitesi Ölçüm Sonuçları

| SPOR KOMPLEKSİ BİNASI        |               |         |                 |
|------------------------------|---------------|---------|-----------------|
| Mekan                        | Sıcaklık (°C) | Nem (%) | CO <sub>2</sub> |
| Havuz                        | 29            | 69.3    | 754             |
| Havuz Koridor                | 27.2          | 50.5    | 709             |
| Basket Sahası                | 25.4          | 60.6    | 601             |
| 2. Kat Koridor               | 25.2          | 60.3    | 746             |
| Fitness (Kapalı)             | 23.8          | 53.8    | 560             |
| Zemin Kat Koridor            | 23.7          | 56.5    | 559             |
| YÖNETİM BİNASI               |               |         |                 |
| Mekan                        | Sıcaklık (°C) | Nem (%) | CO <sub>2</sub> |
| İdari İşler Hol              | 24            | 49.7    | 495             |
| Yemekhane Önü Koridor        | 24.4          | 52      | 515             |
| Yemekhane                    | 26            | 57.4    | 607             |
| Tesisler Md. Koridor         | 23.7          | 51.1    | 485             |
| Organizasyon Koridor         | 24            | 50.8    | 490             |
| Toplantı Katı Önü            | 24.2          | 50      | 495             |
| Üst sistem odası Önü Koridor | 23.9          | 49      | 480             |

Tesinin otomasyon sisteminde klima santrallerinin çalıştırılmasına ait saat programlamaları incelenmiş örnek bir klima santraline ait görsel aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.53. İklimlendirme Cihazları Çalışma Saatleri

Bazı kısımlarda gereksiz olarak erken çalıştırmalar mevcuttur. Yönetim Binasının çalışma saatleri Spor kompleksinin ise aktivite saatleri göz önünde bulundurularak sistemlerin çalışma saatleri haftanın tüm günleri için 07:00 olarak

belirlenebilir. Bu sayede tesisin gereksiz tüketiminin önüne geçilecektir. Çalışma saatlerinin değiştirilmesi ile elde edilecek tasarruflar aşağıda gösterilmiştir.

İklimlendirme sistemlerinde zaman değişikliği ile elde edilebilecek tasarruf miktarı ortalama 15672 kWh/yıl'dır. İklimlendirme sisteminin zaman programının değiştirilmesi ile elektrik tüketiminde yaklaşık 15672 kWh tasarruf ederek yılda 4572.94 TL kazanç sağlanacaktır. Emisyon açısından ise yılda 8.65 ton CO<sub>2</sub> salınımı engellenmiş olup iyileştirmenin yatırım maliyeti bulunmamaktadır.

Tablo 2.60. İklimlendirme Sistemleri Çalışma Programının Değiştirilmesi

| Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |          | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Planı<br>Vade |
|--|-------------|------------------|---------------|---------|----------|---|----------------------------|--------------------------|------------------------|
|  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl   |   |                            |                          |                        |
| İklimlendirme Sisteminin Çalıştırılma Programının Değiştirilmesi | Elektrik    | 15.672,00        | kWh           | 1,35    | 4.572,94 | 8,65                                      | -                          | -                        | KV                     |

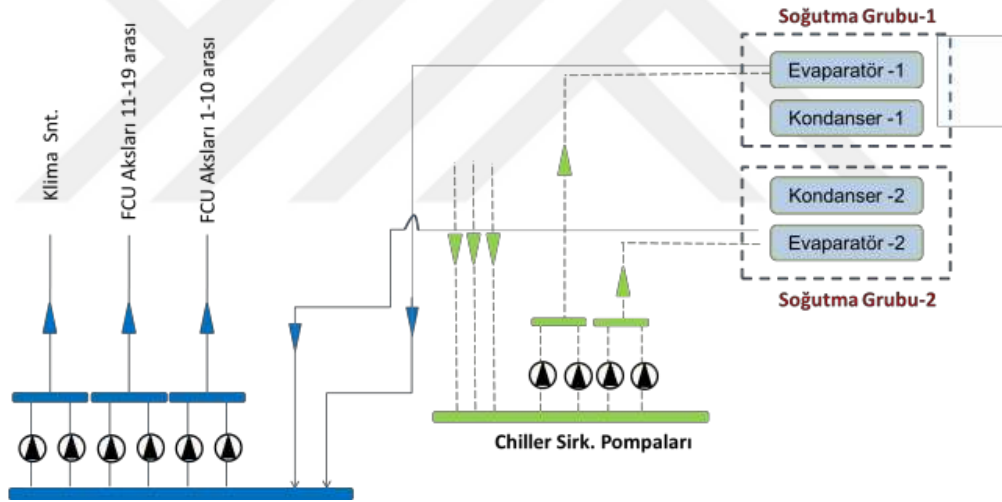
#### 2.1.3.10 SOĞUTMA SİSTEMİ

Tesisin soğutma ihtiyacı çatı katında bulunan soğutma grupları ile sağlanmaktadır. Çatı katında yönetim binası için 2 adet 370 kW'lık, spor kompleks binası için ise 2 adet 584 kW'lık toplam 4 adet hava soğutmalı soğutma grubu ünitesi ile karşılanmaktadır. Soğutma grubunda üretilen soğuk akışkan FCU ve klima santrallerini beslenmektedir. Soğutma üniteleri otomasyon sistemi ile izlenmekte ve yönetilmektedir. Soğutma grupları ile yaz döneminde tesisin soğutulması sağlanmaktadır.



Şekil 2.54. Soğutma Üniteleri

Soğutma gruplarında şartlandırılan soğutma suyu ana bir hat vasıtası ile tesisin iki farklı kazan dairesindeki kollektöre ulaşmakta olup bu kollektörden tüm tesise dağıtılmaktadır. Soğutma işlemini mahallerde fan-coil sistemi ile sağlayan proseste ayrıca klima santralleri de soğutma işlevi görmektedir. Soğutma grupları bir otomasyon vasıtası ile kontrol edilmektedir. Buna göre devreye alınmaları, soğuk suyun soğutma grubuna giriş çıkış sıcaklıklarının ayar ve izlenmesi ve zaman programlama gibi kontroller yapılabilmektedir. Ayrıca tesisin chillerlerine bağlı toplam aktif enerji, görünür güç, frekans ve akımların görüldüğü enerji analizörleri bulunmaktadır. Hava soğutmalı bu soğutma grupları kondanser düzeneğini oluşturan serpantin ve fanlar vasıtasıyla ile soğutucu akışkanın üzerindeki ısıyı çevre ortama atmaktadır. Bu sebeple bu tip soğutma grupları hava soğutmalı olarak adlandırılmıştır. Cihazlar soğutma işlemi için kompresör vasıtası ile elektrik tüketirken fanlarda da ayrıca bir elektrik tüketimine sahiptir. Soğutma grubunda soğutucu suyun çıkış sıcaklığı 7, dönüş sıcaklığı 12 °C olarak set edilmiştir.



Şekil 2.55. Yönetim Binası Soğutma Mekanik Sistem Şeması

Soğutma sistemi mekanik akış şemasında soğutma gruplarının evaporatör ünitesinde üretilen soğuk su sisteme gönderilmekte ve yönetim binasında 3 hatta, spor kompleksinde ise 2 hatta binayı beslemektedir. Soğutma ihtiyacı için kullanılan soğutma grupları ve buna bağlı fancoiller odalardaki sıcaklık termostatları ile kontrol edilmektedir. Bu termostatlar ve sıcaklıklar teknik personel tarafından kontrol edilmektedir.

### 2.1.3.11 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme



| ENERGY ANALYSER 2 (SPOR CHILLER-2) |       |                    |                      |                      |            |
|------------------------------------|-------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| CURRENT L1                         | 8.0 A | VOLTAGE L1         | 238.8 V              | TOTAL POWER          | 1887.8 VA  |
| CURRENT L2                         | 4.8 A | VOLTAGE L2         | 237.2                | TOTAL REACTIVE POWER | 39.8 VAR   |
| CURRENT L3                         | 4.0 A | VOLTAGE L3         | 237.2                | TOTAL ACTIVE POWER   | 1848.2     |
| FREQUENCY                          | 50.0  | TOTAL POWER FACTOR | 0.9                  |                      |            |
| REACTIVE CONSUMPTION 1             |       | 378603.2 VAR       | ACTIVE CONSUMPTION 1 |                      | 538722.8 W |

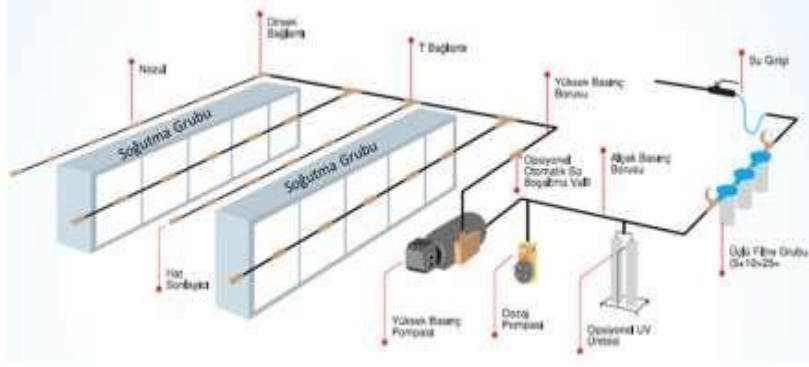
  

| ENERGY ANALYSER 3 (SPOR CHILLER-1) |       |                    |                      |                      |            |
|------------------------------------|-------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| CURRENT L1                         | 4.2 A | VOLTAGE L1         | 236.9 V              | TOTAL POWER          | 998.3 VA   |
| CURRENT L2                         | 0.0 A | VOLTAGE L2         | 237.2                | TOTAL REACTIVE POWER | 38.9 VAR   |
| CURRENT L3                         | 4.2 A | VOLTAGE L3         | 237.2                | TOTAL ACTIVE POWER   | 1051.4     |
| FREQUENCY                          | 50.0  | TOTAL POWER FACTOR | 0.9                  |                      |            |
| REACTIVE CONSUMPTION 1             |       | 245423.9 VAR       | ACTIVE CONSUMPTION 1 |                      | 404078.4 W |

Şekil 2.56. Soğutma grupları enerji izleme sistemi

Tesiste enerji verimliliği çalışmasının yapıldığı dönemde soğutma ihtiyacı olmadığından soğutma grupları devreye alınamamış ve herhangi bir elektriksel ölçüm yapılamamıştır. Şekil görüldüğü gibi şiddetli dolu yağmasına maruz kalan serpantin yüzeylerinde bazı ezilmeler meydana gelmiştir. Bu ezilmelerin artması durumunda serpantin yüzeylerinden meydana gelen ısı transferi kötü etkilenecek ve buna bağlı olarak sistemin soğutma verim değerinde bir takım azalmalar meydana gelecektir. Tesisin soğutma grupları bir otomasyon sistemine bağlı olarak çalıştırılmakta ve enerji izleme sistemi ile tek bir noktadan izlenilebilmektedir. Ayrıca tesisin ısıtma sisteminde olduğu gibi soğutma sistemi üzerinde de belli noktalara kolorimetreler yerleştirilerek tesisin zonlarını besleyen sistemlerin(klima santralleri, FCU vb.) harcadığı enerji izlenebilmektedir. Soğutma gruplarında yapılan saha analizi ve incelemelerde tesisin yoğun soğutma ihtiyacına karşılık yılın belli bir bölümünde soğutma gruplarının çalıştığı gözlenmiştir. Bu noktada temel soğutma üretimini sağlayan soğutma gruplarında enerji verimliliğini artırmaya yönelik çalışma ve analizlerin yapılması oldukça önem kazanmaktadır. Yapılan incelemede soğutma gruplarının hava soğutmalı bir sistem ile çalışmasından dolayı bu noktada bir enerji verimliliği çalışması yapılabileceği görülmüştür.

### 2.1.3.12 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları



Şekil 2.57. Evaporatif Ön Soğutmalı Soğutma Grubu



Şekil 2.58. Evaporatif ön soğutma sisteminde giriş havasının soğutulması

Çalışma kurgusu gösterilen evaporatif ön soğutma sisteminin çalışma prensibi temelde soğutma grubu soğutma havası giriş panelinin önüne kurulan bir su püskürtme ekipmanından gelmektedir. Bu panele nozullar sayesinde püskürtülen 5 mic çapındaki pulverize su tanecikleri giriş havasını (iklim bölgesine göre) 10°C kadar soğütarak soğutma grubunun verimini arttırır.

Tesisteki soğutma gruplarına ön soğutma sisteminin eklenmesi ile yıllık 34500 kWh elektrik tasarrufu sağlanacaktır. Aynı zamanda parasal olarak 10666.77 TL tasarruf edilmekte olup yapılacak yatırım geri ödeme süresi yaklaşık 3.97 yıldır. Tablo 2.61.'de özet olarak sonuçlar verilmiştir.

Tablo 2.61. Soğutma Kulesi Fan Motorlarına Hız Kontrolü İle Elde Edilecek Tasarruflar

| Önlemler                                 | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO2 Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|--|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------|------------------|-------------------|----------------|
|  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    | Ton/Yıl            | TL/Yıl           | Yıl               | Vade           |
| Soğutma Gruplarına Evaporatif Ön Soğutma | Elektrik    | 34.500,00        | kWh           | 2,97    | 10.066,77 | 19,04              | 40.000,00        | 3,97              | UV             |

### 2.1.3.13 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ

Tesiste 2 adet 1600 KVA'lık kuru tip transformatör vardır. Bu transformatör bir otomasyon ile sürekli izlenebilmektedir. Bu tip trafolar nem ile kirlilikten etkilenmezler, daha az yer kaplar ve bakım giderleri yoktur. Ayrıca yangın oluşturma riski de yoktur. Bu açıdan trafo seçiminde daha maliyetli ama doğru bir trafo tipi tercih edilmiştir. Satın alınan elektriğin tarifesi tek terim, tek zamanlı ve “4 no’lu ticarethane” üzerindedir.

### 2.1.3.14 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Enerji analizörü ile tesisteki tüm trafodan tüketim ölçümleri alınmıştır. Yönetim Binası altı günlük ölçüm sonuçlarında güç tüketimlerinin 20.82 kW ile 117.5 kW arasında değiştiği ortalama 50.1 kW güç tüketimi gerçekleştiği görülmektedir.

Tesiste gerçekleşen ilk 2 günlük ölçümlerde ortalama 30 kW'lık bir talebin olduğu görülmektedir. Pazartesi günü mesai saatinin başlaması ile devreye alınan sistemlerden dolayı 06:00-18:00 saatleri arasında güç ihtiyacının 100 kW seviyelere kadar yükseldiği görülmektedir. Görünür güç tüketimlerinin ise 21.31 kVA ile 121.3 kVA arasında değiştiği ortalama 51.12 kVA güç tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Ortalama her bir faz için 174 Amper arası akım çeken trafoda fazlar arası gerilim değerleri 405 V olarak ölçülmüştür. CosΦ ortalaması 0.997 olarak ölçülmüş değer 1 e yakın olması kompanzasyon sisteminin düzgün çalıştığını göstermektedir. Yönetim Binası harmonik değerlerinde, gerilim harmonikleri

ortalama % 2.7 seviyelerinde, akım harmonikleri ise ortalama %14 seviyelerinde olmaktadır.

Spor Kompleksi binasında beş günlük ölçüm sonuçlarında güç tüketimlerinin 76.9 kW ile 236.9 kW arasında değiştiği ortalama 148.3 kW güç tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Tesisin devrede olmadığı zaman dilimlerinde ihtiyacın sabit 120 kW seviyelerinde olduğu, tesisin devreye alınması ile ihtiyacın ortalama 170 kW seviyelerinde olduğu görülmektedir.

Görünür güç tüketimlerinin ise 81.1 kVA ile 254.9 kVA arasında değiştiği ve ortalama 171.1 kVA değerlerinde olduğu görülmektedir. Ortalama her bir faz için 252 Amper akım çeken trafoda fazlar arası gerilim değerleri 401 V olarak ölçülmüştür.  $\cos\Phi$  değeri değişkenlik göstererek 0.75 ile 0.98 arasında değişmekte ortalaması ise 0.86 olarak seyretmektedir. Spor Kompleksi binasında harmonik değerlerinde, gerilim harmonikleri ortalama % 2.6 seviyelerinde, akım harmonikleri ise ortalama %4.9 seviyelerinde olmaktadır. Tesisin Spor Kompleksine ait binasında  $\cos\Phi$  değeri tesisin güç talep eğrisinin 120 kW olduğu anlarda 0.75'e kadar düştüğü, yükün artarak güç talep eğrisinin 170 kW seviyelerine çıktığı durumlarda ise  $\cos\Phi$  değerinin 0.98 seviyelerine kadar yükseldiği görülmektedir. Bu durumun temel sebebi kompanzasyon devrelerinin kademe oranları seçilirken büyük kademeli olarak seçilmesinden kaynaklanmakta ve Reaktif rölenin devreye girmemesinin temel sebebi olarak gösterilebilir. Tesisin Spor Kompleksi bölümüne ait ortalama  $\cos\Phi$  değeri ise 0.87 seviyelerindedir. Tesislerin  $\cos\Phi$  değeri ortalaması 0.8'in altına düşmesi halinde indüktif değeri %20'i geçerek ceza sınırına gireceği bilinmelidir. Bu sebeple tesisin kompanzasyon sistemi ile ilgili gerekli önlemlerin tesis yönetimi tarafından en kısa süre içerisinde alınması önerilmektedir.

### 2.1.3.15 ELEKTRİK MOTORLARI

Tesiste elektrik motoru altyapısını, kazan dairesinde iklimlendirmeyi sağlayan ekipman pompaları ile kullanım suyunu basınçlandıran hidrofor tahrik motorları oluşturmaktadır. Aynı zamanda kompresör motorları da mevcut olup bu motorlar ilgili başlıklarda incelenmiştir. Özellikle kazan dairesi içerisinde çok sayıda, ısıtma ve soğutma hatlarında akışı sağlayan pompa bulunmaktadır. Bu çok sayıda pompa aynı miktarda elektrik motoru ile tahrik edilerek akışın oluşmasını sağlamaktadır. Bu motorlar dışında yine iklimlendirme amaçlı kullanılan klima santrallerinde fan motorları mevcuttur. Fan motorlarının tamamında enerji verimliliği açısından hız kontrol sürücüleri ile frekans kontrolü yapılmaktadır. Fakat bu durum aynı zamanda yüksek miktarda harmonik değerlerinin oluşmasını da beraberinde getirmektedir.



Şekil 2.59. Tesisatta Kullanılan Elektrik Motorları

### 2.1.3.16 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Elektrik motorları ile ilgili tasarruf potansiyelinde dikkate alınacak hususların başında uzun süreli ve değişken yükte çalışan motorlara hız kontrolü uygulanması analizidir. Tesisin bu noktada kritik noktalardaki pompaların elektrik motorlarında hız kontrolü sistemini uygulanması enerji verimliliği açısından oldukça önemlidir. Özellikle belli aralıklarla devreye giren ve çıkan chiller ile kazan pompalarında hız kontrolü uygulaması yapılması tasarruf açısından dikkate alınmalıdır. Motor, hız kontrol cihazları ile kontrol edildiğinde, istenen debideki hava veya su devri ayarlanarak sağlanacak ve gerektiği kadar bir enerjiyi şebekeden çekecektir. Dolayısı ile devir düştüğünde şebekeden çekilen güç de azalacaktır. Devir sayısında olabilecek % 10 bir azalma, güç sistemine yaklaşık % 27 gibi bir azalma ile enerji



tasarrufu sağlayacaktır. Bu bakımdan tasarım aşamasında kritik noktadaki pompalarda hız kontrolüne gidilerek önemli bir tasarruf sağlanmıştır.

Tablo 2.62. Tesiste kullanılan elektrik motorları ve karakteristik özellikleri

| Pompa Kullanım Yeri                             | Adet | Yedek Çalışıyor mu? | Marka | Tip          | Amaç     | Hız Kont. Var mı? | Güç (kW) | Devir (d/d) |
|---|------|---------------------|-------|--------------|----------|-------------------|----------|-------------|
| 1 Yönetim Binası Boyler Sirk. Pomp.             | 1+1  | Hayır               | WAT   | QS 80M6B     | Isıtma   | Yok               | 0.55     | 920         |
| 2 Yönetim Binası Fancoil Isıt. Sirk. Pomp.      | 1+1  | Evet                | GAMAK | AGM 80       | Isıtma   | Var               | 0.55     | 1365        |
| 3 Yönetim Binası Fancoil Isıt. Sirk. Pomp.      | 1+1  | Evet                | WAT   | QS 80M6B     | Isıtma   | Var               | 0.65     | 920         |
| 4 Yönetim Binası Klima Sant Isıt. Sirk. Pomp.   | 1+1  | Evet                | WAT   | QS FA 90S4A  | Isıtma   | Var               | 1.10     | 1400        |
| 5 Spor Komp. Konvektör Sirk. Pomp.              | 1+1  | Evet                | WAT   | QS FA 71 M4A | Isıtma   | Yok               | 0.25     | 1390        |
| 6 Spor Komp. FCU Isıt. Sirk. Pomp.              | 1+1  | Evet                | WAT   | QS FA 90S6A  | Isıtma   | Var               | 0.75     | 925         |
| 7 Spor Komp. Klima Sant. Sirk. Pomp.            | 1+1  | Evet                | GAMAK | AGM 100L     | Isıtma   | Var               | 3.00     | 1490        |
| 8 Spor Komp. Boyler Isıtma Devre Sirk. Pomp.    | 1+1  | Evet                | GAMAK | AGM 100L     | Isıtma   | Yok               | 2.20     | 1400        |
| 9 Spor Komp. Kullanım Su Devre Sirk. Pomp.      | 1+1  | Evet                | GAMAK | AGM 80       | Isıtma   | Yok               | 0.55     | 890         |
| 10 Havuz Sirk. Pomp.                            | 3+3  | Evet                | ABANA | -            | Sirk.    | Yok               | 18.50    | 1450        |
| 11 Spor Komp. FCU Soğutma Pomp.                 | 1+1  | Evet                | WAT   | QS 100L      | Soğutma  | Yok               | 3.00     | 1420        |
| 12 Spor Komp. Klima Sant. Soğutma Pomp.         | 1+1  | Evet                | GAMAK | GM 160L      | Soğutma  | Yok               | 15.00    | 1460        |
| 13 Spor Komp. Soğutma Sirk. Pomp.               | 2+2  | Evet                | GAMAK | GM 160M      | Soğutma  | Yok               | 11.00    | 1450        |
| 14 Yönetim Klima Sant.Sirk. Pomp.               | 1+1  | Evet                | GAMAK | AGM 112M     | Soğutma  | Yok               | 4.00     | 1425        |
| 15 Yönetim Binası FCU 1-10 Aksları Sirk. Pomp.  | 1+1  | Evet                | WAT   | QS FA 90S4A  | Soğutma  | Yok               | 1.10     | 1400        |
| 16 Yönetim Binası FCU 11-19 Aksları Sirk. Pomp. | 1+1  | Evet                | WAT   | QS 80M4B     | Soğutma  | Yok               | 0.75     | 1400        |
| 17 Yönetim Binası Chiller-1 Sirk. Pomp.         | 1+1  | Evet                | WAT   | QS FA 132S2A | Soğutma  | Yok               | 5.50     | 2880        |
| 18 Yönetim Binası Chiller-2 Sirk. Pomp.         | 1+1  | Evet                | WAT   | QS FA 132S2A | Soğutma  | Yok               | 5.50     | 2880        |
| 19 Yönetim Binası Hidrofor Grubu                | 1+1  | Evet                | DAF   | DM2 5005     | Kullanım | Yok               | 4.00     | 2900        |
| 20 Spor Komp. Binası Hidrofor Grubu             | 1+1  | Evet                | DAF   | DM2 5006     | Kullanım | Yok               | 4.00     | 2900        |

### 2.1.3.17 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Hız kontrolü olmayan bir motorda yük farklılıklarından elde edilebilecek enerji verimliliği potansiyeli kaçırılmış olur. Oysaki hız kontrollü bir motor sayesinde

yükte, boşta ve yükün boyutlarına göre sürülecek bir motor ile %40'lara varan enerji tasarrufları söz konusu olmaktadır.

Tablo 2.63. Ölçüm Sonuçları

| Pompa Kullanım Yeri                  | Sürekli Çalışan Adet | Etiket Gücü (kW) | Fiili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kWh) | Çalışma Süresi (h) | Net Tasarruf (kWh) |
|--------------------------------------|----------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| Havuz Sirk. Pomp.                    | 3                    | 18,5             | 14,9                   | 9,67                          | 5,23                     | 4.900              | 76.950             |
| Spor Komp. Klima Sant. Soğutma Pomp. | 1                    | 15               | 11,25                  | 6,33                          | 4,92                     | 1.450              | 7.137              |
| Spor Komp. Soğutma Sirk. Pomp.       | 2                    | 11               | 8,25                   | 4,64                          | 3,61                     | 1.450              | 10.467             |
| Yönetim Klima Sant. Soğ. Sirk. Pomp. | 1                    | 4                | 3                      | 1,69                          | 1,31                     | 1.450              | 1.903              |
| Yönetim Binası Chiller-1 Sirk. Pomp. | 1                    | 5,5              | 4,13                   | 2,32                          | 1,8                      | 1.450              | 2.617              |
| Yönetim Binası Chiller-2 Sirk. Pomp. | 1                    | 5,5              | 4,13                   | 2,32                          | 1,8                      | 1.450              | 2.617              |
| TOPLAM                               |                      |                  |                        |                               |                          |                    | <b>101.691</b>     |

Sarı ile işaretli alanlar fiili olarak güç tüketim ölçümü yapılan pompalara ait elektrik tüketimini ifade etmektedir. Yük oranı düşük hidroforlar ve 4 kW altı motorlarda yapılan hız kontrollü sistem maliyetlerinde geri ödeme süresinin çok uzun çıkması sebebiyle listeye dahil edilmemiştir. Isıtma veya soğutma yapan bir pompanın yıllık yük oranı elektrik motorları üreticileri derneği tarafından %75 olarak kabul edilmiştir. Pompalardan alınan elektriksel ölçümlerde %75 yük altında çalışan pompaların olduğu ayrıca görülmüştür. Bu sebeple 1 yıllık çalışma esnasında çekilen fiili güç, etiket değerinin %75'i olarak alınmıştır. Tabloda belirtilen motorlarda hız kontrol uygulaması yapılması halinde elektrikten yıllık 101609 kWh enerji tasarrufu ayrıca yıllık 56.09 ton CO<sub>2</sub> azalımı gerçekteşmiş olacaktır. Yatırım maliyeti 85000 TL ve sistemin geri ödeme süresi 2.87 yıldır. Tasarrufun miktarları, genel maliyet, emisyon azalımı ve yatırımın geri ödeme süresi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2.64. Pompalarda Hız kontrolü uygulaması ile elde edilen tasarruf ve geri ödeme süresi

| Önlemler                          | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|-----------------------------------|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|                                   |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    |                                |                  |                   |                |
|                                   |             |                  |               |         |           | Ton/Yıl                        | TL/Yıl           | Yıl               | Vade           |
| Pompalarda Hız Kontrol Uygulaması | Elektrik    | 101.609,00       | kWh           | 8,74    | 29.648,55 | 56,09                          | 85.000,00        | 2,87              | UV             |

### 2.1.3.18 AYDINLATMA SİSTEMİ

Tesisin aydınlatma karakteristiğine baktığımızda çoğunlukla LED bazlı bir altyapı seçildiği, kısmen floresan bazlı değiştirilmemiş aydınlatmanın da olduğu görülmektedir. İç aydınlatma açısından yapılan inceleme ve analizde klasik tip 18, 26, 35 ve 36 W'lık floresanlar ve dış aydınlatmada 400 W'lık metal halide aydınlatmalar kullanılmıştır.

Tesis insanların yoğun ziyaretine uğrayan bir bina yapısına sahip olduğu için aydınlatma ihtiyacı oldukça önemli olmakla birlikte bu ihtiyaçtan taviz vermekte pek uygun olmamaktadır. Bu sebeple tesisin aydınlatma sayısını azaltarak enerji tasarrufu yapmaktan çok aydınlatmalarda yeni nesil teknolojiler kullanarak enerji verimliliği sağlanmalıdır.

### 2.1.3.19 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

EN 12464-1:2011 Standardına göre değerlendirdiğimizde bina içler ve dolaşım alanlarında kalan koridor, merdiven, bekleme koridorları ve asansör girişlerinde olması gereken en az aydınlık düzeyinin 100 lx, fiziksel aktivitelerin yapıldığı salonlarda 300 lx, Kafeterya gibi alanlarda 200 lx olması gerektiği belirtilmektedir. Bu değerler baz alınarak Tablo 2.65'de ki gösterilen değerler kıyaslandığında tesisin aydınlatma düzeyinin minimum seviyelerin üstünde konfor şartları açısından uygun seviyededir.

Tablo 2.65. Lüks Ölçüm Sonuçları

| Yönetim Binası        |              | Spor Kompleksi                |              |
|-----------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| Kısım                 | Ölçüm (lüks) | Kısım                         | Ölçüm (lüks) |
| İdari İşler Holü      | 180          | Spor Salonu                   | 700          |
| Yemekhane Koridor     | 140          | Spor Salonu Üst Koridor       | 155          |
| Yemekhane             | 450          | Yüzme Havuzu                  | 470          |
| Tesisler Md. Koridoru | 460          | Danışma (Giriş)               | 255          |
| Zemin Lobi            | 470          | Kafeterya                     | 310          |
| Organizasyon Koridoru | 250          | Havuzlar Koridor              | 205          |
| Alt Çay Ocağı         | 260          | Küçük Koridorlar (Havuz Katı) | 300          |
| Genel Md. Koridoru    | 1700         |                               |              |
| Toplantı Odası Önü    | 260          |                               |              |
| Üst Sistem Odası Önü  | 460          |                               |              |
| Üst Çay Ocağı         | 570          |                               |              |

#### 2.1.3.20 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Tesisin değişime uğramamış mevcut aydınlatma sisteminin Led aydınlatma değişimi sonrası elektrikten 135077.84 kWh ve 39414.44 TL tasarruf ile birlikte 74.56 ton emisyon azalımı sağlanacaktır. Oluşacak yatırımın geri ödeme süresi 2.54 yıldır.

Tablo 2.66. LED Aydınlatma Dönüşümünün Enerji Tasarrufuna Etkisi ile Geri Ödeme Süresi

| Önlemler                       | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|--------------------------------|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|                                |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    |                                |                  |                   |                |
| Aydınlatma Sisteminin Değişimi | Elektrik    | 135.077,84       | kWh           | 11,62   | 39.414,44 | 74,56                          | 100.000,00       | 2,54              | UV             |

#### 2.1.3.21 BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ

Tesisin ilk projelendirme ve inşaat döneminde mekanik sistemler için bir otomasyon alt yapısı oluşturulmuştur. Isıtma, soğutma ve klima santrallerinin merkezi bir noktadan izlenmesi ve kontrol edilmesinin bu otomasyon altyapısı ile

sağlanması hedeflenmiştir. Ancak mevcut durumda genel olarak sadece izleme ve açma/kapama yapılmaktadır.

#### 2.1.3.22 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

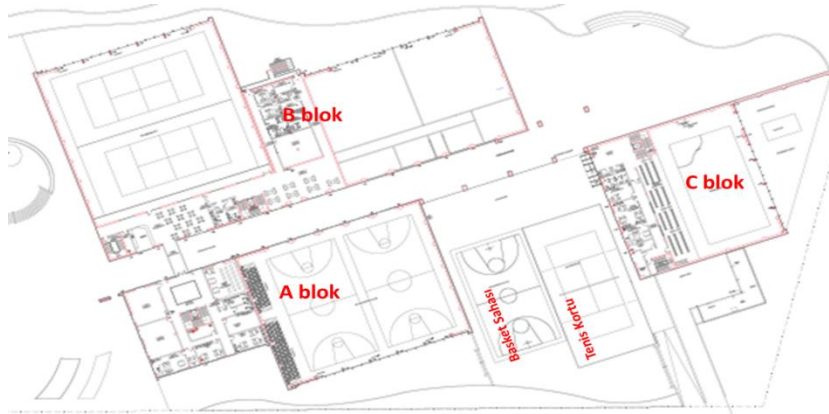
Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve verilere göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 38.12 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddî açıdan 303152 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 194.94 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.



## 2.1.4 AVCILAR SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.4.1 Bina Bilgileri

Tesis 2016 yılında faaliyete geçmiştir. Avcılar Spor Kompleksi 3 farklı blok yapısına sahiptir. Tesisin iklimlendirilen alanlarının toplamı 8100 m<sup>2</sup> 'dir. Bina ısınma amaçlı 2 adet ısıtma kazanına kalorifer kazanına ve soğutma amaçlı olarak 1 adet hava soğutmalı soğutma grubu ile çeşitli klima santrallerine sahiptir. Sıcak su için boyler depoları, basınçlı hava için kompresör alt yapısı mevcut olan tesis yoğun olarak çalışmaktadır.



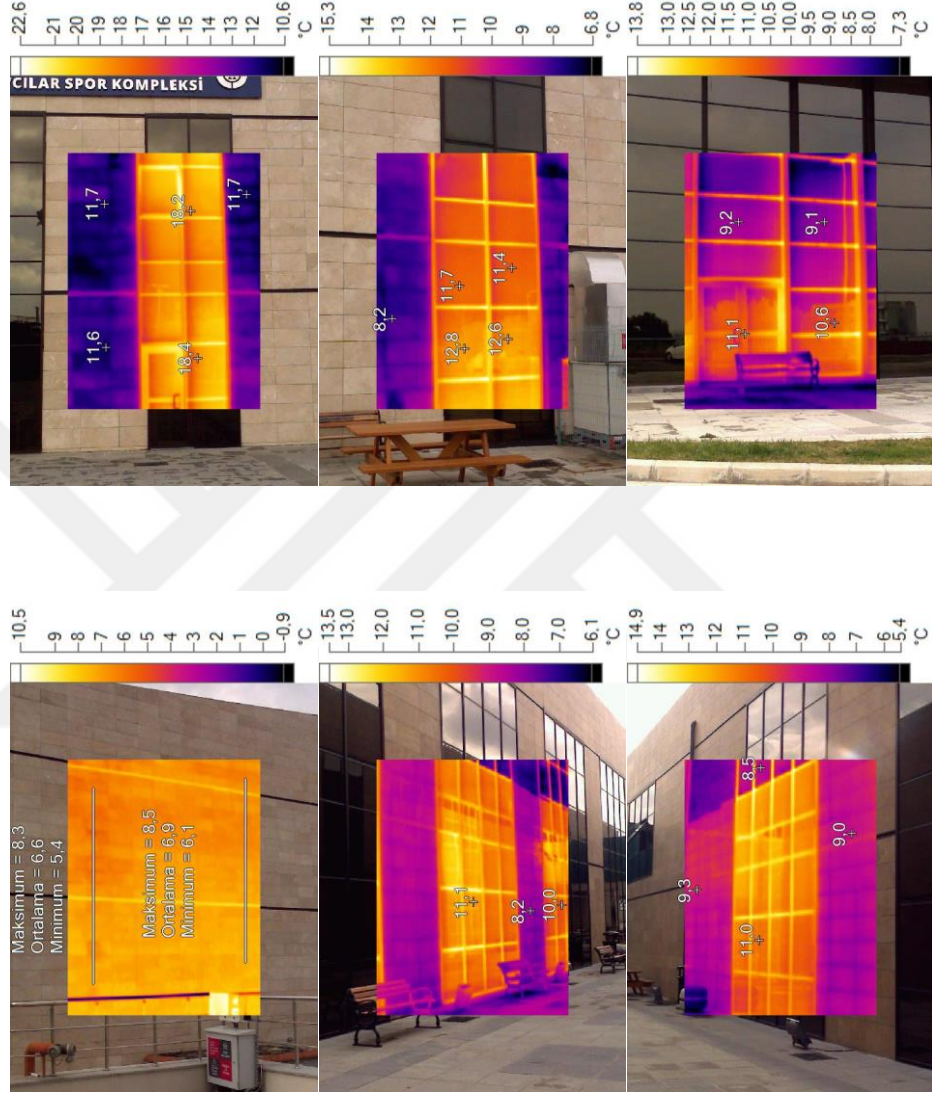
Şekil 2.60. Tesis Arsa ve Vaziyet Planı

Tesisin dış cephelerinde bulunan cam yapısı alüminyum cephe Low-E kaplama 16 mm ısı cam kullanılmıştır. Tesisin mimari kesit bileşenlerine ulaşamamıştır. Enerji verimliliği açısından ısı kayıplarında en önemli rolü cephe yüzeyleri ve bu yüzeylerdeki opak ya da saydam elemanlar almaktadır. Camlı yüzeylerin bina cephelerinde az yapıda olması tesisi için bu noktalardan gerçekleşecek ısı kayıplarını azaltıcı yöndedir. Camlı yüzeylerden ısı kaybının daha fazla olması (duvara göre) ve güneş yollu ısı kazançlarının da söz konusu olması bu yüzeylerin ayrıca incelenmesini gerektirmektedir.

Bina Kuzey – Güney çizgisi ile 56° açı yapacak şekilde (kısa kenarları kuzey-doğu doğru) konumlandırılmıştır. Camlı yüzeylerin fazla ya da az olması temelde ısıtma ve soğutma yüklerine etki etmektedir. Camlı yüzeylerin çok daha fazla olması kış mevsiminde ısıtma yüklerini arttırmakta (camlı yüzeylerin ısıl geçirgenliklerinin yalıtımlı duvara göre çok daha fazla olmasından dolayı) yaz mevsiminde ise hem ısıl direncin az olması hem de güneş ısını geçirmesinden dolayı soğutma yüklerini arttırmaktadır. Her iki mevsim için de oluşacak bu yük artışları açısından binanın mevcut camlı alan oranı uygundur. Ancak binanın camlı yüzeylerinin artışı iç ortam aydınlatmasında gün ışığından daha fazla faydalanmayı sağlayabilmektedir. Yapıların güney yüzleri, kışın doğu ve batı yüzlerine göre üç kat daha fazla güneş ışınımı alabileceği söylenebilir. Bu takdirde doğu ve batı yüzeyleri, güney yüzeyine göre kışın daha soğuk, yazın daha sıcaktır. Güneydoğu ve güneybatı yüzleri kış aylarında, yaz aylarına göre daha fazla güneş ışınımı alır. Yatay yüzler ise en çok güneş ışınımını yaz aylarında alır. Kış aylarında ise bu yüzler güney, güneydoğu ve güneybatı yüzeylerinden daha az ışınım alır.

Yukarıdaki verilerden yola çıkarak, farklı işlemleri olan yapılar için doğu-batı doğrultusunda uzanan yani uzun yüzeyleri güneye ve kuzeye, dar yüzeyleri doğu ve batıya bakan yönlendiriliş biçiminin en ideal olabileceği ileri sürülebilir. Bu tür yapılarda farklı mekânları karşılıklı olarak her iki yüzeye yerleştirmek olasıdır. Kare planlı yapılarda ise her mekan için farklı yönlendirme söz konusudur. Güneye bakan cephedeki camlı yüzeylerin daha az oluşu buradan gelecek olan güneş ışınım ile ısınma potansiyelini azaltmakta, doğu ve batı cephelerindeki camlı yüzeylerin

de daha fazla olması bu cephelerin kışın daha soğuk olmasından dolayı ısı kaybını fazlaştırmaktadır. Tesisin mimari yapısı göz ününe alındığında ideal bir konumlandırmaya sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 2.61. Termal Kamera Çekimleri

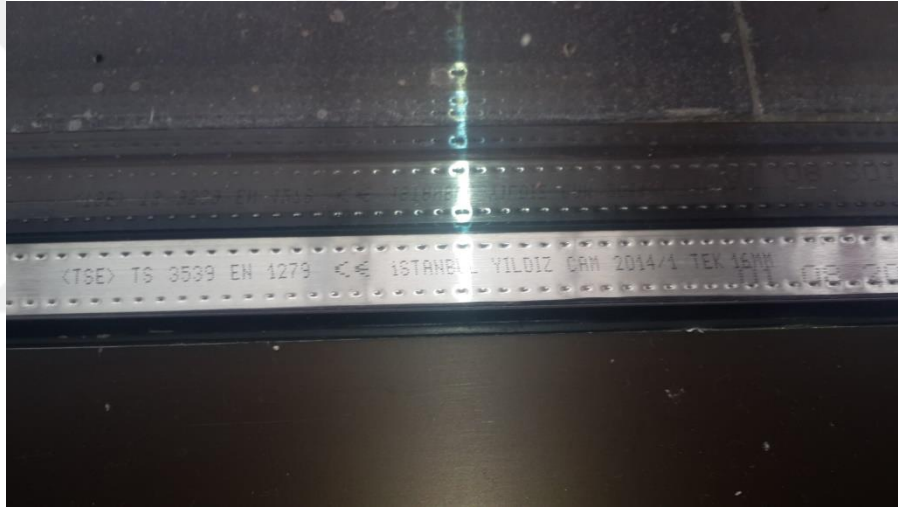
Tesisin dış duvarlarında termal kamera alınan ölçümlerde birçok noktada homojen sıcaklık dağılımı olduğu ve dış ortam sıcaklıklarına yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca tesisin camları koyu renk yansıtıcı kaplama yapısına sahip olduğundan dış ortamda meydana gelen güneş ışınımını yansıtıcı etki göstermiştir. Yukarıda görüldüğü gibi tesisin cam bileşeni, yapı bileşenleri ve yeni



bir tesis olmasından dolayı dış cephe mimari yapısının iyi olduğu söylenilebilir. Tesiste kullanılan camlar yansıtıcı yüzeyli ısı cam alüminyum çift cam doğramadır. Çift camlı bu pencere sisteminde camlar 4 mm olup ara boşluk 16 mm'dir. Tablo 2.67'de verilen cam özelliklerine baktığımızda ısı geçirgenlik katsayısının 1.5 W/m<sup>2</sup>K olduğu görülmekte, bu değer özellikle büyük bir oranı cam yüzey olan cephelerde ısı kayıpları açısından opak elemanlar için uygun bir değerdir. Şekil 2.62'da pencereye ait görsel sunulmuştur.

Tablo 2.67. Pencere Özellikleri

| Ürün                     | Gün Işığı       |              | Güneş Enerjisi     |                     | Isı Geçirgenlik Katsayısı (W/m <sup>2</sup> K) |
|--------------------------|-----------------|--------------|--------------------|---------------------|--|
|                          | Geçirgenlik (%) | Yansıtma (%) | Toplam Geçirgenlik | Gölgeleme Katsayısı |  |
| Çift camlı Low-E pencere | 71              | 10           | 0,44               | 0,51                | 1,5  |



Şekil 2.62. Tesisteki pencere profili

Tablo 2.68. Bina Bilgileri

|                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1. Binanın Adı                     | : İBB Avcılar Spor Kompleksi |
| 2. İnşa Yılı                       | : 2016                       |
| 3. Kullanım Amacı                  | : Spor Kompleksi             |
| 4. Kullanım Alanı                  | : 8100 m <sup>2</sup>        |
| 5. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı | : 1662                       |

|        |                                  |                  |
|--------|----------------------------------|------------------|
| 7      | Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | : 255            |
| 8.     | Isıtma/Soğutma Sistemi           | : Kazan/Chiller  |
| 9.     | Yalıtım Durumu                   | : Var            |
| Yıllar |                                  | Tüketimler (TEP) |
| 2017   |                                  | 252.91           |

#### 2.1.4.2 Elektrik Tüketimlerinin Analizi

Bu bölümde tesisin aylık bazda enerji tüketimleri incelenmiştir. Bu veriler ayrı ayrı tablolar ve grafikler ile detaylandırılmıştır. Yapılacak analizlerde bu veriler referans alınacaktır.

Tablo 2.69. 2017 Yılı Elektrik Tüketimi

| Aylar            | Tüketim             |               |          |     | Maliyet ( TL )       |          |                      |
|------------------|---------------------|---------------|----------|-----|----------------------|----------|----------------------|
|                  | Satın Alınan        |               | Üretilen |     | Satın Alınan         | Üretilen | Toplam               |
|                  | kWh                 | TEP           | kWh      | TEP |                      |          |                      |
| Ocak             | 94.641,78           | 8,14          |          |     | 28.439,85 TL         |          | 28.439,85 TL         |
| Şubat            | 88.758,84           | 7,63          |          |     | 26.672,03 TL         |          | 26.672,03 TL         |
| Mart             | 96.056,28           | 8,26          |          |     | 28.864,91 TL         |          | 28.864,91 TL         |
| Nisan            | 80.012,40           | 6,88          |          |     | 24.043,72 TL         |          | 24.043,72 TL         |
| Mayıs            | 94.961,94           | 8,17          |          |     | 28.536,07 TL         |          | 28.536,07 TL         |
| Haziran          | 113.086,86          | 9,73          |          |     | 33.982,60 TL         |          | 33.982,60 TL         |
| Temmuz           | 123.612,12          | 10,63         |          |     | 37.145,44 TL         |          | 37.145,44 TL         |
| Ağustos          | 141.621,12          | 12,18         |          |     | 42.557,14 TL         |          | 42.557,14 TL         |
| Eylül            | 132.858,12          | 11,43         |          |     | 39.923,86 TL         |          | 39.923,86 TL         |
| Ekim             | 142.066,86          | 12,22         |          |     | 42.691,08 TL         |          | 42.691,08 TL         |
| Kasım            | 122.009,94          | 10,49         |          |     | 36.663,99 TL         |          | 36.663,99 TL         |
| Aralık           | 114.466,86          | 9,84          |          |     | 34.397,30 TL         |          | 34.397,30 TL         |
| <b>Toplamlar</b> | <b>1.344.153,12</b> | <b>115,60</b> |          |     | <b>403.917,98 TL</b> |          | <b>403.917,98 TL</b> |

Tablo 2.69’de tüketim özeti verilen 2017 yılına ait elektrik tüketimlerinde dikkat çeken noktaların başında Mayıs ayından sonra yaz aylarının gelmesi ile elektrik tüketimlerinde yaşanan artışın olduğu görülmektedir.

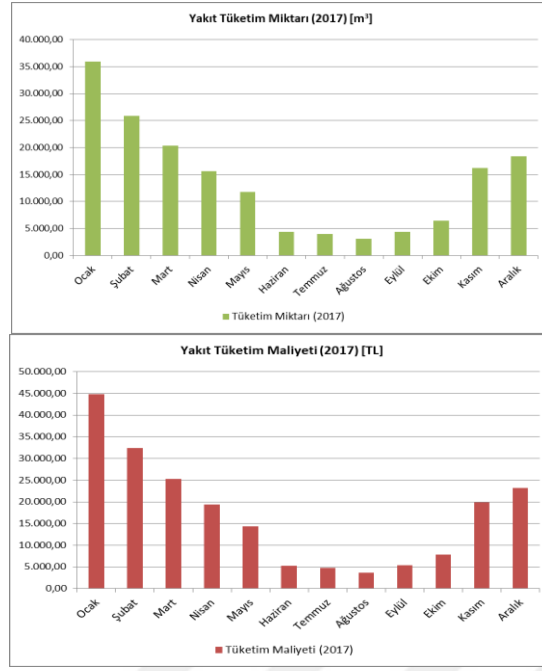
### 2.1.4.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

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

Tablo 2.70. 2017 yılı için yakıt (doğalgaz) tüketiminin aylık değerleri

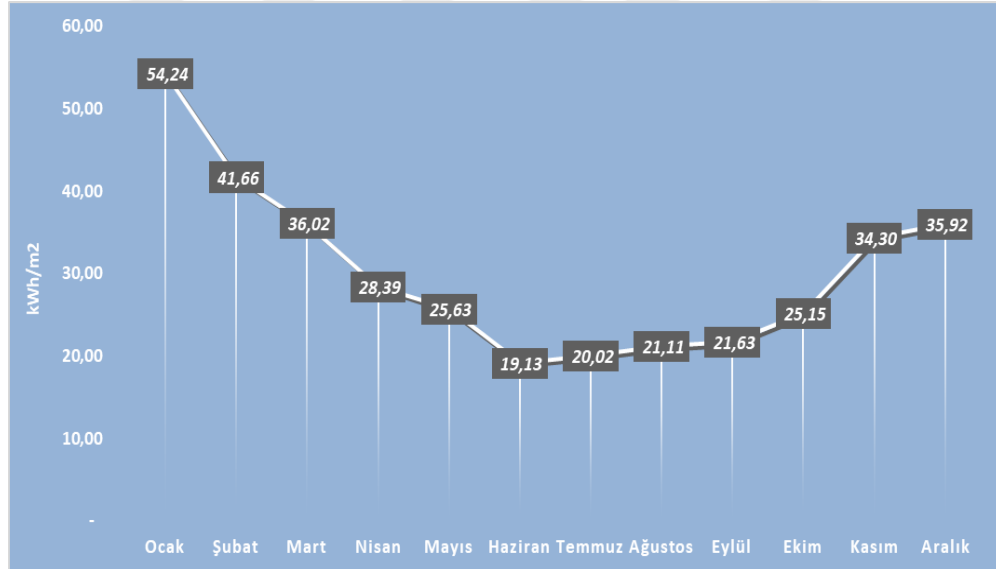
| Aylar            | Tüketim           |               |          |     | Maliyet ( TL )       |          |                      |
|------------------|-------------------|---------------|----------|-----|----------------------|----------|----------------------|
|                  | Satın Alınan      |               | Üretilen |     | Satın Alınan         | Üretilen | Toplam               |
|                  | m <sup>3</sup>    | TEP           | kWh      | TEP |                      |          |                      |
| Ocak             | 35.903            | 29,62         |          |     | 44.840,75 TL         |          | 44.840,75 TL         |
| Şubat            | 25.907            | 21,37         |          |     | 32.357,25 TL         |          | 32.357,25 TL         |
| Mart             | 20.387            | 16,82         |          |     | 25.330,00 TL         |          | 25.330,00 TL         |
| Nisan            | 15.621            | 12,89         |          |     | 19.356,00 TL         |          | 19.356,00 TL         |
| Mayıs            | 11.733            | 9,68          |          |     | 14.363,00 TL         |          | 14.363,00 TL         |
| Haziran          | 4.364             | 3,60          |          |     | 5.282,00 TL          |          | 5.282,00 TL          |
| Temmuz           | 4.018             | 3,31          |          |     | 4.805,00 TL          |          | 4.805,00 TL          |
| Ağustos          | 3.056             | 2,52          |          |     | 3.635,00 TL          |          | 3.635,00 TL          |
| Eylül            | 4.409             | 3,64          |          |     | 5.402,21 TL          |          | 5.402,21 TL          |
| Ekim             | 6.424             | 5,30          |          |     | 7.871,79 TL          |          | 7.871,79 TL          |
| Kasım            | 16.229            | 13,39         |          |     | 19.881,00 TL         |          | 19.881,00 TL         |
| Aralık           | 18.383            | 15,17         |          |     | 23.245,00 TL         |          | 23.245,00 TL         |
| <b>Toplamlar</b> | <b>166.434,00</b> | <b>137,31</b> |          |     | <b>206.369,00 TL</b> |          | <b>206.369,00 TL</b> |

Tesisin 2017 yılına ait doğalgaz tüketimlerinde ise kış aylarının gelmesi tesisin doğalgaz tüketimlerinin arttığı yaz aylarında ise ısınma ihtiyacı azaldığı tabloda açıkça gözükmemektedir. Tesisin tüketimlerine bakıldığında kısmen de olsa Elektrik tüketiminin tersi bir eğilimde olduğu söylenilebilir. Doğalgaz tüketiminde en yoğun kullanım Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yaz aylarında gerçekleşen tüketim ise sıcak su kullanımından kaynaklanan tüketimi ifade etmektedir.



Şekil 2.63. 2017 Yılı Aylara Göre Elektrik ve Doğalgaz Tüketim Miktarları

Tesisin 2017 yılı için birim alan başına gerçekleşen tüketimleri Şekil 2.64’de gösterilmiştir.



Şekil 2.64. Bina kullanım alanı başına aylık enerji tüketimi 2017 (kWh/m²)

#### 2.1.4.4 Tüketim Analizleri

Bu başlık altında binanın bulunduğu şehir olan İstanbul’da ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD) derece gün sayıları ile binanın enerji tüketimleri ilişkilendirilerek

tesisin enerji tüketiminin derece gün sayıları ile ilişkisi gösterilmiştir. Tüketimlerde 2017 yılı veriler göz önüne alınmıştır.

Derece gün istatistiği, tesisin yıl içindeki enerji tüketimi ile o yıl içinde tesisin bulunduğu bölgedeki iklim koşullarını ilişkilendirmek için kullanılmıştır.

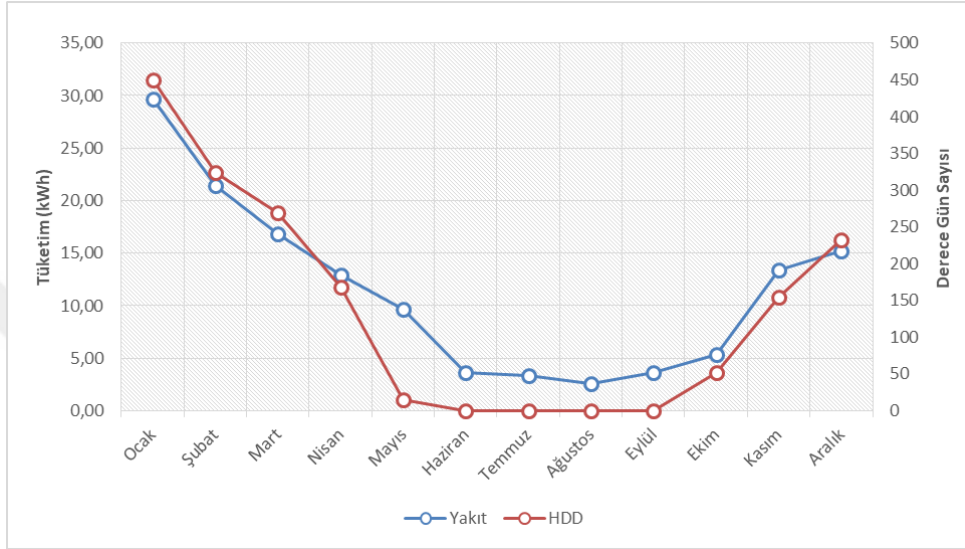
Derece gün, 24 saatlik periyodun ne kadarının sıcak ve ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir. Isıtma Derece Gün (HDD) belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğğun şiddetini açıklarken Soğutma Derece Gün (CDD) belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. HDD için eşik değeri 15°C olup çevre sıcaklığı bu değerin üzerinde iken HDD değeri sıfırdır. CDD için ise eşik değeri 22°C'dir. Tablo 2.71'da HDD ve CDD değerleri günlük sonuçların aylık bazda toplamıdır. Kısacası HDD ve CDD mevsime göre ısıtma ve soğutmaya ihtiyaç şiddetini göstermektedir.

Tablo 2.71. 2017 Yılı Aylık Enerji Tüketimleri İle Soğutma Ve Isıtma İçin Derece Gün Değerleri

| Aylar   | Elektrik (TEP) | Yakıt (TEP) | Toplam Tüketim (TEP) | HDD   | CDD |
|---------|----------------|-------------|----------------------|-------|-----|
| Ocak    | 8,14           | 29,62       | 37,76                | 449   | 0   |
| Şubat   | 7,63           | 21,37       | 29,01                | 324   | 0   |
| Mart    | 8,26           | 16,82       | 25,08                | 269   | 0   |
| Nisan   | 6,88           | 12,89       | 19,77                | 168   | 0   |
| Mayıs   | 8,17           | 9,68        | 17,85                | 15    | 0   |
| Haziran | 9,73           | 3,60        | 13,33                | 0     | 35  |
| Temmuz  | 10,63          | 3,31        | 13,95                | 0     | 89  |
| Ağustos | 12,18          | 2,52        | 14,70                | 0     | 96  |
| Eylül   | 11,43          | 3,64        | 15,06                | 0     | 35  |
| Ekim    | 12,22          | 5,30        | 17,52                | 51    | 0   |
| Kasım   | 10,49          | 13,39       | 23,88                | 154   | 0   |
| Aralık  | 9,84           | 15,17       | 25,01                | 232   | 0   |
| TOPLAM  | 115,60         | 137,31      | 252,91               | 1.662 | 255 |

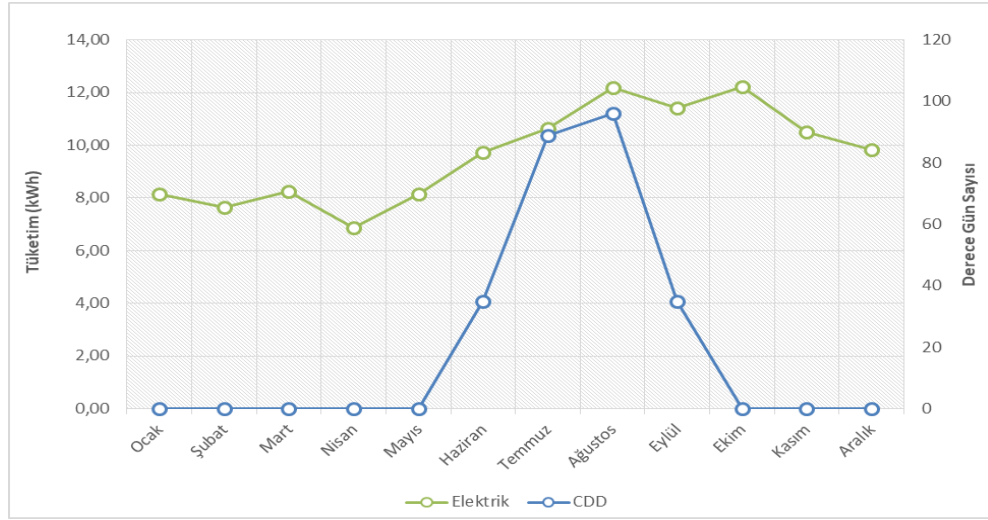
Isıtma ya da soğutma gün dereceleri toplamının bilinmesi binaların ısıtılması ya da soğutulması için gerekli olan enerji gereksiniminin bilinmesi açısından önemlidir. Dış ortam sıcaklığı 15°C'nin üzerinde ise ısıtma gereksizdir. Isıtma maliyeti yıllık HDD ile doğrudan orantılıdır. Bunun için 1 yıl içindeki yakıt

maliyeti yıllık HDD'ye bölünerek 1 HDD için ısıtma fiyatı çıkartılır. HDD kış mevsiminin sertliğini göreceli olarak önceki ve uzun yıllara göre karşılaştırmak için de kullanılır. HDD aynı zamanda yeni binalar yapılırken yalıtım, ısıtma ve soğutma giderlerinin hesaplanması için inşaat sektörü tarafından ihtiyaç duyulan bir parametredir.



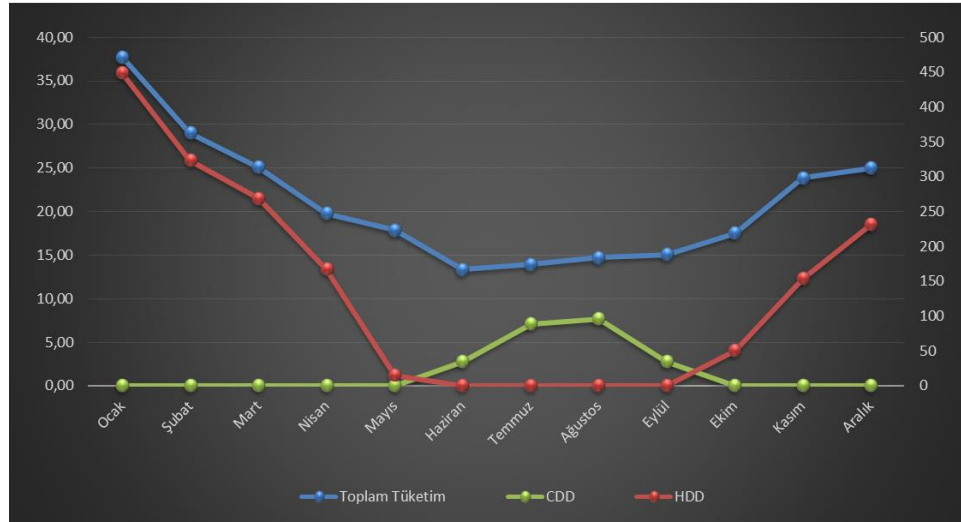
Şekil 2.65. Aylara göre yakıt (doğalgaz) tüketimi ve ısıtma derece gün (HDD) sayısı grafiği

Şekil 2.65'de gözlemlendiğinde ısıtma derece gün eğrisi (HDD) ile yakıt (doğalgaz) tüketim eğrisinin birbirine paralel gittiği görülmektedir. Yaz aylarında sıcak su kaynaklı ısıtma ihtiyacı duyulduğundan yakıt eğrisi ile HDD eğrisi arasında bir miktar fark meydana gelmiştir.



Şekil 2.66. Aylara göre toplam elektrik enerjisi tüketimi ve soğutma derece gün (CDD) sayısı grafiği

Şekil 2.66.'da elektrik tüketimleri incelendiğinde göze çarpan en temel görüntü elektrik tüketimleri ile soğutma derece gün (CDD) eğrisinin artması ile Elektrik tüketim eğrisinin artma eğrisinin aynı döneme denk gelmesidir. Bu durum bize tesisin soğutma sistemlerinin ihtiyaca göre en doğru şekilde devreye alınıp-çıkarıldığını göstermektedir.



Şekil 2.67. Aylara göre toplam enerji tüketimi ve derece gün sayısı grafiği

Şekil 2.67.'de tesisteki toplam enerji tüketimi ile ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD) derece gün değerlerinin birlikte gösterildiği bir grafik oluşturulmuştur.

Toplam tüketim eğiliminin doğalgazın baskın olduğu kış aylarında HDD ile, elektriğin baskın olduğu yaz aylarında ise CDD ile uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 2.1.4.5 ISITMA SİSTEMİ



Şekil 2.68. Isıtma Sistemi

Isıtma sistemi için kazan dairesinde 2 adet 930 kW'lık, çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmakta olup yedek yakıt olarak motorin de kullanılabilir. Isıtma kazanları bina ihtiyacına göre devreye girerek kontrol edilmekte katlardaki fan-coil, klima santralleri, radyatör devresi ve boylerlerde sıcak su beslemesi sağlanmaktadır. Tesisteki kazanların kontrolü vardiyalı çalışan personel tarafından yapılmaktadır. Kazanlarda, yakıt tüketimde tasarrufu sağlayan kontrol sistemlerinden dış hava kompanzasyonu (dış hava sıcaklığına göre kazanın devreye girip – çıkması) bulunmamakta olup kazanın devreye alınıp alınmaması otomasyon sistemi üzerinden personelin kontrolünde yapılmaktadır. Ayrıca kazanlarda eş yaşlandırma bulunmaktadır.

Sıcak kullanım suyu ihtiyacı için sıcak su kazanında üretilen ısı şebeke sıcak suyuna boylerde aktararak depolanmakta ayrıca tesisin çatı kısmında Güneş kollektörleri dizayn edilmiş devreye alma çalışmaları sürdürülmektedir. Tesiste bu işlev için 2 adet 2000 lt. kapasiteli boyler bulunmaktadır.



#### 2.1.4.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

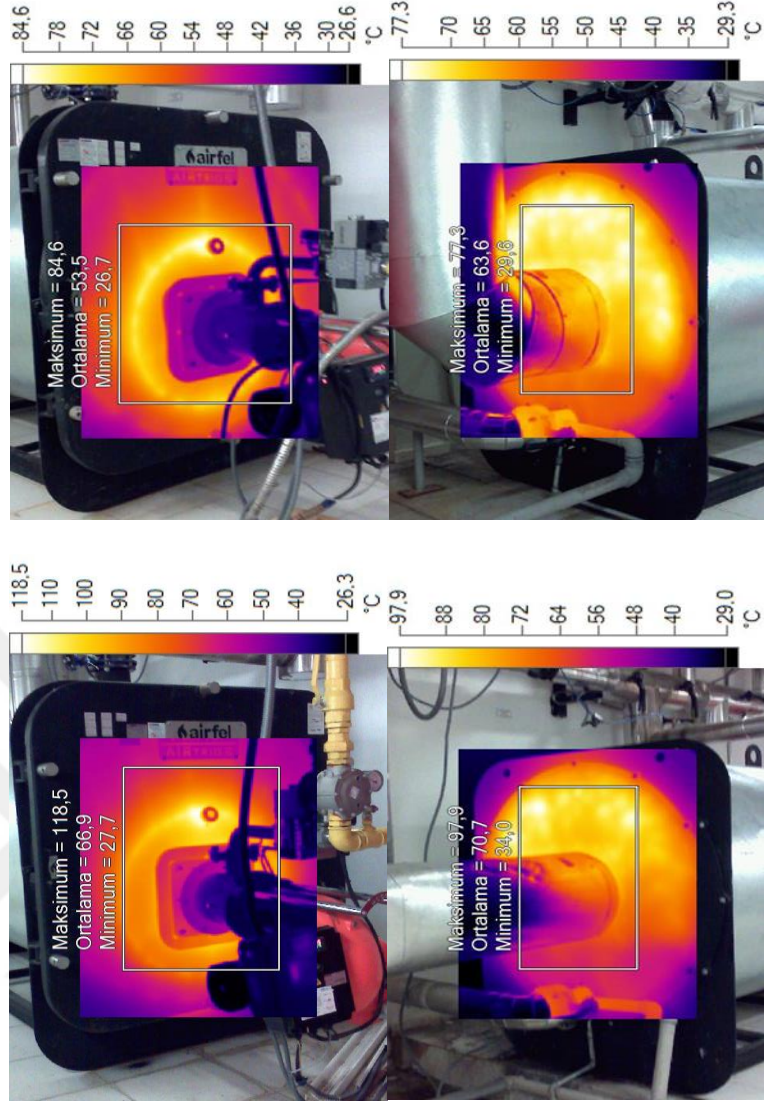
Tesisteki kazanların etüt kapsamında baca gazı ölçümleri yapılmıştır. Baca gazı verileri ve diğer kazan ölçümleri (yüzey sıcaklığı, tüketim, vb.) de bu ölçüme eklenerek kazanın mevcut durumdaki verimi hesaplanmıştır. Baca gazı ölçümüne ait sonuçlar Tablo 2.72’te gösterilmiştir.

Tablo 2.72’te de görüldüğü gibi en doğru sonuca ulaşabilmek adına kazanlarda 2’şer adet baca gazı ölçümü yapılmıştır. Hesaplamalarda bu baca gazı ölçümlerinin ortalama değerleri dikkate alınmış olup en doğru sonuca varılması açısından birçok ölçüm alınması oldukça önemlidir.

Tablo 2.72. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri

| Üniteler |         | O2 (%) | CO (ppm) | Baca Gazı Sıcaklığı (°C) | Ortam          |
|----------|---------|--------|----------|--------------------------|----------------|
|          |         |        |          |                          | Sıcaklığı (°C) |
| Kazan -1 | Ölçüm 1 | 5.2    | 0        | 113.6                    | 24.0           |
|          | Ölçüm 2 | 5.1    | 0        | 118.1                    |                |
| Ortalama |         | 5.2    | 0        | 115.9                    | 24.0           |
| Kazan -2 | Ölçüm 1 | 2.6    | 112.0    | 100.9                    | 24.1           |
|          | Ölçüm 2 | 3.0    | 108.0    | 101.0                    |                |
| Ortalama |         | 2.8    | 110.0    | 101.0                    | 24.1           |

Yapılan baca gazı emisyon ölçümleri ile kazan baca çıkışındaki yanmış gazların çıkış sıcaklıkları, CO<sub>2</sub> değeri, O<sub>2</sub> değeri, CO miktarı (ppm), yanma verimi ve o andaki ortam sıcaklığı ölçülmektedir. Ölçüm ile kazanın, yanma verimi için belirlenmiş olan ideal CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO ve baca gazı sıcaklık değerlerine ne kadar uygun olduğu görülmektedir. Baca gazı değerlerinin idealden sapması ile kazanın verimi düşmekte ve böylece kazan aynı ısı enerjisi üretmek için daha fazla enerji tüketmektedir.



Şekil 2.69. Kazan Termal Kamera Görüntüleri

Termal kamera görüntüleri ışığında kazanların ön ve arka yüzeylerinde ısı kayıpları fazlalık göstermektedir. Yanal yüzeylerde ise oldukça iyi bir yalıtım olduğu gözlemlenmiştir. Kazan verim hesapları bu durumu açıkça ortaya koyacaktır.

Tesiste kazanların eş yaşlandırma ile çalıştığından daha önce bahsedilmiştir. Kazanların sıcaklık set değerleri 60-80 °C aralığında çalışacak şekilde ayarlanmıştır.

#### 2.1.4.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Sıcak su kazanları kullandıkları doğalgaz enerjisini ısı enerjisine dönüştürürken belli bir verimliliğe sahiptir. Yapılan ölçümler doğrultusunda kazanların mevcut durumdaki verimleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu verim değerleri saha şartlarında kazanların performansını göstermektedir. Kazan verim hesapları doğrultusunda Tablo 2.73'deki mevcut kazan verim değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 2.73. Kazan Verim İyileştirme Sonuçları

| Kazanlar           | Mevcut Kazan Verimi (%) | İyileştirilmiş Kazan Verimi (%) |
|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Sıcak Su Kazanı -1 | 91.86                   | 94.55                           |
| Sıcak Su Kazanı -2 | 92.75                   | 94.55                           |

Tablo 2.73 incelendiğinde sıcak su kazanlarının yanma anında alınan ölçümler ve hesaplamalar sonucunda verimleri değerleri gösterilmiştir. Yine aynı tablo üzerinden inceleme yapıldığında iyileştirilmiş kazan verimleri sütunu göze çarpacaktır. Tablo 2.74'de sıcak su kazanlarındaki kayıpların noktaları detaylıca gösterilmiştir.

Tablo 2.74. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi

| Kazanlar           | Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (%) |
|--------------------|--|--|--|--|
| Sıcak Su Kazanı -1 | 3,75                                     | 1,57   | 0  | 2,82   |
| Sıcak Su Kazanı -2 | 3,26                                     | 1,57   | 0,04   | 2,38   |

Tablo 2.74'de ise sıcak su kazanlarındaki verim iyileştirilmesi sonucu meydana gelecek kayıplar gösterilmiştir.

Tablo 2.75. Yeni durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi

| Kazanlar   | Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (%) |
|------------|--|--|--|--|
| Kazan 1 -2 | 3,26                                     | 1,55   | 0  | 0,64   |

Tablolarda görüldüğü gibi kazanın bacagazı sıcaklıkları yüksek olmadığından kuru bacagazı ile olan kayıplar düşük seviyelerde çıkmıştır. Verim artışına en çok etki eden kalem olarak ön ve arka yüzeylerin yalıtılması olduğu ve bunun yanında brülör ayarlarının da tekrar gözden geçirilmesi önerilmektedir. Brülör ayarlamalarının ve ön ve arka yüzlerde yalıtım uygulaması elde edilecek tasarruf miktarı yüzdesel olarak ortalama %2,24'e denk gelmektedir. Ayarlamaların yapılması ile tesisin yaklaşık doğalgaz tasarrufu 3.728 m<sup>3</sup>/yıl'dır. Kazanlarda yanma ayarlarının iyileştirilmesi ve yalıtım ile verim artışı sonucu yıllık 3728 m<sup>3</sup> doğalgaz tasarrufu sağlanacaktır. Bununla birlikte yıllık 4622.66 TL maddi tasarruf sağlanmakta olup yapılacak çalışmanın maliyeti sonrası geri ödeme süresi yaklaşık 2.16 yıldır. Sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.76. Brülör Ayarı ve Yalıtım ile Elde Edilecek Tasarruf

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |          | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|--|-------------|------------------|----------------|---------|----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim  | TEP/Yıl | TL/Yıl   |                                |                  |                   |                |
| 1  | Brülörlerin Ayarı ve Yalıtım ile elde edilecek tasarruflar | Doğalgaz    | 3.728,12         | m <sup>3</sup> | 3,08    | 4.622,66 | 8,37                           | 10.000,00        | 2,16              | OV             |

#### 2.1.4.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Tesise ısıtma ve soğutma ile birlikte hem taze hava ihtiyacını hem de fancoillerin bulunmadığı mahallerin şartlandırmasını sağlamak amacıyla klima santralleri tahsis edilmiştir. Kapalı yüzme havuzu, basket spor salonu, fitness

bölümü, vb. fancoilin bulunmayan mekanların şartlandırması direk olarak klima santralleri ile yapılmaktadır. Ayrıca tesiste egzoz fanları da bulunmaktadır.

Klima santrallerinin tamamında ısıtma ve soğutma bataryaları mevcuttur. Tesiste 8 adet klima santralının 3 adedi taze hava, 5 adedi ise karışım havalı ve taze havalı olarak çalıştırılabilmektedir. Bunun dışında 15 adet egzoz fanı konumlandırılmıştır. Tesis HVAC Otomasyon Sistemi ile işletilmektedir. Bu klima santralleri ayrıca soğutma grupları ve kazandan gelen sıcak ve soğuk su ile giren taze havanın şartlandırılmasını da sağlamaktadır. Klima santralleri böylece mahallerde ısıtma ve soğutma (ayrıca nemlendirme de) yapmaktadır. Santrallerin tamamında zaman programlaması yapılarak tesisin aktif olduğu saatlerde devreye girip-çıkacak şekilde ayarlanmıştır.

#### 2.1.4.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Klima santralleri ile iç hava kalitesi sürekli belli bir kalitede tutulmak istenmektedir. Bu doğrultuda iç ortam sıcaklığı, nem ve CO<sub>2</sub> oranlarına göre sistem devreye girmekte ve devreden çıkmaktadır. Bu sayede istenen sıcaklık ve konfor şartları sağlanmış olacaktır.

Saha çalışmaları sırasında farklı bölgelerde iç hava kalitesi ölçümleri alınarak klima santrallerinin iç mekanları uygun standartlara ve konfor şartlarına ulaşım sağlamadığı incelenmiştir. Tablo 2.77’de bu ölçüm sonuçları sunulmuştur.

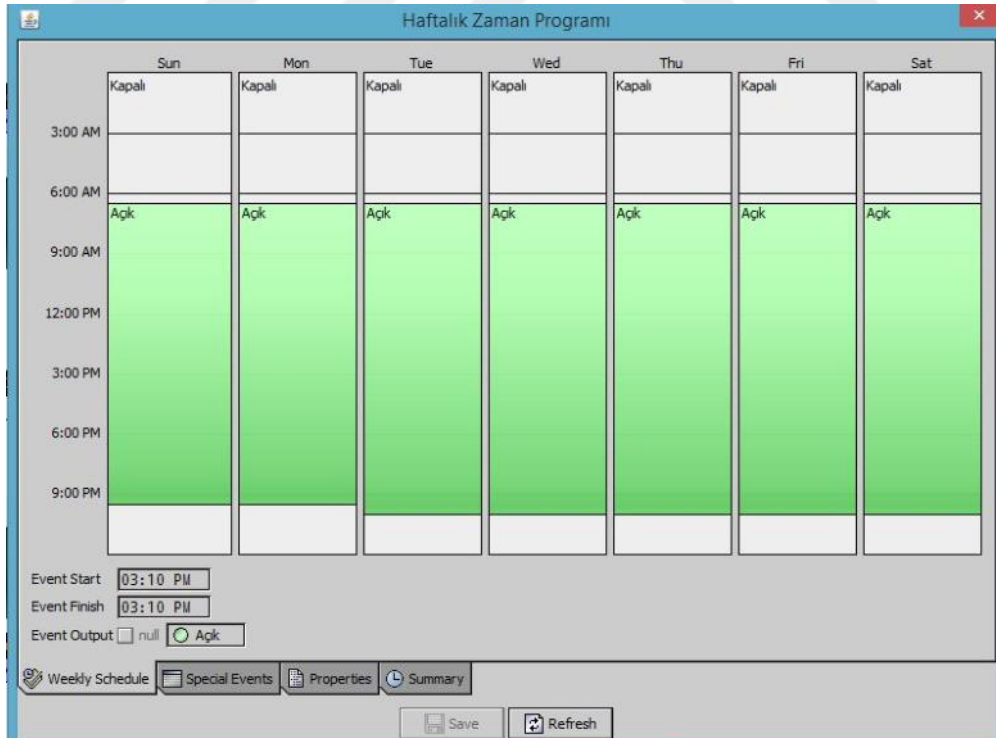
Tablo 2.77. İç Hava Kalitesi Ölçümleri

| Mekan                  | Sıcaklık (°C) | Nem (%) | CO <sub>2</sub> |
|------------------------|---------------|---------|-----------------|
| Yüzme Havuzu           | 28            | 72      | 745             |
| A Blok Derslik Koridor | 24.3          | 49      | 472             |
| A Blok Derslik         | 24.3          | 48      | 465             |
| A Blok Giriş           | 24.7          | 51      | 454             |
| B Blok Giriş           | 24.6          | 50      | 461             |
| B Blok Soyunma Koridor | 25.3          | 46      | 447             |

|                              |      |    |     |
|------------------------------|------|----|-----|
| B Blok Fitness Koridor       | 25   | 53 | 449 |
| B Blok Fitness Soyunma Odası | 26   | 53 | 489 |
| B Blok Tenis Koridor         | 25.3 | 54 | 449 |
| B Blok Mescid Koridor        | 25.3 | 56 | 457 |
| B Blok Kantin                | 25.7 | 59 | 487 |
| C Blok Giriş                 | 24   | 47 | 443 |

Tablo 2.77’de görüldüğü gibi özellikle CO<sub>2</sub> seviyesi 1000 ppm altındadır. 1000 ppm seviyesi sınır değer olarak görüldüğünden dolayı tesisin iç ortam hava kalitesi oldukça iyidir. Bunun genel sebebi koridor bölgelerine klima santralleri ile taze hava beslemesidir. Sıcaklık ve nem değerleri mevsim şartlarına göre oldukça uygun olduğu görülmektedir.

Tesisin otomasyon sisteminde klima santralleri ve egzoz fanlarının çalıştırılmasına ait zaman programlamaları incelenmiş örnek bir klima santraline ait görsel aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.70. AHU-2 Aspiratör Fan Motoru Zaman Programı

Tesisin klima santrallerinin tamamına yakını seans saatleri dikkate alınarak sabah 06:00 veya 07:00'de devreye girecek şekilde ayarlanmış ve çıkış saatleri mesai saati bitimine denk gelecek şekilde programlanmıştır. Yukarıda belirtilen çalışma saatler zaman programında ayarlanarak sistemlerin otomatik olarak devreye girmesi sağlanmaktadır.

Tesiste en yoğun çalışan ve güç tüketimi yüksek olan klima santralleri için frekans invertörü ile hız kontrolü sayesinde yapılacak tasarruflar hesaplanmıştır. Herhangi bir da hız kontrolü uygulaması olmadığı için bu klima santrallerinde enerji tasarruf oranı ölçüm alınan ekipmanlarda mevcut tüketimler üzerinden hesaplanmış, ölçüm alınamayanlarda ise %80 yük kabulü ile yapılmıştır. Bu kabul yapılırken frekans invertör teknolojisi için ortalama bir tasarruf düşünülmüştür. Frekans invertörü ile elde edilecek tasarruf, elektrik motorunun çalışma karakteristiğine bağlı olup %10 ile %50 arasında tasarruf elde etme imkanı vardır. Bunun ile ilgili örnek hesap elektrik motorlarında frekans invertörü analizinde verilmiştir. Hesaplamalar aşağıda sunulmuştur. Hesaplamalarda motorların fiili olarak motor gücünün %80'ini çektiği kabul edilmiştir. (Tesisin fan motorlarını incelediğimizde %80 ile %100 arasında bir güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.)

Tablo 2.78. Klima santrali hız kontrolü ile elde edilecek tasarruflar

| Pompa Kullanım Yeri   | Etiket Gücü (kW) | Fiili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kWh) | Çalışma Süresi (h/yıl) | Net Tasarruf (kWh) |
|-----------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| AHU 1 Vantilatör Fanı | 4                | 3.2                    | 2.05                          | 1.15                     | 3600                   | 4147               |
| AHU 2 Vantilatör Fanı | 15               | 12                     | 7.68                          | 4.32                     | 3600                   | 15552              |
| AHU 2 Aspiratör Fanı  | 7.5              | 6                      | 3.84                          | 2.16                     | 3600                   | 7776               |
| Ahu 3 Vantilatör Fanı | 5.5              | 4.4                    | 2.82                          | 1.58                     | 3600                   | 5702               |
| Ahu 4 Vantilatör Fanı | 11               | 8.8                    | 5.63                          | 3.17                     | 3600                   | 11405              |
| Ahu 4 Aspiratör Fanı  | 7.5              | 6                      | 3.84                          | 2.16                     | 3600                   | 7776               |
| Ahu 5 Vantilatör Fanı | 5.5              | 4.4                    | 2.82                          | 1.58                     | 5040                   | 7983               |
| Ahu 5 Aspiratör Fanı  | 4                | 3.2                    | 2.05                          | 1.15                     | 5040                   | 5806               |
| Ahu 6 Vantilatör Fanı | 3                | 2.4                    | 1.54                          | 0.86                     | 3600                   | 3110               |
| Ahu 7 Vantilatör Fanı | 11               | 8.8                    | 5.63                          | 3.17                     | 6480                   | 20529              |

|                       |     |     |      |      |      |       |
|-----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|
| Ahu 7 Aspiratör Fanı  | 7.5 | 6   | 3.84 | 2.16 | 6480 | 13997 |
| Ahu 8 Vantilatör Fanı | 5.5 | 4.4 | 2.82 | 1.58 | 5040 | 7983  |
| Ahu 8 Aspiratör Fanı  | 3   | 2.4 | 1.54 | 0.86 | 5040 | 4355  |
| TOPLAM                |     |     |      |      |      | 60342 |

Tabloda görüldüğü gibi tesisin uzun süreli çalışan iklimlendirme sistemlerinde hız kontrolü uygulaması ile elde edilebilecek tasarruf miktarı ortalama 60342 kWh/yıl'dır.

İklimlendirme sisteme hız kontrolü adaptasyonu ile elektrik tüketiminde yaklaşık 60342 kWh tasarruf ederek yılda 18102.6 TL kazanç sağlanacaktır. Emisyon açısından ise yılda 33.31 ton CO<sub>2</sub> salınımı engellenmiş olup iyileştirmenin geri ödeme süresi 3.31 yıldır.

Tablo 2.79. İklimlendirme Sistemine Hız Kontrolü Adaptasyonu ile Elde Edilecek Tasarruflar

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|--|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    | Ton/Yıl                        | TL/Yıl           | Yıl               | Vade           |
| 2  | İklimlendirme Siteminde Hız Kontrolü Adaptasyonu | Elektrik    | 60.342,00        | kWh           | 5,19    | 18.102,60 | 33,31                          | 60.000,00        | 3,31              | UV             |

#### 2.1.4.10 SOĞUTMA SİSTEMİ

Tesisin soğutma ihtiyacı dış cephesinde konumlandırılan 1 adet 970 kW soğutma kapasitesine sahip hava soğutmalı soğutma grubu ünitesi ile karşılanmaktadır. Soğutma grubunda üretilen soğuk akışkan FCU ve klima santrallerini beslenmektedir.

Soğutma üniteleri otomasyon sistemi ile izlenmekte ve yönetilmektedir. Soğutma grupları ile yaz döneminde tesisin soğutulması sağlamaktadır. Soğutma ünitesine ait görseller Şekil 2.71.'de gösterilmiştir.





Şekil 2.71. Soğutma Üniteleri

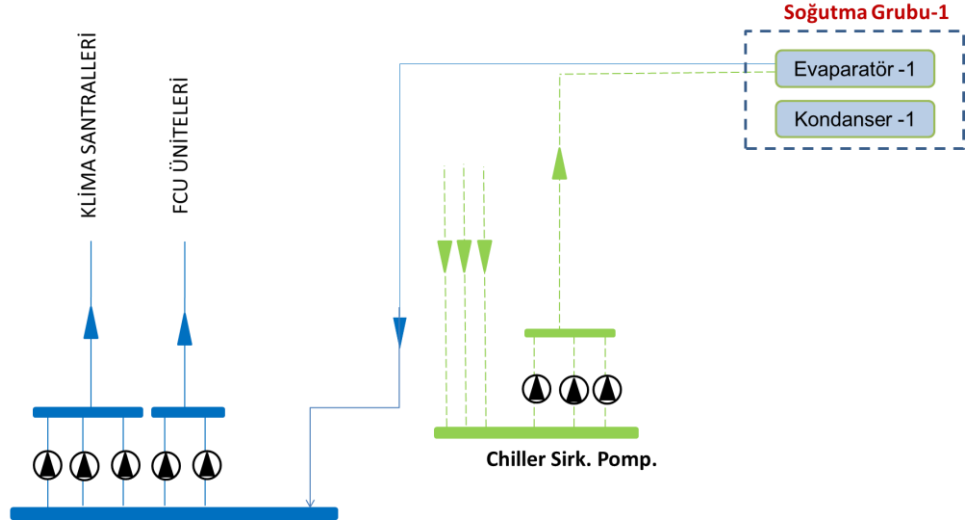
Soğutma gruplarında şartlandırılan soğutma suyu ana bir hat vasıtası ile kazan dairesindeki kollektöre ulaşmakta olup bu kollektörden tüm tesise dağıtılmaktadır. Soğutma grupları bir otomasyon vasıtası ile kontrol edilmektedir. Buna göre devreye alınmaları, soğuk suyun soğutma grubuna giriş çıkış sıcaklıklarının ayar ve izlenmesi ve zaman programlama gibi kontroller teknik personel tarafından yapılmaktadır.

Soğutma sistemine ait veriler Tablo 2.80’de detaylandırılmıştır.

Tablo 2.80. Soğutma Grupları Karakteristik Özellikleri

|                                 | Soğutma Grubu   |
|---------------------------------|-----------------|
| Marka                           | DAIKIN          |
| Model                           | EWAD-C-SS / 970 |
| Adet                            | 1               |
| Soğutma Gücü (kW)               | 970             |
| Kompresör Tüketimi (kW)         | 351             |
| Tam Kapasitede Verimlilik (COP) | 2.76            |
| Kompresör Tipi                  | Vidalı          |
| Kompresör Adedi                 | 2               |
| Soğutucu Akışkan                | R-134a          |

Tesisin soğutma akış şeması Şekil 2.72.’de gösterilmiştir.



Şekil 2.72. Tesisin soğutma mekanik sistem şeması

Şekil 2.72’de ifade edilen soğutma sistemi mekanik akış şemasında soğutma gruplarının evaporatör ünitesinde üretilen soğuk su sisteme gönderilmekte ve Fan-coiller, klima santralleri olmak üzere 2 farklı hatta binayı beslemektedir.

#### 2.1.4.11 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ

Tesiste 1 adet 1600 kVA’lık kuru tip transformatör vardır. Bu transformatör bir otomasyon ile sürekli izlenebilmektedir. Bu tip trafolar nem ile kirlilikten etkilenmezler, daha az yer kaplar ve bakım giderleri yoktur. Ayrıca yangın oluşturma riski de yoktur. Bu açıdan trafo seçiminde daha maliyetli ama doğru bir trafo tipi tercih edilmiştir. Satın alınan elektriğin tarifesi tek terim, tek zamanlı ve “4 no’lu ticarethane” üzerindedir.

#### 2.1.4.12 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Enerji analizörü ile tesisteki tüm trafodan tüketim ölçümleri alınmıştır. Bu sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Tesisin ölçüm sonuçlarında güç tüketimlerinin 73 kW ile 207 kW arasında değiştiği ortalama ise 160.4 kW güç tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Görünür

güç tüketimlerinin ise 78.3 kVA ile 208.1 kVA arasında değiştiği ortalama 161.4 kVA güç tüketimi gerçekteştiği görölmektedir. Ortalama her bir faz için 255 Amper arası akım çeken trafoda fazlar arası gerilim değerleri 379 V olarak ölçölmüştür.  $\cos\Phi$  ortalaması 0.999 olarak ölçölmüş, bu değerin 1'e yakın olması kompanzasyon sisteminin düzgün çalıştığını göstermektedir. Tesisin harmonik değerlerinde, gerilim harmonikleri maksimum %1.2 seviyelerinde, akım harmonikleri ise maksimum %10 seviyelerinde olmaktadır.

#### 2.1.4.13 ELEKTRİK MOTORLARI

Tesiste elektrik motoru altyapısını, kazan dairesinde iklimlendirmeyi sağlayan ekipman pompaları ile kullanım suyunu basınçlandıran hidrofor tahrik motorları oluşturmaktadır. Aynı zamanda klima santrali ve kompresör motorunda da mevcut olup bu motorlar ilgili başlıklarda incelenmiştir. Özellikle kazan dairesi içerisinde çok sayıda, ısıtma ve soğutma hatlarında akışı sağlayan pompa bulunmaktadır. Bu çok sayıda pompa aynı miktarda elektrik motoru ile tahrik edilerek akışın oluşmasını sağlamaktadır.

#### 2.1.4.14 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste ısıtma ve soğutma tesisatı üzerinde kullanılan elektrik motorlarına ait karakteristik özellik bilgileri Tablo 2.77'de verilmiştir.

Tablo 2.81. Tesiste kullanılan elektrik motorları ve karakteristik özellikleri

| Pompa Kullanım Yeri                   | Adet | Yedek Çalışıyor mu? | Amaç    | Hız Kont. Var mı? | Güç (kW) | Devir (d/d) |
|---------------------------------------|------|---------------------|---------|-------------------|----------|-------------|
| 1 Kazan Şönt Pompaları                | 2+0  | Hayır               | Isıtma  | Yok               | 0,50     | -           |
| 2 Klima Sant Isıtma Pompaları         | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Evet              | 3,00     | 1.450       |
| 3 Fan-Coil Isıtma Pompaları           | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Evet              | 1,50     | 2.900       |
| 4 Boyler Isıtma Pompaları             | 2+0  | Hayır               | Isıtma  | Evet              | 1,47     | 2.850       |
| 5 Havuz Suyu Isıtma Eşanjör Pompaları | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Evet              | 2,20     | 2.900       |
| 6 Güneş Enerjisi Sirk. Pompaları      | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 0,90     | -           |
| 7 Kullanma Suyu Sirk. Pompaları       | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 0,59     | -           |
| 8 Radyatör Isıtma Pompaları           | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 0,42     | -           |
| 9 Yerden Isıtma Sirk. Pompaları       | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 1,63     | 2.850       |
| 10 Havuz Suyu Sirk. Pompaları         | 3+1  | Evet                | -       | Yok               | 3,00     | 2.820       |
| 11 Chiller Sirkülasyon Pompaları      | 2+1  | Evet                | Soğutma | Evet              | 7,50     | 1.450       |
| 12 FCU Soğutma Pompaları              | 1+1  | Evet                | Soğutma | Evet              | 5,50     | 2.900       |
| 13 Klima Sant. Soğutma Pompaları      | 2+1  | Evet                | Soğutma | Evet              | 11,00    | 1.460       |
| 14 Ozon Pompaları                     | 2+0  | Hayır               | -       | Yok               | 1,10     | -           |
| 15 Hidrofor                           | 3    | Evet                | -       | Evet              | 7,50     | 2.900       |

Tesiste yapılan incelemeler sonucunda büyük güçlü pompaların tamamına yakınının frekans konvertörlü olduğu görülmüştür. Tesise ait pompalarda yapılan elektrik ölçüm sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

- Kullanım suyu sirk. pompasında yapılan ölçümde ortalama 0.45 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- Boyler Isıtma Sirk. pompalarında yapılan güç ölçümü sonucunda devredeyken ortalama 931 W güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- Yerden Isıtma Sirk. pompalarında yapılan güç ölçümü sonucunda devredeyken ortalama 0.93 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- Havuz Sirk. pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda ortalama 2.61 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- Ozon pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda 2 adet devredeyken ortalama 1.96 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği 1 adetinin ise 0.98 kW tükettiği görülmektedir.

#### 2.1.4.15 AYDINLATMA SİSTEMİ

Tesisin aydınlatma karakteristiğine baktığımızda çoğunlukla LED bazlı bir altyapı seçildiği, kısmen bazlı değiştirilmemiş aydınlatma tiplerinin de olduğu görülmektedir. LED aydınlatmaların dışında iç aydınlatma açısından yapılan incelemede 18W, 20W ve 36 W'lık aydınlatmaların olduğu, dış aydınlatmalarda ise 250 W direk tipi ve projektör olmak üzere halojen projektörler kullanılmıştır.

Tesis insanların yoğun ziyaretine uğrayan bir bina yapısına sahip olduğu için aydınlatma ihtiyacı oldukça önemli olmakla birlikte bu ihtiyaçtan taviz vermekte pek uygun olmamaktadır. Bu sebeple tesisin aydınlatma sayısını azaltarak enerji tasarrufu yapmaktan çok aydınlatmalarda yeni nesil teknolojiler kullanarak enerji verimliliği sağlanmalıdır.

#### 2.1.4.16 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste çok fazla miktarda aydınlatma mevcuttur. Çalışma kapsamında tüm bu aydınlatmaların içerisinde enerji verimliliği açısından çalışma yapılabilecek olanların listesi çıkarılmıştır.

Tablo 2.82. Aydınlatma Adet Ve Güçleri

| Aydınlatma                | Gücü | Birim | Adet |
|---------------------------|------|-------|------|
| Floresan                  | 4x18 | Watt  | 300  |
| Floresan (Etanj)          | 2x36 | Watt  | 90   |
| Direk Tipi Dış Aydınlatma | 250  | Watt  | 44   |
| Projektör (Metal Halide)  | 250  | Watt  | 48   |

Tablo 2.82'den gözlemlendiği gibi bina temelde elektronik balastlı floresan lambalar ile aydınlatılmaktadır. Bunların dışında bir çok aydınlatma daha olmasına karşın bu aydınlatmalar daha verimli olduğu için listeye dahil edilmemiştir. Ayrıca tesisin katlarında aydınlatma şiddeti ölçümleri alınmış aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.83. Tesisin Aydınlatma Ölçüm Değerleri

| Kısım                        | Ölçüm (lüx) |
|------------------------------|-------------|
| A Blok Derslik Koridor       | 50          |
| A Blok Derslik               | 50          |
| A Blok Giriş                 | 20          |
| B Blok Giriş                 | 20          |
| B Blok Soyunma Koridor       | 40          |
| B Blok Fitness Koridor       | 50          |
| B Blok Fitness Soyunma Odası | 40          |
| B Blok Tenis Koridor         | 45          |
| B Blok Mescid Koridor        | 50          |
| B Blok Kantin                | 50          |
| C Blok Giriş                 | 50          |
| Yüzme Havuzu                 | 450         |

EN 12464-1:2011 Standardına göre değerlendirdiğimizde bina içleri ve dolaşım alanlarında kalan koridor, merdiven ve bekleme koridorları olması gereken en az aydınlık düzeyinin 100 lx, fiziksel aktivitelerin yapıldığı salonlarda 300 lx, Kafeterya gibi alanlarda 200 lx olması gerektiği belirtilmektedir. Bu değerler baz alınarak Tablo 2.83’da ki gösterilen değerler ile kıyaslandığında koridor gibi dolaşım alanlarında aydınlatma düzeylerinin uygun olmadığı görülmektedir.

#### 2.1.4.17 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Aydınlatma açısından tasarruf potansiyelleri incelendiğinde kullanılan aydınlatmaların tipleri, aydınlatma ihtiyacı ve aydınlatmada kullanılan balast tipleri üzerinden bir analiz yapmak gerekir. Mevcut aydınlatmaların LED aydınlatmalar ile değiştirilmesi sonucu elde edilecek tasarruflar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.84. Mevcut aydınlatmalar ve Tüketim Değerleri

| AYDINLATMA ETÜDÜ (MEVCUT DURUM) |                           |         |                      |       |                             |                      |
|---------------------------------|---------------------------|---------|----------------------|-------|-----------------------------|----------------------|
| No                              | Mevcut Lamba Tipleri      | Güç [W] | Fili Çektiği Güç [W] | Adet  | Yıllık Çalışma Zamanı [h]   | Yıllık Tüketim [kWh] |
| 1                               | Floresan (4 x18)          | 18      | 21                   | 1.200 | 4.380                       | 110.376,00           |
| 2                               | Floresan Etanj ( 2 x 36 ) | 36      | 42                   | 180   | 4.380                       | 33.112,80            |
| 3                               | Direk Tipi Dış Aydınlatma | 250     | 270                  | 44    | 3.650                       | 43.362,00            |
| 4                               | Projektör (Halojen)       | 250     | 270                  | 48    | 3.650                       | 47.304,00            |
|                                 |                           |         |                      |       | <b>Yıllık Tüketim [kWh]</b> | <b>186.850,80</b>    |

Tablo 2.85. Yeni durum ve oluşması beklenen tüketim değerleri

| AYDINLATMA ETÜDÜ (İYİLEŞTİRME SONRASI) |                              |         |                      |      |                             |                      |
|--|------------------------------|---------|----------------------|------|-----------------------------|----------------------|
| No                                     | Mevcut Lamba Tipleri         | Güç [W] | Fili Çektiği Güç [W] | Adet | Yıllık Çalışma Zamanı [h]   | Yıllık Tüketim [kWh] |
| 1                                      | Kare Led (60x60)             | 35      | 35                   | 300  | 4.380                       | 45.990,00            |
| 2                                      | Led Etanj                    | 30      | 30                   | 90   | 4.380                       | 11.826,00            |
| 3                                      | Led (Projektör + Direk Tipi) | 110     | 110                  | 92   | 3.650                       | 36.938,00            |
|  |                              |         |                      |      | <b>Yıllık Tüketim [kWh]</b> | <b>57.816,00</b>     |

Tablo 2.86. Aydınlatma Sisteminin Değişmesi ile Elde edilecek tasarruf

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| <b>Yıllık Tasarruf [kWh]</b> | <b>129.034,80</b> |
| <b>Yıllık Kazanç [TL]</b>    | <b>38.710,44</b>  |
| <b>Yatırım Maliyeti [TL]</b> | <b>150.000,00</b> |
| <b>Geri Ödeme Süresi</b>     | <b>3,87</b>       |

Tesisin mevcut dış aydınlatma sisteminin Led aydınlatma değişimi sonrası toplam 129034 kWh ve 38710.2 TL tasarruf ile birlikte 71.23 ton emisyon azalımı sağlanacaktır. Oluşacak yatırımın geri ödeme süresi 3.87 yıldır.

Tablo 2.87. LED Aydınlatma Dönüşümünün Enerji Tasarrufuna Etkisi ile Geri Ödeme Süresi

| No | Önlemler             | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|----------------------|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |                      |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    | Ton/Yıl                        | TL/Yıl           | Yıl               | Vade           |
| 4  | Aydınlatma Revizyonu | Elektrik    | 129.034,00       | kWh           | 11,10   | 38.710,20 | 71,23                          | 150.000,00       | 3,87              | UV             |

#### 2.1.4.18 BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ

Tesisin ilk projelendirme ve inşaat döneminde mekanik sistemler için bir otomasyon alt yapısı oluşturulmuştur. Isıtma, soğutma ve klima santrallerinin merkezi bir noktadan izlenmesi ve kontrol edilmesinin bu otomasyon altyapısı ile sağlanması hedeflenmiştir. Ancak mevcut durumda genel olarak sadece izleme ve açma/kapama yapılmaktadır.

#### 2.1.4.19 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve belirlenen enerji tasarrufu genel özet; projelerin uygulanması ile 19.27 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 193104 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 112.91 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.



## 2.1.5 ÇAKMAK YÜZME HAVUZU VE SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.5.1 Bina Bilgileri

Ümraniye/Çakmak yüzme havuzu bulunduğu semtin ve çevre semtlerin halkının olanaklarından faydalanılması için belediye tarafından hizmete açılmış bir spor kompleksidir. 2007 yılından beri topluma başta yüzme sporu olmak üzere birçok spor dalında toplam 50 kişilik çalışan sayısı ile hizmet vermektedir. Zemin ve bodrum katı dahil olmak üzere toplamda 6 katlı bir tesistir.

Isıtılması için doğalgazlı sıcak su kazanı, soğutması içinse klima santralleri kullanılmaktadır. Klima santralleri kışın çalıştırılmamakta sadece havalandırma sistemi gereksiniminden dolayı fan sistemi kullanılmaktadır.



Şekil 2.73. Tesis Genel Görünümü

Tablo 2.88. Bina Bilgileri

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Binanın Adı                      | : Çakmak Yüzme Havuzu                       |
| 2. İnşaat Yılı                      | : 2007                                      |
| 3. Kullanım Amacı                   | : Spor Kompleksi                            |
| 4. İnşaat Alanı                     | : 57081 m <sup>2</sup>                      |
| 5. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı  | : 1590                                      |
| 6. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | : 286                                       |
| 7. Isıtma/Soğutma Sistemi           | : Chiller Soğutma Grubu ve Klima Satralleri |
| 8. Yalıtım Durumu                   | : Var                                       |
| Yıl                                 | <b>Tüketimler (TEP)</b>                     |
| 2016                                | 313.49                                      |

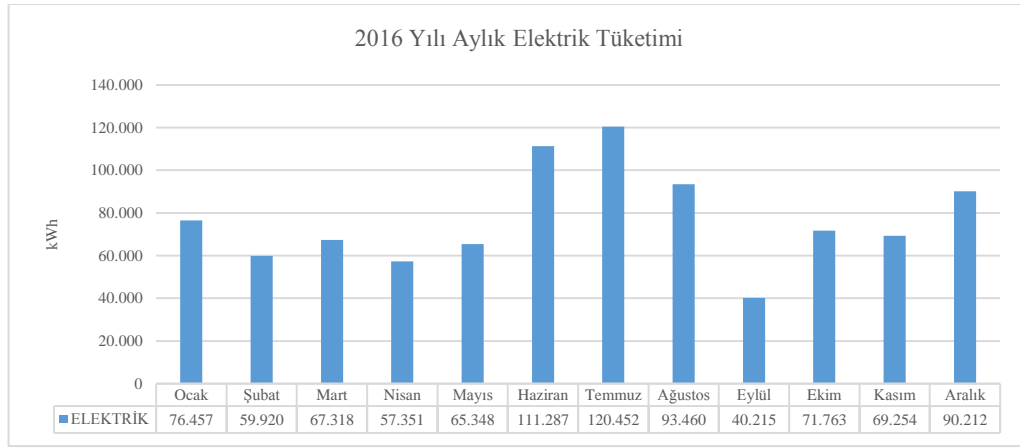
#### 2.1.5.2 Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri

Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

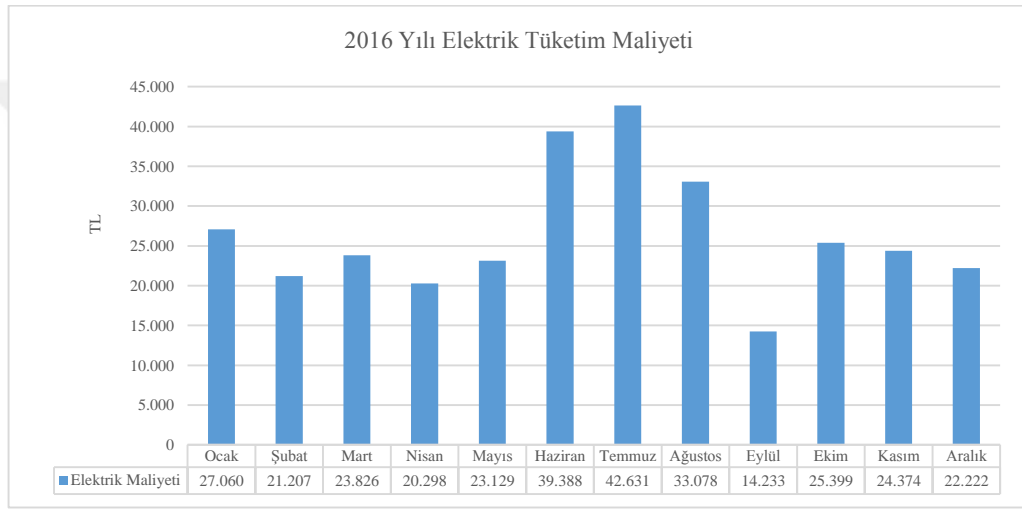
Tablo 2.89. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Tablosu

| 2016 Yılı Elektrik Tüketimleri |         |       |         |
|--------------------------------|---------|-------|---------|
| Aylar                          | Tüketim |       | Maliyet |
|                                | kWh     | TEP   | TL      |
| Ocak                           | 76457   | 6.58  | 27060   |
| Şubat                          | 59920   | 5.15  | 21207   |
| Mart                           | 67318   | 5.79  | 23826   |
| Nisan                          | 57351   | 4.93  | 20298   |
| Mayıs                          | 65348   | 5.62  | 23129   |
| Haziran                        | 111287  | 9.57  | 39388   |
| Temmuz                         | 120452  | 10.36 | 42631   |
| Ağustos                        | 93460   | 8.04  | 33078   |
| Eylül                          | 40215   | 3.46  | 14233   |
| Ekim                           | 71763   | 6.17  | 25399   |
| Kasım                          | 69254   | 5.96  | 24374   |
| Aralık                         | 90212   | 7.76  | 22222   |
| Toplam                         | 923037  | 79.38 | 316846  |

Yıl içerisinde aylık elektrik enerjisi tüketim değerleri Temmuz ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 2.74. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi



Şekil 2.75. 2016 Yılı Aylık Elektrik Maliyeti

2016 yılının elektrik tüketim miktarları incelendiğinde yaz aylarında tüketim miktarları artmakta, geçiş dönemi olan bahar dönemlerinde ise tüketim düşmektedir. 2016 yılında en yüksek elektrik tüketimi 120452 kWh ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 42631 TL'dir.

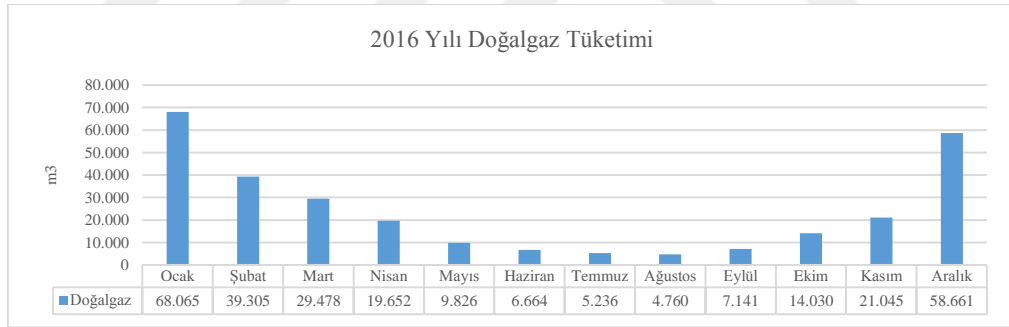
### 2.1.5.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

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

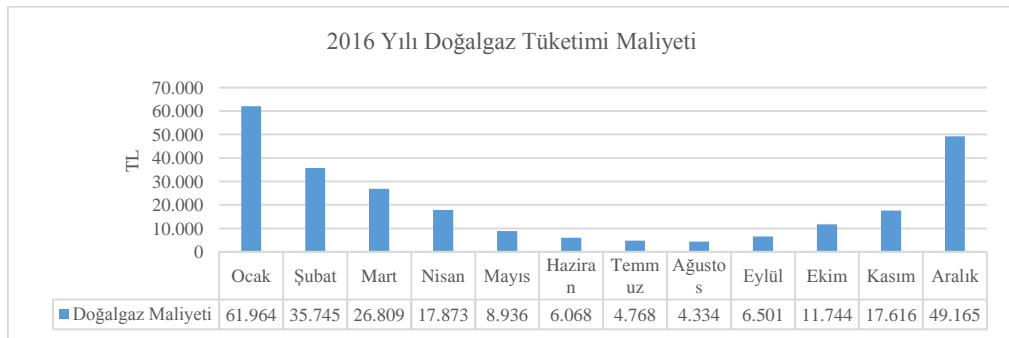
Tablo 2.90. Doğalgaz Tüketim Tablosu

| 2016 Yılı Doğalgaz Tüketimleri |                |               |                |               |
|--------------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Aylar                          | Tüketim        |               |                | Maliyet       |
|                                | kWh            | m3            | TEP            | TL            |
| Ocak                           | 652749         | 68065         | 56.14          | 61964         |
| Şubat                          | 376939         | 39305         | 32.42          | 35745         |
| Mart                           | 282702         | 29478         | 24.31          | 26809         |
| Nisan                          | 188468         | 19652         | 16.21          | 17873         |
| Mayıs                          | 94234          | 9826          | 8.10           | 8936          |
| Haziran                        | 63916          | 6664          | 5.50           | 6068          |
| Temmuz                         | 50220          | 5236          | 4.32           | 4768          |
| Ağustos                        | 45654          | 4760          | 3.93           | 4334          |
| Eylül                          | 68482          | 7141          | 5.89           | 6501          |
| Ekim                           | 134551         | 14030         | 11.57          | 11744         |
| Kasım                          | 201827         | 21045         | 17.36          | 17616         |
| Aralık                         | 562563         | 58661         | 48.38          | 49165         |
| <b>Toplam</b>                  | <b>2722309</b> | <b>283869</b> | <b>234.119</b> | <b>251523</b> |

Yıl içerisinde aylık doğalgaz enerjisi tüketim değerleri Ocak ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 2.76. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi



Şekil 2.77. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi Maliyeti

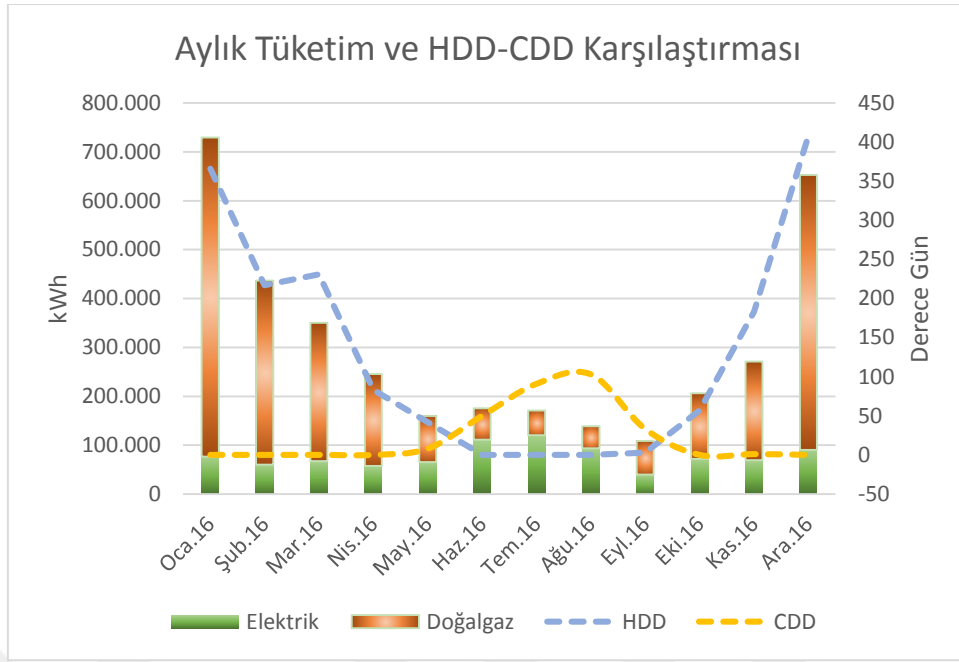
2016 yılında en yüksek doğalgaz tüketimi 68065 m<sup>3</sup> ile Ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 61964 TL'dir. En düşük doğalgaz sarfiyatı ise 4760 m<sup>3</sup> ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı ise 4334 TL'dir.

#### 2.1.5.4 TÜKETİM ANALİZLERİ

Tüketim analizi ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin: dış hava şartlarına ve kursiyer sayısına bağlı değişimini gösteren ve birlikte incelenmesine olanak sağlayan analiz yöntemidir. Bu analizle hangi aylarda hangi şartlar sonucu ne kadar enerji tüketildiğinin takibi ve birbirleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Sistemin verimlilik değişimi sonucu tüketimlerdeki azalma ve artmalar, yıl bazında iklim değişikliği sonucu harcanan enerji miktarlarındaki değişimler, sistem içerisindeki ısı kaçaklarının tespiti, mevcut sistemin iklimlendirme alanlarına olan yeterliliğinin incelenmesi analiz sonuçlarından çıkarılabilecek başlıca hususlardır. Yakıtın sadece ısınma amaçlı kullanıldığı tesislerde yakıt tüketim oranı ve aylık HDD oranları birbiriyle örtüşür.

Tablo 2.91. 2016 Yılı Aylara Göre Enerji Tüketimi, HDD-CDD

| Aylar   | Elektrik | Doğalgaz | HDD  | CDD | Toplam Enerji | Toplam CDD HDD |
|---------|----------|----------|------|-----|---------------|----------------|
|         | kWh      |          |      |     | kWh           |                |
| Ocak    | 76457    | 652749   | 366  | 0   | 729206        | 366            |
| Şubat   | 59920    | 376939   | 217  | 0   | 436859        | 217            |
| Mart    | 67318    | 282702   | 231  | 0   | 350020        | 231            |
| Nisan   | 57351    | 188468   | 83   | 0   | 245819        | 83             |
| Mayıs   | 65348    | 94234    | 42   | 8   | 159582        | 50             |
| Haziran | 111287   | 63916    | 0    | 50  | 175203        | 50             |
| Temmuz  | 120452   | 50220    | 0    | 91  | 170672        | 91             |
| Ağustos | 93460    | 45654    | 0    | 103 | 139114        | 103            |
| Eylül   | 40215    | 68482    | 3    | 33  | 108697        | 36             |
| Ekim    | 71763    | 134551   | 57   | 0   | 206314        | 57             |
| Kasım   | 69254    | 201827   | 183  | 1   | 271081        | 184            |
| Aralık  | 90212    | 562563   | 408  | 0   | 652775        | 408            |
| TOPLAM  | 923037   | 2722309  | 1590 | 286 | 3645346       | 1876           |



Şekil 2.78. Aylık Tüketim ve HDD-CDD Karşılaştırması

Yukarıdaki grafikte İstanbul bölgesine ait soğutma gün derecesi verileri kullanılarak elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan aylar ve tüketimler incelenmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere yaz aylarında soğutma talebinin artmasıyla elektrik tüketimi de artmaktadır. Bu artışlara sebep olarak yaz aylarında soğutma guruplarının enerji tüketimi gösterilebilir.

#### 2.1.5.5 ISITMA SİSTEMİ

Çakmak yüzme havuzunun bodrum katında yakıtlı (doğalgaz) 2 adet kazan bulunmaktadır. binanın ısıtması bu kazanlar sağlamaktadır. Her bir kazanın kapasitesi 800.000 kcal/h'tir. Toplamda 1600000 kcal/h'lik ısıtma sistemi mevcuttur. Kazanlar 6 bar ile 7.3 bar değerleri arasında çalıştırılmaktadır. Kazanlardan birisi çalışırken diğeri hazır durumda beklemekte ve yedekli olarak çalıştırılmaktadır. Sorumlu kişinin takibi altında anlık yedek olarak çalıştırılan kazan, mevcut çalışan kazanın yeterli gelmediği durumlarda otomatik olarak devreye girerek ihtiyacı karşılamaktadır.



Şekil 2.79. Isıtma Sistemleri

#### 2.1.5.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

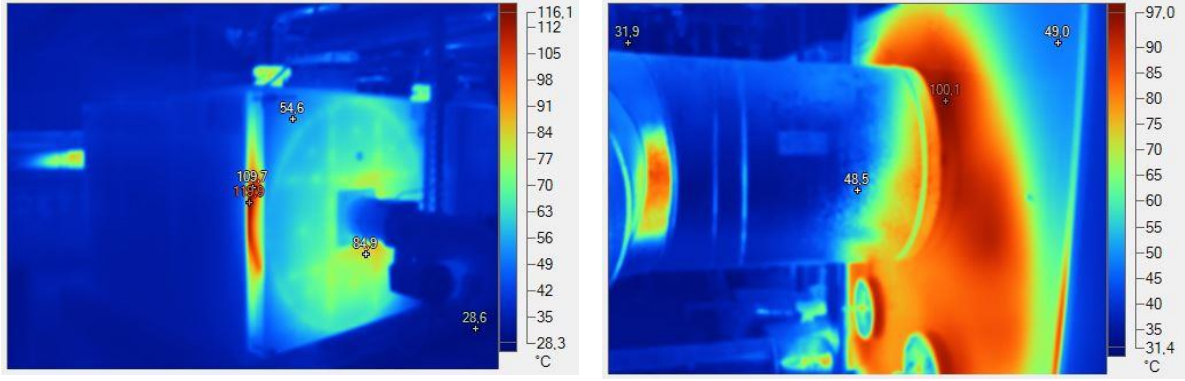
Isıtma sisteminde termal kamera çekimleri ve baca gazı analiz ölçümleri yapılmıştır.

Tablo 2.92. Baca Gazı Ölçümleri

| Parametre       | Birim | ölçüm 1 | ölçüm 2 | ölçüm 3 |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|
| O <sub>2</sub>  | %     | 4.1     | 3.3     | 4.0     |
| CO <sub>2</sub> | %     | 9.6     | 10.0    | 9.6     |
| Gaz Sıcaklığı   | °C    | 118.4   | 113.5   | 132.2   |
| Ortam Sıcaklığı | °C    | 35.4    | 35.4    | 34.0    |
| CO              | ppm   | 3.0     | 13.0    | 2.0     |

Tablo 2.93. Kazan Giriş-Çıkış Sıcaklıkları

| Ölçüm no. | Birim | Kazan giriş suyu sıcaklığı | Kazan çıkış suyu sıcaklığı |
|-----------|-------|----------------------------|----------------------------|
| Ölçüm 1   | °C    | 76.5                       | 87.3                       |
| Ölçüm 2   | °C    | 73.4                       | 88.4                       |
| Ölçüm 3   | °C    | 75.1                       | 91.2                       |



Şekil 2.80. Kazan Termal Kamera Görüntüleri

Tablo 2.94. Baca Gazı Ölçümleri

| ÖLÇÜM ve HESAPLAMA SONUÇLARI TABLOSU |                       |                          |               |                 |                     |                     |                    |               |              |                     |                  |                  |                |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------|---------------------|------------------|------------------|----------------|
| Süre (dk)                            | Kazan Değeri (kcal/h) | Kazan Debi Ölçümü (m3/h) | O2 Ölçümü (%) | CO Ölçümü (ppm) | T Bgazı Ölçümü (°C) | T Ortam Ölçümü (°C) | Bacagazı Kaybı (%) | Nem Kaybı (%) | CO Kaybı (%) | Yüzey Isı Kaybı (%) | Toplam Kayıp (%) | Kazan Verimi (%) | Fazla Hava (%) |
| 60                                   | 800000                | 38                       | 3.40          | 3               | 120.0               | 35.00               | 3.12               | 1.40          | 0            | 1.21                | 5.73             | 94.27            | 22.09          |

Alınan baca gazı ölçümleri ile kazan verim değeri ölçülmüş ve %94.27 verim ile çalıştığı görülmüştür.

Mekanik tesisatta, Vana, Pompa, Check Valve vb. bağlantı parçaları gövdelerinde yalıtım yoktur. Boru yalıtımlarında da yer yer bozulmalar vardır, düzeltilmeleri yakıt tasarrufu dolayısı ile enerji verimliliği sağlayacaktır. Tesiste bulunan vana ve filterelerin envanteri çıkarılmıştır. Vanaların eşdeğer boru uzunluğu yukarıda verilen listeden metre olarak alınmıştırAlan hesabı, DN çapları belli olan boruların standart iç ve dış çapları ve et kalınlıkları üzerinden hesap yapılmıştır. Yıllık Isı Kazancı, TS825 Standardına göre hesaplanmıştır. Sistemde bulunan kazanların sistem verimleri farklı olduğundan ortalama verim alınmıştır.



Tablo 2.95. Ölçülen Değerler

| Açıklama                     | Vana/Boru Çapı (DN) | Adet | Boy (m) | Toplam Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> ) | Yüzey Sıcaklığı (°C) | Ortam Sıcaklığı (°C) | Yıllık kullanım saati (h) | U mevcut (w/m <sup>2</sup> K) | U yeni (5 cm cam yünü) (w/m <sup>2</sup> K) | Toplam Yıllık Isı kazancı (kWh) | Toplam Yalıtım maliyeti (TL) |
|------------------------------|---------------------|------|---------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|------------------------------|
| Vana , Filtre, Pislik Tutucu | DN 32               | 6    | 9.60    | 1.28                                 | 80                   | 25                   | 3896                      | 5.881                         | 0.704                                       | 1418                            | 780                          |
| Vana , Filtre, Pislik Tutucu | DN 40               | 8    | 16.00   | 2.43                                 | 80                   | 25                   | 3896                      | 5.881                         | 0.704                                       | 2692                            | 1120                         |
| Vana , Filtre, Pislik Tutucu | DN 50               | 5    | 11.00   | 2.08                                 | 90                   | 30                   | 4400                      | 5.881                         | 0.704                                       | 2846                            | 750                          |
| Vana , Filtre, Pislik Tutucu | DN 65               | 5    | 12.50   | 2.87                                 | 90                   | 30                   | 4400                      | 5.880                         | 0.704                                       | 3915                            | 900                          |
| Vana , Filtre, Pislik Tutucu | DN 80               | 2    | 6.40    | 1.79                                 | 90                   | 30                   | 4400                      | 5.880                         | 0.704                                       | 2441                            | 400                          |
| Vana , Filtre, Pislik Tutucu | DN 100              | 2    | 7.00    | 2.51                                 | 90                   | 30                   | 4400                      | 5.880                         | 0.704                                       | 3433                            | 440                          |
| Vana , Filtre, Pislik Tutucu | DN 125              | 4    | 14.00   | 6.20                                 | 90                   | 30                   | 4400                      | 5.879                         | 0.704                                       | 8469                            | 960                          |

Tablo 2.96. Vana Ceket ve Mekanik Tesisatta Yalıtım

| Önlemler                               | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Süresi<br>Vade |
|--|-------------|------------------|----------------|---------|--------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
|  |             | Miktar           | Orijinal Birim | TEP/yıl | TL/yıl |                                   |                            |                          |                         |
| Vana Ceket + Mekanik Tesisatta yalıtım | Doğalgaz    | 26747            | kWh            | 2.3     | 2400   | 8.83                              | 5350 TL                    | 2.23                     | KV                      |

#### 2.1.5.7 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Tesiste soğutma kapasitesi 66 kW 4 adet klima santrali bulunmaktadır. Klima santralleri TESK belgesine sahiptir. Aynı zamanda makine dairesi, asansör bölümleri de lokal aspiratörler ile havalandırılmaktadır. Toplamda 5 adet 6000 m<sup>3</sup>/h havalandırma aspiratörü bulunmaktadır.

#### 2.1.5.8 SOĞUTMA SİSTEMİ

Tesisin çatısında hava soğutmalı kompresör soğutma grubu bulunmaktadır. 2006 yılında üretilen Carrier marka 30GX - 358 model 1208 kW soğutma kapasiteli, 306 kW güç çeken 2 adet chiller grubu mevcuttur.

Soğutma grupları fabrikasında bütün olarak test edilmiş ve gaz/şarj yağları yapılmış olarak işletmeye hazır vaziyette, mikroprosesör kontrollü, evaporatörleri ise plakalı eşanjör tipte (scroll kompresörlerde)/shell and tube tipte (yarı hermetik pistonlu ve vidalılarda), üzerinde sessiz çalışan aksiyal fanları ile birlikte, bakır boru ve alüminyum kanat yüksek verimli kondenserli, soğutucu akışkan olarak çevreye zararsız R134A ile şarjlı, motor korumalı, karter ısıtıcılı tipte scroll/vidalı/yarı hermetik pistonlu kompresörlüdür. Soğutma grupları EUROVENT, ISO ve CE belgelerine sahiptir.



Şekil 2.81. Soğutma Grubu

#### 2.1.5.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste Chiller grupları eş yaşlandırma prensibi çerçevesinde ihtiyaca göre devreye girerek soğutma yapmaktadır. Soğutma sistemine ait 1 ve 2 numaralı Chillerin soğutma suyu devresinden geçen su debisi ultrasonik debimetre ile ölçülmüştür.

Soğutma grubunda termal kamera çekimleri yapılarak mevcut ısı yükleri ve ısı kayıpları gözlemlenmiştir. Soğutma sirkülasyon hatlarının yalıtımlı olması sebebiyle ısı kaybı gözlemlenmemiştir. Mekanik tesisat hattı oda sıcaklığında ve olması gereken mekanik tesisat yalıtımı standartları değerindedir. Saha çalışmalarının ilk bahar başlangıcında yapılması ve havaların soğuk olmasından dolayı klima santralleri aktif olarak çalıştırılmamaktadır. Mevcut hava şartlarından dolayı ölçüm alınamamıştır.

#### 2.1.5.10 TESİSAT

Tesiste bulunan havuz sirkülasyon pompaları ile ozon temizleme pompalarında sıvı debimetre ölçüm cihazı ile çıkış kapasiteleri ve mevcut çalışma durumları ölçülmekle birlikte, eş zamanlı olarak enerji analizörü ile güç ölçümü yapılmıştır.

Ölçüm noktasının ve mevcut tesisat sisteminin müsaitliği doğrultusunda

debimetre ölçümleri yapılmıştır. Debimetrenin çıkış borusuna vana ile araya mesafe koyamadan monte edilmiş olması, ölçümlerde vana sonrasındaki suyun girdap yaparak farklı değerler çıkmasını sağlamıştır.

Tablo 2.97. Havuz Sirkülasyon Pompası 1 Güç Ölçüm Değerleri

| Tarih:     | Zaman    | U12 rms | U23 rms | U31 rms | V1 rms | V2 rms | V3 rms | A1 rms | A2 rms | A3 rms | P1 (W) | P2 (W) | P3 (W) | PT (W) |
|------------|----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            |          | V       | V       | V       | V      | V      | V      | A      | A      | A      | W      | W      | W      | W      |
| 27.03.2018 | 10:38:20 | 383.1   | 383.1   | 380.9   | 220.4  | 221.7  | 220.1  | 15.1   | 16.4   | 15.7   | 2216   | 2629   | 2657   | 7502   |
| 27.03.2018 | 10:38:25 | 383.1   | 383.1   | 380.9   | 220.4  | 221.7  | 220.1  | 15.1   | 16.4   | 15.7   | 2218   | 2625   | 2657   | 7499   |
| 27.03.2018 | 10:38:30 | 383.1   | 383.1   | 381     | 220.5  | 221.7  | 220.1  | 15.2   | 16.4   | 15.8   | 2225   | 2630   | 2656   | 7511   |
| 27.03.2018 | 10:38:35 | 383.1   | 383     | 381     | 220.5  | 221.7  | 220.1  | 15.2   | 16.3   | 15.7   | 2224   | 2627   | 2652   | 7504   |
| 27.03.2018 | 10:38:40 | 383.4   | 383.4   | 381.3   | 220.7  | 221.9  | 220.3  | 15.2   | 16.4   | 15.7   | 2221   | 2633   | 2660   | 7514   |
| 27.03.2018 | 10:38:45 | 383.5   | 383.3   | 381.2   | 220.6  | 221.9  | 220.2  | 15.1   | 16.4   | 15.7   | 2216   | 2634   | 2655   | 7505   |
| 27.03.2018 | 10:38:50 | 383.3   | 383.1   | 380.9   | 220.5  | 221.8  | 220.1  | 15.1   | 16.4   | 15.7   | 2209   | 2634   | 2652   | 7496   |
| 27.03.2018 | 10:38:55 | 383.6   | 383.4   | 381.2   | 220.7  | 222    | 220.3  | 15.1   | 16.4   | 15.7   | 2213   | 2638   | 2656   | 7507   |
| 27.03.2018 | 10:39:00 | 383     | 382.9   | 380.7   | 220.3  | 221.6  | 220    | 15.1   | 16.4   | 15.7   | 2213   | 2634   | 2655   | 7502   |
| 27.03.2018 | 10:39:05 | 383.4   | 383.2   | 381.1   | 220.6  | 221.9  | 220.1  | 15.2   | 16.4   | 15.7   | 2218   | 2638   | 2652   | 7508   |
| 27.03.2018 | 10:39:10 | 383.1   | 382.9   | 380.8   | 220.4  | 221.8  | 220    | 15.1   | 16.4   | 15.7   | 2216   | 2636   | 2653   | 7505   |
| 27.03.2018 | 10:39:15 | 382.6   | 382.4   | 380.3   | 220.1  | 221.4  | 219.7  | 15.1   | 16.4   | 15.6   | 2219   | 2635   | 2648   | 7502   |

Tablo 2.98. Havuz Sirkülasyon Pompası 2 Güç Ölçüm Değerleri

| Tarih:     | Zaman:   | U12 rms | U23 rms | U31 rms | V1 rms | V2 rms | V3 rms | A1 rms | A2 rms | A3 rms | P1 (W) | P2 (W) | P3 (W) | PT (W) |
|------------|----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            |          | V       | V       | V       | V      | V      | V      | A      | A      | A      | W      | W      | W      | W      |
| 27.03.2018 | 12:01:50 | 381.8   | 383.3   | 383.8   | 221.1  | 220.3  | 221.9  | 15.2   | 16.1   | 15.9   | 2291   | 2574   | 2438   | 7303   |
| 27.03.2018 | 12:01:55 | 382     | 383.7   | 384.2   | 221.2  | 220.5  | 222.2  | 15.1   | 16.1   | 16     | 2277   | 2578   | 2440   | 7295   |
| 27.03.2018 | 12:02:00 | 381.9   | 383.5   | 384     | 221.1  | 220.5  | 222.1  | 15.2   | 16.1   | 15.9   | 2286   | 2581   | 2437   | 7304   |
| 27.03.2018 | 12:02:05 | 381.8   | 383.4   | 384     | 221    | 220.3  | 222.1  | 15.1   | 16     | 16     | 2279   | 2579   | 2441   | 7299   |
| 27.03.2018 | 12:02:10 | 381.6   | 383.3   | 383.9   | 221    | 220.3  | 222    | 15.1   | 16.1   | 15.9   | 2279   | 2578   | 2441   | 7299   |
| 27.03.2018 | 12:02:15 | 382.2   | 383.9   | 384.4   | 221.3  | 220.6  | 222.3  | 15.1   | 16.1   | 16     | 2281   | 2582   | 2441   | 7304   |
| 27.03.2018 | 12:02:20 | 381.7   | 383.5   | 383.8   | 221    | 220.4  | 222    | 15.1   | 16.1   | 15.9   | 2281   | 2588   | 2434   | 7303   |
| 27.03.2018 | 12:02:25 | 381.6   | 383.5   | 383.9   | 221    | 220.3  | 222.1  | 15.1   | 16.1   | 16     | 2273   | 2587   | 2438   | 7298   |
| 27.03.2018 | 12:02:30 | 382     | 383.8   | 384.3   | 221.2  | 220.5  | 222.3  | 15.1   | 16.1   | 16     | 2275   | 2584   | 2442   | 7301   |
| 27.03.2018 | 12:02:35 | 381.8   | 383.6   | 384.1   | 221.1  | 220.4  | 222.2  | 15.1   | 16.1   | 16     | 2277   | 2580   | 2440   | 7297   |

Tablo 2.99. Havuz sirkülasyon pompası 1 debi ölçüm değerleri

| Tarih      | Zaman    | Akış lt/sn |
|------------|----------|------------|
| 27.03.2018 | 10:30:37 | 15.94      |
| 27.03.2018 | 10:30:39 | 20.08      |
| 27.03.2018 | 10:30:41 | 22.84      |
| 27.03.2018 | 10:30:43 | 24.90      |
| 27.03.2018 | 10:30:45 | 22.03      |
| 27.03.2018 | 10:30:47 | 23.76      |
| 27.03.2018 | 10:30:49 | 15.99      |
| 27.03.2018 | 10:30:51 | 22.83      |
| 27.03.2018 | 10:30:53 | 25.97      |

Tablo 2.100. Ozon emiş pompası enerji analizörü ölçümleri

| Tarih:     | Zaman:   | U12 rms | U23 rms | U31 rms | V1 rms | V2 rms | V3 rms | A1 rms | A2 rms | A3 rms  | P1 (W) | P2 (W) | P3 (W) | PT (W) |
|------------|----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
|            |          | V       | V       | V       | V      | V      | V      | A      | A      | A       | W      | W      | W      | W      |
| 27.03.2018 | 12:24:25 | 384.90  | 387.20  | 387.30  | 223.10 | 222.20 | 224.10 | 178.32 | 179.18 | 1815.60 | 3566   | 3617   | 3593   | 10776  |
| 27.03.2018 | 12:24:30 | 384.40  | 386.70  | 386.70  | 222.80 | 221.90 | 223.80 | 178.36 | 179.24 | 1815.80 | 3564   | 3614   | 3589   | 430674 |
| 27.03.2018 | 12:24:35 | 384.60  | 387.00  | 387.10  | 223.00 | 222.00 | 224.00 | 178.34 | 179.18 | 1815.40 | 3564   | 3616   | 3591   | 430896 |
| 27.03.2018 | 12:24:40 | 384.60  | 386.90  | 387.10  | 222.90 | 222.00 | 223.90 | 178.38 | 179.14 | 1816.20 | 3563   | 3615   | 3593   | 431078 |
| 27.03.2018 | 12:24:45 | 384.70  | 387.10  | 387.10  | 223.00 | 222.10 | 224.00 | 178.30 | 179.20 | 1815.60 | 3564   | 3617   | 3590   | 430844 |
| 27.03.2018 | 12:24:50 | 384.60  | 387.00  | 386.90  | 222.90 | 222.00 | 223.90 | 178.32 | 179.24 | 1815.60 | 3565   | 3615   | 3588   | 430607 |
| 27.03.2018 | 12:24:55 | 384.70  | 387.20  | 387.00  | 223.00 | 222.10 | 224.00 | 178.32 | 179.27 | 1815.60 | 3567   | 3617   | 3588   | 430682 |
| 27.03.2018 | 12:25:00 | 384.30  | 386.90  | 386.60  | 222.70 | 221.90 | 223.80 | 178.27 | 179.35 | 1817.00 | 3563   | 3618   | 3584   | 430197 |
| 27.03.2018 | 12:25:05 | 384.40  | 386.90  | 386.60  | 222.70 | 222.00 | 223.80 | 178.34 | 179.41 | 1816.40 | 3567   | 3618   | 3582   | 430087 |
| 27.03.2018 | 12:25:10 | 384.60  | 386.50  | 386.50  | 222.80 | 222.00 | 223.50 | 178.62 | 179.32 | 1814.80 | 3572   | 3607   | 3587   | 430526 |

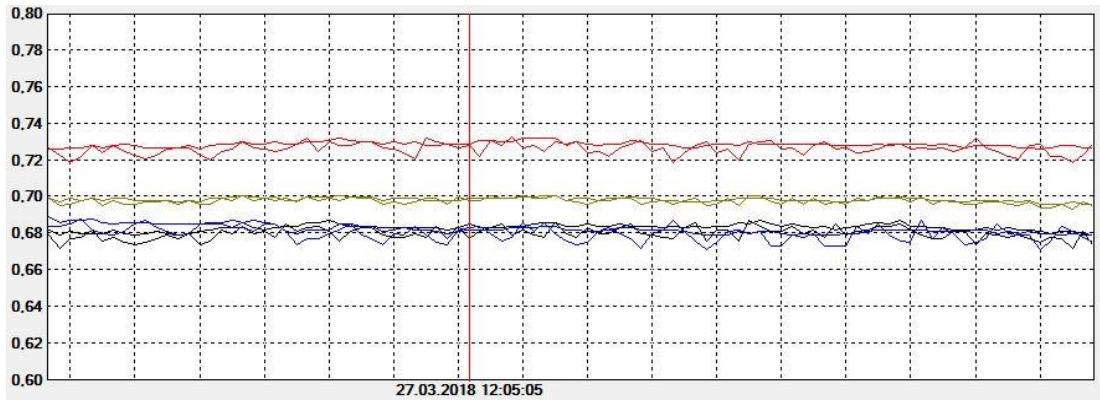
Tablo 2.101. Ozon basma pompası enerji analizörü ölçümleri

| Tarih:     | Zaman:   | U12 rms | U23 rms | U31 rms | V1 rms | V2 rms | V3 rms | A1 rms | A2 rms | A3 rms | P1 (W) | P2 (W) | P3 (W) | PT (W)  |
|------------|----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|            |          | V       | V       | V       | V      | V      | V      | A      | A      | A      | W      | W      | W      | W       |
| 27.03.2018 | 13:22:10 | 390.1   | 392.3   | 392.5   | 226.1  | 225.3  | 227.0  | 176.2  | 176.9  | 179.5  | 3548   | 3611   | 3601   | 10759.6 |
| 27.03.2018 | 13:22:11 | 390.2   | 392.4   | 392.6   | 226.1  | 225.3  | 227.1  | 176.1  | 176.9  | 179.4  | 3548   | 3610   | 3599   | 10755.6 |

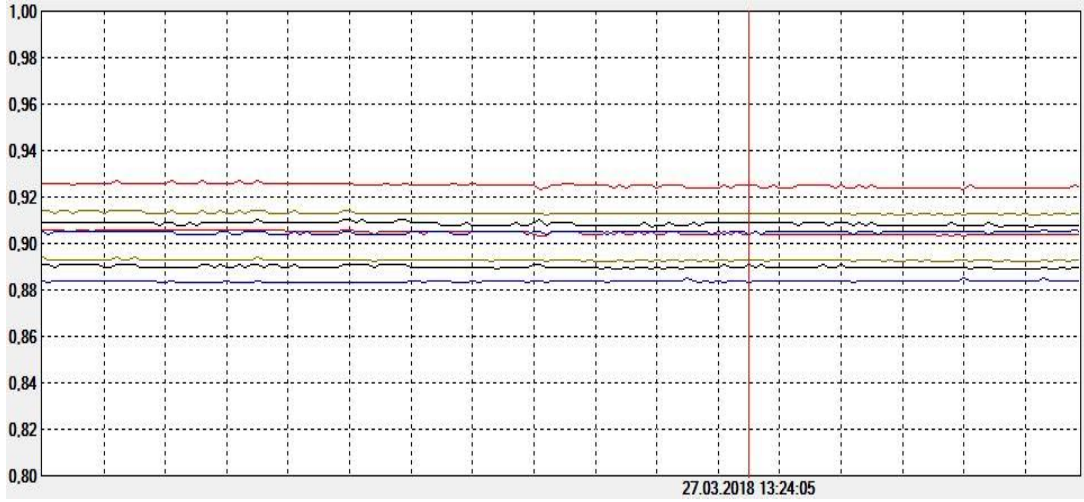
|            |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |         |
|------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|---------|
| 27.03.2018 | 13:22:12 | 390.3 | 392.4 | 392.7 | 226.2 | 225.3 | 227.1 | 176.1 | 176.8 | 179.4 | 3547 | 3608 | 3601 | 10756.2 |
| 27.03.2018 | 13:22:13 | 390.4 | 392.6 | 392.8 | 226.2 | 225.4 | 227.2 | 176.1 | 176.8 | 179.4 | 3551 | 3610 | 3603 | 10763.7 |
| 27.03.2018 | 13:22:14 | 390.5 | 392.6 | 392.8 | 226.3 | 225.4 | 227.2 | 176.2 | 176.9 | 179.5 | 3552 | 3610 | 3604 | 10766.1 |
| 27.03.2018 | 13:22:15 | 390.4 | 392.5 | 392.7 | 226.2 | 225.4 | 227.1 | 176.1 | 176.8 | 179.3 | 3550 | 3608 | 3600 | 10757   |
| 27.03.2018 | 13:22:16 | 390.4 | 392.5 | 392.8 | 226.2 | 225.4 | 227.2 | 176.1 | 176.8 | 179.4 | 3548 | 3609 | 3602 | 10759.5 |
| 27.03.2018 | 13:22:17 | 390.4 | 392.5 | 392.8 | 226.2 | 225.4 | 227.2 | 176.2 | 176.9 | 179.4 | 3549 | 3610 | 3603 | 10762.7 |
| 27.03.2018 | 13:22:18 | 390.5 | 392.6 | 392.8 | 226.3 | 225.5 | 227.2 | 176.2 | 176.9 | 179.5 | 3551 | 3611 | 3604 | 10765.9 |
| 27.03.2018 | 13:22:19 | 390.4 | 392.5 | 392.8 | 226.2 | 225.4 | 227.2 | 176.2 | 176.9 | 179.5 | 3550 | 3611 | 3605 | 10765.8 |

Tablo 2.102. Ozon basma pompası debimetre ölçümleri

| Tarih      | Zaman    | Akış lt/sn |
|------------|----------|------------|
| 27.03.2018 | 12:40:03 | 19.15      |
| 27.03.2018 | 12:40:04 | 20.74      |
| 27.03.2018 | 12:40:05 | 21.37      |
| 27.03.2018 | 12:40:06 | 24.03      |
| 27.03.2018 | 12:40:07 | 9.9        |
| 27.03.2018 | 12:40:08 | 26.46      |
| 27.03.2018 | 12:40:09 | 19.2       |
| 27.03.2018 | 12:40:10 | 23.1       |
| 27.03.2018 | 12:40:11 | 20.84      |
| 27.03.2018 | 12:40:12 | 23.16      |
| 27.03.2018 | 12:40:13 | 18.59      |



Şekil 2.82. EFF2 sınıf Havuz sirkülasyon pompa motoru PF grafiği



Şekil 2.83. IE2 sınıf Ozon pompa motoru PF ölçüm grafiği

Havuz sirkülasyon ve ozon temizleme pompalarının debi ve güç ölçümleri incelendiğinde motor verim sınıfının düşük olmasından dolayı harcanan yüksek güce oranla elde edilen debinin az olduğu görülmüştür. Cosfi değeri düşük olan eff2 motorun güç ölçümlerinde mevcut çalışması sırasında PowerFactor (PF) değerinin 0.6 – 0.7 arasında olduğu görülmektedir. Fakat aynı besleme panosundan beslenen ozon basma ve emme motorlarının PF değeri yukarıdaki grafikte de açıkça görüleceği gibi 0.90 – 0.91 civarındadır. Bu ölçüm neticelerinden de anlaşılacağı üzere, EFF2 verim sınıfı olan havuz sirkülasyon motorlarının sisteme etkisi ile IE2 verim sınıfı olan ozon pompa motorlarının sisteme etkisi farklıdır. Düşük güç faktörü sistemden çekilen reaktif gücü arttırmakta, yararlı güç dediğimiz aktif güç kullanımını azaltarak verim kaybına neden olmaktadır.

#### 2.1.5.11 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Havuz sirkülasyon pompa ve ozon temizleme emme ile basma pompa motorlarının yüksek verim sınıfı motorlar ile değiştirilerek debi / güç oranının artırılıp verim değerlerinin yükseltilmesi gerekmektedir. Özellikle grafikler detaylı analiz yapılarak şu sonuca varılmıştır; EFF2 motor sistemden çektiği görünür gücün(kVA) %60'ını faydalı enerji olarak kullanırken, IE2 motor sistemden çektiği görünür gücün(kVA) %90'ını faydalı enerji olarak kullanmaktadır. Mevcut motorlar üzerine yapılan motor verimlilik artırıcı projesinde özellikle bu motorların

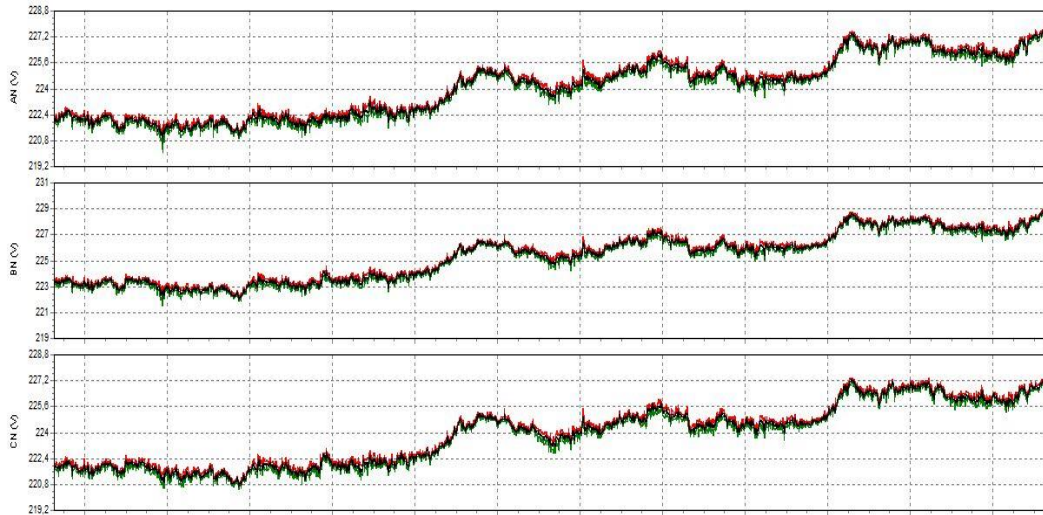
üzerinde durularak değişimi önerilmiştir.

#### 2.1.5.12 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ

Tesis elektrik ihtiyacını şehir şebekesinden sağlamaktadır. Tesisin 830 kVa'lık bir trafosu bulunmaktadır. Trafo çıkışında kompanzasyon sistemi ve dağıtım panoları bulunmaktadır.

#### 2.1.5.13 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Elektrik panolarında enerji analizörü güç, harmonik, gerilim ölçümleri ile termal kamera çekimleri yapılmıştır.



Şekil 2.84. Ana besleme panosu gerilim eğrisi





Şekil 2.85. Ana besleme panosu akım eğrisi

Tablo 2.103. Anlık akım ve gerilim ölçümü

| Tarih          | Zaman            | Vrms ph-ph<br>AB Ort | Vrms ph-ph<br>BC Ort | Vrms ph-ph<br>CA Ort | Akım<br>A Ort | Akım<br>B Ort | Akım<br>C Ort |
|----------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| 27.03.<br>2018 | 11:16:2<br>8.046 | 386.09               | 386.01               | 383.62               | 208.1         | 230.8         | 180.8         |
| 27.03.<br>2018 | 11:16:3<br>1.046 | 386.24               | 386.18               | 383.79               | 207.3         | 230.9         | 180.7         |
| 27.03.<br>2018 | 11:16:3<br>4.046 | 386.06               | 386.04               | 383.59               | 213.8         | 237.9         | 186.6         |
| 27.03.<br>2018 | 11:16:3<br>7.046 | 386.36               | 386.22               | 383.92               | 214.7         | 237.3         | 187           |
| 27.03.<br>2018 | 11:16:4<br>0.046 | 386.2                | 386.01               | 383.63               | 215.4         | 231.5         | 187.3         |
| 27.03.<br>2018 | 11:16:4<br>3.046 | 385.95               | 385.84               | 383.45               | 215.9         | 231.6         | 187.2         |
| 27.03.<br>2018 | 11:16:4<br>6.046 | 386.09               | 385.99               | 383.59               | 217.4         | 233.1         | 187.9         |
| 27.03.<br>2018 | 11:16:4<br>9.046 | 385.94               | 385.83               | 383.4                | 224.7         | 239.7         | 193           |

Termal resimlerde aşırı ısınmadan dolayı sorun oluşturacak değerlere rastlanmamıştır. Gerilim değerleri ve güç faktörü değerleri istenen değerlerde olup

herhangi bir olumsuzluğa rastlanmamıştır. Mevcut ana pano odasında klima sistemi ile soğutma sağlanmakta ve aşırı ısınmalar bu şekilde kontrol altında tutulmaktadır. Gerilim değerleri ve akım değerleri incelendiğinde de yükün fazlara eşit dağıtıldığı görülmektedir. Ayrıca gerilim düşüşleri olmaması trafo sisteminin iyi çalışması ve elektrik dağıtım sisteminin iyi olduğunun göstergesidir.

Sistemin belirli aralıklarla termal çekimlerinin yapılarak elektrik panolarındaki ısınmalar kontrol edilmelidir. Özellikle yaz aylarında kontrol periyodu sıklaştırılıp daha sık yapılmalıdır.

#### 2.1.5.14 ELEKTRİK MOTORLARI

Tesiste yapılan saha çalışmaları ve incelemelerde en büyük güçteki motorların klima, iklimlendirme, chiller soğutma grubu ve sirkülasyon pompa cihazlarında olduğu tespit edilmiştir. 2007 de hizmete başlayan tesis genel olarak o dönemdeki EFF2 sınıf motorları kullanmaktadır. Ozon arıtma sistemindeki pompa motorları IE2 sınıf olup geri kalan bütün motorlar düşük verim sınıfı olan EFF2 motorlardır.

#### 2.1.5.15 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Havuz sirkülasyon pompaları, ozon sistemi basma ve emme motorları, ayrıca çatıda bulunan klima santralleri aspiratör motorları güç ölçümleri yapılmıştır.

Tesiste yapılan saha tespitleri motor listesi;

Tablo 2.104. Motor listesi

| Marka | güç (kw) | adet | verim sınıfı | cosfi | devir (d/d) | IP (Koruma Sınıfı) |
|-------|----------|------|--------------|-------|-------------|--------------------|
| Wat   | 11       | 5    | EFF2         | 0.84  | 1450        | 54                 |
| Wat   | 15       | 2    | EFF2         | 0.84  | 1450        | 54                 |
| Wat   | 11       | 2    | IE2          | 0.9   | 2920        | 55                 |

|     |     |   |      |      |      |    |
|-----|-----|---|------|------|------|----|
| Wat | 11  | 2 | IE2  | 0.9  | 2920 | 55 |
| Wat | 11  | 3 | EFF2 | 0.84 | 1450 | 55 |
| Wat | 7.5 | 2 | EFF2 | 0.85 | 1450 | 54 |
| Wat | 3   | 2 | EFF2 | 0.8  | 1420 | 54 |

Yapılan incelemelerde yukarıda listesi verilen motorların güncel teknolojik motorlara göre düşük verimli oldukları tespit edilmiştir. Değiştirilerek daha verimli motorlara geçilmesi durumunda hem enerji tasarrufu sağlanacak hem de mevcut pompa sistemlerinin verim değeri artarak daha az güç daha fazla debi sağlanacaktır.

Tesiste bulunan düşük verim sınıfı düşük motorların yüksek verimli motorlar ile değiştirilecektir. Bu proje sonunda enerji tasarrufu amaçlanmışken aynı zamanda değişecek pompa motorları ile pompa verimlerinde artacaktır.

Seçilen motorların yıllık çalışma saatleri içinde buldukları sisteme göre değişiklik göstermektedir. Yeni motorların hepsi IE3 seçilmiştir. Seçilen motor yurt dışı üretimi olduğu için euro 5 TL kabul edilerek hesaplama yapılmıştır. Mevcut motorlarda yıpranma ve bakımsızlıktan kaynaklı iç kayıpların artması geri ödeme süresini düşürmüştür. Uygulama açısından sistemlere göre değişiklik gösterebileceğinden uygulama süresi orta vade olarak alınmıştır.

#### 2.1.5.16 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Eski sınıf motorların değiştirilerek yeni yüksek verimli motor sınıfına geçilerek büyük oranda elektrik tasarrufu sağlanacaktır. Verimlilik arttırıcı proje önerileri kısmında detaylı olarak incelenerek tasarruf potansiyeli, geri ödeme süresi gibi önemli parametreler hesaplanmıştır.

Tablo 2.105. Motor Verim Sınıfının Yükseltilmesi

| Önlemler                            | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |          | CO2 Azalma | Yatırım Maliyeti | Basit Geri Ödeme Süresi | Uygulama Süresi |
|-------------------------------------|-------------|------------------|----------------|---------|----------|------------|------------------|-------------------------|-----------------|
|                                     |             | Miktar           | Orijinal Birim | TEP/yıl | TL/yıl   |            |                  |                         |                 |
| Motor Verim Sınıfının Yükseltilmesi | Elektrik    | 30712            | KWH            | 2.64    | 10749 TL | 18.95      | 36000 TL         | 3.35                    | OV              |

#### 2.1.5.17 AYDINLATMA SİSTEMİ

Tesiste yapılan saha çalışmalarında mahal aydınlatma listesi oluşturulmuş ve detaylı lüxmetre ölçümleri yapılmıştır. Tesiste genel olarak 20W led spot aydınlatma kullanılsa da bazı mahallerde tüp floresan ve led projektör kullanımı gözlemlenmiştir. Toplamda 992 adet aydınlatma elmanı bulunmakta olup toplam aydınlatma gücü 46.95 kW'tır. Tesis içerisinde ve otoparkta lüx değerleri ölçülmüş aydınlatma sayısı listesi çıkartılmıştır.

#### 2.1.5.18 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste toplam 992 adet lamba bulunmakta olup, bunların toplam kurulu gücü 29.40kW olarak hesaplanmıştır. Yapılan ölçümler ve yerinde incelemeler neticesinde aydınlatma sisteminin yeterli olduğu görülmüştür. Mevcut sistem içerisinde bulunan verimsiz sınıf diyebileceğimiz aydınlatma elemanları ile ilgili daha detaylı analizler ekler kısmında yer alan Verimlilik Arttırıcı Projeler kısmında yapılmıştır. Tesisin mevcut aydınlatmasının verimsiz olduğu gözlemlenmiştir. Mevcut aydınlatmanın led aydınlatma ile değiştirilip %55 tasarruf edilmesi ön görülmektedir.

Tablo 2.106. Mevcut Aydınlatma Envanteri

Mevcut Aydınlatma

| Mahal Adı                 | Aydınlatma Türü   | Balast Tipi | Armatür Sayısı | Lamba Sayısı | Lamba Gücü (W) | Balast Dahil Güç Tüketimi (W) | Yıllık Kullanım Saati (H) | Yıllık Toplam Tüketimi (kWh) | Lümen (lm) | Verim (lm/W) |
|---------------------------|-------------------|-------------|----------------|--------------|----------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------|--------------|
| Bodrum Kat                | Floresan (2500lm) | manyetik    | 47             | 94           | 36             | 39.6                          | 2400                      | 8934                         | 2500       | 69           |
| Bodrum Kat                | Floresan (2500lm) | manyetik    | 36             | 36           | 36             | 39.6                          | 2400                      | 3421                         | 2500       | 69           |
| 1. Kat                    | Floresan (2500lm) | manyetik    | 2              | 4            | 36             | 39.6                          | 2400                      | 380                          | 2500       | 69           |
| 2. Kat                    | Floresan (2500lm) | manyetik    | 22             | 44           | 36             | 39.6                          | 2400                      | 4182                         | 2500       | 69           |
| 2. Kat                    | Floresan (1080lm) | manyetik    | 10             | 20           | 18             | 19.8                          | 2400                      | 950                          | 1080       | 60           |
| 3., 4. Kat ve Merdivenler | Floresan (2500lm) | manyetik    | 8              | 16           | 36             | 39.6                          | 2400                      | 1521                         | 2500       | 69           |
| Otopark                   | Floresan (2500lm) | manyetik    | 50             | 50           | 36             | 39.6                          | 2400                      | 4752                         | 2500       | 69           |

Tablo 2.107. Yeni Aydınlatma Envanteri

Yeni Aydınlatma

| Mahal Adı                 | aydınlatma türü  | armatür sayısı | lamba sayısı | lamba gücü (W) | Yıllık kullanım saati (h) | Yıllık toplam tüketimi (kWh) | Lümen (lm) | Verim (lm/W) |
|---------------------------|------------------|----------------|--------------|----------------|---------------------------|------------------------------|------------|--------------|
| Bodrum Kat                | Led Tüp Floresan | 47             | 47           | 36             | 2400                      | 4060.8                       | 3700       | 103          |
| Bodrum Kat                | Led Tüp Floresan | 36             | 36           | 20             | 2400                      | 1728                         | 2100       | 105          |
| 1. Kat                    | Led Tüp Floresan | 2              | 2            | 36             | 2400                      | 172.8                        | 3700       | 103          |
| 2. Kat                    | Led Tüp Floresan | 22             | 22           | 36             | 2400                      | 1900.8                       | 3700       | 103          |
| 2. Kat                    | Led Tüp Floresan | 10             | 10           | 20             | 2400                      | 480                          | 2100       | 105          |
| 3., 4. Kat ve Merdivenler | Led Tüp Floresan | 8              | 8            | 36             | 2400                      | 691.2                        | 3700       | 103          |
| Otopark                   | Led Tüp Floresan | 50             | 50           | 20             | 2400                      | 2400                         | 2100       | 105          |

#### 2.1.5.19 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Mevcut aydınlatmanın yerine alınacak yeni aydınlatmaların tasarruf oranı %55 olarak yazılmıştır. Toplam enerji tasarruf miktarı enerji harcamaları miktarları üzerinden hesaplanmıştır. Ayrıca manyetik balastların kaybı %10 kabul edilerek mevcut aydınlatmanın tüketimi hesap edilmiştir.

Tablo 2.108. Aydınlatma Elemanlarının Değişimi

| Önlemler                       | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |        | CO2 Azalma<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Basit Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Süresi<br>Vade |
|--------------------------------|-------------|------------------|----------------|---------|--------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|                                |             | Miktar           | Orijinal Birim | TEP/yıl | TL/yıl |                       |                            |                                |                         |
| Aydınlatma Elemanları Değişimi | Elektrik    | 12707            | kWh            | 1.09    | 4.504  | 7.84                  | 16158 TL                   | 3.59                           | KV                      |

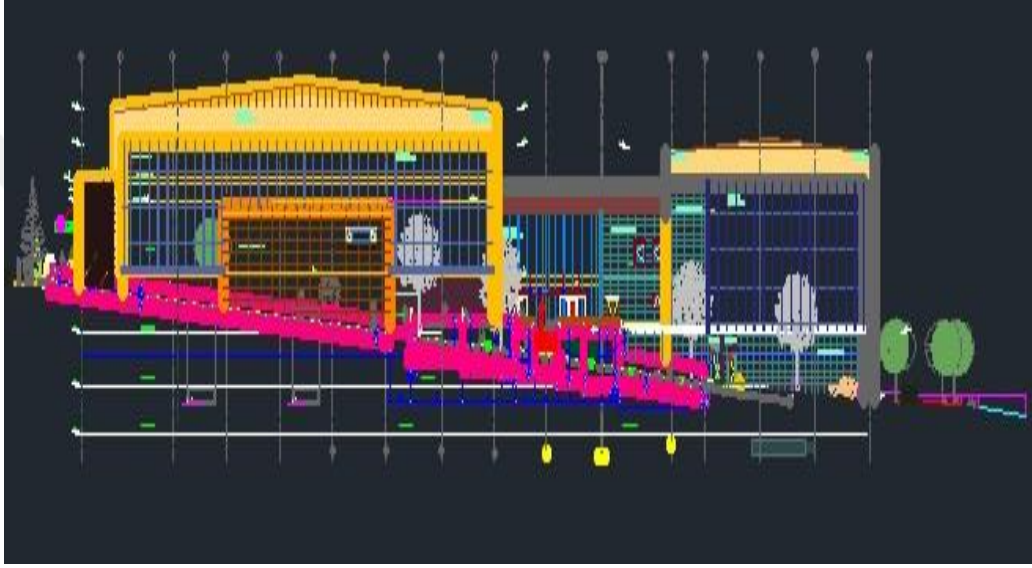
#### 2.1.5.20 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve belirlenen enerji tasarrufu verilerine göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 17.6 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 17653 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 35 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.

## 2.1.6 ÇEKMEKÖY SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.6.1 Bina Bilgileri

İstanbul İli, Çekmeköy ilçesi sınırları içerisinde bulunan ve 2013 yılında hizmete açılan Spor Kompleksi, 1 katı garaj olmak üzere 4 kattan oluşmaktadır. Kapalı Spor Salonu 2100 kişi, Bay, Bayan, Çocuk Yüzme havuzu 210 kişi seyirci kapasitesine sahiptir. Binanın toplam kapalı alanı 15318 m<sup>2</sup>, günlük 16 saat çalışma yapılan binada 41 kişi çalışmaktadır.



Şekil 2.86. Çekmeköy Spor Kompleksinin Yandan Görünüşü

Çekmeköy spor kompleksinde bir adet kapalı salon, bir adet havuz, bir adet kafeterya bulunmaktadır. Kapalı spor salonu, yüzme havuzu, fitness, basketbol (çocuk), voleybol (çocuk) ve pilates alanlarda hizmet vermekte olup haftada 7 gün 07.00-22.00 saatleri arasında faaliyet göstermektedir.

Tablo 2.109. Bina Bilgileri

|                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 1. Binanın Adı                      | Çekmeköy Spor Kompleksi    |
| 2. İnşaa Yılı                       | 2013                       |
| 3. İnşaat Alanı                     | 7276 m <sup>2</sup>        |
| 4. Kullanım Alanı                   | 15318 m <sup>2</sup>       |
| 5. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı  | 1590                       |
| 6. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | 286                        |
| 7. Isıtma/Soğutma Sistemi           | Merkezi Sistem             |
| 8. Yalıtım Durumu                   | Seramik kaplama, mantolama |
| Yıl                                 | Tüketim (TEP)              |
| 2016                                | 295.2 TEP                  |

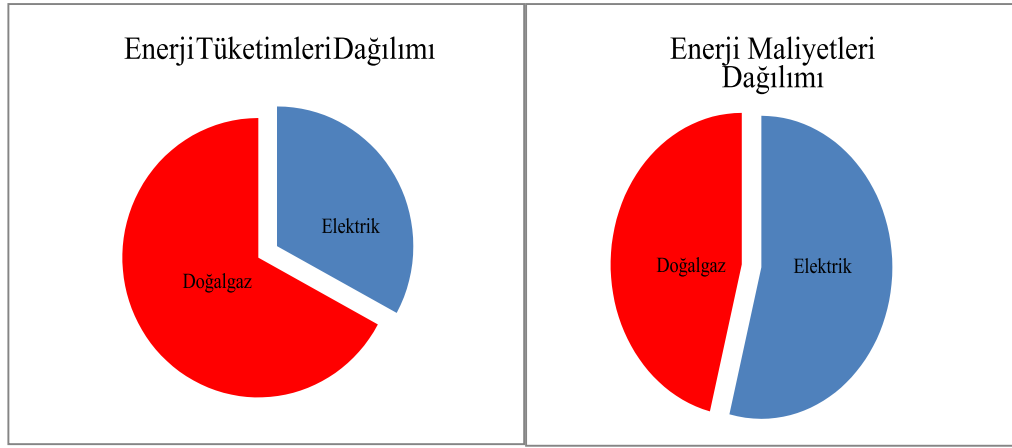
## 2.1.6.2 TÜKETİM ANALİZLERİ

Çekmeköy Spor Kompleksi binasının enerji ihtiyacı elektrik ve doğalgaz ile karşılanmaktadır. Kullanılan enerji kaynaklarını, ortak tek bir birimle ifade etmek amacıyla TEP olarak hesaplanmıştır. Aşağıda 2016 yılı için enerji tüketim ve maliyet analizleri aşağıdaki tablo ve grafiklerde yer almaktadır.

Tablo 2.110. Tüketilen Enerjinin Türlerine Göre Dağılımı

| 2016 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri |                 |                 |       |          |         |          |               |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-------|----------|---------|----------|---------------|
| Enerji Türü                        | Enerji Tüketimi |                 |       |          | Maliyet |          | Birim Maliyet |
|                                    | Miktar          | Birim           | TEP   | % Toplam | TL      | % Toplam | TL/TEP        |
| Elektrik (alınan)                  | 1130344         | kWh             | 97.2  | 32.9     | 400059  | 53.9     | 4116.2        |
| Doğal Gaz                          | 239950          | Sm <sup>3</sup> | 198.0 | 67.1     | 341985  | 46.1     | 1727.6        |
| Toplam                             |                 |                 | 295.2 | 100.0    | 742044  | 100.0    |               |





Şekil 2.87. Tüketilen Enerjinin Türlerine Göre Dağılımı

Yukarıda tablo ve grafiklerde görüleceği gibi Çekmeköy Spor Kompleksinin 2016 yılı tüketiminin yaklaşık %33'ü elektrik (97.2 TEP), %67'si (198 TEP) doğalgaz olup toplam tüketim 295 TEP olarak gerçekleşmiştir. Enerji maliyetleri açısından değerlendirildiğinde ise elektrik maliyeti 400 bin TL (%54) ve doğalgaz maliyeti ise 341985 TL (%46) olmak üzere toplam 742044 TL harcanmıştır.

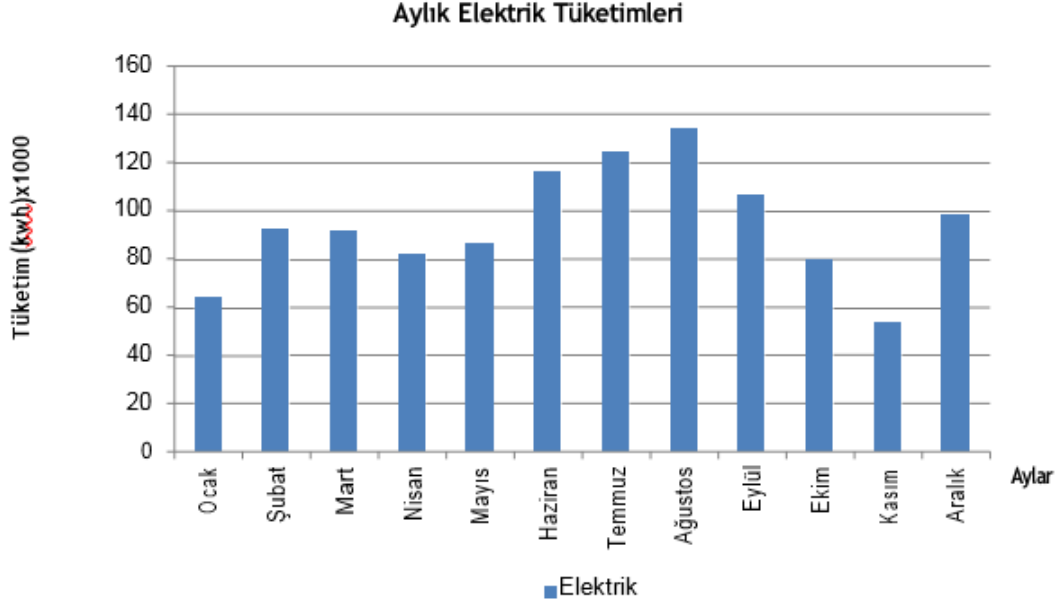
### 2.1.6.3 Elektrik Tüketimlerinin İncelenmesi

Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

Tablo 2.111. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketimleri

| 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketimleri |              |       |          |     |              |          |        |
|--------------------------------------|--------------|-------|----------|-----|--------------|----------|--------|
| Aylar                                | Tüketim      |       |          |     | Maliyet(TL)  |          |        |
|                                      | Satın alınan |       | Üretilen |     | Satın alınan | Üretilen | Toplam |
|                                      | kwh          | Tep   | kwh      | Tep |              |          |        |
| Ocak                                 | 64280        | 5.53  | 0        | 0   | 22750        | 0        | 22750  |
| Şubat                                | 92522        | 7.96  | 0        | 0   | 32746        | 0        | 32746  |
| Mart                                 | 91458        | 7.86  | 0        | 0   | 32369        | 0        | 32369  |
| Nisan                                | 81744        | 7.03  | 0        | 0   | 28931        | 0        | 28931  |
| Mayıs                                | 86771        | 7.46  | 0        | 0   | 30711        | 0        | 30711  |
| Haziran                              | 116202       | 9.99  | 0        | 0   | 41127        | 0        | 41127  |
| Temmuz                               | 124133       | 10.67 | 0        | 0   | 43934        | 0        | 43934  |
| Ağustos                              | 134236       | 11,4  | 0        | 0   | 47510        | 0        | 47510  |
| Eylül                                | 106527       | 9.16  | 0        | 0   | 37703        | 0        | 37703  |

|               |                |              |          |          |               |          |               |
|---------------|----------------|--------------|----------|----------|---------------|----------|---------------|
| Ekim          | 79940          | 6.87         | 0        | 0        | 28293         | 0        | 28293         |
| Kasım         | 53757          | 4.62         | 0        | 0        | 19026         | 0        | 19026         |
| Aralık        | 98774          | 8.49         | 0        | 0        | 34959         | 0        | 34959         |
| <b>Toplam</b> | <b>1130344</b> | <b>97.19</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>400059</b> | <b>0</b> | <b>400059</b> |



Şekil 2.88. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi

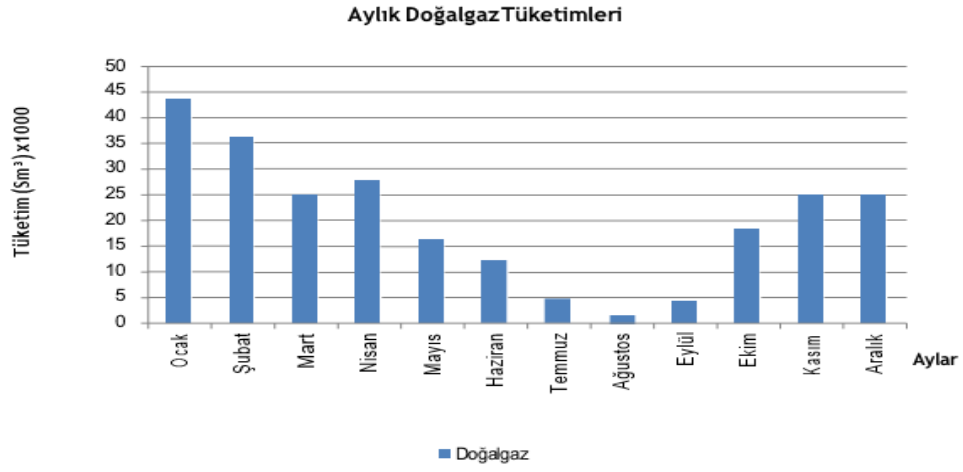
#### 2.1.6.4 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

Bu bölümde binada kullanılan doğalgaz tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler aşağıda verilmiştir.

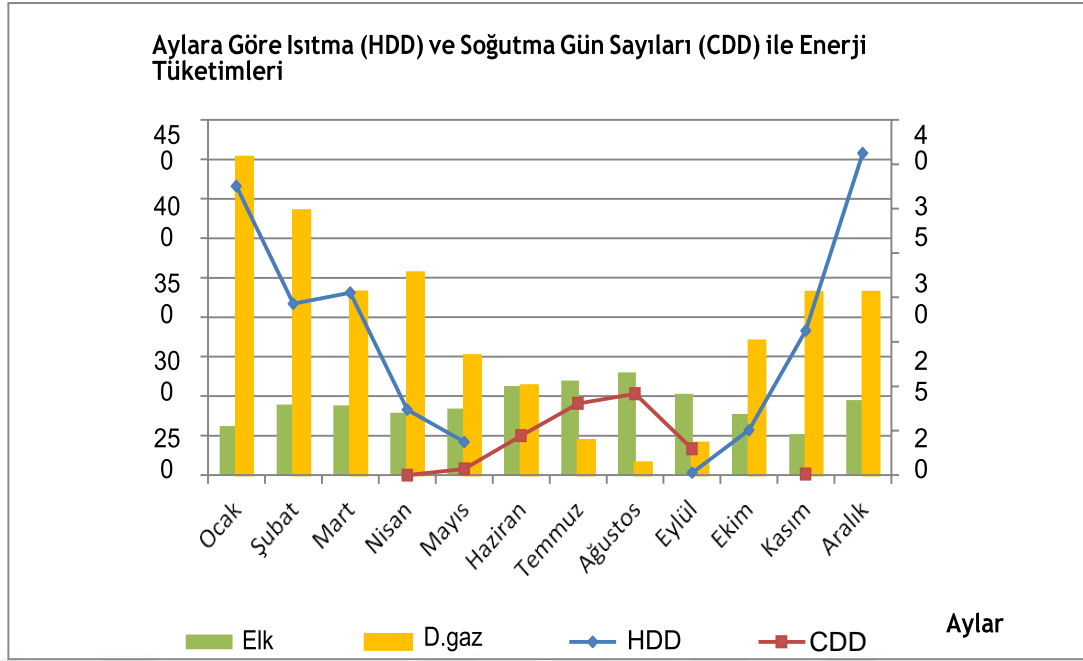
Tablo 2.112. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi

| 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimleri |                 |       |                 |     |              |        |        |
|--------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-----|--------------|--------|--------|
| Aylar                                | Tüketim         |       |                 |     | Maliyet(TL)  |        |        |
|                                      | Satın alınan    |       | Üretim          |     | Satın Alınan | Üretim | Toplam |
|                                      | Sm <sup>3</sup> | Tep   | Sm <sup>3</sup> | Tep |              |        |        |
| Ocak                                 | 43449           | 35.85 | 0               | 0   | 64678        | 0      | 64678  |
| Şubat                                | 36154           | 29.83 | 0               | 0   | 53318        | 0      | 53318  |
| Mart                                 | 25005           | 20.63 | 0               | 0   | 35454        | 0      | 35454  |
| Nisan                                | 27662           | 22.82 | 0               | 0   | 40494        | 0      | 40494  |

|               |               |               |          |          |               |          |               |
|---------------|---------------|---------------|----------|----------|---------------|----------|---------------|
| Mayıs         | 16338         | 13.48         | 0        | 0        | 23323         | 0        | 23323         |
| Haziran       | 12243         | 10.1          | 0        | 0        | 17356         | 0        | 17356         |
| Temmuz        | 4739          | 3.91          | 0        | 0        | 6685          | 0        | 6685          |
| Ağustos       | 1729          | 1.43          | 0        | 0        | 2389          | 0        | 2389          |
| Eylül         | 4394          | 3.63          | 0        | 0        | 6166          | 0        | 6166          |
| Ekim          | 18293         | 15.09         | 0        | 0        | 24318         | 0        | 24318         |
| Kasım         | 24972         | 20.6          | 0        | 0        | 33902         | 0        | 33902         |
| Aralık        | 24972         | 20.6          | 0        | 0        | 33902         | 0        | 33902         |
| <b>Toplam</b> | <b>239950</b> | <b>197.96</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>341985</b> | <b>0</b> | <b>341985</b> |



Şekil 2.89. 2016 Yılı Doğalgaz Tüketiminin Aylara Göre Dağılımı



Şekil 2.90. 2016 Yılı Enerji Tüketimleri ile Isıtma ve Soğutma Derece Gün Sayıları Grafiği

Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere doğalgaz tüketimi mevsimsel özelliklere bağlı olarak Ocak ayından başlayarak azalmakta Haziran-Eylül arasını kapsayan dönemde ise sadece havuz ısıtması yapıldığından dolayı azalmaktadır. Buna karşılık aynı süreçte elektrik tüketimi tersi yönde seyir izlemekte Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum değere ulaşmaktadır.

Binanın 1. Bodrum katı Ana Fuayede bulunan ve aktif olarak kullanılan giriş kapısı iki yana açılır kapı şeklindedir. İki yana açılır kapı açılıp soğuk hava hızlıca dışarı çıkarken sıcak hava içeriyi doldurduğunda bina soğutma sistemi bu farklılığı dengelemek için devreye girer. Aynı şeyler ters sırayla kışın da gerçekleşir. Bu nedenle bina girişinin kışın çok soğuk olması nedeniyle kapıda görevli güvenlik elemanları aşağıda resimde görüldüğü gibi elektrikli ısıtıcı kullanmak zorunda kalmaktadırlar.

Fuaye, kafeterya ve ofislerde bulunan fancoiller incelendiğinde cihazların mevcut termostatların ayar durumu kış modunda 27°C olarak ayarlanmıştır. Bu

durumda kış aylarında ortam sıcaklığı dış hava sıcaklığına bağlı olarak 27°C'ye kadar çıkabilmektedir. İdeal sıcaklık 22 °C olmalıdır.

#### 2.1.6.5 Giriş Kapısından Olan Isı Kaybı Hesabı

Giriş Kapısından olan ısı kaybı (2.1) formülündeki gibi ifade edilir.

Hava Debisi Hesabı (Q)

Hacimsel Debi (mv):  $mv = V \times A$  mv = Debi Miktarı (m<sup>3</sup>/s) (2.1)

V = Hava Hızı (m/s) (İdeal hava dolaşım hızı 15 m/dak = 0,25 m/s)

A = Giriş Kapısı Yüzey Alanı= 2.3 x 2.3 = 5.29 m<sup>2</sup> mv = V x A = 0,25 x 5.29

mv = 1.3225 m<sup>3</sup>/s = 4761 m<sup>3</sup>/h

Havanın Yoğunluğu (p1):  $p1 = p \times (T0/(T0+ T1))$  (2.2)

$p1 = 1.293 \times 273 / 273+26$

$p1 = 1.1805 \text{ kg/m}^3$

Kütlesel Debi Debi (mp):  $mp = p \times mv$  mp = 1.1805 kg/m<sup>3</sup> x 4761 m<sup>3</sup>/h

$mp = 5620 \text{ kg/h}$ , Isı Kaybı Hesabı (Qk):  $Q = mp \times Cp \times (\theta_i - \theta_e)$  (2.3)

Tablo 2.113. İstanbul 2. Derece Gün Bölgesine Göre Isı Kaybı

| Aylar   | Kütlesel Debi | Özgül Isı  | İç Sıcaklık | Dış Sıcaklık | Isı Kaybı |
|---------|---------------|------------|-------------|--------------|-----------|
|         | mp            | cp         | θi          | θe           | Q         |
|         | kg/h          | KCal/kg °C | °C          | °C           | KCal/h    |
| Ocak    | 5620          | 0.240      | 26          | 2.9          | 31157     |
| Şubat   | 5620          | 0.240      | 26          | 4.4          | 29134     |
| Mart    | 5620          | 0.240      | 26          | 7.3          | 25223     |
| Nisan   | 5620          | 0.240      | 26          | 1.,8         | 17804     |
| Mayıs   | 5620          | 0.240      | 26          | 18           | 10790     |
| Haziran | 5620          | 0.240      | 26          | 22.5         | 4721      |
| Temmuz  | 5620          | 0.240      | 26          | 24.9         | 1484      |
| Ağustos | 5620          | 0.240      | 26          | 24.3         | 2293      |
| Eylül   | 5620          | 0.240      | 26          | 19.9         | 8228      |
| Ekim    | 5620          | 0.240      | 26          | 14.1         | 16051     |
| Kasım   | 5620          | 0.240      | 26          | 8.5          | 23604     |

|                     |      |       |    |     |        |
|---------------------|------|-------|----|-----|--------|
| Aralık              | 5620 | 0.240 | 26 | 3.8 | 29943  |
| TOPLAM (KCal/h yıl) |      |       |    |     | 200431 |

Günlük Ortalama Gelen Kişi Sayısı: 1200 Kişi

Kişilerin Giriş ve Çıkış Sayısı:  $2 \times 1200 = 2400$  kişi/gün Kapıların Açık Kalma Süresi Ortalama : 3 saniye / kişi

Kapıların Toplam Açık Kalma Süresi:  $3 \times 2400 = 7200$  saniye/gün = 2 h/gün  
Kapının Açık Kalma Süresi:  $2 \text{ h/gün} \times 30 \text{ gün/ay} = 60 \text{ h/ay}$

Yıllık Ortalama Isı kaybı:  $200631 \text{ kCal/h} \times 60 \text{ h/yıl} = 12037860 \text{ kCal/yıl}$

Binanın ana girişinde bulunan iki yana açılır kapıda yüksek boyutta ısı kayıpları oluşmaktadır. Yazın kapı açılıp soğuk hava hızlıca dışarı çıkarken sıcak hava içeriye girer. Kışın da tersi bir durum gerçekleşir. Bunun yerine çok sık girip çıkılan binalarda döner kapı veya çift kapılı sistem önerilir. Isının muhafaza edilmesi adına çift kapıların biri kapanmadan diğerinin açılmaması sağlanır.

Döner Kapıların açılıp kapanması esnasında hava geçişini engellemesi nedeniyle, yalıtım özelliğine sahiptir. Döner kapılar bir binanın sıcaklığını ve hava basıncını düzenleyerek enerji verimliliğini sağlar. Döner kapıların tasarımı sayesinde insanlar giriş-çıkış yaparken hava sirkülasyonu daha az meydana gelir.

- Isıtma Sezonu kapıdaki Isı kaybı= 8343677 kCal/yıl
- Soğutma Sezonu kapıdaki Isı kaybı = 3682224 kCal/yıl

Mevcut kapının döner kapı veya çift kapılı sisteme geçilmesiyle sağlanacak yıllık tasarruf:  $1076 \text{ Sm}^3$  doğalgaz ve  $4282 \text{ kWh}$  elektrik tasarrufu sağlanacaktır. Bu da  $3.026 \text{ TL/yıl}$  demektir. Üç kanatlı manuel döner kapı yatırım bedeli:  $20000 \text{ TL}$  Geri Ödeme Süresi:  $20000 \text{ TL} / 3.026 \text{ TL} = 6,6 \text{ yıl}$

## 2.1.6.6 ISITMA SİSTEMİ

Binanın, havuzun ısıtılması ve sıcak su ihtiyacının karşılanması için toplam ısı gücü 1250 kW olan 2 adet doğalgaz kazanı bulunmaktadır. Kazanlar havuz suyunun ısıtılması için 80 °C de sıcak su üretiyor. Ancak tesisin sürekli 40 °C sıcak suya ihtiyacı bulunmaktadır. Otomasyon üzerinden kazanların ve pompaların devrede olup olmadığı kontrol edilmektedir.

Tablo 2.114. Isıtma Tesisatı Bilgileri Tablosu

| EKİPMAN ADI | MARKA   | TİPİ             | İşletme Basıncı | Çalışma Sıcaklığı | Su Hacmi | ADEDİ | KAPASİTESİ (kW)   |
|-------------|---------|------------------|-----------------|-------------------|----------|-------|-------------------|
|             |         |                  |                 |                   |          |       |                   |
| KAZAN 2     | ERENSAN | TRİPLETTE TR1250 | 6 bar           | 80 °C             | 930 lt   | 1     | 1250 kW           |
| BRÜLÖR      | ECOSTAR | Doğalgazlı       |                 |                   |          | 2     | 2000 kW - 3300 kW |
| BOYLER      | ERENSAN | Tek serpantinli  |                 | 80 °C             | 2000 lt  | 3     |                   |
| GEN. TANKI  | DAF     | TM 1000L         | 2,5 bar         | 80 °C             | 1000 lt  | 2     |                   |

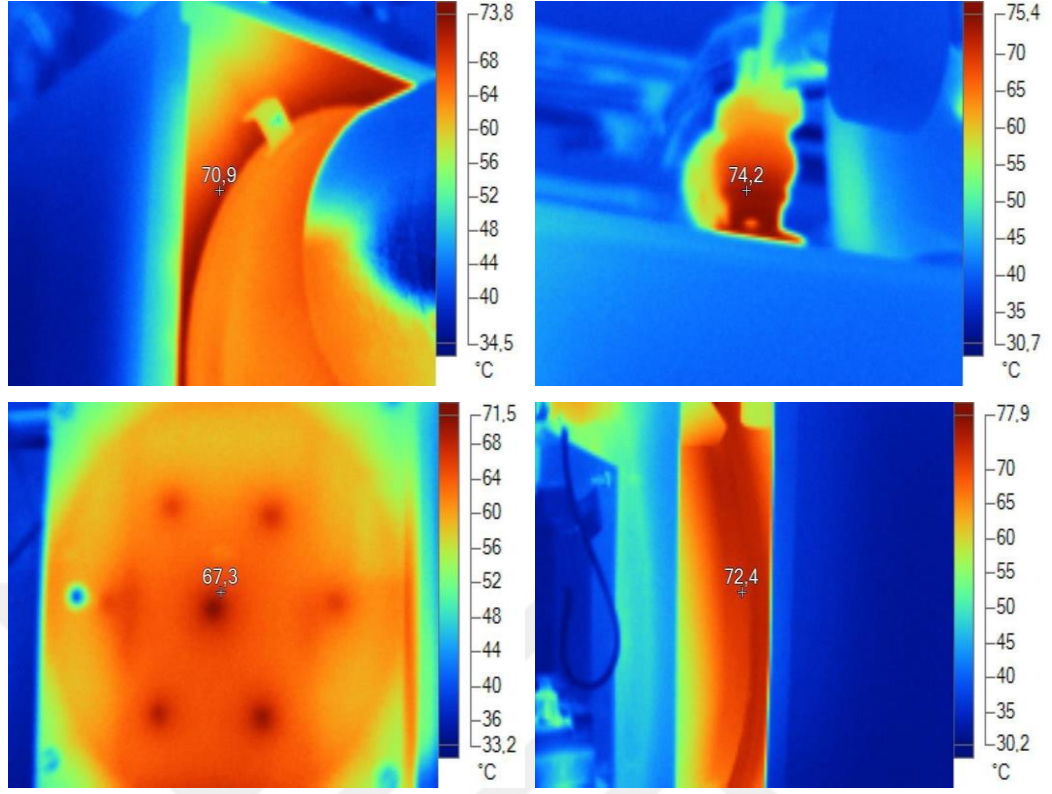
## 2.1.6.7 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

1 ve 2 no'lu kazanların bacalarında bacagazı analiz cihazı ile alınan bacagazı ölçüm sonuçlarına ilişkin bilgiler aşağıdadır.

Tablo 2.115. Kazanların bacagazı ölçüm sonuçları özet tablosu

| Kazan No | Referans O <sub>2</sub> %'si | Ölçülen O <sub>2</sub> %'si | CO (ppm) | CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub> %'si | Bacagazı sıcaklığı (°C) |
|----------|------------------------------|-----------------------------|----------|-------------------------------------|-------------------------|
| 1        | 3                            | 13                          | 0        | 4.5                                 | 75.2                    |
| 2        | 3                            | 11.8                        | 0        | 5.2                                 | 84.3                    |

Kazan 1'de yapılan baca gazı ölçüm sonuçlarına göre baca gazı içinde oksijen miktarı % 3'ün altında olması gerekirken % 13, Kazan 2'de yapılan ölçümde ise %11,8 olarak ölçülmüş olup oldukça yüksektir. Hava/yakıt oranının ayarlanarak oksijen % 3 seviyelerine indirilmelidir. Kazan yüzeylerinde ve tesis edilmiş vanalarda termal kamera görüntüleri aşağıda görülmektedir.



Şekil 2.91. Kazan Termal Kamera Görüntüleri

#### 2.1.6.8 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Kazan dairesinde yapılan termal kamera çekimlerinde özellikle kazanların ön yüzeyinde ve sıcak su tesisatı üzerinde yalıtımsız vanalarda 70 - 75 °C'ye varan sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. Yüzeylerde oluşan yüksek sıcaklıklar ısı kayıplarına neden olmaktadır.

Baca gazı ölçüm değerleri referans değerlerin çok üzerinde olup hava / yakıt oranının doğru yapılmaması nedeniyle kazanda tam yanma sağlanamamaktadır.

Sıcak su tesisatı üzerinde yalıtımsız vanaların, vana ceketleriyle yalıtımının yapılarak ısı kayıplarının önlenmesi gerekmektedir.



Ayrıca kazan brülörlerinde hava-yakıt oranının optimize edilmesiyle aşağıda hesaplandığı gibi yıllık bazda doğalgaz tasarrufu 7920 Sm<sup>3</sup> olacaktır.

Kazanlarda yapılan baca gazı ölçüm sonuçlarına göre baca gazı içinde Oksijen miktarı % 3'ün altında olması gerekirken %11,8 ve %13 olarak ölçülmüş olup oldukça yüksektir. Kazanlara yanma havası olması gerekenden çok fazla verildiği için yakıt sarfiyatı artmaktadır. Hava/yakıt oranının ayarlanarak Oksijen % 3 seviyelerine indirilmelidir.

Tablo 2.116. Kazan Baca Gazı Analiz Sonuçları ve Önerilen Durum

| MEVCUT DURUM |       | ÖNERİLEN DURUM |        |
|--------------|-------|----------------|--------|
| O2 %         | 13    | O2 %           | 3      |
| T1 (baca)    | 75.1  | T1 (baca)      | 75.1   |
| T2 (ortam)   | 21.8  | T2 (ortam)     | 21.8   |
| CO2          | 4.50% | CO2            | 10.20% |
| Kayıp %      | 14.8  | Kayıp %        | 12.4   |

Hava/yakıt oranının ayarlanarak Oksijen miktarı % 3 seviyelerine indirilerek yıllık bazda %2.4 doğalgaz tasarrufu sağlanabilecektir.

Yıllık doğalgaz tüketimi: 330000 Sm<sup>3</sup> (2016 verilerine göre tahmini tüketim)

Yıllık doğalgaz tasarrufu: 330000 Sm<sup>3</sup> x %2.4 = 7920 Sm<sup>3</sup> /yıldır.

Buda 11700 TL/yıldır. Yatırım (servis ücreti) : 1500 TL

Basit geri dönüşüm süresi: 1.5 ay

#### 2.1.6.9 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Çekmeköy Spor Kompleksinde ısıtma, soğutma ve havalandırma amaçlı olarak 8 adet klima santrali kullanılmaktadır. Klima santrallerinin 3 tanesi karışım havalı, 4 tanesi ısı geri kazanımlı ve 1 tanesi de %100 taze hava ile çalışmaktadır. Otomasyon Sistemi üzerinden takip edilmektedir.

## 2.1.6.10 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tablo 2.117. Klima Santralleri Bilgileri

| KLİMA SANTRALI | ISITMA KAPASİTESİ kW | SOĞUTMA KAPASİTESİ kW | EKİPMAN    | KURULU GÜÇ kW | HAVA DEBİSİ m <sup>3</sup> /h | Toplam Basınç mmSS | Motor d/d | Fan d/d | Günlük Çalışma Saati | Haftalık Çalışma günü | Açıklama                               |
|----------------|----------------------|-----------------------|------------|---------------|-------------------------------|--------------------|-----------|---------|----------------------|-----------------------|--|
| KS1            | 110                  | 180                   | VANTİLATÖR | 15            | 27.000                        | 93,8               | 1500      | 1633    | 07.00-15:30          | 7                     | Karışım Havalı                         |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 7,5           | 23.500                        | 50,4               | 1500      | 1367    |                      |                       |  |
| KS2            | 110                  | 180                   | VANTİLATÖR | 15            | 27.000                        | 93,8               | 1500      | 1633    | 07.00-15:30          | 6                     | Karışım Havalı                         |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 7,5           | 23.500                        | 50,4               | 1500      | 1367    |                      |                       |  |
| KS3            | 110                  | 180                   | VANTİLATÖR | 15            | 27.000                        | 93,8               | 1500      | 1633    | 07.00-21:00          | 6                     | Karışım Havalı                         |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 7,5           | 23.500                        | 50,4               | 1500      | 1367    |                      |                       |  |
| KS4            | 12                   | 30                    | VANTİLATÖR | 2,2           | 2500                          | 93,8               | 3000      | 3081    | 07.00-22:00          | 6                     | Nem Alma İnverterli Isı Geri Kazanımlı |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 2,2           | 2500                          | 80,8               | 3000      | 2578    |                      |                       |  |
| KS5 Nem Alma   | 50                   | 135                   | VANTİLATÖR | 11            | 12000                         | 110                | 1500      | 1307    | 06.30-22:00          | 7                     | Isı Geri Kazanımlı                     |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 5,5           | 11000                         | 71,7               | 1500      | 1025    |                      |                       |  |
| KS6            | 85                   | 89                    | VANTİLATÖR | 5,5           | 8500                          | 94,9               | 1500      | 1465    | 07.00-16:00          | 5                     | Taze Havalı Hafta da 4 gün             |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 2,2           | 5.000                         | 63,1               | 1.500     | 1.512   |                      |                       |  |
| KS7            | 12                   | 30                    | VANTİLATÖR | 2,2           | 2500                          | 114,4              | 3.000     | 3081    | 06.00-22:00          | 7                     | Isı Geri Kazanımlı                     |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 2,2           | 2500                          | 80,8               | 3.000     | 2578    |                      |                       |  |
| KS8            | 26                   | 72                    | VANTİLATÖR | 5,5           | 6.500                         | 103,1              | 3.000     | 1.834   | 06.00-20:00          | 7                     | Isı Geri Kazanımlı                     |
|                |                      |                       | ASPIRATÖR  | 2,2           | 5.000                         | 63,1               | 1.500     | 1.512   |                      |                       |  |

- Klima Santralleri, hem ısıtma hem de soğutma amaçlı olarak tüm yıl boyunca çalışmaktadır.
- Klima santrallerinin periyodik bakımlarının düzenli olarak yapıldığı tespit edildi.
- Klima kanallarında özellikle üfleme hattında izolasyonlar mevcut.
- Filtreler periyodik olarak aksatılmadan yenisi ile değiştirilmektedir.
- Isıtma ve Soğutma Sistemleri otomasyon sistemi üzerinden kontrol edilmekte ancak Nem alma cihazı otomasyonda aktif değildir.
- Karışım havalı olarak çalışan AHU ünitelerinde sıcaklık baz alınarak taze hava damperleri kontrol edilmektedir.
- Otomasyon Sistemi üzerinden filtre kirliliği, donma ve kayış koptu uyarıları alınmaktadır.
- Dış hava sıcaklığı 6 °C nin altına düşmesi halinde ısıtma vanaları açılıyor.
- Fuaye, kafeterya ve ofislerin sıcaklık kontrolü fancoiller üzerindeki termostatlardan yapılmaktadır.

•Fan-Coil'ler mahallerinde akşamları tek tek dolaşılarak açık olanlar kapatılmaktadır.

•Fancoil sistemi 2 borulu olarak tasarlandığı için ısıtma ve soğutma aynı tesisat üzerinden yapılmaktadır.

#### 2.1.6.11 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Havalandırma sistemi fan ve aspiratörlerde kullanılan mevcut düz kayışlarının yerine yüksek verimli V-kayışların (tırtıllı V-kayış, triger kayış) kullanılması ile kayış-kasnak arasındaki sürtünme kayıplarının azaltılması, kayışta meydana gelen ısınmanın düşürülmesi ve kayış ömrünün daha uzun olması gibi nedenlerle maliyet ve enerji gideri açısından tasarruf sağlayacaktır. Bunlara ilişkin karşılaştırmalı bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.118. Klima Santralleri Fan Kayış Tablosu

| KLİMA SANTRALLERİ FAN KAYIŞLARI |      |            |            |             |                      | Mevcut Fiyat TL/ad | Önerilen Fiyat TL/ad |
|---------------------------------|------|------------|------------|-------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| KLİMA SANTRALİ                  | Adet | Motor Gücü | Toplam Güç | V kayışı    | Kayış ebatları (w/b) |                    |                      |
| KS-1, KS-2, KS-4                | 3    | 2,2        | 6,6        | SPA 2207 Lw | 12,5 x 2225 la       | 18                 | 36                   |
| KS-3                            | 1    | 15         | 15         | SPZ 2207 Lw | 12,5 x 2225 la       | 18                 | 36                   |
| KS-5                            | 1    | 11         | 11         | SPA 1800 Lw | 12,5 x 1800 la       | 18                 | 36                   |
| KS-7                            | 1    | 2,2        | 2,2        | SPZ 931 Lw  | 9,5 x 944 la         | 8                  | 16                   |
| KS-6                            | 1    | 5,5        | 5,5        | FM 55       | 9,5 x 1400 la        | 9                  | 18                   |
| KS-1, KS-2, KS-4                | 4    | 2,2        | 8,8        | SPA 2182 Lw | 12,5 x 2200 la       | 18                 | 36                   |
| KS-7                            | 2    | 2,2        | 4,4        | SPZ 972 Lw  | 9,5 x 1770 la        | 12                 | 24                   |
| TOPLAM                          | 13   |            | 53,5       |             |                      | 100                | 200                  |

Mevcut düz kayışların Yıllık kullanım sayısı: 8 adet,

Mevcut düz kayışların Yıllık Maliyeti: 100 TL x 8 ad/yıl x 2 ad/fan = 1600 TL

Önerilen tırtırlı kayışların Yıllık kullanım sayısı: 4 adet,

Önerilen tırtırlı kayışların Yıllık Maliyeti: 200 TL x 4 ad/yıl x 2 ad/fan = 1600 TL,

Fan yükte çalışma katsayısı: % 75 Fan motor verimi: % 92,

Düz kayıp verim kayıp katsayısı: % 2 Yıllık çalışma süresi (saat): 4950,

Elektrik birim fiyatı: 0.355 TL/kwh,

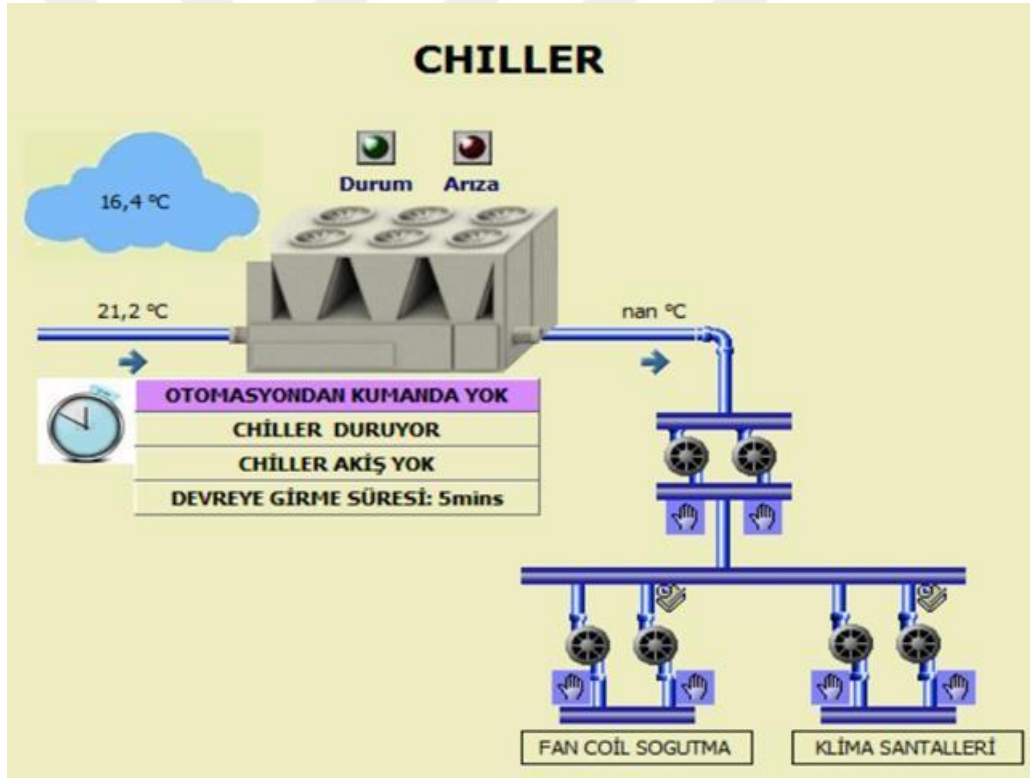
Yıllık Tasarruf: Toplam güç x Fan yükte çalışma katsayısı x Fan motor verimi  
x Düz kayıp verim kayıp katsayısı

Yıllık Sağlanacak Enerji Tasarrufu: 3655 kWh

Yıllık maliyet tasarrufu =3655 kWh x 0.355 TL = 1298 TL

## 2.1.6.12 SOĞUTMA SİSTEMİ

Binanın soğutma ihtiyacının karşılanması amacı ile 1 adet Alarko CoolMaster marka hava soğutmalı chiller sistemi tesis edilmiştir. Chiller, Klima Santralleri ile



Şekil 2.92. Soğutma sistemi proses şeması

Fan-Coil sistemlerinin soğuk su ihtiyacı karşılanmaktadır. Klima santralleri ve Fan-Coil'lerde soğutulan hava, hava kanallarından taşınarak alanların soğutulması

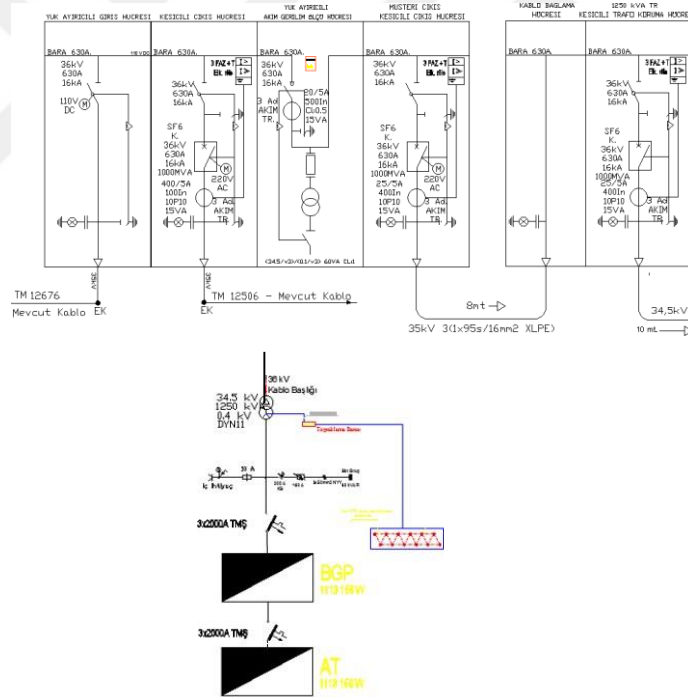
sağlanmaktadır. Grup başına 2 adet pompa bulunmaktadır. Pompalardan biri asıl diğeri yedektir. Chiller, Otomasyon Sistemi üzerinden takip edilmektedir.

### 2.1.6.13 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ

Tesise elektrik enerjisi OG trafo besleme hücresinden gelmekte olup 1 adet 1600 kVA trafo üzerinden AG'e çevrilmektedir. AG ana dağıtım ve kompanzasyon pano ayrı bir AG pano odasında bulunmaktadır.

Tablo 2.119. Trafo Bilgileri

| EKİPMAN ADI | MARKASI  | TİPİ  | ANMA GERİLİM | ADEDİ | GÜCÜ     |
|-------------|----------|-------|--------------|-------|----------|
| TRAFÖ       | ELKO EMS | MBK-A | 36 KV        | 1     | 1600 kVA |



Ayrıca binanın şebeke elektrik enerjisi bağlantısının kesilmesi durumlarında

Şekil 2.93. Tesis Tek Hat Şeması

devreye girmek üzere 700 kW kurulu gücünde 1 adet dizel motorlu jeneratör tesis edilmiştir.

Tablo 2.120. Jeneratörlerine ilişkin bilgiler

| KİPMAN ADI | MARKASI  | MODELİ   | ADEDİ | GÜCÜ   |
|------------|----------|----------|-------|--------|
| JENERATÖR  | GENPOWER | GD D 700 | 1     | 700 KW |

Acil durum lambaları ve ofis bilgisayarlarını besleyen Enel marka 45 KVA kapasitesinde kesintisiz güç kaynağın (UPS) bulunmaktadır.

#### 2.1.6.14 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Ana dağıtım panosunda yapılan güç ölçümü aşağıdadır.

| Volts/Amps/Hertz  |              |              | Power             |              |                      |                      |                      |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 2017-12-04, 11:57 |              |              | 2017-12-04, 11:58 |              |                      |                      |                      |
| ↕ L123            | AN           | 31.8 A       | 50.01 Hz          | ↕ L123       | 114.3 <sub>tot</sub> | 115.2 <sub>tot</sub> | 0.991 <sub>tot</sub> |
|                   | <b>V rms</b> | <b>A rms</b> | <b>kW</b>         | <b>kVA</b>   | <b>PF</b>            |                      |                      |
| <b>L1</b>         | <b>228.0</b> | <b>159.8</b> | <b>L1</b>         | <b>35.74</b> | <b>36.04</b>         | <b>0.991</b>         |                      |
| <b>L2</b>         | <b>228.5</b> | <b>150.1</b> | <b>L2</b>         | <b>33.47</b> | <b>33.88</b>         | <b>0.987</b>         |                      |
| <b>L3</b>         | <b>226.6</b> | <b>202.3</b> | <b>L3</b>         | <b>45.09</b> | <b>45.26</b>         | <b>0.995</b>         |                      |

Şekil 2.94. Elektrik Ana Dağıtım Panosu Ölçümü

Ana dağıtım panosunda yapılan güç ölçümünde fazlar arasında dengesiz yük dağılımı olduğu görülmüştür. L3 fazında yükleme daha fazla. Tek fazlı tüketicilerin daha ziyade L3 fazında olduğu görülmektedir. Bu yüklemenin L1 ve L2'ye de dengeli olarak dağıtılması uygun olacaktır. Toplam harmonik distilasyonu gerilimde %1.1 olup akım da ise L1 fazında %11.4, L2 fazında %14.5 ve L3 fazında ise %10.0 dur. Akım da %10'nu geçmemelidir.

Kompanzasyon Panosunda yapılan termal kamera çekimlerinde ortalama sıcaklık 28°C olarak ölçülmüş olup aşırı sıcaklık değerleri tespit edilmemiştir. Panoların iç ortam sıcaklığı + 35 °C ye göre tasarlanmaktadır. Ortam sıcaklığının – 25 ve max +40 değerleri yönetmeliğe göre çalışma sıcaklıklarıdır. Kompanzasyon

sisteminde de herhangi bir problem görülmemiştir. Güç faktörü değeri olması gereken değerdedir.

#### 2.1.6.15 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Yüksek sıcaklıklar, bağlantı noktalarındaki gevşekliğe ve ark oluşumuna neden olacağından termal kamera çekimlerinin ana ve tali panolarda belirli periyotlarla termal çekimler yapılarak çıkan sonuçlara göre gerekli önlemler önceden alınmalıdır.

Başta trafolar olmak üzere yoğun enerji tüketen tüm sistemlerin enerji izleme sistemi üzerinden izlenmesi, denetlemesi sebebiyle bina için büyük önem taşımaktadır. Bu sistemin sayısız getirisi yanında enerji verimliliği üzerinde tesise oldukça önemli bir katkı sağlar.

- Veri güvenliği sağlanacak,
- Yük ve arıza analizi yapılabilecek,
- Elektrik tüketiminde minimum ve pik değerlerin hangi saate olduğu tespit edilecek,
- Geçmişe dönük bilgilerle gelecek için analiz etme olanağı sağlanacaktır.

Tablo 2.121. Enerji İzleme Sistemi Kurulması

| İYİLEŞTİRME PROJELERİ              | ENERJİ TÜRÜ | YILLIK TASARRUF MİKTARI |       |     |       | CO <sub>2</sub> AZALTMA MİKTARI | YATIRIM MALİYETİ | GERİ ÖDEME SÜRESİ | Vade |
|------------------------------------|-------------|-------------------------|-------|-----|-------|---------------------------------|------------------|-------------------|------|
|                                    |             | Miktar                  | Birim | TEP | TL    | Ton/Yıl                         | TL/Yıl           | Yıl               |      |
| Enerji İzleme Sisteminin kurulması | Elektrik    | 90426                   | kWh   | 7,8 | 32100 | 55,8                            | 25000            | 0,78              | KV   |

Başta trafo ve klima santralleri olmak üzere yoğun enerji tüketen tüm sistemlerin enerji izleme sistemi üzerinden izlenmesi durumunda yıllık 90 bin kWh tasarruf yapılması ön görülmektedir.

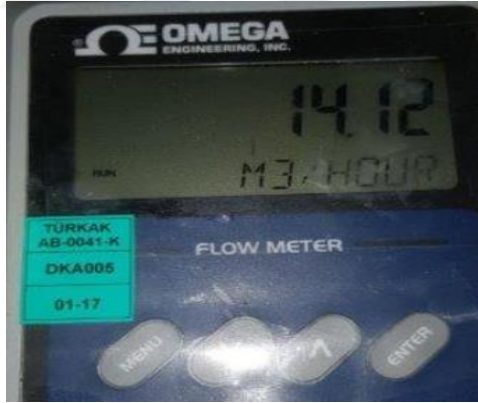
## 2.1.6.16 ELEKTRİK MOTORLARI

Binada Klima Santralleri fanlarında, sirkülasyon pompalarında farklı güçlerde elektrik motorları kullanılmaktadır. Yerden ısıtma ve radyatör pompaları invertörlüdür.

## 2.1.6.17 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

| Volts/Amps/Hertz 2017-12-06, 11:30 |       |       | Power 2017-12-06, 11:30 |        |  |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------------------------|--------|--|-------|
| ↕ L123                             | AN    | 0.1 A | 49.96 Hz                | ↕ L123 | 1.06 <sub>tot</sub> 1.41 <sub>tot</sub> 0.765 <sub>tot</sub> |       |
|                                    | V rms | A rms |                         | kW     | kVA  | PF    |
| L1                                 | 227.1 | 1.6   | L1                      | 0.31   | 0.36   | 0.850 |
| L2                                 | 228.2 | 2.0   | L2                      | 0.31   | 0.45   | 0.706 |
| L3                                 | 226.1 | 2.6   | L3                      | 0.44   | 0.60   | 0.740 |

Şekil 2.95. Havuz Eşanjör Pompası (1,1 kW) Enerji Analizörü Değerleri



Şekil 2.96. Havuz Eşanjör Pompası debi ve Güç Ölçümü

Yukarıda görüldüğü gibi Havuz Eşanjör Pompasının çektiği güç ortalama 1 kW seviyesinde olup Havuz Eşanjör Pompasının debi miktarı 14 m<sup>3</sup>/h olarak ölçülmüştür. 06.12.2017 tarihinde yapılan ölçümde 15 kW'lık AHU-3 vantilatör fan motoru 50 Hz'de ortalama 7,84 kW güç çekmiştir. Havuz Eşanjör Pompasının



çektığı güç ortalama 1 kW seviyesinde olup Havuz Eşanjör Pompasının debi miktarı 14 m<sup>3</sup>/h olarak ölçülmüştür.

#### 2.1.6.18 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Mevcut elektrik motorları IE2 sınıfında olan daha verimli elektrik motorlarının kullanılması ile enerjinin daha verimli kullanılması sağlanabilir. Elektrik motorlarının değişiminde ömür boyu maliyeti dikkate alındığında geri ödeme süreleri yüksek değildir. Ancak ilk yatırımda verimsiz motor yerine verimlisinin seçilmesi durumunda aradaki yatırım farkı verimlilik ile kısa sürede kendisini amorti edecektir.

#### 2.1.6.19 AYDINLATMA SİSTEMİ

Çekmeköy Spor Kompleksi ortak alanlarında farklı özellikte elektronik balastlı floresan, kompakt floresan, uzun floresan, Led lambalar, yüksek tavanlı kapalı salon, havuz ve çevre aydınlatmada projektörler kullanıldığı tespit edilmiştir. Koridor ve WC'lerde harekete bağlı kontrol sensörleri uygulanmıştır.

Tablo 2.122. Mevcut Armatür Tipleri ve Adetleri

| Kullanım Yeri    | Lamba tipi               | Lamba gücü (W) | Balast Kaybı (W) | Sistem Gücü (W) | Armatür Adedi |
|------------------|--------------------------|----------------|------------------|-----------------|---------------|
| Kapalı Otopark   | 2x36 W Floresan          | 72             | 12               | 84              | 64            |
| Çevre aydınlatma | 400 W Halojen Projektör  | 400            | 40               | 440             | 10            |
| Çevre aydınlatma | 125 W Civa Buharlı       | 125            | 22               | 147             | 7             |
| Ana fuaye+Kantin | 4x18 W Floresan          | 72             | 0                | 72              | 108           |
| Kap. Spor Salonu | 1000 W Halojen Projektör | 1000           | 100              | 1100            | 12            |

#### 2.1.6.20 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Yapılan ölçümler göstermiştir ki tesisin aydınlatma seviyeleri bazı bölgelerde olması gereken seviyelerdedir. İşyerlerinde güvenli bir çalışma ortamının sağlanmasında, görsel işlerin kolaylıkla yapılmasında ve uygun bir görüş alanı oluşturulmasında en önemli faktörlerden biri aydınlatmadır. Aydınlatma iş verimini de çok büyük ölçüde etkilemektedir.

Her ne kadar tesisin bazı bölümlerinde daha verimli lambalar kullanılmakta ise de aydınlatmada tasarruf potansiyelinin olduğu görülmüştür. Bina giriş kısmı ana fuaye, kantin ve otoparkta yapılan lüks ölçüm sonuçları aşağıdadır.

Tablo 2.123. Mevcut Alan Lüks Ölçümleri

| ÖLÇÜM NOKTASI | ÖLÇÜM YERİ | ÖLÇÜM AÇIKLAMASI | ÖLÇÜLEN LÜKS DEĞERİ           |
|---------------|------------|------------------|-------------------------------|
| 1             | Ana Fuaye  | Çeşitli noktalar | 107, 115, 117, 265, 350, 390  |
| 2             | Kantin     | Çeşitli noktalar | 112, 130, 163, 182, 195,215   |
| 3             | Otopark    | Çeşitli noktalar | 86, 100, lamba altı: 400 lüks |

- Ana fuaye, Kafeterya ve Ofislerde Elektronik Balastlı Çubuk Floresan (4x18W),
- Koridorlarda, WC'lerde kompakt floresan (2x18W), LED lambalar kullanılmış ve harekete bağlı kontrol sensörleri uygulanmıştır.
- Otoparkta 2x18W floresan lambalar kullanılmakta ancak tüm lambalar açık kalmaktadır. Sensörler arızalı olduğundan harekete bağlı kontrol uygulanmamaktadır.

#### 2.1.6.21 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Mevcut lambaların daha verimli olan LED lambalarla değiştirilmesi önerilmektedir. Yukarıda tablolarda hesaplandığı gibi bölümlere göre lamba değişimleri aşağıda özet olarak verilmiştir.

Tablo 2.124. Aydınlatmada İyileştirme Önerileri

| AYDINLATMADA İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ   | ENERJİ TÜRÜ | YILLIK TASARRUF MİKTARI |       |     |       | CO2 AZALTMA MİKTARI | YATIRIM MALİYETİ | GERİ ÖDEME SÜRESİ | Vade |
|--------------------------------------|-------------|-------------------------|-------|-----|-------|---------------------|------------------|-------------------|------|
|                                      |             | Miktar                  | Birim | TEP | TL    | Ton/Yıl             | TL/Yıl           | Yıl               |      |
| Ana fuaye ve kantin lamba değişimi   | Elektrik    | 24598                   | kWh   | 2.1 | 8732  | 15,2                | 20736            | 2.4               | UV   |
| K.Spor Salonu Projektör Değişimi     | Elektrik    | 42924                   | kWh   | 3.7 | 15238 | 26,5                | 24500            | 1.6               | OV   |
| Çevre aydınlatma lamba değişimi      | Elektrik    | 13915                   | kWh   | 1.2 | 4940  | 8,6                 | 8477             | 1.7               | OV   |
| Otoparkta lamba değişimi             | Elektrik    | 24330                   | kWh   | 2.1 | 8637  | 15                  | 12800            | 1.5               | OV   |
| Otoparkta Hareket Sensörü Uygulaması | Elektrik    | 7841                    | kWh   | 0.7 | 2783  | 4,8                 | 2750             | 1                 | KV   |
| TOPLAM                               |             | 113608                  | kWh   | 9.8 | 40331 | 70,1                | 69263            | 1.7               | OV   |

Binanın -3.katında bulunan otopark alanı içerisinde aydınlatma amacıyla 64 adet elektronik balastlı 36 W'lık T8 armatürler kullanılmıştır. Burada arızalı olan hareket sensörlerin değiştirilerek personel veya araç olmadığı zamanlarda spot aydınlatmalar hariç diğerlerinin kapanması, ortamda hareket algılandığında ise lambaların kontrollü olarak açılması sağlanacaktır.

Buna göre aydınlatma lambalarının değişimi ile yıllık 113608 kWh (40000 TL) tasarruf sağlayacağı gibi seragazi emisyonlarının azalmasına da katkı sağlayacaktır.

#### 2.1.6.22 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve belirlenen enerji tasarrufu ile ilgili özet tablo aşağıdadır. Bu tabloya ve verilere göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 48.1 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 131228 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 181.5 ton CO2 daha az salınım olacaktır.

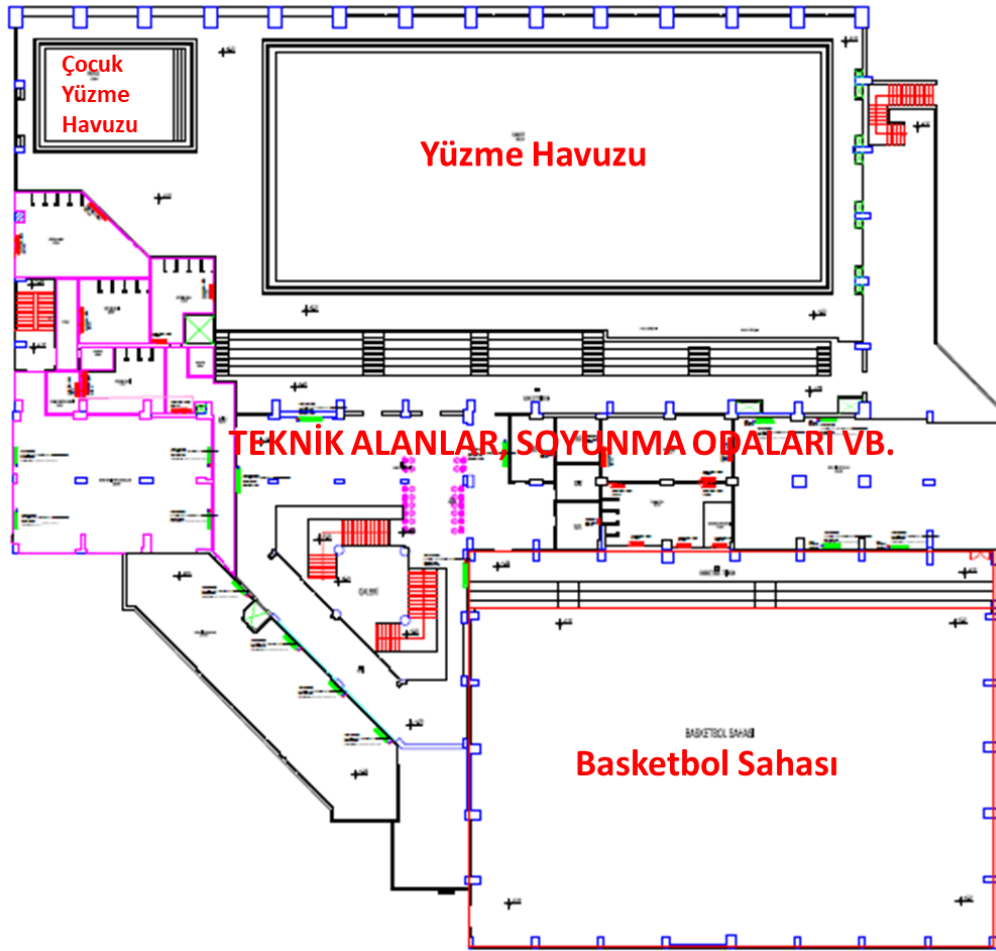
Tablo 2.125. Genel Bulgular

| No | İYİLEŞTİRME PROJELERİ                       | ENERJİ TÜRÜ | YILLIK TASARRUF MİKTARI |       |      |        | CO2 AZALTIMA MİKTARI<br>Ton/Yıl | YATIRIM MALİYETİ<br>TL/Yıl | GERİ ÖDEME SÜRESİ<br>Yıl | Vade |
|----|---|-------------|-------------------------|-------|------|--------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|------|
|    |   |             | Miktar                  | Birim | TEP  | TL     |                                 |                            |                          |      |
| 1  | Bina giriş kapısının değiştirilmesi         | D.Gaz       | 1076                    | Sm3   | 0.9  | 1506   | 2.4                             | 20000                      | 6.61                     | UV   |
|    |   | Elektrik    | 4282                    | kWh   | 0.4  | 1520   | 2.6                             |                            |                          |      |
| 2  | Ortam sıcaklık set değerlerinin düşürülmesi | D.Gaz       | 24750                   | Sm3   | 20.4 | 34650  | 15.3                            | 0                          | 0                        | 0    |
|    |   | Elektrik    | 16800                   | kWh   | 1.4  | 5964   | 10.4                            |                            |                          |      |
| 3  | Kazanlarda hava/yakıt optimizasyonu         | D.Gaz       | 7804                    | Sm3   | 6.4  | 10926  | 17.5                            | 1500                       | 0.14                     | OV   |
| 4  | Kompresör hava basıncının düşürülmesi       | Elektrik    | 8250                    | kWh   | 0.7  | 2934   | 5.1                             | 0                          | 0                        | KV   |
| 5  | Fan kayışlarının değiştirilmesi             | Elektrik    | 3655                    | kWh   | 0.3  | 1297   | 2.3                             | 1616                       | 1.25                     | OV   |
| 6  | Ana fuaye+Kantin lamba değişimi             | Elektrik    | 24598                   | kWh   | 2.1  | 8732   | 15.2                            | 20736                      | 2.37                     | UV   |
| 7  | K.Spor Salonu Projektör Değişimi            | Elektrik    | 42924                   | kWh   | 3.7  | 15238  | 26.5                            | 24500                      | 1.61                     | KV   |
| 8  | Çevre aydınlatma lamba değişimi             | Elektrik    | 13915                   | kWh   | 1.2  | 4940   | 8.6                             | 8477                       | 1.72                     | OV   |
| 9  | Otoparkta lamba değişimi                    | Elektrik    | 24330                   | kWh   | 2.1  | 8637   | 15                              | 12800                      | 1.48                     | OV   |
| 10 | Otoparkta Hareket Sensörü Uygulaması        | Elektrik    | 7841                    | kWh   | 0.7  | 2783   | 4.8                             | 2750                       | 0.99                     | KV   |
| 11 | Enerji İzleme Sisteminin kurulması          | Elektrik    | 90426                   | kWh   | 7.8  | 32101  | 55.8                            | 25000                      | 0.78                     | KV   |
|    | TOPLAM                                      |             |                         |       | 48.1 | 131228 | 181.5                           | 117379                     | 1.54                     | KV   |

## 2.1.7 HAMZA YERLİKAYA SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.7.1 Bina Bilgileri

Hamza Yerlikaya Spor Kompleksi mimari yapı olarak tek bir bina yapısından oluşmaktadır. Binanın batı, kuzey ve güney kısımlarında açık otopark alanları bulunmaktadır. Tesisin mimari projeleri üzerinden yapı malzemeleri bileşenlerine ulaşılamamıştır. Tesisin dış cephelerinde bulunan cam yapısı ise alüminyum cephe Low-E kaplama 12 mm ısı cam kullanılmıştır.



Şekil 2.97. Tesis Vaziyet Planı

İBB Kurtköy Spor Kompleksi'ndeki teknik sistemler genel olarak, mekanik sistemler, elektrik tesisat sistemleri ile diğer mimari ve inşai unsurlardan oluşmaktadır. Isıtma sistemi olarak tesis tek bir merkezden beslenmekte kazan

daireesinde 3 adet 1.162 kW'lık çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. FCU üniteleri, klima santralleri, sıcak su sistemi ve yerden ısıtma hattını beslenmektedir. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Sıcak su ihtiyacı için 2 adet 2000 lt kapasiteli boyler depolama tankı bulunmaktadır.

Soğutma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tesisin yanında konumlandırılan 3 adet 569 kW'lık soğutma kapasitesine sahip hava soğutmalı Chiller ünitesi bulunmaktadır. Soğutma grupları ile FCU ve klima santrallerini beslenmektedir. Bu üniteler de HVAC otomasyon sistemi ile işletilmektedir.

Tesisin 5 adet klima santrali, 6 adet egzoz fanı, 2 adet taze havalandırma santrali, 2 adet kompresörlü nem alma santrali bulunmaktadır. Bu santraller enerji verimliliği açısından frekans konvertörlü, ısı geri kazanımlı, karışım havalı gibi özelliklere sahiptir. Teknik personeli tarafından otomasyon üzerinden kontrol edilmektedir.

Bunların dışında tesiste toplam kapasiteye ulaşabilen 3 adet 11 kW gücünde toplam 75 m<sup>3</sup>/h kapasiteye sahip kullanım suyu hidroforları bulunmaktadır.

Tesisin bütün kısımları yaz-kış tüm yıl çalışmaktadır. Yaz ve Kış döneminde aktif olarak doğalgaz kazanları devrede olup, chiller-soğutma grubu ise yaz döneminde soğutma işlemi yapmaktadır. Klima santralleri yaz ve kış çalıştırılarak tesisin taze hava ihtiyacını karşılamaktadır.

Tablo 2.126. Bina Bilgileri

|                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Binanın Adı                      | : Hamza Yerlikaya Spor Kompleksi |
| 2. İnşaat Yılı                      | : 1993                           |
| 3. Kullanım Amacı                   | : Spor Kompleksi                 |
| 4. İnşaat Alanı                     | : 15686 m <sup>2</sup>           |
| 5. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı  | : 1662                           |
| 6. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | : 255                            |

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| 7. Isıtma/Soğutma Sistemi | : Kazan/Chiller  |
| 8. Yalıtım Durumu         | : Var            |
| Yıl                       | Tüketimler (TEP) |
| 2017                      | 467.97           |

### 2.1.7.2 Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri

Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

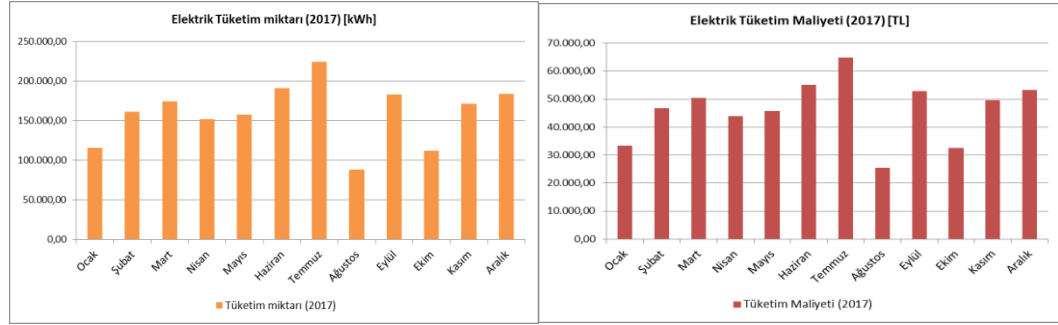
Tablo 2.127. 2017 yılı için elektrik tüketiminin aylık değerleri

| Aylar            | Tüketim             |               |          |     | Maliyet ( TL )       |          |                      |
|------------------|---------------------|---------------|----------|-----|----------------------|----------|----------------------|
|                  | Satın Alınan        |               | Üretilen |     | Satın Alınan         | Üretilen | Toplam               |
|                  | kWh                 | TEP           | kWh      | TEP |                      |          |                      |
| Ocak             | 115.347,60          | 9,92          |          |     | 33.381,61 TL         |          | 33.381,61 TL         |
| Şubat            | 161.362,32          | 13,88         |          |     | 46.698,25 TL         |          | 46.698,25 TL         |
| Mart             | 174.520,08          | 15,01         |          |     | 50.506,08 TL         |          | 50.506,08 TL         |
| Nisan            | 152.151,36          | 13,09         |          |     | 44.032,59 TL         |          | 44.032,59 TL         |
| Mayıs            | 157.911,60          | 13,58         |          |     | 45.699,62 TL         |          | 45.699,62 TL         |
| Haziran          | 190.704,00          | 16,40         |          |     | 55.189,72 TL         |          | 55.189,72 TL         |
| Temmuz           | 224.171,76          | 19,28         |          |     | 64.875,30 TL         |          | 64.875,30 TL         |
| Ağustos          | 88.208,88           | 7,59          |          |     | 25.527,67 TL         |          | 25.527,67 TL         |
| Eylül            | 182.747,52          | 15,72         |          |     | 52.887,14 TL         |          | 52.887,14 TL         |
| Ekim             | 112.327,20          | 9,66          |          |     | 32.507,49 TL         |          | 32.507,49 TL         |
| Kasım            | 171.202,80          | 14,72         |          |     | 49.546,09 TL         |          | 49.546,09 TL         |
| Aralık           | 183.779,76          | 15,81         |          |     | 53.185,86 TL         |          | 53.185,86 TL         |
| <b>Toplamlar</b> | <b>1.914.434,88</b> | <b>164,64</b> |          |     | <b>554.037,42 TL</b> |          | <b>554.037,42 TL</b> |

Tablo 2.124'de tüketim özeti verilen 2017 yılına ait elektrik tüketimlerinde dikkat çeken nokta elektrik tüketim eğiliminin yaz aylarında artış göstermesidir. Yaz aylarında devreye giren soğutma grupları ve kış aylarında ısıtma sistemine ait elektrik motorlarının elektrik kaynaklı tüketimi bu sonucu doğurmaktadır. Yaz ve aylarında ısıtma sistemine ait elektrik motorlarının elektrik kaynaklı tüketimi bu sonucu doğurmaktadır. Yaz ve kış ayları dışındaki dönemlerde ise genel elektrik tüketim seviyesini aydınlatma, klima santralleri ve mekanik tesisat elemanları (pompa, hidrofor, havalandırma fanları, vb.) oluşturmaktadır.

Tüketimler grafik halinde sunularak tesisin tüketim eğilimleri aşağıda gösterilmiştir. Bu grafiklerden de Haziran ve Temmuz aylarında tüketim ve buna

bağlı olarak maliyetlerin en üst seviyeye ulaştığı görülmektedir. Ağustos ayında ise soğutma grupları ve ekipmanlarının etkinliğinin azalması ile tekrar düşüş trendi görülmüş, Eylül ayında ihtiyacın tekrar artmasıyla tüketimlerde artış meydana gelmiştir.



Şekil 2.98. 2017 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi (kWh) (TL)

### 2.1.7.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

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

Tablo 2.128. 2017 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketimi

| Aylar            | Tüketim           |               |          |     | Maliyet ( TL )       |          |                      |
|------------------|-------------------|---------------|----------|-----|----------------------|----------|----------------------|
|                  | Satın Alınan      |               | Üretilen |     | Satın Alınan         | Üretilen | Toplam               |
|                  | m <sup>3</sup>    | TEP           | kWh      | TEP |                      |          |                      |
| Ocak             | 40.141            | 33,12         |          |     | 48.575,53 TL         |          | 48.575,53 TL         |
| Şubat            | 99.969            | 82,47         |          |     | 125.082,00 TL        |          | 125.082,00 TL        |
| Mart             | 44.310            | 36,56         |          |     | 55.111,00 TL         |          | 55.111,00 TL         |
| Nisan            | 47.749            | 39,39         |          |     | 58.760,52 TL         |          | 58.760,52 TL         |
| Mayıs            | 4.263             | 3,52          |          |     | 5.246,48 TL          |          | 5.246,48 TL          |
| Haziran          | 7.053             | 5,82          |          |     | 8.466,61 TL          |          | 8.466,61 TL          |
| Temmuz           | 17.934            | 14,80         |          |     | 21.529,39 TL         |          | 21.529,39 TL         |
| Ağustos          | 10.577            | 8,73          |          |     | 12.652,00 TL         |          | 12.652,00 TL         |
| Eylül            | 13.061            | 10,78         |          |     | 14.877,00 TL         |          | 14.877,00 TL         |
| Ekim             | 28.716            | 23,69         |          |     | 33.312,00 TL         |          | 33.312,00 TL         |
| Kasım            | 21.842            | 18,02         |          |     | 25.717,62 TL         |          | 25.717,62 TL         |
| Aralık           | 32.051            | 26,44         |          |     | 37.735,48 TL         |          | 37.735,48 TL         |
| <b>Toplamlar</b> | <b>367.666,30</b> | <b>303,32</b> |          |     | <b>447.065,63 TL</b> |          | <b>447.065,63 TL</b> |



Tesisin 2017 yılına ait doğalgaz tüketimleri Elektrik tüketiminin tersi bir eğilimde olup doğalgaz tüketiminde en yoğun kullanım Ocak-Nisan döneminde gerçekleşmiştir. Yaz aylarında gerçekleşen tüketim ise sıcak su kullanımından kaynaklanan tüketimi ifade etmektedir. Şubat ayında ise anormal bir tüketim meydana gelmiştir. Bu tüketim tesisin yoğun ısınma ihtiyacı olan kısımlarında ve sıcak su gibi ihtiyaçların test ve devreye alınmasından kaynaklanmış olabilir.

Aşağıda tesisle ilgili tüketimler grafik halinde sunulmuştur. Tüketim ve maliyet açısından görüldüğü gibi en yüksek değer Şubat ayında gerçekleşmiştir.

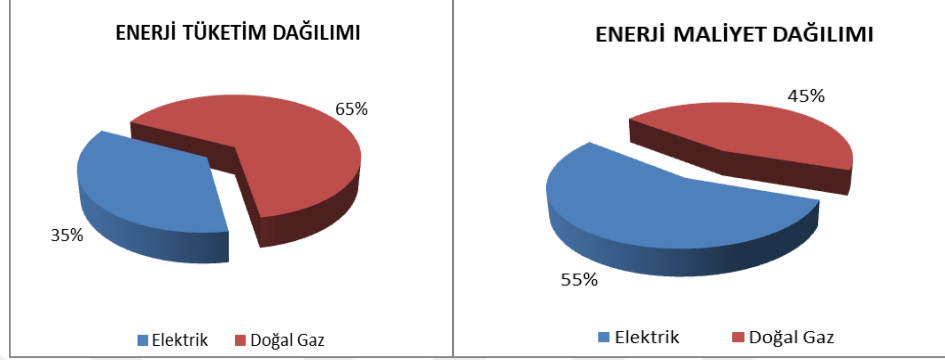


Şekil 2.99. 2017 yılı aylık doğalgaz tüketiminin (m3) ve (TL) cinsinden gösterilmesi

2017 yılı doğalgaz tüketiminin Ton Eşdeğer Petrol (TEP) cinsinden grafikleştirilmiş hali Tablo 2.129'da göstermektedir.

Tablo 2.129. Enerji Tüketimi

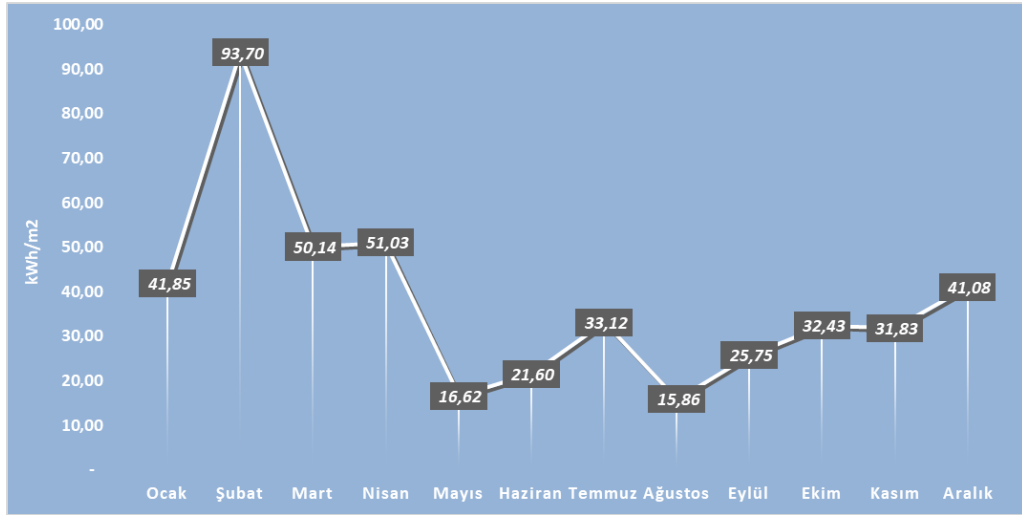
| ENERJİ TÜRÜ   | TÜKETİM      |                 |               |               | MALİYET                |               | BİRİM MALİYET |
|---------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|------------------------|---------------|---------------|
|               | Miktar       | Birim           | TEP           | % Toplam      | TL                     | % Toplam      | TL / TEP      |
| Elektrik      | 1.914.434,88 | kWh             | 164,64        | 35,18         | 554.037,42 TL          | 55,34         | 3.365,12 TL   |
| Doğal Gaz     | 367.666,30   | sm <sup>3</sup> | 303,32        | 64,82         | 447.065,63 TL          | 44,66         | 1.473,88 TL   |
| <b>TOPLAM</b> |              |                 | <b>467,97</b> | <b>100,00</b> | <b>1.001.103,05 TL</b> | <b>100,00</b> |               |



Şekil 2.100. Enerji Tüketim Dağılımı

Şekil 2.100'deki grafikte toplam enerji tüketiminin %35'i elektrik ve %65'i doğalgaz olarak gerçekleştiği görülmektedir. 2017 yılı için enerji tüketiminde en büyük pay sahibi doğalgazdır. Tüketim dağılımına göre %65'lik paya sahip olan doğalgaz maliyet dağılımında %45'lik pay ile parasal açıdan yüzdelerdeki payının azaldığını göstermiştir. Doğalgazın birim maliyetinin düşük olması maliyetteki payının düşmesine direkt etki etmektedir. Doğalgaz yüksek oranda olmasında yaz ve kış döneminde sıcak su ve ısınma ihtiyacından kaynaklanmaktadır.

Tablo 2.100.'de birim maliyet (TL/TEP) sütunundan da görüleceği üzere 1 Ton Eşdeğer Petrol (TEP) için maliyetlerde elektrik doğalgazın neredeyse 2.5 katı olmaktadır.



Şekil 2.101. Bina kullanım alanı başına aylık enerji tüketimi 2017 (kWh/m<sup>2</sup>)

Bina kullanım alanına göre enerji tüketimlerine baktığımızda 2017 yılında toplam 455 kWh/m<sup>2</sup> toplam tüketim olduğunu görülmektedir.

#### 2.1.7.4 TÜKETİM ANALİZLERİ

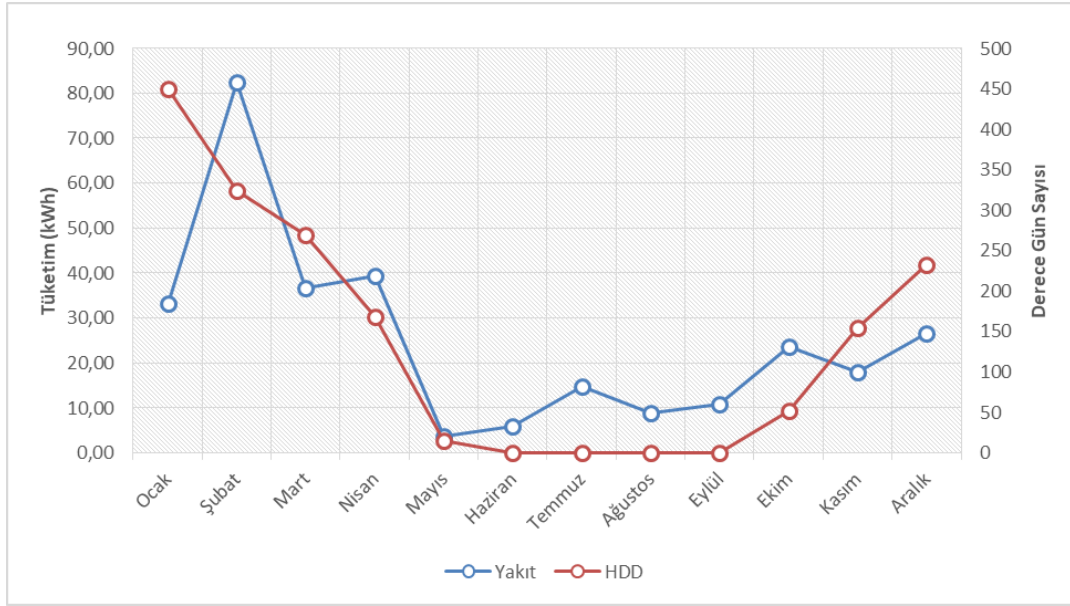
Bu başlık altında binanın bulunduğu şehir olan İstanbul'da ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD) derece gün sayıları ile binanın enerji tüketimleri ilişkilendirilerek tesisin enerji tüketiminin derece gün sayıları ile ilişkisi gösterilmiştir. Tüketimlerde 2017 yılı veriler göz önüne alınmıştır.

Derece gün, 24 saatlik periyodun ne kadarının sıcak ve ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir. Isıtma Derece Gün (HDD) belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğukun şiddetini açıklarken Soğutma Derece Gün (CDD) belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. HDD için eşik değeri 15°C olup çevre sıcaklığı bu değerin üzerinde iken HDD değeri sıfırdır. CDD için ise eşik değeri 22°C'dir. Tablo 2.130'deki HDD ve CDD değerleri günlük sonuçların aylık bazda toplamıdır. Kısacası HDD ve CDD mevsime göre ısıtma ve soğutmaya ihtiyaç şiddetini göstermektedir.

Tablo 2.130. Aylık enerji tüketimleri ile soğutma ve ısıtma için derece gün değerleri

| Aylar   | Elektrik (TEP) | Yakıt (TEP) | Toplam Tüketim (TEP) | HDD   | CDD |
|---------|----------------|-------------|----------------------|-------|-----|
| Ocak    | 9,92           | 33,12       | 43,04                | 449   | 0   |
| Şubat   | 13,88          | 82,47       | 96,35                | 324   | 0   |
| Mart    | 15,01          | 36,56       | 51,56                | 269   | 0   |
| Nisan   | 13,09          | 39,39       | 52,48                | 168   | 0   |
| Mayıs   | 13,58          | 3,52        | 17,10                | 15    | 0   |
| Haziran | 16,40          | 5,82        | 22,22                | 0     | 35  |
| Temmuz  | 19,28          | 14,80       | 34,07                | 0     | 89  |
| Ağustos | 7,59           | 8,73        | 16,31                | 0     | 96  |
| Eylül   | 15,72          | 10,78       | 26,49                | 0     | 35  |
| Ekim    | 9,66           | 23,69       | 23,69                | 51    | 0   |
| Kasım   | 14,72          | 18,02       | 18,02                | 154   | 0   |
| Aralık  | 15,81          | 26,44       | 26,44                | 232   | 0   |
| TOPLAM  | 164,64         | 303,32      | 427,78               | 1.662 | 255 |

Isıtma ya da soğutma gün dereceleri toplamının bilinmesi binaların ısıtılması ya da soğutulması için gerekli olan enerji gereksiniminin bilinmesi açısından önemlidir. Dış ortam sıcaklığı 15°C'nin üzerinde ise ısıtma gereksizdir. Isıtma maliyeti yıllık HDD ile doğrudan orantılıdır. Bunun için 1 yıl içindeki yakıt maliyeti yıllık HDD'ye bölünerek 1 HDD için ısıtma fiyatı çıkartılır. HDD kış mevsiminin sertliğini göreceli olarak önceki ve uzun yıllara göre karşılaştırmak için de kullanılır. HDD aynı zamanda yeni binalar yapılırken yalıtım, ısıtma ve soğutma giderlerinin hesaplanması için inşaat sektörü tarafından ihtiyaç duyulan bir parametredir.



Şekil 2.102. Aylara göre yakıt (doğalgaz) tüketimi ve ısıtma derece gün (HDD) sayısı grafiği

Şekil 2.102'deki grafik gözlemlendiğinde ısıtma derece gün eğrisi (HDD) ile yakıt (doğalgaz) tüketim eğrisinin birbirine paralel gittiği görülmektedir. Yaz aylarında sıcak su kaynaklı ısıtma ihtiyacı duyulduğundan yakıt eğrisi ile HDD eğrisi arasında bir miktar fark meydana gelmiştir. Şubat ayında meydana gelen ani değişim ise grafiğe yansımıştır. Bu tüketimin sebebi tesisin devre alınması esnasında ki adaptasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 2.1.7.5 ISITMA SİSTEMİ

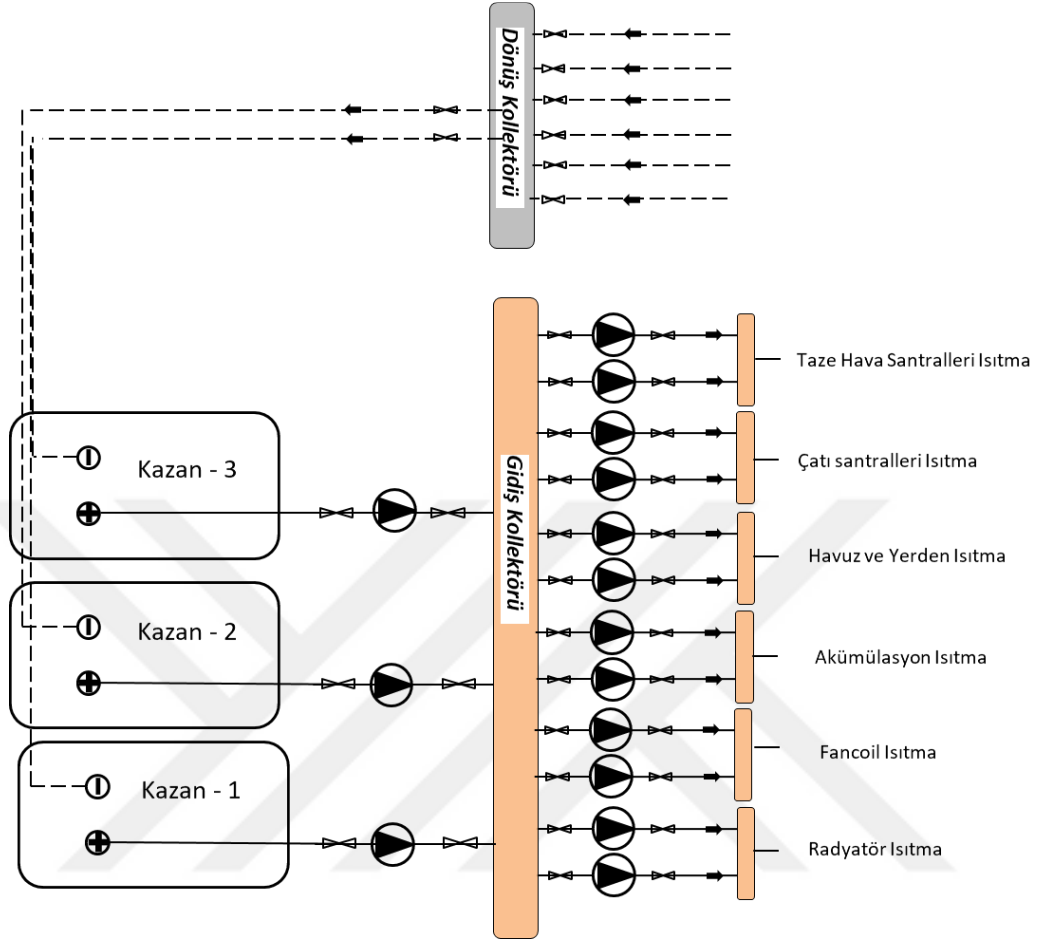


Şekil 2.103. Isıtma Sistemi

Isıtma sistemi için kazan dairesinde 3 adet 1162 kW'lık, çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmakta olup yedek yakıt olarak motorin de kullanılabilir. Isıtma kazanları bina ihtiyacına göre devreye girerek kontrol edilmekte katlardaki fan-coil, klima santralleri, radyatör, yerden ısıtma ve boilerlerde sıcak su beslemesi sağlanmaktadır. Tesisteki kazanların kontrolü vardiyalı çalışan personel tarafından yapılmaktadır. Kazanlarda, yakıt tüketiminde tasarrufu sağlayan kontrol sistemlerinden dış hava kompanzasyonu (dış hava sıcaklığına göre kazanın devreye girip – çıkması) bulunmamakta olup kazanın devreye alınıp alınmaması otomasyon sistemi üzerinden personelin kontrolünde yapılmaktadır. Ayrıca kazanlarda eş yaşlandırma bulunmaktadır. Tesisin kazan görselleri Şekil 2.103'de gösterilmiştir.

Sıcak kullanım suyu ihtiyacı için sıcak su kazanında üretilen ısı şebeke sıcak suyuna boilerde aktarılarak depolanır. Tesiste bu işlev için 2 adet 3000 lt. kapasiteli

boyler bulunmaktadır. Ayrıca sistemde sıcak su üretiminde kullanılan Güneş Kollektörleri de bulunmaktadır.



Şekil 2.104. Isıtma Sistemi Şeması

Isıtma kazanları Klima santralleri, Havuz-Yerden Isıtma, Sıcak su ısıtma, Fancoil, radyatör olmak üzere tesisi 6 farklı pompa grupları üzerinden beslemektedir. Tesisin ihtiyacı olan yoğun miktarda sıcak su ihtiyacı ve kış aylarında ısınma ihtiyacı tesisat şemasında görüldüğü gibi sağlanmaktadır.

#### 2.1.7.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

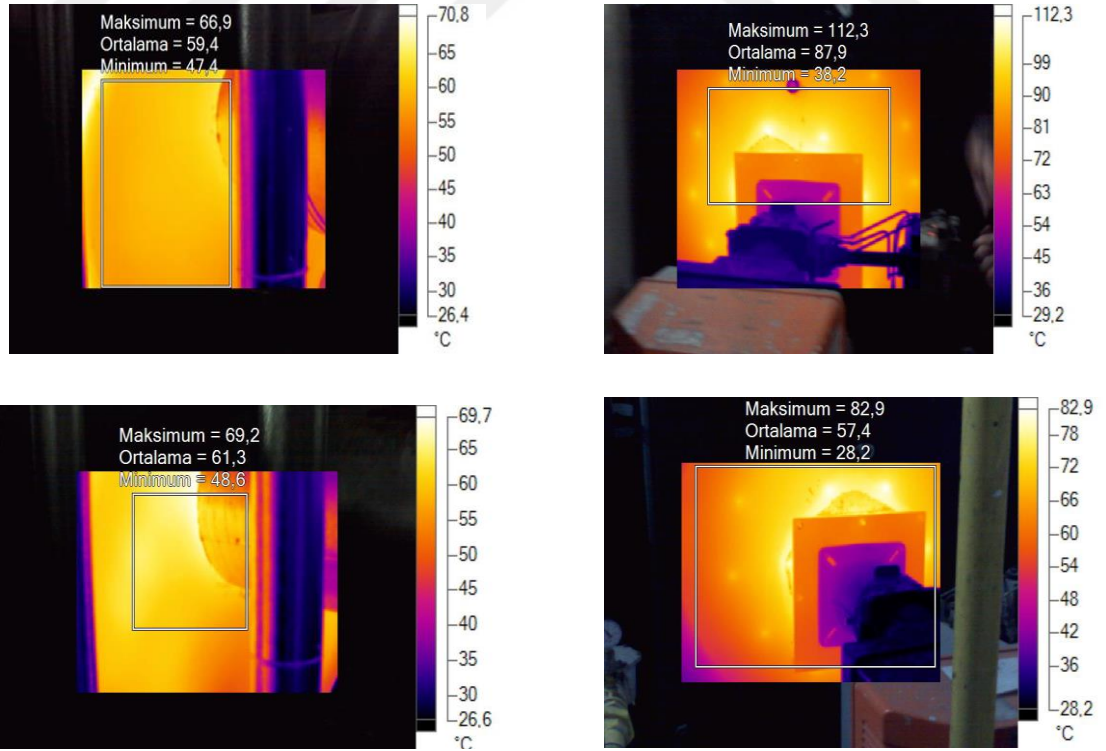
Tesisteki kazanların etüt kapsamında baca gazı ölçümleri yapılmıştır. Baca gazı verileri ve diğer kazan ölçümleri (yüzey sıcaklığı, tüketim, vb.) de bu ölçüme

eklenerek kazanın mevcut durumdaki verimi hesaplanmıştır. Baca gazı ölçümüne ait sonuçlar Tablo 2.128’te gösterilmiştir. Tablo 2.128’de görüldüğü gibi en doğru sonuca ulaşabilmek adına kazanlarda 2’şer adet baca gazı ölçümü yapılmıştır.(Kazan-3 brülörü arıza sebebiyle devrede olmadığından ölçüm alınamamıştır.)

Hesaplamalarda bu baca gazı ölçümlerinin ortalama değerleri dikkate alınmış olup en doğru sonuca varılması açısından birçok ölçüm alınması oldukça önemlidir.

Tablo 2.131. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri

| Üniteler |         | O2 (%) | CO (ppm) | Baca Gazı Sıcaklığı (°C) | Ortam          |
|----------|---------|--------|----------|--------------------------|----------------|
|          |         |        |          |                          | Sıcaklığı (°C) |
| Kazan -1 | Ölçüm 1 | 1.8    | 110.0    | 80.2                     | 25.9           |
|          | Ölçüm 2 | 1.7    | 117.0    | 82.1                     |                |
| Ortalama |         | 1.8    | 113.5    | 81.2                     | 25.9           |
| Kazan -2 | Ölçüm 1 | 1.7    | 116.0    | 83.4                     | 25.8           |
|          | Ölçüm 2 | 1.6    | 122.0    | 84.8                     |                |
| Ortalama |         | 1.7    | 119.0    | 84.1                     | 25.8           |



Şekil 2.105. Kazan Termal Kamera Görüntüleri



Termal kamera görüntüleri ışığında kazanların ön ve arka yüzeylerinde ısı kayıpları fazlalık göstermektedir. Yanal yüzeylerde ise oldukça iyi bir yalıtım olduğu gözlemlenmiştir. Kazan verim hesapları bu durumu açıkça ortaya koyacaktır. Tesiste kazanların eş yaşlandırma ile çalıştığından daha önce bahsedilmişti. Kazanların sıcaklık set değerleri 60-80 °C aralığında çalışacak şekilde ayarlanmıştır.

#### 2.1.7.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Sıcak su kazanları kullandıkları doğalgaz enerjisini ısı enerjisine dönüştürürken belli bir verimliliğe sahiptir. Yapılan ölçümler doğrultusunda kazanların mevcut durumdaki verimleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu verim değerleri saha şartlarında kazanların performansını göstermektedir.

Tablo 2.132. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi

| Kazanlar           | Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (%) |
|--------------------|--|--|--|--|
| Sıcak Su Kazanı -1 | 1,9                                      | 1,21   | 0,04   | 2,88   |
| Sıcak Su Kazanı -2 | 1,92                                     | 1,23   | 0,04   | 2,88   |

Tablo 2.133.'de ise sıcak su kazanlarındaki verim iyileştirilmesi sonucu meydana gelecek kayıplar gösterilmiştir.

Tablo 2.133. Yeni durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi

| Kazanlar  | Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (%) |
|-----------|--|--|--|--|
| Kazan 1-2 | 3,26                                     | 1,55   | 0  | 0,66   |

Bacagazı sıcaklıklarının düşük çıkmasının temel sebebi alev boylarının kısılmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum bacagazı sıcaklıklarının 85 °C

seviyelerine kadar düşmesine sebep olmaktadır. Doğalgaz kazanlarında bacagazı yoğuşma sıcaklığı minimum 120 °C kadar düşürülmelidir. Aksi takdirde yoğuşma meydana gelmekte, kazan içinde zamanla meydana gelen yoğuşmalar kazanın çürümmesine ve ömrünün kılmasına sebebiyet verecektir. Hesaplama yapılırken ideal koşullarda olması gereken kazan değerleri kullanılmış kazan bacagazı sıcaklıkları 120 °C olarak hesaplanmış dolayısıyla kuru bacagazı yoluyla olan kayıplar ve Nem nedeniyle olan ısı kayıplarında artışlar gözlenmiştir. Bu durum kazanın optimal çalışma koşullarını ifade ettiği unutulmamalıdır.

Kazanın istenilen koşullarda çalışması ile brülör ayarlarının ve ön-arka yüzlerde yalıtım uygulaması elde edilecek tasarruf miktarı yüzdesel olarak ortalama %0.56'ya denk gelmektedir. (Bu değer mevcut brülör ayarların değiştirilmeden yapılması sonucu artışı ortalama %2.22'ye denk gelmektedir.). Ayarlamanın yapılması ile tesisin yaklaşık doğalgaz tasarrufu 2058.93 m<sup>3</sup>/yıl'dır.

#### 2.1.7.8 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Kazanlarda yanma ayarlarının iyileştirilmesi ve yalıtım ile verim artışı sonucu yıllık 2058.93 m<sup>3</sup> doğalgaz tasarrufu sağlanacaktır. Bununla birlikte yıllık 2503.57 TL maddi tasarruf sağlanmakta olup yapılacak çalışmanın maliyeti sonrası geri ödeme süresi yaklaşık 3.99 yıldır. Sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.134. Brülör Ayarları ve yalıtım yapılması ile elde edilecek tasarruf ve geri ödeme süresi

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |          | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Planı<br>Vade |
|----|--|-------------|------------------|----------------|---------|----------|---|----------------------------|--------------------------|------------------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim  | TEP/Yıl | TL/Yıl   |   |                            |                          |                        |
| 1  | Brülörlerin Ayarı ve Yalıtım ile elde edilecek tasarruflar | Doğalgaz    | 2.058,93         | m <sup>3</sup> | 1,70    | 2.503,57 | 4,63                                      | 10.000,00                  | 3,99                     | UV                     |

#### 2.1.7.9 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Tesise ısıtma ve soğutma ile birlikte hem taze hava ihtiyacını hem de fancoillerin bulunmadığı mahallerin şartlandırmasını sağlamak amacıyla klima santralleri tahsis edilmiştir. Kapalı yüzme havuzu, basket spor salon, fitness bölümü vb. fan-coilin bulunmayan mekanların şartlandırması direk olarak klima santralleri ile yapılmaktadır. Tesiste klima santrallerinin dışında 2 adet DX bataryalı Nem alma santrali ve farklı kısımlara hitap eden 6 adet egzoz fanı bulunmaktadır.

Klima santrallerinin tamamında ısıtma ve soğutma bataryaları mevcuttur. Enerji verimliliği açısından klima santrallerinin 3 adetinde Isı Geri Kazanım ekipmanı ve bunlardan 1 tanesinde frekans konvertörü, diğer 2 adet klima santrali ise karışım havalı ve yine 1 adeti frekans konvertörlü olarak çalıştırılmaktadır. Tesis HVAC Otomasyon Sistemi ile işletilmektedir. Bu klima santralleri ayrıca soğutma grupları ve kazandan gelen sıcak ve soğuk su ile giren taze havanın şartlandırılmasını da sağlamaktadır. Klima santralleri böylece mahallerde ısıtma ve soğutma (ayrıca nemlendirme de) yapmaktadır.

Santrallerin tamamında zaman programlaması tesisin aktif olduğu saatlerde devreye girip çıkacak şekilde teknik personel tarafından ayarlanmıştır. Büyük fan kapasitelerine sahip klima santralleri bu durumla doğru orantılı olarak büyük fan motor kapasitelerine de sahiptir. Bu durumda önemli fan enerji tüketimleri söz konusu olacaktır. Hem bu yoğun tüketimler hem de sistemlerin ihtiyaca göre değişken devreye girip çıkması ile yük değişimleri bu tip motorlarda hız kontrolünün enerji verimliliği açısından oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte hız kontrolü uygulanan motorların çalışma sürelerinin de fazla olması bu yatırımların anlam kazanabilmesi için oldukça kritiktir. Bu bağlamda tesisteki yoğun kullanılan, en büyük kapasitelere sahip ve aynı zamanda değişken yüklerde çalışan bütün fan motorları herhangi bir hız kontrollü uygulamasına gidilmemiştir. Klima santralleri ve egzoz fanlarına ait liste aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.135. Tesise ait klima santralleri

| Klima Santrali Ünitesi        | Hitap Ettiği Kısımlar    | Vantilatör Gücü (kW) | Vantilatör Debisi (m <sup>3</sup> /h) | Aspiratör Gücü (kW) | Aspiratör Debisi (m <sup>3</sup> /h) | Çalışma Prensi               |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| AHU-01                        | BAYAN FİTNESS SOYUNMA    | 7,5                  | 12.500                                | 5,5                 | 12.500                               | Isı Geri Kazanımlı           |
| AHU-02                        | BASKETBOL SAHASI         | 30                   | 50.000                                | 18,5                | 50.000                               | Karışım Havalı               |
| AHU-03                        | GALERİ ANTRE KARIŞIM     | 11                   | 20.000                                | 5,5                 | 20.000                               | İnvertörlü+Karışım Havalı    |
| AHU-04                        | BAYAN FİTNESS PLATES     | 15                   | 24.000                                | 5,5                 | 16.800                               | İnvertör+ Isı Geri Kazanımlı |
| AHU-05                        | HAVUZ TRIBÜN             | 15                   | 25.000                                | 11                  | 25.000                               | Isı Geri Kazanımlı           |
| NAS-1                         | HAVUZ NEM ALMA           | 7,5                  | 26.000                                | 5,5                 | 26.000                               | DX bataryalı                 |
| NAS-2                         | HAVUZ NEM ALMA           | 7,5                  | 26.000                                | 5,5                 | 26.000                               | DX bataryalı                 |
| THS-01                        | UZAKDOĞU SPOR SALONU     | 7,5                  | 15.700                                |                     |                                      | %100 Taze Havalı             |
| THS-02                        | HAVUZ SOYUNMA ODALARI    | 7,5                  | 16.800                                | -                   | -                                    | %100 Taze Havalı             |
| Kazan Dairesi Vantilatör Fanı | KAZAN DAİRESİ FİLTRASYON | 3                    | 11.000                                | -                   | -                                    | -                            |
| Kazan Dairesi Aspiratörü 1    | OZON FİLTRASYON BÖLÜMÜ   | -                    | -                                     | 2,2                 | 9.000                                | -                            |
| Kazan Dairesi Aspiratörü 2    | OZON FİLTRASYON BÖLÜMÜ   | -                    | -                                     | 1,5                 | 7.500                                | -                            |

Tablo 2.136. Tesise ait Egzoz Fanları

| Egzoz Fanı Ünitesi | Hitap Ettiği Kısımlar       | Hava Debisi (m <sup>3</sup> /h) | Elektrik Gücü (kW) |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|
| EF-01              | BAY FİTNESS SOYUNMA + WC    | 3.800                           | 0,75               |
| EF-02              | BAYAN FİTNESS SOYUNMA       | 8.500                           | 3                  |
| EF-03              | UZAK DOĞU SALONU            | 6.500                           | 1,5                |
| EF-04              | UZAKDOĞU SOYUNMA ODALARI    | 10.900                          | 3                  |
| EF-05              | BAY HAVUZ SOYUNMA ODALARI   | 7.650                           | 1,5                |
| EF-06              | BAYAN HAVUZ SOYUNMA ODALARI | 10.750                          | 1,5                |

#### 2.1.7.10 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Klima santralleri ile iç hava kalitesi sürekli belli bir kalitede tutulmak istenmektedir. Bu doğrultuda iç ortam sıcaklığı, nem ve CO<sub>2</sub> oranlarına göre sistem devreye girmekte ve devreden çıkmaktadır. Bu sayede istenen sıcaklık ve konfor şartları sağlanmış olacaktır.

Saha çalışmaları sırasında farklı bölgelerde iç hava kalitesi ölçümleri alınarak klima santrallerinin iç mekanları uygun standartlara ve konfor şartlarına ulaşıp ulaşmadığı incelenmiştir. Tablo 2.137’de bu ölçüm sonuçları sunulmuştur.

Tablo 2.137. İç hava kalitesi ölçümleri

| Mekan             | Sıcaklık (°C) | Nem (%) | CO <sub>2</sub> |
|-------------------|---------------|---------|-----------------|
| Havuz             | 28.1          | 69      | 720             |
| Giriş Lobi        | 24.9          | 50      | 426             |
| Havuz Koridor     | 25.1          | 51      | 435             |
| Yemekhane Koridor | 24.3          | 48      | 421             |
| Bay Fitness       | 26.2          | 57      | 556             |

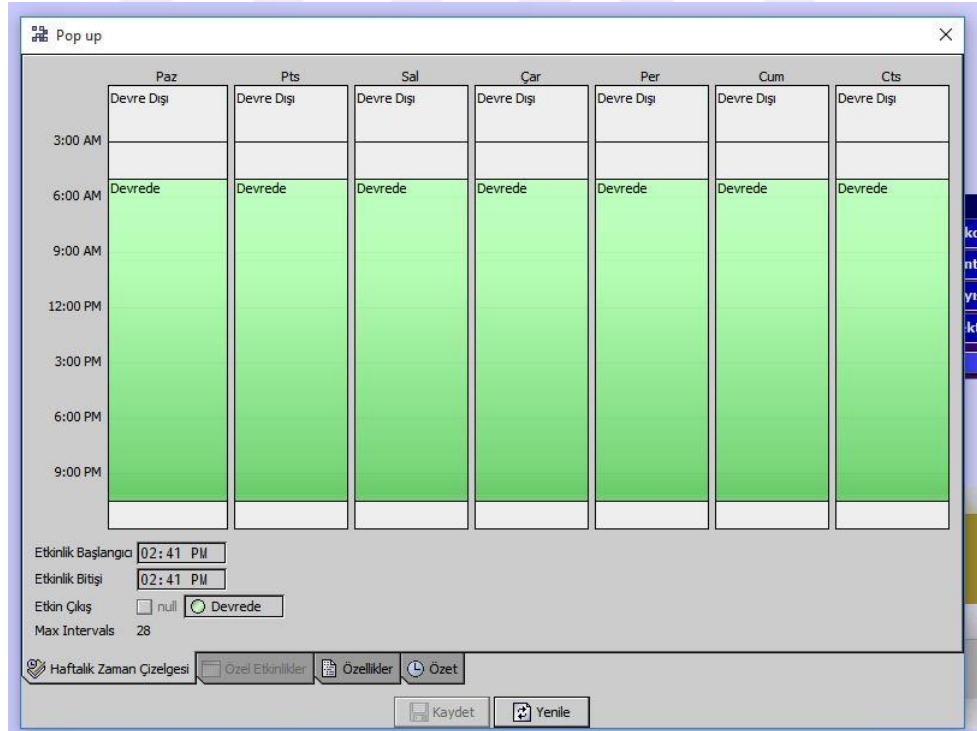
Tablo 2.137’de görüldüğü gibi özellikle CO<sub>2</sub> seviyesi 1000 ppm altındadır. 1000 ppm seviyesi sınır değer olarak görüldüğünden dolayı tesisin iç ortam hava kalitesi oldukça iyidir. Bunun genel sebebi koridor bölgelerine klima santralleri ile taze hava beslemesidir. Sıcaklık ve nem değerleri mevsim şartlarına göre oldukça uygun olduğu görülmektedir.

Tesisin klima santrallerinden elektriksel ölçümler alınmış aşağıda gösterilmiştir.

- AHU-1’e ait vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 7 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-1’e ait Aspiratör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 5,36 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-2’ye ait Vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 22,3 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-2’e ait Aspiratör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 17,2 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-3’e ait Vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 2,36 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Ölçüm esnasında 25 Hz sevilere çalıştığı gözlemlenmiştir.
- AHU-4’e ait Vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 6,9 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-5’e ait Vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 9,04 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.

- AHU-5'e ait Aspiratör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 6,6 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- NAS-1 ait Ventilator ve Aspiratör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 8,6 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- EF-2 fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 2,63 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- EF-3 fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 1,51 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- EF-4 fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 2,43 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.

Tesisin otomasyon sisteminde klima santralleri ve egzoz fanlarının çalıştırılmasına ait zaman programlamaları incelenmiş örnek bir klima santraline ait görsel aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.106. AHU-2 Aspiratör Fan Motoru Zaman Programı

Tesisin klima santrallerinin tamamı zaman programına uygun olarak çalıştırılarak devreye giriş ve çıkış saatleri ayarlanmış şekilde çalıştırılmaktadır.

## 2.1.7.11 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Tablo 2.138. Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatleri

| Klima Santrali Ünitesi | Devreye Giriş- Çıkış Saatleri |             |             |             |             |             |             |
|------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | Pazatesi                      | Salı        | Çarşamba    | Perşembe    | Cuma        | Cumartesi   | Pazar       |
| AHU-1                  | 05:00-22:00                   | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 |
| AHU-2                  | 06:00-18:00                   | 06:00-18:00 | 06:00-18:00 | 06:00-18:00 | 06:00-18:00 | 06:00-18:00 | 06:00-18:00 |
| AHU-3                  | FULL                          | FULL        | FULL        | FULL        | FULL        | FULL        | FULL        |
| AHU-4                  | 06:00-22:00                   | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 |
| AHU-5                  | 06:00-22:00                   | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 |
| NAS-1                  | 02:00-24:00                   | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 |
| NAS-2                  | 02:00-24:00                   | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 |

Yukarıda belirtilen çalışma saatler zaman programında ayarlanarak sistemlerin otomatik olarak devreye girmesi sağlanmaktadır.

Yukarıda değinilen fan motorlarının enerji analizöründen alınan ölçümler sonucunda görüldüğü gibi ihtiyacın altında güç tüketimi gerçekleşmektedir. Ayrıca tesisin çalışma saatlerinden alınan veriler ve tesis programlarının incelenmesi sonucu bazı değişiklikler yapılabileceği görülmüş ve Tablo 2.139’de gösterilmiştir.

Tablo 2.139. AHU Ve Egzoz Fanlarının Çalışma Saatlerinin Düzenlenmesi

| Klima Santrali Ünitesi | Devreye Giriş- Çıkış Saatleri |             |             |             |             |             |             |
|------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | Pazatesi                      | Salı        | Çarşamba    | Perşembe    | Cuma        | Cumartesi   | Pazar       |
| AHU-1                  | 07:00-20:00                   | 09:30-20:00 | 07:00-20:00 | 09:30-20:00 | 07:00-20:00 | 09:00-20:00 | 09:00-20:00 |
| AHU-2                  | 08:00-18:00                   | 08:00-18:00 | 08:00-18:00 | 08:00-18:00 | 08:00-18:00 | 08:00-18:00 | 08:00-18:00 |
| AHU-3                  | 05:00-22:00                   | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 | 05:00-22:00 |
| AHU-4                  | 07:00-20:00                   | 09:30-20:00 | 07:00-20:00 | 09:30-20:00 | 07:00-20:00 | 09:00-20:00 | 09:00-20:00 |
| AHU-5                  | 06:00-22:00                   | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 | 06:00-22:00 |
| NAS-1                  | 02:00-24:00                   | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 |
| NAS-2                  | 02:00-24:00                   | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 | 02:00-24:00 |

Tablo 2.139’de sarı ile işaretlenen kısımlarda değişikliklere gidilmiştir. Bazı klima santralleri bulunduğu konumlar dikkate alındığında erken saatlerde devreye alındığı gözlemlenmiştir. Bu durum enerji sarfiyatını arttırıcı yönde tesis tüketimine etki etmektedir. Tablo 2.139’de sarı olarak işaretlenen değişikliklerde görüldüğü gibi çalışma saatleri verilen klima santrali ve egzoz fanlarının zaman programında ayarlanan başlangıç saatlerinde bazı değişikliklere gidilmiştir. (Örneğin: AHU-1

santralinde başlangıç saati olan 05:00 değiştirilerek 07:00 yapılmıştır) Çalışan ekipmanlardan ölçüm alınarak bu veriler doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 2.140. Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatlerinin değiştirilmesi ile elde edilecek tasarruflar

| Klima Santrali Ünitesi | Toplam Güç Tüketimi (kW) | Azaltım Saati (h/yıl) | Elde Edilecek Tasarruf (kwh/yıl) |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| AHU-1                  | 12.36                    | 1929                  | 23842                            |
| AHU-2                  | 39.5                     | 730                   | 28835                            |
| AHU-3                  | 3.5                      | 2555                  | 8943                             |
| AHU-4                  | 8.4                      | 1929                  | 16204                            |
| <b>TOPLAM</b>          |                          |                       | 77824                            |

Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatlerinin değiştirilmesi ile yıllık 77824 kWh enerji tasarrufu öngörülmektedir. Tesiste en yoğun çalışan ve güç tüketimi yüksek olan klima santralleri için frekans invertörü ile hız kontrolü sayesinde yapılacak tasarruflar hesaplanmıştır. Herhangi bir da hız kontrolü uygulaması olmadığı için bu klima santrallerinde enerji tasarruf oranı ölçüm alınan ekipmanlarda mevcut tüketimler ve yük oranları üzerinden hesaplanmıştır. Frekans invertörü ile elde edilecek tasarruf, elektrik motorunun çalışma karakteristiğine bağlı olup %10 ile %50 arasında tasarruf elde etme imkanı vardır. Bunun ile ilgili örnek hesap elektrik motorlarında frekans invertörü analizinde verilmiştir. Hesaplamalar Tablo 2.139. sunulmuştur.



Tablo 2.141. Klima santrali hız kontrolü ile elde edilecek tasarruflar

| Pompa Kullanım Yeri | Etiket Gücü (kW) | Fiili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kWh) | Çalışma Süresi (h/yıl) | Net Tasarruf (kWh) |
|---------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| AHU-02 Vantilatör   | 30               | 22,3                   | 12,32                         | 9,98                     | 3.650                  | 36.421             |
| AHU-02 Aspiratör    | 18,5             | 17,2                   | 14,87                         | 2,33                     | 3.650                  | 8.513              |
| AHU-05 Vantilatör   | 15               | 9,04                   | 3,28                          | 5,76                     | 6.570                  | 37.821             |
| AHU-05 Aspiratör    | 11               | 6,63                   | 2,41                          | 4,22                     | 6.570                  | 27.735             |
| NAS-1               | 7,5 + 5,5        | 8,6                    | 3,76                          | 4,84                     | 8.030                  | 38.836             |
| NAS-2               | 7,5 + 5,5        | 8,6                    | 3,76                          | 4,84                     | 8.030                  | 38.836             |
| TOPLAM              |                  |                        |                               |                          |                        | 110.490            |

Tablo 2.141.'da görüldüğü gibi tesisin uzun süreli çalışan iklimlendirme sistemlerinde hız kontrolü uygulaması ile elde edilebilecek tasarruf miktarı ortalama 110490 kWh/yıl'dır. İklimlendirme sisteminin zaman programının değiştirilmesi ile elektrik tüketiminde yaklaşık 77824 kWh tasarruf ederek yılda 22522,26 TL kazanç sağlanacaktır. Emisyon açısından ise yılda 42.96 ton CO<sub>2</sub> salınımı engellenmiş olup iyileştirmenin yatırım maliyeti bulunmamaktadır.

Tablo 2.142. İklimlendirme Sisteminin Zaman Programının Değiştirilmesi ile Elde Edilecek Tasarruflar

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|--|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    |                                |                  |                   |                |
| 2  | İklimlendirme Sisteminin Çalıştırılma Programının Değiştirilmesi | Elektrik    | 77.824,00        | kWh           | 6,69    | 22.522,26 | 42,96                          | -                | -                 | KV             |

İklimlendirme sisteme hız kontrolü adaptasyonu ile elektrik tüketiminde yaklaşık 110000 kWh tasarruf ederek yılda 31975.8 TL kazanç sağlanacaktır. Emisyon açısından ise yılda 60.99 ton CO<sub>2</sub> salınımı engellenmiş olup iyileştirmenin geri ödeme süresi 3.44 yıldır.

Tablo 2.143. İklimlendirme Sistemine Hız Kontrolü Adaptasyonu ile Elde Edilecek Tasarruflar

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|--|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    |                                |                  |                   |                |
| 3  | İklimlendirme Siteminde Hız Kontrolü Adaptasyonu | Elektrik    | 110.490,00       | kWh           | 9,50    | 31.975,80 | 60,99                          | 110.000,00       | 3,44              | UV             |

## 2.1.7.12 SOĞUTMA SİSTEMİ

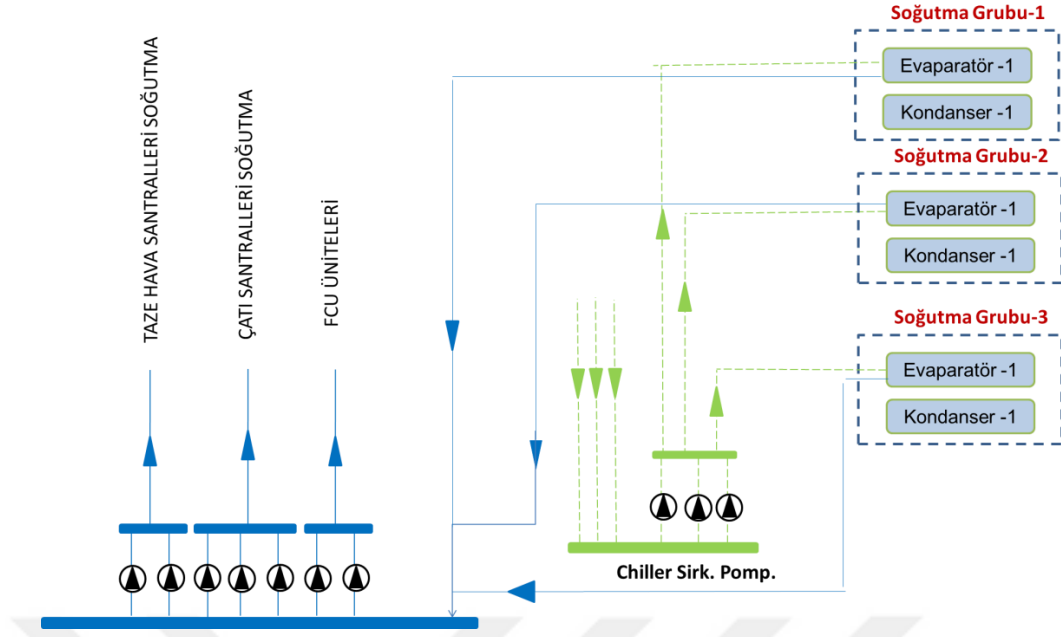
Tesisin soğutma ihtiyacı dış cephesinde konumlandırılan 3 adet 970 kW soğutma kapasitesine sahip ısı geri kazanımlı hava soğutmalı soğutma grubu ünitesi ile karşılanmaktadır. Soğutma grubunda üretilen soğuk akışkan FCU ve klima santrallerini beslenmektedir.

Soğutma üniteleri otomasyon sistemi ile izlenmekte ve yönetilmektedir. Soğutma grupları ile yaz döneminde tesisin soğutulması sağlanmaktadır. Soğutma ünitesine ait görseller Şekil 2.107.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.107. Soğutma Üniteleri

Soğutma gruplarında şartlandırılan soğutma suyu ana bir hat vasıtası ile kazan dairesindeki kollektöre ulaşmakta olup bu kollektörden tüm tesise dağıtılmaktadır. Soğutma grupları bir otomasyon vasıtası ile kontrol edilmektedir. Buna göre devreye alınmaları, soğuk suyun soğutma grubuna giriş çıkış sıcaklıklarının ayar ve izlenmesi ve zaman programlama gibi kontroller teknik personel tarafından yapılmaktadır.



Şekil 2.108. Tesisin soğutma mekanik sistem şeması

Şekil 2.190.'da ifade edilen soğutma sistemi mekanik akış şemasında soğutma gruplarının evaporatör ünitesinde üretilen soğuk su sisteme gönderilmekte ve Fan-coiller, klima santralleri olmak üzere 3 farklı hatta binayı beslemektedir.

### 2.1.7.13 TESİSAT

Tesiste, enerji kaynağının kazan dairelerinde hem ısıtma ve hem de soğutma ihtiyacı karşılandığından dolayı önemli bir tesisat ağı bulunmaktadır. Vanalar, sıcak ve soğuk suyu taşıyan hatlar ve akış potansiyelini sağlayan pompa ekipmanları ile birlikte akış emniyetini sağlayan genişleme tankları bu ağın tamamını oluşturmaktadır ve tesisat olarak tanımlanmaktadır. Bu noktada tesisin tesisat açısından durumu ve mümkün ise enerji verimliliği potansiyeli bu kısımda incelenecektir. Temel olarak akışı taşıyan hatların ve bu akışkanı basınçlandıran pompa sistemleri birer ısı kaybı yüzeyi oluşturacağından tesisatta ilk olarak bu ısı kayıplarının durumu gözlemlenmiş olup termal kamera vasıtası ile detaylı yorum yapma imkânı sunulmuştur. Aynı durum soğutma hatlarındaki ısı kazançları için de geçerlidir.

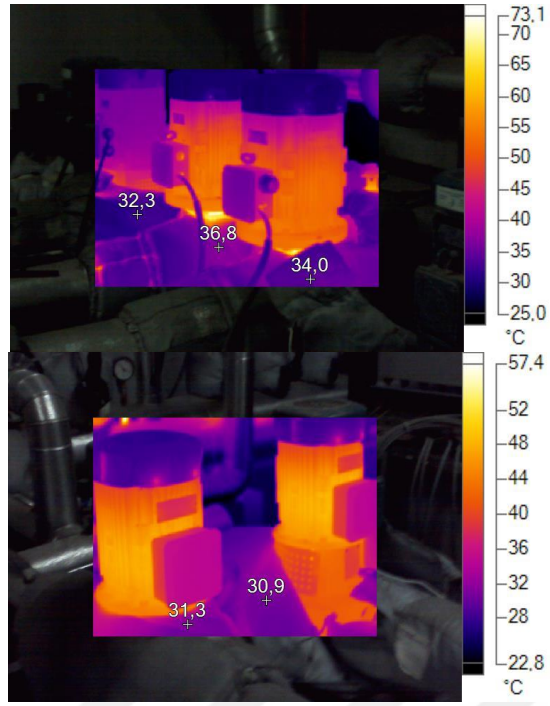


Şekil 2.109. Mekanik tesisat elemanları

Mekanik tesisat hatlarında enerji verimliliği açısından en kritik nokta izolasyondur. Mekanik tesisat hatlarının ve bu hat üzerindeki ekipmanların yalıtım durumu açısından oldukça önemli olmasının sebebi bu hat üzerinde sıcak ve soğuk akışkanların taşınmasıdır. Bu akışkanlar tesisin ısıtma ve soğutma ihtiyacını sağlayan temel kaynaklar olup hedef dağıtım istasyonlarına ulaşana kadar (fan coil, klima santrali) bu akışkanlar yüksek enerji taşımaktadır. Ancak bu hatlar çevre ile etkileşimde olmalarından dolayı içeriden geçen sıcak ve soğuk akışkanlar ile çevre arasında ısı alışverişi olur. Sıcak akışkan taşıyan hatlarda yalıtım olmaz ise çevreye ısı kaybı, soğuk hatlarda yalıtım olmaz ise çevreye ısı kazancı olur. Her iki durumda bu akışkanlar yalıtımsızlık yüzünden enerji kaybederek ısıtma ve soğutma maliyetlerinin artmasına sebep olur. Bu durumdan dolayı tesisat izolasyonu önemli bir inceleme kalemi olmaktadır. Tesisatın genel olarak iyi derecede yalıtımlı olduğu tespit edilmiştir.

#### 2.1.7.14 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesisatta yalıtımın yeterliliğini görmek açısından kazan dairesinde termal kamera görüntüleri alınmıştır. Isı kayıpları açısından bu görseller önemli ölçüde fikir vermektedir. Termal kamera görüntülerinin bir kısmı Şekil 2.110.'de gösterilmiştir. Böylece yalıtımlı ve yalıtımsız durumda tesisat hatlarının yüzey sıcaklık farklarındaki fark daha net anlaşılabilir.



Şekil 2.110. Tesisat elemanlarının termal kamera görüntüleri

Termal kamera görüntülerinden görüldüğü gibi motor gövdelerine dahi yalıtım uygulanmış ve ortam sıcaklığına yakın sıcaklıklar tespit edilmiştir. Tesiste yapılan saha incelemelerinde ve alınan ölçümlerde vana ceketleri, pompa gövdeleri, ısıtma ve soğutma hatlarının tamamı iyi derecede yalıtıldığından herhangi bir öneride bulunulmamıştır.

#### 2.1.7.15 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ

Tesiste 1 adet 2500 KVA'lık kuru tip transformatör vardır. Bu transformatör bir otomasyon ile sürekli izlenebilmektedir. Bu tip trafolar nem ile kirlilikten etkilenmezler, daha az yer kaplar ve bakım giderleri yoktur. Ayrıca yangın oluşturma riski de yoktur. Bu açıdan trafo seçiminde daha maliyetli ama doğru bir trafo tipi tercih edilmiştir. Satın alınan elektriğin tarifesi tek terim, tek zamanlı ve “4 no’lu ticarethane” üzerindedir.

#### 2.1.7.16 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Enerji analizörü ile tesisteki tüm trafodan tüketim ölçümleri alınmıştır. Bu sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- Görünür güç tüketimlerinde minimum 153.6 kVA ile maksimum 362.9 kVA arasında değiştiği ortalama 252.1 kVA güç tüketimi gerçekleştiği görülmektedir.
- Tesisin ölçüm sonuçlarında güç tüketimlerinin minimum 150.1 kVA ile maksimum 361.4 kVA arasında değiştiği ortalama ise 249.8 kW güç tüketimi gerçekleştiği görülmektedir.
- Ortalama her bir faz için 382 Amper arası akım çeken trafoda fazlar arası gerilim değerleri 396 V olarak ölçülmüştür.
- $\cos\Phi$  ortalaması 0.999 olarak ölçülmüş, bu değer 1 e yakın olması kompanzasyon sisteminin düzgün çalıştığını göstermektedir.
- Tesisin harmonik değerlerinde; gerilim harmonikleri maksimum %3.2 seviyelerinde, sistemin devreye girmesi ile beraber yükseliş gösteren akım harmonikleri ise maksimum %20 seviyelerinde olmaktadır.

#### 2.1.7.17 ELEKTRİK MOTORLARI

Tesiste elektrik motoru altyapısını, kazan dairesinde iklimlendirmeyi sağlayan ekipman pompaları ile kullanım suyunu basınçlandıran hidrofor tahrik motorları oluşturmaktadır. Aynı zamanda klima santrali ve kompresör motorlarında da mevcut olup bu motorlar ilgili başlıklarda incelenmiştir. Özellikle kazan dairesi içerisinde çok sayıda, ısıtma ve soğutma hatlarında akışı sağlayan pompa bulunmaktadır. Bu çok sayıda pompa aynı miktarda elektrik motoru ile tahrik edilerek akışın oluşmasını sağlamaktadır.



Şekil 2.111. Tesisatta Kullanılan Elektrik Motorları

Elektrik motorları ile ilgili tasarruf potansiyelinde dikkate alınacak hususların başında uzun süreli ve değişken yükte çalışan motorlara hız kontrolü uygulanması analizidir. Tesisin bu noktada kritik noktalardaki pompaların elektrik motorlarında hız kontrolü sistemini uygulanması enerji verimliliği açısından oldukça önemlidir. Özellikle belli aralıklarla devreye giren chiller ve kazan pompalarında hız kontrolü uygulaması yapılması tasarruf açısından tesiste ciddi faydalar sağlamaktadır.

Motor, hız kontrol cihazları ile kontrol edildiğinde, istenen debideki hava veya su devri ayarlanarak sağlanacak ve gerektiği kadar bir enerjiyi şebekeden çekecektir. Dolayısı ile devir düştüğünde şebekeden çekilen güç de azalacaktır. Devir sayısında olabilecek % 10 bir azalma, güç sistemine yaklaşık % 27 gibi bir azalma ile enerji tasarrufu sağlayacaktır. Bu bakımdan tasarım aşamasında kritik noktadaki pompalarda hız kontrolüne gidilerek önemli bir tasarruf sağlanmıştır.

Tablo 2.144. Tesiste kullanılan elektrik motorları ve karakteristik özellikleri

| Pompa Kullanım Yeri |   | Adet | Yedek Çalışıyor mu? | Amaç    | Hız Kont. Var mı? | Güç (kW) |
|---------------------|---|------|---------------------|---------|-------------------|----------|
| 1                   | Kazan Şönt Pompaları                    | 3    | -                   | Isıtma  | Yok               | 0.55     |
| 2                   | Kullanım Sıcak Suyu Pompaları           | 1+1  | Evet                | Isıtma  |                   | 1.10     |
| 3                   | Havuz Sirkülasyon Pompaları             | 2+3  | Evet                | -       | Yok               | 18.50    |
| 4                   | Ozon Temas Tankı Basma Pompaları        | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 22.00    |
| 5                   | Havuz Filtrasyon Pompaları              | 2+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 1.50     |
| 6                   | Ozon Temas Tankı Besleme Pompaları      | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 11.00    |
| 7                   | Yerden Isıtma Pompaları                 | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 2.20     |
| 8                   | Taze Hava Santralleri Isıtma Pompaları  | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Var               | 2.20     |
| 9                   | Havuz Yerden Isıtma Pompaları           | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Var               | 7.50     |
| 10                  | Çatı Santralleri Isıtma Pompaları       | 2+0  | Hayır               | Isıtma  | Var               | 7.50     |
| 11                  | Akümülayon Isıtma Pompaları             | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Yok               | 2.20     |
| 12                  | Fancoil Isıtma Pompaları                | 1+1  | Evet                | Isıtma  | Var               | 1.50     |
| 13                  | Radyatör Isıtma Pompaları               | 2+0  | Hayır               | Isıtma  | Var               | 1.50     |
| 14                  | Çatı Santralleri Soğutma Pompaları      | 2+1  | Evet                | Soğutma | Var               | 11.00    |
| 15                  | Taze Hava Santralleri Soğutma Pompaları | 1+1  | Evet                | Soğutma | Var               | 7.50     |
| 16                  | Fancoil Soğutma Pompaları               | 1+1  | Evet                | Soğutma | Var               | 4.00     |
| 17                  | Chiller Soğutma Dönüş Pompaları         | 2+1  | Evet                | Soğutma | Var               | 11.00    |
| 18                  | Kullanım Suyu Hidroforları              | 3    | -                   | -       | Yok               | 11.00    |

Tesiste yapılan incelemeler sonucunda büyük güçlü pompaların bir kısmının frekans konvertörlü olduğu görülmüştür. Akümülayon Isıtma sirkülasyon pompasında yapılan ölçümde ortalama 1.58 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Yerden Isıtma Pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda ortalama 1.87 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Ozon Temas Tankı Basma pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda ortalama 14 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Taze Hava Santrali Isıtma Pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda ortalama 479 W güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Yapılan ölçüm esnasında ortalama 30 Hz seviyelerinde çalıştığı tespit edilmiştir. Havuz Sirkülasyon Pompalarının 1 adetinde yapılan güç ölçümü sonucunda devredeyken ortalama 12 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Ozon Temas Tankı Besleme pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda ortalama 11.3 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Motor oldukça eski ve verimsizdir. Kullanım suyu hidroforu pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda 3 adet hidrofordan 1 adedinin devreye girdiği ve devredeyken 12.3 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. 32 dakika içerisinde 24 sefer devreye girip çıkan



hidrofor pompalarında devreye girip-çıkma sıklıklarının ihtiyaca göre değiştiği açıkça görülmektedir.

#### 2.1.7.18 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

18.5 kW bir motor için analiz yaptığımızda,

$$P = (\text{Güç} / \text{Motor Verimi}) \times \text{Redüksiyon Oranı} \times \text{Çalışma Saati}$$

Hız kontrolü olmayan motor için yıllık enerji tüketimi:

$$P1 = (18,5/0,9) \times 0,90 \times 2.800 = 51.800 \text{ kWh}$$

Hız kontrollü motor için yıllık enerji tüketimi:

$$P2 = (18,5/0,9) \times 0,58 \times 2.800 = 33.382 \text{ kWh}$$

Tasarruf Miktarı  $P1 - P2 = 18.418 \text{ kWh}$  olacaktır. Bu da ortalama %35 elektrik tasarrufu anlamına gelmektedir.

Tablo 2.145. Hız kontrolü uygulaması yapılan elektrik motorları

| Pompa Kullanım Yeri              | Sürekli Çalışan Adet | Etiket Gücü (kW) | Fili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kW) | Çalışma Süresi (h/yıl) | Net Tasarruf (kWh/yıl) |
|----------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Havuz Sirkülasyon Pompaları      | 2                    | 18,5             | 12                    | 5,05                          | 6,95                    | 7.500                  | 104.266                |
| Ozon Temas Tankı Basma Pompaları | 1                    | 22               | 14                    | 5,67                          | 8,33                    | 7.500                  | 62.479                 |
| TOPLAM                           |                      |                  |                       |                               |                         |                        | 166.745                |

Yukarıda belirtilen motorlar hesaplanırken ortak kullanım havuzu gibi alanlara hitap eden sirkülasyon pompalarının 24 saat ve haftanın 6 günü çalışması üzerinden mevcut durumda çektiği güçler ve invertör takılması sonrası hiçbir değişiklik yapılmadan yeni durumda çektiği güçler hesaplanarak tasarruf miktarları çıkarılmıştır. Mevcut çalışma koşulları değiştirilmeden pompalarda invertör uygulaması ile yıllık 166745 kWh/yıl tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır.

#### 2.1.7.19 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Motorlarda hız kontrol uygulaması yapılması halinde elektrikten yıllık 166745 kWh enerji tasarrufu ayrıca yıllık 92.04 ton CO2 azalımı gerçekleşmiş olacaktır. Yatırım maliyeti 55000 TL ve sistemin geri ödeme süresi 1.14 yıldır.

Tablo 2.146. Pompalarda Hız Kontrol Uygulaması

| No | Önlemler                          | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |           | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|-----------------------------------|-------------|------------------|---------------|---------|-----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |                                   |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl    |                                |                  |                   |                |
| 5  | Pompalarda Hız Kontrol Uygulaması | Elektrik    | 166.745,00       | kWh           | 14,34   | 48.256,00 | 92,04                          | 55.000,00        | 1,14              | OV             |

#### 2.1.7.20 AYDINLATMA SİSTEMİ

Tesisin aydınlatma karakteristiğine baktığımızda tamamında LED bazlı bir altyapı seçildiği görülmektedir. İç aydınlatma açısından armatür çeşitleri incelendiğinde farklı güçlere sahip şerit led'ler 10 W, 18 W, 35 W iç aydınlatmalar ve 200 W'lık Led Projektör altyapısına sahip olduğu görülmektedir. Tesis insanların yoğun ziyaretine uğrayan bir bina yapısına sahip olduğu için aydınlatma ihtiyacı oldukça önemli olmakla birlikte bu ihtiyaçtan taviz vermekte pek uygun olmamaktadır. Bu sebeple tesisin aydınlatma sayısı dizayn edilirken konfor şartları gözetilmiş ayrıca yeni nesil teknolojiler kullanarak enerji verimliliği sağlanmıştır.

#### 2.1.7.21 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve belirlenen enerji tasarrufu ile ilgili özet tablo aşağıdadır. Bu tabloya ve verilere göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 32.23 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 105.257 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 200.62 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.

Tablo 2.147. Önerilen Projeler

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |          | CO2 Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|--|-------------|------------------|---------------|---------|----------|--------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl   | Ton/Yıl            | TL/Yıl           | Yıl               | Vade           |
| 1  | Brülörlerin Ayarı ve Yalıtım ile elde edilecek tasarruflar     | Doğalgaz    | 2058,98          | m3            | 1.7     | 2503,57  | 4.63               | 10000            | 3.99              | U.V            |
| 2  | İklimlendirme Sistemlerinin Çalışma Programının Değiştirilmesi | Elektrik    | 77824,00         | kWh           | 6.69    | 22522,26 | 42.96              | -                | -                 | K.V            |
| 3  | İklimlendirme Sisteminde Hız Kontrolü Adaptasyonu              | Elektrik    | 174736,00        | kWh           | 9.5     | 31975,80 | 60.99              | 110000,00        | 3.44              | U.V            |
| 4  | Pompalarda Hız Kontrol Uygulaması                              | Elektrik    | 166745,00        | kWh           | 14.34   | 48256,00 | 92.04              | 55000,00         | 1.14              | O.V            |

## 2.1.8 PENDİK-KURTKÖY SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.8.1 Bina Bilgileri

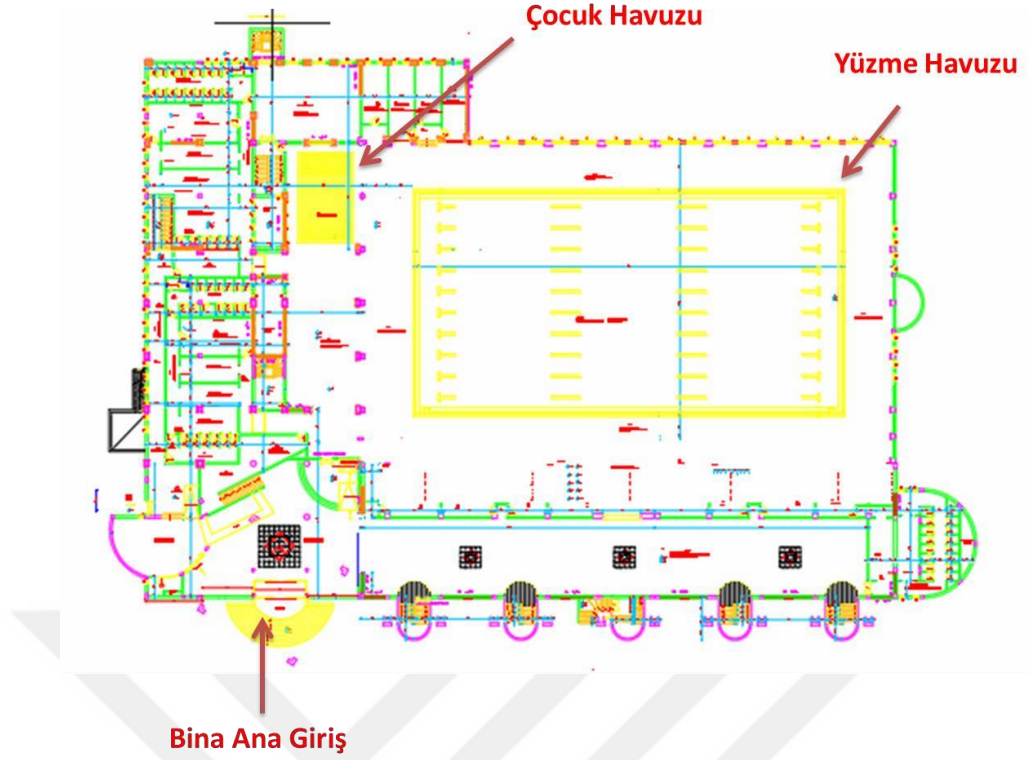
Kurtköy Spor Kompleksi mimari yapı olarak tek bir bina yapısından oluşmaktadır. Binası güney cephesinde açık otopark, Kuzey-batı ve batı bölgesinde ise spor sahaları bulunmaktadır.

Tesisin çatı kısmında 2 kat alüminyum trapez arasına ısı izolasyonu poliüretan sandviç sistem olarak uzay kafes tipi çatı sistemi yapılmıştır. Havuz gibi ıslak mekan döşemelerinde sırlı mozaik seramik, zipox yalıtım malzemesi, betonarme döşeme, dolgu malzeme, grobeton ve kum-çakıl, ıslak zeminlerin olmadığı kısımlarda ise tesviye beton, grobeton, cüruf dolgu, blokaj malzeme yapısına sahiptir. Toprak temaslı iç duvarlarda ise koruyucu iç duvar, su izolasyon malzemesi cam tülü pestili, betonarme döşeme, ısı izolasyon malzemesi olarak herapor kullanılmıştır.

Tesisin dış cephelerinde bulunan cam yapısı ise alüminyum cephe Low-E kaplama 16 mm ısı cam kullanılmıştır.



Şekil 2.112. Tesis Genel Görünümü



Şekil 2.113. Tesis Vaziyet Planı

İBB Kurtköy Spor Kompleksi'ndeki teknik sistemler genel olarak, mekanik sistemler, elektrik tesisat sistemleri ile diğer mimari ve inşai unsurlardan oluşmaktadır. Isıtma sistemi olarak tesis tek bir merkezden beslenmekte kazan dairesinde 2 adet 1453 kW'lık çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. FCU üniteleri, klima santralleri, sıcak kullanma su sistemi beslediği alanlardır. HVAC otomasyon sistemi ile işletilmektedir. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Sıcak su ihtiyacı için 4 adet 3000 lt. kapasiteli boylerler depolama tankı bulunmaktadır. Soğutma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tesisin yanında konumlandırılan 1 adet 1116 kW'lık hava soğutmalı Chiller ünitesi bulunmaktadır. Soğutma grupları ile FCU ve klima santrallerini beslenmektedir. Bu üniteler de HVAC otomasyon sistemi ile işletilmektedir. Havalandırma tesisatı, Isıtma tesisatı, Yangın tesisatı ve sıhhi tesisat HVAC otomasyonu ile işletilmektedir. Bunların dışında tesisin 2 x (40+250) l/min kapasiteli kullanma suyu hidroforu bulunmaktadır. Isıtma sistemi fancoil ve klima santralleri üzerinden tüm binaya hitap etmekte iken soğutma kaynağı chillerler de soğutma işlemini taze hava klima

santrallerini ve mahallerdeki fancoiller ile sağlamaktadır. Katlarda ki ofis ve odalarda fancoil cihazları soğutma sezonunda chillerlerden gelen soğuk su ile soğutmaya sağlamaktadır. Kullanılan fancoil üniteleri 2 borulu olarak seçilmiştir. Tesisin bütün kısımları yaz-kış tüm yıl çalışmaktadır. Yaz ve Kış döneminde aktif olarak doğalgaz kazanları devrede olup, chiller-soğutma grubu ise yaz döneminde soğutma işlemi yapmaktadır. Klima santralleri yaz ve kış çalıştırılarak tesisin taze hava ihtiyacını karşılamaktadır. Isıtma ve soğutma prosesleri ile birlikte tesiste ayrıca basınçlı hava prosesi de bulunmaktadır.

Tablo 2.148. Bina Bilgileri

|                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Binanın Adı                      | : Pendik-Kurtköy Spor Kompleksi |
| 2. İnşaat Yılı                      | : 2012                          |
| 3. Kullanım Amacı                   | : Spor Kompleksi                |
| 4. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı  | : 1479                          |
| 5. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı | : 340                           |
| 6. Isıtma/Soğutma Sistemi           | : Kazan/Chiller                 |
| 7. Yalıtım Durumu                   | : Var                           |
| Yıl                                 | Tüketimler (TEP)                |
| 2016                                | 440.8                           |

#### 2.1.8.2 Mevcut Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri

Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

Tablo 2.149. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim Tablosu

| 2016 Yılı Elektrik Tüketimleri |           |       |             |
|--------------------------------|-----------|-------|-------------|
| Aylar                          | Tüketim   |       | Maliyet     |
|                                | kWh       | TEP   | TL          |
| Ocak                           | 145605.18 | 12.52 | 51533.92 TL |
| Şubat                          | 141477.60 | 12.17 | 50073.05 TL |
| Mart                           | 127764.54 | 10.99 | 45219.61 TL |
| Nisan                          | 128233.74 | 11.03 | 45385.67 TL |
| Mayıs                          | 186889.26 | 16.07 | 66145.57 TL |
| Haziran                        | 200697.54 | 17.26 | 71032.72 TL |
| Temmuz                         | 217896.48 | 18.74 | 77119.94 TL |

|         |              |        |              |
|---------|--------------|--------|--------------|
| Ağustos | 161948.52    | 13.93  | 57318.32 TL  |
| Eylül   | 182582.28    | 15.70  | 64621.20 TL  |
| Ekim    | 136596.54    | 11.75  | 48345.50 TL  |
| Kasım   | 152680.44    | 13.13  | 54038.07 TL  |
| Aralık  | 142442.22    | 12.25  | 50508.58 TL  |
| Toplam  | 1.924.814.34 | 165.53 | 681342,15 TL |

Yıl içerisinde aylık elektrik enerjisi tüketim değerleri Temmuz ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 2.114. 2016 Yılı Aylık Elektrik Tüketim ve Maliyeti

2016 yılının elektrik tüketim miktarları incelendiğinde yaz aylarında tüketim miktarları artmakta, geçiş dönemi olan bahar dönemlerinde ise tüketim düşmektedir. Bu durumu, yaz döneminde soğutma ihtiyacı nedeniyle chiller gruplarının devreye alınması olarak açıklayabiliriz. 2016 yılında en yüksek elektrik tüketimi 217896 kWh ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 77119 TL'dir.

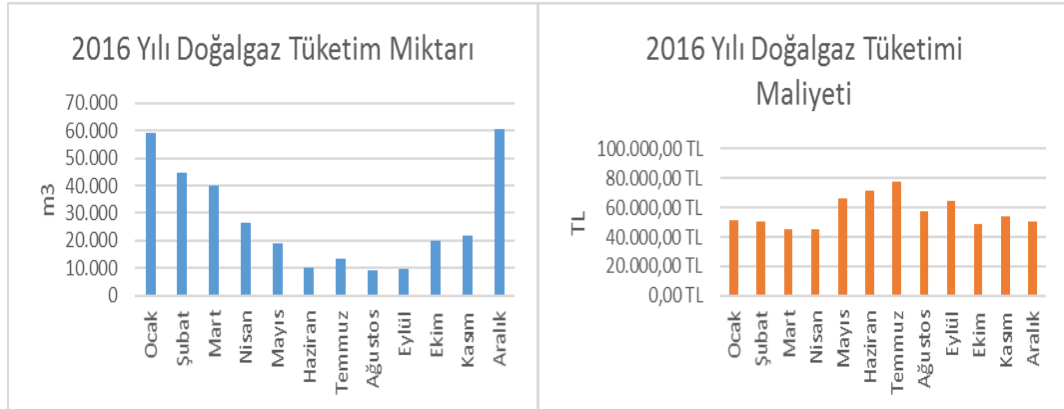
### 2.1.8.3 Doğalgaz Tüketimlerinin İncelenmesi

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

Tablo 2.150. 2016 Yılı Aylık Doğalgaz Tüketim Tablosu

| Aylar   | Tüketim   |                |        | Maliyet       |
|---------|-----------|----------------|--------|---------------|
|         | kWh       | m <sup>3</sup> | TEP    | TL            |
| Ocak    | 565.988   | 59.000         | 48,68  | 70.810,05 TL  |
| Şubat   | 427.445   | 44.558         | 36,76  | 56.209,51 TL  |
| Mart    | 385.860   | 40.223         | 33,18  | 50.106,07 TL  |
| Nisan   | 254.368   | 26.516         | 21,88  | 32.800,01 TL  |
| Mayıs   | 182.996   | 19.076         | 15,74  | 22.891,47 TL  |
| Haziran | 97.954    | 10.211         | 8,42   | 12.225,98 TL  |
| Temmuz  | 128.143   | 13.358         | 11,02  | 18.638,92 TL  |
| Ağustos | 87.776    | 9.150          | 7,55   | 10.740,77 TL  |
| Eylül   | 90.884    | 9.474          | 7,82   | 11.273,82 TL  |
| Ekim    | 190.786   | 19.888         | 16,41  | 22.299,25 TL  |
| Kasım   | 210.960   | 21.991         | 18,14  | 24.492,17 TL  |
| Aralık  | 578.325   | 60.286         | 49,74  | 69.403,53 TL  |
| Toplam  | 3.201.489 | 333.731,00     | 275,33 | 401.891,25 TL |

Yıl içerisinde aylık doğalgaz enerjisi tüketim değerleri Aralık ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.



Şekil 2.115. 2016 Yılı Aylara Göre Doğalgaz Tüketim ve Maliyeti

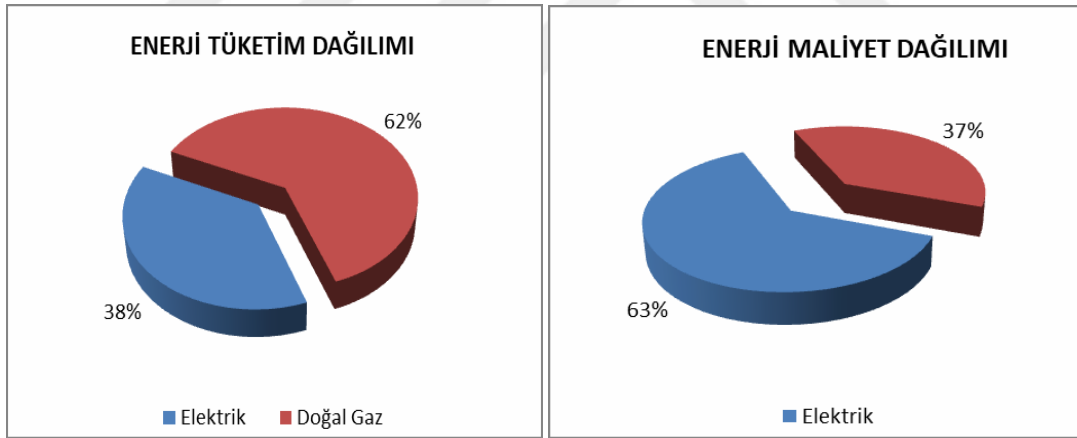
Tesis kış mevsiminde ısıtma ve kullanım sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla, yazın ise yine kullanım sıcak suyu ve havuz suyu ısıtma amacıyla kazanlarda yakıt olarak doğalgaz tüketmektedir. 2016 yılı doğalgaz tüketim



grafliğini incelediğimizde, ısıtma talebine paralel olarak kış aylarında tüketimin en yüksek değerlerine ulaştığı, bahar dönemlerinde azaldığı ve yaz dönemlerinde ise en düşük seviyelere ulaştığı görülmektedir. Yaz dönemlerinde ısıtma ihtiyacı olmadığı bilinmektedir. Bu sebeple yaz aylarında gerçekleşen tüketimin su ısıtma için sarf edildiği söylenebilir. 2016 yılında en yüksek doğalgaz tüketimi 60286 m<sup>3</sup> ile Ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı 69.03 TL'dir. En düşük doğalgaz sarfiyatı ise 9150 m<sup>3</sup> ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığı oluşan maliyet miktarı ise 10740 TL'dir.

Tablo 2.151. Tesis Enerji Tüketimi

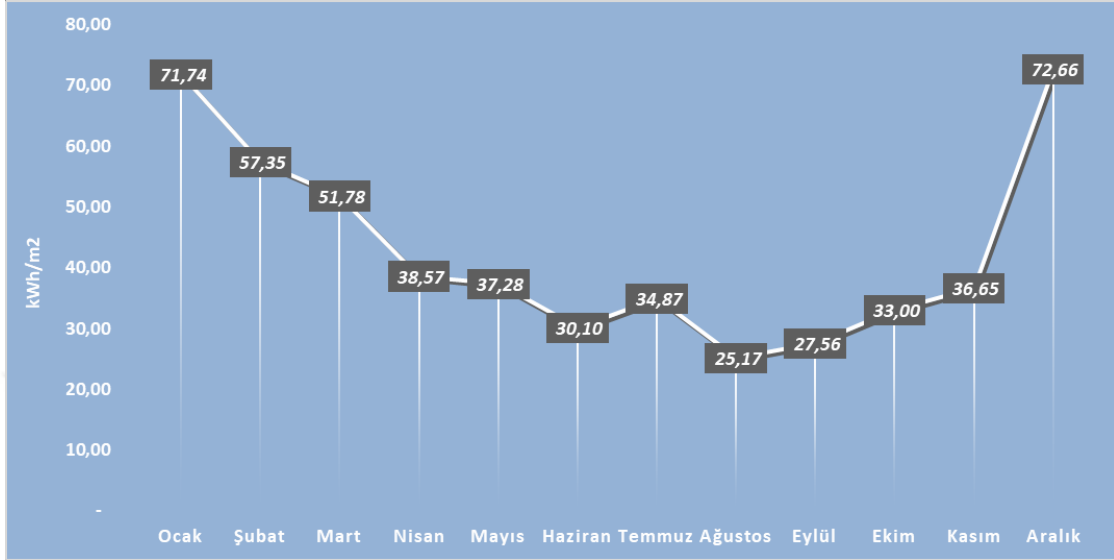
| ENERJİ TÜRÜ   | TÜKETİM    |                 |               |               | MALİYET              |               | BİRİM MALİYET |
|---------------|------------|-----------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|
|               | Miktar     | Birim           | TEP           | % Toplam      | TL                   | % Toplam      | TL / TEP      |
| Elektrik      | 1924814.34 | kWh             | 165.53        | 37.55         | 681342.15 TL         | 62.90         | 4116.02 TL    |
| Doğal Gaz     | 333731.00  | Sm <sup>3</sup> | 275.33        | 62.45         | 401891.55 TL         | 37.10         | 1459.68 TL    |
| <b>TOPLAM</b> |            |                 | <b>440.86</b> | <b>100,00</b> | <b>1083233.70 TL</b> | <b>100,00</b> |               |



Şekil 2.116. Enerji Tüketim ve Maliyet Dağılımı

Grafikte toplam enerji tüketiminin %38'i elektrik ve %62'si doğalgaz olarak gerçekleştiği görülmektedir. 2016 yılı için enerji tüketiminde en büyük pay sahibi doğalgazdır. Tüketim dağılımına göre %62'lik paya sahip olan doğalgazın maliyet dağılımında %37'lik pay ile parasal açıdan yüzdelerdeki payının azaldığını göstermiştir. Doğalgazın birim maliyetinin düşük olması maliyetteki payının

düşmesine direk etki etmektedir. Doğalgaz kullanımının yüksek oranda olmasında yaz döneminde sıcak su, kış döneminde ise sıcak su ve ısınma ihtiyacından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.117. Bina Kullanım Alanı Başına Aylık Bazda Toplam Enerji Tüketimi

Bina kullanım alanına göre enerji tüketimlerine baktığımızda yıllık 516 kWh/m<sup>2</sup> toplam tüketim olduğunu görülmektedir.

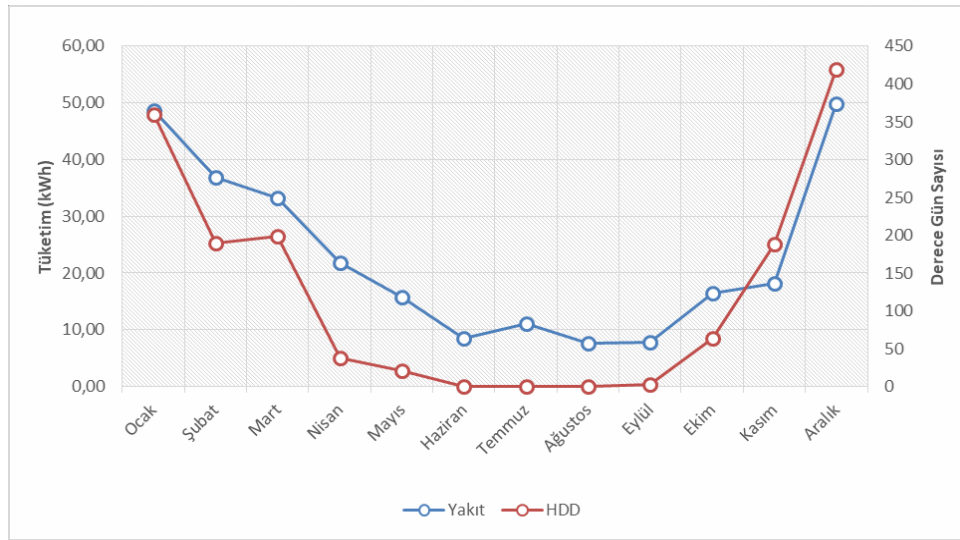
#### 2.1.8.4 TÜKETİM ANALİZLERİ

Tüketim analizi ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin: dış hava şartlarına ve kursiyer sayısına bağlı değişimini gösteren ve birlikte incelenmesine olanak sağlayan analiz yöntemidir. Bu analizle hangi aylarda hangi şartlar sonucu ne kadar enerji tüketildiğinin takibi ve birbirleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Sistemin verimlilik değişimi sonucu tüketimlerdeki azalma ve artmalar, yıl bazında iklim değişikliği sonucu harcanan enerji miktarlarındaki değişimler, sistem içerisindeki ısı kaçakların tespiti, mevcut sistemin iklimlendirme alanlarına olan yeterliliğinin incelenmesi analiz sonuçlarından çıkarılabilecek başlıca hususlardır. Yakıtın sadece ısınma amaçlı kullanıldığı tesislerde yakıt tüketim oranı ve aylık HDD oranları birbiriyle örtüşür.

Aynı şekilde soğutmada, CDD değeriyle elektrik tüketimi birbiriyle uyuyacaktır. İstanbul bölgesi için devlet meteoroloji enstitüsünden aldığımız 2016 yılı HDD ve CDD değerlerine, 2016 yılında tüketilen doğalgaz ve elektrik enerjisini uyarladığımız zaman aşağıdaki tablo ve grafikleri elde etmiş olacağız.

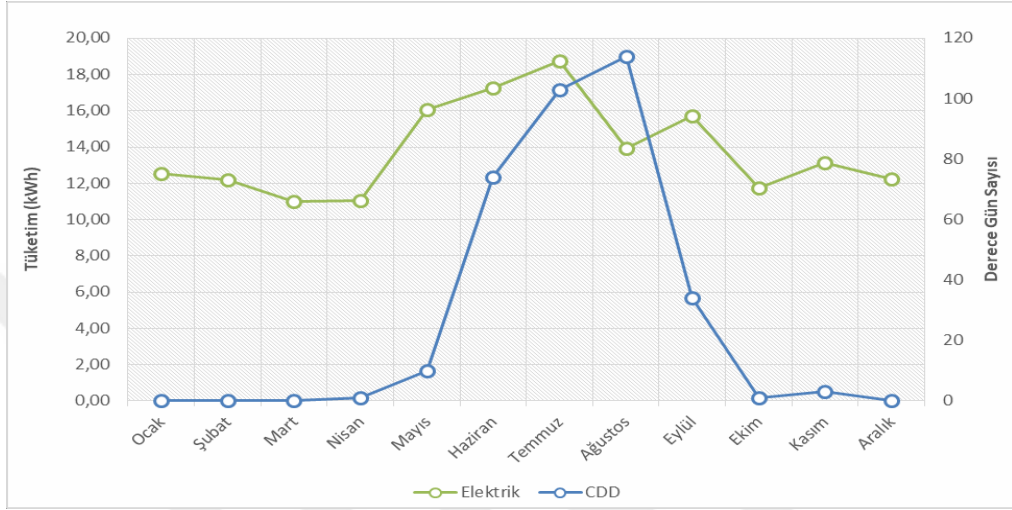
Tablo 2.152. Toplam Tüketim

| Aylar         | Elektrik (TEP) | Yakıt (TEP)   | Toplam Tüketim (TEP) | HDD         | CDD        |
|---------------|----------------|---------------|----------------------|-------------|------------|
| Ocak          | 12.52          | 48.68         | 61.20                | 359         | 0          |
| Şubat         | 12.17          | 36.76         | 48.93                | 189         | 0          |
| Mart          | 10.99          | 33.18         | 44.17                | 198         | 0          |
| Nisan         | 11.03          | 21.88         | 32.90                | 38          | 1          |
| Mayıs         | 16.07          | 15.74         | 31.81                | 21          | 10         |
| Haziran       | 17.26          | 8.42          | 25.68                | 0           | 74         |
| Temmuz        | 18.74          | 11.02         | 29.76                | 0           | 103        |
| Ağustos       | 13.93          | 7.55          | 21.48                | 0           | 114        |
| Eylül         | 15.70          | 7.82          | 23.52                | 3           | 34         |
| Ekim          | 11.75          | 16.41         | 28.15                | 64          | 1          |
| Kasım         | 13.13          | 18.14         | 31.27                | 188         | 3          |
| Aralık        | 12.25          | 49.74         | 61.99                | 419         | 0          |
| <b>TOPLAM</b> | <b>165.53</b>  | <b>275.33</b> | <b>440.86</b>        | <b>1479</b> | <b>340</b> |



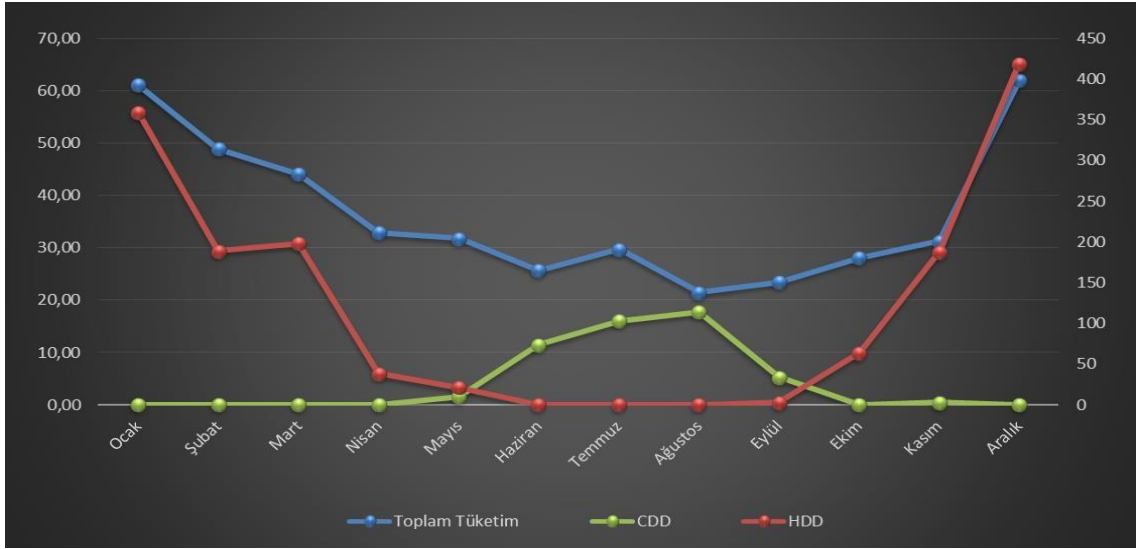
Şekil 2.118. Aylara göre yakıt (doğalgaz) tüketimi ve ısıtma derece gün (HDD) sayısı

Şekil 2.118'deki grafik gözlemlendiğinde ısıtma derece gün eğrisi (HDD) ile yakıt (doğalgaz) tüketim eğrisinin birbirine paralel gittiği görülmektedir. Yaz aylarında ısıtmaya ihtiyaç duyulmadığından HDD'nin sıfır olduğu görülmekte olup, ısınma dışında sıcak sudan ve mutfak ihtiyacından dolayı oluşan doğalgaz tüketimi de bu iki eğrinin farkını oluşturmaktadır.



Şekil 2.119. Aylara göre toplam elektrik enerjisi tüketim ve soğutma derecegün (CDD) sayısı Grafiği

Yukarıdaki grafikte elektrik tüketimleri incelendiğinde göze çarpan en temel görüntü elektrik tüketimleri ile soğutma derece gün (CDD) eğrilerinin birbirinden farklı zamanlarda devreye girmesi ve çıkması olarak görülmektedir. Tesisin bulunduğu bölgede Haziran ayının gelmesi ile soğutma ihtiyacının arttığı ve Temmuz ayında maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu durum bize tesisin soğutma sistemlerinin ihtiyaca göre en doğru şekilde devreye alınıp çıkarıldığını göstermektedir.



Şekil 2.120. Tesisteki toplam enerji tüketimi ile ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD)

Şekil 2.120’de derece gün değerlerinin birlikte gösterildiği bir grafik oluşturulmuştur. Toplam tüketim eğiliminin doğalgazın baskın olduğu kış aylarında HDD ile elektriğin baskın olduğu yaz aylarında ise CDD ile uyumlu olduğu görülmektedir.

#### 2.1.8.5 ISITMA SİSTEMİ

Isıtma sistemi için kazan dairesinde 2 adet 1453 kW’lık, çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmakta olup yedek yakıt olarak motorin de kullanılabilir. Isıtma kazanları bina ihtiyacına göre devreye girerek kontrol edilmekte katlardaki fan-coil ve klima santrallerine sıcak su beslemesi sağlanmaktadır.

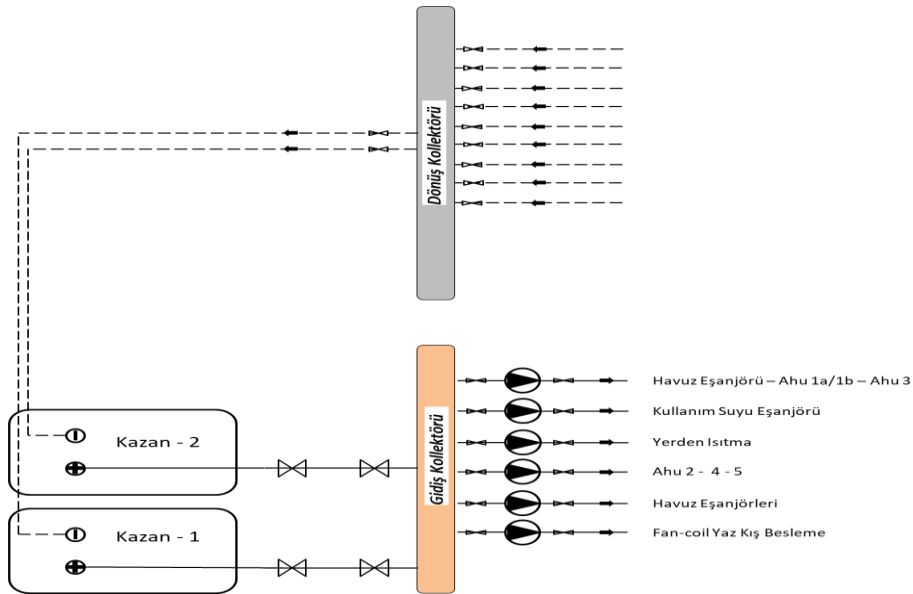
Tesisteki kazanların kontrolü vardiyalı çalışan personel tarafından yapılmaktadır. Kazanlarda, yakıt tüketimde tasarrufu sağlayan kontrol sistemlerinden dış hava kompanzasyonu (dış hava sıcaklığına göre kazanın devreye girip – çıkması) bulunmamakta olup kazanın devreye alınıp alınmaması otomasyon sistemi üzerinden personelin kontrolünde yapılmaktadır. Ayrıca kazanlarda eş yaşlandırma bulunmaktadır.

Sıcak kullanım suyu ihtiyacı için sıcak su kazanında üretilen ısı şebeke sıcak suyuna boylerde aktarılarak depolanır. Tesiste bu işlev için 4 adet 3000 lt. kapasiteli boyler bulunmaktadır.

Isıtma kazanları Havuz Eşanjörleri, Yerden Isıtma, Ahu'lar, Havuz Eşanjörleri, Fon-coil olmak üzere tesisi altı farklı sistem üzerinden beslemektedir. Tesisin ihtiyacı olan yoğun miktarda sıcak su ihtiyacı ve kış aylarında ısınma ihtiyacı tesisat şemasında görüldüğü gibi sağlanmaktadır.



Şekil 2.121. Isıtma Sistemi



Şekil 2.122. Isıtma Sistemi Akış Şeması

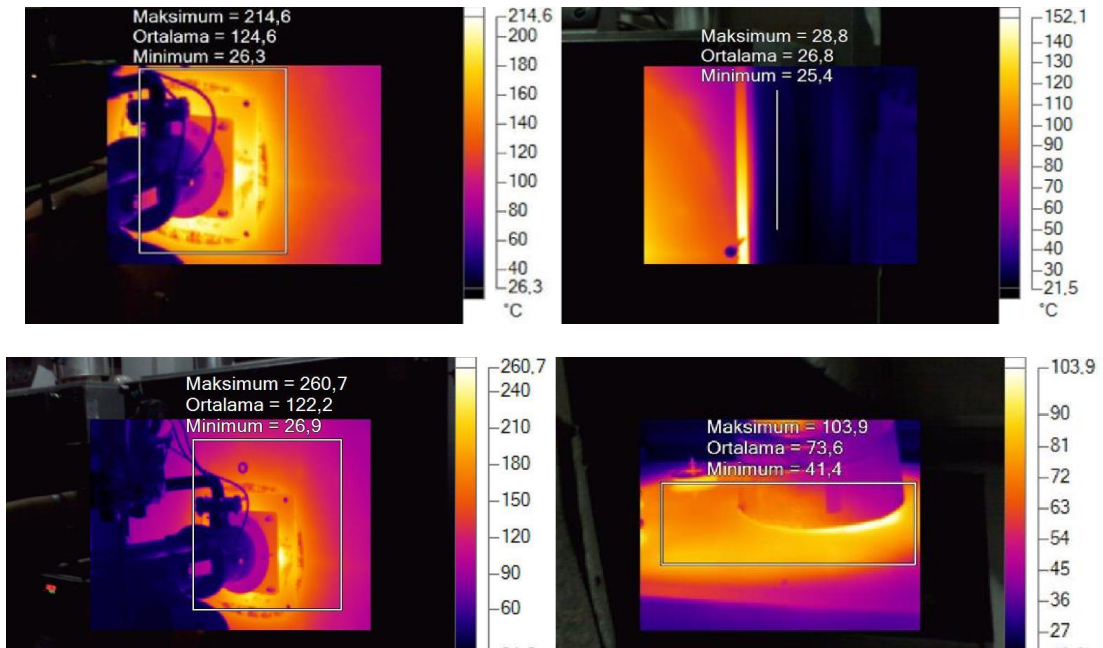
## 2.1.8.6 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesisteki kazanların etüt kapsamında baca gazı ölçümleri yapılmıştır. Baca gazı verileri ve diğer kazan ölçümleri (yüzey sıcaklığı, tüketim, vb.) de bu ölçüme eklenecek kazanın mevcut durumdaki verimi hesaplanmıştır.

Tabloda da görüldüğü gibi en doğru sonuca ulaşabilmek adına kazanlarda 2'şer adet baca gazı ölçümü yapılmıştır. Hesaplamalarda bu baca gazı ölçümlerinin ortalama değerleri dikkate alınmış olup en doğru sonuca varılması açısından birçok ölçüm alınması oldukça önemlidir.

Tablo 2.153. Kazan Bacagazı Ölçüm Değerleri

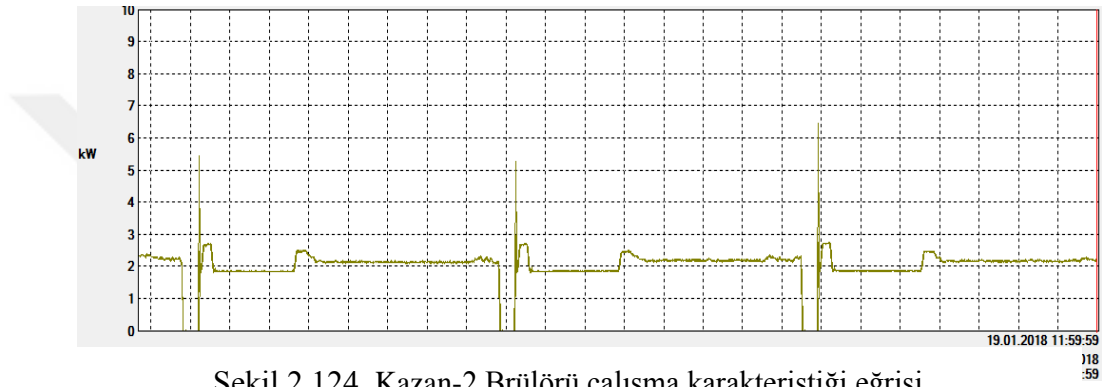
| Üniteler |         | O2 (%) | CO (ppm) | Baca Gazı Sıcaklığı (°C) | Ortam Sıcaklığı (°C) |
|----------|---------|--------|----------|--------------------------|----------------------|
| Kazan -1 | Ölçüm 1 | 5.4    | 0,0      | 112.2                    | 20.9                 |
|          | Ölçüm 2 | 5.2    | 0,0      | 117.8                    |                      |
| Ortalama |         | 5.3    | 0,0      | 115.0                    | 20.9                 |
| Kazan -2 | Ölçüm 1 | 5.1    | 0,0      | 123.2                    | 21.0                 |
|          | Ölçüm 2 | 5.2    | 0,0      | 121.6                    |                      |
| Ortalama |         | 5.2    | 0,0      | 122.4                    | 21.0                 |



Şekil 2.123. Kazan Termal Kamera Görüntüleri

Termal kamera görüntüleri ışığında kazanların ön ve arka yüzeylerinde ısı kayıpları fazlalık göstermektedir. Yanal yüzeylerde ise oldukça iyi bir yalıtım olduğu gözlemlenmiştir. Kazan verim hesapları bu durumu açıkça ortaya koyacaktır.

Tesiste kazanların eş yaşlandırma ile çalıştığından daha önce bahsedilmiştir. Kazanların ayrıca çalışma karakteristiğini görmek adına kazanlardan bir tanesi devre dışı bırakılarak diğer kazanda ölçüm alınmış, kazanın devreye girip çıkma sıklığına gözlemlenmiştir.



Şekil 2.124. Kazan-2 Brülörü çalışma karakteristiği eğrisi

Kazan-2 mevcut durumda 75-80 °C sıcaklık aralığında çalışacak şekilde ayarlanmış ve bir kazan devredeyken şekil 2.124'te görüldüğü gibi uzun aralıklarla devrede kaldığı görülmektedir. Brülörün çalışması esnasında güç tüketimi ortalama 2.1 kW seviyelerindedir. (Ölçümün yapıldığı dönemin kış aylarının başlangıcı olması dikkate alınmalıdır.)

Sıcak su kazanları kullandıkları doğalgaz enerjisini ısı enerjisine dönüştürürken belli bir verimliliğe sahiptir. Yapılan ölçümler doğrultusunda kazanların mevcut durumdaki verimleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu verim değerleri saha şartlarında kazanların performansını göstermektedir. Kazan verim hesapları doğrultusunda aşağıdaki tabloda mevcut kazan verim değerleri hesaplanmıştır.



Tablo 2.154. Kazan Verim İyileştirme Sonuçları

| Kazanlar           | Mevcut Kazan Verimi (%) | İyileştirilmiş Kazan Verimi (%) |
|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Sıcak Su Kazanı -1 | 92.2                    | 94.7                            |
| Sıcak Su Kazanı -2 | 92.4                    | 94.7                            |

Tablo 2.154 incelendiğinde sıcak su kazanlarının yanma anında alınan ölçümler ve hesaplamalar sonucunda verimleri değerleri gösterilmiştir. Yine aynı tablo üzerinden inceleme yapıldığında iyileştirilmiş kazan verimleri sütunu göze çarpacaktır. Tablo 2.155’de sıcak su kazanlarındaki kayıpların noktaları detaylıca gösterilmiştir.

Tablo 2.155. Mevcut durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi

| Kazanlar           | Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (%) |
|--------------------|--|--|--|--|
| Sıcak Su Kazanı -1 | 3.69                                     | 1.58   | 0  | 2.31   |
| Sıcak Su Kazanı -2 | 3.99                                     | 1.65   | 0  | 2.11   |

Tablo 2.156’de ise sıcak su kazanlarındaki verim iyileştirilmesi sonucu meydana gelecek kayıplar gösterilmiştir.

Tablo 2.156. Yeni durumda Kazanlardaki verim kaybına sebep olan noktalar ve kayıpların yüzdesi

| Kazanlar           | Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (%) | Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (%) |
|--------------------|--|--|--|--|
| Sıcak Su Kazanı -1 | 3.34                                     | 1.57   | 0  | 0.37   |
| Sıcak Su Kazanı -2 | 3.34                                     | 1.57   | 0  | 0.37   |

Tablolarda görüldüğü gibi kazanın bacagazı sıcaklıkları yüksek olmadığından kuru bacagazı ile olan kayıplar düşük seviyelerde çıkmıştır. Verim artışına en çok etki eden kalem olarak ön ve arka yüzeylerin yalıtılması olduğu ve bunun yanında

brülör ayarlarının da tekrar gözden geçirilmesi önerilmektedir. Brülör ayarlamalarının ve ön ve arka yüzlerde yalıtım uygulaması elde edilecek tasarruf miktarı yüzdesel olarak ortalama %2.5'a denk gelmektedir. Ayarlamaların yapılması ile tesisin yaklaşık doğalgaz tasarrufu 80095 m<sup>3</sup>/yıl'dır.

#### 2.1.8.7 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Kazanlarda yanma ayarlarının iyileştirilmesi ve yalıtım ile verim artışı sonucu yıllık 8009.5 m<sup>3</sup> doğalgaz tasarrufu sağlanacaktır. Bununla birlikte yıllık 9611.4 TL maddi tasarruf sağlanmakta olup yapılacak çalışmanın maliyeti sonrası geri ödeme süresi yaklaşık 0.83 yıldır. Sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.157. Brülör Ayarları ve yalıtım yapılması ile elde edilecek tasarruf ve geri ödeme süresi

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |         | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|--|-------------|------------------|----------------|---------|---------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim  | TEP/Yıl | TL/Yıl  | Ton/Yıl                        | TL/Yıl           | Yıl               | Vade           |
| 1  | Brülörlerin Ayarı ve Yalıtım ile elde edilecek tasarruflar | Doğalgaz    | 8009.50          | m <sup>3</sup> | 6.61    | 9611.40 | 17.99                          | 8000.00          | 0.83              | KV             |

#### 2.1.8.8 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Tesise ısıtma ve soğutma ile birlikte hem taze hava ihtiyacını hem de fancoillerin bulunmadığı mahallerin şartlandırmasını sağlamak amacıyla klima santralleri tahsis edilmiştir. Kapalı yüzme havuzu, kondisyon salonu, genel mekanlar, bay-bayan spor salonları ve kazan dairesi gibi fancoilin bulunmayan mekanların şartlandırması direk olarak klima santralleri ile yapılmaktadır. Ayrıca soyunma odaları ve kazan dairesinde egzoz fanları bulunmaktadır.

Klima santrallerinin tamamında ısıtma ve soğutma bataryaları mevcuttur. Tesisin binasında bulunan 7 adet klima santralinin 2 adedi taze hava, 5 adedi ise karışım havalı ve taze havalı olarak çalıştırılabilmektedir. Bunun dışında 3 adet egzoz fanı tahsis edilmiştir. Tesis HVAC Otomasyon Sistemi ile işletilmektedir. Bu klima santralleri ayrıca soğutma grupları ve kazandan gelen sıcak ve soğuk su ile giren taze havanın şartlandırılmasını da sağlamaktadır. Klima santralleri böylece mahallerde ısıtma ve soğutma (ayrıca nemlendirme de) yapmaktadır. Santrallerin tamamında zaman programlaması yapılarak farklı saatlerde devreye girip-çıkacak şekilde ayarlanmıştır. Büyük fan kapasitelerine sahip klima santralleri bu durumla doğru orantılı olarak büyük fan motor kapasitelerine de sahiptir. Bu durumda önemli fan enerji tüketimleri söz konusu olacaktır. Hem bu yoğun tüketimler hem de sistemlerin ihtiyaca göre değişken devreye girip çıkması ile yük değişimleri bu tip motorlarda hız kontrolünün enerji verimliliği açısından oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte hız kontrolü uygulanan motorların çalışma sürelerinin de fazla olması bu yatırımların anlam kazanabilmesi için oldukça kritiktir. Bu bağlamda tesisteki en yoğun kullanılan, en büyük kapasitelere sahip ve aynı zamanda değişken yüklerde çalışan bütün fan motorları herhangi bir hız kontrollü uygulamasına gidilmemiştir.

#### 2.1.8.9 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tablo 2.158. Klima Santrali Ölçümleri

| Klima Santrali Ünitesi | Vantilatör Gücü (kW) | Vantilatör Debisi (m <sup>3</sup> /h) | Aspiratör Gücü (kW) | Aspiratör Debisi (m <sup>3</sup> /h) |
|------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| AHU 1a                 | 37                   | 60000                                 | 22                  | 60000                                |
| AHU 1b                 | 30                   | 40000                                 | 15                  | 40000                                |
| Ahu 2                  | 15                   | 25000                                 | -                   | -                                    |
| Ahu 3                  | 11                   | 16000                                 | 5.5                 | 16000                                |
| Ahu 4                  | 3                    | 6000                                  | 2.2                 | 6000                                 |
| Ahu 5                  | 3                    | 5200                                  | 2.2                 | 52000                                |
| HS -1                  | 4                    | 10000                                 | -                   | -                                    |
| EF -1                  | -                    | -                                     | 7.5                 | 20000                                |
| EF -2                  | -                    | -                                     | 2.2                 | 7000                                 |
| EF -3                  | -                    | -                                     | 2.2                 | 7000                                 |

Klima santralleri ile iç hava kalitesi sürekli belli bir kalitede tutulmak istenmektedir. Bu doğrultuda iç ortam sıcaklığı, nem ve CO<sub>2</sub> oranlarına göre sistem devreye girmekte ve devreden çıkmaktadır. Bu sayede istenen sıcaklık ve konfor şartları sağlanmış olacaktır.

Saha çalışmaları sırasında farklı bölgelerde iç hava kalitesi ölçümleri alınarak klima santrallerinin iç mekanları uygun standartlara ve konfor şartlarına ulaşmış olduğu incelenmiştir.

Tablo 2.159. İç Hava Kalitesi Ölçümleri

| Mekan                | Sıcaklık (°C) | Nem (%) | CO <sub>2</sub> |
|----------------------|---------------|---------|-----------------|
| Havuz                | 28            | 70      | 745             |
| Giriş Lobi           | 25.1          | 49      | 428             |
| Kafeterya Önü        | 25.2          | 52      | 434             |
| 1.KatOfislerKoridoru | 25.4          | 52      | 430             |
| Bay Kondisyon Alanı  | 27            | 64      | 650             |

Tablo 2.159’de görüldüğü gibi özellikle CO<sub>2</sub> seviyesi 1000 ppm altındadır. 1000 ppm seviyesi sınır değer olarak görüldüğünden dolayı tesisin iç ortam hava kalitesi oldukça iyidir. Bunun genel sebebi koridor bölgelerine klima santralleri ile taze hava beslemesidir. Sıcaklık ve nem değerleri mevsim şartlarına göre oldukça uygun olduğu görülmektedir.

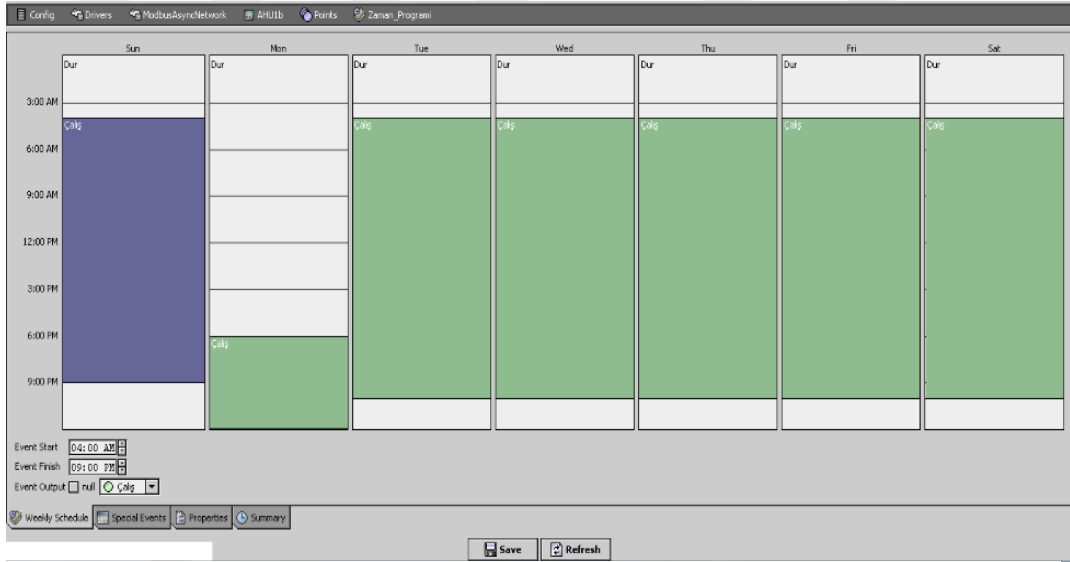
Tesisin klima santralleri ve egzoz fanlarında elektriksel ölçümler alınmış aşağıda gösterilmiştir.

- AHU-2’ye ait vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 11.5 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-3’ye ait vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 7.1 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-3’e ait aspiratör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 4.16 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.

- HU-4'e ait vantilatör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 1.97 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- AHU-4'e ait aspiratör fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 2.08 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- EF-1'e ait egzoz fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 3.3 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir
- EF-2'e ait egzoz fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 0.91 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.
- HS-1'e ait fan motorunda yapılan elektrik ölçümünde ortalama 0.96 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.

Tesisin bazı klima santralleri devrede olmadığından elektriksel ölçüm alınamamıştır.

Tesisin otomasyon sisteminde klima santralleri ve egzoz fanlarının çalıştırılmasına ait zaman programlamaları incelenmiş örnek bir klima santraline ait görsel aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.125. Klima Santralleri Çalışma Programı

## 2.1.8.10 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Yukarıda değinilen fan motorlarının enerji analizöründen alınan ölçümler sonucunda görüldüğü gibi ihtiyacın altında güç tüketimi gerçekleşmektedir. Ayrıca tesisin çalışma saatlerinden alınan veriler ve tesis programlarının incelenmesi sonucu bazı değişiklikler yapılabileceği görülmüş ve Tablo 2.132’ de gösterilmiştir.

Tablo 2.160. AHU ve Egzoz Fanlarının Çalışma Saatlerinin Düzenlenmesi

| Düzenlenmiş Saatler    |                              |             |             |             |             |             |               |
|------------------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Klima Santrali Ünitesi | Devreye Giriş-Çıkış Saatleri |             |             |             |             |             |               |
|                        | Pazatesi                     | Salı        | Çarşamba    | Perşembe    | Cuma        | Cumartesi   | Pazar         |
| AHU 1a                 | 15:00-24:00                  | FULL        | FULL        | FULL        | FULL        | FULL        | 00:00 - 21:00 |
| AHU 1b                 | 19:00-22:00                  | 05:30-22:00 | 05:30-22:00 | 05:30-22:00 | 05:30-22:00 | 05:30-22:00 | -             |
| Ahu 2                  | 07:30-21:00                  | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00   |
| Ahu 3                  | 07:30-21:00                  | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00 | 07:30-21:00   |
| Ahu 4                  | 08:00-21:00                  | 08:00-21:00 | 08:00-21:00 | 08:00-21:00 | 08:00-21:00 | 08:00-21:00 | 08:00-21:00   |
| Ahu 5                  | 07:00-21:00                  | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-20:00 | 07:00-20:00   |
| HS -1                  | 07:00-21:00                  | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00   |
| EF -1                  | 07:00-21:00                  | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00   |
| EF -2                  | 07:00-21:00                  | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-20:00 | 07:00-20:00   |
| EF -3                  | 07:00-21:00                  | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00 | 07:00-21:00   |

Tabloda sarı ile işaretlenen kısımlarda değişikliklere gidilmiştir. Bazı klima santralleri ve egzoz fanlarının bulunduğu konumlar dikkate alındığında erken saatlerde devreye alındığı gözlemlenmiştir. Bu durum enerji sarfiyatını artırıcı yönde tesis tüketimine etki etmektedir. Tablo 2.160’de sarı olarak işaretlenen değişikliklerde görüldüğü gibi çalışma saatleri verilen klima santrali ve egzoz fanlarının zaman programında ayarlanan başlangıç saatlerinde bazı değişikliklere gidilmiştir. (Örneğin: AHU1b santralinde başlangıç saati olan 04:00 değiştirilerek 05:30 yapılmıştır)

Çalışan ekipmanlardan ölçüm alınarak bu veriler doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmayan bazı ekipmanlarda ise yük oranı kabulü ortalama %70 seviyelerinde yapılarak tasarruf potansiyeli hesaplanmış aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.161. Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatlerinin değiştirilmesi ile elde edilecek tasarruflar

| Klima Santrali Ünitesi | Toplam Güç Tüketimi (kW) | Azaltım Saati (h/yıl) | Elde Edilecek Tasarruf (kwh/yıl) |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| AHU 1b                 | 31.5                     | 312                   | 9828                             |
| Ahu 2                  | 11.5                     | 365                   | 4198                             |
| Ahu 3                  | 11.7                     | 182                   | 2129                             |
| Ahu 4                  | 4.05                     | 182                   | 737                              |
| HS -1                  | 4                        | 365                   | 1460                             |
| EF -1                  | 3.3                      | 365                   | 1205                             |
| EF -5                  | 0.91                     | 365                   | 332                              |
| <b>TOPLAM</b>          |                          |                       | 19889                            |

Ahu ve Egzoz fanlarının çalışma saatlerinin değiştirilmesi ile yıllık 19889 kWh enerji tasarrufu öngörülmektedir.

Tesiste en yoğun çalışan ve güç tüketimi yüksek olan klima santralleri için frekans invertörü ile hız kontrolü sayesinde yapılacak tasarruflar hesaplanmıştır. Herhangi bir da hız kontrolü uygulaması olmadığı için bu klima santrallerinde enerji tasarruf oranı ölçüm alınan ekipmanlarda mevcut tüketimler üzerinden hesaplanmış, ölçüm alınamayanlarda ise %70 yük kabulü ile yapılmıştır. Bu kabul yapılırken frekans invertör teknolojisi için ortalama bir tasarruf düşünülmüştür. Frekans invertörü ile elde edilecek tasarruf, elektrik motorunun çalışma karakteristiğine bağlı olup %10 ile %50 arasında tasarruf elde etme imkanı vardır. Bunun ile ilgili örnek hesap elektrik motorlarında frekans invertörü analizinde verilmiştir. Hesaplamalar Tablo 2.134’de sunulmuştur. Hesaplamalarda motorların fiili olarak motor gücünün %70’ini çektiği kabul edilmiştir.

Tablo 2.161. Klima santrali hız kontrolü ile elde edilecek tasarruflar

| Pompa Kullanım Yeri    | Etiket Gücü (kW) | Fiili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kWh) | Çalışma Süresi (h/yıl) | Net Tasarruf (kWh) |
|------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| AHU 1a Vantilatör Fanı | 37               | 25.9                   | 12.69                         | 13.21                    | 6550                   | 86519              |
| AHU 1a Aspiratör Fanı  | 22               | 15.4                   | 7.55                          | 7.85                     | 6550                   | 51444              |
| AHU 1b Vantilatör Fanı | 30               | 21                     | 10.29                         | 10.71                    | 3580                   | 38342              |

|                       |     |       |      |      |      |       |
|-----------------------|-----|-------|------|------|------|-------|
| AHU 1b Aspiratör Fanı | 15  | 10.5  | 5.15 | 5.36 | 3580 | 19171 |
| Ahu 2                 | 15  | 11.50 | 6.76 | 4.74 | 4900 | 23229 |
| Ahu 3 Vantilatör Fanı | 11  | 7.10  | 2.96 | 4.14 | 4920 | 20379 |
| Ahu 3 Aspiratör Fanı  | 5.5 | 4.16  | 2.38 | 1.78 | 4920 | 8758  |

Tablo 2.161’de görüldüğü gibi tesisin uzun süreli çalışan iklimlendirme sistemlerinde hız kontrolü uygulaması ile elde edilebilecek tasarruf miktarı ortalama 247841 kWh/yıl’dır.

İklimlendirme sisteminin zaman programının değiştirilmesi ile elektrik tüketiminde yaklaşık 19889 kWh tasarruf ederek yılda 5946.81 TL kazanç sağlanacaktır. Emisyon açısından ise yılda 10.98 ton CO<sub>2</sub> salınımı engellenmiş olup iyileştirmenin yatırım maliyeti bulunmamaktadır.

Tablo 2.162. İklimlendirme Sisteminin Zaman Programının Değiştirilmesi ile Elde Edilecek Tasarruflar

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |         | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Planı<br>Vade |
|----|--|-------------|------------------|---------------|---------|---------|---|----------------------------|--------------------------|------------------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl  |   |                            |                          |                        |
| 3  | İklimlendirme Sisteminin Çalıştırılma Programının Değiştirilmesi | Elektrik    | 19889.00         | kWh           | 1.71    | 5946.81 | 10.98                                     | -                          | -                        | KV                     |

İklimlendirme sisteme hız kontrolü adaptasyonu ile elektrik tüketiminde yaklaşık 247841 kWh tasarruf ederek yılda 74104.45 TL kazanç sağlanacaktır. Emisyon açısından ise yılda 136.81 ton CO<sub>2</sub> salınımı engellenmiş olup iyileştirmenin geri ödeme süresi 1.62 yıldır.

Tablo 2.163. İklimlendirme Sistemine Hız Kontrolü Adaptasyonu ile Elde Edilecek Tasarruflar

| No | Önlemler  | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |          | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl | Uygulama Planı<br>Vade |
|----|---|-------------|------------------|---------------|---------|----------|---|----------------------------|--------------------------|------------------------|
|    |   |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl   |   |                            |                          |                        |
| 4  | İklimlendirme Sisteminde Hız Kontrolü Adaptasyonu | Elektrik    | 247841.00        | kWh           | 21.31   | 74104.46 | 136.81                                    | 120000.00                  | 1.62                     | OV                     |



## 2.1.8.11 SOĞUTMA SİSTEMİ

Tesisin soğutma ihtiyacı doğu cephesinde konumlandırılan 1 adet 1116 kW soğutma kapasitesine sahip hava soğutmalı soğutma grubu ünitesi ile karşılanmaktadır. Soğutma grubunda üretilen soğuk akışkan FCU ve klima santrallerini beslenmektedir. Soğutma üniteleri otomasyon sistemi ile izlenmekte ve yönetilmektedir. Soğutma grupları ile yaz döneminde tesisin soğutulması sağlanmaktadır. Soğutma ünitelerine ait görseller Şekil 2.127’de gösterilmiştir.



Şekil 2.126. Soğutma Sistemi

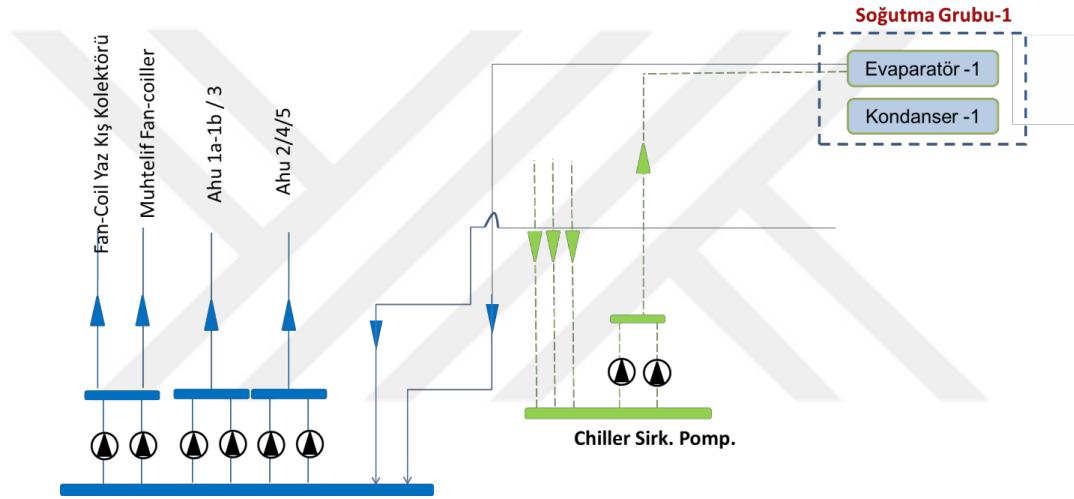
Soğutma gruplarında şartlandırılan soğutma suyu ana bir hat vasıtası ile kazan dairesindeki kollektöre ulaşmakta olup bu kollektörden tüm tesise dağıtılmaktadır. Soğutma grupları bir otomasyon vasıtası ile kontrol edilmektedir. Buna göre devreye alınmaları, soğuk suyun soğutma grubuna giriş çıkış sıcaklıklarının ayar ve izlenmesi ve zaman programlama gibi kontroller teknik personel tarafından yapılmaktadır.

Tablo 2.165. Soğutma Grupları Karakteristik Özellikleri

|                                 | Soğutma Grubu   |
|---------------------------------|-----------------|
| Marka                           | CIAT            |
| Model                           | XL2 - 4500X HPS |
| Adet                            | 1               |
| Soğutma Gücü (kW)               | 1116            |
| Kompresör Tüketimi (kW)         | 359             |
| Tam Kapasitede Verimlilik (COP) | 3.11            |
| Kompresör Tipi                  | Vidalı          |

|                  |        |
|------------------|--------|
| Kompresör Adedi  | 2      |
| Soğutucu Akışkan | R-134a |

Tablo 2.165’de soğutma gruplarına ait performans değerleri sunulmuştur. Tabloda ifade edilen soğutma gücü soğutma grubunun ürettiği soğutmayı ifade etmektedir. Tüketim ise, bu soğutma üretimini sağlamak adına harcanan elektrik enerjisini göstermektedir. COP değeri bu iki sayısal gösterge arasındaki oranı ifade etmekte ve sistemin verimini tanımlamaktadır. COP değeri ne kadar büyükse cihaz o kadar verimli olmaktadır.



Şekil 2.127. Soğutma Grubu Akış Şeması

Şekil 2.127’de ifade edilen soğutma sistemi mekanik akış şemasında soğutma gruplarının evaporatör ünitesinde üretilen soğuk su sisteme gönderilmekte ve Fan-coiller, klima santralleri olmak üzere 3 farklı hatta binayı beslemektedir.

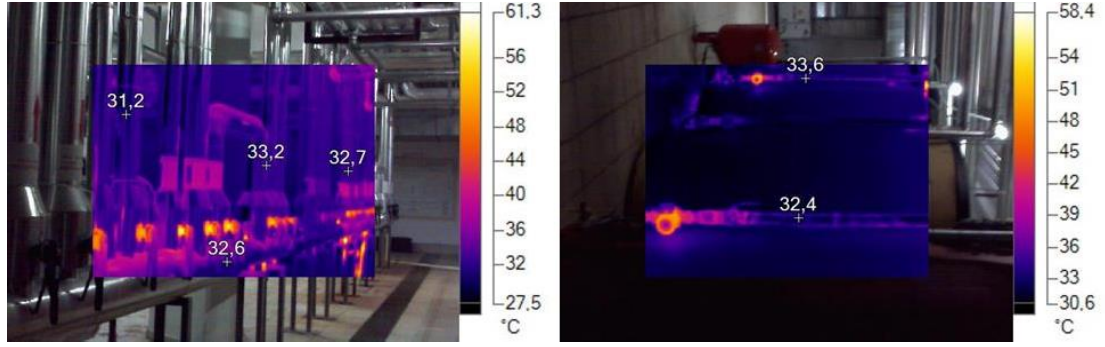
#### 2.1.8.12 TESİSAT

Tesiste, enerji kaynağının kazan dairelerinde hem ısıtma ve hem de soğutma ihtiyacı karşılandığından dolayı önemli bir tesisat ağı bulunmaktadır. Vanalar, sıcak ve soğuk suyu taşıyan hatlar ve akış potansiyelini sağlayan pompa ekipmanları ile birlikte akış emniyetini sağlayan genişleme tankları bu ağın tamamını oluşturmaktadır.

ve tesisat olarak tanımlanmaktadır. Bu noktada tesisin tesisat açısından durumu ve mümkün ise enerji verimliliği potansiyeli bu kısımda incelenecektir. Temel olarak akışı taşıyan hatların ve bu akışkanı basınçlandıran pompa sistemleri birer ısı kayıp yüzeyi oluşturacağından tesisatta ilk olarak bu ısı kayıplarının durumu gözlemlenmiş olup termal kamera vasıtası ile detaylı yorum yapma imkânı sunulmuştur. Aynı durum soğutma hatlarındaki ısı kazançları için de geçerlidir.

Mekanik tesisat hatlarında enerji verimliliği açısından en kritik nokta izolasyondur. Mekanik tesisat hatlarının ve bu hat üzerindeki ekipmanların yalıtım durumu açısından oldukça önemli olmasının sebebi bu hat üzerinde sıcak ve soğuk akışkanların taşınmasıdır. Bu akışkanlar tesisin ısıtma ve soğutma ihtiyacını sağlayan temel kaynaklar olup hedef dağıtım istasyonlarına ulaşana kadar (fan coil, klima santrali) bu akışkanlar yüksek enerji taşımaktadır. Ancak bu hatlar çevre ile etkileşimde olmalarından dolayı içeriden geçen sıcak ve soğuk akışkanlar ile çevre arasında ısı alışverişi olur. Sıcak akışkan taşıyan hatlarda yalıtım olmaz ise çevreye ısı kaybı, soğuk hatlarda yalıtım olmaz ise çevreye ısı kazancı olur. Her iki durumda bu akışkanlar yalıtımsızlık yüzünden enerji kaybederek ısıtma ve soğutma maliyetlerinin artmasına sebep olur. Bu durumdan dolayı tesisat izolasyonu önemli bir inceleme kalemi olmaktadır. Tesisatın genel olarak iyi derecede yalıtımlı olduğu tespit edilmiştir.

### 2.1.8.13 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları



Şekil 2.128. Tesisat Termal Kamera Görüntüleri

Tesisatta yalıtımın yeterliliğini görmek açısından kazan dairesinde termal kamera görüntüleri alınmıştır. Isı kayıpları açısından bu görseller önemli ölçüde fikir vermektedir. Termal kamera görüntülerinin bir kısmı Şekil 2.129’da gösterilmiştir. Böylece yalıtımlı ve yalıtımsız durumda tesisat hatlarının yüzey sıcaklık farklarındaki fark daha net anlaşılabilir.

### 2.1.8.14 ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ

Tesiste 1 adet 1600 KVA’lık kuru tip transformatör vardır. Bu transformatör bir otomasyon ile sürekli izlenebilmektedir. Bu tip trafolar nem ile kirlilikten etkilenmezler, daha az yer kaplar ve bakım giderleri yoktur. Ayrıca yangın oluşturma riski de yoktur. Bu açıdan trafo seçiminde daha maliyetli ama doğru bir trafo tipi tercih edilmiştir. Satın alınan elektriğin tarifesi tek terim, tek zamanlı ve “4 no’lu ticarethane” üzerindedir.

### 2.1.8.15 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesisin üç günlük ölçüm sonuçlarında güç tüketimlerinin 84.8 kW ile 235.2 kW arasında değiştiği ortalama ise 176.3 kW güç tüketimi gerçekleştiği

görülmektedir. Tesisin ve ekipmanların devreye alındığı saatlerde güç talep eğrisinin ortalama 210 kW, gece saatlerinde ise ortalama 140 kW güç tüketim talebinin olduğu görülmektedir. Görünür güç tüketimlerinin ise 85.7 kVA ile 235.7 kVA arasında değiştiği ortalama 177.3 kVA güç tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Tesisin aktif olarak devrede olduğu mesai saatleri içerisinde ortalama 220 kVA, mesai saatleri dışında ise ortalama 140 kVA seviyelerinde olmaktadır. Ortalama her bir faz için 277 Amper arası akım çeken trafoda fazlar arası gerilim değerleri 395 V olarak ölçülmüştür. Cos $\Phi$  ortalaması 0.998 olarak ölçülmüş, bu değer 1 e yakın olması kompanzasyon sisteminin düzgün çalıştığını göstermektedir. Tesisin harmonik değerlendirilmesinde gerilim harmonikleri maksimum %3 seviyelerinde, akım harmonikleri ise maksimum %17 seviyelerinde olmaktadır.

Tablo 2.166. Trafo Ölçüm Bilgileri

| NO | TRAFO ADI | Güçü (KVA) | Ölçülen Güç (KVA) |       |       | Maks. Kapasite Kullanımı (%) | Toplam Ölçüm Saat-Dakika | Tüketilen Enerji (kWh) | Ortalama Cos $\Phi$ | Ortalama Akım Harmoniği (%) | Ortalama Gerilim Harmoniği (%) |
|----|-----------|------------|-------------------|-------|-------|------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
|    |           |            | Min.              | Ort.  | Maks. |                              |                          |                        |                     |                             |                                |
| 1  | Trafo -1  | 1600       | 85.2              | 175.8 | 235.7 | 14.7%                        | 64-00                    | 11360                  | 0.998               | 8.5                         | 2.7                            |

#### 2.1.8.16 ELEKTRİK MOTORLARI

Tesiste elektrik motoru altyapısını, kazan dairesinde iklimlendirmeyi sağlayan ekipman pompaları ile kullanım suyunu basınçlandıran hidrofor tahrik motorları oluşturmaktadır. Aynı zamanda klima santrali ve kompresör motoruda da mevcut olup bu motorlar ilgili başlıklarda incelenmiştir. Özellikle kazan dairesi içerisinde çok sayıda, ısıtma ve soğutma hatlarında akışı sağlayan pompa bulunmaktadır. Bu çok sayıda pompa aynı miktarda elektrik motoru ile tahrik edilerek akışın oluşmasını sağlamaktadır.

#### 2.1.8.17 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Elektrik motorları ile ilgili tasarruf potansiyelinde dikkate alınacak hususların başında uzun süreli ve değişken yükte çalışan motorlara hız kontrolü uygulanması analizidir. Tesisin bu noktada kritik noktalardaki pompaların elektrik motorlarında hız kontrolü sistemini uygulanması enerji verimliliği açısından oldukça önemlidir. Özellikle belli aralıklarla devreye giren ve çıkan chiller ile kazan pompalarında hız kontrolü uygulaması yapılması tasarruf açısından dikkate alınmalıdır.

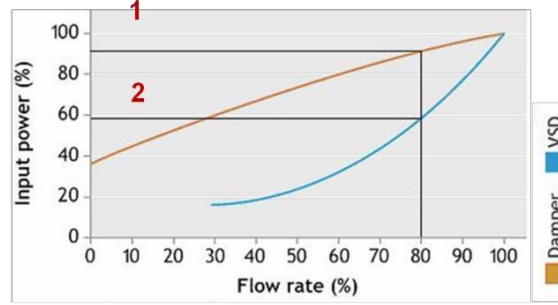
Motor, hız kontrol cihazları ile kontrol edildiğinde, istenen debideki hava veya su devri ayarlanarak sağlanacak ve gerektiği kadar bir enerjiyi şebekeden çekecektir. Dolayısı ile devir düştüğünde şebekeden çekilen güç de azalacaktır. Devir sayısında olabilecek % 10 bir azalma, güç sistemine yaklaşık % 27 gibi bir azalma ile enerji tasarrufu sağlayacaktır. Bu bakımdan tasarım aşamasında kritik noktadaki pompalarda hız kontrolüne gidilerek önemli bir tasarruf sağlanmıştır.

Tablo 2.167. Alınan Değerler

| Pompa Kullanım Yeri                 | Adet | Yedek Çalışıyor mu? | Marka | Tip        | Amaç    | Hız Kont. Var mı? | Güç (kW) | Devir (d/d) | Verim Sınıfları | Elek. Mot. Verim Değeri (%) |
|-------------------------------------|------|---------------------|-------|------------|---------|-------------------|----------|-------------|-----------------|-----------------------------|
| 1 Kullanım Sıcak Suyu Pomp.         | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Isıtma  | Yok               | 1.50     | 1420        | IE1             | 77.20%                      |
| 2 Yerden Isıtma Primer Isıtma Pomp. | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Isıtma  | Yok               | 0.75     | 1400        | IE1             | 72.10%                      |
| 3 AHU 2/4/5 Isıtma Pomp.            | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Isıtma  | Yok               | 3.00     | 2890        | IE1             | 81.50%                      |
| 4 Havuz Suyu Isıtma Eşanj. Pomp.    | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Isıtma  | Yok               | 3.00     | 2890        | IE1             | 81.50%                      |
| 5 Fan Coil Isıtma Gidiş Kolek.      | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Isıtma  | Yok               | 1.50     | 2810        | IE1             | 77.20%                      |
| 6 AHU 1a/1b/3 Isıtma Pomp.          | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Isıtma  | Yok               | 5.50     | 2890        | IE1             | 84.70%                      |
| 7 Yerden Isıtma Sekonder Pomp.      | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Isıtma  | Yok               | 1.10     | 1410        | IE1             | 75.00%                      |
| 8 Ozon Pompaları -1                 | 1+1  | Evet                | WAT   | QU 180M    | -       | Yok               | 18.50    | 1450        | IE1             | -                           |
| 9 Ozon Pompaları -2                 | 1+1  | Evet                | WAT   | QS PA 132M | -       | Yok               | 7.50     | 1450        | IE1             | -                           |
| 10 Hidroforlar                      | 1+1  | Evet                | WILO  | WP 107M    | -       | Yok               | 7.50     | 2900        | -               | -                           |
| 11 Havuz Sirk Pomp.                 | 3+3  | Evet                | -     | -          | -       | Yok               | 18.50    | 1450        | EFF2            | -                           |
| 12 Fan Coil Soğ. Pomp.              | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Soğutma | Yok               | 4.00     | 2840        | IE1             | 83.10%                      |
| 13 AHU 2/4/5 Soğutma Pomp.          | 1+1  | Evet                | WAT   | Q1 E PA    | Soğutma | Yok               | 11.00    | 2900        | IE1             | 87.60%                      |

Hız kontrol uygulaması aynı zamanda maliyetli bir çalışmadır. Bu sebeple hız kontrolü uygulamasının yüksek güçteki elektrik motorlarında uygulanması daha mantıklı olacaktır. Tesisteki bazı büyük boyutlu pompa motorlarında elektrik ölçümü yapılmıştır. Havuz sirk. pompasında çalışan 3 adedinin 1 tanesinde yapılan ölçümde ortalama 11.5 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Fan-coil Isıtma Sirk. pompalarında yapılan güç ölçümü sonucunda devredeyken ortalama

1.78 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Hidrofor Grubu pompalarında yapılan güç ölçümü sonucunda 1 adedinin kısa aralıklarla sürekli devreye girip çıktığı devredeyken ortalama 0.5 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 2.129. Mevcut durum ve hız kontrol durumlarında enerji tüketimleri

Yerden Isıtma Sirk. pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda ortalama 0.82 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Kullanım Suyu Isıtma Sirk. pompasında yapılan güç ölçümü sonucunda devredeyken ortalama 0.96 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Hız kontrolü olmayan bir motorda yük farklılıklarından elde edilebilecek enerji verimliliği potansiyeli kaçırılmış olur. Oysa ki hız kontrollü bir motor sayesinde yükte, boşta ve yükün boyutlarına göre sürülecek bir motor ile %40'lara varan enerji tasarrufları söz konusu olmaktadır. Özellikle bu motordan da görüldüğü gibi ciddi anlamda yük dalgalanması ve boşta çalışma süresi söz konusu olup bu tip motorlar için proje oldukça uygun ve anlamlı olacaktır. Bu çalışma karakteristiği için hız kontrolü olmayan bir motorda sürekli aynı güç çekimi söz konusu olacaktır. Halbuki hız kontrolü ile ihtiyaca göre değişen yüklerde güç çekimi sağlanabilecektir. Bu durumun kıyaslaması Şekil 2.130.'dadır.

Şekil 2.129. hız kontrollü (VSD) bir çalışmanın klasik duruma göre ne kadar daha tasarruflu olduğunu açıkça göstermektedir. Şekil 2.130. üzerinden 18.5 kW bir motor için analiz yaptığımızda,

$$P = (\text{Güç} / \text{Motor Verimi}) \times \text{Redüksiyon Oranı} \times \text{Çalışma Saati}$$

Hız kontrolü olmayan motor için yıllık enerji tüketimi:

$$P1 = (18.5/0.9) \times 0.90 \times 2800 = 51800 \text{ kWh}$$

Hız kontrollü motor için yıllık enerji tüketimi:

$$P2 = (18.5/0.9) \times 0.58 \times 2800 = 33382 \text{ kWh}$$

Tasarruf Miktarı  $P1 - P2 = 18418 \text{ kWh}$  olacaktır. Bu da ortalama %35 elektrik tasarrufu anlamına gelmektedir.

Tablo 2.168. Hız Kontrolü Uygulanması Yapılan Elektrik Motorları

| Pompa Kullanım Yeri      | Sürekli Çalışan Adet | Etiket Gücü (kW) | Filili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kW) | Çalışma Süresi (h/yıl) | Net Tasarruf (kWh/yıl) |
|--------------------------|----------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Havuz Sirk. Pomp.        | 3                    | 18.5             | 11.5                    | 4.44                          | 7.06                    | 4900                   | 103727                 |
| Ozon Pomp. -1            | 1                    | 18.5             | 14.8                    | 9.47                          | 5.33                    | 4900                   | 26107                  |
| Ozon Pomp. -2            | 1                    | 7.5              | 6                       | 3.84                          | 2.16                    | 4900                   | 10584                  |
| AHU 1a/1b/3 Isıtma Pomp. | 1                    | 5.5              | 4.4                     | 2.82                          | 1.58                    | 4900                   | 7762                   |
| TOPLAM                   |                      |                  |                         |                               |                         |                        | <b>148180</b>          |

Yük oranı düşük hidroforlar ve 4 kW altı motorlarda yapılan hız kontrollü sistem maliyetlerinde geri ödeme süresinin çok uzun çıkması sebebiyle listeye dahil edilmemiştir. Isıtma veya soğutma yapan bir pompanın yıllık yük oranı elektrik motorları üreticileri derneği tarafından %75 seviyelerinde olmasına rağmen hesaplamalarda bu değer %80 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 2.169. IE3 Verim Sınıfına Geçiş ile Motorlarda Elde Edilecek Enerji Tasarrufu

| MOTOR ADI                | Adet (Aktif) | MOTOR GÜCÜ (kW) | YILLIK ÇALIŞMA SAATİ (h) | YÜK FAKTÖRÜ (%) | MEVCUT VERİM |     | (IE3) VERİM (%) | YILLIK ENERJİ TASARRUFU (kWh) | Elde edilecek Tasarruf (TL/yıl) | Yatırım Maliyetleri (TL) | Geri ödeme Süresi (yıl) |
|--------------------------|--------------|-----------------|--------------------------|-----------------|--------------|-----|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                          |              |                 |                          |                 | SINIF        | (%) |                 |                               |                                 |                          |                         |
| Havuz Sirk. Pomp.        | 3            | 18.5            | 4900                     | 62%             | EFF2         | 90% | 92.6%           | 4.383.83                      | 1.310.77                        | 16146                    | 12.32                   |
| Ozon Pomp. -1            | 1            | 18.5            | 4900                     | 80%             | EFF2         | 90% | 92.6%           | 1.885.52                      | 563.77                          | 5382                     | 9.55                    |
| Ozon Pomp. -2            | 1            | 7.5             | 4900                     | 80%             | EFF2         | 87% | 90.4%           | 999.60                        | 298.88                          | 2530                     | 8.46                    |
| AHU 1a/1b/3 Isıtma Pomp. | 1            | 5.5             | 4900                     | 80%             | EFF2         | 84% | 89.6%           | 1.056.44                      | 315.88                          | 2001                     | 6.33                    |

Tablo 2.169.'de belirtilen motorlarda hız kontrol uygulaması yapılması halinde elektrikten yıllık 148180 kWh enerji tasarrufu ayrıca yıllık 81.8 ton CO<sub>2</sub> azalımı gerçekleşmiş olacaktır. Yatırım maliyeti 80000 TL ve sistemin geri ödeme süresi 1.81 yıldır.



#### 2.1.8.18 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Tasarrufun miktarları, genel maliyet, emisyon azalımı ve yatırımın geri ödeme süresi Tablo 2.170.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.170. Pompalarda Hız Kontrollü Uygulaması ile Elde Edilen Tasarruf ve Geri Ödeme Süresi

| No | Önlemler                          | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |          | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|-----------------------------------|-------------|------------------|---------------|---------|----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |                                   |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl   |                                |                  |                   |                |
| 5  | Pompalarda Hız Kontrol Uygulaması | Elektrik    | 148180           | kWh           | 12.74   | 44305.82 | 81.80                          | 80000            | 1.81              | OV             |

#### 2.1.8.19 AYDINLATMA

Tesisin aydınlatma karakteristiğine baktığımızda çoğunlukla LED bazlı bir altyapı seçildiği, kısmen floresan bazlı değiştirilmemiş aydınlatmanın da olduğu görülmektedir. LED aydınlatmaların dışında iç aydınlatma açısından yapılan inceleme ve analizde dış aydınlatmalarda 400 W direk tipi metal halide projektörler, iç aydınlatmada ise klasik tip 28W'lık T5 floresanlar kullanılmıştır.

Tesis insanların yoğun ziyaretine uğrayan bir bina yapısına sahip olduğu için aydınlatma ihtiyacı oldukça önemli olmakla birlikte bu ihtiyaçtan taviz vermekte pek uygun olmamaktadır. Bu sebeple tesisin aydınlatma sayısını azaltarak enerji tasarrufu yapmaktan çok aydınlatmalarda yeni nesil teknolojiler kullanarak enerji verimliliği sağlanmalıdır.

#### 2.1.8.20 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste çok fazla miktarda aydınlatma mevcuttur. Çalışma kapsamında tüm bu aydınlatmaların içerisinde enerji verimliliği açısından çalışma yapılabilecek

olanların listesi çıkarılmıştır. Bu listeye göre oluşturulan aydınlatma tiplerinin adet ve güç değerleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2.171. Aydınlatma Adet ve Güçleri

| Aydınlatma                    | Gücü   | Birim | Adet |
|-------------------------------|--------|-------|------|
| Floresan (T5 Floresan)        | 2 x 18 | Watt  | 69   |
| METAL HALİDE (DIŞ AYDINLATMA) | 400    | Watt  | 52   |

Tablo 2.171.'ten de gözlemlendiği gibi bina temelde elektronik balastlı floresan lambalar ile aydınlatılmaktadır. Bunların dışında bir çok aydınlatma daha olmasına karşın bu aydınlatmalar daha verimli olduğu için listeye dahil edilmemiştir.

Tablo 2.172. Tesisin Aydınlatma Ölçüm Değerleri

| Kısım                        | Ölçüm (lüx) |
|------------------------------|-------------|
| Yüzme Havuzu                 | 350         |
| Rezervasyon Önü              | 240         |
| Kafeterya Koridoru           | 125         |
| Giriş Lobi                   | 250         |
| 1. Kat Ofis Önleri (Koridor) | 280         |
| Bay Kondisyon Alanı          | 305         |

EN 12464-1:2011 Standardına göre değerlendirdiğimizde bina içleri ve dolaşım alanlarında kalan koridor, merdiven ve bekleme koridorları olması gereken en az aydınlık düzeyinin 100 lx, fiziksel aktivitelerin yapıldığı salonlarda 300 lx, Kafeterya gibi alanlarda 200 lx olması gerektiği belirtilmektedir. Bu değerler baz alınarak Tablo 2.144.'de ki gösterilen değerler kıyaslandığında kafeterya önünde bulunan ve Tablo 2.143.'de T5 Floresan olarak belirtilen kısmın aydınlatmasının istenilen değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Bu aydınlatmaların değişim teknik personel tarafından bakım planı dahilinde değiştirileceğinden daha sonra bahsedeceğimiz değişim listesine dahil edilmemiştir. Diğer kısımlarda aydınlatma düzeyinin minimum seviyelerin üstünde konfor şartları açısından uygun seviyededir.

Aydınlatma açısından tasarruf potansiyelleri incelendiğinde kullanılan aydınlatmaların tipleri, aydınlatma ihtiyacı ve aydınlatmada kullanılan balast tipleri üzerinden bir analiz yapmak gerekir. Mevcut aydınlatmaların LED aydınlatmalar ile değiştirilmesi sonucu elde edilecek tasarruflar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.173. Mevcut Aydınlatmalar ve Tüketim Değerleri

| AYDINLATMA ETÜDÜ (MEVCUT DURUM) |                               |         |                       |      |                           |                      |
|---------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------|------|---------------------------|----------------------|
| No                              | Mevcut Lamba Tipleri          | Güç [W] | Fiili Çektiği Güç [W] | Adet | Yıllık Çalışma Zamanı [h] | Yıllık Tüketim [kWh] |
| 1                               | Metal Halide (DIŞ AYDINLATMA) | 400     | 458                   | 45   | 4.300                     | 88623.00             |
|                                 |                               |         |                       |      | Yıllık Tüketim [kWh]      | 88623.00             |

Tablo 2.174. Yeni Durum ve Oluşması Beklenen Tüketim Değerleri

| AYDINLATMA ETÜDÜ (İYİLEŞTİRME SONRASI) |                      |         |                       |      |                           |                      |
|--|----------------------|---------|-----------------------|------|---------------------------|----------------------|
| No                                     | Mevcut Lamba Tipleri | Güç [W] | Fiili Çektiği Güç [W] | Adet | Yıllık Çalışma Zamanı [h] | Yıllık Tüketim [kWh] |
| 1                                      | Led Projektör        | 200     | 200                   | 45   | 4300                      | 38700.00             |
|  |                      |         |                       |      | Yıllık Tüketim [kWh]      | 38700.00             |

Tablo 2.175. Aydınlatma Sisteminin Değişmesi İle Elde Edilecek Tasarruf

|                       |  |          |
|-----------------------|--|----------|
| Yıllık Tasarruf [kWh] |  | 49923.00 |
| Yıllık Kazanç [TL]    |  | 14926.98 |
| Yatırım Maliyeti [TL] |  | 42000,00 |
| Geri Ödeme Süresi     |  | 2.81     |

### 2.1.8.21 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

Tesisin mevcut dış aydınlatma sisteminin Led aydınlatma değişimi sonrası toplam 49923 kWh ve 14926.98 TL tasarruf ile birlikte 27.56 ton emisyon azalımı sağlanacaktır. Oluşacak yatırımın geri ödeme süresi 2.81 yıldır.

Tablo 2.176. LED Aydınlatma Dönüşümünün Enerji Tasarrufuna Etkisi İle Geri Ödeme Süresi

| No | Önlemler             | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |               |         |          | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı | Yatırım Maliyeti | Geri Ödeme Süresi | Uygulama Planı |
|----|----------------------|-------------|------------------|---------------|---------|----------|--------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
|    |                      |             | Miktar           | Orjinal Birim | TEP/Yıl | TL/Yıl   | Ton/Yıl                        | TL/Yıl           | Yıl               | Vade           |
| 6  | Aydınlatma Revizyonu | Elektrik    | 49923.00         | kWh           | 4.29    | 14926.98 | 27.56                          | 42000.00         | 2,81              | 0V             |

### 2.1.8.22 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

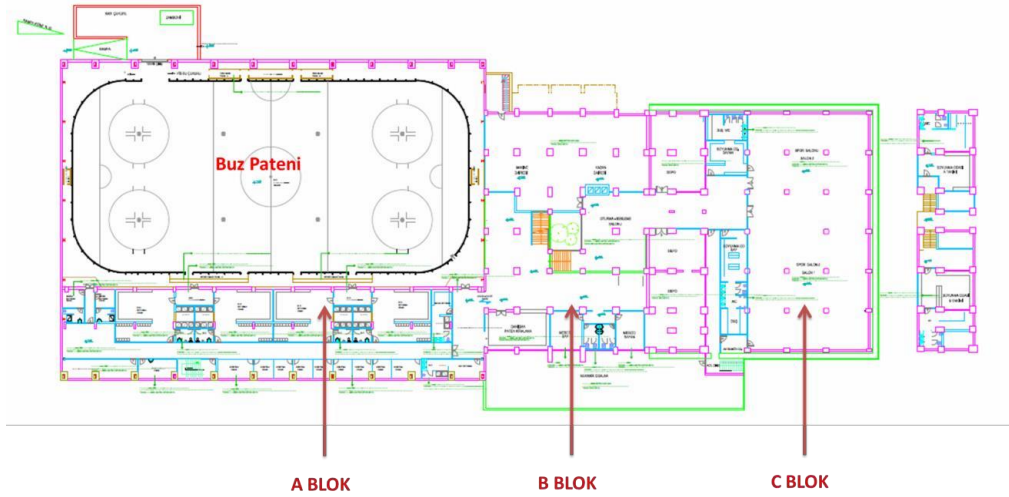
Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve verilere göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 46.66 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 145.895 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 275.14 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.

## 2.1.9 SİLİVRİKAPI BUZ PİSTİ VE SPOR KOMPLEKSİ

### 2.1.9.1 Bina Bilgileri

Isıtma sistemi olarak kazanlar, soğutma sistemi olarak chillerler (soğutma grupları) ile ara elemanları, havalandırma açısından klima santralleri ve fanlar ile birlikte aydınlatma, mekanik elemanlar ve otomasyon sistemleri de çalışmada incelenmiştir. Aşağıda tesise ait enerji tüketimlerine etki eden bölümler belirtilmiştir.

- 200 seyirci kapasiteli Buz Pisti (kapalı spor salonu/antreman pisti),
- 900 seyirci kapasiteli Olimpik Buz Pisti,
- Fitness salonu (1 adet),
- Step aerobik,
- Kafeterya,
- Ofisler, teknik personel odaları vb.



Şekil 2.130. Tesis Vaziyet Planı



Şekil 2.131. Tesis Genel Görünümü

Tesisin döşemelerinde dolgu malzeme, betonarme döşeme, geotekstil keçe, su yalıtım malzemesi, granit malzeme, buz pisti döşemelerinde ise bunlara ek olarak lamine zemin kaplama bulunmaktadır. Ara kat tavanlarda alüminyum asma tavan bulunmaktadır. Toprak temaslı iç duvarlarda ise koruyucu iç duvar, su izolasyon malzemesi cam tülü pestili, betonarme döşeme, ısı izolasyon malzemesi kullanılmıştır. Dış duvarlarda ise tuğla, yalıtım malzemesi cam/taş yünü ve harçsıva gibi diğer bileşenler kullanılmıştır. Tesisin dış cephelerinde bulunan cam yapısı ise alüminyum cephe Low-E kaplama 12 mm ısı cam kullanılmıştır. Tesisdeki teknik sistemler genel olarak, mekanik sistemler, elektrik tesisat sistemleri ile diğer mimari ve inşai unsurlardan oluşmaktadır. Isıtma sistemi olarak tesis tek bir merkezden beslenmekte kazan dairesinde 2 adet 1000 kW'lık çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. FCU üniteleri, klima santralleri, sıcak kullanma su sistemi beslediği alanlardır. İklimlendirme sistemi otomasyon ile işletilmektedir. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Sıcak su ihtiyacı için 4 adet 1000 lt kapasiteli akümülayon ve boyler tankları bulunmaktadır. Soğutma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tesisin çatı katında konumlandırılan 1 adet 626 kW'lık hava soğutmalı Chiller ünitesi ve Buz Paten pistinde soğutmayı karşılamak amacıyla 2 adet 250 kW soğutma kapasitesine sahip amonyak gazlı soğutma grubu bulunmaktadır. Hava soğutmalı gruplar ile FCU ve klima santrallerini beslenmektedir. Tesisin 6 adet klima santralinin 3 adedi taze hava, 3 adedi ise karışım havalı olarak çalıştırılmaktadır. Isıtma sistemi fancoil ve klima santralleri üzerinden tüm binaya

hitap etmekte iken, soğutma kaynağı chillerler de soğutma işlemini taze hava klima santralleri ve mahallerdeki fancoiller ile sağlamaktadır. Katlardaki ofis ve odalarda fancoil cihazları soğutma sezonunda chillerlerden gelen soğuk su ile soğutmayı sağlamaktadır. Kullanılan fancoil üniteleri 2 borulu olarak seçilmiştir. Tesisin bütün kısımları yaz-kış tüm yıl çalışmaktadır. Buz pisti soğutma grupları ve kazanlar yaz-kış aktif olup hava soğutmalı chiller ise sadece yazın aktif olarak çalışmaktadır.

Tablo 2.177. Bina Bilgileri

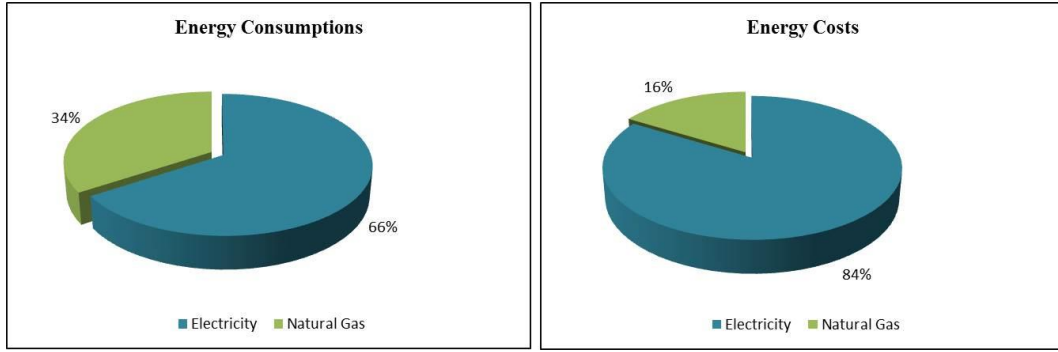
|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Inşaat Yılı                                  | : 2007                      |
| Kullanım Amacı                               | : Spor Kompleksi            |
| Kullanım Alanı                               | : 6145                      |
| Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı              | : 1662                      |
| Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı             | : 255                       |
| Isıtma/Soğutma Sistemi                       | : Kazan/Chiller-NH3 Soğutma |
| Yalıtım Durumu                               | : Var                       |
| İli  | : İstanbul                  |
| Toplam Yıllık Ortalama Enerji Tüketimi (TEP) |                             |
| Yıllar                                       | Tüketimler (TEP)            |
| 2017   | 381                         |

#### 2.1.9.2 TÜKETİM ANALİZLERİ

Tesise ait 2017 yılı için enerji tüketim değerleri aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.178. Yıllık Enerji Tüketimleri ve Maliyetlerin Karşılaştırılması (2017)

| Energy Type | Consumption |                 |        |         | Cost      |         | Unit Cost  |
|-------------|-------------|-----------------|--------|---------|-----------|---------|------------|
|             | Quantity    | Unit            | TOE    | % Total | EURO      | % Total | EURO / TOE |
| Electricity | 2915032.8   | kWh             | 250.69 | 66      | 157531.29 | 84      | 628.39     |
| Natural Gas | 157944      | Sm <sup>3</sup> | 130.3  | 34      | 30704.9   | 16      | 235.62     |
| TOTAL       |             |                 | 381    | 100     | 188236.3  | 100     |            |



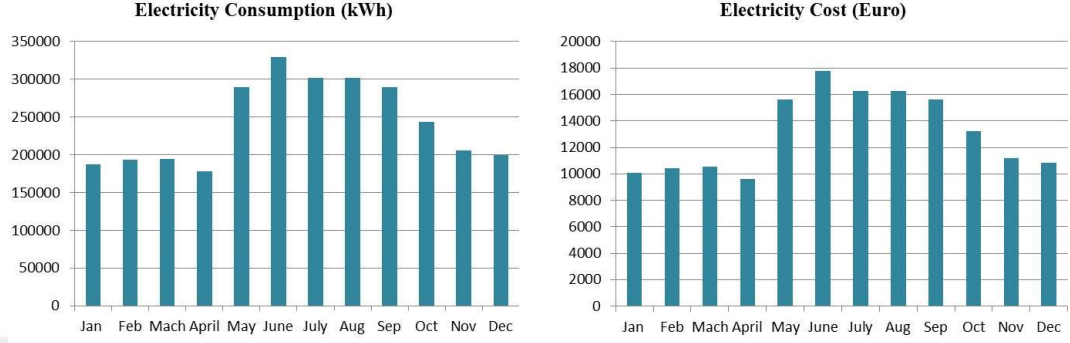
Şekil 2.132. 2017 yılına ait enerji tüketim ve maliyetlerinin yüzdeler pay dağılımı

Şekil 2.132.'deki grafikte toplam enerji tüketiminin %66'sı elektrik ve %34'ü doğalgaz olarak gerçekleştiği görülmektedir. 2017 yılı için enerji tüketiminde en büyük pay sahibi elektriktir. Tüketim dağılımına göre %34'lük paya sahip olan doğalgazın maliyet dağılımında %16'lık pay ile parasal açıdan yüzdeler dilimdeki payının azaldığı görülmektedir. Doğalgazın birim maliyetinin düşük olması maliyetteki payının düşmesine direkt etki etmektedir. Doğalgaz, kış aylarında ısınma amaçlı ve yaz aylarında sıcak su üretimi amacıyla tüketilmektedir. Tablo 2'de birim maliyet (TL/TEP) sütunundan da görüleceği üzere 1 Ton Eşdeğer Petrol (TEP) için maliyetlerde elektrik doğalgazın 2.7 katına yakın seviyelerdedir. Tablo 3'de tesisin aylık bazda enerji tüketimleri incelenmiştir. Bu veriler ayrı ayrı tablolar ve grafikler ile detaylandırılmıştır. Yapılacak analizlerde bu veriler referans alınacaktır.

Şekil 2.132'de görüldüğü üzere, 2017 yılına ait elektrik tüketimlerinde dikkat çeken nokta genelde elektrik tüketim eğiliminin yaz aylarında biraz daha fazla olmasıdır. Yaz aylarında iklimlendirilen alanlar için devreye giren soğutma grupları ve yardımcı ekipmanlarının (pompa vb.) sistemine ait elektrik motorlarının, elektrik kaynaklı tüketimi bu sonucu doğurmaktadır. Ayrıca tesiste buz paten pisti bulunduğundan yaz-kış devrede olan amonyaklı soğutma grubu bulunmaktadır. Bu soğutma grubu ve yardımcı ekipmanları sürekli devrede olduğundan kış döneminde de elektrik tüketiminin yüksek çıkmasına sebebiyet vermektedir. Şekil 2.133'te tesisin elektrik tüketim eğilimleri gösterilmiştir. Bu grafiklerden de yaz aylarında tüketim ve buna bağlı olarak maliyetin en üst seviyeye ulaştığı görülmektedir. Tesisin en düşük tüketimi ise mevsim sıcaklıklarına bağlı olarak kış aylarında



gerçekleşmiştir. Yaz döneminde Mayıs ayı ile başlayan yükseliş trendi Eylül ve Ekim aylarında da devam etmiştir. Mekanların soğutulmasında görev alan soğutma grubunun devre dışı bırakılması ile tekrar düşüş trendi görülmektedir.



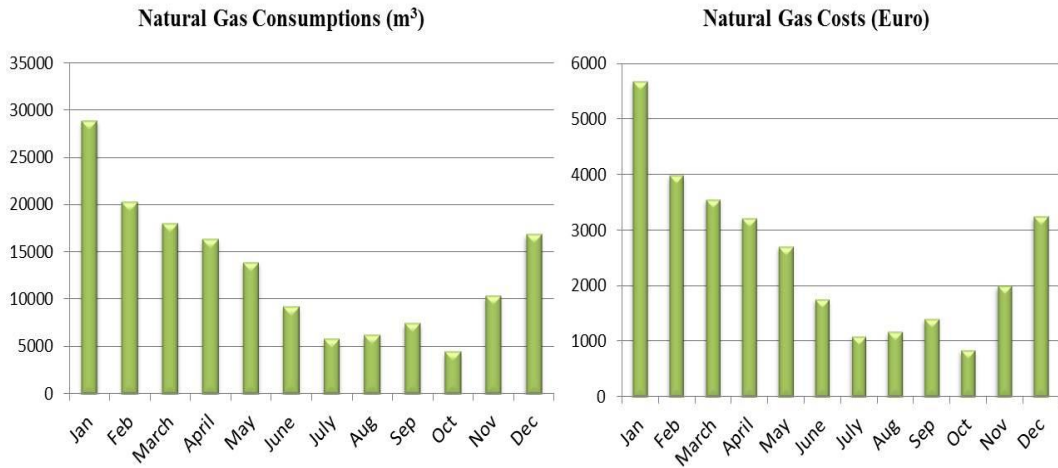
Şekil 2.133. 2017 Yılı Elektrik Tüketimi (kWh) (TL)

Tablo 2.178. 2017 Yılı Aylık Elektrik Tüketimi ve Maliyeti

| Months    | Purchased |       | Purchased (Euro) |
|-----------|-----------|-------|------------------|
|           | kWh       | TOE   |                  |
| January   | 187022.40 | 16.08 | 10089.51         |
| February  | 193215.60 | 16.62 | 10423.63         |
| March     | 194942.40 | 16.77 | 10516.78         |
| April     | 177819.60 | 15.29 | 9593.04          |
| May       | 290025.60 | 24.94 | 15646.35         |
| June      | 329737.20 | 28.36 | 17788.72         |
| July      | 301821.60 | 25.96 | 16282.72         |
| August    | 301670.40 | 25.94 | 16274.56         |
| September | 290066.40 | 24.95 | 15648.55         |
| October   | 243369.60 | 20.93 | 13230.87         |
| November  | 206186.40 | 17.73 | 11209.40         |

|          |           |        |           |
|----------|-----------|--------|-----------|
| December | 199155.60 | 17.13  | 10827.16  |
| TOTAL    | 2915032.8 | 250.69 | 157531.29 |

Doğalgaz tüketimleri açısından tesis incelendiğinde, 2017 yılına ait tüketimler Şekil 2.134’de detaylandırılmıştır. Doğalgaz tüketiminde en yoğun kullanım, ısınma ihtiyacının baş gösterdiği kış döneminde olmaktadır. Kış dönemindeki tüketimi incelediğimizde Ocak-Nisan ve Kasım-Aralık dönemleri arasında doğalgaz tüketimi yoğun olmakta ve Ocak ayında en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. Binada bulunan ısıtma kazanlarının tamamı binanın ısıtılması ve sıcak su üretimi amacıyla tesis edilmiştir. Yaz aylarındaki doğalgaz tüketimi sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla oluşmaktadır.

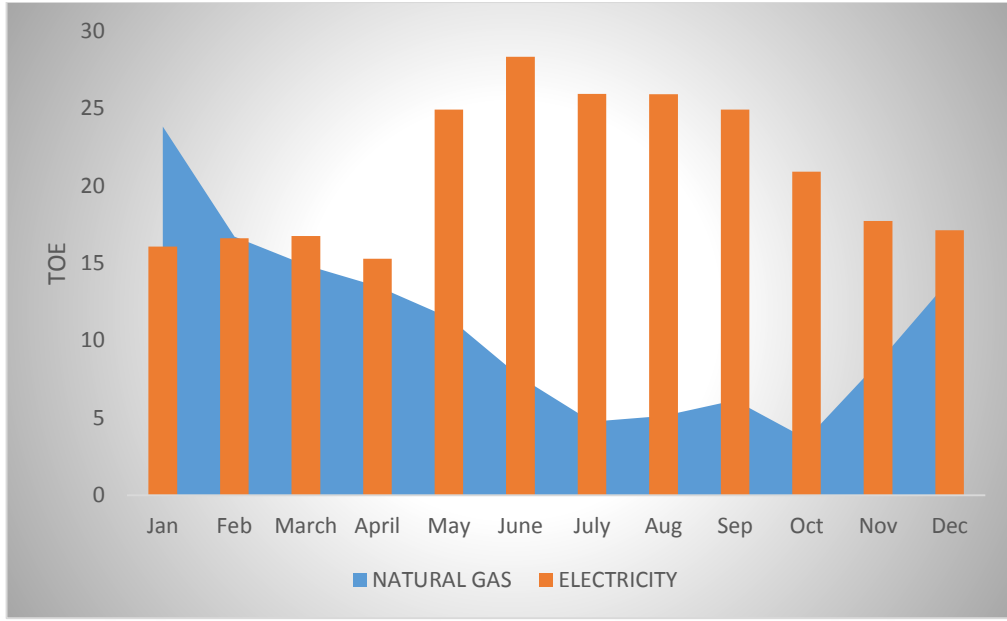


Şekil 2.134. 2017 yılı doğalgaz tüketimleri (m<sup>3</sup>/Euro)

Şekil 2.135’deki grafik 2017 yılı için toplam enerji tüketiminde doğalgaz ve elektriğin payını aylık bazda göstermektedir.

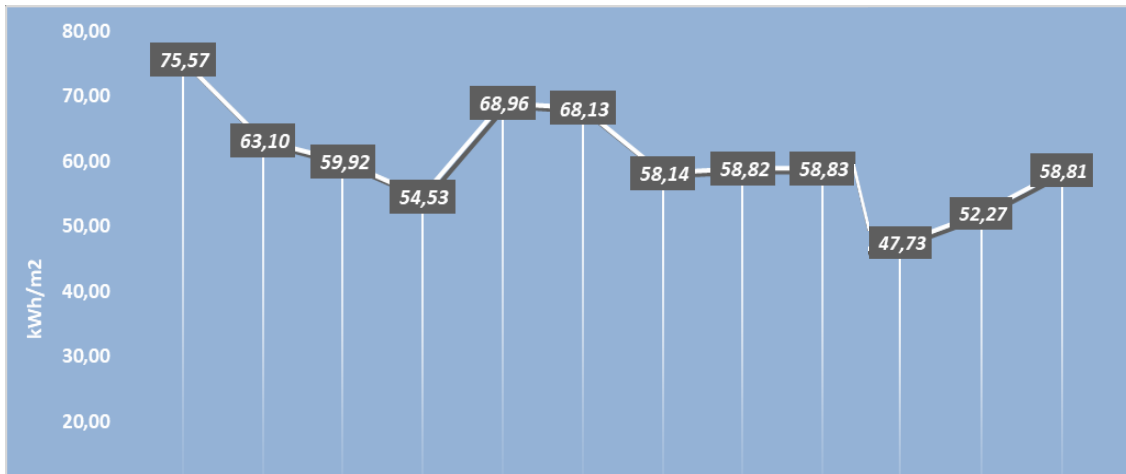
Tablo 2.179. 2017 Yılı Aylara Göre Elektrik Tüketimi ve Maliyeti

| Months       | Purchased |       | Purchased<br>(Euro) |
|--------------|-----------|-------|---------------------|
|              | m3        | TOE   |                     |
| January      | 28891     | 23.84 | 5685.39             |
| February     | 20266     | 16.72 | 3993.65             |
| March        | 18047     | 14.89 | 3557.03             |
| April        | 16384     | 13.52 | 3217.69             |
| May          | 13930     | 11.49 | 2708.53             |
| June         | 9264      | 7.64  | 1759.08             |
| July         | 5774      | 4.76  | 1091.46             |
| August       | 6229      | 5.14  | 1177.40             |
| September    | 7439      | 6.14  | 1408.21             |
| October      | 4423      | 3.65  | 848.65              |
| November     | 10396     | 8.58  | 2002.84             |
| December     | 16901     | 13.94 | 3254.97             |
| <b>TOTAL</b> | 157944    | 130.3 | 30704.9             |



Şekil 2.135. 2017 Yılı İçin Enerji Tüketimleri (TEP)

Şekil 2.135 ile doğalgaz ve elektrik tüketimleri Ton Eşdeğer Petrol (TEP) cinsinden ortak bir birimde gösterilmiştir. Böylece iki ana enerji kaynağı arasında tüketim karşılaştırılması yapma imkânı sağlanmıştır. Şekil 7’de ise, 2017 yılı için bina kullanım alanı başına aylık bazda toplam enerji tüketimi gösterilmiştir. Bina kullanım alanına göre enerji tüketimlerine baktığımızda yıllık 725 kWh/m<sup>2</sup> toplam tüketim olduğu görülmektedir. Tüketim artışında mevsimsel şartların etkisinin olduğu açıkça gözükmemektedir.



Şekil 2.136. Bina kullanım alanı başına aylık enerji tüketimi 2017 (kWh/m<sup>2</sup>)

Binanın bulunduğu şehir olan İstanbul'da ısıtma (HDD) ve soğutma (CDD) derece gün sayıları ile binanın enerji tüketimleri ilişkilendirilerek tesisin enerji tüketiminin derece gün sayıları ile ilişkisi gösterilmiştir. Tüketimlerde 2017 yılı verileri göz önüne alınmıştır. Derece gün istatistiği, tesisin yıl içindeki enerji tüketimi ile o yıl içinde tesisin bulunduğu bölgedeki iklim koşullarını ilişkilendirmek için kullanılmıştır. Tablo 5'de iklime göre enerji tüketimlerinin nasıl bir davranış gösterdiği açıkça görülmektedir. Derece gün, 24 saatlik periyodun ne kadarının sıcak ve ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir. Isıtma Derece Gün (HDD) belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğukun şiddetini açıklarken Soğutma Derece Gün (CDD) belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. HDD için eşik değeri 15°C olup çevre sıcaklığı bu değer üzerinde iken HDD değeri sıfırdır. CDD için ise eşik değeri 22°C'dir. Tablo 2.180'deki HDD ve CDD değerleri günlük sonuçların aylık bazda toplamıdır. Kısacası HDD ve CDD mevsime göre ısıtma ve soğutmaya ihtiyaç şiddetini göstermektedir.

Tablo 2.180. Aylık enerji tüketimleri ile soğutma ve ısıtma için derece gün değerleri

| Aylar   | Elektrik (TEP) | Yakıt (TEP) | Toplam Tüketim (TEP) | HDD   | CDD |
|---------|----------------|-------------|----------------------|-------|-----|
| Ocak    | 16.08          | 23.84       | 39.92                | 449   | 0   |
| Şubat   | 16.62          | 16.72       | 33.34                | 324   | 0   |
| Mart    | 16.77          | 14.89       | 31.66                | 269   | 0   |
| Nisan   | 15.29          | 13.52       | 28.81                | 168   | 0   |
| Mayıs   | 24.94          | 11.49       | 36.43                | 15    | 0   |
| Haziran | 28.36          | 7.64        | 36                   | 0     | 35  |
| Temmuz  | 25.96          | 4.76        | 30.72                | 0     | 89  |
| Ağustos | 25.94          | 5.14        | 31.08                | 0     | 96  |
| Eylül   | 24.95          | 6.14        | 31.09                | 0     | 35  |
| Ekim    | 20.93          | 3.65        | 24.58                | 51    | 0   |
| Kasım   | 17.73          | 8.58        | 26.31                | 154   | 0   |
| Aralık  | 17.13          | 13.94       | 31.07                | 232   | 0   |
| TOPLAM  | 250.7          | 130.31      | 381.01               | 1.662 | 255 |

Isıtma ya da soğutma gün dereceleri toplamının bilinmesi binaların ısıtılması ya da soğutulması için gerekli olan enerji gereksiniminin bilinmesi açısından önemlidir. Dış ortam sıcaklığı 15°C'nin üzerinde ise ısıtma gereksizdir. Isıtma maliyeti yıllık HDD ile doğrudan orantılıdır. Bunun için 1 yıl içindeki yakıt maliyeti yıllık HDD'ye bölünerek, 1 HDD için ısıtma fiyatı çıkartılır. HDD kış mevsiminin sertliğini göreceli olarak önceki ve uzun yıllara göre karşılaştırmak için de kullanılır. HDD aynı zamanda yeni binalar yapılırken yalıtım, ısıtma ve soğutma giderlerinin hesaplanması için inşaat sektörü tarafından ihtiyaç duyulan bir parametredir. Bu bilgileri dikkate alarak, Tablo 2.154'ü incelediğimizde, HDD ile yakıt (doğalgaz) tüketiminin genel anlamda birbirine paralel gittiği görülmektedir. Yaz aylarında ise sadece tesisin kullanım sıcak suyu ihtiyacı için yakıt tüketildiğinden, HDD sıfır olduğunda, tüketilen yakıt miktarının da oldukça azaldığı görülmektedir. Bu verilerden yola çıkarak, tesisin genel anlamda doğru ısıtıldığını söyleyebiliriz. Toplam tüketim eğiliminin, doğalgazın baskın olduğu kış aylarında HDD ile, elektriğin baskın olduğu yaz aylarında ise CDD ile uyumlu olduğu görülmektedir.

### 2.1.9.3 ISITMA SİSTEMİ

Isıtma sistemi için kazan dairesinde 2 adet 1000 kW'lık, çift yakıtlı ısıtma kazanı bulunmaktadır. Yakıt olarak doğalgaz kullanılmakta olup yedek yakıt olarak motorin de kullanılabilir. Isıtma kazanları bina ihtiyacına göre devreye girerek kontrol edilmekte katlardaki fan-coil ve klima santrallerine sıcak su beslemesi sağlanmaktadır. Sıcak kullanım suyu ihtiyacı için sıcak su kazanında üretilen ısı şebeke sıcak suyuna boylerde aktarılarak depolanır. Tesiste bu işlev için 4 adet 1000 lt. kapasiteli boyler ve akümülayon tankları bulunmaktadır. Tesisteki kazanların etüt kapsamında baca gazı ölçümleri yapılmıştır. Baca gazı verileri ve diğer kazan ölçümleri (yüzey sıcaklığı, tüketim, vb.) de bu ölçüme eklenerek kazanın mevcut durumdaki verimi hesaplanmıştır. Yapılan baca gazı emisyon ölçümleri ile kazan baca çıkışındaki yanmış gazların çıkış sıcaklıkları, O<sub>2</sub> değeri, CO miktarı (ppm), yanma verimi ve o andaki ortam sıcaklığı ölçülmektedir. Ölçüm

sonuçlarına göre; CO miktarı %0 olup, O<sub>2</sub> miktarı %4.3'dür. Kazan baca gazı sıcaklığı; 132.2°C, ortam sıcaklığı ise 25.4°C'dir. Ölçüm ile kazanın, yanma verimi için belirlenmiş olan ideal CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO ve baca gazı sıcaklık değerlerine ne kadar uygun olduğu görülmektedir. Baca gazı değerlerinin idealden sapması ile kazanın verimi düşmekte ve böylece kazan aynı ısıl enerjiyi üretmek için daha fazla enerji tüketmektedir. Bir doğalgaz kazanında baca gazı için olması gereken ideal oksijen değerleri; O<sub>2</sub> (%); 1 - 4,5 aralığıdır. O<sub>2</sub> değerinin istenilen değer aralığında kaldığı görülmektedir. Karbonmonoksit ise baca gazında bulunmamaktadır. Kazanın bacagazı sıcaklıkları yüksek olmadığından kuru bacagazı ile olan kayıplar düşük seviyelerde çıkmıştır. Brülörlere ait yanma ayarları iyi yapıldığından brülör ayarı ile verim artışı da düşük seviyelerde çıkmaktadır. Kazanların ön ve arka kısımları ise yalıtımlı değildir, yalıtılması ile %1.23 seviyelerinde bir verim artışı meydana gelmiştir. Bu durumda tesisin yaklaşık doğalgaz tasarrufu 1636 m<sup>3</sup>/yıl'dır. Bununla birlikte yıllık 318 Euro maddi tasarruf sağlanmakta olup yapılacak çalışmanın maliyeti sonrası geri ödeme süresi yaklaşık 2.98 yıldır. Bu çalışma ile CO<sub>2</sub> azalma miktarı 3.68 ton/yıl'dır.

Aşağıdak bölümde bacagazı ölçümü alınan kazanlar ile ilgili hesaplamalara yer verilmiştir.

Tablo 2.181. Yakıtla İlgili Temel Hesaplamalar

|                         |                 |        |                      |
|-------------------------|-----------------|--------|----------------------|
| Karbon Yüzdesi          | C               | 73,90  | %                    |
| Hidrojen Yüzdesi        | H <sub>2</sub>  | 24,57  | %                    |
| Kükürt Yüzdesi          | S               | 0,00   | %                    |
| Oksijen Yüzdesi         | O <sub>2</sub>  | 0,00   | %                    |
| Nem Yüzdesi             | W               | 0,00   | %                    |
| Diğerleri               |                 | 1,53   | %                    |
| Yakıtın Alt Isıl Değeri | CV <sub>n</sub> | 8250   | kCal/Nm <sup>3</sup> |
| Yakıtın Alt Isıl Değeri | CV <sub>n</sub> | 12.132 | kCal/kg              |
| Yakıtın Üst Isıl Değeri | CV <sub>g</sub> | 13.459 | kCal/kg              |

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

Tablo 2.182. Baca Gazı Ölçümleri

|                     |                 |       |     |
|---------------------|-----------------|-------|-----|
| Oksijen             | O <sub>2</sub>  | 4,30  | %   |
| Karbonmonoksit      | CO              | 0     | ppm |
| Baca Gazı Sıcaklığı | T <sub>BG</sub> | 132,2 | °C  |
| Ortam Sıcaklığı     | T <sub>O</sub>  | 25,4  | °C  |

Kuru bacagazı yoluyla olan ısı kaybı ( L<sub>KBG</sub> ) hesabı aşağıda belirtilen (2.4)'daki denklem ile gösterilmiştir.

$$L_{KBG} = \frac{\frac{69.7 * C_{yakıt} * (CV_n)^2}{(CV_g)^3} * (T_{BG} - T_O)}{CO_2} * \frac{CV_g}{CV_n} \quad (2.4)$$

$$CO_2 = \left\{ 1 - \frac{O_2}{21} \right\} * (CO_2)_{max} \quad (2.5)$$

(2.4) ve (2.5) ile gösterilen formülde Tablo 2.181'deki verileri kullanarak aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

$$CO_2 = 9.34 \%$$

$$L_{KBG} = 3.86 \%$$

Bacagazındaki nem nedeniyle olan ısı kaybı ( L<sub>NBG</sub> ) hesabı aşağıda belirtilen (2.6)'daki denklem ile gösterilmiştir.

$$L_{NBG} = \left( (9 * H_{yakıt}) * \frac{50.00 - T_O + (0.50 * T_{BG})}{CV_n} \right) \quad (2.6)$$

(2.6) ile gösterilen formülde Tablo 2.181'deki verileri kullanarak aşağıdaki veri elde edilmiştir.

$$L_{NBG} = 1.63$$

Bacagazındaki yanmamış karbonmonoksit nedeniyle olan ısı kaybı ( L<sub>COBG</sub> ) hesabı aşağıda belirtilen (2.7) denklemi ile gösterilmiştir.



$$L_{COBG} = \frac{\frac{69.7 * C_{yakıt} * (CV_n)^2}{(CV_g)^3} * CO * CV_g}{(CO_2 + CO) * CV_n} \quad (2.7)$$

(2.7) ile gösterilen formünde ilgili değerler yazıldığında aşağıdaki veri elde edilmiştir.

$$L_{COBG} = 0.00 \%$$

Kazan yüzeyinden radyasyon ve konveksiyon ile olan ısı kaybı ( $L_{RK}$ ) hesabı aşağıda belirtilen (2.8) denklemi ile gösterilmiştir.

$$L_{RK} = \frac{100}{Oran} * \frac{CV_g}{CV_n} \quad (2.8)$$

(2.8) ile gösterilen formünde ilgili değerler yazıldığında aşağıdaki veri elde edilmiştir.

$$L_{RK} = 1.11 \%$$

Isı kayıpları toplamı (L) aşağıda belirtilen (2.9) denklemi ile gösterilmiştir.

$$L = L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK} \quad (2.9)$$

(2.9) ile gösterilen formünde ilgili değerler yazıldığında aşağıdaki veri elde edilmiştir.

$$L = 6.6$$

Kazan Verim hesabı aşağıda belirtilen (2.10) denklemi ile gösterilmiştir.

$$\eta = 100 - \Sigma L \quad (2.10)$$

Yukarıda belirtilen tüm formüller ışığında (2.10) denkleminde uygulandığında kazan verimi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\eta = 100 - 6,6$$

$$\eta = 93,4\%$$

#### 2.1.9.4 SOĞUTMA SİSTEMİ



Şekil 2.137. Soğutma Üniteleri

Tesisin soğutma ihtiyacı çatı katında konumlandırılan 1 adet 626 kW soğutma kapasitesine sahip hava soğutmalı soğutma grubu ünitesi ile karşılanmaktadır. Soğutma grubunda üretilen soğuk akışkan, fan coil ünitesi ve klima santrallerini beslemektedir. Tesisin ayrıca buz paten pistini besleyen 250 kW soğutma kapasitesine sahip 2 adet amonyaklı soğutma grubu ve çatı katında konumlandırılan 2 adet soğutma kulesi bulunmaktadır.

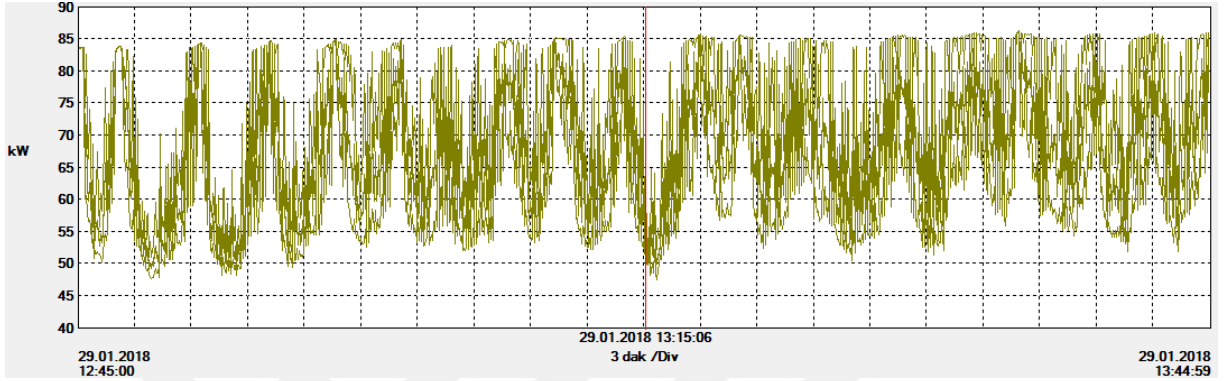
Soğutma grupları otomasyon sistemi ile izlenmekte ve yönetilmektedir. Hava soğutmalı grup ile yaz döneminde tesisin soğutulması, Amonyaklı soğutma grubu ile buz pistinin tüm yıl boyunca soğutulması sağlanmaktadır.

Tablo 2.183. Soğutma Grupları Karakteristik Özellikleri

|                                 | Soğutma Grupları |                 |
|---------------------------------|------------------|-----------------|
|                                 | 1                | 2               |
| Adet                            | 1                | 2               |
| Soğutma Gücü (kW)               | 626              | 250             |
| Kompresör Tüketimi (kW)         | 195              | 84              |
| Tam Kapasitede Verimlilik (COP) | 3,21             | 2,98            |
| Kompresör Tipi                  | Vidalı           | Vidalı          |
| Kompresör Adedi                 | 2                | 2               |
| Soğutucu Akışkan                | R-134a           | NH <sub>3</sub> |
| Soğutma Kulesi Adet             | -                | 2               |
| Soğutma Kulesi Fan Gücü (kW)    | -                | 18,5            |

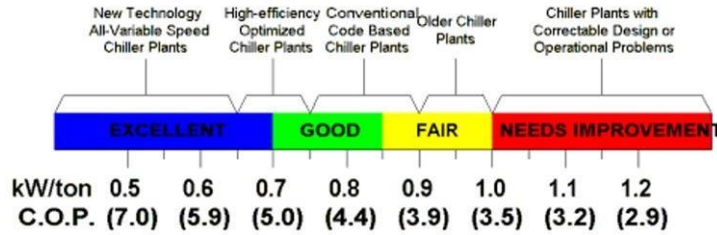
#### 2.1.9.5 Yapılan Ölçümler, Hesaplamalar ve Değerlendirme

Tesiste enerji verimliliği çalışmasının yapıldığı dönem kış dönemi olduğundan hava soğutmalı soğutma grubundan ölçüm alınamamış fakat buz paten pistine ait soğutma grupları ve soğutma kulesinden 1 adet sürekli aktif olduğundan anlık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.138’de gösterildiği gibi soğutma grubu ortalama 67 kW güç tüketimi gerçekleştirirken maksimum kapasitede 86,3 kW minimum kapasite 47,5 kW güç tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 2.138. Teisism Amonyaklı Soğutma Grubu Güç Tüketimi (kW)

Şekil 2.139’de soğutma gruplarının verimlilik şablonu gösterilmiştir. Bu grafiğe göre en verimli cihazların COP değerleri görülmektedir. Tesis soğutması için kullanılan mevcut soğutma gruplarının verimleri yeni nesil soğutma gruplarına altında geliştirilmeye ihtiyacı olan grup içerisinde görülmektedir.



Şekil 2.139. Soğutma Grupları Verimlilik Şablonu

Şekil 2.139’da görüldüğü gibi kırmızıdan maviye göre cihazların kalitesi artarken COP değerleri de 1.2 den 7 seviyelerine kadar çıkmaktadır. Verimsiz bir soğutma grubu ile 3 birim soğutma almak için 1 birim elektrik ücreti ödenirken (COP=3 – kırmızı hat), verimli bir cihaz ile aynı soğutma için 0.42 birim elektrik ücreti (COP=7 – mavi hat) ödenecektir. Bu durum %58’lik bir maliyet tasarrufu

anlamına gelmektedir.

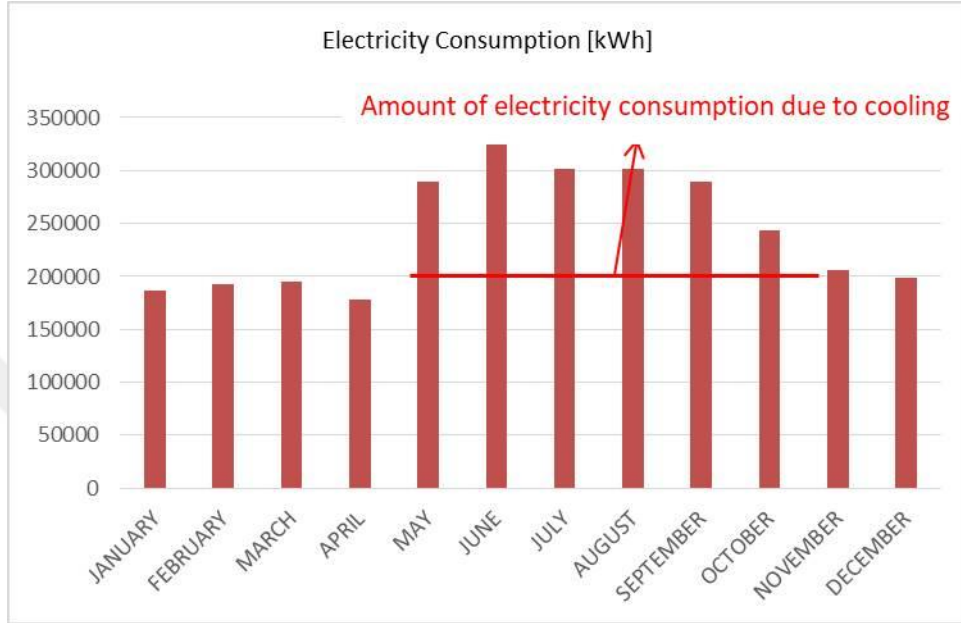
Yapılan incelemede soğutma gruplarının hava soğutmalı bir sistem ile çalışmasından dolayı bu noktada bir enerji verimliliği çalışması yapılabileceği görülmüştür. Mevcut durumda tesisteki soğutma grupları yaz döneminde hava sıcaklığından çok etkilenmektedir. Soğutma grupları soğutma işlemi yaparken ortamdan çektiği ısıyı dış çevreye atarlar. Bu işlemi sağlayan kondenserin hava soğutmalı modellerinde (tesiste kullanılan) çevreye atılacak ısı yükünü dış hava sıcaklığı belirler. Bunun sebebi ise kondenserin soğutulması için dış havanın kullanılmasıdır. Tesisin soğutma grubuna ait performans tablosu Tablo 2.184.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.184. Soğutma Grupları Performans Tablosu

| Unit size | Evaporator leaving water temp. (°C) | AIR AMBIENT TEMPERATURE (°C) |                         |                   |                         |                   |                         |                   |                         |                   |                         |                   |                         |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
|           |                                     | 25                           |                         | 30                |                         | 35                |                         | 40                |                         | 46                |                         | 48                |                         |
|           |                                     | Cool. capac. (kW)            | Compr. power input (kW) | Cool. capac. (kW) | Compr. power input (kW) | Cool. capac. (kW) | Compr. power input (kW) | Cool. capac. (kW) | Compr. power input (kW) | Cool. capac. (kW) | Compr. power input (kW) | Cool. capac. (kW) | Compr. power input (kW) |
| 179.2     | 4                                   | 605,3                        | 141,0                   | 592,1             | 155,1                   | 576,7             | 171,0                   | 558,7             | 188,7                   | 533,5             | 212,6                   | 524,2             | 221,1                   |
|           | 5                                   | 622,1                        | 143,3                   | 608,8             | 157,4                   | 593,1             | 173,3                   | 574,9             | 191,1                   | 549,4             | 214,9                   | 539,9             | 223,5                   |
|           | 6                                   | 639,2                        | 145,7                   | 625,7             | 159,7                   | 609,8             | 175,7                   | 591,4             | 193,4                   | 565,4             | 217,3                   | 551,8             | 224,2                   |
|           | 7                                   | 656,5                        | 148,1                   | 642,8             | 162,2                   | 626,6             | 178,1                   | 608,0             | 195,9                   | 581,7             | 219,8                   | 554,8             | 222,5                   |
|           | 8                                   | 674,7                        | 150,7                   | 660,1             | 164,7                   | 643,8             | 180,6                   | 624,9             | 198,4                   | 598,3             | 222,3                   | 557,1             | 220,4                   |
|           | 9                                   | 693,5                        | 153,4                   | 678,4             | 167,3                   | 661,2             | 183,2                   | 641,9             | 201,0                   | 615,0             | 224,9                   | 558,9             | 218,1                   |
|           | 10                                  | 712,6                        | 156,1                   | 697,2             | 170,1                   | 679,2             | 185,9                   | 659,2             | 203,7                   | 631,9             | 227,6                   | 559,9             | 215,5                   |
|           | 11                                  | 731,7                        | 158,9                   | 716,1             | 172,9                   | 697,9             | 188,8                   | 676,8             | 206,5                   | 644,2             | 228,7                   | 565,2             | 214,4                   |
|           | 12                                  | 751,1                        | 161,8                   | 735,2             | 175,8                   | 716,7             | 191,7                   | 695,4             | 209,4                   | 646,5             | 227,0                   | 564,9             | 211,4                   |
|           | 13                                  | 770,8                        | 164,8                   | 754,6             | 178,8                   | 735,7             | 194,7                   | 714,0             | 212,4                   | 648,0             | 225,0                   | 569,3             | 210,0                   |
|           | 14                                  | 790,8                        | 167,8                   | 774,3             | 181,9                   | 755,1             | 197,8                   | 733,0             | 215,6                   | 648,7             | 222,7                   | 573,2             | 208,5                   |
|           | 15                                  | 810,8                        | 170,9                   | 794,2             | 185,0                   | 774,7             | 201,0                   | 752,2             | 218,8                   | 654,4             | 221,9                   | 570,7             | 204,9                   |

Tablo 2.184.'de aynı miktar soğutma kapasitesinin dış hava sıcaklıklarına göre değişimi görülmektedir. Hava soğutmalı soğutma gruplarında soğutma verimliliğini arttırmak için soğutma havasına bir evaporatif ön soğutma devresi eklenmektedir. Bu ön soğutma devresi ile soğutma gruplarının verimlilikleri artırılarak enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Mevcut soğutma gruplarında böyle bir sistem bulunmamaktadır. Evaporatif ön soğutma sisteminin çalışma prensibi temelde soğutma grubu soğutma havası giriş panelinin önüne kurulan bir su püskürtme ekipmanından gelmektedir. Bu panele nozullar sayesinde püskürtülen 5

mic çapındaki pulverize su tanecikleri giriş havasını (iklim bölgesine göre) 10°C kadar soğutarak soğutma grubunun verimini artırır. Verim hesaplarının yapılabilmesi için gerekli olan soğutma tüketimlerinin hesaplaması Şekil 2.140.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.140. Tesisin soğutma kaynaklı elektrik tüketimlerinin gösterilmesi

Şekil 2.140.'den de görüldüğü gibi tesisin Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında soğutma ihtiyacı bulunmaktadır. Kırmızı çizgi yılın ilk 4 ayının üzerinde seçilmesinin sebebi önceki yıllarda gerçekleşen tüketim ortalamaları ve hava şartlarının artması ile amonyaklı soğutma gruplarının tüketimlerinde meydana gelen artışın etkisi baz alınmıştır. Soğutma kaynaklı elektrik tüketimi için harcanan elektrik ortalama 400.000 kWh seviyelerindedir.

#### 2.1.9.6 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları

İstanbul için yaz aylarında dış ortam KT sıcaklıkları 35 °C seviyelerindedir. Ön soğutma yapılması ile bağıl nem oranının %100 e yaklaştırılması sonucu kuru termometre sıcaklığının 26 °C'ye kadar düşeceği öngörülmektedir. Bu değeri

yakalamak oldukça zor olduğundan sistemin 30 °C getirilmesi baz alınmıştır. Dış havayı, soğutma grubunun fanlarına gönderirken bir ön soğutma ile sıcaklığının düşürülmesi sonucu verimi artacaktır. Bu şartlar altında; Soğutma Gruplarının COP (verimlilik değeri) değeri 3,51'den ---> 3,91 seviyelerine kadar çıkmaktadır. Bu durumda verimlilik sistem içinde %10 artacaktır. Bu da soğutma kaynaklı elektrik tüketiminin %10 seviyelerinde azalması anlamına gelmektedir. Yapılacak evaporatif ön soğutma sonucu elektrik tüketimlerinde 40.000 kWh tasarruf sağlanacaktır.

#### 2.1.9.7 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Tesiste en yoğun çalışan ve güç tüketimi yüksek olan klima santralleri için frekans invertörü ile hız kontrolü sayesinde yapılacak tasarruflar hesaplanmıştır. Hesaplamalar Tablo 2.158'de sunulmuştur. Hesaplamalarda motorların fiili olarak motor gücünün %75'ini çektiği kabul edilmiştir. Tabloda %70 ve üstü çalışma yüklerine göre hesaplamalar yapılmıştır. Tabloda görüldüğü gibi tesisin uzun süreli çalışan iklimlendirme sistemlerinde hız kontrolü uygulaması ile elde edilebilecek tasarruf miktarı ortalama 179.848 kWh/yıl'dır. yılda 52048 TL kazanç sağlanacaktır. Emisyon açısından ise yılda 99.28 ton CO2 salınımı engellenmiş olup iyileştirmenin geri ödeme süresi 2.4 yıldır.

Tablo 2.185. Klima Santrali Hız Kontrolü ile Elde Edilecek Tasarruf

| Pompa Kullanım Yeri | Etiket Gücü (kW) | Fiili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kWh) | Çalışma Süresi (h/yıl) | Net Tasarruf (kWh) |
|---------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| AHU 1 Vant.         | 22               | 17,6                   | 11,26                         | 6,34                     | 4.320                  | 27.372             |
| AHU 1 Asp.          | 15               | 12                     | 7,68                          | 4,32                     | 4.320                  | 18.662             |
| AHU 2 Vant.         | 22               | 17,6                   | 11,26                         | 6,34                     | 4.320                  | 27.372             |
| AHU 2 Asp.          | 15               | 10,5                   | 5,15                          | 5,36                     | 4.320                  | 23.134             |
| AHU 3 Vant.         | 30               | 24,00                  | 15,36                         | 8,64                     | 4.320                  | 37.325             |
| AHU 3 Asp.          | 22               | 17,60                  | 11,26                         | 6,34                     | 4.320                  | 27.372             |
| AHU 4 Vant.         | 7,5              | 6,00                   | 3,84                          | 2,16                     | 4.320                  | 9.331              |
| AHU 5 Vant.         | 4                | 3,30                   | 2,25                          | 1,05                     | 4.320                  | 4.553              |
| AHU 6 Vant.         | 4                | 3,26                   | 2,17                          | 1,09                     | 4.320                  | 4.729              |
| TOPLAM              |                  |                        |                               |                          |                        | 179.848            |

## 2.1.9.8 ELEKTRİK MOTORLARI

Elektrik motorları ile ilgili tasarruf potansiyelinde dikkate alınacak hususların başında uzun süreli ve değişken yükte çalışan motorlara hız kontrolü uygulanması analizidir. Tesisin bu noktada kritik noktalardaki pompaların elektrik motorlarında hız kontrolü sistemini uygulanması enerji verimliliği açısından oldukça önemlidir. Özellikle belli aralıklarla devreye giren ve çıkan chiller ile kazan pompalarında hız kontrolü uygulaması yapılması tasarruf açısından dikkate alınmalıdır. Motor, hız kontrol cihazları ile kontrol edildiğinde, istenen debideki hava veya su devri ayarlanarak sağlanacak ve gerektiği kadar bir enerjiyi şebekeden çekecektir. Dolayısı ile devir düştüğünde şebekeden çekilen güç de azalacaktır. Devir sayısında olabilecek % 10 bir azalma, güç sistemine yaklaşık % 27 gibi bir azalma ile enerji tasarrufu sağlayacaktır. Bu bakımdan tasarım aşamasında kritik noktadaki pompalarda hız kontrolüne gidilerek önemli bir tasarruf sağlanmıştır. Yapılan değerlendirmeler ışığında tesisteki motorlardan uygun olanlar seçilerek enerji verimliliği açısından hız kontrol uygulamasına uygun olanlar Tablo 2.157.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.186. Hız Kontrolü Uygulanması Yapılan Elektrik Motorları

| Pompa Kullanım Yeri   | Sürekli Çalışan Adet | Etiket Gücü (kW) | Filili Çekilen Güç (kW) | İnverterle Çekilecek Güç (kW) | İnverter Tasarrufu (kW) | Çalışma Süresi (h/yıl) | Net Tasarruf (kWh/yıl) |
|-----------------------|----------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Kondenser Pompaları   | 2                    | 18,50            | 11,5                    | 4,44                          | 7,06                    | 8.760                  | 123.625                |
| Yağ Soğutma Pomp.     | 2                    | 7,5              | 5,2                     | 2,50                          | 2,70                    | 8.760                  | 47.309                 |
| Chiller Soğutma Pomp. | 1                    | 11               | 8,8                     | 5,63                          | 3,17                    | 1.200                  | 3.802                  |
| TOPLAM                |                      |                  |                         |                               |                         |                        | <b>174.736</b>         |

Yük oranı düşük hidroforlar ve 4 kW altı motorlarda yapılan hız kontrollü sistem maliyetlerinde geri ödeme süresinin çok uzun çıkması sebebiyle listeye dahil edilmemiştir. Isıtma veya soğutma yapan bir pompanın yıllık yük oranı elektrik motorları üreticileri derneği tarafından %75 seviyelerinde olmasına rağmen hesaplamalarda bu değer %80 olarak kabul edilmiştir. Buz pateni soğutma sistemi pompalarında inverter uygulaması öngörülmemiştir. Seçilen motorlarda hız kontrol uygulaması yapılması halinde elektrikten yıllık 174736 kWh enerji tasarrufu ayrıca

yıllık 96.45 ton CO<sub>2</sub> azalımı gerçekleşmiş olacaktır. Yatırım maliyeti 39000 TL ve sistemin geri ödeme süresi 0.77 yıldır.

#### 2.1.9.9 GENEL BUGULAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında yapılan inceleme ve verilere göre genel özet; Projelerin uygulanması ile 45,39 TEP tasarruf öngörülmektedir. Projelerin uygulanması ile maddi açıdan 141144 TL tasarruf öngörülmektedir. Yapılacak bu çalışmalar sonucunda çevreye 268.44 ton CO<sub>2</sub> daha az salınım olacaktır.

Tablo 2.187. Önerilen Enerji Tasarruf Projelerine Ait Sonuçlar

| No | Önlemler   | Enerji Türü | Tasarruf Miktarı |                |         |        | CO <sub>2</sub> Azalma miktarı<br>Ton/Yıl | Yatırım Maliyeti<br>TL/Yıl | Geri Ödeme Süresi<br>Yıl |
|----|--|-------------|------------------|----------------|---------|--------|---|----------------------------|--------------------------|
|    |  |             | Miktar           | Orjinal Birim  | TEP/Yıl | TL/Yıl |   |                            |                          |
| 1  | Brülörlerin Ayarı ve Yalıtım ile elde edilecek tasarruflar | Doğalgaz    | 1636             | m <sup>3</sup> | 1.35    | 2015,4 | 3.68                                      | 6000                       | 2.98                     |
| 2  | Soğutma Gruplarının Evaporatif Ön Soğutma Uygulaması       | Elektrik    | 40000            | kWh            | 3.44    | 11576  | 22.08                                     | 30000                      | 2.59                     |
| 3  | İklimlendirme Siteminde Hız Kontrolü Adaptasyonu           | Elektrik    | 179840           | kWh            | 15.47   | 52048  | 99.28                                     | 125000                     | 2.40                     |
| 4  | Tesisat Yalıtımı ve Vana Ceketi Uygulaması                 | Doğalgaz    | 4553.7           | m <sup>3</sup> | 3.76    | 5609,9 | 10.23                                     | 7000                       | 1.25                     |
| 5  | Pompalarda Hız Kontrol Uygulaması                          | Elektrik    | 174736           | kWh            | 15.03   | 50568  | 96.45                                     | 39000                      | 0.77                     |
| 6  | LED Aydınlatma Kullanımı                                   | Elektrik    | 34626.82         | kWh            | 2.98    | 10021  | 19.11                                     | 40000                      | 3.99                     |



### 3. BÖLÜM

#### SONUÇ

Bu çalışma kapsamında İstanbul İlinde Bulunan 250 TEP Ve Üzeri Tüketim Gerçekleşen Spor Komplekslerinde Enerji Etüdü Ve Verimlilik Analizi incelenmiştir. Çalışmalar yaz ve kış aylarında yapıldığı için bazı tesislerin soğutma sistemleri değerlendirme dışı bırakılmıştır.

#### **Isıtma Sistemi**

Baca gazı analizi sonuçları ve yapılan incelemeler neticesinde tesislerin baca gazında O<sub>2</sub> oranının ideal seviyelerin üstünde olduğu tespit edilmiştir. O<sub>2</sub> oranının yüksek olması hava yakıt oranının ideal bir şekilde ayarlanamaması olarak söyleyebiliriz. Bu ayarların kazan ve brülör kapasitesi göz önünde bulundurularak ayarlanması ile kazan verimleri %2 oranında arttırılabilmektedir.

Kazan bacalarında baca çekişi ölçümlerini yapmak için baca gazı hızı ölçümleri yapılmıştır. Tesis kazan bacalarında otomatik baca gazı klapesi bulunmadığı için kazanlar durduğunda baca çekişinin devam ettiği ve kazan içerisindeki ısıtılmış havanın kaybedildiği tespit edilmiştir. Kazanların duraklamalarında kazan içinde bulunan ısı kapasitesinin, doğal taşınım ve baca çekişi yoluyla atmosfere atılmasını önlemek için kazan bacalarına motorlu baca gazı klapesi takılması önerilmektedir.

Tesislerde yapılan incelemeler ve termal kamera ölçümlerinde ısıtma guruplarında bazı mekanik tesisat elemanlarının yalıtımsız olduğu, mevcut yalıtımı deforme olan boru hatlarının olduğu görülmüştür. Deforme olan boru hatları ve yalıtım ceketlerinin de tadilatının yapılması önerilmektedir.

Kazanlarda yaptığımız termal kamera ölçümlerine, kazan arka kapaklarının yalıtımsız olmasından dolayı gerçekleşen ısı kayıpları belirgin bir şekilde yansımıştır. Kazan arka kapaklarına uygulanacak ceket yalıtımı ile bu kayıpların giderilmesi önerilmektedir.

## **İklimlendirme ve Havalandırma Sistemi Önerileri**

Tesislerde aldığımız ölçüm sonucu CO<sub>2</sub> seviyesinin gün içerisinde ortalama 500 ppm dolaylarında seyrettiği, 700 ppm değeri üzerine çıkmadığı gözlemlenmiştir. Enerji verimliliği açısından klima santrallerine CO<sub>2</sub> kontrollü ihtiyaca dayalı havalandırma sistemlerinin kullanılmasını önermekteyiz.

Klima santrallerinde yapılan ölçümler sonuçlarına göre bazı santrallerin etiket debi değerlerini karşılamadığı görülmektedir. Yine enerji verimliliği açısından santrallerin debi değerlerini yakalayarak çalışması önem arz etmektedir. Klima santrallerinde gerekli kontrollerin yapılması ve hatalı olduğu tespit edilen noktaların iyileştirilmesi gerekmektedir.

Klima santrallerinde yapılan inceleme ve kontrol sonuçlarına göre bazı santrallerde kayışların kopuk- yıpranmış-zedelenmiş olduğu bazı santrallerde filtrelerin kirliliği olduğu görülmüştür. Zedelenmiş kayışların yenilenmesi ve tüm santrallerde kayış-kasnak kontrollerinin düzenli olarak yapılması, filtrelerin, hijyenik sebepler ve enerji verimliliği sebebi ile yıkanması veya değiştirilmesi önerilmektedir.

## **Soğutma Sistemi Önerileri**

Soğutma gruplarında yaptığımız ölçüm ve incelemeler sırasında kondenser peteklerinin deforme olduğu görülmüştür. Soğutma gruplarında periyodik bakımların daha düzenli ve detaylı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Soğutma grupları tesislerde güneş etkisi altında konumlandırılmıştır. Bu sebeple çevrede bulunan toz çöp kir vb. maddelerin serpantin peteklerine yapışması cihazların çalışmasına etki ederek soğutma verimini düşürmektedir. Cihaz etrafında bulunan tel örgüye file, branda vb. malzeme ile kaplanarak yabancı maddelerin serpantinlere girişi engellenebilir. Ayrıca grupların yaz aylarında güneş ışığına sürekli maruz kalmasından dolayı kondenser ısını faydalı bir şekilde dışarı

atamamakta, bu durum verim düşüşüne sebep olmaktadır. Soğutma gruplarının bulunduğu alanlara maksimum verim elde edecek şekilde güneş kırıcı dizayn edilmesini önermekteyiz.

### **Elektrik Sistemi Önerileri**

Enerjiyi yönetmek, enerjiyi izlemek ile başlar. İzleyemediğimiz enerjiyi yönetmek çok zorlaşır. Tesislerde enerji sadece faturalar üzerinden izlenmektedir. Tesislerin tamamında enerji izleme sisteminin kurulmasını önermekteyiz. Enerji izleme sistemi kurulumu ile elektrik, doğalgaz ve su tüketen farklı sistemler, günlük, saatlik hatta dakikalık bazda izlenebilecektir.

Tesis genelinde bulunan motorların etiket bilgileri alınarak detayları ile birlikte incelenmiş, verimlilik durumları ortaya çıkarılmıştır. Tespit edilen motorlardan öncelikli olarak IE1 Standart Verimli ve IE2 yüksek verimli Motorların, planlı değişim programı çerçevesinde veya arıza yapmaları durumunda IE3 Premium Verimli Motorlar ile değiştirilmesini önermekteyiz.

### **Aydınlatma Sistemi Önerileri**

Aydınlatma Sistemi incelendiğinde tesisler genelinde çoğunlukla floresan ve gömme spot tercih edildiği görülmektedir. Tesis aydınlatmasında kullanılan armatürlerin düşük enerji tüketimine sahip LED armatürlerle değiştirilmesi önerilmektedir.

Tesislerde, birçok alanda hareket sensörü kullanımı mevcuttur. Hareket sensörü olmayan alanlardan alınan meşguliyet ölçümleri ile bu alanlara uygulanacak sensör uygulaması ile elde edilecek tasarruf miktarının ortalama % 35-40 seviyelerinde olduğu görülmüştür. Tesiste, meşguliyetin az fakat aydınlatmanın açık olduğu alanlarda hareket sensörü kullanılmasını gerekmektedir.

Aşağıdaki tablolarda, tüm projeleri uygulandığında toplam tasarruf miktarını gösteren Enerji Tasarruf Oranları Tablosu, uygulanabilir projeler için özet tabloları

gösteren VAP Özet Tablosu ve Uygulama Planına göre hazırlanan Nakit Akışı Tablosu bulunmaktadır.

Tablonun yapısı gereği de tasarruf miktarları ve tutarları ve dolayısı ile emisyon miktarları tablonun sonunda alt alta toplanmaktadır. Genel Geri Ödeme Süresi de bu toplamlara göre hesap edilmektedir. Fakat biliyoruz ki hemen hemen tüm bu projeler birbirini etkilemektedir, yani tüm projeler uygulandığında toplam tasarruf miktarı bir miktar daha düşük çıkacaktır.

Proje uygulama planının altında hazırlanmış basit yıllık nakit akışına baktığımızda, toplam yatırım tutarı için aslında çok daha az bir ödeme gücüne sahip olmanın yeterli olacağı nakit akışı kısmında gözükmektedir. Ödemelerin diğer kısımları tasarruflardan sağlanan kaynak ile yapılabilir.

Tablo 3.188 VAP Özet Tablosu

| Tasarruf Miktarı |                  |                    | Yatırım Tutarı (TL) | Geri Ödeme Süresi (Yıl) |
|------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| Enerji (TEP/Yıl) | Maliyet (TL/Yıl) | CO2 Azalma Miktarı |                     |                         |
| 348.47           | 1606733          | 1882               | 2316500             | 1.44                    |

## KAYNAKÇA

Akkurt. G., Canbaba. O., Kuzgunkaya. E., Şahin. C., Turhan. C., Uluğ. A.(08-10 May.2014)

Enerji Verimliliği Fizibilite Çalışması: İzmir Narlıdere Huzurevi Yaşlı Bakım Ve Rehabilitasyon Merkezi Örneği

*XI. International Hvac+R Technology Symposium, Istanbul, 08-10 May, 2014, Turkish Society Of Hvac & Sanitary Engineers*

Kuleyin. B., Tezcan. Ö., (19- December.2017)

Energy Efficiency Approaches In European Seaports: A Document Analysis III. Ulusal Liman Kongresi

*Doi:10.18872/DEU.df.ULK.2017.014*

Li. L., Niu. L., Song. Y., Wang. D., Wang. W., Wang. B., Wei. Z., X. Wei. (2018)  
A Study Of City-Level Building Energy Efficiency Benchmarking

System For China

*Energy & Buildings 179 (2018) 1–14*

Blumberga. A., Blumberga. D., Cilinskis. E., Gravelsins. A., Svarckopfa. A. (2018)

Analysis of regulatory instruments promoting building energy efficiency  
*Institute of Energy Systems and Environment, Riga Technical University, Azenes iela 12/1, Riga, LV-1048, Latvia*

Bizer K., Runst. P., Ochsner. C., Thonipara. A. (2019)

Energy efficiency of residential buildings in the European Union – An exploratory analysis of cross-country consumption patterns

*Energy Policy 129 (2019) 1156–1167*

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2019). *Isıtma ve Soğutma Dereceleri*.

<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx>

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (2019). *Yenilebilir Enerji Enerjisi*.

<http://www.yegm.gov.tr>

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (2019). *Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası*.

<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Hamdi SÜNNETCİ

**Doğum Tarihi ve Yeri** : 19.05.1994 / İstanbul

**Medeni Hali** : Bekar

**E-posta** : hamdisunnetci@outlook.com

**Adres** : Yıldıztepe Mahallesi 477.Sokak No:11 D.4  
Bağcılar/İstanbul

**Adres İş** : -

**Telefon** : 0546 590 75 32

### ÖĞRENİM DURUMU

| Derece | Alan        | Okul/Üniversite                       | Mezuniyet Yılı |
|--------|-------------|---------------------------------------|----------------|
| Lisans | Makine Müh. | Gümüşhane Üniversitesi                | 2017           |
| Lise   | Sayısal     | Yahya Kemal Beyatlı<br>Anadolu Lisesi | 2012           |

### YABANCI DİL

İngilizce

### İŞ TECRÜBESİ

| Yıl               | Firma/Kurum          | Görevi           |
|-------------------|----------------------|------------------|
| 2017-Devam ediyor | İstanbul Enerji A.Ş. | Makine Mühendisi |

