



SETAŞ ENERJİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TINAZTEPE KAMPÜSÜ
İNŞAAT-ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMLERİ - İŞLETME FAKÜLTESİ
BİNALARI ENERJİ ETÜT RAPORU**

Hazırlayanlar

Adı Soyadı
Gülsüm Nilay TEKER
Ayşen YILMAZ

Sertifika No
BEP – 0244 / EY - 0575
BEP – 0275 / EY - 0574

HAZİRAN 2018

İÇİNDEKİLER

1. YÖNETİCİ ÖZETİ	1
1.1 BİNA BİLGİLERİ	5
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI	5
1.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI	6
1.4 ÇALIŞMANIN TARİHİ	6
1.5 ETÜT ÇALIŞMASINDA KULLANILAN CİHAZLAR VE ALINAN ÖLÇÜMLER	7
1.6 ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ	8
1.7 GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER	9
2. ENERJİ YÖNETİMİ	12
2.1 BİNA BİLGİLERİ	12
2.2 BİNANIN ENERJİ TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ	13
2.3 TÜKETİM ANALİZLERİ	19
2.4 ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMELERİ	25
2.5 ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ ÖNERİLER	26
3. BİNA ENERJİ PERFORMANSI	31
3.1 BİNA DURUMU (ENERJİ KİMLİK BELGESİ vb.)	31
3.2 MİMARİ YAPI	34
3.3 YAPI BİLEŞENLERİ, YAPI MALZEMELERİ, KONSTRÜKSİYON DETAYLARI	38
3.4 PENCERE VE CAM ALANLAR	43
3.5 ENERJİ KULLANIMI VE CO ₂ MİKTARI	43
4. ISITMA, İKLİMLENDİRME, HAVALANDIRMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİ	47
4.1 ISITMA SİSTEMİ (KAZAN, BRÜLÖR, TESİSAT, YALITIM, RADYATÖR VB.)	47
4.2 İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMİ	70
4.3 SOĞUTMA SİSTEMİ	73
4.4 TESİSAT (ISITMA, SOĞUTMA, İKLİMLENDİRME, HAVALANDIRMA, SIHHİ, ELEKTRİK VB.)	74
5. ELEKTRİK	80
5.1 ELEKTRİK ÜRETİM VE DAĞITIM SİSTEMİ	80
5.2 SATIN ALINAN ELEKTRİK ENERJİSİ (TARİFE ANALİZİ vb.)	93
5.3 TRANSFORMATÖRLER	93
5.4 ELEKTRİK MOTORLARI- POMPA- FAN vb.	93
5.5 AYDINLATMA	94
5.6 ELEKTRİKLİ CİHAZLAR ve OFİS EKİPMANLARI	99
5.7 BİNA OTOMASYON BİLGİLERİ	103

TABLolar

TABLO 1:Kullanılan Cihazlar ve Kalibrasyon Bilgileri	7
TABLO 2: 2017 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri.....	8
TABLO 3 : Önlemler, Tasarruf Miktarları Ve Uygulama Planları.....	9
TABLO 4 : 2017 Yılı Doğalgaz Ve Elektriğin TEP Cinsinden Tasarruf Miktarının Tüketimlerine Oranları.....	11
TABLO 5: 2017 Yılı Elektrik Tüketim Bilgileri	14
TABLO 6: 2017 Doğalgaz Tüketim Bilgileri	14
TABLO 7: 2017 Yılı Su Tüketim Bilgileri	15
TABLO 8: 2017 Yılı Toplam Enerji Tüketim Bilgileri	16
TABLO 9: Dokuz Eylül Üniversitesi 2017 Yılı Bilgileri	17
TABLO 10: HDD-CDD Başına Düşen Enerji Miktarları	18
TABLO 11: 2016 Yılı İzmir Isıtma ve Soğutma Derece Gün Tablosu.....	19
TABLO 12: 2017 Yılı Enerji Tüketim-HDD-CDD Bilgileri.....	20
TABLO 13: Binalara Ait CO ₂ Salım Miktarları	22
TABLO 14: Kişi ve Alan Başına CO ₂ Salımları Tablosu	23
TABLO 15: Karşılaştırma Yapılan Bina Bilgileri	24
TABLO 16: Binaya Ait Kullanım Alanı ve Hacim Bilgileri	35
TABLO 17: U Katsayısı Ölçüm Sonuçları	39
TABLO 18: Pencere Alanları.....	43
TABLO 19: Kapı Alanları.....	43
TABLO 20: Binalardaki Isıtma İhtiyacı.....	46
TABLO 21: Bina Yalıtımı Kazanç ve Geri Ödeme Süresi Hesabı	46
TABLO 22: İnşaat Mühendisliği Kazan Baca Gazı Ölçüm Sonuçları.....	48
TABLO 23: İşletme Kazan Baca Gazı Ölçüm Sonuçları.....	48
TABLO 24: İnşaat Mühendisliği Kazan Verim Artışı	69
TABLO 25: İşletme Kazan Verim Artışı	69
TABLO 26: İnşaat Mühendisliği Kazan İyileştirmesi Yıllık Tasarruf Miktarları	69
TABLO 27: İşletme Kazan İyileştirmesi Yıllık Tasarruf Miktarları	69
TABLO 28: Chiller Bilgileri Tablosu	73
TABLO 29 : Yerleşke Yalıtımsız Tesisat Bilgileri	76
TABLO 30: Harmonik Değerler	92
TABLO 31: Mevcut Pompa Bilgileri	93
TABLO 32: Mevcut Aydınlatma Bilgileri	95
TABLO 33: Değişimi Planlanan Mevcut Aydınlatma Armatürleri Yıllık Enerji Tüketimleri	96
TABLO 34: Aydınlatma Armatürleri Lüks Ölçümü	96
TABLO 35: LED Armatürlerin Yıllık Enerji Tüketimleri.....	97
TABLO 36: Kullanılan Elektrikli Cihazlar Listesi	99
TABLO 37: Elektrikli Cihaz Tüketim Değerleri	100
TABLO 38: Elektrikli Cihazların Stand By Tüketimleri Tablosu	101
TABLO 39: Elektrikli Cihazlarda Harcanan Tüketimin Toplam Tüketime Oranı	101
TABLO 40: Elektrikli Cihaz Stand-by Tüketimi CO ₂ Hesabı.....	102

GRAFİKLER

GRAFİK 1: 2017 Yılı Enerji Tüketimi ve Maliyet Dağılım Grafiği	8
GRAFİK 2: 2017 Yılı Aylık Su tüketim Miktar ve Maliyet Dağılım Grafiği	15

GRAFİK 3: 2017 Yılı Enerji Tüketimleri	16
GRAFİK 4: 2017 Yılı Kişi Başına Harcanan Enerji	17
GRAFİK 5: 2017 Yılı m ² Başına Harcanan Enerji	18
GRAFİK 6: 2017 Yılı kCal.m ² .HDD ve kCal.m ² .CDD Başına Harcanan Enerji Miktarları.....	19
GRAFİK 7: HDD – Harcanan Toplam Doğalgaz	20
GRAFİK 8: CDD – Harcanan Elektrik	21
GRAFİK 9: Isıtma Soğutma Toplam Derece Gün - Toplam Enerji.....	21
GRAFİK 10: Kişi Başına Düşen CO ₂ Salım Dağılım Grafiği	22
GRAFİK 11: Mevcut ve Yapılması Önerilen İyileştirmeler Sonucu Oluşacak Durum Kişi Başına CO ₂ Salımları	23
GRAFİK 12: Mevcut ve Yapılması Önerilen İyileştirmeler Sonucu oluşacak Durum Alan Başına CO ₂ Salımları	24
GRAFİK 13: Binalara göre Alan ve Kişi Başına düşen CO ₂ Emisyon Karşılaştırma Grafiği	24
GRAFİK 14: İnşaat-Çevre Fakültesi Gerilim Değerleri	82
GRAFİK 15: İnşaat-Çevre Fakültesi Akım Değerleri.....	83
GRAFİK 16: İnşaat-Çevre Fakültesi Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri	84
GRAFİK 17: İnşaat-Çevre Fakültesi Güç Grafiği.....	84
GRAFİK 18: İşletme Fakültesi 1.Bara Gerilim Değerleri	85
GRAFİK 19: İşletme Fakültesi 1.Bara Akım Değerleri.....	86
GRAFİK 20: İşletme Fakültesi 1.Bara Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri.....	87
GRAFİK 21: İşletme Fakültesi 1.Bara Güç Grafiği.....	87
GRAFİK 22: İşletme Fakültesi 2.Bara Gerilim Değerleri	88
GRAFİK 23: İşletme Fakültesi 2.Bara Akım Değerleri.....	89
GRAFİK 24: İşletme Fakültesi 2.Bara Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri.....	90
GRAFİK 25: İşletme Fakültesi 2.Bara Güç Grafiği.....	90
GRAFİK 26: İşletme Fakültesi Toplam Güç Grafiği.....	91

FOTOĞRAFLAR

FOTOĞRAF 1: İnşaat-Çevre Bölümleri Binası.....	12
FOTOĞRAF 2: İşletme Fakültesi Binası	13
FOTOĞRAF 3: Mevcut Durum Radyatör Görüntüsü.....	26
FOTOĞRAF 4: Radyatör Yerleştirme Enerji Kayıpları	28
FOTOĞRAF 5: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Görüntüsü	34
FOTOĞRAF 6: İşletme Fakültesi Bina Ön Görüntüsü	34
FOTOĞRAF 7: İşletme Fakültesi Bina Yan Görüntüsü	35
FOTOĞRAF 8: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü.....	36
FOTOĞRAF 9: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü-2	36
FOTOĞRAF 10: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü-3	36
FOTOĞRAF 11: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü-4	37
FOTOĞRAF 12: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Termal Kamera Görüntüsü	37
FOTOĞRAF 13: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Termal Kamera Görüntüsü-2.....	37
FOTOĞRAF 14: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Termal Kamera Görüntüsü-3.....	38
FOTOĞRAF 15: İnşaat Mühendisliği Kazan Fotoğrafı.....	47
FOTOĞRAF 16 : İşletme Kazan Fotoğrafı.....	47
FOTOĞRAF 17: İşletme Fakültesi Kazan Ön Yüzey Termal Görüntüsü	49
FOTOĞRAF 18: İşletme Fakültesi Kazan Arka Yüzey Termal Görüntüsü	49
FOTOĞRAF 19: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 Ön Yüzey Termal Görüntüsü.....	49
FOTOĞRAF 20: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 Arka Yüzey Termal Görüntüsü.....	50

FOTOĞRAF 21: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 Ön Yüzey Termal Görüntüsü.....	50
FOTOĞRAF 22: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 Arka Yüzey Termal Görüntüsü.....	50
FOTOĞRAF 23: Klima Santrali Görüntüsü	70
FOTOĞRAF 24: Klima Santrali Etiket Bilgisi	71
FOTOĞRAF 25: VRF Sistem Görüntüsü	71
FOTOĞRAF 26: VRF Sistem Etiket Görüntüsü.....	72
FOTOĞRAF 27: Chiller Görüntüsü.....	73
FOTOĞRAF 28 : Tesisat Görüntüsü	74
FOTOĞRAF 29 : Tesisat Görüntüsü	74
FOTOĞRAF 30 : Yalıtımsız Sıcak Su Tesisatı -1	75
FOTOĞRAF 31 : Yalıtımsız Sıcak Su Tesisatı -2	75
FOTOĞRAF 32: Yalıtımsız Sıcak Su Tesisatı -3	75
FOTOĞRAF 33: Bina Ana Dağıtım Panosu.....	80
FOTOĞRAF 34: Enerji Analizörü Bağlantısı.....	81
FOTOĞRAF 35: İnşaat-Çevre Fakültesi ADP Termal Kamera Görüntüsü	91
FOTOĞRAF 36: İşletme Fakültesi ADP-1 Termal Kamera Görüntüsü.....	91
FOTOĞRAF 37: İşletme Fakültesi ADP-2 Termal Kamera Görüntüsü.....	92
FOTOĞRAF 38: Pompa Motorları Etiket Görüntüsü.....	93
FOTOĞRAF 39: Pompa Etiket Görüntüsü	94
FOTOĞRAF 40: Mevcut Aydınlatma Armatür Görüntüsü	95
FOTOĞRAF 41: Radyatörlerde Termostatik Vana Uygulaması	104
FOTOĞRAF 42: Varlık Dedektörü Otomasyonu	106
FOTOĞRAF 43: Gün Işığı Dedektörü Otomasyonu	106
FOTOĞRAF 44: Merkezi ve Dağıtılmış Yapı	107
FOTOĞRAF 45: Bina Aydınlatma Otomasyon Sistemi.....	108

HESAPLAMALAR

HESAP 1: Radyatör Engeli İyileştirilmesi.....	29
HESAP 2: İşletme Bina Yapı Bileşenleri Isı İletim Katsayısı Örnek Hesabı	40
HESAP 3: İşletme Yalıtımlı Bina Yapı Bileşenleri Isı İletim Katsayısı Örnek Hesabı.....	42
HESAP 4: İşletme Fakültesi Mevcut Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Örnek Hesabı	44
HESAP 5: İşletme Fakültesi Yalıtımlı Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	45
HESAP 6: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 Mevcut Durum Verim Hesabı	51
HESAP 7: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 Mevcut Durum Verim Hesabı	54
HESAP 8: İşletme Kazan 1 Mevcut Durum Verim Hesabı	57
HESAP 9: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 İyileştirilmiş Durum Verim Hesabı.....	60
HESAP 10: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 İyileştirilmiş Durum Verim Hesabı.....	63
HESAP 11: İşletme Kazan 1 İyileştirilmiş Durum Verim Hesabı	66
HESAP 12: Yalıtımsız Tesisat Isı Kayıp Hesabı	77
HESAP 13: Yalıtımsız Tesisat Isı Kayıp Hesabı (Devamı).....	78
HESAP 14: Yalıtımsız Tesisat Toplam Kazanç Hesabı.....	79
HESAP 15: Aydınlatma Armatürleri LED Armatürler ile Değişim Hesabı	97
HESAP 16: İyileştirme Yatırım Maliyeti, Geri Ödeme Süresi	98
HESAP 17: Önerilen Aydınlatma Armatürleri LED Armatürler ile Değişim Hesabı	98
HESAP 18: Önerilen İyileştirme Yatırım Maliyeti, Geri Ödeme Süresi	98
HESAP 19: İyileştirme Sonucunda CO ₂ Kazancı Hesabı	99
HESAP 20: Elektrikli Cihaz Stand By Tüketimi Hesabı	102
HESAP 21: Elektrikli Cihaz Değişim Hesabı	102

ŞEKİLLER

ŞEKİL 1: Enerji Yönetim.....	29
ŞEKİL 2: Enerji Kimlik Belgesi Örneği	32
ŞEKİL 3: Aydınlatma Otomasyon Sistemi	105

KESİTLER

KESİT 1: İşletme Binası Duvar – Kolon Kesit Görüntüleri	39
KESİT 2: İşletme Binası Yalıtımlı Duvar Görüntüsü	41

REFERANS DEĞERLER TABLOSU

1. Kabul edilen elektrik ve yakıt alt ısıl değerleri aşağıdadır.

ENERJİ BİRİMİ	ALT ISIL DEĞER
1 kWh Elektrik	860 kCal
1 Sm ³ Doğalgaz	8250 kCal

2. Aralık 2017 yılı verilerine göre birim fiyat aşağıdadır. Bununla beraber GÖS (Geri Ödeme Süresi) hesaplamalarında 2017 yılının Aralık ayına ait birim fiyat kullanılmıştır.

ENERJİ BİRİMİ	MALİYET
1 kWh Elektrik	0,4091 TL
1 Sm ³ Doğalgaz	1,0974 TL

1 Sm³ Doğalgaz = 1,0974 TL

1kWh Doğalgaz = 0,1144 TL

3. CO₂ azalma miktarı aşağıdadır.

ENERJİ BİRİMİ	CO ₂
1 kWh Elektrik	0,478 Kg
1 kWh Doğalgaz	0,234 Kg

4. Kullanılan Döviz kurları aşağıdaki gibidir.

Dolar kuru	4,95	TL/\$
------------	------	-------

5. Yıllık çalışma saatleri:

Isıtma hesaplarında, kazan dairesinin yıllık çalışma programları dikkate alınarak kazanın ortalama çalışma süresi kullanılmıştır.

Elektrik hesaplarında ise binanın ve/veya cihazların günlük çalışma saati ile çalışma günleri esas alınarak her binanın/cihazın ayrı ayrı ortalama çalışma süreleri kullanılmıştır.

FORMÜLLER

1) Genel Hesaplar

$$TEP = (\text{Yakıt Tüketimi} \times \text{Kalorifik değer}) / 10^7$$

$$\text{Isıtma Der-Gün Başlı Harcanan Enerji (kCal/m}^2\text{.DG)} = \text{Tüketim} / (\text{m}^2 \times \text{HDD})$$

$$\text{Soğutma Der-Gün Başlı Harcanan Enerji (kCal/m}^2\text{.DG)} = \text{Tüketim} / (\text{m}^2 \times \text{CDD})$$

2) Tesisat/ Yalıtım hesaplamaları

$$\text{a) Uç Taşınım İle Kayıp} = 1,15 * \left(\frac{\text{Yüzey Sıcaklığı} - \text{Ortam Sıcaklığı}}{\text{Boru Dış Çapı}} \right)^{0,25}$$

$$\text{b) Ur Işınım İle Kayıp} = 5,67 * \text{Emissivite Katsayısı} * \left((\text{Yüzey Sıcaklığı})^2 + (\text{Ortam Sıcaklığı})^2 \right) * (\text{Yüzey Sıcaklığı} + \text{Ortam Sıcaklığı})$$

$$\text{c) Yalıtımsız Kayıp (W/m)} = U_c + U_r * ? * \text{Boru Dış Çapı} * (\text{Yüzey Sıcaklığı} - \text{Ortam Sıcaklığı})$$

$$\text{d) Yalıtımlı Kayıp (W/m)} = \frac{? * (\text{Yüzey Sıcaklığı} - \text{Ortam Sıcaklığı})}{\left(\frac{\ln \left(\frac{\text{Boru Dış Çapı} + 2 * \text{İzolasyon Kalınlığı}}{\text{Boru Dış Çapı}} \right)}{2 * \text{İzolasyon Isı İletkenlik Katsayısı}} \right) + \frac{1}{\text{uso} * (\text{Boru Dış Çapı} + 2 * \text{İzolasyon Kalınlığı})}}$$

3) Pompa Hesaplamaları

$$\text{a) Hidrolik Güç (P1)} = \frac{Q_v (\text{Lt/Sn}) * H_m (\text{m})}{101,936}$$

$$\text{b) Elektriksel Güç (P2)} = \frac{\text{Elektrik Mot. Çektiği Güç (W)}}{\text{Motor Verimi } (\eta)}$$

$$\text{c) Pompa Verimi } (\eta) = \frac{\text{Hidrolik Güç (P1)}}{\text{Elektriksel Güç (P2)}}$$

4) Fan Hesaplamaları

$$\text{a) Qdebi (m}^3\text{/h)} = (a (\text{m}) * b (\text{m})) * V (\text{m/sn}) * 3600$$

$$\text{b) Fan Verimi} = \frac{Q \text{ debi (m}^3\text{/h)} * \text{Basınç Farkı } (\Delta P)}{9,81} / \{3600 * 102 * \text{Elektriksel Güç (kw)}\}$$

5) Ekonomik Analiz

$$\text{GÖS} = M / F$$

$$F = \text{Yıllık Kazanç (TL)}$$

$$M = \text{Masraf (TL)}$$

$$\text{GÖS} = \text{Geri Ödeme süresi (yıl)}$$

KISALTMALAR

KISALTMALAR LİSTESİ	
Kısaltma	Açıklamalar
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
CO	: Karbonmonoksit
CO ₂	: Karbondioksit
NO	: Azotmonoksit
GÖS	: Geri Ödeme Süresi
⁰ C	: Derece Celcius
⁰ F	: Derece Fahrenheit
⁰ K	: Derece Kelvin (⁰ K= ⁰ C+273 ⁰ C)
μS	: mikrosiemens (1 μS=10 ⁻⁶ S)
ppm	: Milyonda Parça (1 ppm=10 ⁻⁶ s)
m ³	: metreküp
Sm ³	: Standart metreküp
m ²	: metrekare
m	: metre
T	: Ton
Kg	: Kilogram
Cal	: Kalori
kCal	: Kilokalori
AG	: Alçak Gerilim
YG	: Yüksek Gerilim
P	: Aktif Güç
S	: Görünür Güç
DHS	: Değişken Hız Sürücüsü
Q	: Reaktif Güç
W	: Watt
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
V	: Volt
A	: Amper
kV	: kilo volt
kVA	: kilo Volt Amper
kVAR	: kilo watt Amper Reaktif
TMŞ	: Termik Manyetik Şalter
HDD	: Isıtma Derece Gün
CDD	: Soğutma Derece Gün
Q	: Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
Q'	: Sınırlandırılan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
U	: Isı Geçirgenlik Katsayısı
h	: saat
TL	: Türk Lirası
HP	: Beygir Gücü

1. YÖNETİCİ ÖZETİ

CFCU/TR2013/0327.05.01-02/055 numaralı “İKLİM-DEU” akronimli “Community Capacity Building in Higher Education Against Climate Change: Managing Perceptions, Raising Awareness and Strengthening the Resilience” isimli Avrupa Topluluğu katılım öncesi mali yardım projesi kapsamında, Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat - Çevre bölümleri binası ve İşletme Fakültesi binası enerji etüt çalışması kapsamında incelenmiştir. İncelemelerde, mevcut kazanlar, sıcak tesisat hatları, soğutma ekipmanları, aydınlatma ekipmanları, elektrikli cihazlar ve otomasyon sistemlerine dikkat edilmiştir. Ayrıca binaya ait 2015, 2016 ve 2017 yılları enerji tüketim ve su tüketim bilgileri alınmıştır.

Bu çalışmamız ile binadaki enerjiyi daha verimli kullanabilmenin yolları aranmaktadır. Binada elektrik tüketiminin takip edilebilmesi açısından analizör kurularak izleme sistemi oluşturulmuştur. Kampüse gelen elektrik faturası direk rektörlük tarafına gönderildiğinden dolayı binalarda olan paylaşımların ne şekilde yapıldığı çok sağlıklı olmamaktadır. Bu nedenle binalarda bulunan enerji analizörlerinin belirli aralıklarda düzenli olarak okunması önem kazanmaktadır. Binalarda süzme sayaçların takılması ile her binanın enerji tüketimlerini sağlıklı bir şekilde takibizasyonun yapılması enerjiyi verimli kullanma adına yardımcı olacaktır.

Yakıt tüketimleri ise yıllık bazda alım olduğu için aylık olarak tüketimler takip edilememektedir. Tarafımıza verilen veriler yalnızca yakıt alımlarına ait bilgi olduğunun asıl kazan tüketimlerinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu da yakıt tüketimleri ile ilgili tam net değerlendirme yapılamamasına sebep olmaktadır. Kazana giren yakıtı ölçebilmek için monte edilecek bir sayaç ile yakıt tüketimleri takip edilebilecek, bu tüketimler ile ilgili analizler yapılarak verimlilik adımları daha net çıkartılabilecektir. Binalarda görevlendirilecek olan kazan görevlisinin düzenli olarak günlük ve ya haftada bir şekilde kazan tüketimlerini kaydetmesi tüketilen enerjinin miktarının aylık yıllık ne kadar olduğu bilgisine rahatlıkla ulaşılabilecektir.

Aynı şekilde su tüketim verileri incelendiğinde tarafımıza verilen excel verileri doğrultusunda incelenmiştir. İncelenen verilerin çok sağlıklı olmadığı tüketimlerin ay içerisinde orantısız ilerlediği tespit edilmiştir. Bu nedenle her binaya takılacak olan süzme sayaçlar ile her binanın ne kadar tüketildiği bilinip daha doğru yorum ve analizler yapılabilir.

5627 Sayılı Kanun yönetmeliğinin 9. Madde 2. Bendi gereği; toplam inşaat alanı en az yirmi bin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi beş yüz TEP ve üzeri olan ticari binaları ile toplam inşaat alanı en az on bin metrekare veya yıllık enerji tüketimi iki yüz elli TEP ve üzeri olan kamu kesimi binaların yönetimleri, enerji yönetimi faaliyetlerinin yürütülmesini temin etmek üzere, binalarındaki çalışanları arasından enerji yöneticisi sertifikasına sahip personelini enerji yöneticisi olarak görevlendirmelidir. Çalışanları arasında görevlendirmenin mümkün olmadığı hallerde, şirketler ile sözleşme yapılmak suretiyle hizmet alınır. Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat-Çevre Müh. Ve İşletme Bölümü binaları toplam inşaat alanı 25.080,20 m² dir.

Üniversitesi İnşaat-Çevre Müh. Ve İşletme Bölümü binalarının EKB belgesi bulunmamaktadır. Ülkemizdeki mevcut tüm binaların 2020 yılına kadar Enerji Kimlik Belgesi almaları kanunen gereklidir.

Yapılan incelemeler sonucunda binalarda ısı yalıtımının olmadığı tespit edilmiştir. Binalarda ısı yalıtımının yapılması ile öncelikli amaç olan ısı kaybının önüne geçilecek ve enerji tasarrufu sağlanacaktır. Ayrıca kampüste yeni yapılacak binaların ısı yalıtımlı yapılmasına dikkat edilerek, bina ısıtma ve soğutmasında harcanacak enerji miktarı düşürülebilmektedir. Yalıtımlı bölgelerin belli aralıklarla kontrol edilip, deforme olan kısımlarının tamir edilmesi, yapılmış olan iyileştirmenin ömrünü uzatacaktır.

Mevcut durumdaki kazanlarda yapılan incelemeler ve ölçümler sonucunda kazanlarda ekonomizer ve brülör ayarının olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca işletme bölümü kazan dairesinde; görevlendirilmiş bir personelin olmadığı görülmüştür. Yasal olarak ta sertifika sahibi şahısların kazan dairesinde çalıştırılması zorunlu olup; bu durumda iş güvenliği ve enerji verimliliği üst seviyede sağlanmış olacaktır. Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat-Çevre Müh. ve işletme bölümü binasının ısıtma sisteminde dış hava sıcaklık sensörü otomasyonu mevcuttur. Otomasyon sistemi ile kazanların mahal sıcaklıkları, dış hava sensörüne göre set ayarlarında değişiklikler yapılabilmektedir.

Mevcut durumdaki sıcak tesisat hatları incelendiğinde yalıtımsız bölgeler olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda yalıtımsız hatlara yapılacak olan yalıtım iyileştirmesi sonucunda yakıt enerjisinden tasarruf elde edilecektir.

İşletme ve İnşaat-Çevre fakülteleri binalarında kazanların sirkülasyon pompa sistemleri ve bu pompa sistemlerinin elektrik motorları mevcuttur. Pompaların çalışma basınçlarının da istenen düzeylerde olduğu gözlemlenmiştir. Böylece pompaların ideal çalışma noktalarında çalıştırıldığı tespit edilmiştir.

Binalarda kullanılan ofis ekipmanları ve elektrikli cihazların çalışma sistemleri ve sayısı incelenmiş, ekipmanların yıllık stand-by süresince elektrik tüketiminin olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca aydınlatma sistemleri koridorlarda hareket algılama dedektörleri kullanıldığı görülmüştür. İşletme binasında bulunan radyatörlerde uygulanabilecek otomasyon, termostatik radyatör vanası uygulamasıdır. İnşaat-Çevre Mühendisliği binasında termostatik vana kullanımı tespit edilmiştir. Termostatik radyatör vanasının görevi kombinin veya kazanın sürekli yanmasına engel olmaktır. Termostat vanayı kısınca ya da kapatınca, tesisat suyu ısını fazla kaybetmeden geri döneceği için kombi veya kazan gereksiz yere çalışmayacağından tasarruf sağlanacaktır

Binada toplam yapılması gereken iyileştirmeler raporun 1.7 bölümünde yer alacaktır. Bu bölümde ise, bu iyileştirmelerin mali ve CO₂ salım kazançlarından bahsedilecektir. Yapılacak iyileştirmeler geri ödeme sürelerini tamamlayıp maliyetlerini çıkardıktan sonra, yerleşkeye ek bir gelir kaynağı olacaktır. CO₂ salım kazançları hesaplanırken, referans değerler tablosunda verildiği gibi; 1 kWh elektrik = 0,478 Kg CO₂, 1kWh doğalgaz = 0,234 Kg CO₂ değerleri kullanılmıştır.

İnşaat- Çevre Mühendisliği binası toplam enerji tüketimleri sonucunda yıllık 363,27 Ton CO₂ salımı gerçekleştirmektedir. İşletme fakültesi binası toplam enerji tüketimi sonucunda yıllık 208,62 Ton CO₂ salımı gerçekleştirmektedir. Mevcut durumdaki binaların toplam enerji tüketimleri sonucunda; yıllık elektrik enerjisinden 291,83 Ton CO₂ salımı, yakıt enerjisinden 280,06 Ton CO₂ salımı gerçekleştirmektedir.

Yapılan araştırmalar neticesinde Türkiye İstatistik Kurumunun 2018 yılında yayınladığı verilere göre 2016 yılında kişi başına düşen CO₂ emisyon değeri 6,3 ton/kişi'dir. (Kaynak: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27675>)

Ayrıca Tema vakfının yapmış olduğu istatistiklere göre yetişkin 1 ağaç saatte 2,3 Kg CO₂ emer, 1,7 Kg O₂ üretir. Bir yetişkin ağaç günde 8 saat fotosentez yaptığı düşünülmektedir. Bunun sonucunda yetişkin bir ağaç bir yılda 6,7 Ton CO₂ tüketip, 4,96 Ton O₂ üretmektedir.

(Kaynak:http://tema.org.tr/web_149662_1/entitallfocus.aspx?primary_id=639&type=2&targ et=categori1&detail=single&sp_table=&sp_primary=&sp_table_extra=&openfrom=sortial http://nejatcelik.blogcu.com/karbon-karbondioksit-ve-global-isinma/3236446)

Dokuz Eylül Üniversitesi kampüsünde bulunan İşletme ve İnşaat- Çevre Mühendisliği binaları için ayrı ayrı CO₂ emisyon salımları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda her iki bina yılda 571 Ton CO₂ salımı yapmaktadır. Aşağıda sırasıyla binaların yapmış olduğu CO₂ salımlarına yaklaşık olarak karşılık gelen ağaç ve O₂ üretim miktarları verilmektedir.

İşletme Binası	31,06	Ağaç	154,19	ton O ₂ üretimi
İnşaat Binası	54,09	Ağaç	268,51	ton O ₂ üretimi
Toplam	248,65	Ağaç	1.234,28	ton O ₂ üretimi

Önerilmekte olan iyileştirme projelerinin tümünün uygulanması sonucu, İnşaat-Çevre Mühendisliği binasında yıllık 141,89 Ton, İşletme Fakültesi binasında ise yıllık 106,29 Ton CO₂ salım kazancı öngörülmüştür. İki binada toplam yıllık 248,18 Ton CO₂ salım kazancı elde edilip, toplam CO₂ salımın %43,40'ı azalım gösterecektir. Yeni durumda oluşacak olan CO₂ salımı; İnşaat-Çevre Mühendisliği binasında 221,38 Ton, İşletme Fakültesi binasında 102,33 Ton olup, toplam CO₂ salımı 323,71 Ton olacaktır.

Yapılan araştırmalar neticesinde Türkiye İstatistik Kurumunun 2018 yılında yayınladığı verilere göre 2016 yılında kişi başına düşen CO₂ emisyon değeri 6,3 ton/kişi'dir.

Yapılan ölçüm ve incelemeler sonucunda yapılması önerilen enerji verimliliği tasarruf miktarları maliyetleri ve bu iyileştirmelerin yatırım maliyetleri ile geri ödeme süresi bilgileri verilmiştir.

- Radyatör engeli iyileştirilmesi sonucunda; yıllık tasarruf miktarı 911,26 Sm³ (0,75 TEP) olmaktadır. Yıllık maliyet kazancı ise 1.000,02 TL olmaktadır. Yapılacak olan iyileştirmenin yatırım maliyeti olmayıp, kaybın tamamının kazanç olacağı ve geri ödeme süresinin derhal olacağı öngörülmüştür. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 2,05 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

- Binalarda yapılan ölçüm ve incelemeler sonucunda; yalıtım iyileştirmesi ve pencere değişim sonucunda elde edilecek olan yıllık enerji tasarrufu 83.886,77 Sm³ (69,21 TEP) olmaktadır. Tasarrufun mali açıdan karşılığı yıllık 92.057,35 TL olmaktadır. İyileştirmenin yatırım maliyeti 587.588,93 TL olup geri ödeme süresi 6,38 yıl olmaktadır. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 188,31 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

- İnşaat- Çevre Mühendisliği binası kazan brülör iyileştirmesi sonucunda yıllık 3.503,87 Sm³ (2,89 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 3.845,15 TL'dir. İyileştirmenin yatırım maliyeti 944,00 TL olup, geri ödeme süresi 0,25 (yaklaşık 3 ay) yıldır. İyileştirme sonucunda yıllık 7,87 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- İşletme Fakültesi binası kazan brülör iyileştirmesi sonucunda yıllık 1.072,02 Sm³ (0,88 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 1.176,44 TL'dir. İyileştirmenin yatırım maliyeti 472,00 TL olup, geri ödeme süresi 0,40 (yaklaşık 4,5 ay) yıldır. İyileştirme sonucunda yıllık 2,41 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- İşletme bölümünde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda yalıtımsız tesisat hatlarının yalıtım iyileştirmesi sonucunda yıllık; 1.984,25 Sm³ (1,64 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 2.177,51 TL'dir. İyileştirmenin yatırımın maliyeti 1.841,39 TL olup, geri ödeme süresi 0,85 (yaklaşık 10 ay) yıldır. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 4,45 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- İnşaat-Çevre Müh. binasında yapılan ölçüm ve analizler sonucunda yalıtımsız tesisat hatlarının yalıtım iyileştirmesi sonucunda yıllık; 3.428,47 Sm³ (2,83 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 3.762,40 TL'dir. İyileştirmenin yatırımın maliyeti 3.093,37 TL olup, geri ödeme süresi 0,82 (yaklaşık 9,5 ay) yıldır. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 7,70 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- Mevcut aydınlatma armatürlerinin LED armatürler ile değişimi sonucunda yıllık 61.015,50 kWh (5,25 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 24.961,44 TL'dir. İyileştirmenin yatırım maliyeti 166.957,58 TL olup; iyileştirmenin geri ödeme süresi 6,69 yıl olmaktadır. İyileştirme sonucunda yıllık 29,17 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

- Elektrikli cihazların stand-by enerji tüketimlerinin iyileştirilmesi sonucunda yıllık 13.045,61 kWh (1,12 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 5.336,96 TL olmaktadır. Yatırımın maliyetsiz olup geri ödeme süresi derhal olmaktadır. İyileştirme sonucunda yıllık 6,24 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

1.1 BİNA BİLGİLERİ

1. Binanın Adı	: Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat-Çevre Müh. Ve İşletme Bölümü Binaları
2. İnşaa Yılı	: 1997-1999
3. Kullanım Amacı	: Eğitim Binası
4. Kapalı Hacim (m ³)	: 81.823,28
5. İnşaat Alanı (m ²)	: 6.124,13
6. Kullanım Alanı (m ²)	: 25.080,20
7. Yıllık Isıtma Derece Gün Sayısı	: 985
8. Yıllık Soğutma Derece Gün Sayısı	: 687
9. Isıtma/Soğutma Sistemi	: Kazan / Chiller, Split Klima, Klima Sant.(İşletme F.)
10. Yalıtım Durumu	: Yok
11. Çalışan Sayısı	: 4220 Kişi Öğrenci, 247 Kişi Personel
12. İli	: İzmir
13. Bina Sahibi, Yöneticisi veya Sorumlusu	: Muharrem ÖZDEMİR (İşletme F.) - Zafer Yılmaz ŞAYIR (İnşaat - Çevre F.)
13.1. Posta Adresi	: -
13.2. Telefon No	: 0232 301 72 07
13.3. Faks No	: 0232 301 72 10
13.4. Elektronik Posta Adresi	: zafer.sayir@deu.edu.tr- muharrem.ozdemir@deu.edu.tr
14. Görevlendirilen / Hizmet Alınan Enerji Yöneticisi	: -
14.1. Sertifika No	: -
14.2. Telefon No (İş/Gsm)	: -
14.3. Faks No	: -
14.4. Elektronik Posta Adresi	: -
15. Toplam Yıllık Ortalama Enerji Tüketimi (TEP)	177,79
Yıllar	Tüketimler (TEP)
2017	155,43
2016	177,95
2015	199,99

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışmamızın amacı, binalarda kullanılan enerji kaynaklarını konfor şartlarını değiştirmeden daha verimli bir şekilde kullanabilme yollarını aramaktır. Etüt raporunda enerji giderlerinin azaltılması için yapılacak iyileştirmelerin yatırımları, enerji verimliliği miktarları, oranları ve bu yatırımların geri ödeme süreleri (GÖS) sunulmuştur.

Bu çalışma ile Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe kampüsünde ilgili binaların enerji performansı ölçülmüş ve enerji tüketimlerinin minimuma indirilmesi için gerekli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma, hizmet kalitesinden ödün vermeden enerji maliyetlerini düşürmeyi amaçlamaktadır.

Enerjimizin verimli kullanılmaması sebebiyle "Enerji Tasarruf Potansiyeli" çok fazla olan bir ülkeyiz. Verimli kullanılmayan enerji; israf edilen bir enerji kaynağıdır. Yapılacak olan yatırımlarla, bu enerji kaynağını kullanarak okulumuza hizmet kalitesinden ödün vermeden maliyetlerini düşürebilme yeteneği kazandıracaktır.

Bir başka önemli nokta ise sosyal bir sorumluluk olarak gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakabilmemizdir. Enerji tüketimimizi minimum seviyeye indirmek, CO₂ salımlarımızı da minimum seviyeye indirecektir. Böylece günümüzün en büyük sorunlarından biri olan iklim değişikliği ile mücadelede büyük yol kat etmiş olacağız.

1.3. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

CFCU/TR2013/0327.05.01-02/055 numaralı "İKLİM-DEU" akronimli "Community Capacity Building in Higher Education Against Climate Change: Managing Perceptions, Raising Awareness and Strengthening the Resilience" isimli Avrupa Topluluğu katılım öncesi mali yardım projesi kapsamında, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca/ Tınaztepe Kampüsündeki İnşaat ve Çevre Mühendisliği bölümleri ortak binası ile İşletme Fakültesi binası olmak üzere toplam 2 adet binada; bina enerji performansını belirleyebilmek amacıyla; binanın mimari yapısı, fiziksel durumu, yapı bileşenleri, yapı malzemeleri, konstrüksiyon detayları, pencere ve cam alanlar ve enerji kullanımı ve CO₂ miktarı belirlenmiş, duvarlardan U katsayısı ölçümü yapılmıştır. Binaların enerji tüketimleri ve su tüketim bilgileri alınarak incelenmiştir.

Mevcut durumdaki kazanlarda baca gazı analiz ölçümleri yapılarak kazan verimleri tespit edilmiştir. Mevcut durumdaki iklimlendirme havalandırma sistemleri ve soğutma sistemlerinde mevsimsel nedenlerden dolayı ölçüm yapılmamıştır.

Ayrıca enerji tüketen cihazların çalışma şartlarının tespiti yapılmıştır. Yerleşkede bina ve tesisat yalıtımları, ısıtma-soğutma sistemi, aydınlatma ekipmanları ve enerji girdileri incelenmiştir. Panolardan enerji analizörleri ile ölçümler alınmıştır.

1.4. ÇALIŞMANIN TARİHİ

CFCU/TR2013/0327.05.01-02/055 numaralı "İKLİM-DEU" akronimli "Community Capacity Building in Higher Education Against Climate Change: Managing Perceptions, Raising Awareness and Strengthening the Resilience" isimli Avrupa Topluluğu katılım öncesi mali yardım projesi kapsamında; 26.02.2018 tarihinde başladığımız etüt çalışmaları Mayıs ayında bitirilmiştir.

1.5. ETÜT ÇALIŞMASINDA KULLANILAN CİHAZLAR VE ALINAN ÖLÇÜMLER

Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe Kampüsü iliği binalarda enerji verimliliği çalışmaları sırasında kullanılan cihazların bilgileri ve kalibrasyon tarihleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

TABLO 1:Kullanılan Cihazlar ve Kalibrasyon Bilgileri

Ölçüm Konusu	Ölçüm Yapılacak Cihaz Adı, Markası ve Modeli	Cihaz		Prob		Kalibrasyon			
		Tip	Seri No:	Model:	Seri No:	Firma	Menşei	Tarih	Geçerlilik
Bacağazı									
Baca Gazı Analizi	MRU, OPTİMA 7 Ölçüm Cihazı, O2	Bacağazı Ölçüm Cihazı	305534	O ₂ -CO-NO Sensörleri	-	Testo	TÜRKAK	23.11.2017	23.11.2018
				Sıcaklık Probu	T1	MMO Kalmem	TÜRKAK	7.11.2017	7.11.2018
				Sıcaklık Probu	T2	MMO Kalmem	TÜRKAK	7.11.2017	7.11.2018
				Fark Basınç Probu	305534	MMO Kalmem	TÜRKAK	10.11.2017	10.11.2018
Isı / Sıcaklık Görüntüleme									
Termal Görüntüleme	FLIR, E6	Termal Kamera	63911861	Prob Yok		Penta Otomasyon	TÜRKAK	13.4.2017	13.4.2018
Termal Görüntüleme	FLIR, E40	Termal Kamera	49028259	Prob Yok		Penta Otomasyon	TÜRKAK	20.7.2017	20.7.2018
Isıl Geçirgenlik									
İç Ortam Sıcaklık	KIMO, TM200 Ölçüm Cihazı, ska110	Göstergeli Sıcaklık Ölçer	11105216	SKA 110	E001323	MMO Kalmem	TÜRKAK	7.11.2017	7.11.2018
Duvar Sıcaklık	KIMO, TM200 Ölçüm Cihazı, Thermocouple (fk-pfa)			FK - PFA - 2 -MM	E001320	MMO Kalmem	TÜRKAK	7.11.2017	7.11.2018
Duvar Sıcaklık	KIMO, TM200 Ölçüm Cihazı, Thermocouple (fk-pfa)			FK - PFA - 2 -MM	E001321	MMO Kalmem	TÜRKAK	7.11.2017	7.11.2018
Duvar Sıcaklık	KIMO, TM200 Ölçüm Cihazı, Thermocouple (fk-pfa)			FK - PFA - 2 -MM	E001322	MMO Kalmem	TÜRKAK	7.11.2017	7.11.2018
Sıcaklık									
Kanal İçi Ortam	Delta Ohm, DO9847 Ölçüm Cihazı, Nem Sıcaklık Probu	Sıcaklık Nem Ölçer	11013468	HP474AC R	12030489	MMO Kalmem	Türkak	8.11.2017	8.11.2018
Elektrik Enerjisi									
Enerji Tüketimleri (kWh, kVAh, kVArh) Orta Gerilim Dahil	HIOKI, PW3198 Ölçüm Cihazı, (9667, 9694) Problemleri	Enerji Analizörü	120916099	Akım, Gerilim Klempleri		MMO Kalmem	TÜRKAK	10.11.2017	10.11.2018
Enerji Tüketimleri (kWh, kVAh, kVArh) Orta Gerilim Dahil	HIOKI, PW 3360-21 Ölçüm Cihazı, (9669) Problemleri	Enerji Analizörü	140130143	Akım, Gerilim Klempleri		AYER	TÜRKAK	20.4.2017	20.4.2018
Aydınlatma									
Aydınlık Seviyesi	Delta Ohm, DO9847 Ölçüm Cihazı	Işık Şiddeti	11013473	LP 471	13027232	PROTOS	TÜRKAK	9.11.2017	9.11.2018

		Ölçüm Cihazı							
Ortam Ölçümleri									
O ₂ Seviyesi Ölçer	İndustrial Scientific GasBadge Pro	O ₂ Seviyesi Ölçer	16040 Y0-001	Prob Yok		Penta Otomasyon	Penta Otomasyon	13.2.2018	13.2.2019
CO ₂ Seviyesi Ölçer	Extech CO250	CO ₂ Seviyesi Ölçer	101179 96	Prob Yok		Üretici	Üretici	13.2.2018	13.2.2019

1.6. ENERJİ TÜKETİMLERİ VE MALİYETLERİ

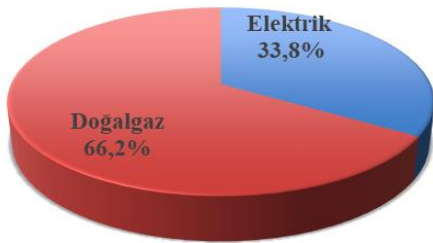
TABLO 2: 2017 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri

ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	% Toplam	TL	% Toplam	TL / TEP
Elektrik	610.526,00	kWh	52,51	33,8%	249.737,54	64,6%	4.756,43
Yakıt	124.759,71	Sm ³	102,93	66,2%	136.908,38	35,4%	1.330,15
TOPLAM			155,43	100,00%	386.645,92	100,00%	
Su	28.561,00	m ³	-	-	277.126,68	-	-

Binada enerji kaynağı olarak ısıtma amaçlı doğalgaz, soğutma amaçlı elektrik enerjisi kullanılmaktadır. TABLO 2’de 2017 yılı tüketim değerleri alınmıştır. TABLO 2 incelendiğinde 2017 yılında elektrik tüketimi 52,51 TEP iken doğalgaz tüketimi 102,93 TEP olduğu görülmektedir. Elektrik tüketimi toplam enerjinin %33,8’lik kısmını, doğalgaz tüketimi %66,2’lik kısmını oluşturmaktadır. Maliyet bakımından incelendiğinde 2017 yılında 249.737,54 TL elektrik, 136.908,38 TL doğalgaz bedelleri ödenmiştir. Toplam maliyetlere bakıldığında %64,6 elektrik, %35,4 doğalgaza aittir. Ayrıca 1 TEP elektrik enerjisinin maliyeti 4.756,43 TL, 1 TEP doğalgaz enerjisinin maliyeti 1.330,15 TL’dir.

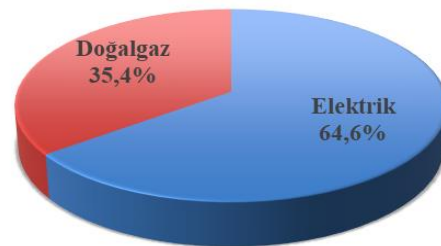
Ayrıca alınan bilgiler doğrultusunda 2017 yılında toplam 28.561,00 m³ su tüketimi gerçekleşmiştir. Bu tüketim karşılığında yıllık 277.126,68 TL maliyet ödenmiştir.

Yakıt-Elektrik TEP



■ Elektrik ■ Yakıt

Yakıt-Elektrik Maliyet



■ Elektrik ■ Yakıt

GRAFİK 1: 2017 Yılı Enerji Tüketimi ve Maliyet Dağılım Grafiği

GRAFİK 1'e bakılacak olur ise TEP cinsinden elektrik tüketimi, toplam tüketimin %33,8'lik kısmını oluşturmaktadır. İşletmedeki doğalgaz tüketimine bakılacak olunursa toplam tüketimin %66,2'lik kısmını oluşturmaktadır. Maliyet açısından incelenecek olursa elektrik tüketimi %64,6'lık kısmını, doğalgaz tüketimi toplam maliyetin %35,4'lük kısmını oluşturmaktadır.

İnşaat- Çevre Mühendisliği binası toplam enerji tüketimleri sonucunda yıllık 363,27 Ton CO₂ salımı gerçekleştirmektedir. İşletme fakültesi binası toplam enerji tüketimi sonucunda yıllık 208,62 Ton CO₂ salımı gerçekleştirmektedir. Mevcut durumda toplamda yıllık 571,89 Ton CO₂ salım gerçekleşmektedir.

Önerilmekte olan iyileştirme projelerinin tümünün uygulanması sonucu, İnşaat-Çevre Mühendisliği binasında yıllık 141,89 Ton, İşletme Fakültesi binasında ise yıllık 106,29 Ton CO₂ salım kazancı öngörülmüştür. Yeni durumda oluşacak olan CO₂ salımı; İnşaat-Çevre Mühendisliği binasında 221,38 Ton, İşletme Fakültesi binasında 102,33 Ton olup, toplam CO₂ salımı 323,71 Ton olacaktır.

1.7. GENEL BULGULAR VE ÖNERİLER

Yapılması gereken iyileştirmeler 3'e ayrılmaktadır. Bunlardan ilki basit işletme önlemleri denilen çok az bir masrafla veya hiç masrafsız ve 1 yıldan az geri ödeme süresi olan uygulamalardır. İkincisi küçük ve orta ölçekli yatırımlar denilen geri ödeme süresi 1-2 yıl arası olan uygulamalardır. Üçüncüsü ise; uzun ölçekli yatırımlar olup geri ödeme süresi 2-5 yıl arası olan uygulamalardır. Büyük ikame projeleri ise geri ödeme süresi 5 yılı aşan projelerdir.

TABLO 3 : Önlemler, Tasarruf Miktarları Ve Uygulama Planları

Önlemler	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma miktarı	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı
		Miktar	Orj. Br	TEP/YI	TL/Yıl	Ton/Yıl	TL/Yıl	Yıl	Vade
Radyatör Engeli İyileştirmesi	Doğalgaz	911,26	Sm3	0,75	1.000,02	2,05	-	-	Derhal
Binaların Yalıtım ve Pencere Değişim İyileştirmesi	Doğalgaz	83.886,77	Sm3	69,21	92.057,35	188,31	587.588,93	6,38	Uzun Vade
İnşaat-Çevre Mühendisliği Binası Kazan Brülör Ayar İyileştirmesi	Doğalgaz	3.503,87	Sm3	2,89	3.845,15	7,87	944,00	0,25	Kısa Vade
İşletme Mühendisliği Binası Kazan Brülör Ayar İyileştirmesi	Doğalgaz	1.072,02	Sm3	0,88	1.176,44	2,41	472,00	0,40	Kısa Vade
İşletme Bölümü Tesizat Yalıtım İyileştirmesi	Doğalgaz	1.984,25	Sm4	1,64	2.177,51	4,45	1.841,39	0,85	Kısa Vade

İnşaat-Çevre Müh. Tesisat Yalıtım İyileştirmesi	Doğalgaz	3.428,47	Sm ³	2,83	3.762,40	7,70	3.093,37	0,82	Kısa Vade
Mevcut Aydınlatma Armatürlerinin LED Armatürler ile Değişim İyileştirmesi	Elektrik	61.015,50	kWh	5,25	24.961,44	29,17	166.957,58	6,69	Uzun Vade
Elektrikli Cihazların Stand-by Tüketimlerinin İyileştirilmesi	Elektrik	13.045,61	kWh	1,12	5.336,96	6,24	-	-	Derhal
TOPLAM				84,57	134.317,26	248,18	760.897,27		

Yapılan ölçüm ve incelemeler sonucunda öngörülmekte olan iyileştirmeler yukarıdaki tabloda verilmiştir. Önerilmekte olan bu iyileştirmelerden kısaca bahsedilecek olunursa;

- Radyatör engeli iyileştirilmesi sonucunda; yıllık yakıt kaybı 911,26 Sm³ (0,75 TEP) olmaktadır. Yıllık enerji maliyet kaybı ise; 1.000,02 TL olmaktadır. Yapılacak olan iyileştirmenin yatırım maliyeti olmayıp, kaybın tamamının kazanç olacağı ve geri ödeme süresinin derhal olacağı öngörülmüştür. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 2,05 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

- Binalarda yapılan ölçüm ve incelemeler sonucunda; yalıtım iyileştirmesi ve pencere değişim sonucunda elde edilecek olan yıllık enerji tasarrufu 83.886,77 Sm³ (69,21 TEP) olmaktadır. Tasarrufun mali açıdan karşılığı yıllık 92.057,35 TL olmaktadır. İyileştirmenin yatırım maliyeti 587.588,93 TL olup geri ödeme süresi 6,38 yıl olmaktadır. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 188,31 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

- İnşaat- Çevre Mühendisliği binası kazan brülör iyileştirmesi sonucunda yıllık 3.503,87 Sm³ (2,89 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 3.845,15 TL'dir. İyileştirmenin yatırım maliyeti 944,00 TL olup, geri ödeme süresi 0,25 (yaklaşık 3 ay) yıldır. İyileştirme sonucunda yıllık 7,87 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- İşletme Fakültesi binası kazan brülör iyileştirmesi sonucunda yıllık 1.072,02 Sm³ (0,88 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 1.176,44 TL'dir. İyileştirmenin yatırım maliyeti 472,00 TL olup, geri ödeme süresi 0,40 (yaklaşık 4,5 ay) yıldır. İyileştirme sonucunda yıllık 2,41 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- İşletme bölümünde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda yalıtımsız tesisat hatlarının yalıtım iyileştirmesi sonucunda yıllık; 1.984,25 Sm³ (1,64 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 2.177,51 TL'dir. İyileştirmenin yatırımın maliyeti 1.841,39 TL olup, geri ödeme süresi 0,85 (yaklaşık 10 ay) yıldır. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 4,45 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- İnşaat-Çevre Müh. binasında yapılan ölçüm ve analizler sonucunda yalıtımsız tesisat hatlarının yalıtım iyileştirmesi sonucunda yıllık; 3.428,47 Sm³ (2,83 TEP) tasarruf elde edilecektir.

Tasarrufun mali açıdan karşılığı 3.762,40 TL'dir. İyileştirmenin yatırımın maliyeti 3.093,37 TL olup, geri ödeme süresi 0,82 (yaklaşık 9,5 ay) yıldır. Ayrıca iyileştirme sonucunda yıllık 7,70 Ton CO₂ salımı kazancı elde edilmektedir.

- Mevcut aydınlatma armatürlerinin LED armatürler ile değişimi sonucunda yıllık 61.015,50 kWh (5,25 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 24.958,44 TL'dir. İyileştirmenin yatırım maliyeti 166.957,58 TL olup; iyileştirmenin geri ödeme süresi 6,69 yıl olmaktadır. İyileştirme sonucunda yıllık 29,17 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

- Elektrikli cihazların stand-by enerji tüketimlerinin iyileştirilmesi sonucunda yıllık 13.045,61 kWh (1,12 TEP) tasarruf elde edilecektir. Tasarrufun mali açıdan karşılığı 5.336,96 TL olmaktadır. Yatırımın maliyetsiz olup geri ödeme süresi derhal olmaktadır. İyileştirme sonucunda yıllık 6,24 Ton CO₂ salım kazancı elde edilmektedir.

Tespit edilen iyileştirmeleri geri ödeme sürelerine göre sıralamak gerekirse,

Derhal olan iyileştirmeler ile toplamda 1,87 TEP (1,21%) enerji azalımı, 8,28 Ton (1,45%) CO₂ salımı azalımı sağlanacaktır.

Kısa vade yapılması gereken iyileştirmeler ile toplamda 8,24 TEP (5,30%) enerji azalımı, 22,42 Ton (3,92%) CO₂ salımı azalımı sağlanacaktır.

Uzun vade yapılması gereken iyileştirmeler ile toplamda 74,45 TEP (47,90%) enerji azalımı, 217,47 Ton (38,03%) CO₂ salımı azalımı sağlanacaktır.

TABLO 4 : 2017 Yılı Doğalgaz Ve Elektrik TEP Cinsinden Tasarruf Miktarının Tüketimlerine Oranları

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı			Enerji Tasarruf Oranı (%)
	Miktar	Enerji	Maliyet	
	(..... / Yıl)	(TEP / Yıl)	(TL / Yıl)	
Elektrik (kWh)	74.061,11	6,37	30.298,40	12,13%
Doğalgaz (Sm ³)	94.786,64	78,20	104.018,86	75,98%
Toplam		84,57	134.317,26	

Binalarda yapılan ölçüm ve incelemeler sonucunda elektrik enerjisinde oluşacak olan tasarruf oranı %12,13'dür. Yakıt enerjisinde elde edilecek olan tasarruf oranı ise; %75,98'dir. Ayrıca inceleme yapılan binalar mevcutta 571,89 Ton CO₂ salımı yaparken, iyileştirmeler ile 248,18 Ton CO₂ (43,40%) salım azalımı sağlanacaktır.

2. ENERJİ YÖNETİMİ

2.1. BİNA BİLGİLERİ

Kuruluş Tarihi	: 1997-1999
İnşaa Yılı	: 1997-1999
Yeri	: İzmir
Sermaye Şekli	: Eğitim
Hizmet Şekli	: Kamu
Hizmet Süresi	: 19-21 yıl
Çalışan Sayısı	: 4220 kişi öğrenci, 247 kişi personel
Ağırlıklı Enerji Türü	: Elektrik, Doğalgaz

Aşağıda binanın karşıdan görüntüsünün resmi verilmektedir.



FOTOĞRAF 1: İnşaat-Çevre Bölümleri Binası



FOTOĞRAF 2: İşletme Fakültesi Binası

2.2. BİNANIN ENERJİ TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ

Kampüs içerisinde, CFCU/TR2013/0327.05.01-02/055 numaralı “İKLİM-DEU” akronimli “Community Capacity Building in Higher Education Against Climate Change: Managing Perceptions, Raising Awareness and Strengthening the Resilience” isimli Avrupa Topluluğu katılım öncesi mali yardım projesi kapsamında, enerji verimliliği etüt çalışması yapılan binaların enerji tüketimleri ve su tüketimleri incelenmiştir. Alınan bilgiler ışığında elektrik ve su tüketimlerinde tek bir abonelik olduğu kampüse tek fatura geldiği bilgisi alınmıştır. Binalara ait elektrik dağılımı trafolarla bağlanmış olan enerji analizör bilgilerine göre yapılmaktadır. Yerleşke personelleri tarafından okunan değerler kaydedilip, toplam kampüse gelen faturadan birim fiyat elde edilerek maliyet çıkartılmaktadır. Kampüs içerisinde tüketilen yakıt kartlı sistem ile sağlanmaktadır. Bu nedenle aylık yakıt tüketimleri bulunmamaktadır. Aylık yakıt tüketimlerine; alınan kredi miktarlarına bakılarak harcanan miktarlar elde edilmiştir.

TABLO 5: 2017 Yılı Elektrik Tüketim Bilgileri

Dokuz Eylül Üniversitesi 2017 Yılı Elektrik Tüketim Bilgileri				
Aylar	Tüketim		Maliyet (TL)	
	Satın Alınan		Satın Alınan	Toplam
	kWh	TEP		
Ocak	56.057,00	4,82	22.930,29	22.930,29
Şubat	47.332,00	4,07	19.361,30	19.361,30
Mart	49.348,00	4,24	20.185,95	20.185,95
Nisan	47.279,00	4,07	19.339,62	19.339,62
Mayıs	39.967,00	3,44	16.348,62	16.348,62
Haziran	17.862,00	1,54	7.306,51	7.306,51
Temmuz	95.208,00	8,19	38.945,13	38.945,13
Ağustos	63.044,00	5,42	25.788,34	25.788,34
Eylül	35.622,00	3,06	14.571,29	14.571,29
Ekim	56.815,00	4,89	23.240,35	23.240,35
Kasım	50.164,00	4,31	20.519,74	20.519,74
Aralık	51.828,00	4,46	21.200,40	21.200,40
Toplam	610.526,00	52,51	249.737,54	249.737,54

TABLO 5’te yer alan bilgiler; İnşaat-Çevre Mühendisliği bölümleri ve İşletme fakültesi binalarına ait 2017 yılında aylık tüketilen elektrik sayaç bilgileridir.

TABLO 6: 2017 Doğalgaz Tüketim Bilgileri

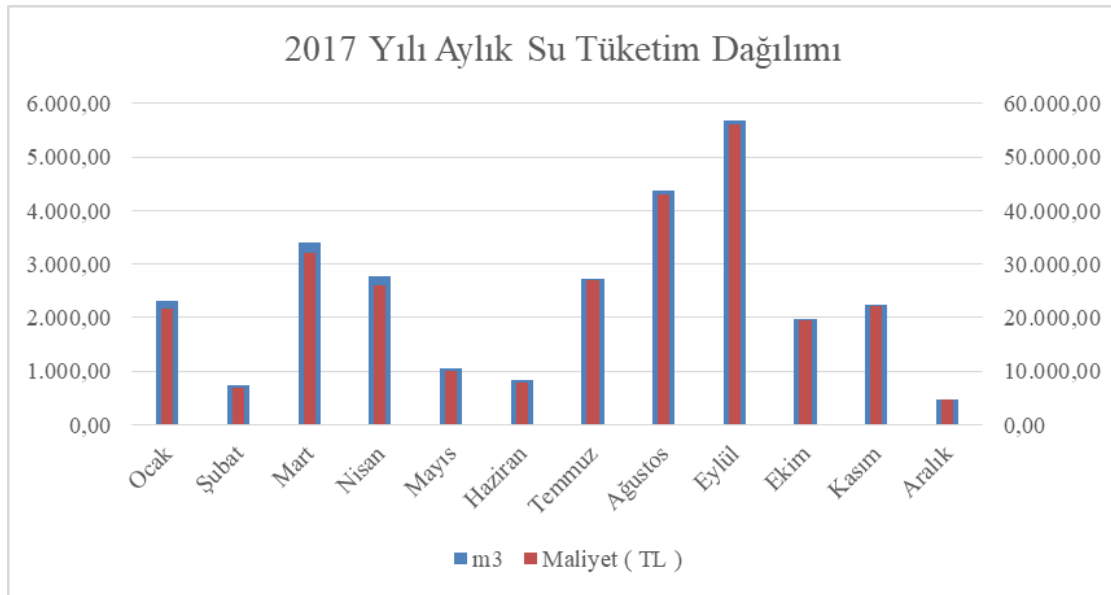
Dokuz Eylül Fakültesi 2017 Yılı Doğalgaz Tüketim Bilgileri				
Aylar	Tüketim		Maliyet (TL)	
	Satın Alınan		Satın Alınan	Toplam
	Sm3	TEP		
Ocak	35.184,07	29,03	38.610,18	38.610,18
Şubat	19.092,16	15,75	20.951,28	20.951,28
Mart	26.839,70	22,14	29.453,25	29.453,25
Nisan	3.903,40	3,22	4.283,50	4.283,50
Mayıs	0,00	0,00	0,00	0,00
Haziran	0,00	0,00	0,00	0,00
Temmuz	0,00	0,00	0,00	0,00
Ağustos	0,00	0,00	0,00	0,00
Eylül	0,00	0,00	0,00	0,00
Ekim	4.817,47	3,97	5.286,58	5.286,58
Kasım	10.238,24	8,45	11.235,20	11.235,20
Aralık	24.684,67	20,36	27.088,38	27.088,38
Toplam	124.759,71	102,93	136.908,38	136.908,38

TABLO 6’da yer alan bilgiler binada 2017 yılında alınan doğalgaz yakıt bilgileridir. Ancak yıl içerisinde yakıt alımı peşin olarak yapıldığı için; alınan kredi miktarlarına göre aylık veriler elde edilmiştir. Yakıt maliyeti ise örnek 2017 yılı faturasından birim fiyat hesaplanarak elde edilmiştir.

TABLO 7: 2017 Yılı Su Tüketim Bilgileri

Dokuz Eylül Üniversitesi 2017 Yılı Su Tüketim Bilgileri			
Aylar	Tüketim	Maliyet (TL)	
	m ³	Satın Alınan	Toplam
Ocak	2.307,50	21.723,17	21.723,17
Şubat	736,50	6.970,79	6.970,79
Mart	3.407,50	32.118,61	32.118,61
Nisan	2.762,00	26.096,33	26.096,33
Mayıs	1.066,00	10.055,33	10.055,33
Haziran	831,00	7.823,76	7.823,76
Temmuz	2.728,50	26.926,36	26.926,36
Ağustos	4.361,50	43.037,75	43.037,75
Eylül	5.680,50	56.044,00	56.044,00
Ekim	1.969,50	19.464,74	19.464,74
Kasım	2.231,00	22.074,00	22.074,00
Aralık	479,50	4.791,86	4.791,86
Toplam	28.561,00	277.126,68	277.126,68

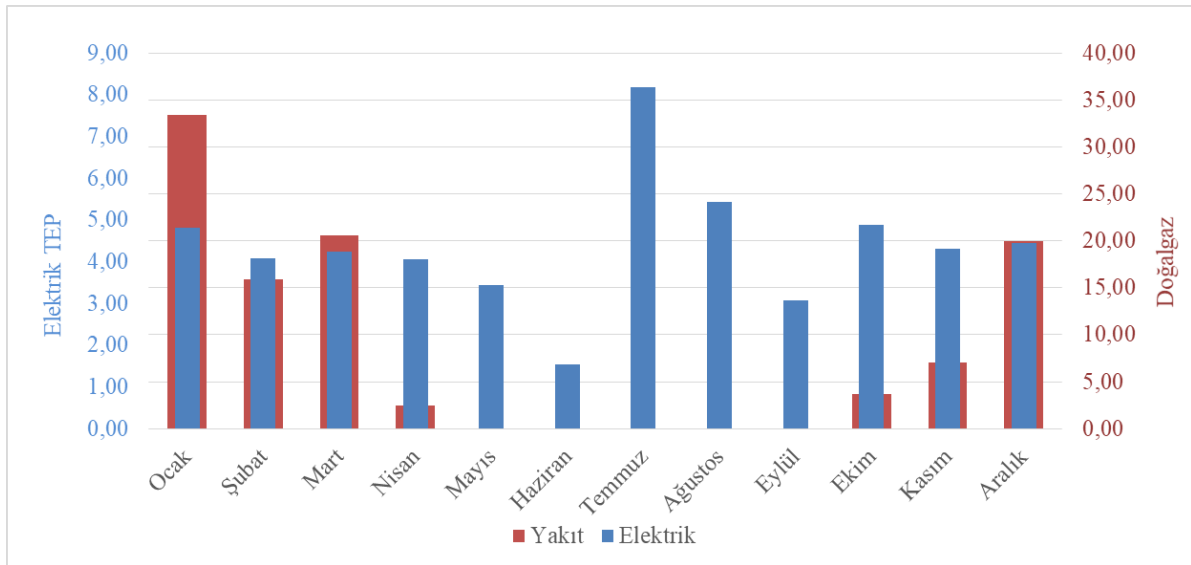
TABLO 7’de İnşaat- Çevre Mühendisliği bölümü ve İşletme fakültesi binalarına ait su tüketim bilgileri verilmiştir. Yukarıdaki tabloya göre aşağıdaki GRAFİK 2’de verilmiştir.

**GRAFİK 2: 2017 Yılı Aylık Su tüketim Miktar ve Maliyet Dağılım Grafiği**

TABLO 8: 2017 Yılı Toplam Enerji Tüketim Bilgileri

Toplam Enerji Tüketimi 2017				
Aylar	Elektrik	Yakıt	Toplam	Toplam Maliyet
	TEP	TEP	TEP	TL
Ocak	4,82	33,38	38,20	67.333,12
Şubat	4,07	15,89	19,96	40.494,15
Mart	4,24	20,55	24,80	47.522,84
Nisan	4,07	2,46	6,52	22.605,94
Mayıs	3,44	0,00	3,44	16.348,62
Haziran	1,54	0,00	1,54	7.306,51
Temmuz	8,19	0,00	8,19	38.945,13
Ağustos	5,42	0,00	5,42	25.788,34
Eylül	3,06	0,00	3,06	14.571,29
Ekim	4,89	3,70	8,59	28.163,79
Kasım	4,31	7,00	11,31	29.827,96
Aralık	4,46	19,95	24,41	47.738,21
Toplam	52,51	102,93	155,43	386.645,92

TABLO 8’de ise kullanılan elektrik ve doğalgaz enerjisinin TEP değerleri ve toplam maliyeti verilmiştir. TABLO 8’e göre aşağıdaki GRAFİK 3 çizilmiştir.

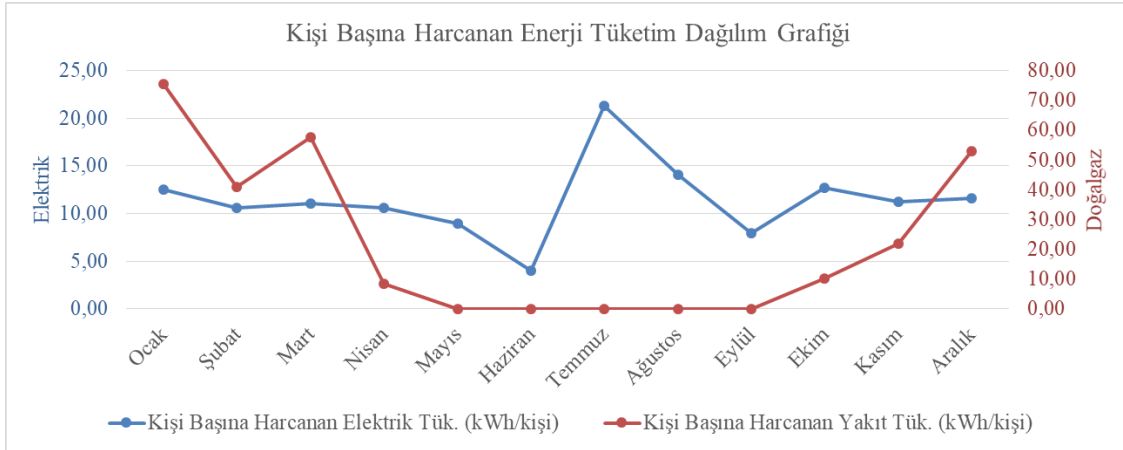
**GRAFİK 3: 2017 Yılı Enerji Tüketimleri**

GRAFİK 3’e göre en fazla elektrik tüketimi Temmuz ayında görülmektedir. En az elektrik tüketimi ise Haziran ayında gerçekleşmiştir. Ancak, yakıt tüketimleri ay ay tutulmadığından dolayı yıllık toplam satın alınan yakıt aylara göre bölünerek hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlere göre; en fazla yakıt tüketimi Ocak ayında, en az yakıt tüketimi ise Nisan ayında gerçekleşmiştir. Isıtmanın yapılmadığı aylarda ise bu tüketimler tamamen sıfır olarak görülmektedir.

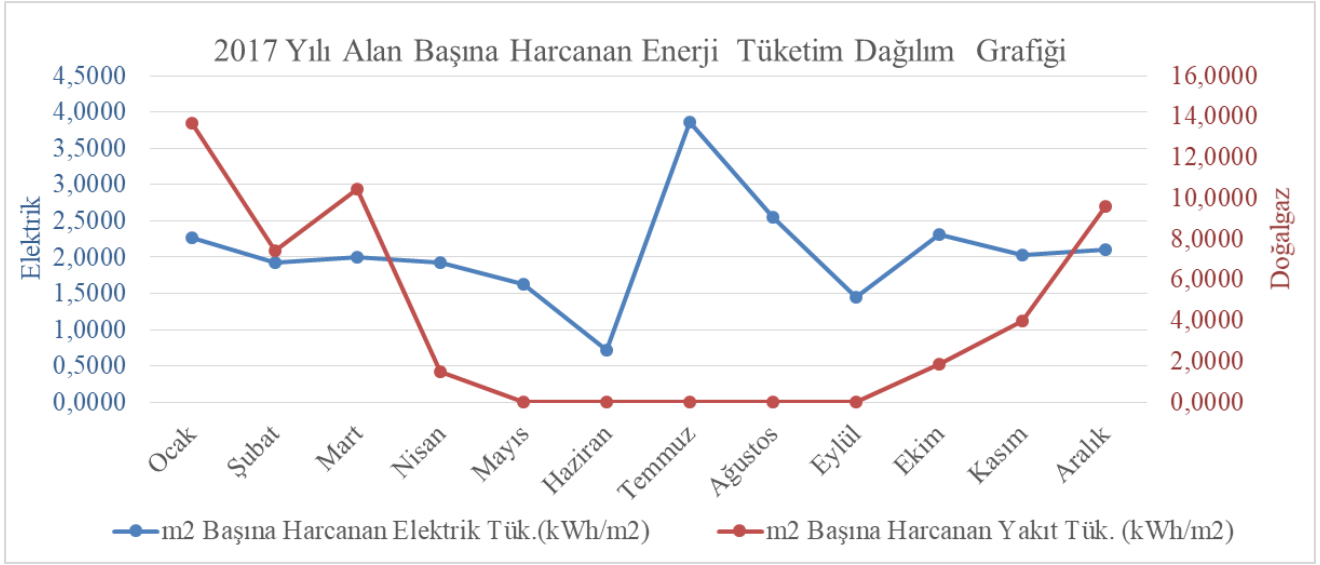
TABLO 9: Dokuz Eylül Üniversitesi 2017 Yılı Bilgileri

Aylar	Yakıt (kWh)	Elektrik (kWh)	Kullanım Alanı (m ²)	Kişi Sayısı
Ocak	337.521,64	56.057,00	24.645,05	4467
Şubat	183.151,50	47.332,00	24.645,05	4467
Mart	257.473,84	49.348,00	24.645,05	4467
Nisan	37.445,44	47.279,00	24.645,05	4467
Mayıs	0,00	39.967,00	24.645,05	4467
Haziran	0,00	17.862,00	24.645,05	4467
Temmuz	0,00	95.208,00	24.645,05	4467
Ağustos	0,00	63.044,00	24.645,05	4467
Eylül	0,00	35.622,00	24.645,05	4467
Ekim	46.214,13	56.815,00	24.645,05	4467
Kasım	98.215,66	50.164,00	24.645,05	4467
Aralık	236.800,61	51.828,00	24.645,05	4467

Yukarıdaki TABLO 9’da Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat-Çevre Mühendisliği bölümleri binası ve İşletme fakültesi binasında tüketilen yakıt ve elektrik enerji bilgileri toplam kişi sayısı ve kullanım alanı bilgileri verilmiştir. 2017 yılında binalarda çalışan 247 kişi personel, 4220 kişi öğrenci olup; toplamda 4467 kişi bulunmaktadır. Ayrıca yapılan incelemeler ve hesaplamalar sonucunda binaların ısıtma ve soğutma yapılan toplam kullanım alanı 24.645,05 m²’dir. Alınan bu bilgiler sonucunda binalara ait; alan başına harcanan elektrik-yakıt enerjisi tüketimi, kişi başına harcanan elektrik-yakıt tüketim grafikleri çizilmiştir.

**GRAFİK 4: 2017 Yılı Kişi Başına Harcanan Enerji**

GRAFİK 4’e göre Nisan ayından sonra doğalgaz tüketimi yapılmamıştır. Yerleşkede doğalgaz kartlı sistem ile alınmaktadır. Bu nedenle aylık tüketimler bulunmamaktadır. Aylık tüketimler; kartla alım yapılan tarihlere göre bakılarak ısıtma derece gün değerlerine göre dağılım yapılarak elde edilmiştir. Elektrik tüketimine bakılacak olur ise; trafoalarda bulunan enerji analizör verilerinden elde edilmiştir. Grafığe göre; kişi başına harcanan en az yakıt tüketimi Nisan ayında; en fazla yakıt tüketimi Ocak ayı olduğu tespit edilmiştir. Mayıs ve Eylül aylarında tüketim olmamıştır. Kişi başına harcanan en fazla elektrik tüketimi Temmuz ayı, en az elektrik tüketimi Haziran ayında olduğu tespit edilmiştir. Kış aylarından yaz aylarına doğru elektrik tüketiminin artış sebebi, soğutma gruplarının havaların ısınması ile devreye girmesinden dolayı olmaktadır.



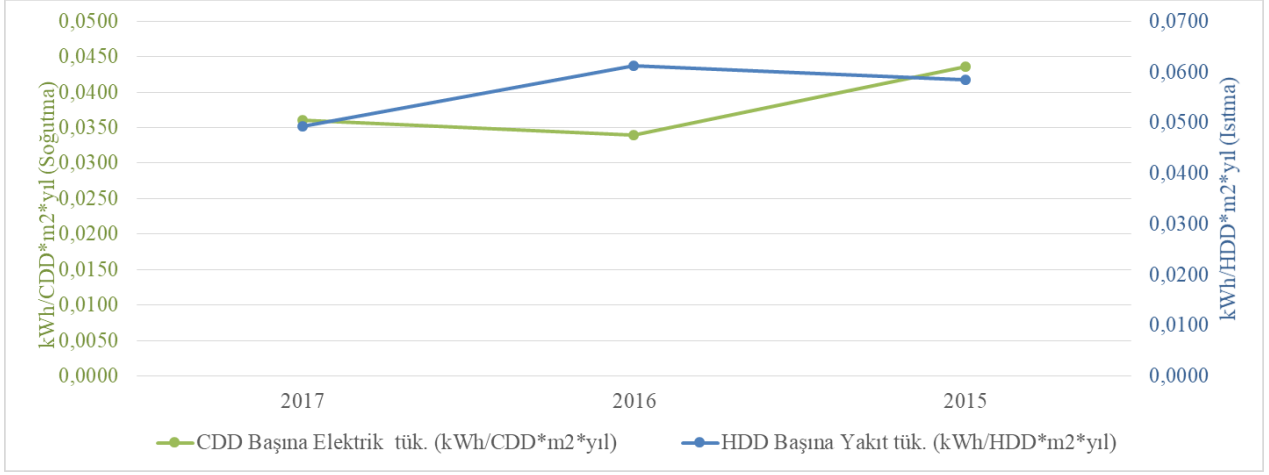
GRAFİK 5: 2017 Yılı m² Başına Harcanan Enerji

GRAFİK 5’te ise toplam kullanım alanı 24.645,05 m² olan alan üzerinde gerçekleşen yakıt ve elektrik tüketimleri aylık bazda verilmektedir. GRAFİK 5’e göre; m² başına harcanan elektrik tüketiminin en az olduğu ay, Haziran ayı olarak görülmektedir. En fazla tüketim ise; Temmuz ayında olmuştur. Yine burada yazın artan soğutma ihtiyacından dolayı elektrik tüketiminde artış görülmektedir. 2017 yılında bayram tatilleri soğutma ihtiyacının çok hissedilmediği Haziran ve Eylül aylarına denk gelmiştir. Bu nedenle elektrik tüketimindeki bu aylardaki dik düşüşlerin yaşandığı düşünülmektedir. Yakıt tüketiminde ise kış aylarında alan başına harcanan doğalgaz yakıtı artarken yaz aylarında hiç tüketim yapılmamaktadır. Alan başına harcanan yakıt tüketimi en fazla Ocak ayında, en az ise Nisan ayında gerçekleşmiştir. Doğalgaz tüketimi ise yalnızca ısıtma için kullanıldığından dolayı yaz aylarında tüketim gerçekleşmemiştir.

TABLO 10: HDD-CDD Başına Düşen Enerji Miktarları

Yıllar	HDD Başına Yakıt tük. (kWh/HDD*m ² *yıl)	CDD Başına Elektrik tük. (kWh/CDD*m ² *yıl)
2017	0,0493	0,0361
2016	0,0612	0,0339
2015	0,0585	0,0436

İzmir iline ait 2015-2016-2017 yılları için toplam ısıtma soğutma derece gün değerleri tespit edilmiştir. Grafikte ısıtma derece gün değerine göre yakıt tüketimi; soğutma derece gün değerine göre elektrik tüketimi incelenmiştir. (Bknz:<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx?g=merkez&m=35-00&y=2018&a=02>)



GRAFİK 6: 2017 Yılı kCal.m².HDD ve kCal.m².CDD Başına Harcanan Enerji Miktarları

TABLO 10’da verilen bilgiler doğrultusunda yukarıdaki GRAFİK 6 çizilmiştir. Grafiğe göre soğutma derece gün başına en fazla elektrik tüketimi 2015 yılında en az ise 2016 yılında olduğu tespit edilmiştir. Isıtma derece gün başına en az yakıt tüketimi 2017 yılında en fazla yakıt tüketimi 2016 yılında olduğu tespit edilmiştir.

2.3. TÜKETİM ANALİZLERİ

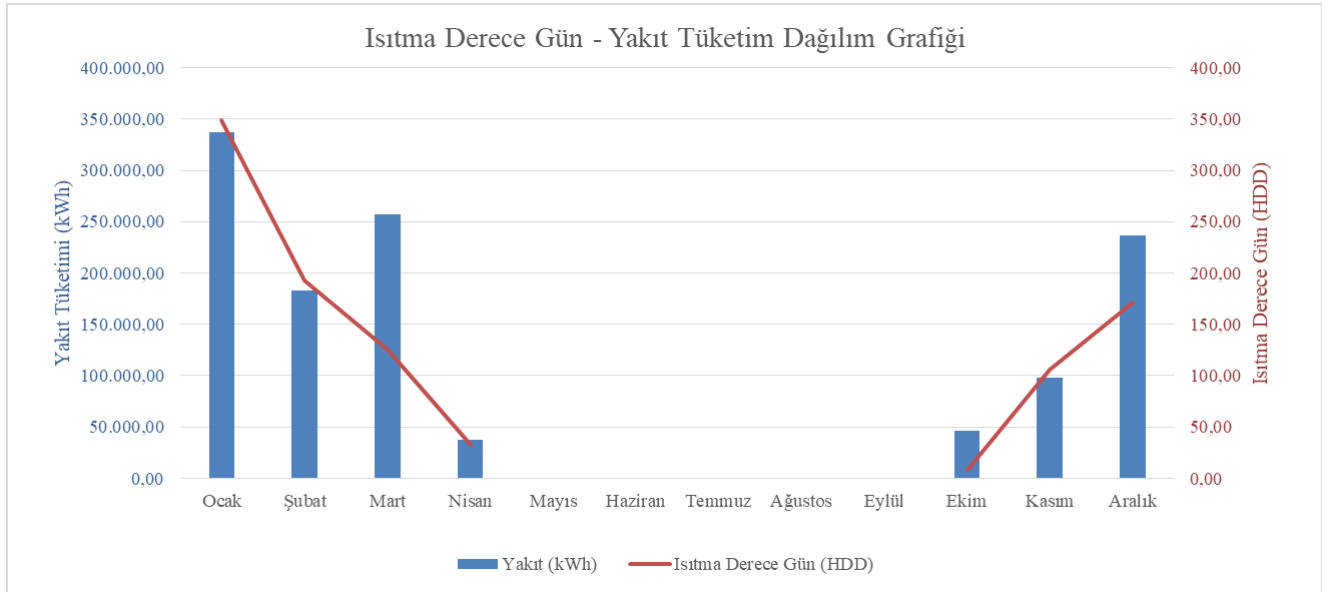
TABLO 11: 2016 Yılı İzmir Isıtma ve Soğutma Derece Gün Tablosu

İzmir	G/D	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
2017	HDD	349	193	125	33						8	106	171	985
	T _≤ 15 °C	31	25	22	7						2	19	24	130
	CDD				1	17	128	229	218	92	2			687
	T _{>} 22 °C				2	11	29	31	31	25	2			131

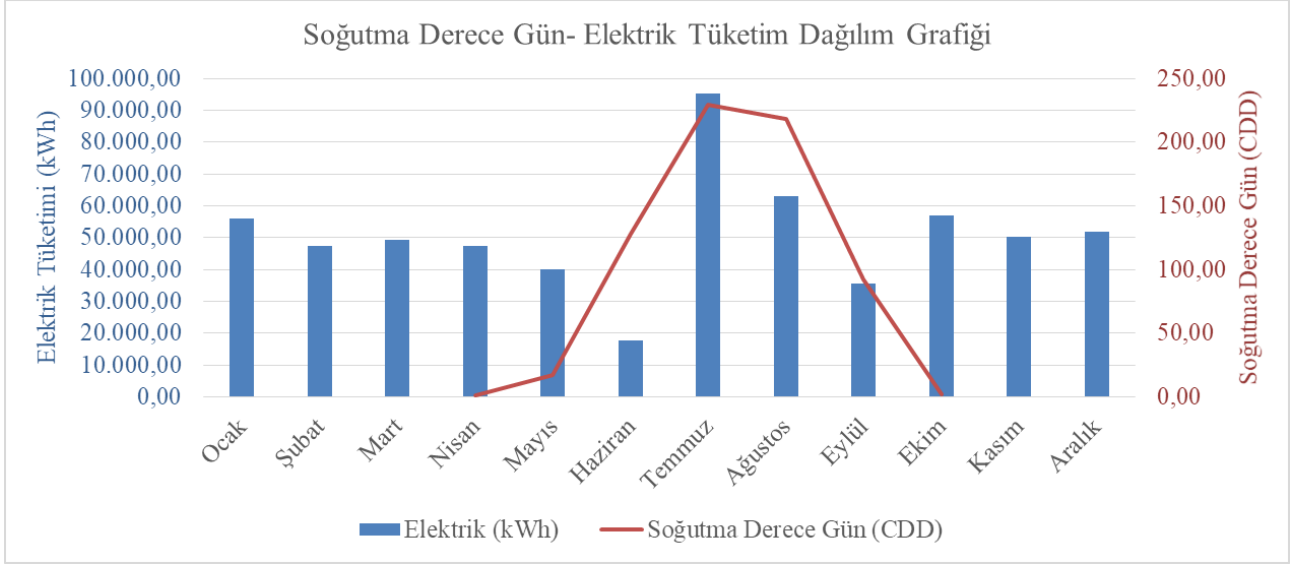
TABLO 12: 2017 Yılı Enerji Tüketim-HDD-CDD Bilgileri

Aylar	Yakıt (kWh)	Elektrik (kWh)	Enerji Tük.Toplam (kWh)	Isıtma-Soğutma Toplam Derece Gün Değeri
Ocak	337.521,64	56.057,00	393.578,64	349,00
Şubat	183.151,50	47.332,00	230.483,50	193,00
Mart	257.473,84	49.348,00	306.821,84	125,00
Nisan	37.445,44	47.279,00	84.724,44	34,00
Mayıs	0,00	39.967,00	39.967,00	17,00
Haziran	0,00	17.862,00	17.862,00	128,00
Temmuz	0,00	95.208,00	95.208,00	229,00
Ağustos	0,00	63.044,00	63.044,00	218,00
Eylül	0,00	35.622,00	35.622,00	92,00
Ekim	46.214,13	56.815,00	103.029,13	10,00
Kasım	98.215,66	50.164,00	148.379,66	106,00
Aralık	236.800,61	51.828,00	288.628,61	171,00

2017 yılında İzmir için 985 HDD (Isıtma Gün Dereceleri) , 687 CDD (Soğutma Gün Dereceleri), toplam enerji tüketim bilgileri TABLO 11 ve TABLO 12’de görülmektedir. Bu verilere göre aşağıdaki GRAFİK 7, GRAFİK 8 ve GRAFİK 9’da çizilmiştir.

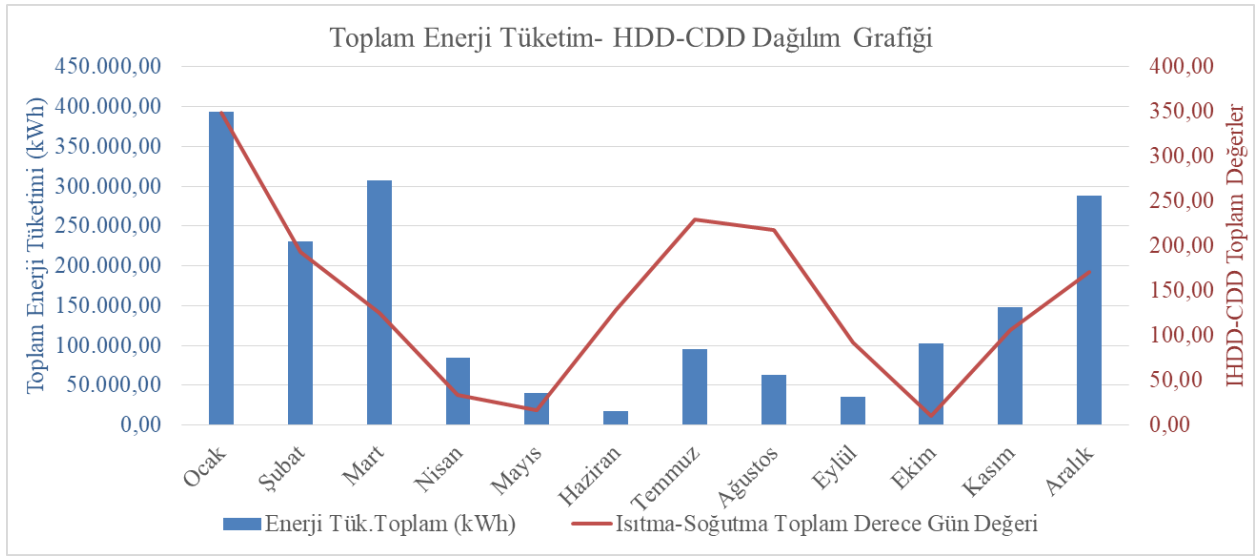
**GRAFİK 7: HDD – Harcanan Toplam Doğalgaz**

GRAFİK 7’de Isıtma Derece Gün değerlerine göre harcanan Doğalgaz enerji miktarı verilmektedir. Normal şartlarda derece gün değerleri ile yakıt tüketim değerlerinin paralel olarak artması ya da azalması beklenmektedir. Ancak, kampüste kartlı sistem olup, yakıt tüketimi ihtiyaç olduğunca alınmaktadır. Bu nedenle tarafımıza gönderilen veriler sonucunda harcanan yakıt miktarları hesaplanarak elde edilmiştir. Genel olarak bakılacak olursa; yıllık yakıt tüketimi ile ısıtma derece gün değeri ile paralel ilerlemiştir. Ancak Mart ayında tüketim artmışken Isıtma derece gün değeri azalmıştır.



GRAFİK 8: CDD – Harcanan Elektrik

GRAFİK 8’de soğutma gereken dönemlerde CDD ile elektrik kullanımlarının değişimi incelenmek istenmiştir. Grafiğe göre Temmuz ayında soğutma derece gün değeri en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Elektrik tüketiminin de Temmuz ayı içerisinde en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir. Grafikteki derece gün sayıları ile elektrik tüketimlerinin aynı oranda değişmesi beklenmektedir. Grafiğe göre; Haziran ayında soğutma derece gün artış göstermişken elektrik tüketimi azalmıştır. Haziran ayında eğitim-öğretim zamanının bitmesi olasılığı ile bu azalmanın normal olabileceği öngörülmektedir.



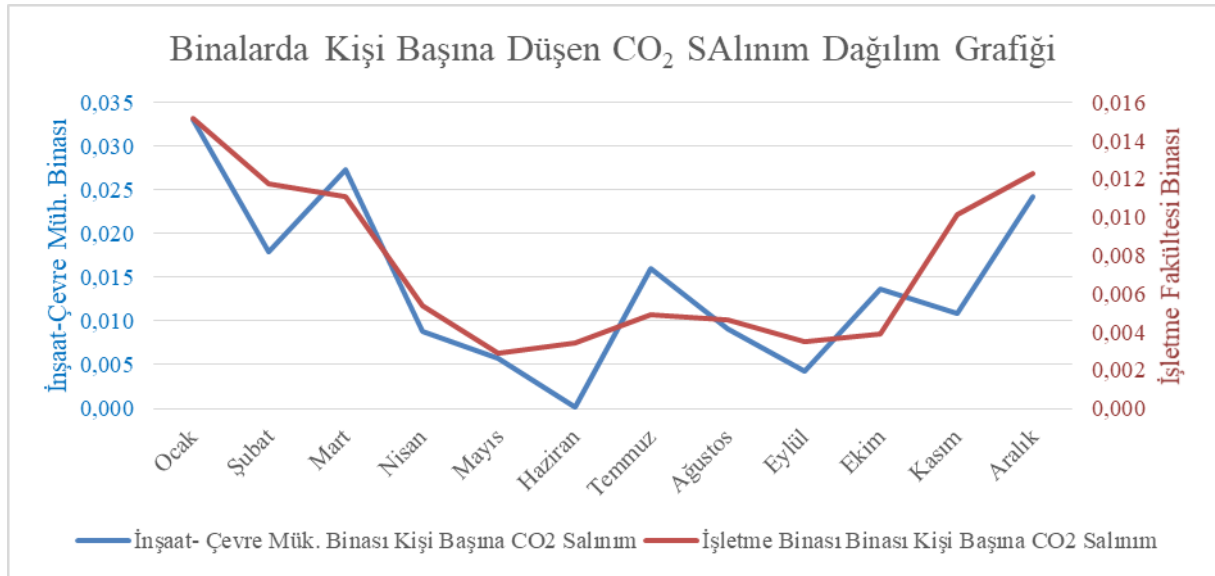
GRAFİK 9: Isıtma Soğutma Toplam Derece Gün - Toplam Enerji

GRAFİK 9’da binadaki toplam enerji tüketimi ve ısıtma-soğutma derece gün değeri grafiği verilmiştir. Grafiğe bakıldığında, derece gün değerleri ile orantılı olarak toplam enerji tüketimi de artıp azalmaktadır. Ancak daha öncede bahsedildiği gibi Mart ayında derece gün değeri azalma eğilimi gösterirken Mart ayı tüketiminde artış görülmektedir. Bunun sebebi de yakıt tüketiminin aylık olarak bulunmadığından kaynaklanmaktadır.

Mevcut binalarda yapılan incelemeler sonucunda binaların CO₂ salım miktarları ve kişi başına düşen salım miktarları hesaplanmış ve aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablo verilerine göre GRAFİK 10 çizilmiştir.

TABLO 13: Binalara Ait CO₂ Salım Miktarları

Aylar	İnşaat-Çevre Müh. Binası Toplam CO ₂ Salım	İşletme Binası Toplam CO ₂ Salım	İnşaat Kişi Sayısı	İşletme Kişi Sayısı	İnşaat-Çevre Mük. Binası Kişi Başına CO ₂ Salım	İşletme Binası Kişi Başına CO ₂ Salım
Ocak	70,22	35,56	2.125	2345	0,033	0,015
Şubat	37,94	27,54	2.125	2345	0,018	0,012
Mart	57,90	25,94	2.125	2345	0,027	0,011
Nisan	18,80	12,56	2.125	2345	0,009	0,005
Mayıs	12,27	6,83	2.125	2345	0,006	0,003
Haziran	0,47	8,07	2.125	2345	0,000	0,003
Temmuz	34,03	11,48	2.125	2345	0,016	0,005
Ağustos	19,24	10,90	2.125	2345	0,009	0,005
Eylül	8,91	8,12	2.125	2345	0,004	0,003
Ekim	28,87	9,11	2.125	2345	0,014	0,004
Kasım	23,24	23,72	2.125	2345	0,011	0,010
Aralık	51,39	28,80	2.125	2345	0,024	0,012
Toplam	363,27	208,62			0,171	0,089

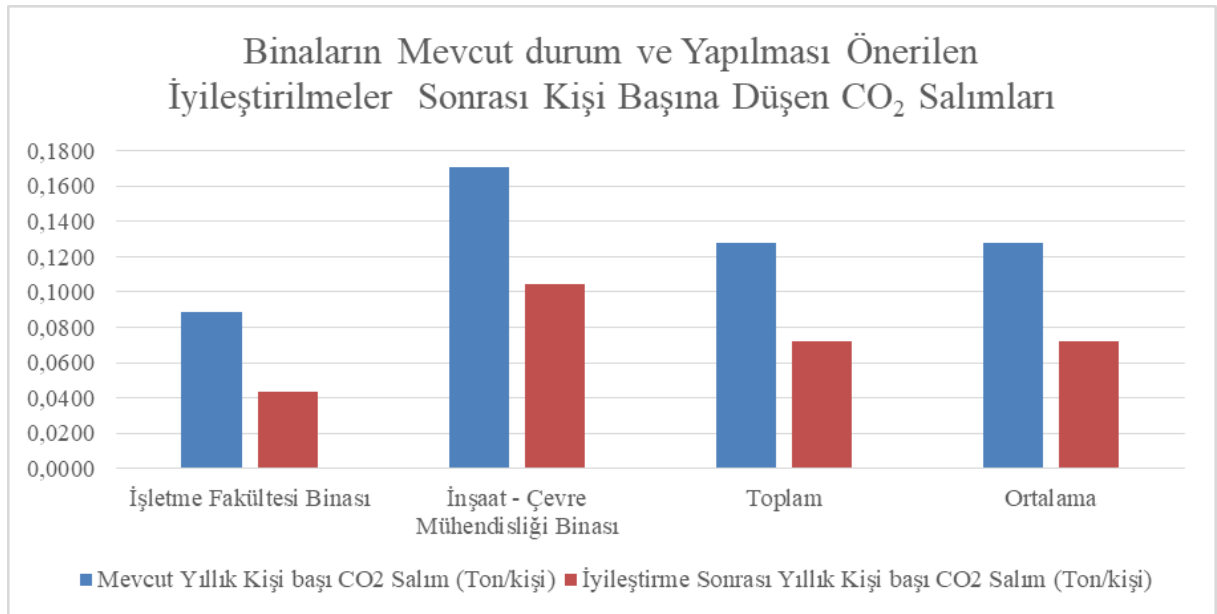


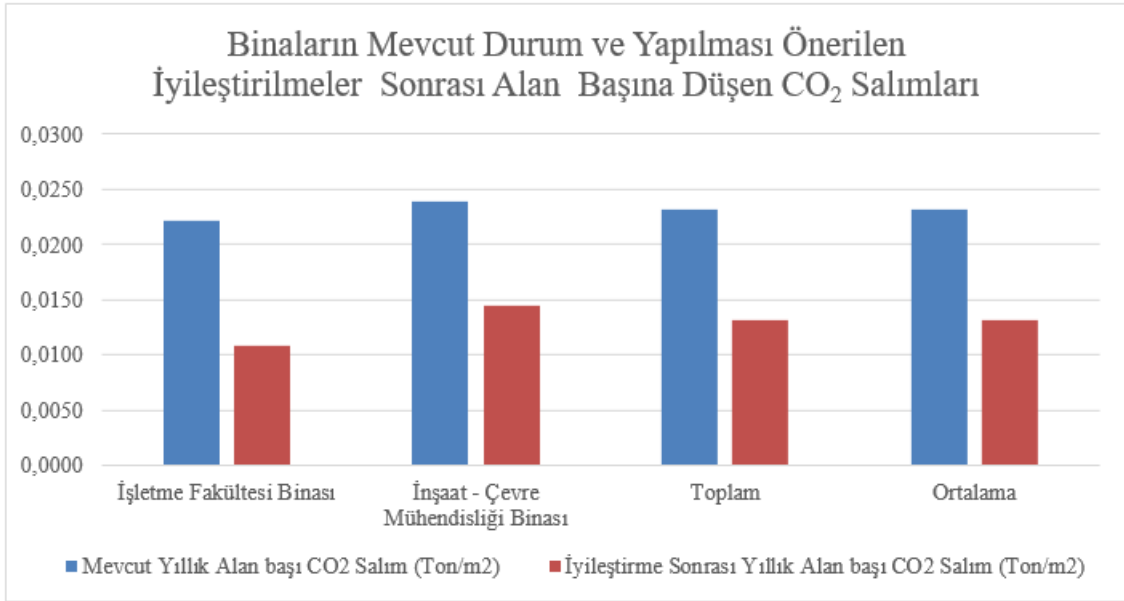
GRAFİK 10: Kişi Başına Düşen CO₂ Salım Dağılım Grafiği

Mevcut binalarda, CO₂ salım değerleri, kişi başına ve alan başına incelenmiştir. Mevcut ve iyileştirmeler sonrası elde edilecek CO₂ salım değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu tabloya göre GRAFİK 11 ve GRAFİK 12 çizilmiştir.

TABLO 14: Kişi ve Alan Başına CO₂ Salımları Tablosu

	İşletme Fakültesi Binası	İnşaat - Çevre Mühendisliği Binası	Toplam	Ortalama	
Mevcut Yıllık CO ₂ Salımı (Ton)	208,62	363,27	571,89	285,94	Ton
İyileştirme Sonrası Yıllık CO ₂ Salımı (Ton)	102,33	221,38	323,71	161,86	Ton
Kişi Sayısı	2.345	2.125	4.470	2.235,00	
Alan	9.413,88	15.231,17	24.645,05	12.322,52	m ²
Mevcut Yıllık Kişi başı CO ₂ Salım (Ton/kişi)	0,0890	0,1710	0,1279	0,1279	Ton/kişi
Mevcut Yıllık Alan başı CO ₂ Salım (Ton/m ²)	0,0222	0,0239	0,0232	0,0232	Ton/m ²
İyileştirme Sonrası Yıllık Kişi başı CO ₂ Salım (Ton/kişi)	0,0436	0,1042	0,0724	0,0724	Ton/kişi
İyileştirme Sonrası Yıllık Alan başı CO ₂ Salım (Ton/m ²)	0,0109	0,0145	0,0131	0,0131	Ton/m ²

**GRAFİK 11: Mevcut ve Yapılması Önerilen İyileştirmeler Sonucu Oluşacak Durum Kişi Başına CO₂ Salımları**

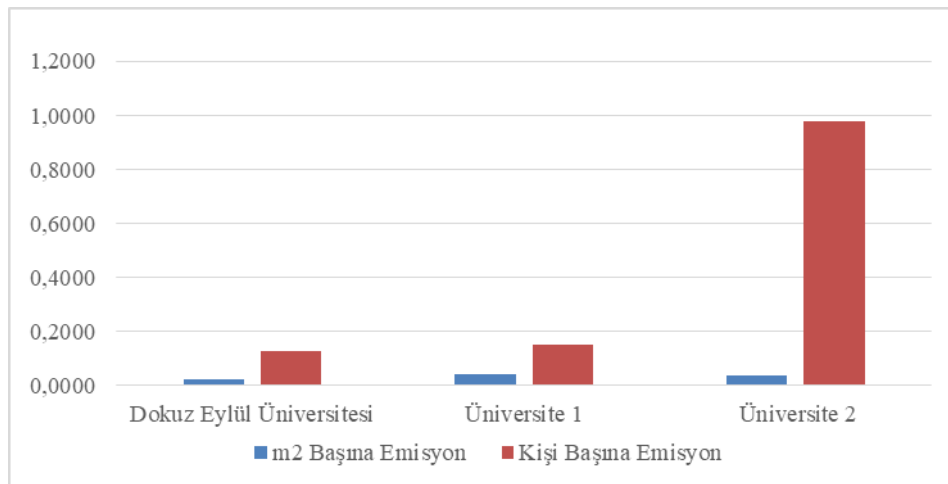


GRAFİK 12: Mevcut ve Yapılması Önerilen İyileştirmeler Sonucu oluşacak Durum Alan Başına CO₂ Salımları

Ayrıca yapılan ölçüm ve hesaplamalar sonucunda Dokuz Eylül Üniversitesi CO₂ emisyonları ile İzmir bölgesinde yer alan diğer üniversiteler ile kıyaslama yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda Dokuz Eylül Üniversitesi, Üniversite 1 ve Üniversite 2 kampüslerine ait bilgiler verilmiştir. Bu verilere göre de GRAFİK 13 çizilmiştir.

TABLO 15: Karşılaştırma Yapılan Bina Bilgileri

	Birimi	Dokuz Eylül Üniversitesi	Üniversite 1	Üniversite 2
Toplam Kullanım alanı (m ²)	m ²	24.645,05	44.246,67	154.033,78
Toplam Kişi Sayısı	kişi	4.470	11.566	5.566
CO ₂ Salımı	Ton	571,89	1.746,97	5.453
m ² Başına Emisyon	Ton CO ₂ eşd. /m ² *yıl	0,0232	0,0395	0,0354
Kişi Başına Emisyon	Ton CO ₂ eşd. / kişi*yıl	0,1279	0,1510	0,9797



GRAFİK 13: Binalara göre Alan ve Kişi Başına düşen CO₂ Emisyon Karşılaştırma Grafiği

Yapılan araştırmalar neticesinde Türkiye İstatistik Kurumunun 2018 yılında yayınladığı verilere göre 2016 yılında kişi başına düşen CO₂ emisyon değeri 6,3 ton/kişi'dir. (Kaynak: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27675>)

Ayrıca Tema vakfının yapmış olduğu istatistiklere göre yetişkin 1 ağaç saatte 2,3 Kg CO₂ emer, 1,7 Kg O₂ retir. Bir yetişkin ağaç günde 8 saat fotosentez yaptığı düşünülmektedir. Bunun sonucunda yetişkin bir ağaç bir yılda 6,7 Ton CO₂ tüketip, 4,96 Ton O₂ retmektedir.

(Kaynak:http://tema.org.tr/web_149662_1/entitalfocus.aspx?primary_id=639&type=2&target=categori1&detail=single&sp_table=&sp_primary=&sp_table_extra=&openfrom=sortial <http://nejatcelik.blogcu.com/karbon-karbondioksit-ve-global-isinma/3236446>)

Dokuz Eyllnn kampüsünde bulunan İşletme ve İnşaat-evre Mühendisliği binaları için ayrı ayrı CO₂ emisyon salımları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda her iki bina yılda 571 Ton CO₂ salımı yapmaktadır. Aşağıda sırasıyla binaların yapmış olduğu CO₂ salımlarına yaklaşık olarak karşılık gelen ağaç ve O₂ retim miktarları verilmektedir.

İşletme Binası	31,06	Ağaç	154,19	ton O ₂ retimi
İnşaat Binası	54,09	Ağaç	268,51	ton O ₂ retimi
Toplam	248,65	Ağaç	1.234,28	ton O ₂ retimi

2.4. ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMELERİ

Dokuz Eyllnn İnşaat-evre Mühendisliği bölümleri ve İşletme Fakültesi binalarında; bina yalıtım, ortam konfor şartları, hava kalitesi, kazanlar, tesisat yalıtımı, pompalar, aydınlatma armatrleri, iklimlendirme-havalandırma sistemleri ve soğutma sistemleri incelenmiştir.

İncelemesi yapılan binaların; inşaat-evre mühendisliği binasının 1997 yılında; işletme fakültesi binasının 1999 yılında yapılmış olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda binalarda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Mevcut durumdaki tesisatlarda ise; kazan dairelerindeki sıcak su hatlarında yalıtım olmadığı tespit edilmiştir.

Binalara ait kazan sistemleri incelendiğinde; İnşaat Mühendisliği binası kazan dairesinde 2 adet doğalgazlı kazan bulunmaktadır. Kazanlar 1.000.000 kcal/h kapasitesindedir, brülör oransal kontrolü ve kazan baca çıkışında ekonomizer sistemi bulunmamaktadır. İşletme binası kazan dairesinde 1 adet doğalgazlı kazan bulunmaktadır. Kazan 800.000 kcal/h kapasitesindedir, brülör oransal kontrolü ve kazan baca çıkışında ekonomizer sistemi bulunmamaktadır.

Ayrıca ısıtma sistemlerinde kullanılan radyatörlerin seçimi ve yerleştirilmesinde radyatörlerin arkalarının yalıtımı ile radyatör peteklerinin yerleştirilme biçimi önemli noktalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Radyatör çevresinde bulunan ve radyatör ısısının ,oda içerisine yayılmasını önleyen perde, koltuk vb. engeller önemli miktarlarda enerji kaybına yol açmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda aşağıda FOTOĞRAF 3'te görüldüğü gibi İşletme fakültesi binasında radyatörlerin dekoratif olarak kapatıldığı görülmektedir.



FOTOĞRAF 3: Mevcut Durum Radyatör Görüntüsü

Aydınlatma armatürleri incelendiğinde mevcut durumda flüoresan armatür kullanımı, yer yer LED armatür kullanımının olduğu tespit edilmiştir.

Kampüs içerisinde elektrik yüksek gerilim seviyesinde alınmaktadır ve kampüs içerisinde yer alan trafolarla dağıtılmaktadır. Binalarda kullanılan elektrik bu trafolar üzerinden 0,4 kV alçak gerilim seviyesine düşürülmektedir. Kampüste kompanzasyon işlemi bu trafolarla yapılmaktadır. Dolayısıyla binalarda kompanzasyon sistemi incelenememiştir.

Yapılan gözlemlerde mevcuttaki pompaların yeni, elektrik motorlarının verim sınıfları iyi olduğu tespit edilmiştir. Pompaların çalışmaları incelenmiş, pompa emiş ve atış basınçlarının mevcut durumdaki manometreler üzerinden okunmuştur. Pompaların çalışma basınçlarının da istenen düzeylerde olduğu gözlemlenmiştir. Böylece pompaların ideal çalışma noktalarında çalıştırıldığı tespit edilmiştir.

Binada tasarruflarla ve enerji kullanımıyla ilgili önlemler ve prosedürler belirlenmelidir. Belirlenen bu önlemler ve yapılabilecek tasarruflar, yapılacak bilgilendirme toplantıları ile personellere bildirilmelidir. Böylece personellerin de katılımları sağlanmalıdır.

2.5. ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ ÖNERİLER

Binada yetkili enerji yöneticileri bulunmamaktadır. 5627 Sayılı Kanun yönetmeliğinin 9. Madde 2. Bendi gereği; toplam inşaat alanı en az yirmi bin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi beş yüz TEP ve üzeri olan ticari binaları ile toplam inşaat alanı en az on bin metrekare veya yıllık enerji tüketimi iki yüz elli TEP ve üzeri olan kamu kesimi binaların yönetimleri, enerji yönetimi faaliyetlerinin yürütülmesini temin etmek üzere, binalarındaki çalışanları arasından enerji yöneticisi sertifikasına sahip, enerji yöneticisi olarak görevlendirmelidir. Çalışanları arasında görevlendirmenin mümkün olmadığı hallerde, şirketler ile sözleşme yapılmak suretiyle hizmet alınır. Binalarda enerji

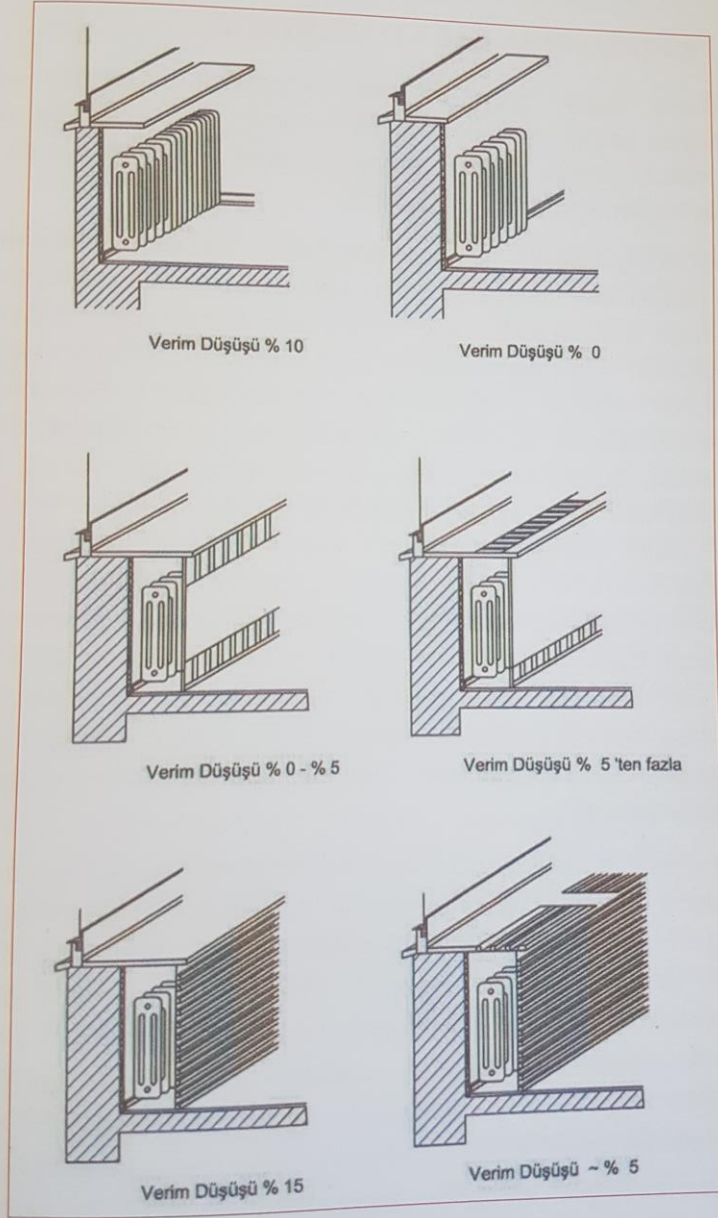
yöneticisi tarafından aylık bazda enerji tüketim bilgileri alınarak, binada olabilecek değişiklikler takip edilmelidir. Ölçümlerin sürekli aynı noktalardan, belirli zamanlarda ve sabit şartlarla yapılması esastır.

Oluşturulması önerilen enerji politikasının içerisinde; hedef tüketimlerin belirlenmesi ve bu hedef değere ulaşmak için yapılması gereken çalışmaların belirlenmesi gerekir. Ayrıca belirlenen hedeflerin aylık ya da 3 aylık toplantılarla kontrol edilmesi ve hedeflerde görülen sapmaların nedenleri araştırılması gerekmektedir. Yine bu enerji politikası yol haritasında personeller için düzenlenecek sürekli eğitimlerde olmalıdır. Ayrıca enerji yöneticisinin yönetim tarafından desteklenmesi, oluşacak tasarrufların maksimum seviyeye çıkmasını sağlayacaktır.

İşletme binası ve İnşaat Mühendisliği binası ısıtması için kullanılan kazanların brülör ayarlarının yapılması iyileştirmesi sonucunda kazanlarda verim artışı olacağı öngörülmektedir.

Mevcut durumdaki tesisat hatlarında yalıtım yapılmamış boru ve vanalar olduğu tespit edilmiş ve yalıtımsız tesisatta termal kamera ölçümleri yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda yalıtımsız hatlara yalıtım iyileştirilmesi önerilmiştir.

Binalarda radyatörlerde yapılan incelemeler sonucunda İşletme fakültesinde radyatörlerin kapatıldığı görülmüştür. Radyatörlerin dekoratif nedenlerle kapatılması isteniyorsa; alttan soğuk havanın girmesine ve üstten ısınmış havanın çıkmasına izin verecek bir yapıda olmalıdır. İşletme fakültesi binasındaki radyatörler incelendiğinde; yapılan perde sonucunda yaklaşık %5 verim kaybına sebep olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Radyatörlerin Yerleştirilmesi (Devam) [4]

FOTOĞRAF 4: Radyatör Yerleştirme Enerji Kayıpları
İşletme fakültesindeki radyatörlerde yapılacak olan iyileştirme hesabı aşağıda verilmiştir.

HESAP 1: Radyatör Engeli İyileştirilmesi

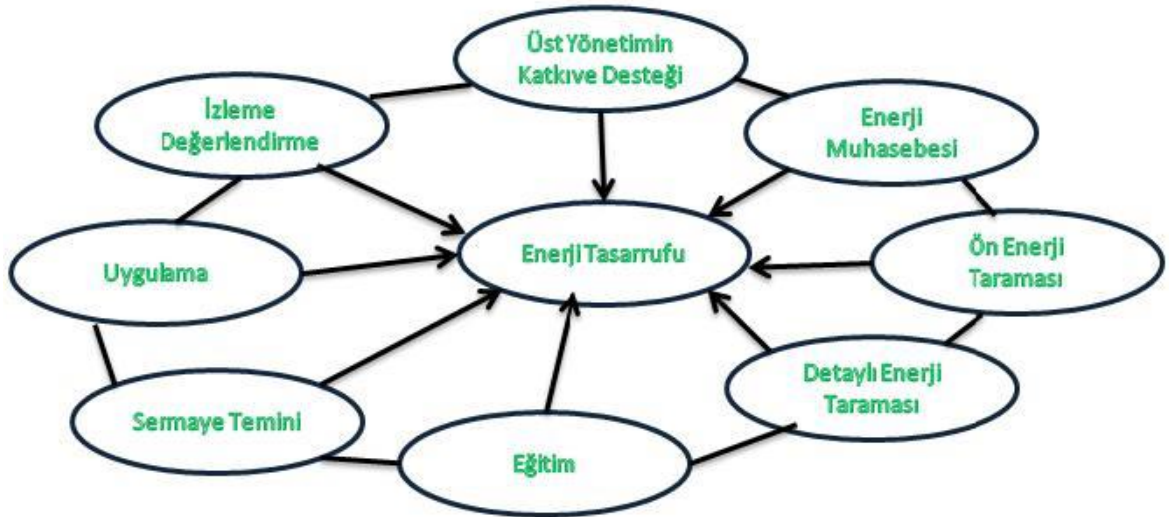
Yıllık Yakıt Tüketimi Tüketim Miktarı (Sm ³)	Yanlış Radyatör Yerleşimi (%)	Verim Düşüşü (%)	Yıllık Yakıt Kaybı (Sm ³)	Yıllık Kaybedilen Enerji Maliyeti (TL)
45.563,21	40%	5%	911,26	1.000,02

Radyatör engeli iyileştirilmesi sonucunda; yıllık yakıt kaybı 911,26 Sm³ olmaktadır. Yıllık enerji maliyet kaybı ise; 1.000,02 TL olmaktadır. Yapılacak olan iyileştirmenin yatırım maliyeti olmayıp, kaybın tamamının kazanç olacağı ve geri ödeme süresinin derhal olacağı öngörülmüştür.

Aydınlatma armatürü olarak kullanılan floüresan lambaların daha verimli olan LED armatürler ile değiştirilmesi önerilmektedir. Binalarda mevcut durumdaki elektrikli cihazlar kapatıldığında düğmelerinden kapatılmamaktadır. Bu şekilde kapatılan cihazların stand-by bekleme süresince az da olsa tükettiği enerji bulunmaktadır. Elektrikli cihazlarda stand-by enerji tüketimlerinin iyileştirilmesi önerilmektedir.

Binada tasarruflarla ve enerji kullanımıyla ilgili önlemler ve prosedürler belirlenmelidir. Belirlenen bu önlemler ve yapılabilecek tasarruflar, yapılacak bilgilendirme toplantıları ile personeller bildirilmelidir. Böylece personellerin de katılımları sağlanmalıdır.

Ayrıca, Enerji Yönetim Sistemi oluşturulurken, enerji tasarrufu odak noktası olmak üzere enerji tasarrufuna katkıda bulunan 8 önemli çalışma alanı vardır.



ŞEKİL 1: Enerji Yönetim

27.10.2011 tarihinde yayınlanan Enerji Kaynaklarının Ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik içerisinde Madde 8 de de belirtildiği üzere binanın Enerji Yöneticisinin Görevleri şöyle sıralanabilir;

a) Enerji yönetimi konusunda hedef ve öncelikleri tanımlayan bir enerji politikasının oluşturulması; enerji yöneticisinin veya enerji yönetim biriminin hiyerarşik yapı içindeki yerinin, görev, yetki ve

sorumluluklarının tanımlanması; bunları yazılı kurallar halinde yayımlamak suretiyle tüm çalışanların ve enerji yönetimi faaliyetleri ile ilgili kişilerin bunlardan haberdar edilmesi,

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

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

ç) Etütlerin yapılması, projelerin hazırlanması ve uygulanması,

ç) Enerji tüketen ekipmanların verimliliklerinin izlenmesi, bakım ve kalibrasyonlarının zamanında yapılması, enerji tasarrufu, enerji atıklarının değerlendirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden en aza indirilmesi olarak tanımlanmaktadır.

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

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

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

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

ğ) Enerji kompozisyonunun değiştirilmesi ve alternatif yakıt kullanımı ile ilgili imkânların araştırılması, çevrenin korunmasına, çevreye zararlı salımların azaltılmasına ve sınır değerlerin aşılmamasına yönelik önlemlerin hazırlanarak bunların uygulanması,

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

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

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

3. BİNA ENERJİ PERFORMANSI

3.1. BİNA DURUMU (ENERJİ KİMLİK BELGESİ vb.)

3.1.1. Ünite Sistem Tarifi: Enerji Kimlik Belgesi, Binalarda Enerji Performans yönetmeliğine göre binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin kullanılmasını, enerji israfının önlenmesini ve çevrenin korunmasını sağlamak için asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırmasını içermektedir. Ayrıca sera gazı salımı seviyesi yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgedir.

EKB (Enerji Kimlik Belgesi)'de sınıflandırmalar A'dan G'ye kadar yapılmıştır. A sınıfı en verimli seviyeyi belirtirken, G sınıfı en düşük verimli seviyeyi belirtmektedir. Yönetmelikte 2011 yılından önceki binaların mevcut bina, 2011 yılından sonraki binalar ise yeni binalar olarak sınıflandırılmaktadır.

Yönetmeliğe göre yeni yapılacak veya yapılmakta olan binaların enerji kimlik belgesi sınıfı en düşük C sınıfında olacak şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir. C sınıfından daha düşük seviyede çıkan yeni yapılacak veya yapılmakta olan binalar kanunen iskân ruhsatı alamamaktadır.

Mevcut binalar için enerji kimlik belgesi asgari sınıflandırma seviyesi koşulu yoktur. Mevcut binalar hâlihazırdaki ısı yalıtımı, pencerelerin ısı yalıtımı, ısıtma-soğutma ekipmanları verimi, aydınlatma armatürleri verimliliği gibi parametrelerine bağlı olarak A sınıfından G sınıfına kadar her sınıf Enerji Kimlik Belgesi alabilmektedir.



bep^{TR}
bina enerji performansı

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın	Belgenin	Binanın Görüntüsü
Tipi: İnşaat Ruhsat Tarihi: Tadilat Tarihi: Toplam Alan: Ada/Parsel/Pafta: UAVT Bina No: Adı: Adresi: Sahibinin Adı Soyadı:	Veriliş Tarihi: Geçerlilik Tarihi: Performans Sınıfı: Emisyon Sınıfı:	



ENERJİ PERFORMANSI
Yüksek

ORAN

132

Düşük



SERA GAZI EMİSYONU
Oran

44,37
kg/m².00/m².yıl

ORAN

125

Yüksek



YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIM
ORANI

% 0,00

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN ENERJİ		SINIFI
	Birimi (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m ² .yıl)	Birimi (kWh/yıl)	Birim Alan Başına (kWh/m ² .yıl)	
Toplam	1.423.423,18	178,57	0,00	0,00	E
Isıtma	712.072,31	89,33	0,00	0,00	G
Sihhi Sıcak Su	410.438,36	51,49	0,00	0,00	C
Soğutma	83.864,27	10,52	0,00	0,00	B
Havalandırma	15.699,55	1,97			C
Aydınlatma	201.348,69	25,26			B
Kojenarasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fotovoltaik	—	—	0,00	0,00	—

Belgenin	Belge Düzenleyenin	Kare Kod
Numarası:	Adı Soyadı:	
Veriliş Tarihi:	Firması:	
Son Geçerlilik Tarihi:	Sertifika No:	
İptal Edilen EKB No:	İmza:	

ŞEKİL 2: Enerji Kimlik Belgesi Örneği

Yukarıda ŞEKİL 2 de örnek bir enerji kimlik belgesi verilmiştir. Bu belgeye göre binanın enerji tüketim sınıfı, sera gazı emisyon sınıfı, yenilenebilir enerji oranı ısıtma, soğutma, havalandırma gibi birçok sistemin enerji tüketim sınıfı görülmektedir.

Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi ve İnşaat-Çevre Mühendisliği Fakültesi binalarında yapılan incelemelere göre binaların Enerji Kimlik Belgesi (EKB) bulunmamaktadır.

3.1.2. Yapılan Ölçümler ve Alınan Değerler: İncelenen binalar kolon giriş destekli bina olup, duvar yapısı olarak tuğla ve sıvadan oluşmaktadır. Binalarda yalıtım olmadığı tespit edilmiştir.

3.1.3. Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Binaların ısı kayıp ve kazançları İzoder TS 825 programı ile hesaplanmıştır. Binalarda yalıtım olmamasından kaynaklı ısı kayıpları yüksek çıkmıştır.

3.1.4. Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkanları ve Miktarları: Ülkemizdeki mevcut binaların 2020 yılına kadar Enerji Kimlik Belgesi almaları gerekmektedir. Binalarda EKB sınıfını büyük ölçüde etkileyen ısı yalıtımının yapılması ile binaların EKB sınıfları yükseltilebilir.

Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliğinin amacı; dış iklim şartlarını, iç mekân gereksinimlerini, yerel şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit (CO₂) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir.

Bina Enerji Performans yönetmeliğine göre; Ülkemizdeki mevcut binaların 2020 yılına kadar Enerji Kimlik Belgesi almalarının teşviki için Yönetmelikte bina alım satım ve kiralama aşamasında mal sahibi tarafından yeni kullanıcıya verilmesi öngörülmüştür.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği mevcut ve yeni yapılacak binalarda;

- Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine,
- Enerji kimlik belgesi (EKB) düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,
- Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,
- Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine, ilişkin iş ve işlemleri kapsamaktadır.

Binalarda ısı yalıtımının yapılması ile öncelikli amaç olan ısı kaybının önüne geçilmiş olunacak ve enerji tasarrufu sağlanmış olunacaktır. Ayrıca kampüste yeni yapılacak binaların ısı yalıtımlı yapılmasına dikkat edilerek, bina ısıtma ve soğutmasında harcanacak enerji miktarı düşürülebilmektedir. Yalıtımlı bölgelerin belli aralıklarla kontrol edilip, deforme olan kısımlarının tamir edilmesi yapılmış olan iyileştirmenin ömrünü uzatacaktır.

3.2. MİMARİ YAPI

3.2.1 Ünite ve Sistem Tarifi: Alınan bilgiler ışığında, yapılan incelemeler sonucunda binanın kapalı kullanım alanı, kapalı hacmi hesaplanmıştır.



FOTOĞRAF 5: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Görüntüsü



FOTOĞRAF 6: İşletme Fakültesi Bina Ön Görüntüsü



FOTOĞRAF 7: İşletme Fakültesi Bina Yan Görüntüsü

3.2.2. Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Binalara ait mimari projeden ve yapılan röleve çalışmaları sonucunda binaların taban alanı, kullanım alanı ve pencere/kapı alanı bulunmuştur. Binalara ait kullanım alanı ve hacimleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tabloda yer alan bilgiler TS 825 hesaplamaları sonucunda elde edilmiştir. TS825 programına göre ısıtılmayan ortamlar dahil edilmemektedir. Bu nedenle İnşaat-Çevre Mühendisliği binası normal şartlarda 6 katlı iken; 5 katlı olarak tablolarda hesaplama yapılmıştır. Çünkü bir katı ısıtılmamaktadır.

TABLO 16: Binaya Ait Kullanım Alanı ve Hacim Bilgileri

Bina Adı	Taban Alanı (m ²)	Kullanım Alanı (m ²)	Hacim (m ³)	Toprak Temaslı Kolon (m ²)	Toprak Temaslı Duvar (m ²)	Bitişik Kolon (m ²)	Bitişik Duvar (m ²)	Hava Temaslı Kolon (m ²)	Hava Temaslı Duvar (m ²)	Kat Adedi
İnşaat-Çevre Binası	3.204,58	15.231,17	50.262,85	49,90	824,75	0,00	0,00	342,14	3.375,84	5
İşletme Binası	2.919,55	9.413,88	30.124,42	0,00	0,00	0,00	0,00	262,66	1.918,13	4

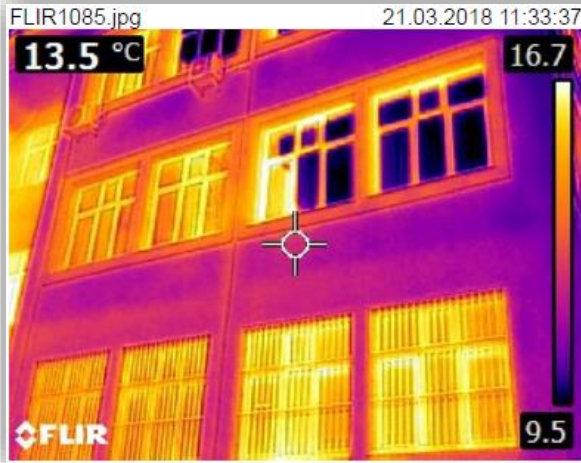
Binalar içinde yapılan çalışmalar sırasında, binalara ait termal kamera ile termal fotoğrafları çekilerek binalarda ısı köprüsünün olup olmadığı incelenmiştir. Aşağıda binaya ait termal kamera görüntüleri verilmiştir. Termal kamera elektromanyetik spektrumdaki kızılötesi dalga boylarını görünür bir resme çevirmektedir. Termal kamera görüntülerinde genellikle sıcak (sarı renk) olan yerler ısı kayıplarının olduğu yerleri göstermektedir. Bu görüntüler incelendiğinde pencerelerin alüminyum doğramalarında ve pencere kenarlıklarında, duvarlarda ısı kayıplarının olduğu görülmektedir.

Binalar içinde yapılan çalışmalar sırasında binaların termal fotoğrafları çekilerek binalarda ısı

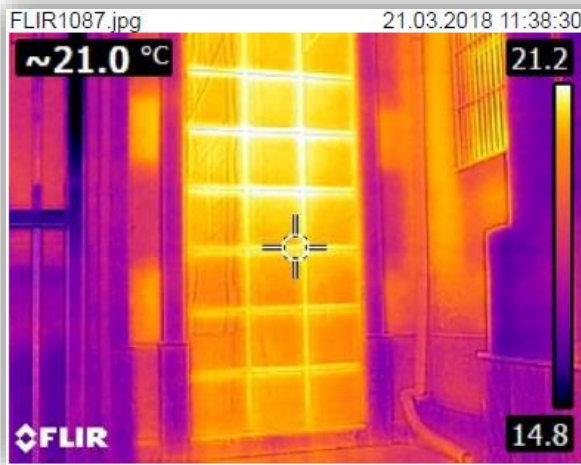
köprüsünün olup olmadığı incelenmiştir. Aşağıdaki FOTOĞRAF 8 - FOTOĞRAF 14'te verilen fotoğraflarda binalara ait termal kamera ölçüm resimleri verilmiştir.



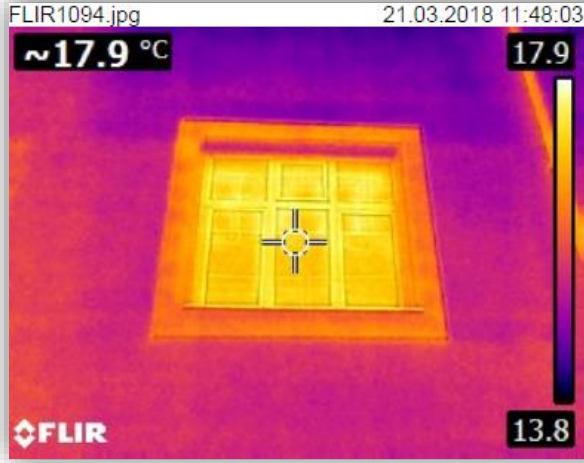
FOTOĞRAF 8: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü



FOTOĞRAF 9: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü-2



FOTOĞRAF 10: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü-3



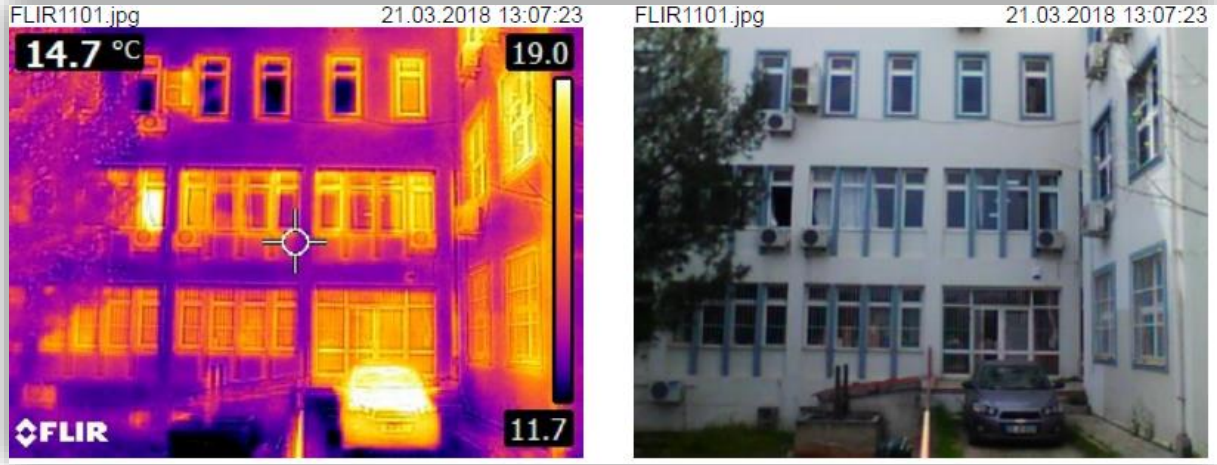
FOTOĞRAF 11: İşletme Fakültesi Bina Termal Kamera Görüntüsü-4



FOTOĞRAF 12: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Termal Kamera Görüntüsü



FOTOĞRAF 13: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Termal Kamera Görüntüsü-2



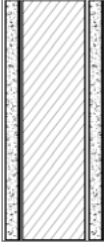
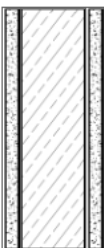
FOTOĞRAF 14: İnşaat-Çevre Mühendisliği Bina Termal Kamera Görüntüsü-3

3.2.3. Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Binaların duvarları incelendiğinde, duvarların örme tuğla ve sıvadan oluştuğu görülmektedir. Binaların duvarlarında ayrıca bir izolasyon malzemesi mevcut değildir. Binaların duvarlarında ve çatılarında yapılacak olan yalıtım iyileştirmesi ile binanın ısıtma yükü azalacak ve yıllık yakıt tüketimlerinden kazanç sağlanabilecektir.

3.2.4. Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: Binalarda termal kamera görüntüleri incelendiğinde, ısı kaçaklarının olduğu söylenebilmektedir. Binalarda ısı yalıtımı bulunmadığı için bu beklenen bir durum olarak değerlendirilebilir. Binalara yapılacak ısı yalıtımı ile, ısı köprüleri yok edilecek ve bina ısıtma ve soğutma için daha az enerji harcanacaktır.

3.3. YAPI BİLEŞENLERİ, YAPI MALZEMELERİ, KONSTRÜKSİYON DETAYLARI

3.3.1. Ünite ve Sistem Tarifi: Binaların duvar, kolon, çatı ve taban yapı bileşenleri kesitleri etüt raporunun ekinde sunulmaktadır. TS825 programına ait İşletme binası görüntüsü ise aşağıda verilmiştir. TS825 programına ait 2 binaya da ait tüm çıktılar ekte yer almaktadır.

DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Dış Havaya Açık	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
Duvar	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey d
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	
DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Dış Havaya Açık	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
Kolon	5.1.1 Donatılı
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	

KESİT 1: İşletme Binası Duvar – Kolon Kesit Görüntüleri

3.3.2. Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Binalarda yapılan duvar ısı iletim katsayı ölçümleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

TABLO 17: U Katsayısı Ölçüm Sonuçları

Bina Adı	U Katsayısı	Dış Ortam (°C)	İç Ortam (°C)	Duvar (°C)
İnşaat - Çevre Binası	1,41	11,34	19,35	17,92
İşletme Binası	2,29	11,34	21,37	18,49

Binaların duvarlarından alınan U katsayısı ölçümleri incelendiğinde, İşletme binası u katsayısı ölçüm değerinin TS 825 programındaki değerlere yakın olduğu görülmüştür. U katsayısı ölçümlerinde hesaplardan farklı değerler gözlemlenmiştir. Bu farklı değerlerin sebebi iç ve dış ortam sıcaklıklarının gün içinde değişiminden kaynaklanabileceği öngörülmüştür..

Binaların yapı bileşenlerine ait ısı iletim katsayısı hesaplamaları etüt raporunun ekinde mevcut olup, örnek hesap HESAP 2’de verilmiştir.

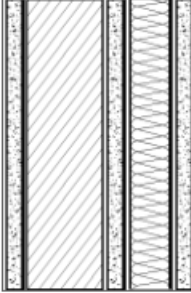
HESAP 2: İşletme Bina Yapı Bileşenleri Isı İletim Katsayısı Örnek Hesabı

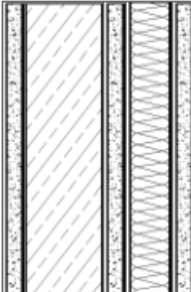


Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m ² K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m ² K)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m ²)	Isı Kaybı AxU (W/K)	
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar	$1k_{i,d}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapıldı	0,19	0,81	0,2348				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	$1k_{i,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400				
TOPLAM				0,425	2,355	1918,13	4517,20	
DUVAR:Dış Havaya Açık Kolon	$1k_{i,d}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.1 Donatılı	0,5	2,5	0,2000				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	$1k_{i,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400				
TOPLAM				0,390	2,564	262,66	673,46	
TAVAN:Üzeri Açık Tavan1.1	$1k_{i,d}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000				
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,0909				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	$1k_{i,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400				
TOPLAM				0,381	2,625	1575,59	4135,92	
TAVAN:Çatılı Kullanılmayan Tavan1.1	$1k_{i,d}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000				
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,0909				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	$1k_{i,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0800				
TOPLAM				0,8 x A x U	0,421	2,376	1213,34	2306,32
TABAN:Toprak Temaslı Taban	$1k_{i,d}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700				
	1.1 Kristal yapıllı püskürük ve metamorfik taş	0,03	2,3	0,0130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,0909				
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000				
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (micir)	0,75	0,7	1,0714				
	$1k_{i,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000				
TOPLAM				0,5 x A x U	1,455	0,687	2919,55	1002,87
Dış Pencere1					3,7	1401,4	5185,18	
Dış Kapı1					5,5	32,68	179,74	
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						18.000,68		
$\Sigma AU = U_{DAD} + U_p \cdot A_p + U_k \cdot A_k + 0.8 U_T \cdot A_T + 0.5 U_t A_t + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU = 18.000,68$ Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv					İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $HT = \Sigma AU + I UI$ Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $Hv = 0,33 \cdot nh \cdot Vh = 6.362,28 \text{ W/K}$			

3.3.3. Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Binaların dış duvarları üzerine 3 cm XPS malzeme ve çatılarına 6 cm cam yünü ile yalıtım yapılarak, binanın ısı ihtiyacı düşürülmüş ve olması gereken değerlere getirilmiştir. Yapılan yalıtım sonucunda oluşan yapı kesitleri etüt raporunun ekinde mevcut olup, örnek olarak işletme binasının yalıtımlı kesit görüntüsü aşağıda verilmiştir.

DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Dış Havaya Açık	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
Duvar	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey d
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik gru
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	

DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Dış Havaya Açık	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
Kolon	5.1.1 Donatılı
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik gru
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	

KESİT 2: İşletme Binası Yalıtımlı Duvar Görüntüsü

3.3.4. Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: Bina yalıtımı yapılırken en önemli konulardan bir tanesi de yoğuşmadır. İzoder TS825 programında yapılan hesaplamalarda binada yoğuşma hesaplaması da yaptırılmış ve yoğuşma olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan yalıtımlar sonucunda ise yalıtımlı durum için tekrardan yapı bileşenleri ısı iletim katsayıları hesaplanmış, etüt raporunun ekinde sunulmuştur. Yapılan örnek hesaplama aşağıda verilmiştir.

HESAP 3: İşletme Yalıtımlı Bina Yapı Bileşenleri Isı İletim Katsayısı Örnek Hesabı



Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m ² K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m ² K)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m ²)	Isı Kaybı AxU (W/K)	
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar	$1/k_{L1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapı	0,19	0,81	0,2346				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,04	0,03	1,3333				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	$1/k_{Ld}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)				0,0400			
TOPLAM				1,768	0,566	1918,13	1085,66	
DUVAR:Dış Havaya Açık Kolon	$1/k_{L1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.1 Donatılı	0,5	2,5	0,2000				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,04	0,03	1,3333				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	$1/k_{Ld}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)				0,0400			
TOPLAM				1,733	0,577	262,66	151,55	
TAVAN:Üzeri Açık Tavan1.1	$1/k_{L1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000				
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,0909				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,08	0,03	2,6667				
	$1/k_{Ld}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)				0,0400			
TOPLAM				3,048	0,328	1575,59	516,79	
TAVAN:Çatılı Kullanılmayan Tavan1.1	$1/k_{L1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000				
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,0909				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malze	0,08	0,035	2,2857				
	$1/k_{Ld}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)				0,0800			
TOPLAM				0,8 x A x U	2,707	0,369	1213,34	358,18
TABAN:Toprak Temaslı Taban	$1/k_{L1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700				
	1.1 Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taş	0,03	2,3	0,0130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100				
	5.1.2 Donatısız	0,15	1,65	0,0909				
	5.1.1 Donatılı	0,25	2,5	0,1000				
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (micir)	0,75	0,7	1,0714				
	$1/k_{Ld}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)				0,0000			
TOPLAM				0,5 x A x U	1,455	0,687	2919,55	1002,87

3.4. PENCERE VE CAM ALANLAR

3.4.1. Ünite ve Sistem Tarifi: Binalarda alüminyum çerçeveli 12 mm aralıklı çift cam kullanıldığı tespit edilmiştir. Kapıların ise metal gövdeli olduğu tespit edilmiştir.

3.4.2. Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Yapılan ölçümler ile binada bulunan pencere ve kapıların yönlerine göre alanları çıkartılmıştır. TABLO 18’de pencere alanları verilirken, TABLO 19’da ise kapı alanları verilmektedir.

TABLO 18: Pencere Alanları

	KUZEY		GÜNEY		DOĞU		BATI		Top. Alan Pen.
	adet	m ²	adet	m ²	adet	m ²	adet	m ²	
İnşaat-Çevre Müh.	175	422,1	135	216,69	116	301,4	76	406,9	1347,12
İşletme Fakültesi	89	375,4	75	332,39	78	333,2	48	229,79	1270,78

TABLO 19: Kapı Alanları

	KUZEY		GÜNEY		DOĞU		BATI		Top. Alan Kapı
	adet	m ²	adet	m ²	adet	m ²	adet	m ²	
İnşaat-Çevre Müh.	3	15,9	7	8,56	5	35,4	1	11	70,66
İşletme Fakültesi	1,5	9,52	3	16,48	0,5	4,48	1	2,2	32,68

3.4.3. Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Binalarda kullanılan pencereler alüminyum olup 3,7 W/m²K ısı katsayılı 12 mm çift camdır. Kapılar ise aynı şekilde metal gövdeli olup ısı iletim katsayıları 5,5 W/m²K’dir.

3.4.4. Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkanları ve Miktarları: Binalarda kullanılan pencereler ve camlar, günümüz teknolojisinde kötü seviyededir. Yeni çıkan teknolojilerle aynı kalınlıktaki low-e kaplı camlarda ısı geçirgenlik değeri çok daha düşüktür. Yapılan yalıtım hesaplamalarında pencere değişimi olmadan binanın toplam ısı kaybı istenilen değerlere ulaşmamaktadır. Bundan dolayı pencere değişimi de önerilmektedir. Önerilen pencerenin ısı iletim katsayısı 2,1 W/m².K olup, PVC çerçeveli 12mm kalınlıkta çift cama sahip ve low-e kaplamalıdır. Pencere değişimi maliyetleri toplam yalıtım maliyetine dahil edilmiş, elde edilen toplam kazanca göre değerlendirilip toplam geri ödeme süresi bulunmuştur. Yapılan hesap TABLO 21’ de verilmiştir.

3.5. ENERJİ KULLANIMI VE CO₂ MİKTARI

3.5.1. Ünite ve Sistem Tarifi: Binalarda ısıtma için doğalgazlı kazanlar kullanılmaktadır. Kazanlarda üretilen sıcak su, radyatöre gönderilerek ısıtma yapılmaktadır. Merkezi soğutma olmayıp, soğutma klimalarla sağlanmaktadır. Havalandırma ise pencerelerden doğal yolla yapılmaktadır.

3.5.2. Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Binalar için gerekli olan ısıtma ihtiyacı İzoder TS825 programı ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken, bina dış duvar alanları, pencere ve kapı alanları ile tüm duvar, zemin ve tavan bileşenleri bilgileri kullanılmıştır. Örnek hesap aşağıda verilmiştir.

HESAP 4: İşletme Fakültesi Mevcut Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Örnek Hesabı



Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	24.362,96	10,6	258.247	48.199	32.909	81.108	0,31	0,96	467.554.488
ŞUBAT		10,0	243.630		41.442	89.641	0,37	0,93	415.402.733
MART		7,4	180.286		50.241	98.440	0,55	0,84	252.969.361
NİSAN		3,2	77.961		56.969	105.168	1,35	0,52	60.326.395
MAYIS		0,0	0		66.258	114.457	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		69.833	118.032	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		67.930	116.129	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		63.246	111.445	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		52.685	100.884	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	12.181		42.062	90.261	7,41	0,00	0
KASIM		6,0	146.178		31.396	79.595	0,54	0,84	205.591.893
ARALIK		9,7	236.321		28.722	76.921	0,33	0,95	423.132.886
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$ $1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$							$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 1.824.978.343$		
Toplam ısı kaybı $Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times 1.824.978.343 \text{ (kJ)} = 507.344 \text{ kWh}$									
İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{s,ay} = \sum \eta_{ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$									
$A_{toplam} = 9.323,35 \text{ m}^2$									
$V_{brüt} = 30124,42 \text{ m}^3$									
Hesaplama yapılan binadaki birim <i>hale</i> na düğen yıllık ısıtma enerjisi ihtiya									
$Q = Q_{yil} / V_{brüt} = 16,84 \text{ kWh/m}^3$ $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 9.639,81 \text{ m}^2$									
$A_{top} / V_{brüt} = 0,31$ oranı 1. bölge için EK A.2'de verilen $Q' = 14,1 \times A/V + 3,4$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 7,76 \text{ kWh/m}^3$ bulunur. ³									
$Q > Q'$ (16,84 > 7,76) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer in üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

3.5.3. Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Binalarda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmış ve ısı kayıpları çıkarılmıştır. Mevcut durum için hesaplanan ısı kaybının olması gerekenden yüksek olduğu görülmüştür. Bu kayıpları azaltmak için, binaya yalıtım yapılması düşünülmüş ve hesaplamalar yeniden yapılmıştır. Yalıtımlı durum için yapılan hesaplamalar ise aşağıda verilmiştir.

HESAP 5: İşletme Fakültesi Yalıtımlı Durum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı



Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	13.607,30	10,6	144.237	48.199	32.909	81.108	0,56	0,83	199.370.627
ŞUBAT		10,0	136.073		41.442	89.641	0,66	0,78	171.468.576
MART		7,4	100.694		50.241	98.440	0,98	0,64	97.698.753
NİSAN		3,2	43.543		56.969	105.168	2,42	0,34	20.181.986
MAYIS		0,0	0		66.258	114.457	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		69.833	118.032	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		67.930	116.129	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		63.246	111.445	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		52.685	100.884	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	6.804		42.062	90.261	13,27	0,00	0
KASIM		6,0	81.644		31.396	79.595	0,97	0,64	79.582.176
ARALIK		9,7	131.991		28.722	76.921	0,58	0,82	178.629.002
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$ 1 kJ=0,278.10 kWh ⁻³							$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$ 746.931.707		
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 746.931.707$ (kJ) = 207.647 kWh									
İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$ (W)									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{s,ay} = \sum \eta_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_i - \theta_e)_{ay}$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{-1/KKO_{ay}}$									
$A_{toplam} = 9.323,35$ m ²									
$V_{brüt} = 30124,42$ m ³									
Hesaplama yapılan binadaki birim hava hacmine düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{yıl} / V_{brüt}$ 6,89 kWh/m ³ $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 9.639,81$ m ²									
$A_{top} / V_{brüt} = 0,31$ oranı 1. bölge için EK A.2'aleman $Q' = 14,1 \times A/V + 3,4$ formülünde									
yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 7,76$ kWh/m ³ bulunur. ³									
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $Q < Q'$ (6,89 < 7,76) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur. </div>									

3.5.4. Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: Binalarda duvarlar için 3 cm XPS, çatılar için 3 cm XPS ve 6 cm cam yünü malzeme ve pencere değişimi ile ısı kayıpları istenilen seviyelere düşürülmüştür. Isı kayıplarının azaltılması ile yakıt tüketimlerinden tasarruf sağlanmaktadır. Elde edilen tasarruf miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Aşağıdaki tabloda hesaplamalar İzoder TS825 programı çıktılarındaki değerlere göre yapılmıştır. TS825 programı hesaplama yaparken, öğretim binalarındaki ısıtma ihtiyacını günde 24 saat çalışmaya göre hesaplamaktadır, bundan dolayı ısıtma için tüketilmesi öngörülen enerji miktarı reel tüketimlerden fazla çıkmaktadır. Çünkü incelenen binalarda ısıtma için kullanılan kazan 24 saat çalışmamaktadır. Kazan sadece eğitim yapılan saatlerde aktif olmaktadır. Hesaplamaları gerçeğe uygun yapabilmek adına, TS825 programına giriş yapılırken binalar öğretim binası olarak değil, iş ve hizmet binası olarak girilmiştir. TS825 programının iş ve hizmet binaları için kabul ettiği çalışma saatleri, incelenen iki binanın kazanlarının çalışma saatlerine daha uygundur. Bundan dolayı yapılan hesap gerçeğe daha uygun olacaktır.

TABLO 20: Binalardaki Isıtma İhtiyacı

Bina Adı	Mevcut Isı Kaybı (Q _{yıl}) (kWh)	Mevcut Isıtma İhtiyacı (Q)	Olması Beklenen Isıtma İhtiyacı (Q')	Yalıtımlı Isıtma İhtiyacı (Q)
İnşaat-Çevre Mühendisliği	758.990,00	15,10	7,01	7,19
İşletme	507.344,00	16,84	7,76	6,89

TABLO 21: Bina Yalıtımı Kazanç ve Geri Ödeme Süresi Hesabı

Bina Adı	Mevcut Isı Kaybı (Q _{yıl}) (kWh)	Yalıtımlı Isı Kaybı (Q _{yıl}) (kWh)	Yıllık Kazanç (kWh)	Yıllık Kazanç (Sm ³)	Yıllık Kazanç (Kazan Verimi Dahil Sm ³)	Br. Fiyat (TL)	Kazanç (TL)	Yatırım Maliyeti (TL)	GÖS (Yıl)	CO ₂ Kazancı (Ton)
İnşaat-Çevre Mühendisliği	758.990,00	361.581,00	397.409,00	41.426,88	48.605,98	1,0974	53.340,20	337.166,04	6,32	109,11
İşletme	507.344,00	207.647,00	299.697,00	31.241,14	35.280,79	1,0974	38.717,14	250.422,88	6,47	79,20
Toplam			697.106,00	72.668,02	83.886,77	1,0974	92.057,35	587.588,93	6,38	188,31

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, yapılacak yalıtım ile yıllık 83.886,77 Sm³ yakıt enerjisi tasarrufu yapılabileceği öngörülmektedir. Bu tasarrufun mali karşılığı ise 92.057,35 TL olmaktadır. Yalıtım iyileştirmenin yatırım maliyeti toplam 587.588,93 TL olup geri ödeme süresi 6,38 yıl çıkmaktadır. Ayrıca bu iyileştirme sonucunda 188,31 Ton CO₂ salım kazancı elde edilecektir.

4. ISITMA, İKLİMLENDİRME, HAVALANDIRMA VE SOĞUTMA SİSTEMLERİ

4.1. ISITMA SİSTEMİ (KAZAN, BRÜLÖR, TESİSAT, YALITIM, RADYATÖR VB.)

4.1.1 Ünite ve Sistem Tarifi: Etüt kapsamında incelenen İnşaat-Çevre Mühendisliği ve İşletme binalarının ayrı ayrı toplam iki adet kazan dairesi bulunmaktadır. İnşaat Mühendisliği binası kazan dairesinde 2 adet doğalgazlı kazan bulunmaktadır. Kazanlar 1.000.000 kcal/h kapasitesindedir, brülör oransal kontrolü ve kazan baca çıkışında ekonomizer sistemi bulunmamaktadır. Aşağıda kazan örnek fotoğrafı görülmektedir.



FOTOĞRAF 15: İnşaat Mühendisliği Kazan Fotoğrafı

İşletme binası kazan dairesinde işletme binasına ait 1 adet doğalgazlı kazan bulunmaktadır. Kazan 800.000 kcal/h kapasitesindedir, brülör oransal kontrolü ve kazan baca çıkışında ekonomizer sistemi bulunmamaktadır. Aşağıda FOTOĞRAF 16'da kazan fotoğrafı verilmiştir.



FOTOĞRAF 16 : İşletme Kazan Fotoğrafı

4.1.2 Yapılan Ölçümler ve Alınan Değerler: Kazanlar için baca gazı ölçümü ve kazan yüzeylerinden termal kamera ile sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Aşağıda TABLO 22 ve TABLO 23'te baca gazı ölçüm sonuçları verilmiştir.

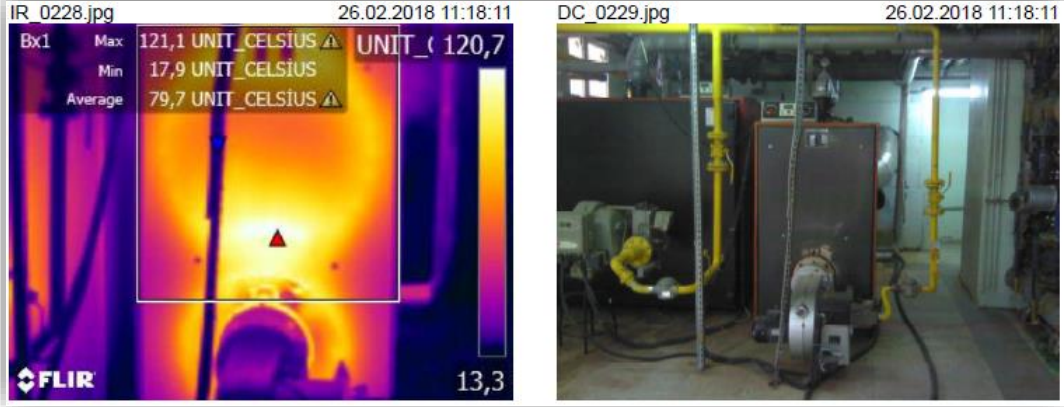
TABLO 22: İnşaat Mühendisliği Kazan Baca Gazı Ölçüm Sonuçları

Kazan Ölçümleri Sonuç Tablosu		
Parametreler:	Kazan1	Kazan2
O ₂ (%)	8,8	3,8
CO (ppm)	11	41
T baca gazı (°C)	197,1	179,3
T Ortam (°C)	18,1	21,7
Çiğlenme Noktası (°C)	49,2	54,9
Yakıt	Doğalgaz	Doğalgaz
Kazan Tipi	Sıcak Su	Sıcak Su
Yüzey Boyutları (m)	a	1,4
	b	2,5
	c	1,47
Yüzey Sıcaklıkları (°C)	Ön	95
	Yan	26
	Arka	152

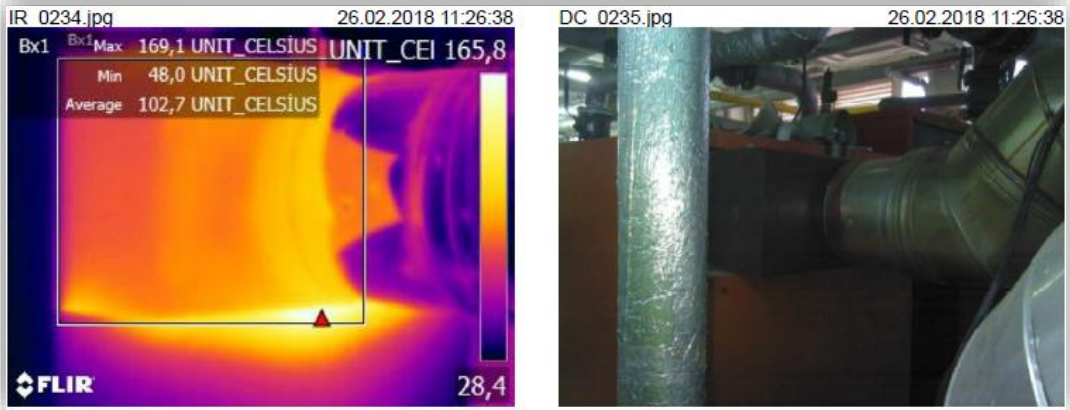
TABLO 23: İşletme Kazan Baca Gazı Ölçüm Sonuçları

Kazan Ölçümleri Sonuç Tablosu		
Parametreler:	Kazan1	
O ₂ (%)	5,2	
CO (ppm)	10	
T baca gazı (°C)	165	
T Ortam (°C)	19,7	
Çiğlenme Noktası (°C)	53,6	
Yakıt	Doğalgaz	
Kazan Tipi	Sıcak Su	
Yüzey Boyutları (m)	a	1,7
	b	2,37
	c	0,96
Yüzey Sıcaklıkları (°C)	Ön	80
	Yan	30
	Arka	103

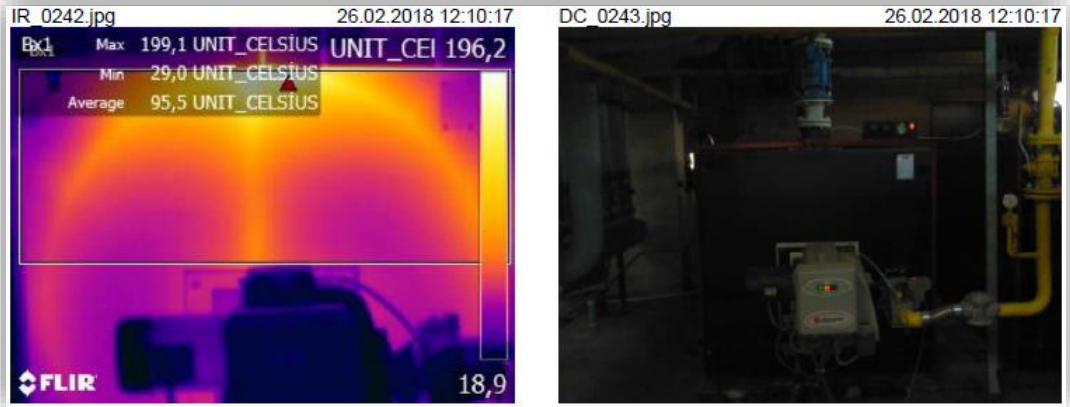
Aşağıda, FOTOĞRAF 17 - FOTOĞRAF 22'de kazanlar üzerinden alınan termal kamera görüntüleri görülmektedir.



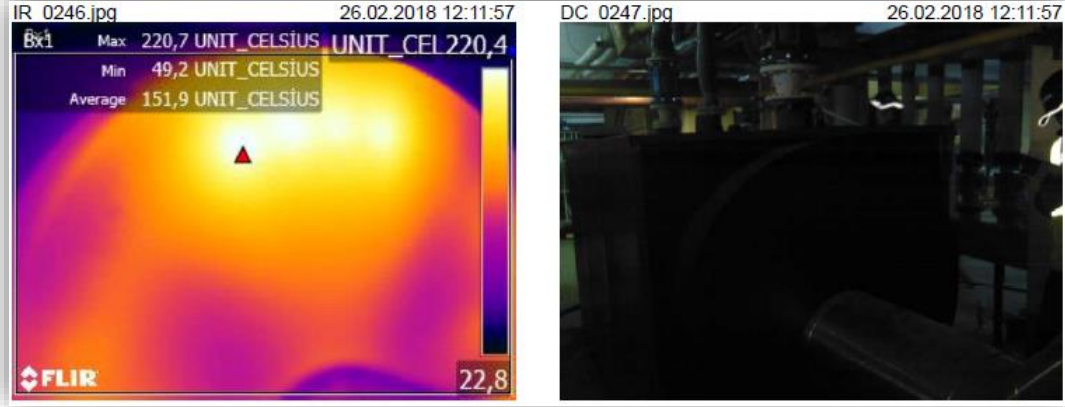
FOTOĞRAF 17: İşletme Fakültesi Kazan Ön Yüzey Termal Görüntüsü



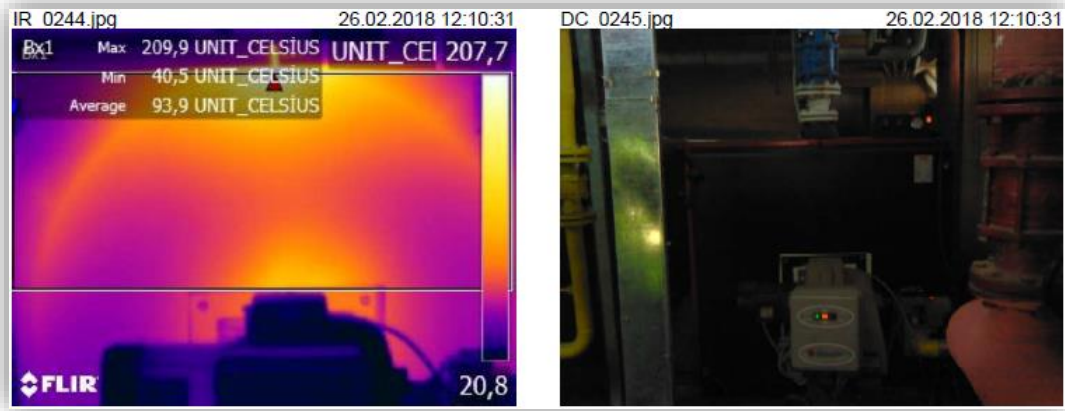
FOTOĞRAF 18: İşletme Fakültesi Kazan Arka Yüzey Termal Görüntüsü



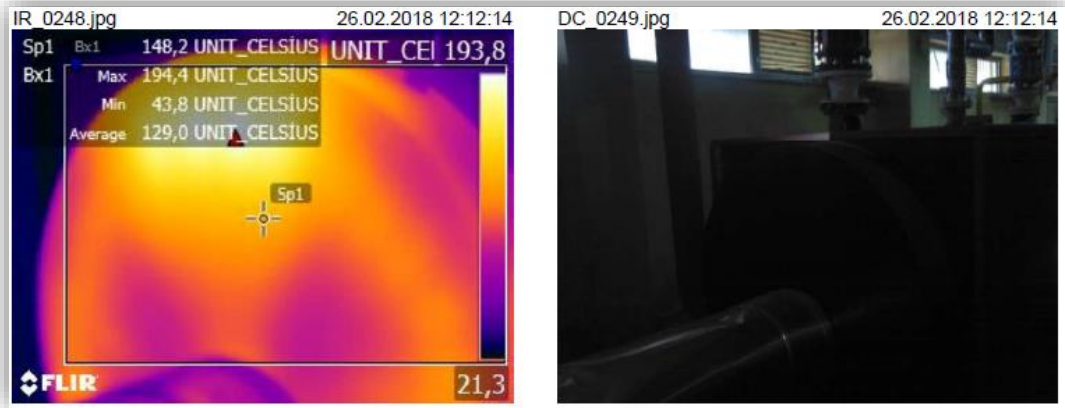
FOTOĞRAF 19: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 Ön Yüzey Termal Görüntüsü



FOTOĞRAF 20: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 Arka Yüzey Termal Görüntüsü



FOTOĞRAF 21: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 Ön Yüzey Termal Görüntüsü



FOTOĞRAF 22: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 Arka Yüzey Termal Görüntüsü

4.1.3 Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Kazanlarda yapılan ölçümler sonrasında kazan verimleri hesaplanmıştır. Yapılan hesaplar aşağıda HESAP 6, HESAP 7 ve HESAP 8’de verilmiştir. Kazanların kuru baca gazı yoluyla olan ısı kaybı, baca gazındaki nem nedeniyle olan ısı kaybı, baca gazındaki yanmamış karbon monoksit nedeniyle olan ısı kaybı, kazan yüzeyinden radyasyon ve konveksiyonla olan ısı kaybı hesapları yapılmıştır.

HESAP 6: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 Mevcut Durum Verim Hesabı

A) YAKITLA İLGİLİ TEMEL HESAPLAMALAR:

Yakıt Cinsi = Doğalgaz

Yakıtta Bulunan ;

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,90	%
Hidrojen (H ₂) % si (ağırlıkça)	=	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Oksijen (O ₂) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,53	%
		100,00	%

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12132,35 kCal / kg

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12.132,35 kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri = Yakıt Alt Isıl Değeri + (6 x (9 x Yakıttaki H₂ % si))
= 12.132,35 + (6 x (9 x 24,57))

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13.459,13 kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg
Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13459,13 kCal / kg

Bacagazında

Oksijen (O₂) Hacimce % = 8,80 %

Karbonmonoksit (CO) = 11 ppm = 11 x $\frac{100}{1.000.000}$ = 0,0011 %

Bacagazı Sıcaklığı = 197,10 °C

Ortam Sıcaklığı = 18,10 °C

B) ISI KAYIPLARI

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

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

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

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

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{8,80}{21} \right] \right\} \times 11,74489753 = 6,82$$

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times \left(\frac{12.132,35}{13.459,13} \right)^2}{\left(\frac{13.459,13}{12.132,35} \right)^3}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{KBG} = \frac{0,311 \times \left(\frac{197,10}{6,82} - 18,10 \right)}{6,82} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{KBG} = 9,06 \%$$

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 18,10 + (0,50 \times 197,10))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = \frac{28.846,41}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = 2,38 \quad \%$$

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

$$L_{COBG} = \frac{K_2 \times CO_{bacagaz}}{CO_2 + CO_{bacagaz}} \times \frac{Yakıt \text{ Üst Isıl Değeri}}{Yakıt \text{ Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{COBG} = \frac{32,0 \times 0,0011}{6,82 + 0,0011} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{COBG} = 0,01 \quad \%$$

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

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

Yüzey	Alan	Ortalama Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	a	b
Ön Yüzey	2,058 m ²	95 °C	18,10 °C	1,47 m	1,40 m
Sol Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	18,10 °C	2,50 m	1,40 m
Sağ Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	18,10 °C	2,50 m	1,40 m
Arka Yüzey	2,058 m ²	152 °C	18,10 °C	1,47 m	1,40 m

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

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

E = Yüzey malzemesine ve işleme şekline bağlı Emissivite katsayısı

T_{yüzey} = Yüzey Sıcaklığı

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı

YÜZEY DURUŞ KATSAYISI

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

$$U_r = \frac{0,96}{(95 - 18,1)} \times \frac{5,67}{100} \times \left[\left(\frac{368}{100} \right)^4 - \left(\frac{291,1}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (95 - 18,1)^{0,25}$$

Yüzey	E	A	U _r	B	U _c	(U _r + U _c) x A x (T _y - T _o)
		m ²	(Watt / m ² °K)		(Watt / m ² °K)	(Watt)
Ön Yüzey	0,96	2,058	7,899	1,45	4,294	1.929,584
Sol Yan Yüzey	0,96	3,500	5,593	1,45	2,431	221,874
Sağ Yan Yüzey	0,96	3,500	5,593	1,45	2,431	221,874
Arka Yüzey	0,96	2,058	10,344	1,45	4,932	4.209,555
					TOPLAM =	6.582,888

$$L_{RK}' = 6.582,888 \times 0,860 = 5.661,28 \quad \text{kCal / saat}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Doğalgaz} &= \frac{1 \text{ sa}}{39,60} - \frac{0 \text{ dakika}}{0,00} = 39,60 \text{ sm}^3 / \text{h} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= \text{Yakıt Tüketimi} \times \text{Yakıtın Alt Isıl Değeri} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 39,60 \times 12.132,35 \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 480.419,94 \text{ kCal / saat} \end{aligned}$$

$$L_{RK} = \frac{5.661,28}{480.419,94} \times 100$$

$$L_{RK} = 1,18 \%$$

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$\begin{aligned} L &= L_{KGB} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK} \\ L &= 9,06 + 2,38 + 0,01 + 1,18 \end{aligned}$$

$$L = 12,63 \%$$

C) KAZAN VERİMİ

1) Kazan Verimi

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

$$\text{Verim} = 100,00 - 12,63$$

$$\text{Verim} = 87,37 \%$$

2) Fazla Hava Oram %

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

$$\text{Fazla Hava Oram} = \frac{8,80}{21 - 8,8} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oram} = 72,13 \%$$

HESAP 7: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 Mevcut Durum Verim Hesabı

A) YAKITLA İLGİLİ TEMEL HESAPLAMALAR:

Yakıt Cinsi = Doğalgaz

Yakıtta Bulunan ;

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,90	%
Hidrojen (H ₂) % si (ağırlıkça)	=	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Oksijen (O ₂) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,53	%
		100,00	%

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12132,35 kCal / kg

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12.132,35 kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri = Yakıt Alt Isıl Değeri + (6 x (9 x Yakıttaki H₂ % si))
= 12.132,35 + (6 x (9 x 24,57))

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13.459,13 kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg
Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13459,13 kCal / kg

Bacagazında

Oksijen (O₂) Hacimce % = 3,80 %

Karbonmonoksit (CO) = 41 ppm = 41 x $\frac{100}{1.000.000}$ = 0,0041 %

Bacagazı Sıcaklığı = 179,30 °C

Ortam Sıcaklığı = 21,70 °C

B) ISI KAYIPLARI

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

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

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

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

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{3,80}{21} \right] \right\} \times 11,74489753 = 9,62$$

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.132,35)^2}{(13.459,13)^3}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{KBG} = \frac{0,311 \times (179,30 - 21,70)}{9,62} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{KBG} = 5,65 \%$$

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 21,70 + (0,50 \times 179,30))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = \frac{26.082,28}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = 2,15 \quad \%$$

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

$$L_{COBG} = \frac{K_2 \times CO_{bacagazi}}{CO_2 + CO_{bacagazi}} \times \frac{Yakıt Üst Isıl Değeri}{Yakıt Alt Isıl Değeri}$$

$$L_{COBG} = \frac{32,0 \times 0,0041}{9,62 + 0,0041} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{COBG} = 0,02 \quad \%$$

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

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

Yüzey	Alan	Ortalama Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	a	b
Ön Yüzey	2,058 m ²	94 °C	21,70 °C	1,47 m	1,40 m
Sol Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	21,70 °C	2,50 m	1,40 m
Sağ Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	21,70 °C	2,50 m	1,40 m
Arka Yüzey	2,058 m ²	130 °C	21,70 °C	1,47 m	1,40 m

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

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

E = Yüzey malzemesine ve işleme şekline bağlı Emisivite katsayısı

T_{yüzey} = Yüzey Sıcaklığı

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı

YÜZEY DURUŞ KATSAYISI

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

$$U_r = \frac{0,96}{(94 - 21,7)} \times \left[\left(\frac{367}{100} \right)^4 - \left(\frac{294,7}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (94 - 21,7)^{0,25}$$

Yüzey	E	A	U _r	B	U _c	(U _r + U _c) x A x (T _y - T _o)
		m ²	(Watt / m ² °K)		(Watt / m ² °K)	(Watt)
Ön Yüzey	0,96	2,058	7,979	1,45	4,228	1.816,383
Sol Yan Yüzey	0,96	3,500	5,696	1,45	2,088	117,145
Sağ Yan Yüzey	0,96	3,500	5,696	1,45	2,088	117,145
Arka Yüzey	0,96	2,058	9,466	1,45	4,678	3.152,370
TOPLAM =						5.203,044

$$L_{RR'} = 5.203,044 \times 0,860 = 4.474,62 \quad \text{kCal / saat}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Doğalgaz} &= \frac{1 \text{ sa}}{39,60} - \frac{0 \text{ dakika}}{0,00} = 39,60 \text{ sm}^3 / \text{h} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= \text{Yakıt Tüketimi} \times \text{Yakıtın Alt Isıl Değeri} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 39,60 \times 12.132,35 \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 480.419,94 \text{ kCal / saat} \end{aligned}$$

$$L_{RK} = \frac{4.474,62}{480.419,94} \times 100$$

$$L_{RK} = 0,93 \%$$

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$\begin{aligned} L &= L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK} \\ L &= 5,65 + 2,15 + 0,02 + 0,93 \end{aligned}$$

$$L = 8,75 \%$$

C) KAZAN VERİMİ

1) Kazan Verimi

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

$$\text{Verim} = 100,00 - 8,75$$

$$\text{Verim} = 91,25 \%$$

2) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{3,80}{21 - 3,8} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = 22,09 \%$$

HESAP 8: İşletme Kazan 1 Mevcut Durum Verim Hesabı

A) YAKITLA İLGİLİ TEMEL HESAPLAMALAR:

Yakıt Cinsi = Doğalgaz

Yakıtta Bulunan ;

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,90	%
Hidrojen (H ₂) % si (ağırlıkça)	=	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Oksijen (O ₂) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,53	%
		100,00	%

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12132,35 kCal / kg

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12.132,35 kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri = Yakıt Alt Isıl Değeri + (6 x (9 x Yakıttaki H₂ % si))
= 12.132,35 + (6 x (9 x 24,57))

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13.459,13 kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg
Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13459,13 kCal / kg

Bacagazında

Oksijen (O₂) Hacimce % = 5,20 %

Karbonmonoksit (CO) = 10 ppm = 10 x $\frac{100}{1.000.000}$ = 0,0010 %

Bacagazı Sıcaklığı = 165,00 °C

Ortam Sıcaklığı = 19,70 °C

B) ISI KAYIPLARI

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

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

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

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

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{5,20}{21} \right] \right\} \times 11,74489753 = 8,84$$

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.132,35)^2}{(13.459,13)^3}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{KBG} = \frac{0,311 \times (165,00 - 19,70)}{8,84} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{KBG} = 5,67 \%$$

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 19,70 + (0,50 \times 165,00))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = \frac{24.943,46}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = 2,06 \quad \%$$

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

$$L_{COBG} = \frac{K_2 \times CO_{\text{bacagazi}}}{CO_2 + CO_{\text{bacagazi}}} \times \frac{\text{Yakıt Üst Isıl Değeri}}{\text{Yakıt Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{COBG} = \frac{32,0 \times 0,0010}{8,84 + 0,0010} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{COBG} = 0,00 \quad \%$$

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

$$L_{RR'} = (U_r + U_c) \times A \times (T_{\text{yüze}} - T_{\text{ortam}})$$

Yüzey	Alan	Ortalama Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	a	b
Ön Yüzey	1,632 m ²	80 °C	19,70 °C	0,96 m	1,70 m
Sol Yan Yüzey	4,029 m ²	30 °C	19,70 °C	2,37 m	1,70 m
Sağ Yan Yüzey	4,029 m ²	30 °C	19,70 °C	2,37 m	1,70 m
Arka Yüzey	1,632 m ²	103 °C	19,70 °C	0,96 m	1,70 m

$$U_r = \frac{E}{(T_{\text{yüze}} - T_{\text{ortam}})} \times \left[\left(\frac{T_y}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_o}{100} \right)^4 \right]$$

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

E = Yüzey malzemesine ve işleme şekline bağlı Emissivite katsayısı

T_{yüze} = Yüzey Sıcaklığı

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı

YÜZEY DURUŞ KATSAYISI

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

$$U_r = \frac{0,96}{(80 - 19,7)} \times \left[\left(\frac{353}{100} \right)^4 - \left(\frac{292,7}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (80 - 19,7)^{0,25}$$

Yüzey	E	A	U _r	B	U _c	(U _r + U _c) x A x (T _y - T _o)
		m ²	(Watt / m ² °K)		(Watt / m ² °K)	(Watt)
Ön Yüzey	0,96	1,632	7,391	1,45	4,041	1.124,955
Sol Yan Yüzey	0,96	4,029	5,755	1,45	2,598	346,619
Sağ Yan Yüzey	0,96	4,029	5,755	1,45	2,598	346,619
Arka Yüzey	0,96	1,632	8,264	1,45	4,381	1.719,012
					TOPLAM =	3.537,204

$$L_{RR'} = 3.537,204 \times 0,860 = 3.042,00 \quad \text{kCal / saat}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Doğalgaz} &= \frac{1 \text{ sa}}{45,56} - \frac{0 \text{ dakika}}{0,00} = 45,56 \text{ sm}^3 / \text{h} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= \text{Yakıt Tüketimi} \times \text{Yakıtın Alt Isıl Değeri} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 45,56 \times 12.132,35 \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 552.788,98 \text{ kCal / saat} \end{aligned}$$

$$L_{RK} = \frac{3.042,00}{552.788,98} \times 100$$

$$L_{RK} = 0,55 \%$$

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

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

$$L = 5,67 + 2,06 + 0 + 0,55$$

$$L = 8,28 \%$$

C) KAZAN VERİMİ

1) Kazan Verimi

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

$$\text{Verim} = 100,00 - 8,28$$

$$\text{Verim} = 91,72 \%$$

2) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{5,20}{21 - 5,2} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = 32,91 \%$$

Kazanlarda yapılacak olan brülör ayarlanması iyileştirmesi sonrasında kazan verimleri aşağıda HESAP 9, HESAP 10 ve HESAP 11’de gösterilmektedir.

HESAP 9: İnşaat Mühendisliği Kazan 1 İyileştirilmiş Durum Verim Hesabı

A) YAKITLA İLGİLİ TEMEL HESAPLAMALAR:

Yakıt Cinsi	=	Doğalgaz	
Yakıtta Bulunan ;			
Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,90	%
Hidrojen (H ₂) % si (ağırlıkça)	=	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Oksijen (O ₂) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,53	%
		100,00	%
Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	12132,35	kCal / kg
Yakıtın Alt Isıl Değeri	=	12.132,35	kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg
Yakıtın Üst Isıl Değeri	=	Yakıt Alt Isıl Değeri + (6 x (9 x Yakıttaki H ₂ % si))	
	=	12.132,35 + (6 x (9 x 24,57))	
Yakıtın Üst Isıl Değeri	=	13.459,13	kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg
Yakıtın Üst Isıl Değeri	=	13459,13	kCal / kg
Bacagazında			
Oksijen (O ₂) Hacimce %	=	3,00	%
Karbonmonoksit (CO)	=	0	ppm = 0 x $\frac{100}{1.000.000}$ = 0,0000 %
Bacagazı Sıcaklığı	=	130,00	°C
Ortam Sıcaklığı	=	18,10	°C

B) ISI KAYIPLARI

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

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

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

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

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{3,00}{21} \right] \right\} \times 11,74489753 = 10,07$$

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.132,35)^2}{(13.459,13)^3}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{KBG} = \frac{0,311 \times (130,00 - 18,10)}{10,07} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{KBG} = 3,83 \quad \%$$

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 18,10 + (0,50 \times 130,00))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = \frac{21.427,50}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = 1,77 \%$$

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

$$L_{COBG} = \frac{K_2 \times CO_{bacagaz}}{CO_2 + CO_{bacagaz}} \times \frac{Yakıt \text{ Üst Isıl Değeri}}{Yakıt \text{ Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{COBG} = \frac{32,0 \times 0,0000}{10,07 + 0,0000} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{COBG} = 0,00 \%$$

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

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

Yüzey	Alan	Ortalama Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	a	b
Ön Yüzey	2,058 m ²	95 °C	18,10 °C	1,47 m	1,40 m
Sol Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	18,10 °C	2,50 m	1,40 m
Sağ Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	18,10 °C	2,50 m	1,40 m
Arka Yüzey	2,058 m ²	152 °C	18,10 °C	1,47 m	1,40 m

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

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

E = Yüzey malzemesine ve işleme şekline bağlı Emissivite katsayısı

T_{yüzey} = Yüzey Sıcaklığı

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı

YÜZEY DURUŞ KATSAYISI

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

$$U_r = \frac{0,96 \times 5,67}{(95 - 18,1)} \times \left[\left(\frac{368}{100} \right)^4 - \left(\frac{291,1}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (95 - 18,1)^{0,25}$$

Yüzey	E	A	U _r	B	U _c	(U _r + U _c) x A x (T _y - T _o)
		m ²	(Watt / m ² °K)		(Watt / m ² °K)	(Watt)
Ön Yüzey	0,96	2,058	7,899	1,45	4,294	1.929,584
Sol Yan Yüzey	0,96	3,500	5,593	1,45	2,431	221,874
Sağ Yan Yüzey	0,96	3,500	5,593	1,45	2,431	221,874
Arka Yüzey	0,96	2,058	10,344	1,45	4,932	4.209,555
					TOPLAM =	6.582,888

$$L_{RK}' = 6.582,888 \times 0,860 = 5.661,28 \text{ kCal / saat}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Doğalgaz} &= \frac{1 \text{ sa}}{39,60} - \frac{0 \text{ dakika}}{0,00} = 39,60 \text{ sm}^3/\text{h} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= \text{Yakıt Tüketimi} \times \text{Yakıtın Alt Isıl Değeri} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 39,60 \times 12.132,35 \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 480.419,94 \text{ kCal / saat} \end{aligned}$$

$$L_{RK} = \frac{5.661,28}{480.419,94} \times 100$$

$$L_{RK} = 1,18 \%$$

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$\begin{aligned} L &= L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK} \\ L &= 3,83 + 1,77 + 0 + 1,18 \\ L &= 6,78 \% \end{aligned}$$

C) KAZAN VERİMİ

1) Kazan Verimi

$$\begin{aligned} \text{Verim} &= 100 - L_{\text{Toplam}} \\ \text{Verim} &= 100,00 - 6,78 \\ \text{Verim} &= 93,22 \% \end{aligned}$$

2) Fazla Hava Oranı %

$$\begin{aligned} \text{Fazla Hava Oranı} &= \frac{O_2}{21 - O_2} \times 100 \\ \text{Fazla Hava Oranı} &= \frac{3,00}{21 - 3} \times 100 \\ \text{Fazla Hava Oranı} &= 16,67 \% \end{aligned}$$

HESAP 10: İnşaat Mühendisliği Kazan 2 İyileştirilmiş Durum Verim Hesabı

A) YAKITLA İLGİLİ TEMEL HESAPLAMALAR:

Yakıt Cinsi = Doğalgaz

Yakıtta Bulunan ;

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,90	%
Hidrojen (H ₂) % si (ağırlıkça)	=	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Oksijen (O ₂) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,53	%
		100,00	%

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12132,35 kCal / kg

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12.132,35 kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri = Yakıt Alt Isıl Değeri + (6 x (9 x Yakıttaki H₂ % si))
= 12.132,35 + (6 x (9 x 24,57))

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13.459,13 kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg
Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13459,13 kCal / kg

Bacagazında

Oksijen (O₂) Hacimce % = 3,00 %

Karbonmonoksit (CO) = 0 ppm = 0 x $\frac{100}{1.000.000}$ = 0,0000 %

Bacagazı Sıcaklığı = 130,00 °C

Ortam Sıcaklığı = 21,70 °C

B) ISI KAYIPLARI

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

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

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

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

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{3,00}{21} \right] \right\} \times 11,74489753 = 10,07$$

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.132,35)^2}{(13.459,13)^3}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{KBG} = \frac{0,311 \times (130,00 - 21,70)}{10,07} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{KBG} = 3,71 \%$$

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 21,70 + (0,50 \times 130,00))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = \frac{20.631,43}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = 1,7 \quad \%$$

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

$$L_{COBG} = \frac{K_2 \times CO_{bacagazi}}{CO_2 + CO_{bacagazi}} \times \frac{Yakıt Üst Isıl Değeri}{Yakıt Alt Isıl Değeri}$$

$$L_{COBG} = \frac{32,0 \times 0,0000}{10,07 + 0,0000} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{COBG} = 0,00 \quad \%$$

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

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

Yüzey	Alan	Ortalama Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	a	b
Ön Yüzey	2,058 m ²	94 °C	21,70 °C	1,47 m	1,40 m
Sol Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	21,70 °C	2,50 m	1,40 m
Sağ Yan Yüzey	3,500 m ²	26 °C	21,70 °C	2,50 m	1,40 m
Arka Yüzey	2,058 m ²	130 °C	21,70 °C	1,47 m	1,40 m

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

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

E = Yüzey malzemesine ve işleme şekline bağlı Emissivite katsayısı

T_{yüzey} = Yüzey Sıcaklığı

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı

YÜZEY DURUŞ KATSAYISI

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

$$U_r = \frac{0,96}{(94 - 21,7)} \times \frac{5,67}{100} \times \left[\left(\frac{367}{100} \right)^4 - \left(\frac{294,7}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (94 - 21,7)^{0,25}$$

Yüzey	E	A	U _r	B	U _c	(U _r + U _c) x A x (T _y - T _o)
		m ²	(Watt / m ² °K)		(Watt / m ² °K)	(Watt)
Ön Yüzey	0,96	2,058	7,979	1,45	4,228	1.816,383
Sol Yan Yüzey	0,96	3,500	5,696	1,45	2,088	117,145
Sağ Yan Yüzey	0,96	3,500	5,696	1,45	2,088	117,145
Arka Yüzey	0,96	2,058	9,466	1,45	4,678	3.152,370
					TOPLAM =	5.203,044

$$L_{RK}' = 5.203,044 \times 0,860 = 4.474,62 \quad \text{kCal / saat}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Doğalgaz} &= \frac{1 \text{ sa}}{39,60} - \frac{0 \text{ dakika}}{0,00} = 39,60 \text{ sm}^3 / \text{h} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= \text{Yakıt Tüketimi} \times \text{Yakıtın Alt Isıl Değeri} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 39,60 \times 12.132,35 \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 480.419,94 \text{ kCal / saat} \end{aligned}$$

$$L_{RK} = \frac{4.474,62}{480.419,94} \times 100$$

$$L_{RK} = 0,93 \%$$

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$\begin{aligned} L &= L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK} \\ L &= 3,71 + 1,7 + 0 + 0,93 \end{aligned}$$

$$L = 6,34 \%$$

C) KAZAN VERİMİ

1) Kazan Verimi

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

$$\text{Verim} = 100,00 - 6,34$$

$$\text{Verim} = 93,66 \%$$

2) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{3,00}{21 - 3} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = 16,67 \%$$

HESAP 11: İşletme Kazan 1 İyileştirilmiş Durum Verim Hesabı

A) YAKITLA İLGİLİ TEMEL HESAPLAMALAR:

Yakıt Cinsi = Doğalgaz

Yakıtta Bulunan ;

Karbon (C) % si (ağırlıkça)	=	73,90	%
Hidrojen (H ₂) % si (ağırlıkça)	=	24,57	%
Kükürt (S) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Nem (nem) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Oksijen (O ₂) % si (ağırlıkça)	=	0,00	%
Diğerleri % si (ağırlıkça)	=	1,53	%
		100,00	%

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12132,35 kCal / kg

Yakıtın Alt Isıl Değeri = 12.132,35 kCal / kg = 12.132,35 x 4,186 = 50.786,03 kJ / kg

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

= 12.132,35 + (6 x (9 x 24,57))

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13.459,13 kCal / kg = 13.459,13 x 4,186 = 56.339,92 kJ / kg

Yakıtın Üst Isıl Değeri = 13459,13 kCal / kg

Bacagazında

Oksijen (O₂) Hacimce % = 3,00 %

Karbonmonoksit (CO) = 10 ppm = 10 x $\frac{100}{1.000.000}$ = 0,0010 %

Bacagazı Sıcaklığı = 130,00 °C

Ortam Sıcaklığı = 19,70 °C

B) ISI KAYIPLARI

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

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

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

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

$$CO_2 = \left\{ 1 - \left[\frac{3,00}{21} \right] \right\} \times 11,74489753 = 10,07$$

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

$$K = \frac{69,7 \times 73,90 \times (12.132,35)^2}{(13.459,13)^3}$$

$$K = \frac{7,58131E+11}{2,4381E+12}$$

$$K = 0,311$$

$$L_{KBG} = \frac{0,311 \times (130,00 - 19,70)}{10,07} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{KBG} = 3,78 \%$$

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

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

$$L_{NBG} = \frac{(9 \times 24,57) \times (50,00 - 19,70 + (0,50 \times 130,00))}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = \frac{21.073,69}{13.459,13} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{NBG} = 1,74 \%$$

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

$$L_{COBG} = \frac{K_2 \times CO_{bacagaz}}{CO_2 + CO_{bacagaz}} \times \frac{Yakıt \text{ Üst Isıl Değeri}}{Yakıt \text{ Alt Isıl Değeri}}$$

$$L_{COBG} = \frac{32,0 \times 0,0010}{10,07 + 0,0010} \times \frac{13.459,13}{12.132,35}$$

$$L_{COBG} = 0,00 \%$$

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

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

Yüzey	Alan	Ortalama Yüzey Sıcaklığı	Ortam Sıcaklığı	a	b
Ön Yüzey	1,632 m ²	80 °C	19,70 °C	0,96 m	1,70 m
Sol Yan Yüzey	4,029 m ²	30 °C	19,70 °C	2,37 m	1,70 m
Sağ Yan Yüzey	4,029 m ²	30 °C	19,70 °C	2,37 m	1,70 m
Arka Yüzey	1,632 m ²	103 °C	19,70 °C	0,96 m	1,70 m

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

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

E = Yüzey malzemesine ve işleme şekline bağlı Emissivite katsayısı

T_{yüzey} = Yüzey Sıcaklığı

T_{ortam} = Ortam Sıcaklığı

YÜZEY DURUŞ KATSAYISI

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

$$U_r = \frac{0,96 \times 5,67}{(80 - 19,7)} \times \left[\left(\frac{353}{100} \right)^4 - \left(\frac{292,7}{100} \right)^4 \right]$$

$$U_c = 1,45 \times (80 - 19,7)^{0,25}$$

Yüzey	E	A	U _r	B	U _c	(U _r + U _c) x A x (T _y - T _o)
		m ²	(Watt / m ² °K)		(Watt / m ² °K)	(Watt)
Ön Yüzey	0,96	1,632	7,391	1,45	4,041	1.124,955
Sol Yan Yüzey	0,96	4,029	5,755	1,45	2,598	346,619
Sağ Yan Yüzey	0,96	4,029	5,755	1,45	2,598	346,619
Arka Yüzey	0,96	1,632	8,264	1,45	4,381	1.719,012
TOPLAM =						3.537,204

$$L_{RK}' = 3.537,204 \times 0,860 = 3.042,00 \text{ kCal / saat}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Doğalgaz} &= \frac{1 \text{ sa}}{45,56} - \frac{0 \text{ dakika}}{0,00} = 45,56 \text{ sm}^3 / \text{h} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= \text{Yakıt Tüketimi} \times \text{Yakıtın Alt Isıl Değeri} \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 45,56 \times 12.132,35 \\ \text{Yakıt tarafından verilen Isı} &= 552.788,98 \text{ kCal / saat} \end{aligned}$$

$$L_{RK} = \frac{3.042,00}{552.788,98} \times 100$$

$$L_{RK} = 0,55 \%$$

5) Isı Kayıpları Toplamı (L)

$$\begin{aligned} L &= L_{KBG} + L_{NBG} + L_{COBG} + L_{RK} \\ L &= 3,78 + 1,74 + 0 + 0,55 \end{aligned}$$

$$L = 6,07 \%$$

C) KAZAN VERİMİ

1) Kazan Verimi

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

$$\text{Verim} = 100,00 - 6,07$$

$$\text{Verim} = 93,93 \%$$

2) Fazla Hava Oranı %

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

$$\text{Fazla Hava Oranı} = \frac{3,00}{21 - 3} \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı} = 16,67 \%$$

4.1.4. Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: İşletme ve İnşaat Mühendisliği binası ısıtması için kullanılan kazanların brülör ayarlarının yapılması iyileştirmesi sonucunda kazanlardaki verim artışı ve yıllık kazançlar aşağıda gösterilmiştir.

TABLO 24: İnşaat Mühendisliği Kazan Verim Artışı

Kazan İsmi	Mevcut Durum Kazan Verimi (%)	İyileştirilmiş Durum Kazan Verimi (%)	Verim Artışı (%)
Kazan 1	87,37	93,22	6,28
Kazan 2	91,25	93,66	2,57
Ortalama	89,31	93,44	4,42

TABLO 25: İşletme Kazan Verim Artışı

Kazan İsmi	Mevcut Durum Kazan Verimi (%)	İyileştirilmiş Durum Kazan Verimi (%)	Verim Artışı (%)
Kazan 1	91,72	93,93	2,35

TABLO 26: İnşaat Mühendisliği Kazan İyileştirmesi Yıllık Tasarruf Miktarları

Mevcut Durum Ortalama verim (%)	İyileştirilmiş Durum Ortalama verim (%)	İyileştirme Verim Artışı (%)	Yıllık Yakıt Tüketimi (Sm ³)	Yıllık Tasarruf Miktarı (Sm ³)	Yıllık Tasarruf Miktarı (TL)	Yatırım Maliyeti (TL)	Yıllık Tasarruf Miktarı (TEP)	CO ₂ Kazancı (ton/yıl)	GÖS (Yıl)
89,31	93,44	4,42	79.196,50	3.503,87	3.845,15	944	2,89	7,87	0,25

TABLO 27: İşletme Kazan İyileştirmesi Yıllık Tasarruf Miktarları

Mevcut Durum Ortalama verim (%)	İyileştirilmiş Durum Ortalama verim (%)	İyileştirme Verim Artışı (%)	Yıllık Yakıt Tüketimi (Sm ³)	Yıllık Tasarruf Miktarı (Sm ³)	Yıllık Tasarruf Miktarı (TL)	Yatırım Maliyeti (TL)	Yıllık Tasarruf Miktarı (TEP)	CO ₂ Kazancı (ton/yıl)	GÖS (Yıl)
91,72	93,93	2,35	45.563,21	1.072,02	1.176,44	472	0,88	2,41	0,40

Yukarıdaki tablolardan da görüldüğü üzere, kazanlarda yapılacak brülör ayarları sonrasında meydana gelen verim artışı İnşaat Mühendisliği için ortalama %4,42, İşletme için %2,35 olmaktadır.

İnşaat mühendisliği kazan brülör ayarı yapılması iyileştirmesi sonucunda yıllık yakıt tüketiminde meydana gelecek tasarruf 3.503,87 Sm³ olarak hesaplanmıştır. Bu iyileştirmenin maddi kazancı yıllık 3.845,15 TL (2,89 TEP) olmakla birlikte yatırım maliyeti 944 TL dir. Yatırımın basit geri ödeme süresi 0,25 yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu iyileştirme ile yılda 7,87 ton CO₂ salımı önlenmiş olacaktır.

İşletme kazan brülör ayarı yapılması iyileştirmesi sonucunda yıllık yakıt tüketiminde meydana gelecek tasarruf 1.072,02 Sm³ olarak hesaplanmıştır. Bu iyileştirmenin maddi kazancı yıllık 1.176,44 TL (0,88 TEP) olmakla birlikte yatırım maliyeti 472 TL dir. Yatırımın basit geri ödeme süresi 0,40 yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu iyileştirme ile yılda 2,41 ton CO₂ salımı önlenmiş olacaktır.

Yapılan incelemeler esnasında işletme bölümü kazan dairesinde; görevlendirilmiş bir personelin olmadığı görülmüştür. Yasal olarak ta sertifika sahibi şahısların kazan dairesinde çalıştırılması zorunlu olup; bu durumda iş güvenliği ve enerji verimliliği üst seviyede sağlanmış olacaktır.

4.2. İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMİ

4.2.1 Ünite ve Sistem Tarifi: İncelenen binalar arasından sadece işletme bölümü binasında klima santrali olduğu tespit edilmiştir. Klima santraline ait bilgi ve görüntüler aşağıda verilmiştir.



FOTOĞRAF 23: Klima Santrali Görüntüsü



FOTOĞRAF 24: Klima Santrali Etiket Bilgisi

Ayrıca işletme bölümü binasında VRF sisteminin olduğu tespit edilmiştir. VRF sistemine ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



FOTOĞRAF 25: VRF Sistem Görüntüsü

KIN INDUSTRIES, LTD. JAPAN		AIR CONDITIONER <HEAT PUMP>		
MODEL RXY10KY1 (OUTDOOR USE)		MODE	COOLING	HEATING
POWER SUPPLY	380-415 V 3N~50 Hz	INPUT	— kW	— kW
M. W. P. (PS)	2.7 MPa	AMBIENT TEMP. (°CDB/°CWB)	OUT DOOR 35/24	IN DOOR 7/6
REFRIGERANT	R22/12.7kg		27/19	20/—
NET WEIGHT	240 kg	<ul style="list-style-type: none"> • THE REFRIGERANT IS LOADED IN THIS UNIT, HOWEVER RECHARGING IS NEEDED IN THE CASE OF A CERTAIN SYSTEM. AS FOR DETAILS, SEE INSTALLATION MANUAL. • INPUT SHOWN HERE IS THE VALUE WHEN THE TOTAL CAPACITY SUM OF INDOOR UNITS IS — • INPUT IS FOR THE OUTDOOR UNIT ONLY. 		
FUSE AMP.	— A			
PROTECTION	IP24			
SER. NO.	6502087			
Enthält ozonabbauenden FCKW				

FOTOĞRAF 26: VRF Sistem Etiket Görüntüsü

4.2.2 Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Klima santrali incelendiğinde, izolasyon durumunun iyi olduğu herhangi bir yüzey kaybının olmadığı görülmüştür fakat ölçüm için uygun noktaların olmamasından dolayı ölçüm alınamamıştır. Klima santrali 24.770 m³/h hava akış, 1.046 Pa basınç kapasitesine sahiptir. VRF üniteleri ise dış hava sıcaklığı 35 °C iken 27 kW soğutma kapasitesine, dış hava sıcaklığı 7 °C iken 20 kW ısıtma kapasitesine sahiptir.

4.2.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler: Ölçüm alınamadığı için hesaplama yapılamamıştır.

4.2.4 Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: Klima santrallerinde yapılan incelemeler sonucu yıllık çalışma sürelerinin çok düşük olmasından dolayı yapılacak herhangi bir iyileştirme çok fazla kazanç sağlamayacaktır. Bu nedenle herhangi bir değişim yada iyileştirme yerine, bakım periyotlarının takip edilip fan kayış gergi kontrolleri, eşanjör temizliklerinin yaptırılması ile enerji verimliliği üst seviyede tutulacaktır.

4.3. SOĞUTMA SİSTEMİ

4.3.1 Ünite ve Sistem Tarifi: İnceleme yapılan binalardan sadece işletme bölümü binasında soğutma sistemi bulunmaktadır. Merkezi soğutma olarak chiller ünitesinin olduğu tespit edilmiştir. Chiller ünitesine ait görüntü ve bilgiler aşağıda verilmiştir.



FOTOĞRAF 27: Chiller Görüntüsü

TABLO 28: Chiller Bilgileri Tablosu

Sistem Adı	Kondenser Soğutma Tipi	Kapasite (kW)
Soğutma Sistemi	Hava Soğutmalı	255

4.3.2 Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Mevsimsel şartlardan ötürü ölçüm alınamamıştır.

4.3.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler: Ölçüm alınmadığı için hesaplama yapılamamıştır.

4.3.4 Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: İnceleme yapılan soğutma sisteminin yıllık çalışma saatinin düşük olmasından dolayı teorikte olsa öneride bulunulmamıştır. Periyodik bakımlarının zamanında yapılması enerji verimliliğinin üst seviyede tutmasını sağlayacaktır.

4.4. TESİSAT (ISITMA, SOĞUTMA, İKLİMLENDİRME, HAVALANDIRMA, SIHHİ, ELEKTRİK VB.)

4.4.1 Ünite ve Sistem Tarifi: Dokuz Eylül Üniversitesi yerleşkesinde İnşaat-Çevre Mühendisliği ve İşletme Fakültesi bu binalara ait kazan dairelerindeki kazanlar ile ısıtılmaktadır. Bu kazanlardan elde edilen sıcak su dağıtımını için kullanılan sıcak su hatları aşağıdaki fotoğraflarda gösterilmiştir. Isıtma sistemi tesisatına ait örnekler FOTOĞRAF 28 ve FOTOĞRAF 29'da görülmektedir.



FOTOĞRAF 28 : Tesisat Görüntüsü

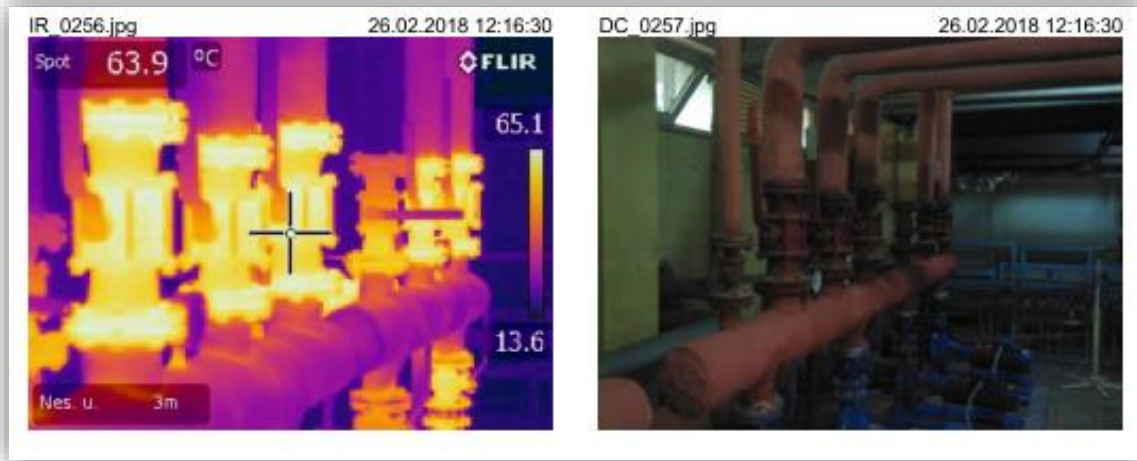


FOTOĞRAF 29 : Tesisat Görüntüsü

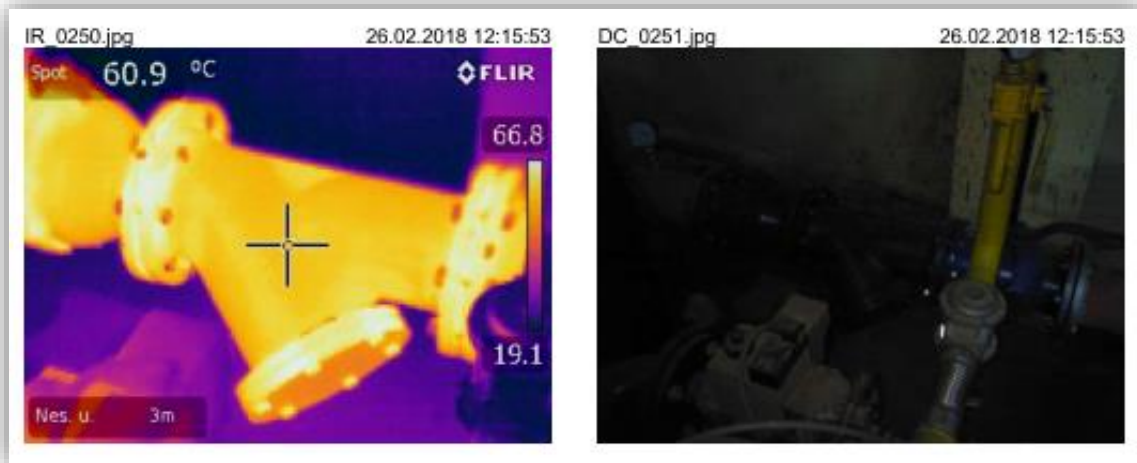
4.1.2 Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Yerleşke içerisinde bulunan sıcak su hatlarından termal kamera ile ölçümler yapılmıştır. Hatlarda yalıtım yapılmamış boru ve vanalar olduğu tespit edilmiştir. Yalıtımsız tesisatta yapılan termal görüntülemeler aşağıda verilmiştir.



FOTOĞRAF 30 : Yalıtımsız Sıcak Su Tesisatı -1



FOTOĞRAF 31 : Yalıtımsız Sıcak Su Tesisatı -2



FOTOĞRAF 32: Yalıtımsız Sıcak Su Tesisatı -3

Kazan dairelerindeki yalıtımsız tesisat hatlarına ait bilgiler aşağıda TABLO 29'da verilmiştir.

TABLO 29 : Yerleşke Yalıtımsız Tesisat Bilgileri

Boru veya Vananın Olduğu Yer		Boru Çapı	Boru Dış Çapı (mm)	Vana/Boru Sayısı (Ad/m)	Eşdeğer Uzunluk (m)	Yüzey Sıcak(°C)
Boru	İşletme Fakültesi Kazan Dairesi	DN 200	219,1	2	2	60
Vana	İşletme Fakültesi Kazan Dairesi	DN 100	114,3	7	17,5	60
Vana	İşletme Fakültesi Kazan Dairesi	DN 80	88,9	6	15	60
Vana	İşletme Fakültesi Kazan Dairesi	DN 65	73	4	10	60
Vana	İşletme Fakültesi Kazan Dairesi	DN 125	141	1	2,5	60
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan Dairesi	DN 150	168,3	3	7,5	60
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan Dairesi	DN 125	141	4	10	60
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan Dairesi	DN 100	114,3	11	27,5	60
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan Dairesi	DN 80	88,9	8	20	60
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan Dairesi	DN 65	73	4	10	60
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan Dairesi	DN 32	42,4	1	2,5	60

4.4.3 Hesaplamalar ve Değerlendirmeler: Yerleşkede bulunan yalıtımsız, eksik yalıtımlı tesisatlar için yapılan hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

HESAP 12: Yalıtımsız Tesisat Isı Kayıp Hesabı

Boru veya Vananın Olduğu Yer		Boru Çapı	Boru Dış Çapı (mm)	Vana/Boru Sayısı (Ad/m)	Eşdeğer Uzunluk (m)	Yüzey Sıcak(°C)	Ortam Sıcak (°C)	Emissivite	B	İzolasyon		İzolasyon Masrafı (TL/adet)	Çalışma Süresi (saat)
								Katsayısı	Kats.	Kalınlığı (mm)	Lambda (W/m°K)		
Boru	İşletme Fakültesi Kazan D.	DN 200	219,1	2	2	60	18	0,9	1,15	50	0,04	73,75	2880
Vana	İşletme Fakültesi Kazan D.	DN 100	114,3	7	17,5	60	18	0,9	1,15	50	0,04	99,71	2880
Vana	İşletme Fakültesi Kazan D.	DN 80	88,9	6	15	60	18	0,9	1,15	50	0,04	93,81	2880
Vana	İşletme Fakültesi Kazan D.	DN 65	73	4	10	60	18	0,9	1,15	50	0,04	79,06	2880
Vana	İşletme Fakültesi Kazan D.	DN 125	141	1	2,5	60	18	0,9	1,15	50	0,04	116,82	2880
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	DN 150	168,3	3	7,5	60	18	0,9	1,15	50	0,04	133,34	2880
Vana	İnşaat-Çevre Müh Kazan D.	DN 125	141	4	10	60	18	0,9	1,15	50	0,04	116,82	2880
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	DN 100	114,3	11	27,5	60	18	0,9	1,15	50	0,04	99,71	2880
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	DN 80	88,9	8	20	60	18	0,9	1,15	50	0,04	93,81	2880
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	DN 65	73	4	10	60	18	0,9	1,15	50	0,04	79,06	2880
Vana	İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	DN 32	42,4	1	2,5	60	18	0,9	1,15	50	0,04	62,54	2880

HESAP 13: Yalıtımsız Tesisat Isı Kayıp Hesabı (Devamı)

Boru veya Vananın Olduğu Yer	uso	Uc	Ur	Qkayıp (W/m)	Yalıtımlı Qkayıp (W/m)	Enerji Tasarrufu (W/m)	Enerji Tasarrufu (W)	Yıllık Tasarruf (kWh)	Yıllık Yakıt Cinsinden Tasarruf (Sm ³)	Yıllık Kazanç (TL)	Masraf (TL)
İşletme Fakültesi Kazan D.	5,7	4,2791	6,2275	303,74	25,14	278,60	557,21	1.604,76	167,28	183,58	147,50
İşletme Fakültesi Kazan D.	5,7	5,0350	6,2275	169,86	15,21	154,65	2.706,31	7.794,17	812,48	891,62	697,97
İşletme Fakültesi Kazan D.	5,7	5,3615	6,2275	135,94	12,75	123,19	1.847,87	5.321,85	554,76	608,80	562,86
İşletme Fakültesi Kazan D.	5,7	5,6322	6,2275	114,23	11,18	103,05	1.030,52	2.967,89	309,38	339,51	316,24
İşletme Fakültesi Kazan D.	5,7	4,7776	6,2275	204,74	17,76	186,98	467,45	1.346,26	140,34	154,01	116,82
İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	5,7	4,5708	6,2275	239,79	20,35	219,44	1.645,81	4.739,93	494,10	542,23	400,02
İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	5,7	4,7776	6,2275	204,74	17,76	186,98	1.869,81	5.385,05	561,35	616,03	467,28
İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	5,7	5,0350	6,2275	169,86	15,21	154,65	4.252,77	12.247,98	1.276,76	1.401,12	1.096,81
İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	5,7	5,3615	6,2275	135,94	12,75	123,19	2.463,82	7.095,80	739,68	811,73	750,48
İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	5,7	5,6322	6,2275	114,23	11,18	103,05	1.030,52	2.967,89	309,38	339,51	316,24
İnşaat-Çevre Müh. Kazan D.	5,7	6,4516	6,2275	70,93	8,06	62,88	157,19	452,71	47,19	51,79	62,54
Toplam							18.029,27	51.924,30	5.412,71	5.939,91	4.934,76

4.4.4 Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: Yerleşkede sıcak su tesisatlarında bulunan vana ve borulara yalıtım uygulanması sonrasında elde edileceği öngörülen tasarruf miktarları aşağıda gösterilmiştir.

HESAP 14: Yalıtımsız Tesisat Toplam Kazanç Hesabı

Toplam Kazanç Tablosu					
İnşaat-Çevre Müh.			İşletme Bölümü		
Yakıt Kazancı	3.428,47	Sm ³ /yıl	Yakıt Kazancı	1.984,25	Sm ³ /yıl
Yakıt Kazancı	3.762,40	TL/yıl	Yakıt Kazancı	2.177,51	TL/yıl
Yatırım Maliyeti	3.093,37	TL	Yatırım Maliyeti	1.841,39	TL
GÖS	0,82	Yıl	GÖS	0,85	Yıl
Tep Kazancı	2,83	TEP	Tep Kazancı	1,64	TEP
CO2 Kazancı	7,70	Ton/Yıl	CO2 Kazancı	4,45	Ton/Yıl
Toplam					
Yakıt Kazancı	5.412,71	Sm ³ /yıl			
Yakıt Kazancı	5.939,91	TL/yıl			
Yatırım Maliyeti	4.934,76	TL			
GÖS	0,83	Yıl			
Tep Kazancı	4,47	TEP			
CO2 Kazancı	12,15	Ton/Yıl			

Yukarıdaki hesaplamada görüldüğü üzere inşaat-çevre müh. binasındaki yalıtımsız tesisatların iyileştirilmesi durumunda yıllık 3.428,47 sm³ doğalgaz enerjisi ve maddi olarak 3.762,40 TL kazanç sağlanacaktır. Yatırımın maliyeti 3.093,37 TL olup geri ödeme süresi 0,82 yıl hesaplanmıştır.

İşletme bölümü binasındaki yalıtımsız tesisatların iyileştirilmesi durumunda yıllık 1.984,25 sm³ doğalgaz enerjisi ve maddi olarak 2.177,51 TL kazanç sağlanacaktır. Yatırımın maliyeti 1.841,39 TL olup geri ödeme süresi 0,85 yıl hesaplanmıştır.

Toplamda yalıtımsız tesisatların yalıtımlarının yapılması durumunda yıllık 5.412,71 Sm³ (4,47 TEP) yakıt tasarrufu yapılacağı öngörülmüştür. Bu tasarrufun mali karşılığı 5.939,91 TL olmaktadır. Tasarrufun yatırım maliyeti 4.934,76 TL olup geri ödeme süresi 0,83 yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu iyileştirme ile yıllık atmosfere 12,15 ton CO₂ salımı engellenmiş olacaktır.

5. ELEKTRİK

5.1. ELEKTRİK ÜRETİM VE DAĞITIM SİSTEMİ

5.1.1. Ünite ve Sistem Tarifi: Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Fakültesi ve İşletme Fakültesi, elektrik ihtiyacını Tınaztepe yerleşkesinden temin etmektedir. Üniversite yerleşkesinin elektrik aboneliği tek abonelik üzerinden olup, binaların tüketimleri için binalara ait sayaçlar bulunmaktadır. Yerleşke elektrik enerjisini direkt indirici merkezden temin etmektedir. Yerleşke içerisindeki trafolar yardımıyla 0,4 kV seviyesine düşürülmekte ve binalara dağıtılmaktadır. Binalarda ise, binayı besleyen ana panolar yer almaktadır. Bina dağıtım panosu aşağıdaki fotoğrafta verilmektedir.



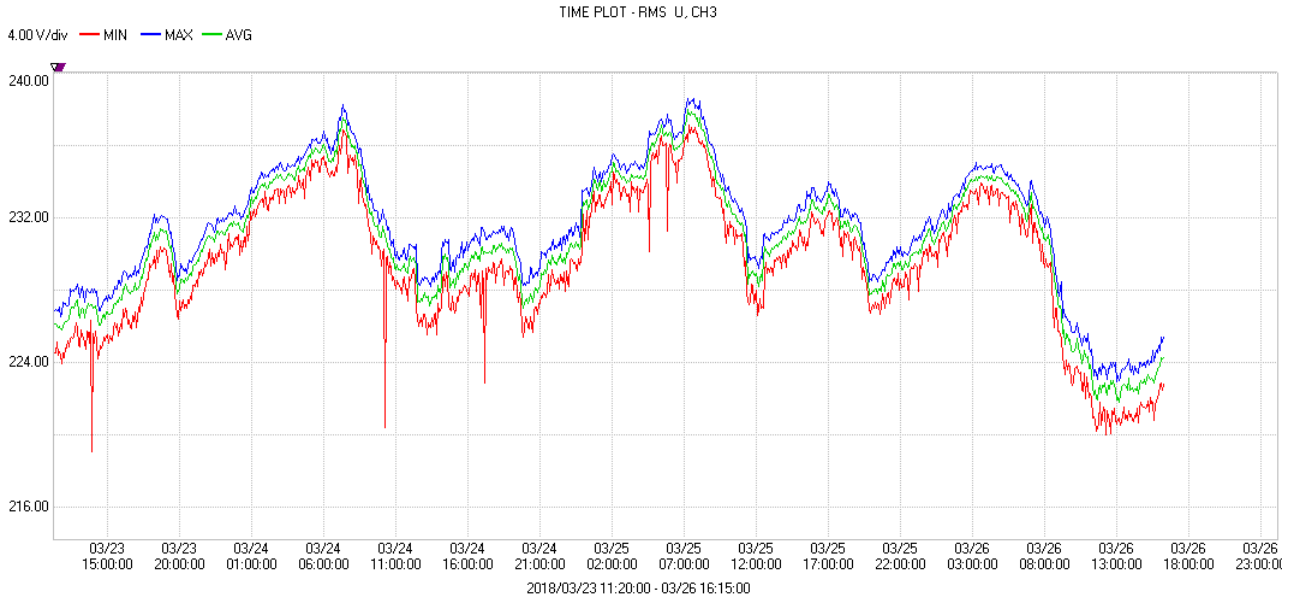
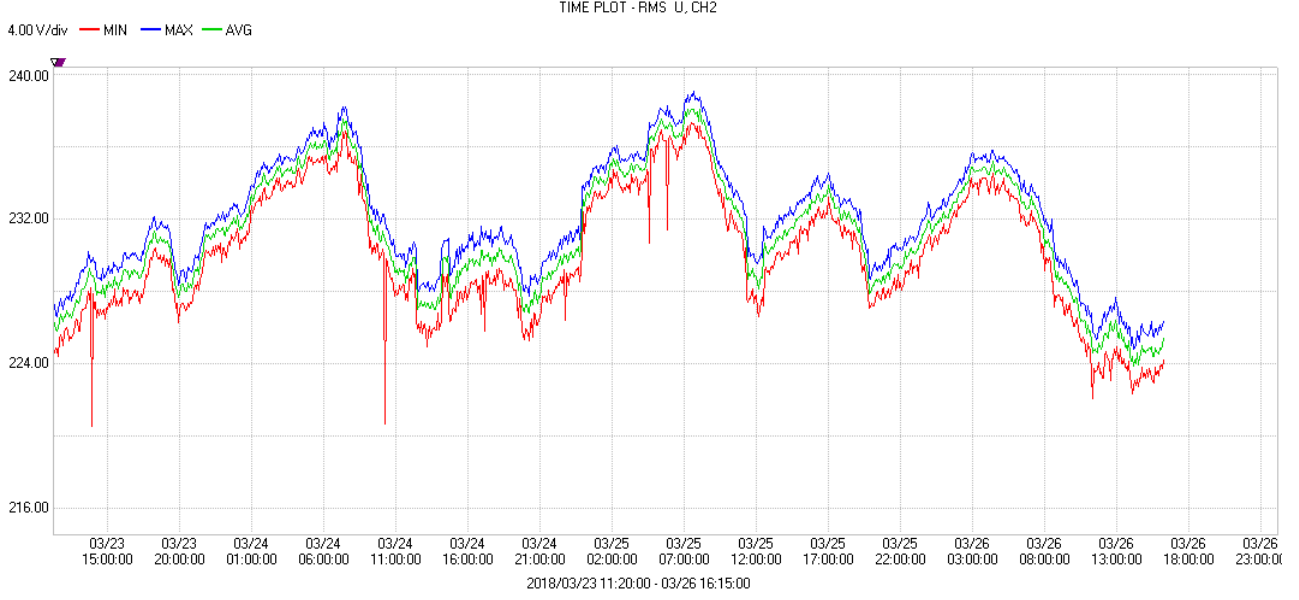
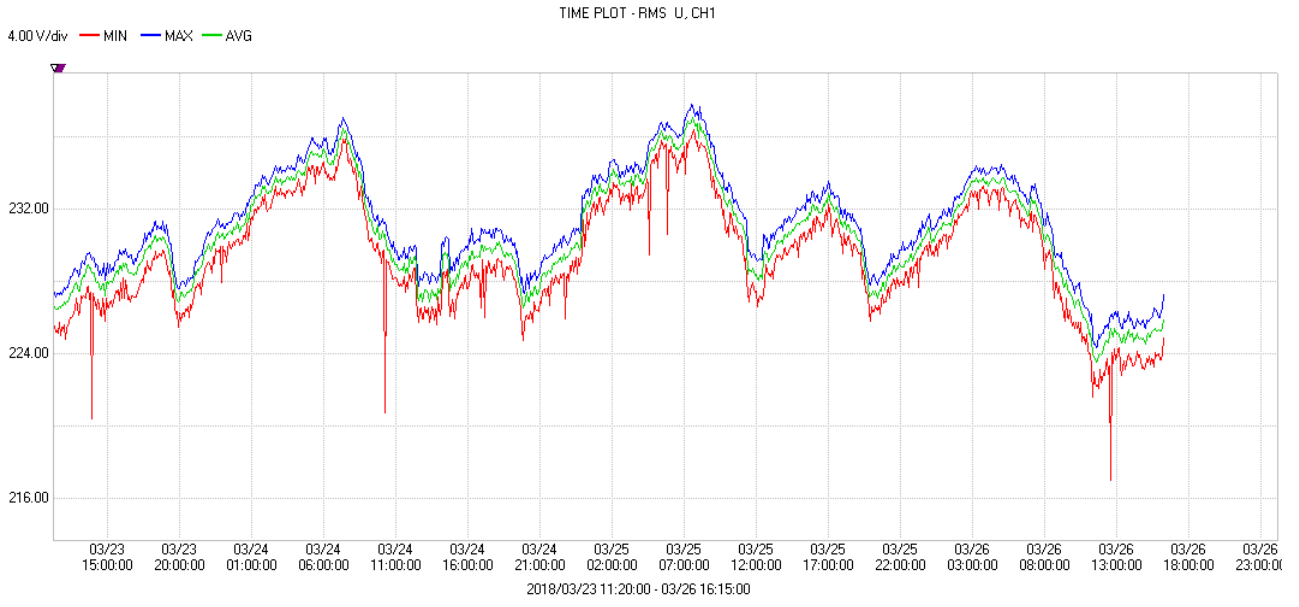
FOTOĞRAF 33: Bina Ana Dağıtım Panosu

5.1.2. Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: İşletme ve inşaat fakültesi binalarının ana panosu üzerindeki ana şalterlerden ölçümler alınmıştır. İşletme binasının panosunda ise iki ana şalter olup bu iki şalterden ölçümler alınmıştır. Alınan ölçümlerde, akım, gerilim, güç ve harmonik değerlerine bakılmıştır. Ölçümler alınırken tüm iş güvenliği tedbirleri göz önünde bulundurulmuş ve analizör bağlantısı yapılmıştır. Enerji analizörünün bağlantısı esnasında çekilen görüntü FOTOĞRAF 34 'te yer almaktadır.

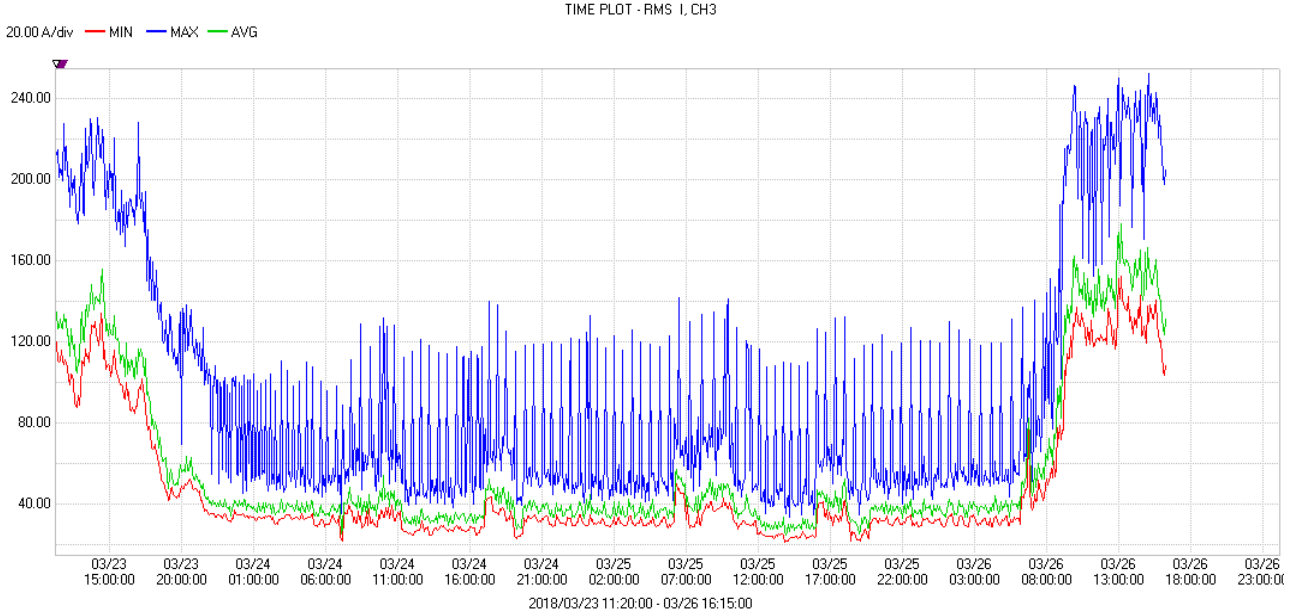
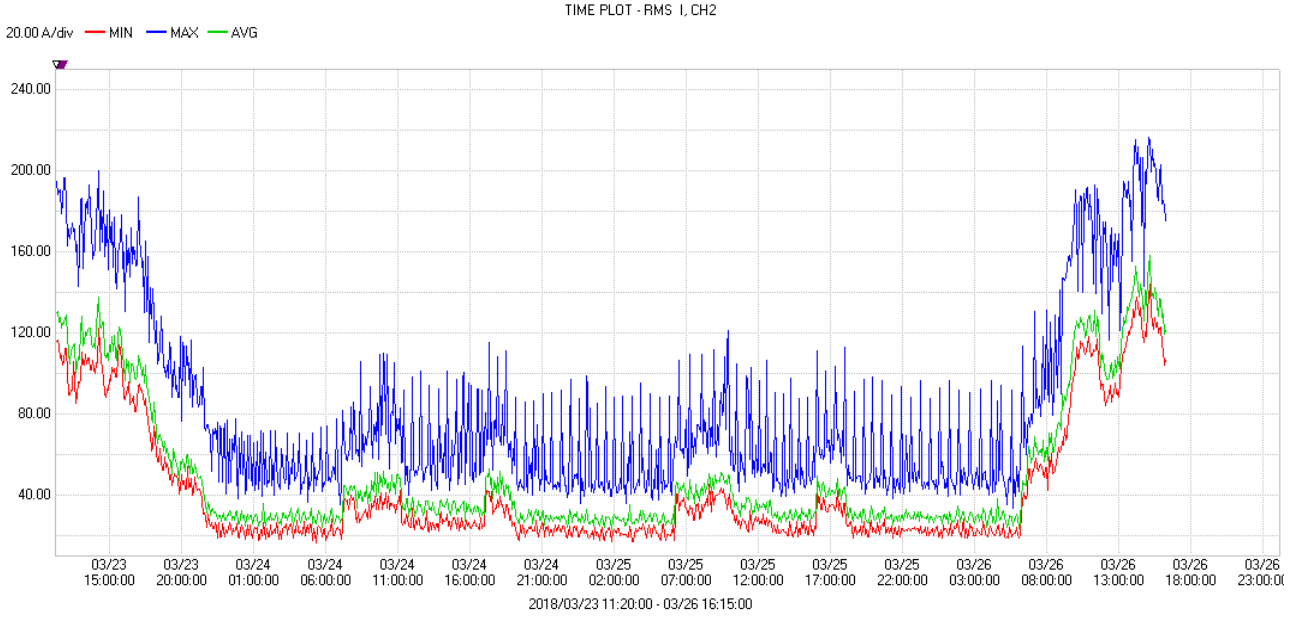
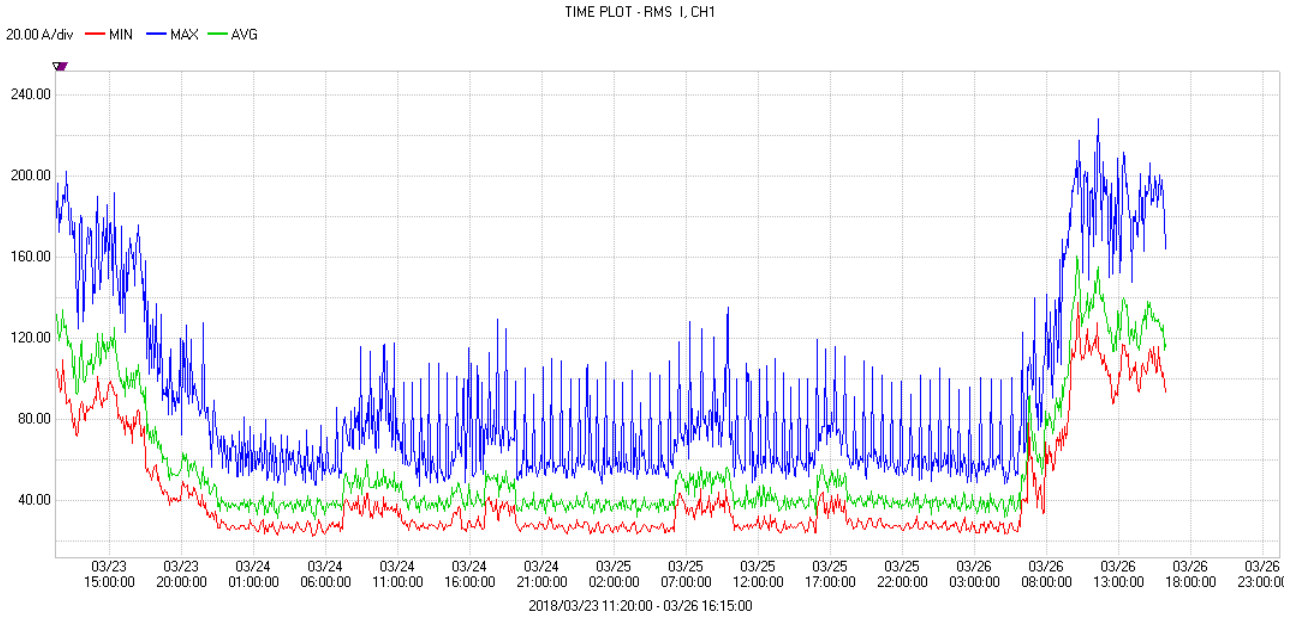


FOTOĞRAF 34: Enerji Analizörü Bağlantısı

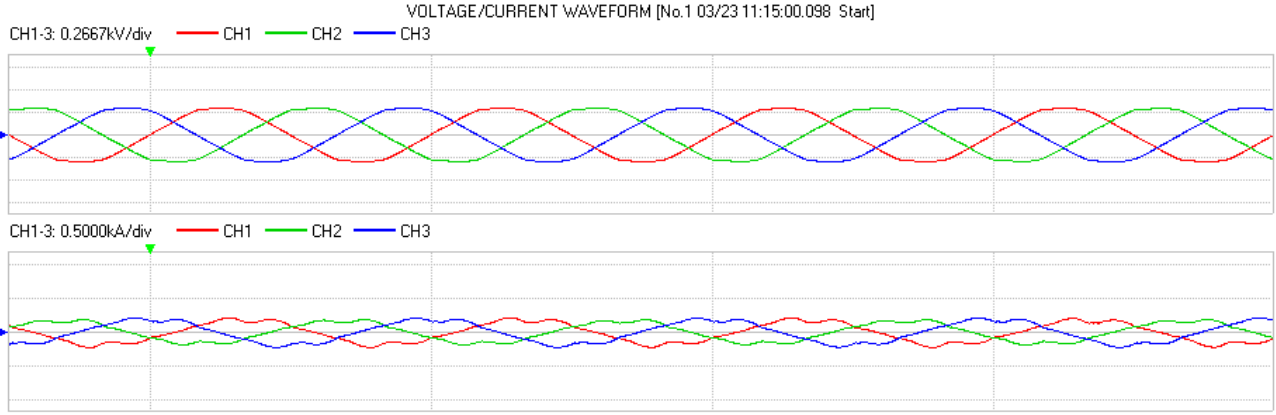
Ölçüm, inşaat-çevre mühendisliği fakültesi binasının panosun da 1.000A ana şalter üzerinden alınmıştır. Ölçümlere 23.03.2018 günü saat 11:15 de başlanmış, 26.03.2018 günü saat 16:15 te sona erdirilmiştir. Yapılan ölçümler incelendiğinde, ölçümler esnasında frekans değeri ortalama $f=50,01$ Hz olarak ölçülmüştür. Gerilim değerleri incelendiğinde ise ortalama gerilim değerleri; $U_1=230,46V$, $U_2=231,14V$ ve $U_3=230,69V$ olarak ölçülmüştür. Gerilim değerlerinin grafikleri GRAFİK 14'te verilmiştir. Akım değerleri incelendiğinde ölçümler boyunca ortalama akım değerleri; $I_1=57,15A$, $I_2=50,63A$ ve $I_3=57,29A$ ölçülmüştür. Akım değerlerinin grafikleri ise GRAFİK 15'te verilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi, bir gün içerisinde akım değerleri değişmektedir. Özellikle binanın yoğun kullanıldığı zaman olan gündüz saatlerinde çekilen akım değerleri yüksek seviyelere çıkarken, gece saatlerinde tüketimin en düşük olduğu zamanlarda akım değerleri düşük seviyelere kadar inmektedir. GRAFİK 16 ise gerilim ve akım dalga şekillerini göstermektedir. Trafodan çekilen güç incelendiğinde, ortalama görünür güç; $S=37,558kVA$, aktif güç ise $P=32,936kW$ olduğu tespit edilmiştir. Çekilen aktif güç grafiği ise GRAFİK 17'de verilmiştir. Akım grafiği gibi bu grafikte incelendiğinde, çekilen aktif güç değerinin en fazla 120 kW seviyelerine çıktığı görülürken, en düşük 15 kW seviyesine düştüğü görülmüştür.



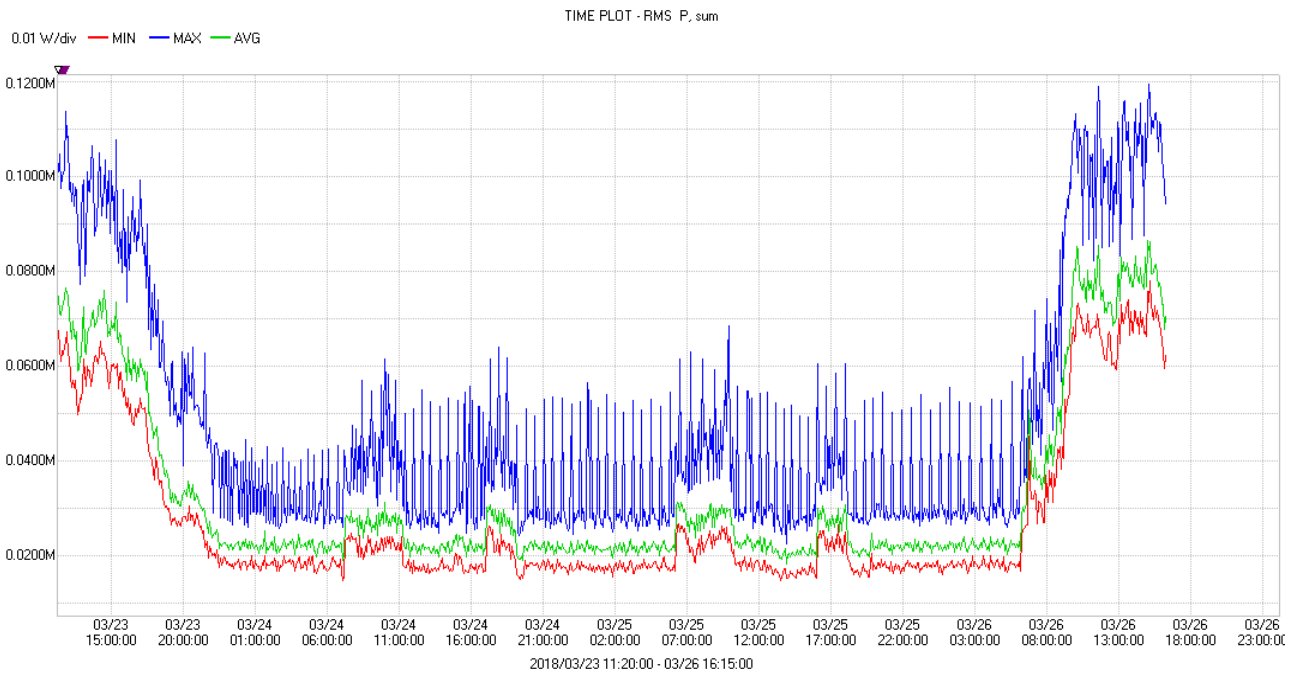
GRAFİK 14: İnşaat-Çevre Fakültesi Gerilim Değerleri



GRAFİK 15: İnşaat-Çevre Fakültesi Akım Değerleri

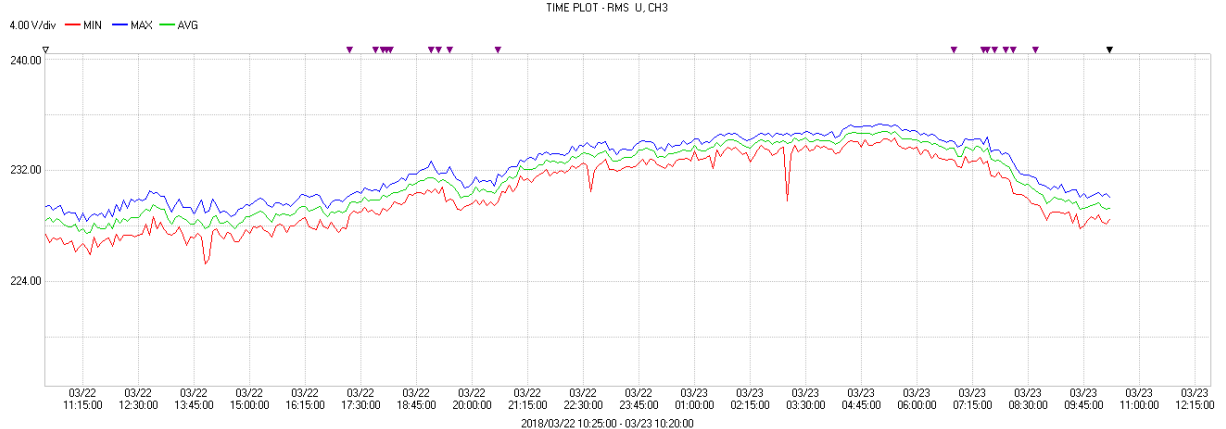
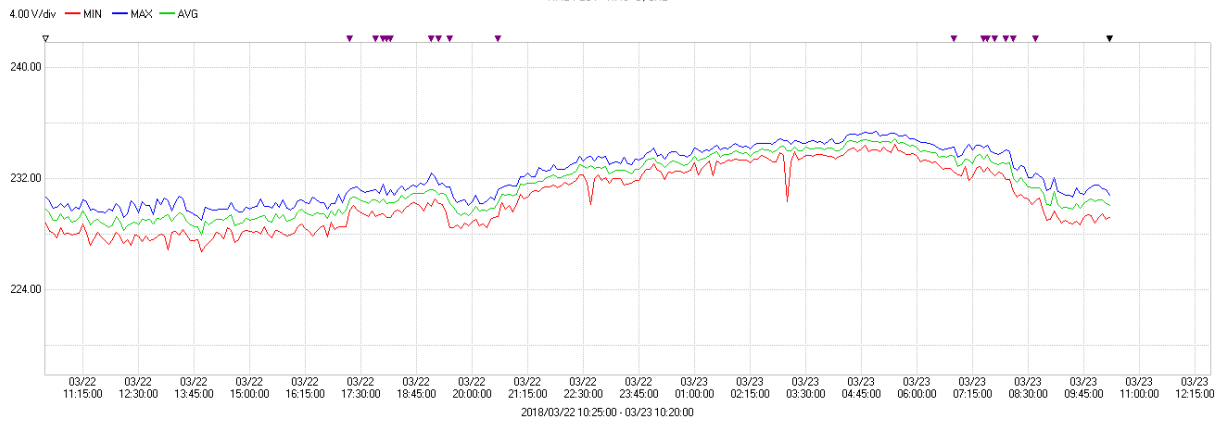
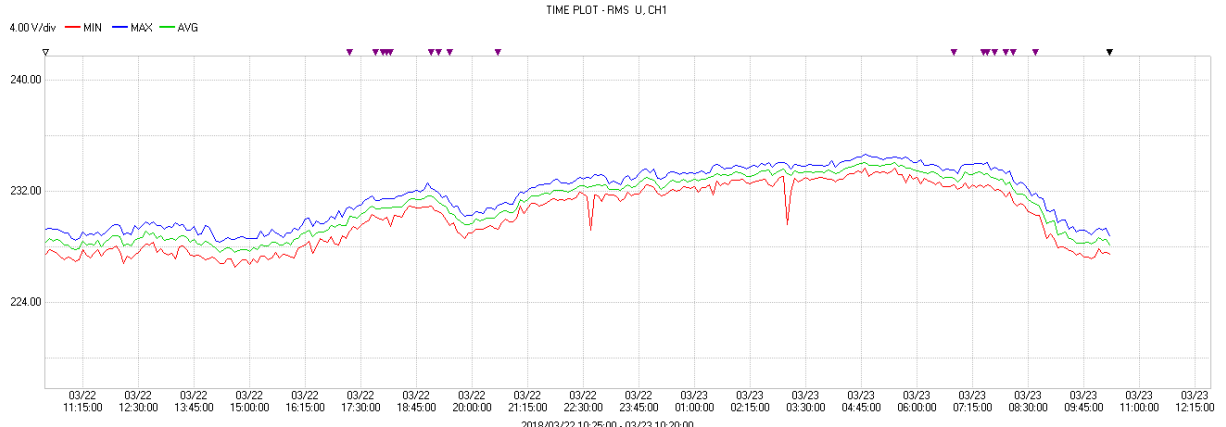


GRAFİK 16: İnşaat-Çevre Fakültesi Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri

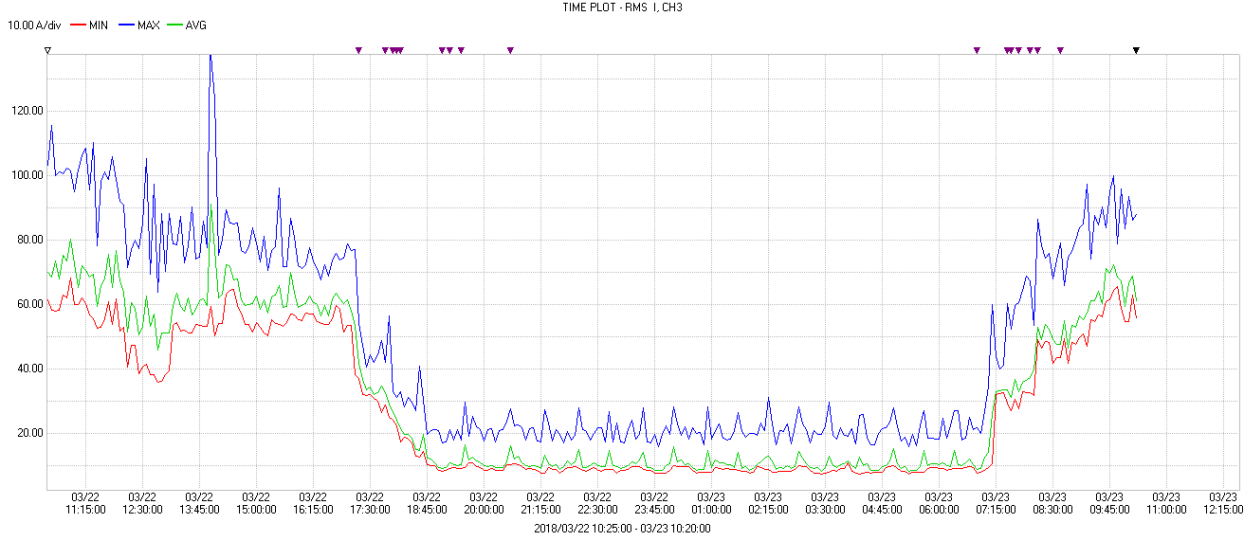
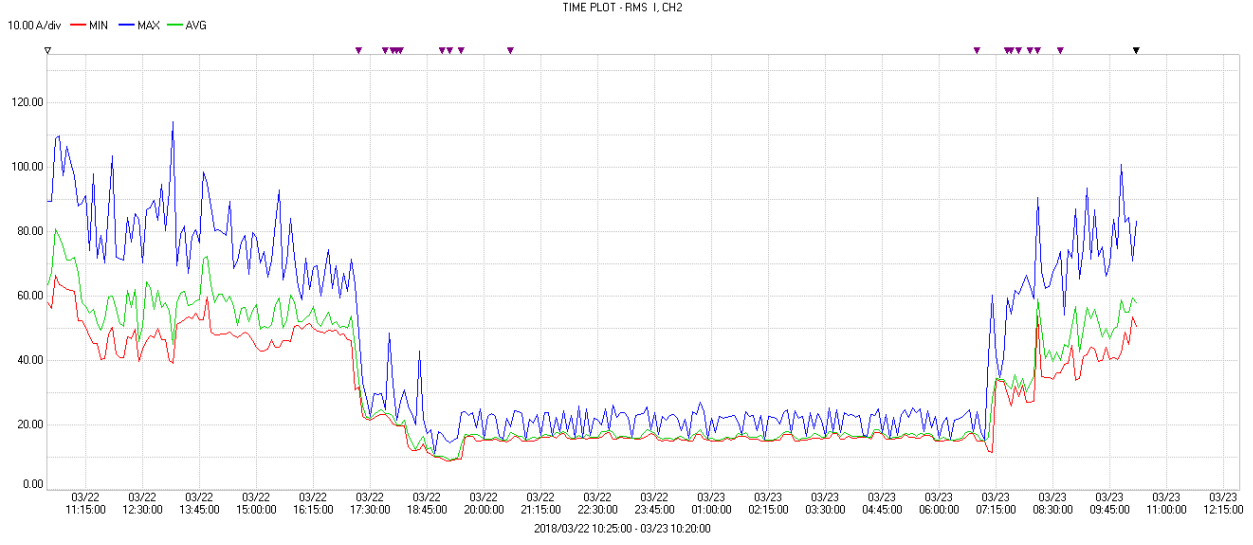
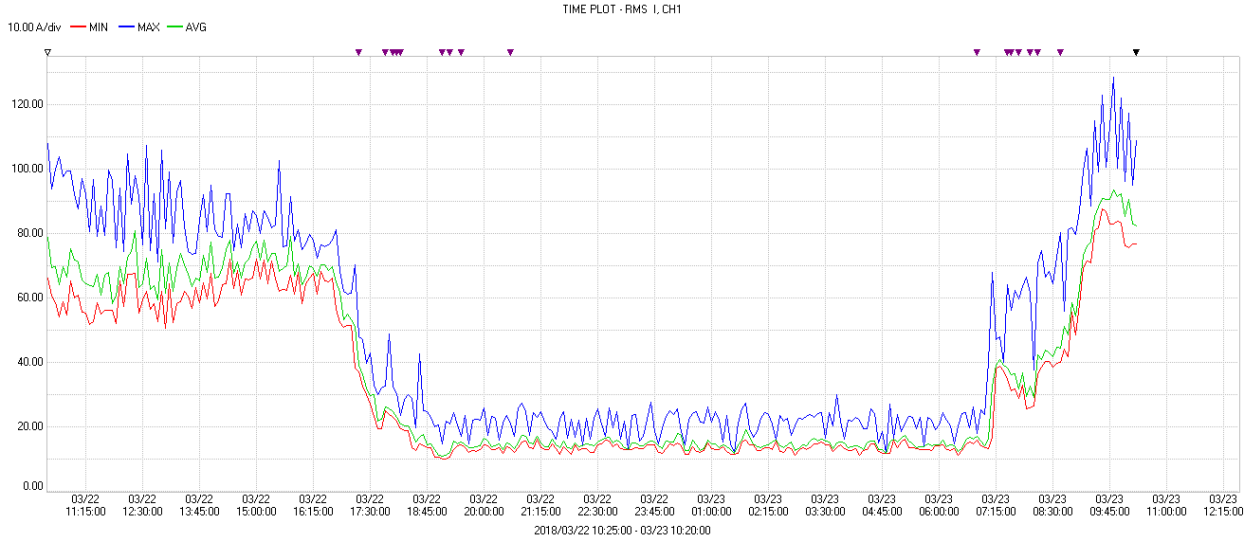


GRAFİK 17: İnşaat-Çevre Fakültesi Güç Grafiği

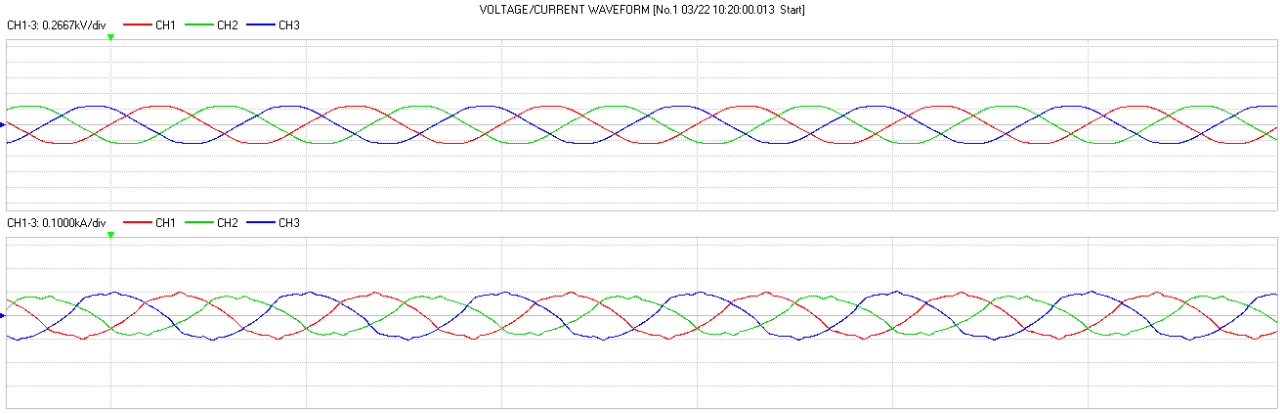
İşletme fakültesi binasındaki panoda aynı binayı besleyen 2 farklı bara ve 2 farklı ana şalter olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm, işletme fakültesi binasında 630A ve 1.000A'lık 2 ana şalter üzerinden, alınmıştır. 630A ana şalter üzerinden alınan ölçümleri inceleyecek olursak; Ölçümlere 22.03.2018 günü saat 10:20 de başlanmış, 23.03.2018 günü saat 10:22 de sona erdirilmiştir. Yapılan ölçümler incelendiğinde, ölçümler esnasında frekans değeri ortalama $f=50,00$ Hz olarak ölçülmüştür. Gerilim değerleri incelendiğinde ise ortalama gerilim değerleri; $U_1=230,99V$, $U_2=231,48V$ ve $U_3=231,35V$ olarak ölçülmüştür. Gerilim değerlerinin grafikleri GRAFİK 18'de verilmiştir. Akım değerleri incelendiğinde ölçümler boyunca ortalama akım değerleri; $I_1=36,58A$, $I_2=32,22A$ ve $I_3=32,17A$ ölçülmüştür. Akım değerlerinin grafikleri ise GRAFİK 19'de verilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi, bir gün içerisinde akım değerleri değişmektedir. GRAFİK 20 ise gerilim ve akım dalga şekillerini göstermektedir. Trafodan çekilen güç incelendiğinde, ortalama görünür güç; $S=23.096kVA$, aktif güç ise $P=19,827kW$ olduğu tespit edilmiştir. Çekilen aktif güç grafiği ise GRAFİK 21'de verilmiştir. Akım grafiği gibi bu grafikte incelendiğinde, çekilen aktif güç değerinin en fazla 60 kW seviyelerine çıktığı görülürken, en düşük 6 kW seviyesine düştüğü görülmüştür.



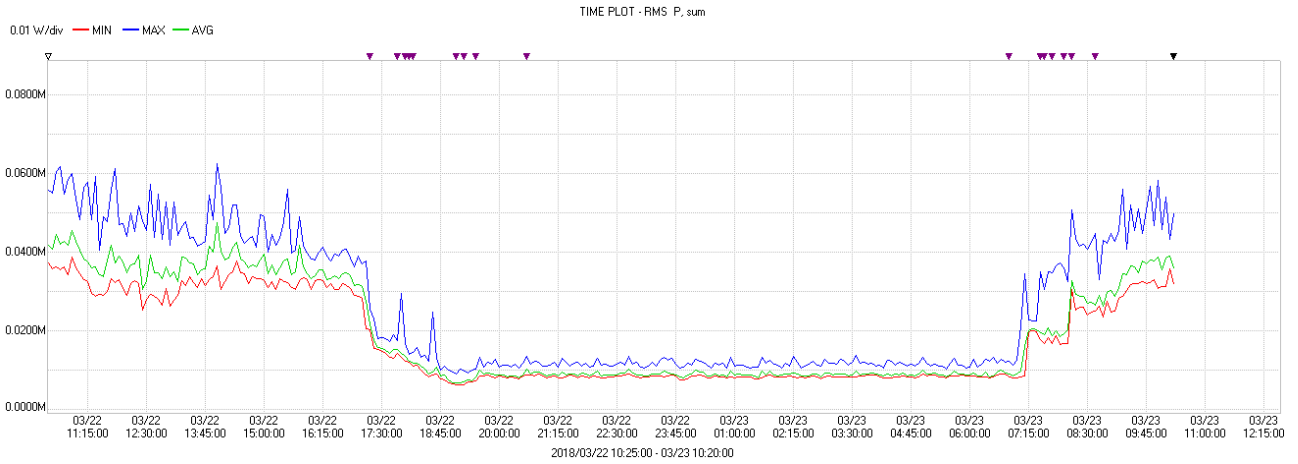
GRAFİK 18: İşletme Fakültesi 1.Bara Gerilim Değerleri



GRAFİK 19: İşletme Fakültesi 1.Bara Akım Değerleri



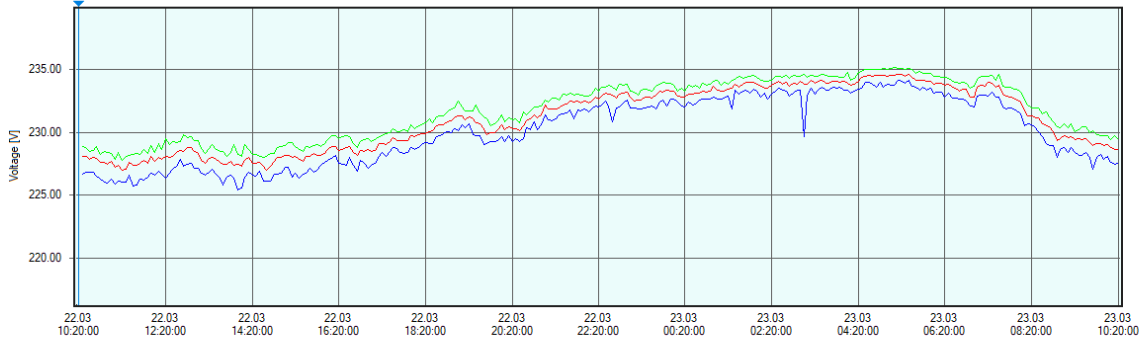
GRAFİK 20: İşletme Fakültesi 1.Bara Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri



GRAFİK 21: İşletme Fakültesi 1.Bara Güç Grafiği

İşletme fakültesi binasındaki 1.000A ana şalter üzerinden alınan ölçüme bakılacak olunursa; Ölçümlere 22.03.2018 günü saat 10:20 de başlanmış, 23.03.2018 günü saat 10:22 de sona erdirilmiştir. Yapılan ölçümler incelendiğinde, ölçümler esnasında frekans değeri ortalama $f=50,00$ Hz olarak ölçülmüştür. Gerilim değerleri incelendiğinde ise ortalama gerilim değerleri; $U_1=231,05V$, $U_2=230,79V$ ve $U_3=231,35V$ olarak ölçülmüştür. Gerilim değerlerinin grafikleri GRAFİK 22’de verilmiştir. Akım değerleri incelendiğinde ölçümler boyunca ortalama akım değerleri; $I_1=8,89A$, $I_2=12,27A$ ve $I_3=8,11A$ ölçülmüştür. Akım değerlerinin grafikleri ise GRAFİK 23’de verilmiştir. Grafikten de görüleceği gibi, bir gün içerisinde akım değerleri değişmektedir. GRAFİK 24 ise gerilim ve akım dalga şekillerini göstermektedir. Trafodan çekilen güç incelendiğinde, ortalama görünür güç; $S=6,723kVA$, aktif güç ise $P=5,178kW$ olduğu tespit edilmiştir. Çekilen aktif güç grafiği ise GRAFİK 25’te verilmiştir. Akım grafiği gibi bu grafikte incelendiğinde, çekilen aktif gücün en fazla 20 kW seviyelerine çıktığı görülürken, en düşük 2 kW seviyesine düştüğü görülmüştür.

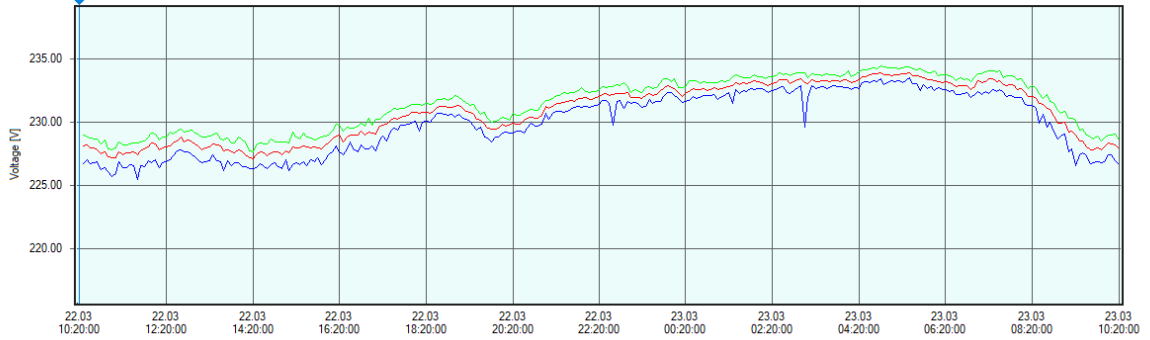
22.03.2018 10:20:00



Left axis
— U1[V] — U1[V] — U1[V]

Measurement period 22.03.2018 10:20:00 - 23.03.2018 10:22:04
Display period 22.03.2018 10:20:00 - 23.03.2018 10:20:00
Measurement interval 5 Second Data interval 5 Minute

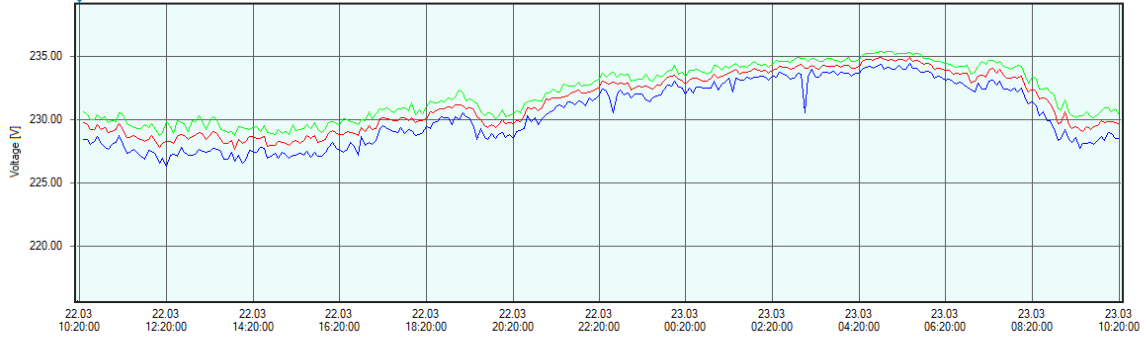
22.03.2018 10:20:00



Left axis
— U2[V] — U2[V] — U2[V]

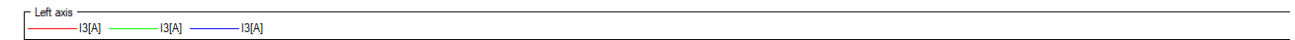
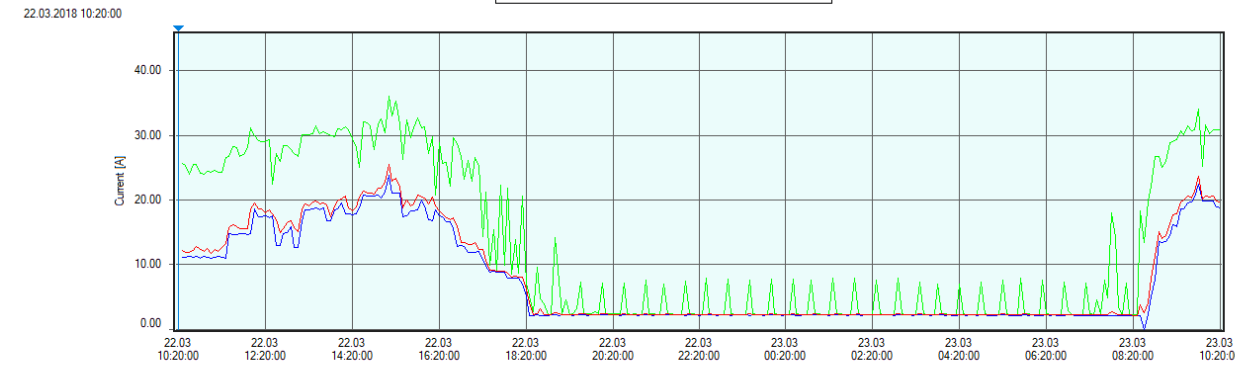
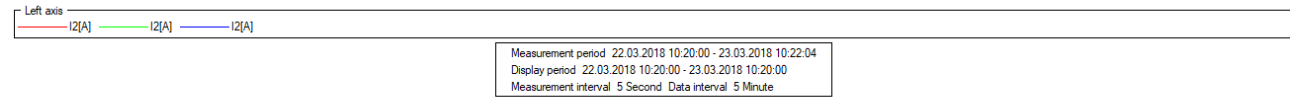
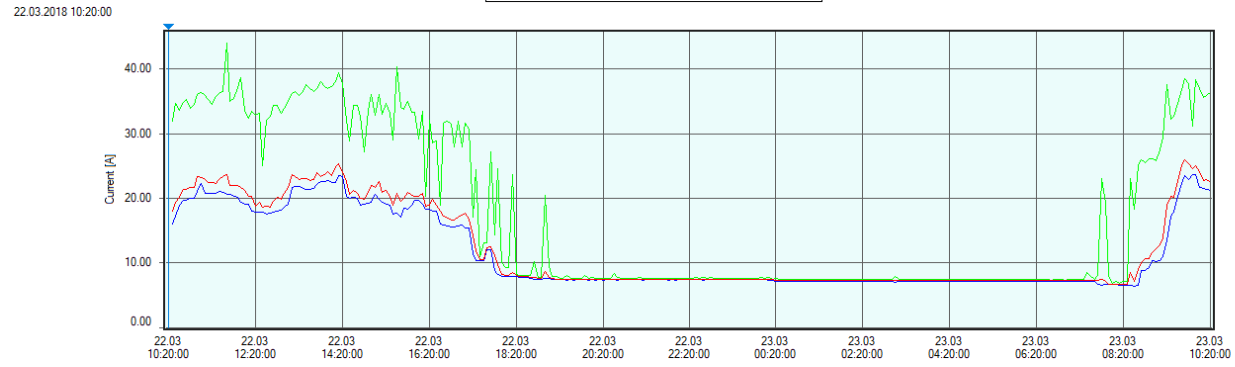
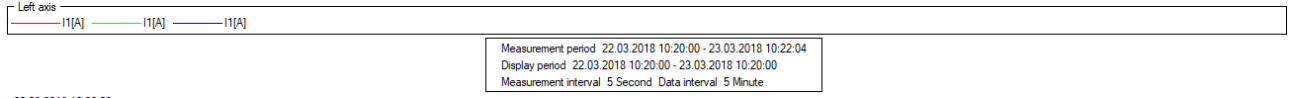
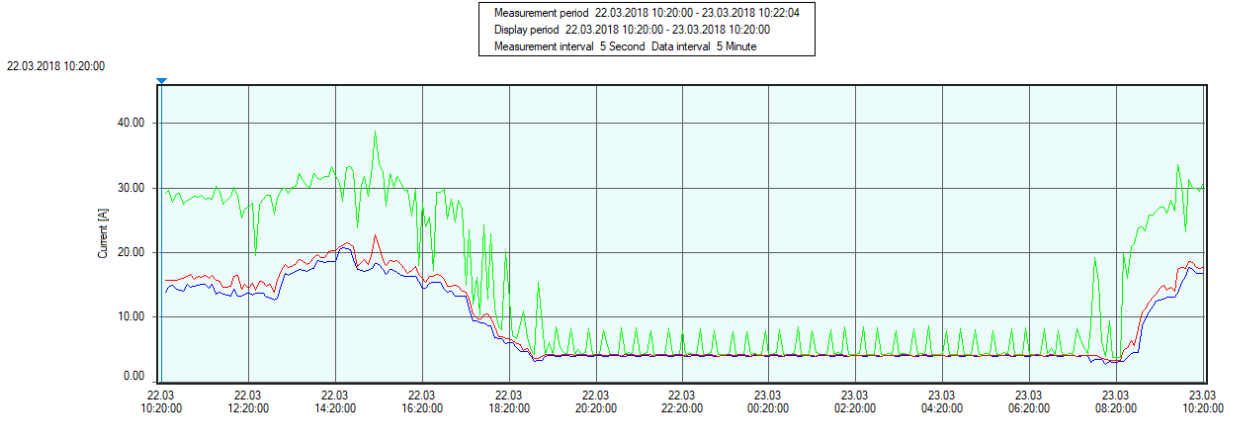
Measurement period 22.03.2018 10:20:00 - 23.03.2018 10:22:04
Display period 22.03.2018 10:20:00 - 23.03.2018 10:20:00
Measurement interval 5 Second Data interval 5 Minute

22.03.2018 10:20:00

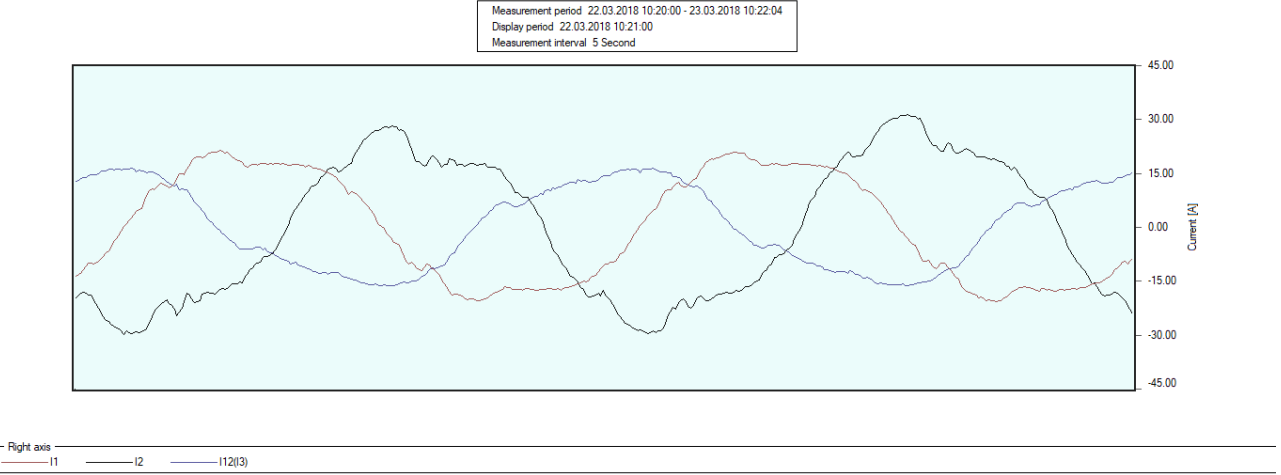
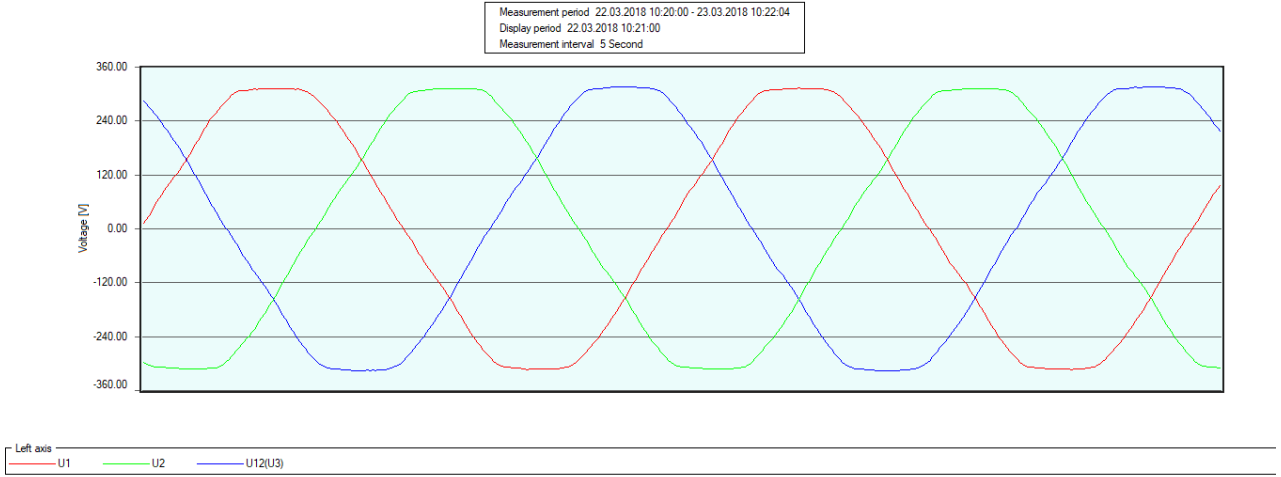


Left axis
— U3[V] — U3[V] — U3[V]

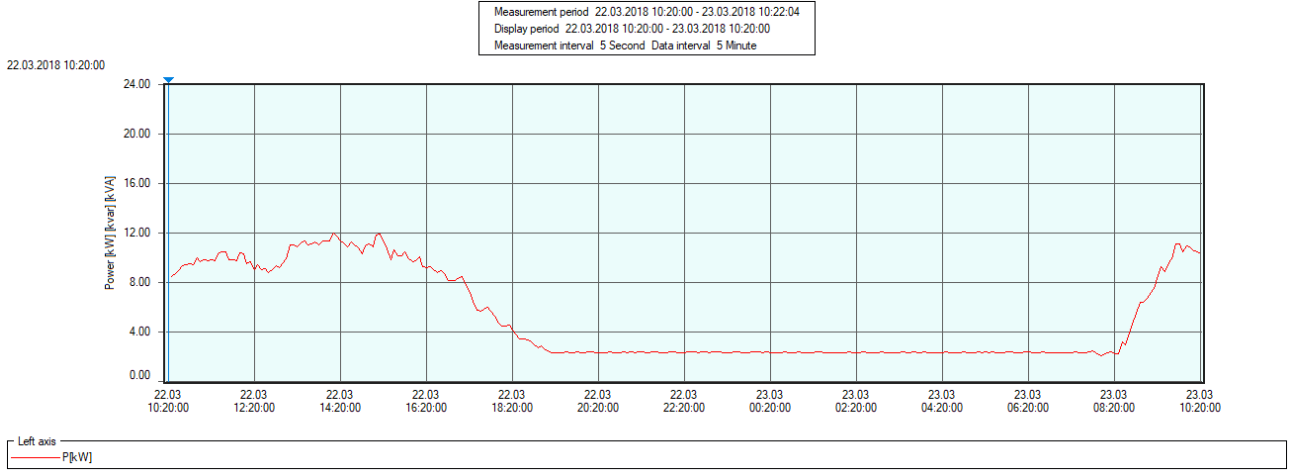
GRAFİK 22: İşletme Fakültesi 2.Bara Gerilim Değerleri



GRAFİK 23: İşletme Fakültesi 2.Bara Akım Değerleri

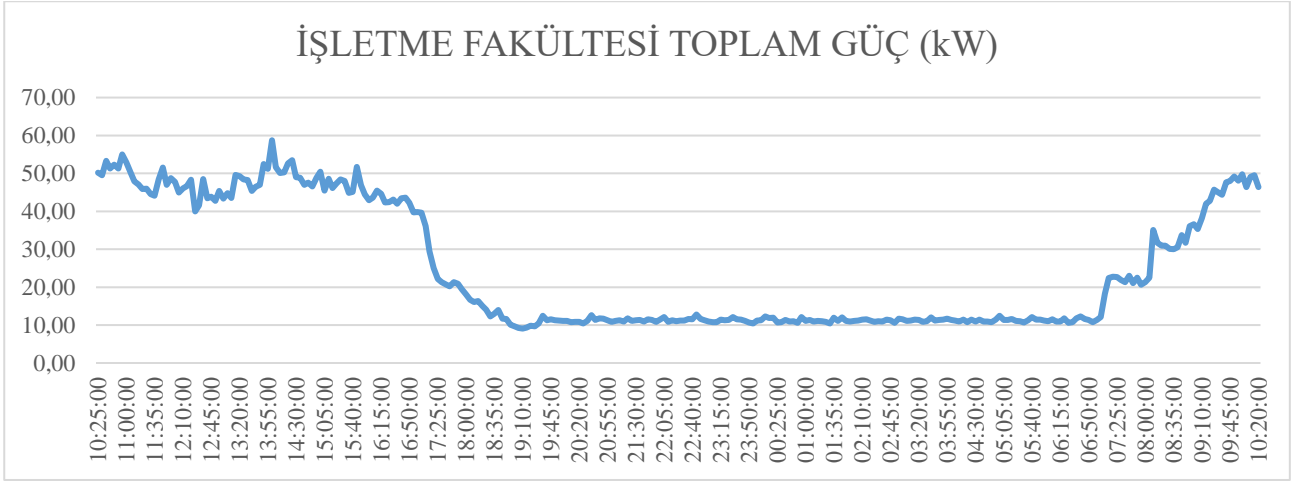


GRAFİK 24: İşletme Fakültesi 2.Bara Gerilim ve Akım Dalga Şekilleri



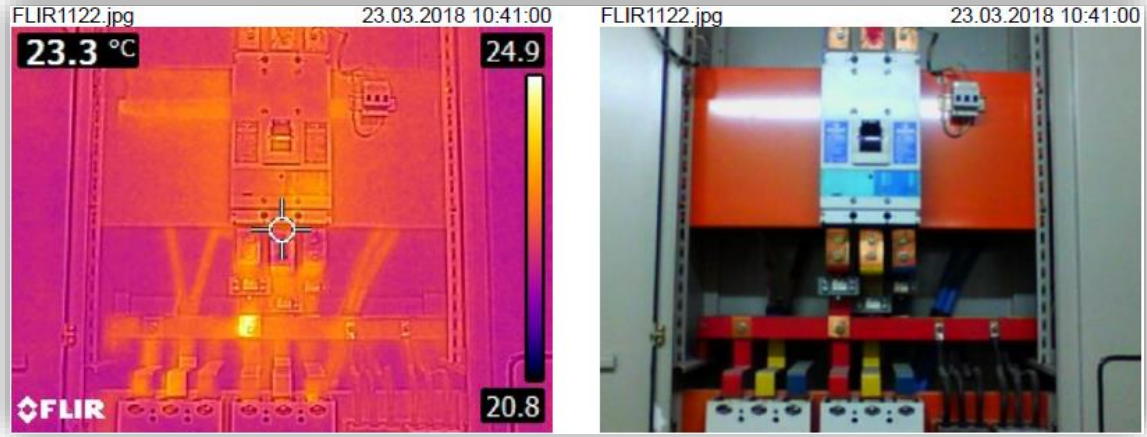
GRAFİK 25: İşletme Fakültesi 2.Bara Güç Grafiği

Ayrıca işletme fakültesi binasının toplam güç grafiğini görmek için iki bara sisteminin güç grafiğinin toplamı çizilmiştir. Aşağıdaki grafikte işletme fakültesinin toplam güç grafiği verilmiştir. Grafiğe göre; yoğun kullanım süresi olan gündüz saatlerinde güç tüketimi yüksek, gece saatlerinde ise tüketimler düşüktür. Grafik boyunca çekilen en yüksek güç 60kW olup, en düşük güç ise 10 kW tır.

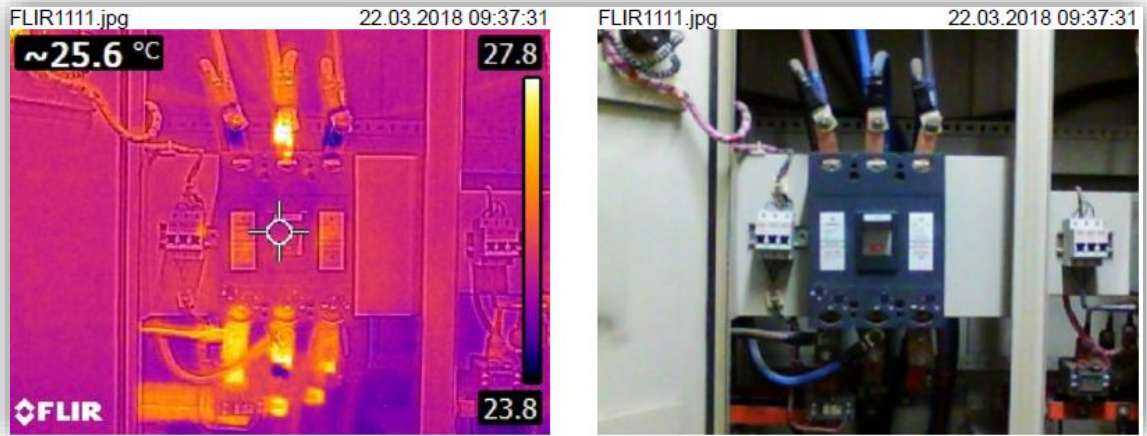


GRAFİK 26: İşletme Fakültesi Toplam Güç Grafiği

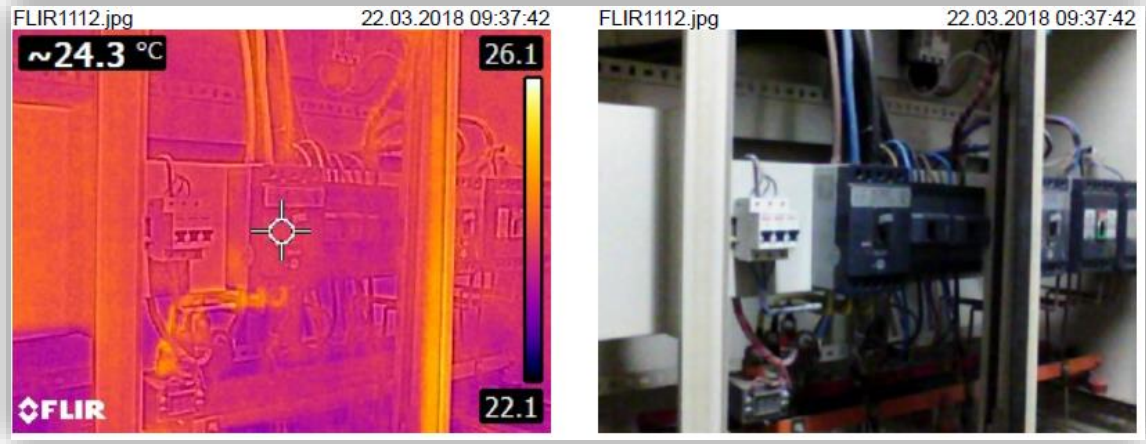
Binaların beslendiği panolardaki ana şalterinden, termal kamera ile görüntüler alınarak ölçümler desteklenmiştir. Aşağıdaki FOTOĞRAF 35, FOTOĞRAF 36 ve FOTOĞRAF 37’de sırası ile İnşaat-Çevre fakültesi ADP, İşletme fakültesi ADP-1 ve İşletme fakültesi ADP-2 termal resimleri verilmiştir. Termal kamera ile alınan görüntülere bakıldığında, panolarda ısınma görülmemiştir.



FOTOĞRAF 35: İnşaat-Çevre Fakültesi ADP Termal Kamera Görüntüsü



FOTOĞRAF 36: İşletme Fakültesi ADP-1 Termal Kamera Görüntüsü



FOTOĞRAF 37: İşletme Fakültesi ADP-2 Termal Kamera Görüntüsü

5.1.3. Değerlendirme ve Hesaplamalar: Ana şalterlerden alınan ölçümler sonucu incelenerek, ölçülen harmonik değerleri TABLO 30’da verilmiştir.

TABLO 30: Harmonik Değerler

Sıra	Ölçüm Yeri	Gerilim Harmonikleri			Akım Harmonikleri		
		%U1	%U2	%U3	%I1	%I2	%I3
1	İşletme Fakültesi-1	2,81	2,74	2,74	10,18	13,67	13,63
2	İşletme Fakültesi-2	2,63	2,81	2,66	19,78	25,31	29,78
3	İnşaat ve Çevre Fakültesi	2,57	2,57	2,39	29,51	22,54	22,04

Uluslararası IEC 519-1992 ‘ye göre standartlar içinde kabul edilen harmonik bozulma değerleri, Gerilim harmonikleri için %5 Akım harmonikleri ise %20 olarak belirlenmiştir. Bina içerisinde bu değerlerin aşılmasına önem gösterilmelidir. Bu değerlere göre alınan harmonik değerleri incelendiğinde gerilim harmoniklerinin iyi durumda olduğu görülmektedir. Ancak bu değerler ölçümler süresince alınan ortalama değerlerdir. Gün içerisindeki harmonik değerlerinin değişimine bakılacak olursa, yükün en düşük seviyelere indiği gece saatlerinde akım harmonikleri %20-25 seviyelerine çıkmaktadır. Bu da bu saatlerde aktif olan cihazların daha yüksek harmonik yaydığını göstermektedir.

5.1.4. Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: Yapılan ölçümler incelendiğinde, akım ve gerilim değerlerinin dengeli olduğu görülmüştür. Dalga şekillerinde ise bir bozulma saptanmamıştır. Yük dağılımına bakıldığında, gece kimsenin olmadığı saatlerde az seviyelerde tüketim olduğu görülmektedir. Tüketimin yoğun olduğu zaman ise derslerin olduğu, öğrencilerin yoğun olduğu zamanlar olduğu söylenebilir. Harmonik değerlerine bakıldığında ise değerlerin özellikle inşaat-çevre fakültesinde yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. Gece saatlerinde ise harmonik değerlerin sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Gündüz saatlerinde ise bu değerler daha düşük seviyelerdedir. Bu da gece elektrik tüketimi olan cihazların harmonik yaydığını göstermektedir.

5.2. SATIN ALINAN ELEKTRİK ENERJİSİ (TARİFE ANALİZİ vb.)

Üniversite yerleşkesinin elektrik aboneliği tek olup, binaların abonelikleri ve faturaları bulunmamaktadır. Tüm yerleşkeye ait faturalar bulunmadığından dolayı tarife analizi yapılamamıştır.

5.3. TRANSFORMATÖRLER

İnşaat-Çevre fakültesi binasının ve İşletme fakültesi binasının kendilerine ait bir transformatörleri bulunmayıp, üniversite yerleşkesinin trafolarını kullanmaktadırlar.

Direk binalara ait transformatör mevcut olmadığı için transformatörlerle ve kompanzasyonla ilgili bir ölçüm yapılmamıştır.

5.4. ELEKTRİK MOTORLARI- POMPA- FAN vb.

5.4.1 Ünite ve Sistem Tarifi: İşletme ve İnşaat-Çevre fakülteleri binalarında kazanların sirkülasyon pompa sistemleri ve bu pompa sistemlerinin elektrik motorları mevcuttur. Pompalara ait mevcut veriler ve fotoğraflar aşağıda verilmiştir.

TABLO 31: Mevcut Pompa Bilgileri

Mevcut Pompa Bilgileri	Adet	Güç (kW)	Devir (d/dk)	Motor Verim Sınıfı	Kapasite (m ³ /h)	Hm (m)
İşletme Fakültesi Kazan Sirkülasyon Pompaları	2	3	2800	IE2	11	8
İnşaat Fakültesi Kazan Sirkülasyon Pompaları	3	1,5	1500	IE2	40	8



FOTOĞRAF 38: Pompa Motorları Etiket Görüntüsü



FOTOĞRAF 39: Pompa Etiket Görüntüsü

5.4.2 Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Pompa sistemleri incelenmiş ve uygun ölçüm noktası bulunamadığı için ölçüm alınamamıştır.

5.4.3 Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Uygun ölçüm noktası bulunmadığı için ölçüm alınamamıştır. Fakat yapılan gözlemlerde pompaların yeni, elektrik motorlarının verim sınıfları iyi olduğu tespit edilmiştir. Pompaların çalışmaları incelenmiş, pompa emiş ve atış basınçlarının mevcut durumdaki manometreler üzerinden okunmuştur. Pompaların çalışma basınçlarının da istenen düzeylerde olduğu gözlemlenmiştir. Böylece pompaların ideal çalışma noktalarında çalıştırıldığı tespit edilmiştir.

5.4.4 Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları: Pompa, elektrik motorları ve fan sistemleri hakkında herhangi bir enerji tasarrufu bulunamamaktadır.

5.5. AYDINLATMA

5.5.1. Ünite veya Sistem Tanımı: Binalarda yapılan incelemeler sonucunda farklı güçlerde ve farklı çeşitlerde armatür kullanımı olduğu görülmüştür. Binalarda LED ve Flouresan armatürlerin kullanımı mevcuttur. Binalarda bulunan armatürler ve armatür içerisinde bulunan lamba çeşitlerinin sayımı yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda armatür türlerine ait sayı, tip ve güç bilgileri verilmektedir. Armatürlere ait fotoğraflar da aşağıda verilmiştir.

TABLO 32: Mevcut Aydınlatma Bilgileri

Bölüm	Mevcut Armatür	Adet	Güç (W)
İnşaat-Çevre Müh Fakültesi	2x36 W Flouresan	141	82
	1x36 W Flouresan	502	41
	4x18 W Flouresan	146	92
	20 W Kare LED	55	20
	100 W LED Projektör	1	100
	Toplam	845	
İşletme Fakültesi	2x36 W Flouresan	595	82
	15 W Kompakt	26	15
	50 W Spot	196	50
	400 W Projektör	4	420
	Toplam	821	
Genel Toplam		1666	

**FOTOĞRAF 40: Mevcut Aydınlatma Armatür Görüntüsü**

5.5.2. Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Binaların içerisinde kullanılan armatür çeşitlerinin sayımı yapılmıştır. Aşağıdaki TABLO 33’de mevcut aydınlatma armatürlerinin değişimi planlananlar için yıllık enerji tüketim bilgileri verilmiştir.

TABLO 33: Değişimi Planlanan Mevcut Aydınlatma Armatürleri Yıllık Enerji Tüketimleri

Bölüm	Mevcut Armatür	Adet	Güç (W)	Yıllık Çalışma Saati (h)	Mevcut Yıllık Tüketim (kWh)	Br. Elk. Fiyat (TL)	Mevcut Yıllık Tüketim (TL)
İnşaat-Çevre Müh Fakültesi	2x36 W Flouresan	141	82	1050	12.140,10	0,4091	4.965,91
	1x36 W Flouresan	502	41	1050	21.611,10		8.840,02
	4x18 W Flouresan	146	92	1050	14.103,60		5.769,08
	Toplam	789			47.854,80		19.575,01
İşletme Fakültesi	2x36 W Flouresan	595	82	1050	51.229,50	0,4091	20.955,43
	15 W Kompakt	26	15	300	117,00		47,86
	50 W Spot	196	50	300	2.940,00		1.202,61
	400 W Projektör	4	420	1200	2.016,00		824,64
	Toplam	821			56.302,50		23.030,54
Genel Toplam		1610			104.157,30		42.605,54

TABLO 33'te binadaki mevcut durumdaki aydınlatma armatürlerinin yıllık enerji tüketim bilgileri verilmektedir. Binaların içerisindeki her bir armatür çeşitlerinin çalışma saatleri dikkate alınarak mevcut enerji tüketimi hesaplanmıştır. Tabloya göre mevcut armatürler yıllık 104.157,30 kWh elektrik enerjisi tüketmektedir. Tüketilen bu elektrik enerjinin mali açıdan karşılığı ise 42.605,54 TL'dir.

Ayrıca binalarda aydınlatma armatürlerinde aydınlık şiddeti (lüx) ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları ve sınır değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Sınır değerler, Elektrik Mühendisleri Odası'nın EN 12464-1: 2011 standardına göre belirlediği En Az Aydınlık Düzeyleri Tablosu'ndan alınmıştır. (Bknz: www.emo.org.tr/ekler/2cf8d98dca2b9de_ek.xls?tipi=34)

TABLO 34: Aydınlatma Armatürleri Lük Ölçümü

Ölçüm Yeri	Aydınlatma Seviyesi (lüx)	Sınır Değer (lüx)
Zemin Lab Koridor/İnşaat	205	100
Bodrum Çalışma Alanı/İnşaat	67	100
3.Kat B323/İnşaat	330	300
3.Kat Derslik (301)/İnşaat	221	300
Kat 1 Derslik (101)/İnşaat	592	300
Kat Bodrum B001/İnşaat	509	100
Bodrum Kat Giriş/İşletme	408	100
1.Kat Z.20 Derslik/İşletme	280	300
2.Kat Örnek Derslik/İşletme	340	300
2.Kat B Blok Giriş/İşletme	93	100
2.Kat 209/Prof Odası/İşletme	205	300
1.Kat Koridor/İşletme	54	100

5.5.3 Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Mevcut durumdaki flouresan tip aydınlatma armatürleri yerine LED armatürlerin kullanılması durumunda oluşacak yeni enerji tüketimi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

TABLO 35: LED Armatürlerin Yıllık Enerji Tüketimleri

Bölüm	Önerilen Armatür	Adet	Güç (W)	Yıllık Çalışma Saati (h)	İyileştirilmiş Yıllık Tüketim (kWh)	Br. Elk. Fiyat (TL)	İyileştirilmiş Yıllık Tüketim (TL)
İnşaat-Çevre Müh Fakültesi	16 W LEDtube	282	16	1050	4.737,60	0,4091	1.937,92
	16 W LEDtube	502	16	1050	8.433,60		3.449,76
	8 W LEDtube	584	8	1050	4.905,60		2.006,64
	Toplam	1368			18.076,80		7.394,32
İşletme Fakültesi	16 W LEDtube	1190	16	1050	19.992,00	0,4091	8.177,73
	7,5 W LED	26	7,5	300	58,50		23,93
	3,5 W Led Spot	196	3,5	300	205,80		84,18
	220 W	4	220	1200	1.056,00		431,96
	Toplam	1416			21.312,30		8.717,80
Genel Toplam		2784			39.389,10		16.112,11

Mevcut aydınlatma armatürlerin LED armatürler ile değişimi sonucunda elde edilecek tasarruf miktarı HESAP 15’te verilmiştir. İyileştirmenin yatırım maliyeti ve geri ödeme süreleri ise HESAP 16’da verilmiştir.

HESAP 15: Aydınlatma Armatürleri LED Armatürler ile Değişim Hesabı

Bölüm	Önerilen Armatür	Mevcut Yıllık Tüketim (kWh)	İyileştirilmiş Yıllık Tüketim (kWh)	Yıllık Kazanç Miktarı (kWh)	Br. Elk. Fiyat (TL)	Yıllık Kazanç Miktarı (TL)
İnşaat-Çevre Müh Fakültesi	16 W LEDtube	12.140,10	4.737,60	7.402,50	0,4091	3.027,99
	16 W LEDtube	21.611,10	8.433,60	13.177,50		5.390,26
	8 W LEDtube	14.103,60	4.905,60	9.198,00		3.762,44
	Toplam	47.854,80	18.076,80	29.778,00		12.180,69
İşletme Fakültesi	16 W LEDtube	51.229,50	19.992,00	31.237,50	0,4091	12.777,70
	7,5 W LED	117,00	58,50	58,50		23,93
	3,5 W Led Spot	2.940,00	205,80	2.734,20		1.118,42
	220 W	2.016,00	1.056,00	960,00		392,69
	Toplam	56.302,50	21.312,30	34.990,20		14.312,74
Genel Toplam		104.157,30	39.389,10	64.768,20		26.493,43

HESAP 16: İyileştirme Yatırım Maliyeti, Geri Ödeme Süresi

Bölüm	Önerilen Armatür	Adet	Birim Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Kazanç (TL)	GÖS (Yıl)
İnşaat-Çevre Müh Fakültesi	16 W LEDtube	282	75,94	21.414,40	3.027,99	7,07
	16 W LEDtube	502	75,94	38.120,68	5.390,26	7,07
	8 W LEDtube	584	29,21	17.056,75	3.762,44	4,53
	Toplam	1368		76.591,83	12.180,69	6,29
İşletme Fakültesi	16 W LEDtube	1190	75,94	90.365,75	12.777,70	7,07
	7,5 W LED	26	23,95	622,69	23,93	26,02
	3,5 W Led Spot	196	70,10	13.738,86	1.118,42	12,28
	220 W	4	1.343,51	5.374,05	392,69	13,69
	Toplam	1416		110.101,35	14.312,74	7,69
Genel Toplam		2784		186.693,18	26.493,43	7,05

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda LED dönüşüm iyileştirilmesi sonucunda yıllık 64.768,20 kWh kazanç sağlanacağı öngörülmüştür. Kazancın maddi olarak karşılığı 26.493,43 TL olmaktadır. İyileştirmenin yatırım maliyeti 186.693,18 TL olup, geri ödeme süresi 7,05 yıl olmaktadır.

5.5.4. Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları: Önerilen aydınlatma armatür değişim hesabı ve geri ödeme hesabı aşağıda verilmiştir. Daha önceki hesaplarda geri ödeme süresi yüksek çıkan armatürler aşağıda önerilmemiştir.

HESAP 17: Önerilen Aydınlatma Armatürleri LED Armatürler ile Değişim Hesabı

Bölüm	Önerilen Armatür	Mevcut Yıllık Tüketim (kWh)	İyileştirilmiş Yıllık Tüketim (kWh)	Kazanç (kWh)	Br. Elk. Fiyat (TL)	Kazanç (TL)
İnşaat-Çevre Müh Fakültesi	16 W LEDtube	12.140,10	4.737,60	7.402,50	0,4091	3.027,99
	16 W LEDtube	21.611,10	8.433,60	13.177,50		5.390,26
	8 W LEDtube	14.103,60	4.905,60	9.198,00		3.762,44
	Toplam	47.854,80	18.076,80	29.778,00		12.180,69
İşletme Fakültesi	16 W LEDtube	51.229,50	19.992,00	31.237,50	0,4091	12.777,70
	Toplam	51.229,50	19.992,00	31.237,50		12.777,70
Genel Toplam		99.084,30	38.068,80	61.015,50		24.958,39

HESAP 18: Önerilen İyileştirme Yatırım Maliyeti, Geri Ödeme Süresi

Bölüm	Önerilen Armatür	Adet	Birim Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Kazanç (TL)	GÖS (Yıl)
İnşaat-Çevre Müh Fakültesi	16 W LEDtube	282	75,94	21.414,40	3.027,99	7,07
	16 W LEDtube	502	75,94	38.120,68	5.390,26	7,07
	8 W LEDtube	584	29,21	17.056,75	3.762,44	4,53
	Toplam	1.368		76.591,83	12.180,69	6,29
İşletme Fakültesi	16 W LEDtube	1.190	75,94	90.365,75	12.777,70	7,07
	Toplam	1.190		90.365,75	12.777,70	7,07
Genel Toplam		2.558		166.957,58	24.958,39	6,69

Mevcut durumdaki aydınlatma armatürlerinin LED armatürler değişimi iyileştirilmesinde geri ödeme süresi uygun çıkan ve değişimi önerilen armatürlerin değişim sonucunda yıllık 61.015,50 kWh tasarruf sağlanacağı öngörülmüştür. Tasarrufun mali karşılığı 24.958,39 TL'dir. İyileştirmenin yatırım maliyeti 166.957,58 TL olup, geri ödeme süresi 6,69 yıldır. Ayrıca LED armatür iyileştirmesi sonucunda 29,17 Ton CO₂ azaltımı elde edilecektir.

HESAP 19: İyileştirme Sonucunda CO₂ Kazancı Hesabı

Aydınlatma Değişimi CO ₂ Hesabı		
Yıllık Tasarruf	61.015,50	kWh
Yıllık Tasarruf	24.958,39	TL
1kWh Elektrik	0,000086	TEP
Yıllık Tasarruf	5,25	TEP
1kWh Elektrik	0,478	Kg CO ₂
CO ₂ salımı kazancı	29,17	Ton

5.6. ELEKTRİKLİ CİHAZLAR ve OFİS EKİPMANLARI

5.6.1. Ünite veya Sistem Tarifi: Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat-Çevre Müh. ve İşletme Fakültesi binalarının elektrik tüketimlerinin belirli bir kısmını oluşturan elektrikli cihazların listesi aşağıdaki TABLO 36'da verilmiştir.

TABLO 36: Kullanılan Elektrikli Cihazlar Listesi

Bina Adı	Elektrikli Cihazlar	Adet	Güç (W)
İnşaat-Çevre Mühendisliği Fakültesi	Bilgisayar	170	200
	LCD Monitor	170	40
	Yazıcı	62	100
	Fotokopi Mak.	3	350
	LCD TV	4	92
	Tarayıcı	2	18
	Klima (9000 BTU)	57	520
	Klima (12000 BTU)	22	1.250
	Klima (24000 BTU)	18	2.500
	Klima (48000 BTU)	2	5.000
	Mikrodalga	1	1.000
	Buzdolabı	1	70
Projeksiyon	20	200	
İşletme Fakültesi	Bilgisayar	213	200
	LCD Monitor	216	40
	Yazıcı	40	100
	Fotokopi Mak.	6	350
	LCD TV	2	92
	Tarayıcı	1	18
	Klima (9000 BTU)	36	520
	Klima (18000 BTU)	13	1.000
Klima (12000 BTU)	5	1.250	

	Klima (24000 BTU)	2	2.500
	Klima (48000 BTU)	21	5.000
	Mikrodalga	2	1.000
	Buzdolabı	4	70
	Projeksiyon	11	200
	Toplam	1104	

5.6.2. Yapılan Ölümler ve/veya Alınan Değerler: Mevcut durumda kullanılmakta olan elektrikli cihazların tüketim bilgileri TABLO 37’de verilmiştir.

TABLO 37: Elektrikli Cihaz Tüketim Değerleri

Bina Adı	Elektrikli Cihazlar	Adet	Güç (W)	Yıllık Çalışma Saatleri (h)	Yıllık Enerji Tüketimleri (kWh)	Yıllık Enerji Tüketimleri (TL)
İnşaat-Çevre Mühendisliği Fakültesi	Bilgisayar	170	200	2250	76.500,00	31.296,15
	LCD Monitor	170	40	2250	15.300,00	6.259,23
	Yazıcı	62	100	840	5.208,00	2.130,59
	Fotokopi Mak.	3	350	840	882,00	360,83
	LCD TV	4	92	2250	828,00	338,73
	Tarayıcı	2	18	840	30,24	12,37
	Klima (9000 BTU)	57	520	120	3.556,80	1.455,09
	Klima (12000 BTU)	22	1.250	120	3.300,00	1.350,03
	Klima (24000 BTU)	18	2.500	120	5.400,00	2.209,14
	Klima (48000 BTU)	2	5.000	120	1.200,00	490,92
	Mikrodalga	1	1.000	52	52,00	21,27
	Buzdolabı	1	70	8760	613,20	250,86
Projeksiyon	20	200	840	3.360,00	1.374,58	
İşletme Fakültesi	Bilgisayar	213	200	2250	95.850,00	39.212,24
	LCD Monitor	216	40	2250	19.440,00	7.952,90
	Yazıcı	40	100	840	3.360,00	1.374,58
	Fotokopi Mak.	6	350	840	1.764,00	721,65
	LCD TV	2	92	2250	414,00	169,37
	Tarayıcı	1	18	840	15,12	6,19
	Klima (9000 BTU)	36	520	120	2.246,40	919,00
	Klima (18000 BTU)	13	1.000	120	1.560,00	638,20
	Klima (12000 BTU)	5	1.250	120	750,00	306,83
	Klima (24000 BTU)	2	2.500	120	600,00	245,46
	Klima (48000 BTU)	21	5.000	120	12.600,00	5.154,66
	Mikrodalga	2	1.000	52	104,00	42,55
	Buzdolabı	4	70	8760	2.452,80	1.003,44
Projeksiyon	11	200	840	1.848,00	756,02	
Toplam	1104				259.234,56	106.052,86

TABLO 37’de verilen tüketimler, cihazların aktif durumda çalışırken tüketimlerini göstermektedir. Yapılan hesaplamalara göre, elektrikli cihazlarda aktif çalışma esnasında yıllık 259.234,56 kWh elektrik enerjisi harcanmaktadır. Bu tüketimin mali karşılığı ise 106.052,86 TL olmaktadır. TABLO 38’de verilen değerler ise cihazların stand-by tüketimleridir.

TABLO 38: Elektrikli Cihazların Stand By Tüketimleri Tablosu

Bina Adı	Elektrikli Cihazlar	Adet	Stand-By Tüketim (W)
İnşaat-Çevre Mühendisliği Fakültesi	Bilgisayar	170	3,00
	Monitor	170	1,00
	Yazıcı	62	3,00
	Fotokopi Mak.	3	3,00
	LCD TV	4	6,60
	Tarayıcı	2	2,50
	Projeksiyon	20	0,40
İşletme Fakültesi	Bilgisayar	213	3,00
	Monitor	216	1,00
	Yazıcı	40	3,00
	Fotokopi Mak.	6	3,00
	LCD TV	2	6,60
	Tarayıcı	1	2,50
	Projeksiyon	11	0,40
	Toplam	920	39,00

TABLO 39: Elektrikli Cihazlarda Harcanan Tüketimin Toplam Tüketime Oranı

Elektrikli Cihazda Harcanan	272.280,17	kWh
Yıllık Elektrik Cihaz Tüketim	111.389,82	TL
Yıllık Elektrik Faturası -2017	249.737,54	TL
Elektrikli Cihaz Tüketiminin Toplam Tüketime Oranı	44,60%	

Yapılan hesaplara göre yıllık elektrik tüketiminin %44,60’u elektrikli ofis ekipmanlarında harcanmaktadır.

5.6.3. Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Elektrikli cihazlar, genelde kapatılırken düğmelerinden kapatılmamaktadır. Bu şekilde kapatılan cihazlarda, stand by bekleme lambası az da olsa bir enerji tüketmektedir. Bu tüketimleri ve yıllık getirileri HESAP 20’de gösterilmiştir. Böylece sadece kazanacağımız alışkanlıklar ile cihazları stand by düğmesinden kapatarak elde edeceğimiz tasarruf miktarı yıllık 13.045,61 kWh’tır. Bu da yıllık olarak işletmeye 5.336,96 TL maddi azaltımı olacaktır.

HESAP 20: Elektrikli Cihaz Stand By Tüketimi Hesabı

Bina Adı	Elektrikli Cihazlar	Adet	Stand-By Tüketim (W)	Stand-By Bekleme Süresi (h)	Stand-By Yıllık Enerji Tüketimleri (kWh)	Yıllık Kazanç (TL)
İnşaat-Çevre Mühendisliği Fakültesi	Bilgisayar	170	3,00	6510	3.320,10	1.358,25
	Monitor	170	1,00	6510	1.106,70	452,75
	Yazıcı	62	3,00	7920	1.473,12	602,65
	Fotokopi Mak.	3	3,00	7920	71,28	29,16
	LCD TV	4	6,60	6510	171,86	70,31
	Tarayıcı	2	2,50	7920	39,60	16,20
	Projeksiyon	20	0,40	7920	63,36	25,92
İşletme Fakültesi	Bilgisayar	213	3,00	6510	4.159,89	1.701,81
	Monitor	216	1,00	6510	1.406,16	575,26
	Yazıcı	40	3,00	7920	950,40	388,81
	Fotokopi Mak.	6	3,00	7920	142,56	58,32
	LCD TV	2	6,60	6510	85,93	35,15
	Tarayıcı	1	2,50	7920	19,80	8,10
	Projeksiyon	11	0,40	7920	34,85	14,26
	Toplam	920	39,00		13.045,61	5.336,96

TABLO 40: Elektrikli Cihaz Stand-by Tüketimi CO₂ Hesabı

Elektrikli Cihaz Stand-by Tüketimi CO ₂ Hesabı		
Yıllık Tasarruf Miktarı	13.045,61	kWh
1 kWh Elektrik	0,000086	TEP
Yıllık Tasarruf Miktarı	1,12	TEP
1 kWh Elektrik	0,478	Kg CO ₂
Yıllık CO ₂ Salım Kazancı	6,24	Ton

Elektrikli cihaz stand-by iyileştirmesi sonucunda yıllık 6,24 Ton CO₂ kazancı sağlanacağı öngörülmüştür. Ayrıca stand-by iyileştirmesi sonucunda elde edilen tasarrufun karşılığı 1,12 TEP olacağı öngörülmüştür.

HESAP 21: Elektrikli Cihaz Değişim Hesabı

Değişim	Adet	Mevcut Tüketim (W)	Yeni Tüketim (W)	Kazanç (kW)	Yıllık Çalışma Saati (h)	Toplam Kazanç (kWh)	Elektrik Birim Fiyat (TL)	Toplam Kazanç (TL)	Ürün Birim Fiyat (TL)	Yatırım Maliyeti (TL)	GÖS (YIL)
LCD TV YERİNE LED TV	6	98,60	35,00	0,38	2.250	858,60	0,4091	351,25	1.599	9.594	27,31
B SINIFI BUZDOLABI YERİNE A++	5	70,00	42,81	0,14	8.760	1.191,00		487,24	2.399	11.995	24,62
TOPLAM	11	168,60	77,81	0,52	11.010	2.049,60		838,49		21.589	25,75

Yapılan hesaplara göre; elektrikli cihazların daha verimli olanları ile değişimi ile elde edecek tasarruf miktarı yıllık 2.049,60 kWh'tır. Bu da yıllık olarak işletmeye 838,49 TL maddi tasarruf sağlayacaktır. Yatırımın maliyeti 21.589 TL olup, geri ödeme süresi 25,75 yıl olmaktadır.

5.6.4. Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları: Binalarda bulunan elektrikli cihazlar, elektrik tüketiminde ciddi bir yer tutmaktadır. Bu tüketimler cihazlar açıkken olduğu gibi, stand by bekleme konumunda da az da olsa olmaktadır. Ancak sayı arttıkça tüketimler ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Cihazların kapatma düğmelerine basılarak kullanılmadığı zamanlarda kapatılması ile yıllık 5.336,96 TL kazanç sağlayabileceği öngörülmüştür. Elektrikli cihazların değişim iyileştirmelerinin ise geri ödeme süreleri çok yüksek olduğundan, değişiminin yapılması önerilmemektedir. Cihazlar arızalandığında ya da değişim ihtiyacı doğduğunda yeni alınacak olan elektrikli cihazın tüketim değerleri incelenerek verimli ve daha az enerji tüketen elektrikli cihazlar alınması önerilmektedir.

5.7. BİNA OTOMASYON BİLGİLERİ

5.7.1. Ünite veya Sistem Tarifi: Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat - Çevre Müh. ve İşletme binasının ısıtma sisteminde dış hava sıcaklık sensörü otomasyonu mevcuttur. Otomasyon sistemi ile kazanların mahal sıcaklıkları, dış hava sensörüne göre set ayarlarında değişiklikler yapılabilmektedir.

5.7.2. Yapılan Ölçümler ve/veya Alınan Değerler: Binalarda, İnşaat - Çevre Mühendisliği'ndeki radyatörlerdeki termostatik vanalar ve kazanların dış hava sensörüne göre set ayarı otomasyonu olduğu işletme bölümü binasında ise sadece kazanlarda dış hava sensörü otomasyonu olduğu tespit edilmiştir.

5.7.3. Değerlendirmeler ve Hesaplamalar: Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat - Çevre Müh. ve İşletme Fakültesi binalarında otomasyon sistemi bulunmaktadır. Otomasyon sistemi sadece ısıtma sistemleri üzerinedir. Otomasyon sistemi hem kapsam olarak hem de çeşitlilik olarak geliştirilebilir durumdadır. Bu otomasyon sistemleri ile binada arızalar daha kolay tespit edilebilir, daha hızlı müdahale edilebilir ve enerji tüketimi kontrol altına alınabilmektedir.

Yapılabilecek otomasyon uygulamaları;

- **Zaman programları:** Yapılabilen alternatifli zaman programları ile sistemin gerçek işletme saatlerinde faal göstermesini sağlayarak, gerekli olmayan saatlerde kapanmasını sağlar.
- **Basınç, fark basınç, debiye göre frekans konvertörü kontrolü:** Binadaki pompalar, yapılacak basınç, fark basınç, debi gibi ölçümlere dayanarak frekans konvertörü ile kontrol edilerek, fazla enerji tüketimi engellenmiş olur.

Kazan işletmesinin insan insiyatifinden, otomatik sistemlere geçmesiyle %38'e varan tasarruf olanağı ortaya çıkmaktadır. Burada uygulanabilecek otomasyonlardan kazan termostatı kazandaki su sıcaklığını, ayarlanan sabit bir değerde tutar. Bunların en basiti iki kontaklı tiplerdir. Bunlar tek kademeli brülörlerin on-off kontrolüne bağlanır. Sistemde bulunan basit termostat ile sıcaklık belirli bir değere düşünce sistemin tekrar devreye alınması sağlanır. Genellikle açma kapama sıcaklık farkı 6 K

mertebesindedir. Bu fark bazı termostatlarda arzu edildiği takdirde değiştirilebilmektedir. Ayrıca sistemde limit termostatu da kullanılmalıdır. Bu termostatlar elle resetlenebilir tipte olmalıdır.

Üç kontaklı termostatlar genellikle iki kademeli brülörlerde kullanılır.

Oransal termostatlarda ise sürekli kontrol bulunmaktadır. Termostatın duyar elemanından alınan sinyale göre, orantılı olarak çalışan motorlu vanalar, ocağa gönderilen yakıt ve hava miktarını ayarlamaktadırlar. Oransal termostat ayarı ile su sıcaklığı kademeli olarak değiştirilirken, yakıt ve hava miktarı da kademeli olarak değişir. Su sıcaklığı belirlenen sınır değere yaklaştıkça, oransal termostat yakıt ve havayı kısar. Böylece verilen enerji de azalır. İyi bir oransal kontrol sisteminde kapasite %30'a kadar azaltılabilmektedir.

Yerleşkede ısıtma ve sıcak su temini için her binada ayrı ayrı kazan daireleri bulunmaktadır. Her oda, içerisinde bulunan radyatörler ile ısıtılmaktadır. Sıcak su üretimi binalardaki kazanlar ile yapılmaktadır. Yerleşkede bulunan bireysel radyatörlerde uygulanabilecek otomasyon, termostatik radyatör vanası uygulamasıdır. Termostatik radyatör vanasının görevi kombinin veya kazanın sürekli yanmasına engel olmaktır. Termostat vanayı kısınca ya da kapatınca, tesisat suyu ısınıp fazla kaybetmeden geri döneceği için kombi veya kazan gereksiz yere çalışmayacağından tasarruf sağlanacaktır. Bunun dışında termostat güneş ve oda içindeki diğer ısı kaynaklarının (ütü, lamba, bilgisayar vb.) yaydığı ısıyı hissederek, bu ısı kaynaklarından da yararlanılmasını ve tasarruf edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca oda sıcaklığı da istenilen sıcaklıkta sabit tutulacağı için konforlu bir ortam sağlanmış olacaktır.

Termostatik vanaların farklı bir kullanım amacı ise, farklı odalarda farklı sıcaklıkların istenildiği zon kontrolü uygulamalarıdır. Pek çok kontrol sisteminde gidiş suyu sıcaklığı kontrolü tek zona kumanda etmektedir. Farklı amaçlarla kullanılan ve farklı yönlere bakan hacimlerde zon kontrolüne ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle durumlarda farklı sıcaklıklarda kullanılmak istenen mekanlardaki radyatörlere termostatik radyatör vanası uygulanır. Konstüksiyona da bağlı olmakla birlikte 6°C'den 40°C' ye kadar oda sıcaklığını kontrol edebilir.

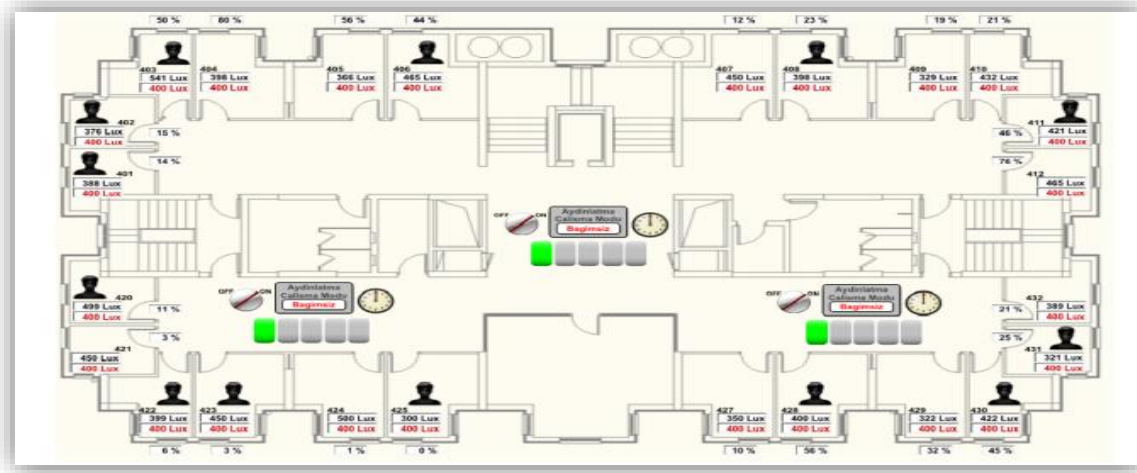


FOTOĞRAF 41: Radyatörlerde Termostatik Vana Uygulaması

Termostatik radyatör vanasının normal vanaya göre üstünlükleri:

- Her bir oda için ayrı sıcaklık kontrolü.
- Sabit oda sıcaklığı. konforlu bir ortam.
- Radyatör gereksiz yere fazla ısınmayacağı için perde ve duvarlarda ıslenme en aza inmiş olacaktır.
- Merkezi sistemlerde her kat gerektiği kadar ısınacak, katlar arasındaki dengesiz ısı dağılımı önlenecektir.

Binalarda aydınlatma enerjisine harcanan enerjinin toplam tüketimin yaklaşık %17'sini oluşturmaktadır. Aydınlatma otomasyonu ile hem aydınlatma için harcanan enerjiyi giderleri düşürülürken konfor uygulamaları içinde çözümler oluşturmaktadır.



ŞEKİL 3: Aydınlatma Otomasyon Sistemi

Aydınlatma sistemlerinizi harekete ve ortamın ışık seviyesine göre otomatik olarak ayarlanabilir. Örneğin güneşli havalarda ışıklar kısılır, bulutlu havalarda aydınlatmalar tam kapasite çalıştırılabilir. Hareket algılama dedektörleri ile kimsenin olmadığı mekânlarda ışıklar boşuna yanmaz böylece enerjiden tasarruf sağlanır. Varlık ve ışık seviyesine göre otomatik aydınlatma kontrolü ile ofis, işyeri, koridor, okul vb. yerlerde verimli çalışma ortamları yaratılmaktadır.

Aydınlatma sistemlerinde yapılabilecek otomasyon sistemleri;

- **Varlık Dedektörü:** Ortam içerisindeki varlığın çok küçük hareketlerini dahi tespit ederek, istenilen senaryo ve kontrolleri hayata geçirebilmektedir. Böylece, çalışma ortamında çıkış veya girişlerde istenilen aydınlatma, perde, panjur, iklimlendirme veya multi medya kontrolleri istenilen şekilde harekete geçerek konforlu bir ortam sağlayacaktır. Varlık dedektörü hiç hareket edilme bile, insan varlığını algılar.



FOTOĞRAF 42: Varlık Dedektörü Otomasyonu

- **Gün Işığı Dedektörü:** Ortamın ışık seviyesini ölçerek, istenilen seviyeye gelmesi için aydınlatma sistemine gerekli bilginin iletilmesini sağlar. Böylece her zaman ve her koşulda çalışma ortamınızın ışık seviyesi istenilen düzeyde otomatik olarak ayarlanmaktadır.



FOTOĞRAF 43: Gün Işığı Dedektörü Otomasyonu

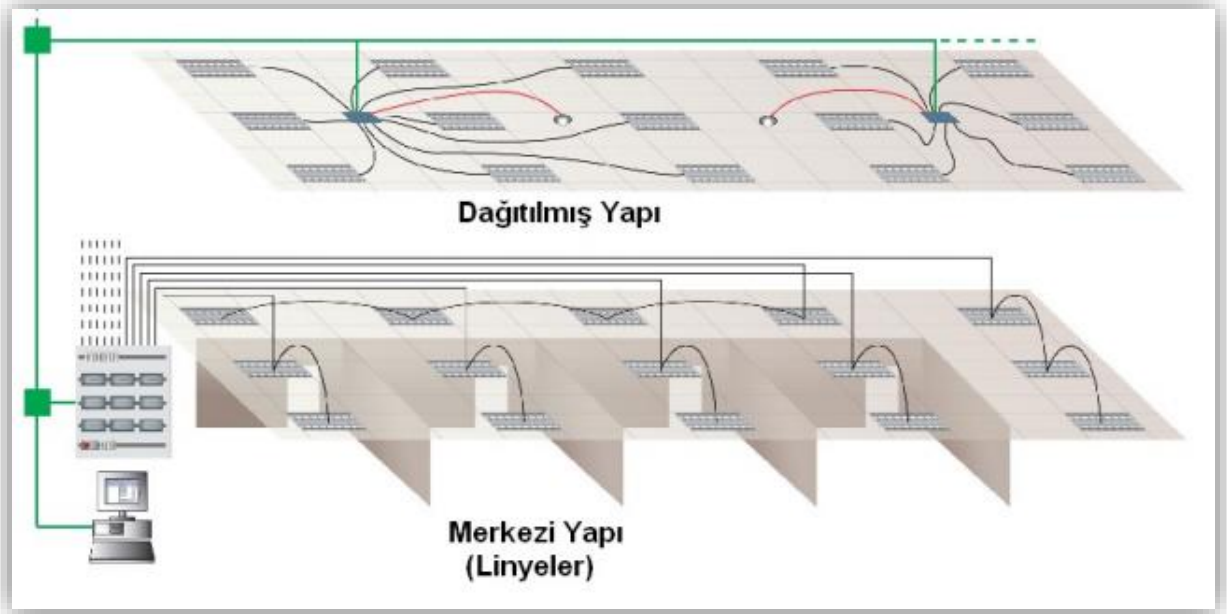
5.7.4. Öneriler, Enerji Tasarruf İmkanları ve Miktarları: Binalardaki ısıtma sistemleri için zaman programları otomasyonu ile sistemin gerçek işletme saatlerinde faaliyet göstermesini sağlayarak gerekli olmayan saatlerde kapanması sağlanır. Ayrıca dış hava sıcaklık sensörleri ile; hava sıcaklık değeri set edilen değere ulaştığında kazan çalışması otomatik olarak duracaktır. Böylece ısıtma ihtiyacı olmadığı zamanlarda gereksiz doğalgaz tüketiminin önüne geçilecektir. İşletme binasında bulunan radyatörlerde uygulanabilecek otomasyon, termostatik radyatör vanası uygulamasıdır. İnşaat-Çevre Mühendisliği binasında termostatik vana kullanımı tespit edilmiştir. Termostatik radyatör vanasının görevi kombinin veya kazanın sürekli yanmasına engel olmaktır. Termostat vanayı kısınca ya da kapatınca, tesisat suyu ısısını fazla kaybetmeden geri döneceği için kombi veya kazan gereksiz yere çalışmayacağından tasarruf sağlanacaktır. Bunun dışında termostat güneş ve oda içindeki diğer ısı

kaynaklarının (ütü, lamba, bilgisayar vb.) yaydığı ısıyı hissederek, bu ısı kaynaklarından da yararlanılmasını ve tasarruf edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca oda sıcaklığı da istenilen sıcaklıkta sabit tutulacağı için konforlu bir ortam sağlanmış olacaktır sistemine uygulanacak olan değişken hız sürücüsü ile pompa sistemi gerekli durumlarda tam yükte, gerekmediği durumlarda ise tam yükte çalışmayarak enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Aydınlatma otomasyonu uygulamanın çok farklı yollarından bahsedilebilir. Bunlar;

- 1- Kendinden hareket dedektörlü bağımsız tip armatürler,
- 2- Dış ortam ışık şiddetine göre çalışan çevre aydınlatmalar,
- 3- Zaman rölesine bağlı olarak kontrol edilen vitrin aydınlatmalarıdır.

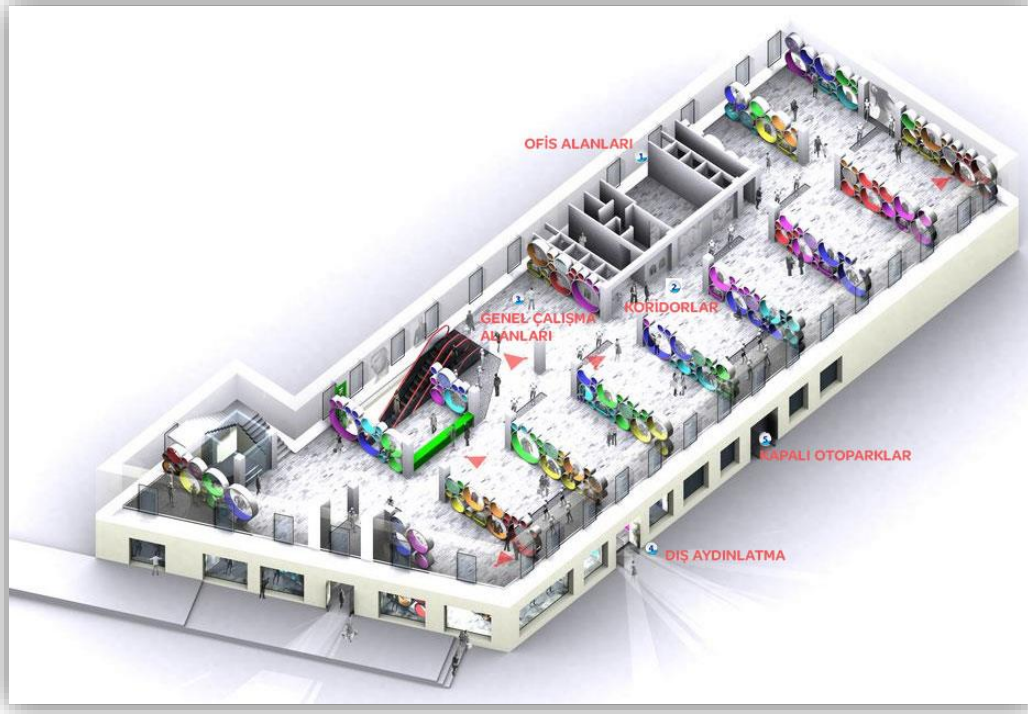
Otomasyon sisteminin aydınlatma sistemine tam uyum sağlaması için aydınlatma kabljının merkezi linye yapısı yerine dağıtılmış yapıya uygun olması, esneklik ve maliyet açısından aranması gereken bir özelliktir.



FOTOĞRAF 44: Merkezi ve Dağıtılmış Yapı

Merkezi: Dağılım doğrudan panodan kablo çekilerek, linyeler şeklinde yapılmaktadır. İlerde kullanımda değişiklik olmayacak mahallerde kullanılmaktadır. Her linye için ayrı bir enerji kablosu çekilmesi gerekir. Örneğin; çevre aydınlatma, elektrik-mekanik odalar, merdiven, WC vb. gibi yerlerde kullanılabilir.

Dağıtılmış: Mekâna sadece bir adet enerji kablosu gelir, armatürlere dağılım bir bağlantı kutusundan ya da bölge kontrolör modülünden yapılmaktadır. Kablo maliyeti düşük, revizyon ve genişletme imkanı geniştir. Örneğin; açık ofisler, oda yapısı ve kullanım alanı değişebilecek alanlar, alış verişi merkezi ya da iş merkezlerinde kiralık alanlar, fabrikalar vb. yerlerde kullanılabilir.



FOTOĞRAF 45: Bina Aydınlatma Otomasyon Sistemi

Ofis ve sınıf alanlarına konulacak kombine aydınlık seviyesi, hareket ve/veya varlık sensörleri ile kişinin varlığı algılanıp buna göre ofis alanındaki aydınlatmalar açılmaktadır. Ofis alanlarında güneş ışığı var ise, içerideki aydınlık seviyesi bilgisine göre, içeride sadece ihtiyaç duyulacak kadar aydınlatma seviyesi kontrolü yapılır. Mesai saatleri ve dışında ve hafta sonunda, otomatik olarak aydınlatma sistemleri kapatılmaktadır. Bütün aydınlatma, ısıtma ve soğutmaların izlenmesi, web tabanlı bir Scada ile yapılır ve merkezi olarak, binanın enerji yöneticisi tarafından da kontrol edilebilmektedir.

Çevre aydınlatmalarında; binaların dışına konulacak aydınlık seviyesi sensörleri ile güneş ışığı seviyesi algılanır, belirli ışık seviyesinde dış aydınlatmalar açılır. Mesai saatleri ve dışında ve hafta sonunda, otomatik olarak aydınlatma kapatılır. Bunun dışında farklı alanların, farklı kullanım şekillerine göre, yine farklı alanlar için ayrı zaman programları yapılabilmektedir.