



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KAMU KURUMLARINDA ISO 50001 ENERJİ
YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULMASI:
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ**

Ayberk YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

**EKİM-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ayberk YILDIRIM

Tarih: 26.10.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAMU KURUMLARINDA ISO 50001 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULMASI: SELÇUK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Ayberk YILDIRIM

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet SAMANCI

2022, 112 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ahmet SAMANCI

Dr. Öğr. Üyesi Fatih AYDIN

Dr. Öğr. Üyesi Muharrem Hilmi AKSOY

Ülkemizde, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla 2007 yılında Enerji Verimliliği Kanunu çıkarılmış ve devamında pek çok mevzuat yürürlüğe konulmuştur. Bunlardan 2020 yılında yayınlanan Enerji Kaynaklarının ve Enerji Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelikte yapılan değişiklik ile enerji yöneticisi bulundurmakla yükümlü tüm bina, endüstriyel işletme ve elektrik üretim tesisleri (ticari binalar için 500 TEP ya da 20.000 m² inşaat alanı, endüstriyel işletmeler için 1.000 TEP) 2023 yılı sonuna kadar TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemini kurarak belgelendirmesi zorunlu hale gelmiştir. Kamu kurumlarında ise bu yükümlülük enerji tüketimi 250 TEP ya da 10.000 m² inşaat alanı olarak daha da aşağıda belirlenmiştir. Dolayısıyla kamu kesimi binalarında enerji verimliliğini artırmak amacıyla zorunlu hale gelen enerji yönetim sisteminin kurulumu çok daha aciliyet ve önem arz etmektedir.

Enerjinin giderek daha da büyük önem taşıdığı günümüzde, enerjinin verimli kullanılması esasına dayanan TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS), her sektörde küçükten büyüğe her türlü işletmeye uygulanabilecek, tek başına olabileceği gibi diğer yönetim sistemleriyle entegre olarak da yürütülebilecek bir yönetim sistemidir. EnYS, kuruluşların enerji politikalarını belirlemesi, amaç ve hedefleri doğrultusunda oluşturduğu enerji yönetim programları çerçevesinde enerji tüketimini yönetmesi ve enerji yönetim sisteminin performansını değerlendirerek iyileştirmelerin sağlanmasına dayanmaktadır.

Bu çalışma, enerji verimliliğini artırmak amacıyla zorunlu hale gelen enerji yönetim sisteminin kamu kurumlarında kurulum aşamalarını kolaylaştırmak için bir yol haritası oluşturmak ve örnek bir kamu kurumuna uygulanmak suretiyle diğer kamu kurumlarına yol gösterici olması hedeflenmiştir.

Bu amaçla bu tez kapsamında bir kamu kurumu olan Selçuk Üniversitesi için ISO 50001 Enerji Yönetim Sisteminin kurulum dosyaları hazırlandı. Yine Enerji yönetim sisteminin ayrılmaz bir parçası olan enerji etüt raporu, Enstitü binası ve ısı merkezi için örnek olarak detaylı olacak şekilde hazırlandı. Enerji tasarruf potansiyeli yüksek olan Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP) ve geri ödeme süreleri dikkate alınarak fırsatlar listesi oluşturuldu. Projeler sonrasında %63,8'lik bir enerji tasarrufu sağlanacağı görüldü.

ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi kurulum çalışmalarını kolaylaştırmak amacıyla hazırlanan rehber niteliğindeki bu tezin tüm kamu kurumlarında enerji tasarrufu konusunda yapılacak çalışmalara ve farkındalığın artırılmasına katkı sağlaması en büyük dilek ve temennimizdir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Enerji Yönetim Sistemi, Kamu Kurumlarında Enerji Tasarrufu

ABSTRACT

MS THESIS

THE IMPLEMENTATION OF ISO 50001 ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IN PUBLIC INSTITUTIONS: A CASE STUDY ON SELÇUK UNIVERSITY

Ayberk YILDIRIM

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Necmettin Erbakan University
The Degree of Master of Science in Energy Systems Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Ahmet SAMANCI

2022, 112 Pages

Jury

Prof. Dr. Ahmet SAMANCI

Dr. Fatih AYDIN

Dr. Muharrem Hilmi AKSOY

In our country, the Energy Efficiency Law was enacted in 2007 in order to increase efficiency in the use of energy resources and energy in order to use energy effectively, to prevent waste, to alleviate the burden of energy costs on the economy and to protect the environment, and many legislations were enacted afterwards. Of these, with the amendment made in the Regulation on Increasing Efficiency in Energy Resources and Energy Use published in 2020, all buildings, industrial enterprises and power generation facilities (500 TOE for commercial buildings or 20.000 m² construction area, 1.000 TOE for industrial enterprises) are obliged to have an energy manager. Until the end, it has become mandatory to establish and document the TS EN ISO 50001 Energy Management System. In public institutions, the energy consumption of this obligation is determined further as 250 TOE or 10.000 m² construction area. Therefore, the establishment of an energy management system, which has become mandatory in order to increase energy efficiency in public sector buildings, is much more urgent and important.

In today's world where energy is becoming more and more important, TS EN ISO 50001 Energy Management System (EnMS), which is based on the efficient use of energy, is a Management System that can be applied to all kinds of businesses from small to large in every sector, and can be carried out either alone or in integration with other management systems. EnMS is based on the establishment of energy policies, the management of energy consumption within the framework of energy management programs created in line with their goals and objectives, and the improvement of the performance of the energy management system.

In this study, it is aimed to create a road map to facilitate the installation stages of the energy management system, which has become mandatory in order to increase energy efficiency, and to guide other public institutions by applying it to an exemplary public institution.

For this purpose, within the scope of this thesis, the installation files of ISO 50001 Energy Management System were prepared for Selçuk University, a public institution. The energy audit report, which is also an integral part of the energy management system, has been prepared in detail as an example for the Institute building and heat center. A list of opportunities was created considering the Efficiency Enhancing Projects (VAP) with high energy saving potential and payback periods. After the projects, it was seen that an energy saving of 63,8% would be achieved.

It is our greatest wish and hope that this thesis, which is a guide, prepared to facilitate the installation of ISO 50001 Energy Management System, will contribute to the work to be done on energy saving and to increase awareness in all public institutions.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Saving in Public Institutions, Energy Management System.

ÖNSÖZ

Enerji maliyetlerinin her geçen gün daha da arttığı bu dönemde enerji verimliliği büyük bir öneme sahiptir. Enerji yönetim sisteminin kurulup uygulanması enerji verimliliğinin sürekliliği sağlanır. Yapılan bu tez çalışmasının, kamu kurumlarında enerji yönetim sistemi süreçlerine yol gösterici olarak enerji verimliliğine katkı sağlayacağı beklenmektedir.

Bu tez çalışmasının planlamasında, araştırılmasında ve oluşumunda bana rehberlik eden değerli hocam Prof. Dr. Ahmet SAMANCI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bana hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü borç bilirim.

Ayberk YILDIRIM
KONYA-2022



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Materyal (Enerji Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar)	11
3.1.1. Enerji Analizörü.....	12
3.1.2. Termal Kamera	13
3.1.3. Baca Gazı Analizörü	14
3.1.4. Aydınlık Ölçer	15
3.1.5. Hava Kalitesi Ölçüm Cihazı	16
4. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ OLUŞTURULMASI	17
4.1. Kapsam.....	21
4.2. Terimler ve Tanımlar	21
4.3. Kuruluşun Bağlamı	22
4.4. Enerji Yönetim Sistemi Kapsamı.....	23
4.5. Enerji Politikası.....	23
4.6. Kurumsal Görev ve Sorumlulukların Tanımlanması	24
4.7. Enerji Planlaması	25
4.8. Destek.....	27
4.9. Operasyon	28
4.10. Performans Değerlendirmesi.....	29

4.11. İyileştirme	31
5. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	33
5.1. Bina Enerji Tüketiminin İncelenmesi	33
5.1.1. Elektrik Tüketiminin İncelenmesi.....	35
5.1.2. Doğalgaz Tüketiminin İncelenmesi	38
5.1.3. Enerji Tüketiminin TEP Cinsinden İncelenmesi	41
5.2. Tüketim Analizleri	43
5.2.1. Mevsimsel İklimlendirme Şartlarına Göre Enerji Tüketim Analizleri:	44
5.2.2. Birim Enerji Tüketim Analizleri:.....	45
5.3. Bina Enerji Performansı.....	47
5.3.1. Bina Durumu.....	47
5.3.2. Mimari Yapı.....	48
5.3.3. Yapı Bileşenleri, Yapı Malzemeleri ve Konstrüksiyon Detayları	53
5.3.4. Pencere ve Cam Alanları	55
5.4. Isıtma, İklimlendirme, Havalandırma, Tesisat Sistemleri.....	58
5.4.1. Isıtma Sistemi.....	58
5.4.2. İklimlendirme ve Havalandırma Sistemleri	68
5.4.3. Tesisat Sistemi	72
5.5. Elektrik.....	78
5.5.1. Elektrik Dağıtım Sistemi.....	78
5.5.2. Aydınlatma Sistemi.....	85
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	89
6.1. Sonuçlar	89
6.2. Öneriler	95
EKLER.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	: Yüzde
\$: A.B.D Doları
°C	: Santigrat Derece
°K	: Kelvin Derece
A	: Akım
cm	: Santimetre
CO	: Karbonmonooksit
CO ₂	: Karbondioksit
DN	: Diameter Nominal (Nominal Çap)
E	: Emisivite
EEI	: Energy Efficiency Index
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EnPG	: Enerji Performans Göstergeleri
EnRÇ	: Enerji Referans Çizgisi
EnYS	: Enerji Yönetim Sistemi
GSMH	: Gayri Safi Milli Hâsıla
Hz	: Hertz
IDG	: Isıtma Derece Gün
ISO	: International Organization for Standardization
kCal	: Kilokalori
kCal / m ³	: Kilokalori / metreküp
kg / m ³	: Kilogram / metreküp

kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
kWh/m ²	: Kilowatt saat / metrekare
kWh/IDG	: Kilowatt saat / Isıtma Derece Gün
kWh/SDG	: Kilowatt saat / Soğutma Derece Gün
m	: Metre
mm	: Milimetre
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
ÖEK	: Önemli Enerji Kullanıcıları
PUKÖ	: Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al
SDG	: Soğutma Derece Gün
Sm ³	: Standart metre küp
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TL	: Türk Lirası
TL / m ²	: Türk Lirası / metrekare
V	: Volt
vb.	: Ve benzeri
YGG	: Yönetim Gözden Geçirmeleri
Wh	: Watt saat
W/m	: Watt / metre
W/mK	: Watt / metre Kelvin (Isı iletim Katsayısı)
W/m ² K	: Watt / metre kare Kelvin (Isı Transfer Katsayısı)

1. GİRİŞ

Yıllar içerisinde teknolojinin gelişmesi ve nüfusun artması enerji tüketimini arttırmıştır. Artan enerji talepleri enerjinin verimli kullanılmasını ve mevcut enerjinin doğru şekilde yönetilerek kullanılmasını gerektirmektedir. Ülkemizde enerji verimliliğini düzenlemek amacıyla 2 Mayıs 2007 tarihinde 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu yayınlanmıştır. Bu Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Kanunda 27 Ocak 2020 tarihinde yapılan değişiklik ile birlikte madde 7 de “Enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü kamu binaları, ticari ve hizmet binaları, elektrik üretim tesisleri ile endüstriyel işletmeler ve enerji yönetim birimi kurmakla yükümlü organize sanayi bölgeleri ile endüstriyel işletmeler TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi kurarak belgelendirecektir.” ifadesi yer almaktadır. Böylelikle enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü kamu binaları için ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS) kurma zorunluluğu getirilmiştir. Ayrıca enerji yöneticisi bulundurmakla yükümlü tesisler için etüt yaptırma zorunluluğu bulunmaktadır.

Temel anlamda enerji iş yapabilme yeteneğidir. Enerjinin farklı türleri bulunmaktadır. Doğrudan ölçülemez ve enerji türüne göre farklı hesaplamalar ile belirlenir.

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Teke ve Güzel, 2012). Enerji tüketimini en verimli şekilde kullanmak için alınan bir takım önlemler bulunmaktadır. Bunlar; enerji etütleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi, yasal mevzuata uyulması ve enerji yönetim sisteminin kurulmasıdır.

Gayri safi yurtiçi hasıla başına tüketilen toplam birincil enerji miktarıdır (\$/MTEP). Bir ülkenin enerji yoğunluğu ne kadar düşükse, o ülkede birim hasıla üretmek için harcanan enerji de o kadar düşük demektir (Kavak, 2018). Enerji yoğunluğu birim mal veya hizmet üretimi başına tüketilen enerji anlamına gelmektedir.

Enerji tasarrufu aynı birim üretim zamanı içerisinde bir ürün ya da hizmet için enerji kullanımının minimize edilmesi amacıyla yürütülen teknik çalışmaların bütünüdür. Enerji tasarrufu enerji verimliliği ile karıştırılmamalıdır. Enerji verimliliğinde konfor şartlarından ödün verilmemektedir ama enerji tasarrufunda böyle bir durum söz konusu değildir.

Enerji yönetimi, enerji üretim ve tüketimlerinin planlanarak etkili bir şekilde işletilmesini, dağıtılmasını ve depolanmasını kapsamaktadır. Enerji yönetimini sağlayabilmek için ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Standardı baz alınmaktadır.

Enerji yönetiminin başarılı bir şekilde koordine edilebilmesi için yetkili bir enerji yöneticisinin bulunması gerekir. Enerji yöneticisi 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunda “Kanun kapsamına giren endüstriyel işletmelerde veya binalarda enerji yönetimi ile ilgili faaliyetlerin yerine getirilmesinden yönetim adına sorumlu, enerji yöneticisi sertifikasına sahip kişi” olarak tanımlanmaktadır. Enerji yöneticisi sertifikasını alma şartı olarak “Enerji yöneticisi eğitimlerine mühendislik alanında veya teknik eğitim fakültelerinin makine, elektrik, mekatronik veya elektrik-elektronik bölümlerinde en az lisans düzeyinde eğitim almış kişiler kabul edilir” belirtilmiştir. Kanunda geçen “Kanun kapsamına giren endüstriyel tesis veya binalarda” ifadesinde enerji yöneticisinin bulunmasının zorunlu olduğu durumlar Çizelge 1.1.’de gösterilmiştir. Bu değerler 2020 yılında yayınlanan “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” den alınmıştır.

Çizelge 1.1. Enerji yöneticisi bulundurma zorunlu kuruluşlar ve sınırları

Kuruluş Türü	Zorunluluk Sınırı
Endüstriyel İşletmeler	1.000 TEP ve üzeri
Ticari ve Hizmet Binaları	20.000 m ² kapalı alan ve üzeri veya 500 TEP ve üzeri
Kamu Binaları	10.000 m ² kapalı alan ve üzeri veya 250 TEP ve üzeri
Elektrik Üretim Tesisi	Kurulu gücü 100 mW ve üzeri

Enerji Yöneticisinin görevleri işletmeye, işin türüne ve ilgili enerji tüketimine göre değişebilir. Ancak enerji yöneticisinin en önemli görevi, kuruluşun tüm enerji satın alma işlemlerini, dağıtım ve tüketimini takip etmesidir. Bu sebeple başlıca görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Enerji verilerini toplamak ve analiz etmek,
- İşletmedeki tüm enerji ve su tüketim kayıtlarını tutar,
- Tüm sayaçların okumaları denetlemek,
- Ek izleme için sayaç ve ölçüm aletlerini belirlemek,
- Spesifik Enerji Tüketimi için endeksleri geliştirmek ve bu endeksleri tüm önemli üretim sahaları için aylık dönemde devam ettirmek.

Enerji satın alınmasını denetlemek:

- Tüm aylık yakıt faturalarını gözden geçirir ve birbiriyle uyumluluğunu kontrol ederek her durumda optimum tarifeyi uygular,
- Yakıt değiştirme olanaklarını araştırır,
- Enerji ikmal yetersizliği ve kesintisi halinde uygulanacak planlar geliştirir,
- Enerji maliyet bütçesi için ilgili birimler ile çalışır,

Enerji tasarruf imkanlarını değerlendirmek:

- Enerji tasarruf potansiyel alanlarını belirler ve bu alanlar için projeler geliştirir.
- Enerji tasarruf projeleri için gerekli mali analizleri yapar.
- Tasarruf projelerini uygulamak için yönetimden mali destek alır.
- Enerji verimliliğini dikkate alarak, mevcut proses, bina, ekipman değişikliği projelerini inceler.
- Makine ve tesislerin verimli olarak işletilmesi için performans standartları oluşturur.

Enerji tasarruf projelerini denetlemek:

- İşletme iyileştirmeleri ile sağlanacak enerji tasarrufu için ekipman bakım- onarım ve operatör eğitim programı gibi bazı programları başlatır.
- Yatırım gerektiren enerji tasarruf projelerinin işlemlerini takip eder (şartname, ihale, montaj v.b.)

İletişim ve halkla ilişkiler:

- Spesifik enerji tüketiminin yanı sıra aylık raporlar hazırlar.
- Enerji Yönetim Programına katılan tüm üretim ve destek bölümleriyle iletişim kurar.
- Çalışanları elde edilen tasarruflar ve parasal karşılıkları konusunda bilgilendirerek, bilinçlendirici ve teşvik edici programlar geliştirir.
- Basın bildirimleri ve konferanslar ile yarışmalara ve ödül programlarına katılma gibi çalışmalarla yönetimin ilgisini çekerek desteğini sağlar.

Bu tez çalışmasında Selçuk Üniversitesi'nde örnek bir binanın enerji etüdü yapılarak enerji yönetim sisteminin kurulumunda izlenilecek yollar ele alındı. Üniversitenin enerji yönetim sisteminin kurulum aşamasına yardımcı olması hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda enerji yönetim sisteminin kurulumunun eksiksiz ve düzgün bir şekilde oluşturulmasını kolaylaştıracaktır. Bu kapsamda kamu binalarına, sanayi kuruluşlarına ve diğer ticari binalara ISO 50001 enerji yönetim sisteminin gerekliliklerini yerine getirebilecek şekilde yol gösterici olması amaçlanmıştır.

ISO 50001 enerji yönetim sistemi kuruluşlara; enerji tüketen faaliyetlerinin veriminin artırılmasında, enerji yoğunluğu iyileştirilmesinin karşılaştırılması, ölçülmesi, belgelenmesi, raporlanması, sera gazı emisyonlarının azalmasına yardımcı olması gibi avantajları vardır. Enerji yönetim sisteminin sürekli olarak iyileştirilmesi gerekmektedir. Sistemin sürekli iyileştirilmesi ile birlikte tesisin enerji verimliliği kontrol altında tutularak sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Tesislerde enerji etüt raporları hazırlanarak enerji verimlilik potansiyellerini ortaya konulabilir. Bu anlamda enerji yönetim sistemi ve enerji etütleri birbirlerinden ayrılmaz bir bütünün parçası olarak düşünülmelidir

Tez çalışması içerisinde enerji yönetim sistemine ilave olarak bina formatında enerji etüt raporu hazırlanarak verilmektedir. Rapor ile birlikte enerji verimlilik projeleri ortaya konulmuştur. Bu projelerin uygulanması ile birlikte enerji tüketiminde azalma sağlanacaktır. Bu tez enerji yönetim sistemine yol göstermesi ve enerji verimlilik projelerine örnek olması açısından önem taşımaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yaman ve Gökçen 2007, çalışmasında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde 2006 yılında idari bina genelinde iç ortam sıcaklık, termal kamera ölçümleri gerçekleştirerek binanın enerji tüketim durumunu ortaya koymuştur. İdari binada soğutma döneminde iç ortam sıcaklıklarının sağlanamadığı tespit edilmiştir. Bu bina için ısıtma ve soğutma döneminde binaya verilmesi gereken ilave ısıtma yükleri kWh olarak bulunmuştur. Binada ek ısıtma ihtiyacının yardımcı ekipmanlarla (elektrik sobası, klima vb.) sağlandığından bahsedilmektedir. Isıtma soğutma sezonu dışında kalan ayların tüketim değerleri baz yük olarak belirlenmiş ve ısıtma, soğutma için harcanan enerji ortaya konulmuştur. Bina dış kabuğunda çekilen termal kamera resimlerinde duvarlarda kolon, kirişlerin ısı köprüsü görevi gördüğü ve pencere altlarında yetersiz izolasyonun olduğu tespit edilmiştir. Yakıt tüketiminden yapılan tasarruf elektrik tüketimi ile kompanse edilmiştir, bunun faturası da Kasım ayı için 400 YTL olarak hesaplanmıştır.

Arakat 2013, yüksek lisans tez çalışmasında, bir havalimanında enerji verimliliği ve enerji yönetim sisteminin kurulumu ele alınmıştır. Tez içerisinde havalimanlarında enerji yönetiminin, herhangi bir işletme veya binadan nasıl bir farkı olduğu ortaya konulmuştur. Atatürk Havalimanında yapılan termal kamera çekimlerinde en çok ısı kaybının; yolcu köprüleri ile iskele bağlantı noktalarında, çatı – alt parapet noktalarında, tonozlarda, kayar kapı girişlerinde olduğu görülmüştür. Isıtma ve soğutma tesisat ve havalandırma kanallarında yine termal kamera ile ölçümler gerçekleştirilerek yalıtım ihtiyaçları ortaya konulmaktadır. Isıtma, soğutma, iklimlendirme sistemleri için otomasyon sistemi desteği ile zaman programı kullanılarak, farklı çalışma saatlerine göre ayarlanması gerektiğinin kaçınılmaz olduğu söylenmiştir. Tesiste yapılacak olan uygulamalar; ısıtma hattı izolasyonu, kayar kapıların otomatik döner kapıya dönüşümü, zaman program revizyonu, yeni bir projede klima sisteminin hava soğutmalı dış ünite yerine su soğutmalı tercih edilmesi, bakım sırasında kazanlardaki hava-yakıt oranının hassas ayarlanması, aydınlatma armatürlerin LED tipe dönüşümüdür. 6 farklı enerji verimlilik faaliyeti için toplam yatırım tutarı = 970 bin TL. Yıllık Toplam Tasarrufu = 579 bin TL olarak hesaplanmıştır. Geri ödeme süresi yöntemine göre yapılan analizde ise, tüm uygulamaların 1 yıl 10 ay gibi bir sürede kendini geri ödediği görüldüğü verilmektedir.

Şekerci ve arkadaşları 2016, Yaşar Üniversitesi'nde yaptıkları çalışma ile 2016 yılında TS EN ISO 50001:2011 belgesini alan ilk üniversite olmasını sağlamıştır. Enerji politikası belirlenmiş ve enerji performansının sürekli iyileştirilmesi taahhüt etmişlerdir. Sürekli iyileştirmeyi sağlayabilmek için; enerji ve su kullanımını azaltılmasını, enerji verimliliği bilincinin artmasını, proje tasarımında enerji performansı iyileşmelerinin, enerji verimli ürün satın alınmasının sağlanmasının gerekli olduğunu belirlenmiştir. Üniversite ve öğrenci yurduna afişler konulmuş, enerji ölçme ve izleme yapılması için enerji analizörleri yerleştirilmiştir. Üniversite bünyesinde enerji yöneticisi sertifikasına sahip kişilerden oluşan bir ekip oluşturulmuş ve bu ekip ile birlikte düzenli olarak enerji verimliliği eğitimleri düzenlendiği görülmektedir.

Tekerekoğlu 2018, yılında Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, Fen İşleri Daire Başkanlığı, Enerji Yönetimi Şube Müdürlüğü'nce yapılan çalışma ile Gaziantep Büyükşehir Belediyesi 2015 yılında TS EN ISO 50001:2011 belgesini alan ilk kamu kurumu olduğundan bahsedilmektedir. Belediye bünyesinde bulunan 5 adet tesisin durum analizi çıkarılmıştır ve %33'lük (5.710 TEP) enerji tasarruf potansiyeli tespit edilmiştir. Ulaşım (Raylı sistem ve otobüs), asfalt tesisi, içme suyu tedariki pompa istasyonları gibi en fazla tüketim yapan yerlerdeki ön etüt sonucunda yaklaşık 16 milyon TL tasarruf miktarı belirlenmiştir. Yapılan çevre dostu kamu binası çalışmaları arasında; armatürlerin değişimi, soğutma gruplarının değişimi, bina yalıtımı, fancoillerin değişimi, bina suyu tasarrufunun sağlanması, yeşil ulaşım bulunmaktadır.

İşcan 2019, Yalova Üniversitesi bünyesinde yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında Metro İstanbul için enerji yönetim sisteminin oluşturulması, modellenmesi ve değerlendirilmesini işlemiştir. EnYS standardı kapsamında yönetim sisteminin modellemesi yapılmıştır. EnYS kapsamında belirlenen eylem planı çerçevesinde; aydınlatma ve priz tüketiminden %10,3, havalandırma tüketiminden %17,9, yürüyen merdiven ve asansör tüketim performansında %12,8 ve farklı yerleşkelere ait farklı tasarruf potansiyelleri verilmiştir.

Paçacı ve arkadaşları 2019, yaptıkları "Kamu Binalarında Düşük Karbon Salımlı Enerji Yönetim Modeli ve Örnek Uygulaması" başlıklı sempozyum bildirisinde kamu kontrolünde bulunan ve birden çok enerji kaynağı tüketen bütünleşik yapıların enerji verimlilik potansiyelini irdelemişlerdir. Uzun güneşlenme süreleri ve yüksek güneş radyasyon değerlerine sahip İzmir ilinde güneş enerjisi kaynaklı enerji üretimi ile önemli oranda enerji ihtiyacı karşılanabileceği söylemişlerdir. İzmir ilinde bulundan bir kamu kuruluşu yönetimi idaresi altındaki yerleşkenin enerji talebine bağlı olarak tüm enerjinin öncelikle güneş kaynaklı olarak sağlanması için çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yerleşke için ısı pompası uygulamaları

modellenmiştir. Çalışmada işletmenin ısı kaynaklı ısıtma ve soğutma ihtiyacı çift kademeli bir ısı pompa çözümü ile sağlanmıştır. Buna göre işletmenin elektrik enerji karşılama oranı %80,55 (28 bin m³/yıl doğalgaz ve 805 bin kWh elektrik enerjisi) olarak hesaplanmıştır.

Anonim 2020, Bursa Valiliği Enerji Yönetim Biriminde yapılan çalışmada, 2023 yılı sonuna kadar en az %15 enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir. Hakkında yıkım, taşınma veya elden çıkarma plâni olmayan ve 01.01.2019 tarihi itibarıyla en az 5 yılını tamamlamış olan binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, sıcak su tedariki ve diğer ekipmanlar için kullanılan enerji kaynaklarını, verimli ekipman kullanımını kapsama dahil edilmiştir. Enerji verimliliğinin sağlanmasında;

- Enerji verimli ekipman kullanımı,
- Onarım, yenileme, iyileştirme ve süreç düzenleme gibi yollarla tasarruf sağlanması,
- Gereksiz enerji kullanımının enerji kayıp ve kaçakların en aza indirilmesi ile birlikte atık enerjinin geri kazanılması
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi çözümler ele alınmıştır.

Aşağıda verilen Çizelge 2.1.'de ülkemizde bazı kamu kurumları enerji yönetim sistemi çalışmaları özet halinde verilmektedir.

Çizelge 2.1. Ülkemizde kamu kurumlarında enerji yönetim sistemi bazı çalışmaların özeti

Adı	Türü	Yıl	Yazar Adı	Tasarruf Miktarı
Kamu sektöründe enerji yönetimi: İYT Örneği	Seminer Bildirisi	2007	Mustafa Can YAMAN Gülden GÖKÇEN	Kasım ayı ile aralık ayı iç-dış ortam sıcaklık farkına göre karşılaştırılmış ve 400 YTL'lik zarar gözükmetedir.
Bir Havalimanında Enerji Verimliliği ve EnYS Kurulumunun Uygulanması	YL Tezi	2013	Akın ARKAT	Yıllık toplam tasarruf 579 bin TL olarak hesaplanmıştır.
Üniversitelerde Enerji Yönetim Sisteminin Oluşturulması: Yaşar Üniversitesi Uygulaması	Sunum	2016	Hacer ŞEKERCİ Arif HEPBAŞLI	Tasarruf Miktarından bahsetmemektedir.
Gaziantep BB Yenilenebilir Enerji Projeleri	Sunum	2018	Ayşegül TEKERKOĞLU	Gaziantep Belediyesi bünyesinde bulunan 5 adet tesiste toplam 5.710 TEP tasarruf görülmektedir.
Metro İstanbul Enerji Yönetim Sisteminin Oluşturulması, Modellenmesi ve Değerlendirilmesi	YL Tezi	2019	Sercan İŞCAN	Aydınlatma için %10,29, havalandırma için %17,88, yürüyen merdiven ve asansör için %12,79 tasarruf sağlanabileceği görülmektedir.
Kamu Binalarında Düşük Karbon Salımlı Enerji Yönetim Modeli ve Örnek Uygulama	Makale	2019	İsmail PAÇACI Koray ÜLGEN M. Ziya SÖĞÜT	Isıtma için 28 bin m ³ /yıl, elektrikte 805 bin kWh/yıl tasarruf sağlanabilecektir.
Bursa il Milli Eğitim Müdürlüğü Kamu Binalarında Enerji Tasarrufu Rehberi	Sunum	2020	Bursa İl Milli Eğitim Müdürlüğü	2023 yılı sonuna kadar en az %15 enerji tasarrufu hedeflenmektedir.

Brogan ve Galata 2015, İrlanda'da yaptıkları makale çalışması ile okullarda enerji kullanımını iyileştirmeyi amaçlayan, enerji verimliliği, enerji tasarruf sağlayan akıllı karar almayı desteklemek için yenilikçi bir enerji yönetimi metodolojisi açıklanmışlardır. Çalışmada akıllı sayaçlar ile uyumlu çalışan bir yazılım ile bina yapılarına, kullanıcıların davranışlarına ve eğitim binalarının kullanımına dayalı olarak okul ihtiyaçlarını hesapladığı söylenmiştir. Isıtmada %19-48 arasında, aydınlatmada %49-90 arasında, aydınlatmaların açık-kapalı kontrolü ile %52-77 arasında, aydınlatmaların otomatik açma kapama sistemi ile %25 tasarruf sağlanabileceği ve toplamda %53 oranında enerji tasarrufu ön görülmektedir.

Alhurayess 2016, yılında Suudi Arabistan'da gerçekleştirdiği doktora tezinde, Suudi Arabistan'daki hastanelerde enerji yönetimi için teorik çerçeve geliştirmeyi ve hastanelerde etkili bir enerji yönetim sisteminin uygulanmasını desteklemeye yönelik bir kılavuz sunmayı amaçlayan enerji yönetimi performansını incelemiştir. Bu araştırma iki ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm, enerji yönetimi programının uygulama düzeyini ve yatak başına elektrik tüketimindeki yıllık değişim miktarlarını belirlemek için beş hastaneden enerji tüketimi verilerinin toplanmasını ele almıştır. İkinci bölüm, hastanelerin üst düzey teknik yöneticilerinin hastanelerindeki enerji yönetimi konusundaki görüşlerinin ve denetim prosedürlerini, enerji verimliliği engelleri, enerji yönetimi konusundaki farkındalık ve beklenen enerji tasarrufu yüzdesi konusundaki bilgilerinin incelemiştir. Enerji verimliliğinin önündeki ana engeller,

personelin ve genel yöneticilerin bilinçsizliği ve enerji yönetim sistemleri ve mevcut teknolojiler hakkında bilgi eksikliği ve enerji verimliliğinin düşük bir öncelik olarak görülmesi olduğundan bahsedilmiştir. Enerji yönetim sistemi uygulanması ile enerji tasarrufu % 36,1 olarak tahmin edilmiştir.

Ferreira ve arkadaşları 2018, Portekiz’de yayınladıkları makalede, kamu binalarında enerji yönetimi için elektronik bir platformun geliştirilmesini ve uygulanmasından bahsetmiştir. Geliştirilen platform, ısıtma / soğutma, elektrik gücü tüketimi ve aydınlatma seviyelerinin izlenmesine ve yönetilmesine olanak tanıdığı söylenmiştir. Bu çalışmada, sıcaklık, nem, lüks ve elektrik tüketimi gibi ölçüm sonuçlarının kullanıcı varlığıyla ilişkilendirmek için bir prototip oluşturulmuştur. İlk test döneminde bir sınıftaki aydınlatma enerji tüketimi %40 oranında azaltılabileceği görülmüştür.

Palacio ve arkadaşları 2019, Kolombiya’da yayınladıkları bir makalede, yüksek öğretim kurumu binalarında temel enerji kullanımını tahmin etmek ve elektrik enerjisi tüketimindeki tasarrufları ölçmek için bir metodoloji araştırmış ve Itajuba Federal Üniversitesi’ni ele almışlardır. Çalışma, Itajuba Federal Üniversitesi’nde (Jos e Rodrigues Seabra Kampüsü) üç binada uygulanmıştır. Binalarda yürütülen faaliyet türleri, hava koşulları, yapı malzemeleri, iklimlendirme sistemi ve doluluk gibi binalarda işletim sistemi enerji tüketimini etkileyen çok çeşitli faktörler incelenmiş ve sonuçlar, kampüs için elektrik enerjisi tüketiminde yıllık tasarruf potansiyelinin % 7 - 9 arasında olabileceğini göstermiştir.

Aşağıdaki verilen Çizelge 2.2.'de yurtdışında gerçekleştirilen bazı çalışmalar özet şekilde verilmektedir.

Çizelge 2.2. Yurtdışında kamu kurumlarında gerçekleştirilen enerji yönetim sistemi bazı çalışmaların özeti

Adı	Türü	Yıl	Yazar Adı	Tasarruf Miktarı
The VERYSchool Project: Valuable Energy for a smart School - Intelligent ISO 50001 Energy Management Decision Making in School Buildings	Makale	2015	Mike Brogan Alfio GALATA	Toplamda %53 oranında enerji tasarrufu ön görülmektedir.
Energy Management in Hospitals: A Case Study of the Saudi Ministry of Health	Doktora Tezi	2016	Saleh Saleem YAlhurayess	Enerji tasarrufu % 36,1 olarak tahmin edilmiştir.
An Energy Management Platform for Public Buildings	Makale	2018	Joao C. Ferreira	Bir sınıftaki aydınlatmadan kaynaklanan enerji israfı, ilk test döneminde % 40 azalmaktadır.
A Methodology to Estimate Baseline Energy Use and Quantify Savings In Electrical Energy Consumption In Higher Education Institution Buildings: Case Study, Federal University of Itajuba (UNIFEI)	Makale	2019	Eric Alberto Jose Carlos	Elektrik tüketiminin %7 - 9 arasında azalma sağlanabileceği anlaşılmaktadır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Yapmış olduğumuz çalışmada kamu kesiminde enerji yönetim sistemi kurulmasında yol gösterici olmayı amaçlamıştır. Enerji yönetim sistemi ile birlikte enerji etütleri gerçekleştirilerek enerjinin daha verimli kullanılmasında doğrudan rol oynamaktadır. Enerji etüdü kapsamı Selçuk Üniversitesi ısı merkezi ve örnek olarak seçilen Enstitüler binasında gerçekleştirilirken EnYS bütün üniversiteyi kapsamaktadır. Bu bölümde enerji etüt çalışması için kullanılan materyal ve yöntem verilmektedir. EnYS için kullanılan standart, TS EN ISO 50001:2018 EnYS standardıdır.

Etüt raporları Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan formatta yapılmalıdır. Endüstriyel tesisler ve binalar için iki ayrı rapor formatı bulunmaktadır. Etüt raporunda tesise ait son üç yılın enerji tüketim verileri dikkate alınır. Bu veriler eşliğinde tüketim analizleri gerçekleştirilir. Endüstriyel tesisler için üretime karşılık gelen tüketim miktarları, binalarda ise kişi sayısına (ziyaretçi, hasta, çalışan gibi) karşılık gelen tüketim miktarları incelenir. Ayrıca rapor içerisinde ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme, mekanik tesisat, elektrik tesisat, aydınlatma, basınçlı hava, üretim hatlarının tanımı, ölçümleri, değerlendirmeleri ve önerileri gerçekleştirilir.

3.1. Materyal (Enerji Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar)

Enerji etüdü çalışmalarında, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kalibrasyonu yapılmış ve etiketlenmiş cihazlar kullanılmıştır. Cihaz kalibrasyonları senelik olarak gerçekleştirilmektedir. Ölçüm yapılan süreler içerisinde cihazların güncel kalibrasyonları mevcuttur.

3.1.1. Enerji Analizörü



Şekil 3.1. Enerji analizörü (Anonim, 2022 a)

Şekil 3.1.'de görülen CHAUVIN ARNOX marka 8332B model enerji analizörü ile akım, gerilim, güç, frekans ve güç faktörü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerle enerji karakteristiği ve kalitesi hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Analizörün özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Enerji analizörü özellikleri (Anonim, 2022 a)

Özellik	Değer	Birim
Faz Sayısı	3	-
Frekans	40 - 69	Hz
Max Gerilm	960	V
Max Akım	6500	A
Ağırlık	2,1	kg
Boyutlar	240x180x55	mm

3.1.2. Termal Kamera



Şekil 3.2. Termal kamera (Anonim, 2022 b)

Şekil 3.2.'de görülen FLUKE marka TI105 model Termal kamera ile mekanik hatlarda, elektrik panolarında, elektrik motorlarında ve dış cephede termal kamera çekimleri yapılarak bu alanlarda gerçekleşen ısı kayıpları gözlenmiştir. Çizelge 3.2.'de termal kameraya ait özellikler verilmektedir.

Çizelge 3.2. Termal kamera özellikleri (Anonim, 2022 b)

Özellik	Birim	Değer
Sıcaklık	Çalışır Halde (°C)	-10 ile 50
Sıcaklık	Depolama (°C)	-20 ile 50
Yazılım	Smart View	
Pil Şarj Süresi	Saat	2,5
Boyut	Y x G x U (cm)	28,4 x 8,6 x 13,5
Ağırlık	kg	0,726
Doğruluk	25 °C nominal değer	± 2 °C veya % 2
Kare Hızı	Hz	9 ile 30
Kızılötesi Spektrum Bandı	µm	7,5 ile 14
Odak Sistemi	cm	122
Çözünürlük	Piksel	160 x 120
Termal hassasiyet (NETD)	°C	30°C hedef sıcaklığında ≤ 0,10°C
Sıcaklık ölçüm aralığı	°C	-20°C - +250°C

3.1.3. Baca Gazı Analizörü



Şekil 3.3. Baca gazı analizörü (Anonim, 2022 c)

Şekil 3.3.'de görülen KIMO KIGAZ200 model baca gazı analizörüyle kazanlardan gaz sıcaklığı, ortam sıcaklığı, O₂ oranı, CO miktarı ölçülerek hava fazlalık katsayısı, yanma verimi, çiğ noktası değerleri hesaplanarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler ve hesaplamalarla kazanlarda yanma verimleri belirlenmiş olur. Çizelge 3.3.'de analizöre ait özellikler verilmektedir.

Çizelge 3.3. Baca gazı analizörü özellikleri (Anonim, 2022 c)

Özellik	Birim	Değer
O ₂	%	0-21
CO	Ppm	0-8000
CO Doğruluk	Ppm	± 10
Ortam Sıcaklığı	°C	-20 ile +120
Pil Ömrü	Saat	10
Boyutlar	mm	331 x 112 x 86
Ağırlık	gr	1160

3.1.4. Aydınlık Ölçer



Şekil 3.4. Lüksmetre (Anonim, 2022 d)

Şekil 3.4.'de görülen UNI-T marka UT 383 model lüksmetre ile tesis genelinde aydınlatma şiddeti ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 3.4.'de lüksmetreye ait özellikler verilmektedir.

Çizelge 3.4. Lüksmetre özellikleri (Anonim, 2022 d)

Özellikler	UT383
Okuma yazma ölçümü (LUX)	0 ~ 199,900Lux
Okuma yazma ölçümü (FC)	0 ~ 18,500Fc
Doğruluk	0 ~ 9999Lux / 0 ~ 999Fc: $\pm (4\% + 8)$ $\geq 10000\text{Lux}/\geq 1000\text{Fc}: \pm (\%5+10)$ $\geq 100000\text{Lux}/\geq 9999\text{Fc}: \pm (\%5+10)$
Çözünürlük	1Lux (0 ~ 9999Lux) 10Lux ($\geq 10.000\text{Lux}$) 100Lux ($\geq 100.000\text{Lux}$) 1Fc (0 ~ 9999Fc); FC=Lüks/10.76 10Fc ($\geq 10.000\text{Fc}$); FC=Lüks/10.76
Örnekleme süresi	0,5'ler
Ürün net ağırlığı	118g
Ürün boyutu	160mm x 50mm x 28mm

3.1.5. Hava Kalitesi Ölçüm Cihazı



Şekil 3.5. Hava kalitesi ölçüm cihazı (Anonim, 2022 e)

Şekil 3.5.'de verilen Tech Grow marka Green Eye model CO₂, Sıcaklık, Nem Datalogger ile tesiste hava kalitesi ölçümleri alınmıştır. Çizelge 3.5.'de cihaza ait özellikler verilmektedir.

Çizelge 3.5. Hava kalitesi ölçüm cihazı özellikleri (Anonim, 2022 e)

Özellik	Birim	Değer
O ₂	ppm	0-9999
RH	%	5-95
Sıcaklık	°C	-10 + 60
Veri Kaydetme	Adet	15.999

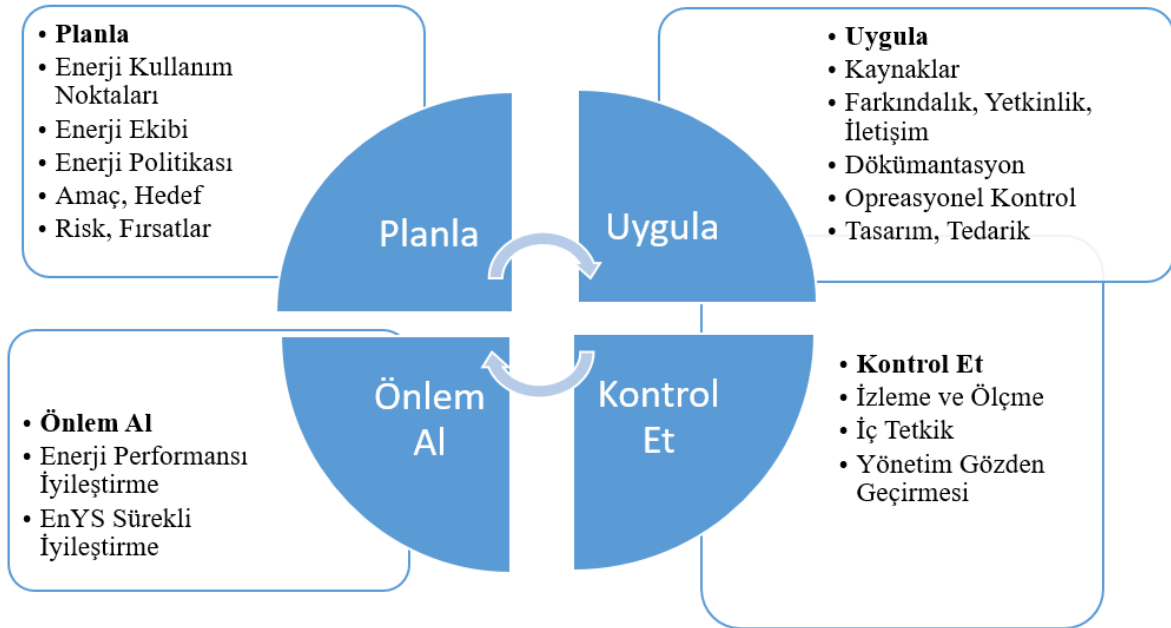
4. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ OLUŞTURULMASI

Bu bölümde Selçuk Üniversite'sine yol gösterici örnek olması adına ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi modellemesi el kitabı örneği olarak gerçekleştirilmektedir.

ISO 50001 EnYS kurulup uygulanması aşağıdaki adımları gerektirmektedir;

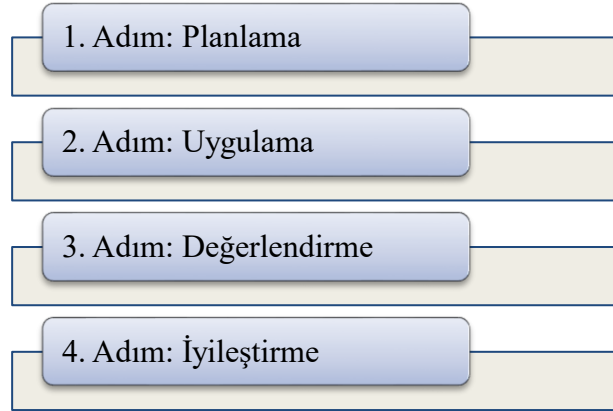
- 1- Üst yönetimin sorumluluğu
- 2- Enerji politikası
- 3- Politikaya ulaşılması için enerji planı
- 4- Uygulama ve yürütme planlanması
- 5- Her şeyin planlandığı gibi olduğunu anlamak için kontrol planı
- 6- Yönetimin gözden geçirmesi

Bu adımlar birbirini takip eden döngü ile gerçekleştirilerek sürekli iyileştirme sağlanır. Şekil 4.1.'de PUKÖ döngüsü içerisinde EnYS'nin aşamaları görülmektedir. Kurulan EnYS döngü içerisinde sürekli iyileştirme çerçevesi kapsamında uygulanmalıdır.



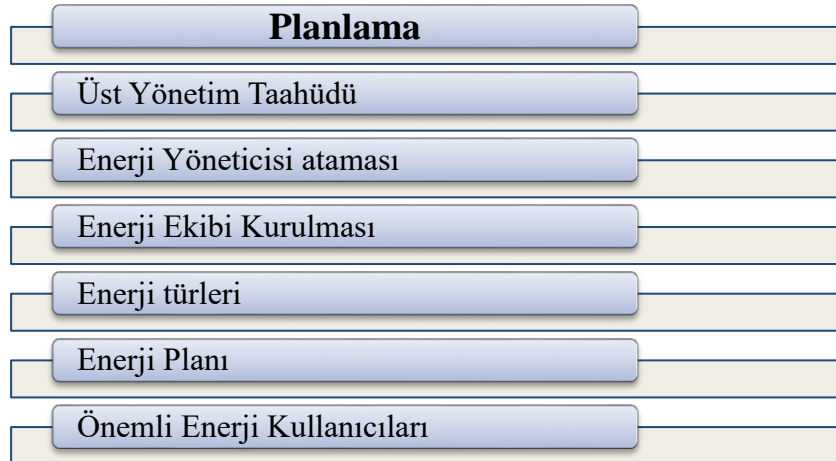
Şekil 4.1. PUKÖ döngüsünde EnYS aşamaları

ISO 50001 EnYS'nin kurulumu ve uygulanmasını dört adımda belirtilebilir. Bunlar Şekil 4.2.'de planlama, uygulama, değerlendirme ve iyileştirme olarak sıralanabilir.



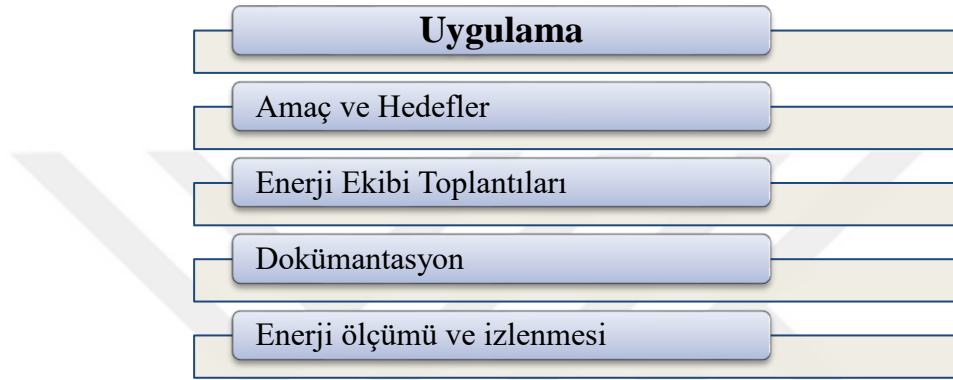
Şekil 4.2. Enerji yönetim sistemi kurulumu safhaları

İlk adım planlamadır. Planlama adımları Şekil 4.3.'de görülmektedir. Bu aşamada üst yönetim taahhüdü alınır ve bir enerji yöneticisi atanır. Enerji ekibi kurulur. Enerji türleri, enerji planı, önemli enerji kullanıcıları, enerji performans göstergeleri, enerji referans çizgisi belirlenir. Bu aşamanın zaman kapsamı altı ay olarak alınabilir.



Şekil 4.3. EnYS planlama aşaması safhaları

İkinci adım uygulamadır. Uygulama aşaması safhaları Şekil 4.4.'de görülmektedir. Bu aşamada amaç ve hedefler uygulanır. Amaç ve hedeflerin ilerlemesini ve enerji performans göstergelerini izlemek için enerji ekibi tarafından toplantılar düzenlenir. Dokümantasyon oluşturulur. Prosedürler geliştirilir. Enerji ölçüm ve izleme grafikleri belirli sürelerle takibi gerçekleştirilir. Eksiklikler tespit edildiğinde düzeltilir. Bu aşama için zaman kapsamı altı aydan ile bir yıl arasındadır. Mevsimsel şartların etkilerini anlayabilmek için en az bir yıl önerilir.



Şekil 4.4. EnYS uygulama aşaması safhaları

Üçüncü adım değerlendirmedir. Değerlendirme aşaması safhaları Şekil 4.5.'de görülmektedir. Bu aşamada bir yönetim incelemesi yapılır ve yönetim EnYS'nin nasıl geliştirilebileceği konusunda geri bildirim sağlar. Yasal şartlar uygunluk açısından değerlendirilir. Bir iç denetim gerçekleştirilir. Düzeltici ve önleyici faaliyet raporları tutulur. Bu aşama için zaman kapsamı iki yıl olarak söylenebilir.



Şekil 4.5. EnYS değerlendirme aşaması safhaları

Dördüncü adım iyileştirme. İyileştirme aşaması safhaları Şekil 4.6.'da görülmektedir. Yılda en az bir iç denetim ve yönetim gözden geçirmesi (YGG) ile EnYS nin sürekli olarak iyileştirilmesi sağlanmalıdır. Enerji ekibi toplantıları en az üç ayda bir olmalıdır. Enerji ekibi üyelerinde değişiklik olması durumunda ekip güncellemeleri yapılmalıdır. Bu aşama için belirli bir süre bulunmamaktadır. Bunun nedeni olarak EnYS varlığı olduğu sürece sürekli iyileştirme olmasıdır.



Şekil 4.6. EnYS iyileştirme aşaması safhaları

Enerji Yönetim Sistemi Programının Başlatılması

Bir kuruluştaki enerji yönetim programının başlatılması için her ne kadar kuruluşun özelliklerine göre farklılık gösterse de temel olarak öncelikle mevcut durumun anlaşılması için aşağıdaki tespitlerin yapılması gereklidir.

- Üst yönetimin enerji verimliliğine bakış açısı nedir?
- Tesiste kullanılan enerji kaynakları nelerdir?
- Enerji tüketim miktarları, maliyet değeri nedir?
- Enerji tüketimini – maliyetini kim takip eder?
- Enerji tüketimleri nasıl takip ediliyor?
- Enerji tüketen sistemler nelerdir?
- Enerji yöneticisi kim olabilir?
- Enerji tasarruf noktaları ne olabilir?
- Enerji hedefleri bulunmakta mı?
- Tesiste enerji verimliliği farkındalığı var mı?

Mevcut durum değerlendirme aşamaları Şekil 4.7.'de verilmektedir.



Şekil 4.7. EnYS safhaları mevcut durum değerlendirme basamakları

4.1. Kapsam

Enerji yönetim sistemi tanımı verilen Selçuk Üniversite'sini kapsamaktadır.

Kuruluş tanımı:

Selçuk Üniversitesi 1975 yılında Konya ili Selçuk ilçesinde bulunan, 750.218 m² merkez yerleşke alanına sahip kampüs alanıdır.

4.2. Terimler ve Tanımlar

Kuruluş tarafından tanımlandığı fiziksel sınırlar veya kuruluşla ilgili sınırlar.

Enerji: Elektrik, yakıt, ısı, buhar, basınçlı hava gibi kaynaklar.

Enerji Tüketim: Enerji miktarıdır.

Enerji Verimliliği: Ürün ve hizmetlerin sağlanması için konforda azalma olmadan sağlanacak enerji tüketiminin azaltılması.

Enerji Yönetim Sistemi (EnYS): Enerji girdi ve çıktıların belirli bir standartta oturtmak için kullanılan yöntem.

Enerji Yönetim Ekibi: Enerji yönetim sisteminin uygulanmasından sorumlu kişiler.

Enerji Hedefi: Enerji politikasının için belirlenen çıkarımlar.

Enerji Amacı: Enerji hedeflerine uygun şekilde olan enerji performansının gereklilikleridir.

Enerji Referans Çizgisi (EnRC): Enerjide mevcut durumun kıyaslanabilmesi için temel oluşturan referanslar.

Enerji Performansı: Enerji verimliliği ile ilgili ölçümlenebilir sonuçlar.

Enerji Performans Göstergeleri (EnPG): Enerji performansının kuruluş tarafından tanımlanan ölçüsüdür.

Enerji Politikası: Kuruluşun enerji performansı ile ilgili isteklerin tanımlanması.

Sürekli İyileştirme: Enerji verimliliğini ve enerji yönetim sistemini iyileştirmek için döngü içerisinde uygulanacak işlemler.

Kayıt: Gerçekleştirilen faaliyetlerin kanıtlarını sağlayan dokümanlar.

Kapsam: Kuruluşun EnYS ile belirttiği faaliyet, tesis ve kararlar.

Önemli Enerji Kullanımı (ÖEK): Yüksek enerji tüketimi oluşturan parametreler.

İç Tetkik: Belirlenen prosedürlerin yerine getirilip getirilmediğini belirlemeye yönelik incelemeler ve bağımsız şekilde değerlendirilmesine olanak sağlayan prosedürler.

Üst Yönetim: Kuruluşu en üst seviyede temsil eden kişi veya kişiler.

Uygunsuzluk: Bir şartın yerine getirilmemesi.

Düzeltilme: Saptanmış uygunsuzluğun ortadan kaldırılmasına yönelik faaliyet.

Düzeltilici Faaliyet: Saptanmış uygunsuzluğun nedenini ortadan kaldırmaya yönelik faaliyet. Düzeltilici faaliyet tekrar oluşmayı engellemek için uygulanır.

Önleyici Faaliyet: Gerçekleşmesi muhtemel bir uygunsuzluğun gerçekleşmeden ortadan kaldırmaya yönelik faaliyet.

4.3. Kuruluşun Bağlamı

Kuruluşun bağlamı olarak iç ve dış taraflar belirlenmektedir.

İç taraflar;

- Üst yönetim
- Enerji ekibi
- Personel
- Öğrenciler olarak belirlenebilir.

Dış Taraflar;

- Devlet
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
- Tedarikçi firmalar olarak belirlenebilir.

Kuruluşun bağlamına belirlemede kuruluşu ilgilendiren iç ve dış hususlar belirlenmektedir.

İç hususlar amaç, hedef, yatırım ihtiyaçları, enerji verimliliği, ekipman durumu, personel eğitimleri, periyodik kontrol, bütçe yönetimi olarak belirlenmektedir.

Dış hususlar ise yasal gereklilikler, teknolojik değişiklikler, çevreye duyarlılık, iklim koşulları olarak belirlenmektedir.

4.4. Enerji Yönetim Sistemi Kapsamı

EnYS kapsamına Selçuk Üniversitesi'nde kullanılan bütün enerji türleri dahil edilmektedir. Enerji verimliliği, enerji kullanımı ve tüketimini de içine alan enerji performansının sürekli iyileştirilmesi konusunda sistematik bir yaklaşım izlemesini sağlayan bir enerji yönetim sisteminin oluşturulması, uygulanması, sürekliliğinin sağlanması ve iyileştirilmesini kapsar.

4.5. Enerji Politikası

Kuruluşun enerji yönetim politikası üst yönetimin taahhüdünü alarak şu şekilde belirlenmiştir.

Selçuk Üniversitesi olarak, her türlü enerji ve tüm kaynaklarımızın israfına mani olmak, verimli kullanmak ve çevremizi daha az kirleterek gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakmak istiyoruz.

Bu amaçla;

Başta çalışanlarımız ve öğrencilerimiz olmak üzere enerji verimliliği ve temiz çevre konularında sürekli eğitimler vererek, farkındalığın artırılması, mevcut enerji tüketimimizde 1. yıl en az %40 iyileşme ve gelecek on yıl içerisinde ilave bir %40'lık iyileşme için gerekli adımları atmayı ve sürekli iyileşmenin sağlanmasını taahhüt etmektedir.

Yenilenebilir kaynaklardan enerjisini kendi üreten, neredeyse sıfır enerjili ve sıfır atıklı bina ve tesislere sahip bir yeşil üniversite olmak üzere; Çevre, Kalite ve Enerji Yönetim Sistemimizi kurmak ve bu hususta gerekli tüm faaliyetleri önceleyerek yapmak azim ve kararlıyız.

4.6. Kurumsal Görev ve Sorumlulukların Tanımlanması

Üst Yönetimin görevleri;

- Enerji politikası tanımlamak,
- Yönetim temsilcisi atar ve enerji yönetim ekibi oluşturur,
- EnYS'nin kapsam ve sınırları belirler,
- Kuruluşta görev alan personele enerji yönetiminin bilincinin kazandırılması,
- Belirli aralıklarla raporlamaları sağlar,
- EnPG'lerin geçerliliğinin sağlanması,
- YGG düzenli olarak yapacaktır.

Yönetim Temsilcisi görevleri;

- Standarda uygun olarak EnYS kurulması, uygulanması ve sürdürülmesi,
- Enerji verimliliğini arttırıcı aksiyonları alınması,
- EnYS performansının gözden geçirilerek, iyileştirilmesi için rapor oluşturulması,
- Enerji tüketen sistemler ve ekipmanlarda yapılabilecek iyileştirmelerin belirlenmesi,
- Enerji tüketiminin ve verimlilik artırıcı uygulamaların planlanmasını,
- Enerji etütlerinin gerçekleştirilmesi,
- Enerji tüketimi ve maliyetlerinin izlenmesi ve raporlanması,
- Enerji tüketimlerini izlemek için gerekli olan sayaçların varlığını sağlayacaktır.

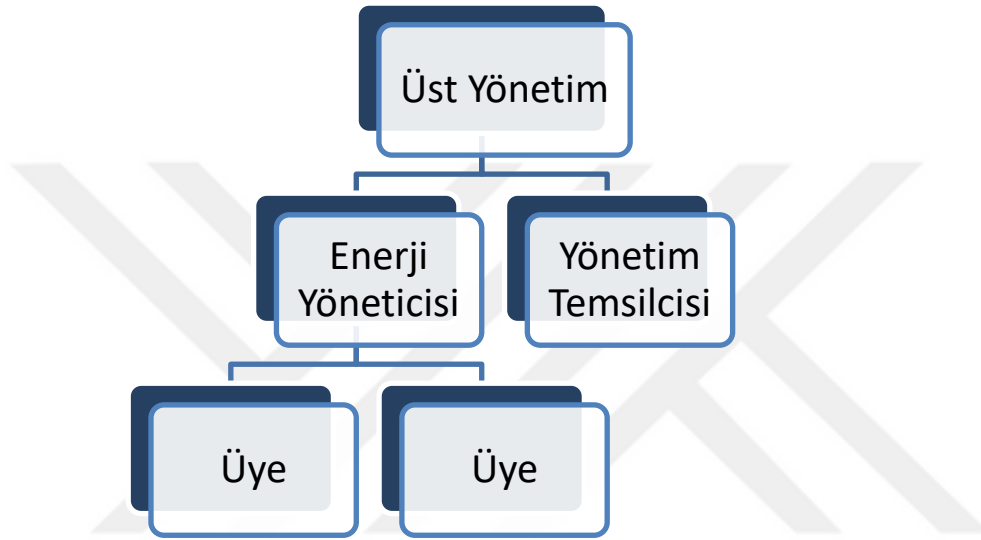
EnYS Komisyonu ve Üyeleri görevleri;

Üst yönetim aşağıda belirtilen yetkilere sahip uygun beceri ve yeterlilikte EnYS komisyonunu kuracaktır.

- EnYS'nin uygulanmasını, sürekli geliştirilmesini,
- EnYS'nin gerektirdiği prosedürlerin yerine getirilmesini,
- Yasal şartlarda gerçekleşen değişikliklerin EnYS'de uygulanmasını sağlayacaktır.
- Enerji tüketimlerinin takip edilmesi,
- Enerji planlaması yapılması,
- Enerji politikasının duyurulması,
- Enerji tasarruf noktalarının belirlenip uygulanması sağlayacaktır.

Üst yönetim aşağıda belirtilen yetkilere sahip uygun beceri ve yeterlilikte EnYS komisyonu üyelerini atayacaktır.

- EnYS'nin uygulanmasından, sürekli iyileştirilmesinden,
 - Görev ve sorumlulukların yerine getirilmesini,
 - EnYS'nin gerekliliklerine uyulmasını,
 - EnYS çerçevesinde kuruluştaki uygulanabilecek değişiklik ve yenilikleri sağlayacaktır.
- Şekil 4.8.'de EnYS uygulanmasında bulunan üyeler şablon halinde verilmektedir.



Şekil 4.8. EnYS komisyonu ve üyeleri şablonu

4.7. Enerji Planlaması

Yasal Şartlar ve Diğer Şartlar; Kuruluştaki, enerji tüketimi ve verimliliğine ilişkin uymakla yükümlü olduğu yasal şartlar ve diğer şartlar belirli aralıklarla gözden geçirecektir.

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na göre; yıllık enerji tüketimi 250 TEP veya 10.000 m² kullanım alanı olan kamu kurumları için bir adet enerji yöneticisi ataması gerçekleştirilecektir. Her yıl mart ayında bir önceki yılın enerji tüketim bildirimleri Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na yapılacaktır.

Enerji Riskleri, Fırsatları, Hedefleri, Enerji Amaçları ve Planları; Enerjiye ulaşmada meydana gelebilecek kesinti, kısıtlama gibi etkenler belirlenecektir. EnYS'nin uygulanmasını olumsuz etkileyebilecek durumlar risk olarak değerlendirilecektir. Risklere akşam saatlerinde aydınlatmaların açık bırakılması, enerji verimli ekipman satın alımı gerçekleştirilmemesi örnek

verilebilir. Enerji satın alımında farklı tedarikçiler, yenilebilir enerji kaynakları, devlet destek modelleri araştırılacak ve bunları fırsat olarak tanımlayacaktır. Fırsatlara verimlilik projelerinin uygulanması, personele enerji verimliliği bilincinin olması örnek verilebilir.

Enerji politikasının uygulanması, amaçların ve hedeflerin belirlenmesi, enerji verimliliğini ve sürekli iyileştirmeyi sağlayacaktır. Amaçlar ve hedefler belirlenirken enerji politikası ve önemli enerji kullanım alanlarından istifade edilecektir. Enerji kullanım alanları için hedefler belirlenecektir. Enerji yönetiminde programların belirlenmesi, amaç ve hedeflere ulaşmasını sağlayacaktır. Kuruluş içerisinde bulunan tüm aydınlatma elemanlarının LED dönüşümü amaç olarak belirlenebilir. Hedefe örnek karbon salınımının %5 düşürülmesi verilebilir.

Enerji Gözden Geçirmesi; Enerji tüketiminin değerlendirmesi, ölçümü, gözlemi ve enerji performansının iyileştirilmesi olarak ele alınmıştır. Mevcut tüketim ve performans sonuçlarına göre belirlenmiş tavsiyeleri planlar ve gerçekleştirecektir.

Kuruluş enerji gözden geçirmesinde;

- Mevcut enerji kullanımlarının belirlenmesi,
- Ölçümlere göre enerji kullanımı ve tüketiminin analizi,
- Geçmiş ve güncel enerji kullanımı ve tüketimlerinin değerlendirmeleri,
- Önemli enerji kullanıcıları, ekipmanları, donanım ve kuruluş çalışanları,
- Sonraki dönemler için enerji tüketimi tahmini yapılacaktır.

Kuruluştaki önemli enerji kullanıcısı olarak ısı merkezinde bulunan doğalgaz kazanları belirlenebilir.

Enerji Performans Göstergesi; Enerji performansını izlemek ve ölçmek için uygun enerji performans göstergeleri oluşturulacak, düzenli olarak gözden geçirilecektir. EnPG tüketimlerde gerçekleşecek olan olumlu veya olumsuz durumların anlaşılabilmesi için önem arz etmektedir. Bunlar;

- Elektrik Tüketimi / Soğutma Derece Gün
- Doğalgaz Tüketimi / Isıtma Derece Gün
- Toplam Enerji Tüketimi / İnşaat Alanı (m²)
- Toplam Enerji Tüketimi / Kişi Sayısı belirlenmektedir.

Enerji Referans Çizgisi; Kuruluştaki, başlangıç enerji gözden geçirmesindeki bilgiler kullanılarak enerji kullanımı ve tüketimine uygun veri süresi bir yıl olarak belirlenecektir. Tüketimi etkileyecek mevsimsel şartlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Şekil 4.9.'da sistematik bir EnYS kurulumunda liderlik ve planlama safhaları yer almaktadır.



Şekil 4.9. Sistematik bir EnYS kurulumu için liderlik ve planlama safhaları

4.8. Destek

Kaynak, Yetkinlik ve Farkındalık; enerji verimliliğinin, performansının artırılması ve EnYS'nin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli olan makine, teçhizat, personel, bilgi, eğitim, bina, alt yapı gibi kaynakların temin edilmesi sağlanacaktır.

Üst yönetim; EnYS'nin başarıya ulaşması için her seviyede personelin konu ile ilgili bilincini, eğitim ve beceri ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli önlemleri alarak eğitim ihtiyaçlarını tespit eder ve eğitimden geçirilmelerini sağlayacaktır.

Personelin;

- Enerji politikasına uymanın önemi,
- Enerji performansını artırmanın faydaları,
- Faaliyetlerinin enerji kullanımı ve tüketimine etkisinin, belirtilenden sapmaların potansiyel sonuçlarının, farkında olması sağlanacaktır.

İletişim; enerji performansı ve EnYS konusunda iç iletişim sağlanacaktır. Personelin EnYS'ye katkı sağlayabileceği ve EnYS'de iyileştirme önerilerinde bulunabileceği ortam oluşturulacaktır.

Doküman Edilmiş Bilgi; EnYS kapsamı, sınırları, politika, amaçlar ve hedeflerin beyanı, enerji eylem planı, önemli enerji kullanıcıları, EnYS uygulaması için dokümanlar ve dokümanların uygulaması sonucu ortaya çıkan kayıtlar doküman edilecektir.

Dokümanların Kontrolü;

- Yeterliliğinin sağlanması,
- Gözden geçirmeleri, güncellemeleri ve tekrar yayınlanmaları,
- Değişikliklerin ve güncel revizyonların sağlanması,
- Basılı dokümanın kullanım noktalarına ulaştırılması,
- Ulaşılabilir kalmasının sağlanması,
- Güncel olmayan dokümanların istenmeyen kullanımının önlenmesi sağlanacaktır.

Şekil 4.10.'da sistematik bir EnYS kurulumu için destek safhaları yer almaktadır.



Şekil 4.10. Sistematik bir EnYS kurulumu için destek safhaları

4.9. Operasyon

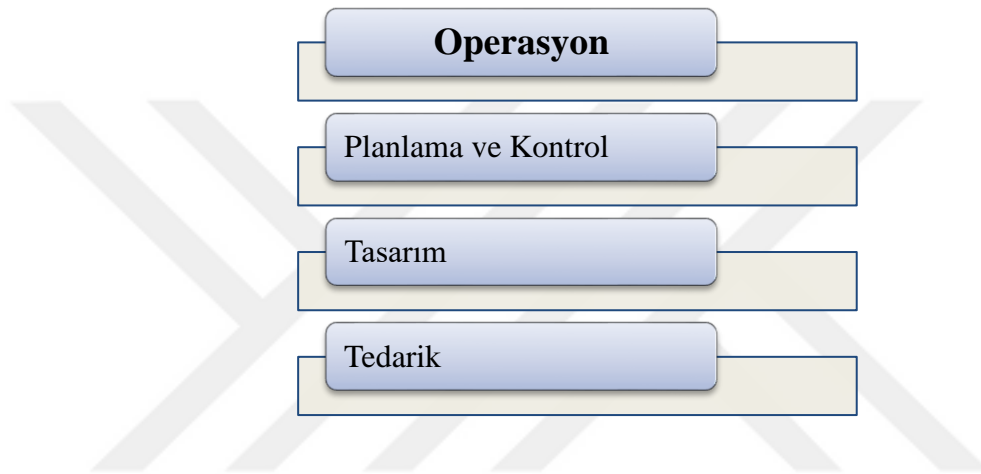
Operasyonel Planlama ve Kontrol; EnYS şartlarına uygunluğunu, enerji performansını, enerji kullanma süreçlerinin işletilmesini göstermek için planlama ve uygulama süreç kayıtlar oluşturulacaktır. Kayıtların tanımlanması kayıtlara ulaşılması ve kayıtların elde tutulması için kontroller sağlanacaktır.

Tasarım; Enerji performansına önemli ölçüde etki edecek yeni veya restorasyonu yapılacak tesis, ekipman ve sistemlerin tasarımında enerji verimliliğini temel almak sağlanacaktır. Enerji performans sonuçları, ilgili tasarımın sözleşmesine eklenecek ve uygunluğu kontrol edilecektir. Tasarım faaliyetleri kayıt altında tutulacaktır.

Tedarik;

- Önemli enerji kullanıcıları üzerinde etkili ürün veya donanımın satın alımında enerji verimliliği açısından da değerlendirileceğini,
- Enerji performansı üzerine etkili olabilecek, ürün ve hizmetler sağlanırken bunların enerji kullanımı, tüketimi ve verimliliklerinin değerlendirmek için,
- Etkili enerji kullanımı için enerji satın alma şartnameleri tanımlaması yöntemi için prosedürleri belirlenerek dokümanite edilecektir.

Şekil 4.11.'de sistematik bir EnYS kurulumu için operasyon safhaları görülmektedir.



Şekil 4.11. Sistematik bir EnYS kurulumu için operasyon safhaları

4.10. Performans Değerlendirmesi

Enerji Performansı İzleme, Ölçme ve Analiz; EnYS'nin etkinliğini, enerji performansını iyileşmesini sağlayan enerji kullanıcılarını belirli sıklıkla izlenmesi, ölçülmesi ve analiz edilmesi sağlanacaktır. İzleme, ölçme ve analiz şunları kapsayacaktır;

- Neyin izlenmesi ve ölçülmesi gerektiğini,
- İzleme, ölçme, mümkün ise geçerli sonuçları temin etmek için analiz ve değerlendirme metotlarını,
- İzleme ve ölçme işleminin ne zaman yapılacağını,
- İzleme ve ölçme işlemlerinde elde edilen sonuçların ne zaman analiz edileceğini ve değerlendirileceğini.
- Önemli enerji kullanıcıları,
- EnPG'ler,
- Enerji gözden geçirmesi sonuçları,

- Enerji planlarının hedef ve amaçlara ulaşmadaki etkinliği,
- Mevcut tüketimin ile tahmini enerji tüketiminin kıyaslanması.

Yasal Şartlar ve Diğer Şartlar Uyumluluğunun Değerlendirilmesi; Enerji kullanımı ve tüketimine ilişkin yükümlü olunan yasal şartlara ve diğer şartlara uygunluğun belirli dönemlerde incelenecektir.

ENYS'nin İç Tetkiki; Kuruluş, EnYS'nin,

- ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemleri Standardı şartları içerisinde enerji yönetiminin uygunluğunu,
- Enerji hedef ve amaçlara uygunluğunu,
- Etkin bir şekilde uygulanması, sürdürülmesi ve enerji performansının iyileştirilmesini, sağlamak amacıyla planlı aralıklarla iç tetkikler gerçekleştirecektir.

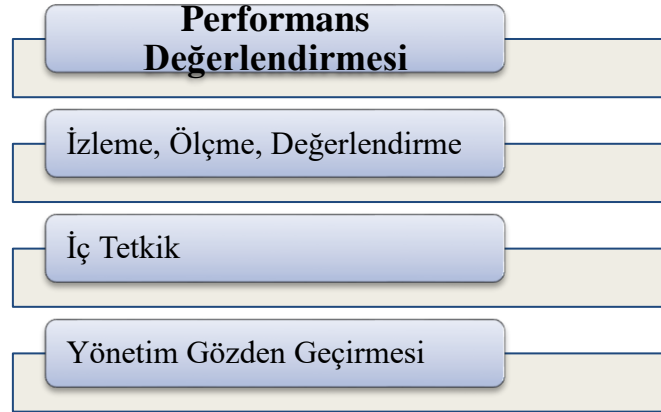
İç tetkiklerde;

- Her bir tetkik için tetkik kriterlerini ve kapsamı belirlenerek,
- Tetkik sürecinin tarafsızlığını temin edecek şekilde tetkikçilerin seçimi ve tetkiklerin yürütülmesini,
- Periyot, gereklilik ve planlamalarda dahil olacak şekilde bir tetkik programı planlanması sağlanacaktır.

Yönetimin Gözden Geçirmesi; Üst yönetim EnYS'nin uygunluğunu, yeterliliğini, sürekliliğini sağlamak için yılda en az bir kere toplantı gerçekleştirecektir. Toplantıda;

- İç tetkik sonuçları,
- EnYS uygunluğu için yapılan analizler,
- Yasal ve diğer şartlara uygunluğun değerlendirilmesi,
- Enerji gözden geçirme sonuçları,
- EnYS etkileyen değişiklikler,
- EnPG durumu,
- Gelecek dönem enerji performansının durumu gibi konular görüşülebilir.

Şekil 4.12.'de performans değerlendirme safhaları verilmektedir.



Şekil 4.12. Performans değerlendirme safhaları

4.11. İyileştirme

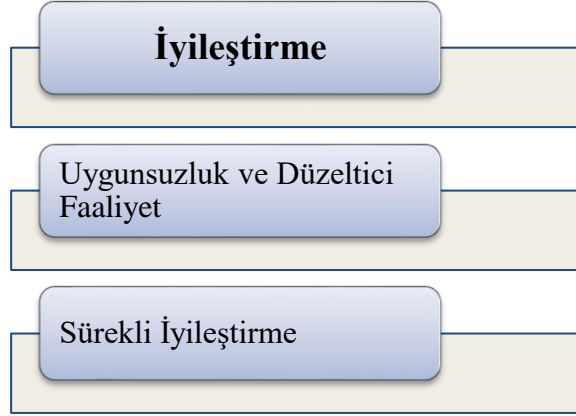
Uygunsuzluklar, İyileştirme, Düzeltici Faaliyet ve Önleyici Faaliyet; Kuruluşta, mevcut uygunsuzluklar için düzeltme işlemi uygulanmakta, mevcut ve potansiyel uygunsuzluklar için;

- Sebeplerin belirlenmesini,
- Gereken uygun düzeltmelerin belirlenmesi ve uygulanması,
- Oluşmasını engellemek için faaliyetlerin analizinin sağlanması,
- Düzeltici ve önleyici faaliyet kayıtlarının muhafaza edilmesi,

Uygulanan düzeltici veya önleyici faaliyetin etkinliğinin gözden geçirilmesini, içerecek şekilde düzeltici ve önleyici faaliyetler gerçekleştirilecektir.

Sürekli İyileştirme; EnYS'nin tüm maddelerini gerçekleştirilecektir. Yönetim sisteminin devamlılığı adına sürekli iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda çalışanlar içerisinde fikir alışverişleri gerçekleştirilmekte, enerji performansını iyileştirecek beyin fırtınaları yapılacaktır.

Şekil 4.13.'de iyileştirme safhaları verilmektedir.



Şekil 4.13. Sistemik bir EnYS kuruluşu için iyileştirme safhaları

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde Selçuk Üniversite'sinde gerçekleştirilen ölçüm verilerine dayanarak hazırlanan enerji etüdü çalışması verilmektedir. Bu veriler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yayınladığı bina enerji etüt raporu formatında işlenmiştir. Enerji tüketim, bina enerji performansı, ısıtma, iklimlendirme, tesisat, elektrik dağıtım sistemi ve aydınlatma sistemi analizleri gerçekleştirilmektedir. Enerji etüt raporu EnYS'de bahsedildiği gibi enerji tüketiminin mevcut durumunu ve kuruluştaki gerçekleştirilebilecek iyileştirmeleri görebilmek için önem arz etmektedir. Enerji tüketim analizleri Selçuk Üniversitesi kampüsü için gerçekleştirilmiştir. Elektrik ve doğalgaz tüketimleri için fatura tutarları esas alınmıştır. Selçuk Üniversitesi ısı merkezinde bulunan ve tüm binalara hitap eden kazanların analizleri gerçekleştirildi. Bina enerji performansı ve diğer sistemler örnek bina olarak seçilen Enstitüler Binasında incelenmiştir.

5.1. Bina Enerji Tüketiminin İncelenmesi

Bu bölümde tesiste kullanılan enerji tüketimleri aylık bazda ve ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmekte, kullanım amacına uygun göstergelerle ve analizlerle sunulmaktadır. Tesiste başlıca enerji türü olarak elektrik ve doğalgaz kullanılmaktadır. Çizelge 5.1.'de 2021 yılı enerji tüketimleri, maliyetleri ve oranları verilmektedir.

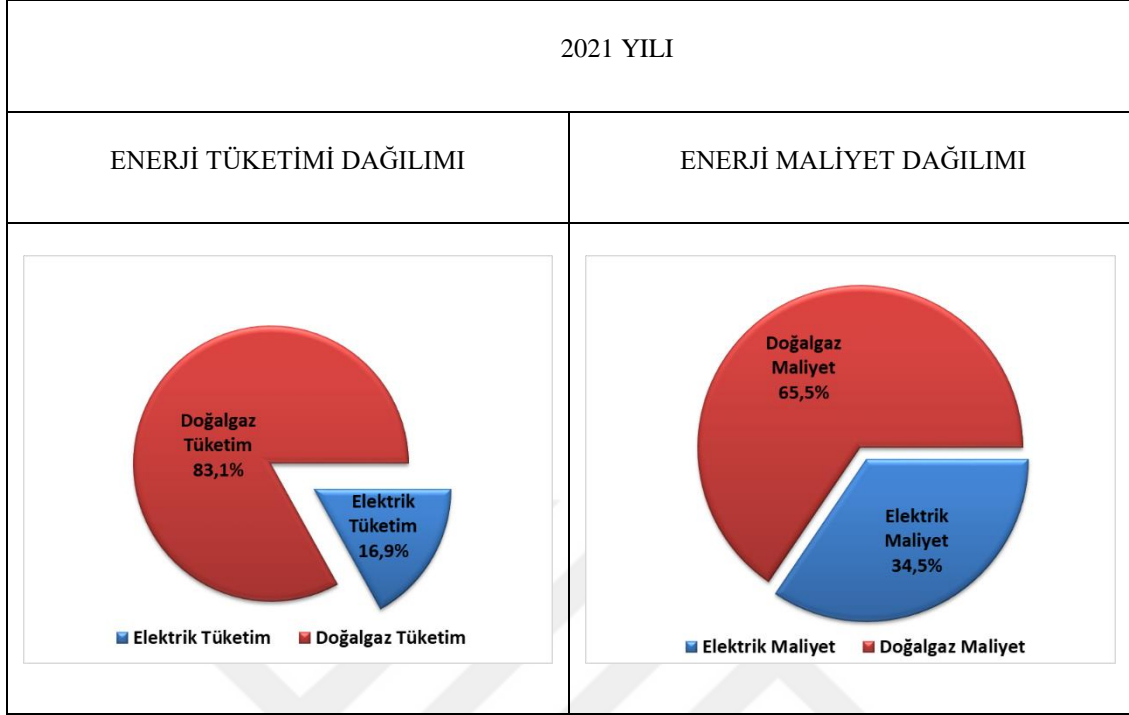
Çizelge 5.1. S.Ü. 2021 yılı enerji tüketim tablosu

Enerji Tipi	2021 - Tüketim				Maliyet TL (*10 ⁶)	Oranı %Toplam	Birim Maliyet TL/TEP
	Miktar (MWh * 10 ³)	CO ₂ (Ton) (*10 ³)	TEP (* 10 ³)	%Toplam			
Elektrik	21,0	10,5	1,8	16,9%	13,4	34,5%	7.423
Doğalgaz	103,1	20,6	8,8	83,1%	25,4	65,5%	2.871
Toplam	124,1	31,1	10,6		38,8	100 %	3.641

2021 yılında Selçuk Üniversitesi toplam enerji tüketimi 10.600 TEP, toplam enerji maliyeti 38,8 Milyon TL gerçekleşmiştir.

2021 yılında tesis 1 TEP elektrik enerjisi için 7.423 TL, 1 TEP Doğalgaz enerjisi için 2.871 TL harcamıştır. Ortalama 1 TEP enerjinin maliyeti 3.641 TL olmuştur.

Şekil 5.1.'de 2021 yılı enerji tüketim ve maliyet dağılımları verilmektedir.



Şekil 5.1. S.Ü. 2021 yılı enerji tüketimi ve maliyet dağılım grafiği

2021 yılı içerisinde elektrik enerjisi toplam tüketimin %16,9'unu, yıllık maliyetin %34,5'ini oluşturmaktadır. Doğalgaz enerjisi toplam tüketimin %83,1'ini, yıllık maliyetin %65,5'ini oluşturmaktadır.

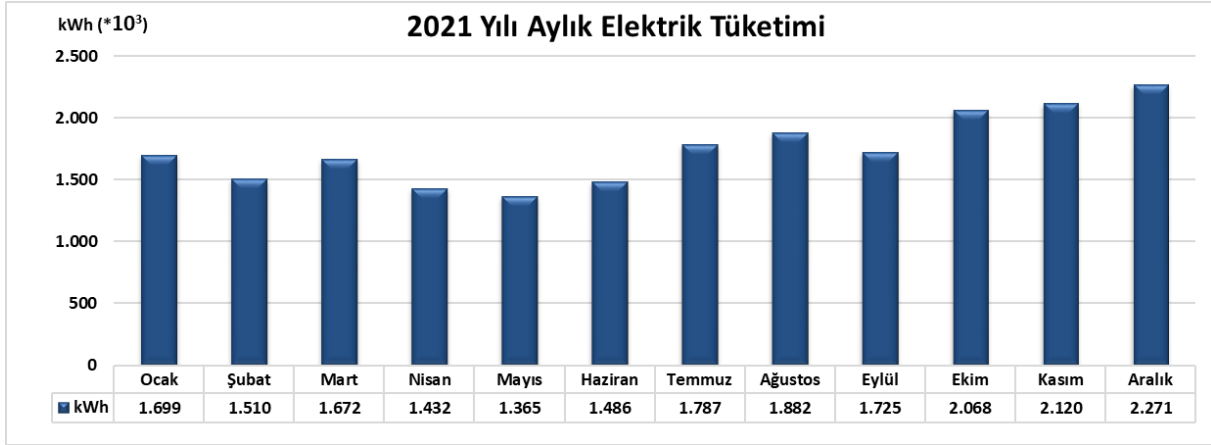
5.1.1. Elektrik Tüketiminin İncelenmesi

Bu bölümde binada kullanılan elektrik tüketimleri aylık ve yıllık bazda, ayrı ayrı tablolar, grafikler halinde verilmiştir. 2021 yılında toplam 21,01 Milyon kWh elektrik tüketimi gerçekleştirilmiş olup bunun karşılığında 13,4 Milyon TL ödeme yapıldığı Çizelge 5.2.'de görülmektedir. Selçuk Üniversitesinde güneş enerji santrali bulunmasına karşılık üretim verilerine ulaşılamadığı için tabloda işlenememiştir.

Çizelge 5.2. S.Ü. 2021 yılı elektrik tüketim tablosu

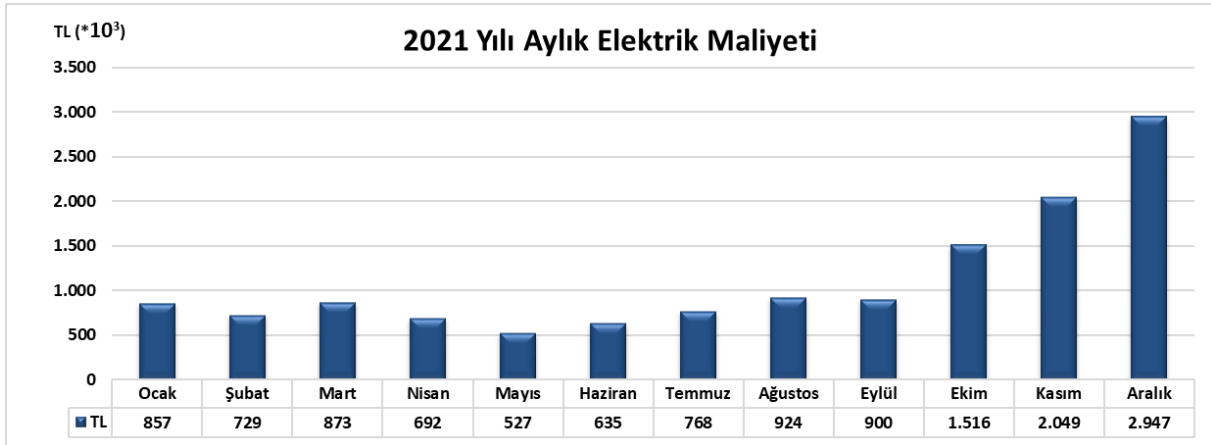
Aylar	2021 Yılı Elektrik Tüketimleri						
	Tüketim				Maliyet		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Maliyet
	kWh (*10 ³)	TEP	kWh	TEP	TL (*10 ³)	TL	TL (*10 ³)
Ocak	1.699	146,1	-	-	857	0	857
Şubat	1.510	129,8	-	-	729	0	729
Mart	1.672	143,8	-	-	873	0	873
Nisan	1.432	123,2	-	-	692	0	692
Mayıs	1.365	117,4	-	-	527	0	527
Haziran	1.486	127,8	-	-	635	0	635
Temmuz	1.787	153,7	-	-	768	0	768
Ağustos	1.882	161,8	-	-	924	0	924
Eylül	1.725	148,3	-	-	900	0	900
Ekim	2.068	177,8	-	-	1.516	0	1.516
Kasım	2.120	182,3	-	-	2.049	0	2.049
Aralık	2.271	195,3	-	-	2.947	0	2.947
Toplam	21.016	1.807,4	-	-	13.416	0	13.416

Şekil 5.2.'de 2021 yılı aylık elektrik tüketimleri görülmektedir. Aylar arasında tüketim farklılıkları görülmesine karşılık birbirine yakın seviyeler olduğu söylenebilir. 2021 yılında en yüksek elektrik tüketimi 2,2 Milyon kWh ile Aralık ayında gerçekleşmiştir. En düşük elektrik tüketimi ise 1,3 Milyon kWh ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir.



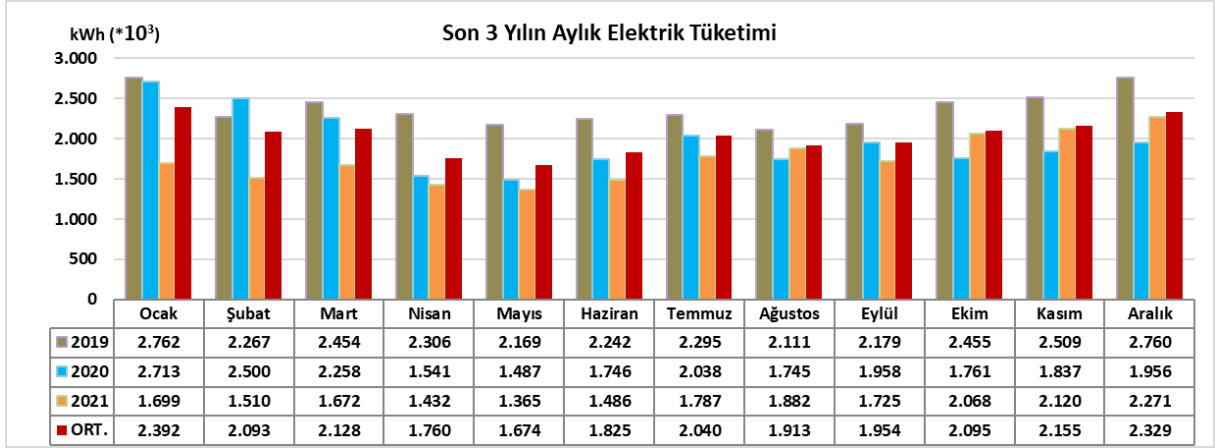
Şekil 5.2. S.Ü. 2021 yılı aylık elektrik tüketim grafiği

Şekil 5.3.'de 2021 yılı aylık elektrik maliyeti verilmektedir. 2021 yılı içerisinde Aralık ayında en yüksek maliyet 2,9 Milyon TL olmuştur. En düşük maliyet ise Mayıs ayında 527 bin TL gerçekleşmiştir.



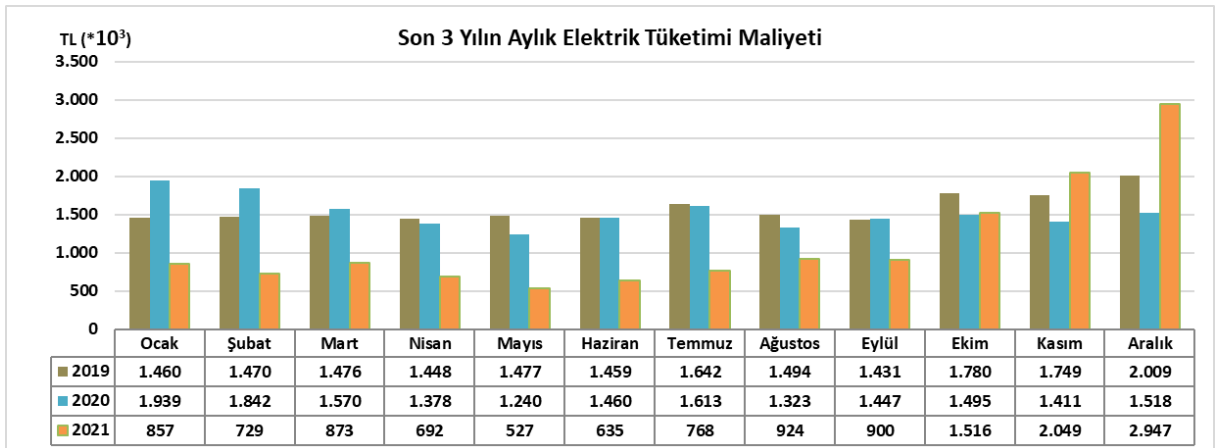
Şekil 5.3. S.Ü. 2021 yılı aylık satın alınan elektrik maliyeti grafiği

Şekil 5.4.'de son 3 yılın aylık elektrik tüketimleri verilmektedir. Son 3 yıl ve ortalamasının elektrik tüketimini aylık bazda incelediğimizde en yüksek tüketim ortalamasına sahip ay Ocak ayıdır. 2021 yılı diğer yıllar ile karşılaştırıldığında daha düşük seviyededir.



Şekil 5.4. S.Ü. Son 3 yılın aylık elektrik enerjisi tüketimi grafiği

Şekil 5.5.'de son 3 yılın elektrik maliyetleri verilmektedir. Tesisin elektrik maliyetlerindeki artış ve azalışlar aylık bazda görülmektedir. 2021 yılı Aralık ayı maliyeti tüm yıllar içerisinde en yüksek değere sahip ay olması dikkat çekmektedir.



Şekil 5.5. S.Ü. Son 3 yılın satın alınan elektrik aylık maliyet grafiği

5.1.2. Doğalgaz Tüketiminin İncelenmesi

Bu bölümde tesiste kullanılan doğalgaz tüketimleri yıllık ve aylık bazda tablolar ve grafikler halinde verilmiştir.

Selçuk Üniversitesi'nde 2021 yılında toplam 103,1 Milyon kWh (9,6 Milyon Sm³) doğalgaz tüketimi gerçekleştirilmiş olup bunun karşılığında yaklaşık 25,4 Milyon TL ödeme yapıldığı Çizelge 5.3.'de görülmektedir.

Çizelge 5.3. S.Ü. 2021 yılı doğalgaz tüketim tablosu

Aylar	Tüketim Miktarları			Maliyet
	kWh (*10 ³)	TEP	Sm ³ (*10 ³)	TL (*10 ³)
Ocak	15.676	1.348,2	1.473	2.258
Şubat	14.092	1.211,9	1.324	2.057
Mart	14.962	1.286,7	1.406	2.199
Nisan	9.638	828,9	906	1.425
Mayıs	3.164	272,1	297	465
Haziran	3.001	258,0	282	442
Temmuz	3.080	264,8	289	545
Ağustos	2.655	228,3	250	463
Eylül	2.995	257,5	281	598
Ekim	6.136	527,7	577	1.421
Kasım	12.812	1.101,8	1.204	4.379
Aralık	14.931	1.284,1	1.403	9.211
Toplam	103.141	8.870,2	9.694	25.462

Şekil 5.6.'da ki grafikte 2021 yılına ait toplam doğalgaz tüketimi kWh cinsinden verilmiştir. Doğalgaz tüketiminde mayıs ayı itibariyle tüketim azaldığı ekim ayı itibariyle tüketimin artmaya başladığı görülmektedir. En yüksek tüketim Ocak ayında 15,6 Milyon kWh, en düşük tüketim Haziran ayında 3,0 Milyon kWh'tır. Yaz aylarında gerçekleşen doğalgaz tüketimi sıcak su ihtiyacını karşılamak için olmasına rağmen yine de çok yüksek olduğu değerlendirilmektedir.



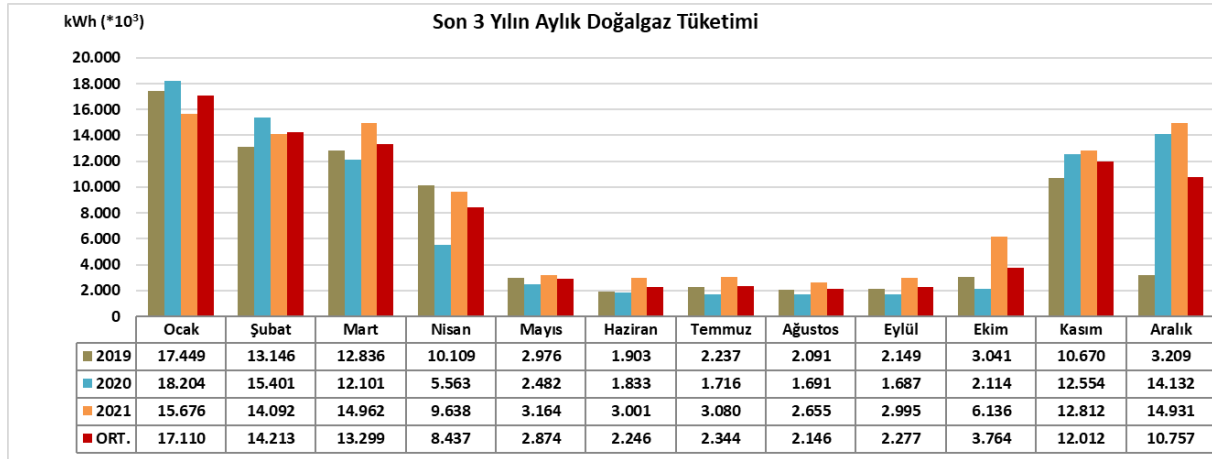
Şekil 5.6. S.Ü. 2021 yılı aylık doğalgaz tüketim grafiği

Şekil 5.7.'de 2021 yılındaki aylık doğalgaz maliyetleri verilmektedir. Yılın en yüksek doğalgaz tüketimi Ocak ayında gerçekleşmesine karşılık en yüksek maliyet Aralık ayında 9,2 Milyon TL olarak gerçekleşmiştir. En düşük tüketimin gerçekleştiği Haziran ayının maliyeti ise 442 bin TL olmuştur.



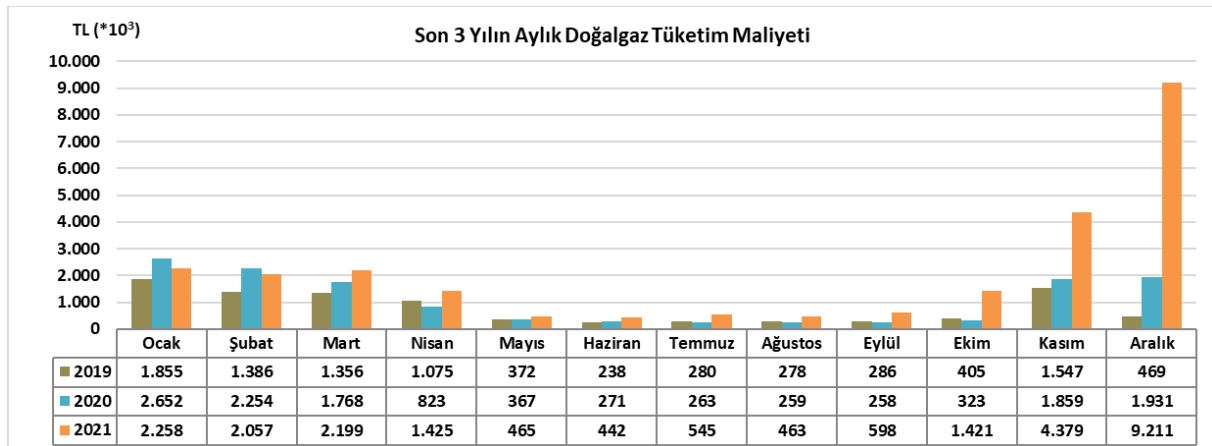
Şekil 5.7. S.Ü. 2021 yılı aylık doğalgaz tüketim maliyetleri grafiği

Şekil 5.8.'e göre 2019, 2020 ve 2021 yılı doğalgaz tüketimi aylar bazında yorumlandığında, en yüksek tüketimlerin her yıl için Ocak ayında gerçekleştiği söylenebilir. 2020 yılı Nisan ayı tüketimine bakıldığında diğer yıllara oranla bariz bir azalma yaşandığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak pandemi etkisi gösterilebilir



Şekil 5.8. S.Ü. Son 3 yılın aylık doğalgaz tüketim grafiği

Şekil 5.9.'da 2019, 2020 ve 2021 yılları doğalgaz tüketim maliyetleri aylar bazında verilmektedir. 2021 yılının Aralık ayı maliyeti üç yıl içerisinde en yükseğe sahip aydır. 2019 ve 2020 yılları birbirine yakın seviyelerde gerçekleşmesine karşılık 2021 yılının son dört ayı ile diğer yıllardan fazla olarak gerçekleştiği dikkat çekmektedir.



Şekil 5.9. S.Ü. Son 3 yılın aylık doğalgaz tüketim maliyet grafiği

5.1.3. Enerji Tüketiminin TEP Cinsinden İncelenmesi

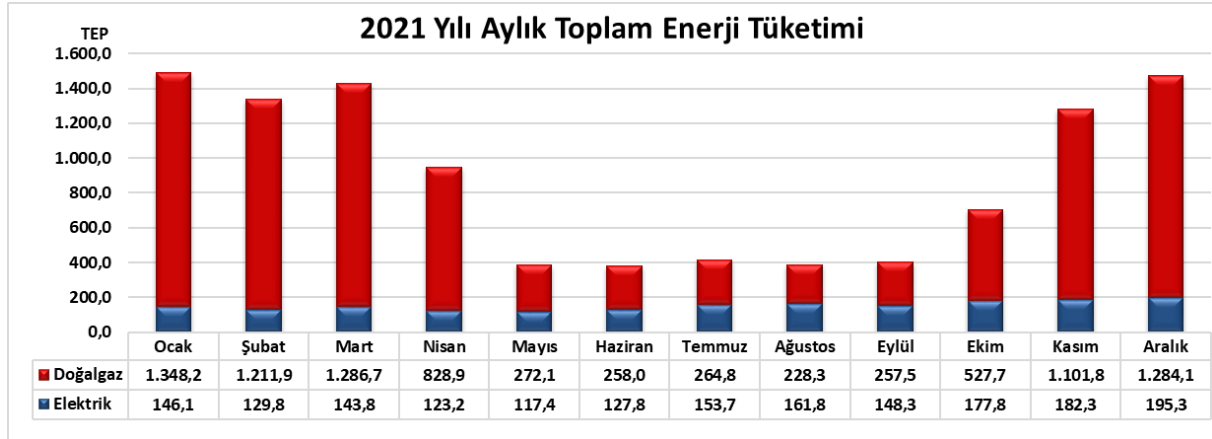
Bu bölümde binada kullanılan tüm enerji tüketimleri Ton Eşdeğer Petrol (TEP) cinsinden aylık ve yıllık bazda, ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilmiştir. TEP, enerji kaynaklarının tek birim ile ifade edilmesini sağlayan ve 10 milyon kCal karşılığı enerji birimidir. Tüm enerji kaynaklarının TEP birimine dönüşüm katsayıları 25 Ekim 2008 tarihli “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” ile belirlenmiştir. Bu nedenle elektrik ve doğalgaz tüketimleri karşılaştırılırken TEP birimine çevrilerek hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 5.4.’de 2021 yılı TEP cinsinden enerji tüketimleri verilmektedir. 2021 yılında satın alınan elektrik enerjisi 1.807,4 TEP, doğalgaz enerjisi 8.870,2 TEP ve toplamda 10.677,6 TEP’tir. Buna karşılık 2021 yılında 38,8 Milyon TL maliyet gerçekleşmiştir. Tesiste elektrik üretimi için güneş enerji santrali bulunmakta olup verilerine ulaşılamadığı için kapsam dışında tutulmuştur.

Çizelge 5.4. S.Ü. 2021 yılı TEP cinsinden enerji tüketim tablosu

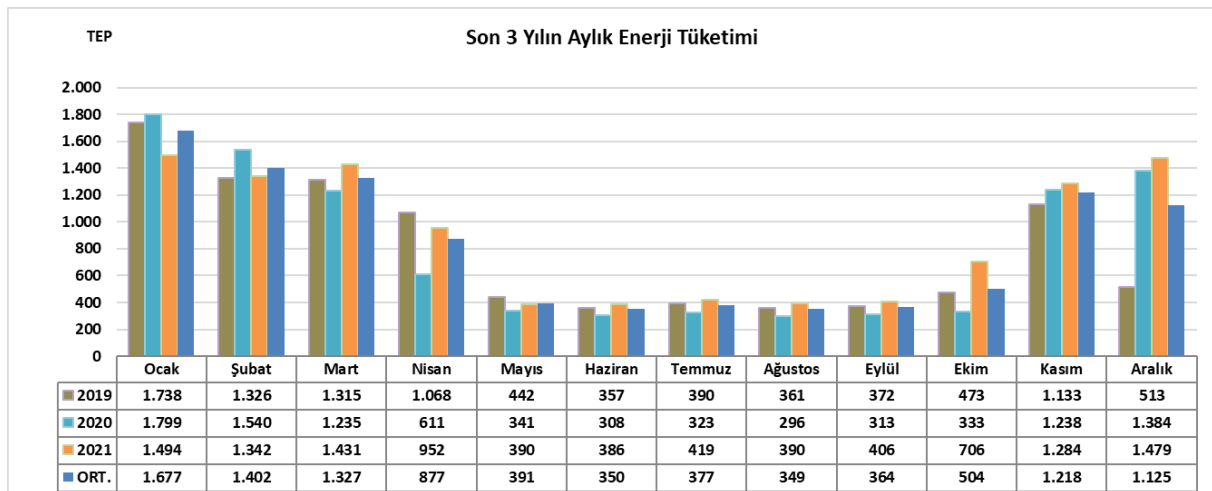
Aylar	2021 Yılı Toplam Enerji Tüketimi				
	Elektrik		Doğalgaz	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen			
TEP	TEP	TEP	TEP	TL (*10 ³)	
Ocak	146,1	-	1.348,2	1.494,3	3.114
Şubat	129,8	-	1.211,9	1.341,7	2.786
Mart	143,8	-	1.286,7	1.430,5	3.072
Nisan	123,2	-	828,9	952,1	2.116
Mayıs	117,4	-	272,1	389,5	992
Haziran	127,8	-	258,0	385,9	1.077
Temmuz	153,7	-	264,8	418,5	1.313
Ağustos	161,8	-	228,3	390,2	1.386
Eylül	148,3	-	257,5	405,9	1.498
Ekim	177,8	-	527,7	705,5	2.937
Kasım	182,3	-	1.101,8	1.284,1	6.428
Aralık	195,3	-	1.284,1	1.479,4	12.158
Toplam	1.807,4	-	8.870,2	10.677,6	38.878

Şekil 5.10.'da 2021 yılı aylık toplam enerji tüketimleri TEP cinsinden verilmektedir. En yüksek tüketim Ocak ayında 1.348,2 TEP doğalgaz, 146,1 TEP elektrik ve toplamda 1.494,3 TEP gerçekleşmiştir. En düşük tüketim ise Haziran ayında 385,9 TEP gerçekleşmiştir.



Şekil 5.10. S.Ü. 2021 yılı aylık TEP cinsinden enerji tüketimleri grafiği

Şekil 5.11.'de 3 yılın ve ortalamasının aylar bazında TEP tüketimleri gösterilmiştir. Üç yıl genelinde en yüksek tüketimlerin Ocak ayında, en düşük tüketimlerin ise Ağustos ayında gerçekleştiği söylenebilir.



Şekil 5.11. S.Ü. Son 3 yılın TEP cinsinden aylık enerji tüketim grafiği

5.2. Tüketim Analizleri

Tüketim analizi, ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin dış hava şartlarına, personel, öğrenci sayısına ve birim inşaat alanı başına bağlı değişimini gösteren ve birlikte incelenmesine olanak sağlayan analiz yöntemidir.

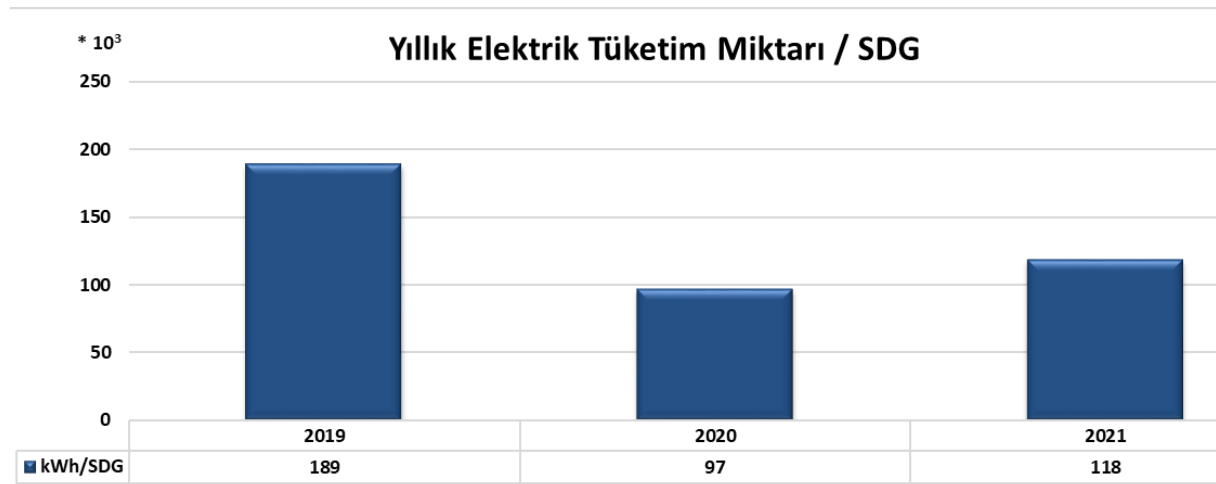
Çizelge 5.5.'de Konya ili için 2021 yılı soğutma derece gün sayıları ve ısıtma derece gün sayıları verilmektedir.

Çizelge 5.5. S.Ü. 2021 yılı aylara göre SDG, IDG, SDG+IDG

Aylar	IDG	SDG	SDG+IDG
Ocak	480	0	480
Şubat	421	0	421
Mart	411	0	411
Nisan	171	0	171
Mayıs	15	6	21
Haziran	16	13	29
Temmuz	0	80	80
Ağustos	0	76	76
Eylül	30	3	33
Ekim	158	0	158
Kasım	287	0	287
Aralık	518	0	518
Toplam	2.507	178	2.685

5.2.1. Mevsimsel İklimlendirme Şartlarına Göre Enerji Tüketim Analizleri:

Isıtma/soğutma gün-dereceleri, 24 saatlik periyodun ne kadarının soğuk/sıcak geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir. Şekil 5.12.'de son üç yıla ait SDG başına düşen elektrik tüketim miktarı görülmektedir. 2019 yılında 1 SDG değeri için 189.810 kWh elektrik harcanırken bu değer 2020 yılında %48,7 oranında azalarak 96.882 kWh'e düşmüş ve 2021 yılında %21,9 oranında artarak 118.069 kWh'e yükselmiştir.



Şekil 5.12. S.Ü. SDG başına yıllık elektrik tüketim miktarlarının son üç yıllık değişimi

Şekil 5.13.'de son üç yıla ait IDG başına düşen doğalgaz tüketim miktarı görülmektedir. 2019 yılında birim IDG başına 33.878 kWh doğalgaz harcanırken 2020 yılında %8,1 oranında artarak 36.613 kWh'e çıkmıştır. 2021 yılında ise %12,2 oranında artarak 41.141 kWh'e çıkmıştır.

Birim m² ve IDG başına doğalgaz tüketimi 2019, 2020 ve 2021 yılları için sırasıyla 45,2, 48,8 ve 54,8 kWh/1000.m².IDG çıkmaktadır.

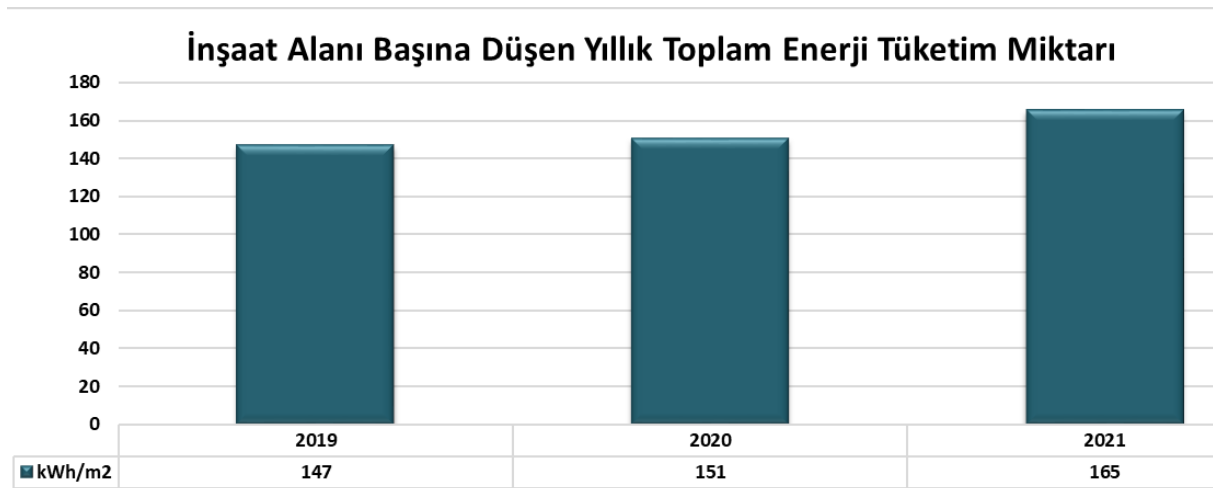
Bin kişiye IDG başına doğalgaz tüketimi 2019, 2020 ve 2021 yılları için sırasıyla 705, 762 ve 857 kWh/1000.kişi.IDG çıkmaktadır.



Şekil 5.13. S.Ü. IDG başına yıllık doğalgaz tüketim miktarlarının son üç yıllık değişimi

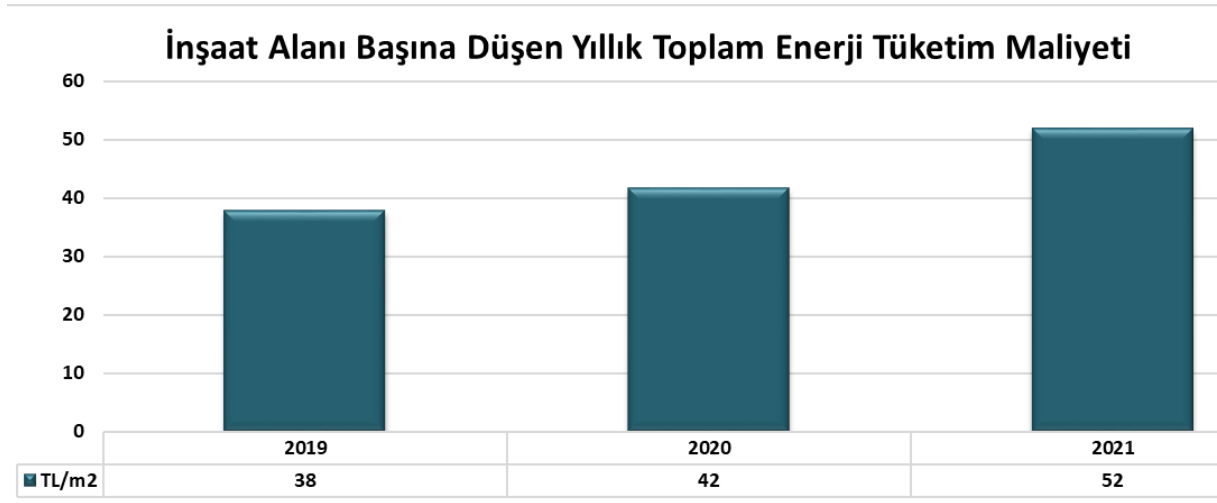
5.2.2. Birim Enerji Tüketim Analizleri:

Şekil 5.14.'de inşaat alanı başına düşen yıllık toplam enerji tüketim miktarları verilmektedir. İnşaat alanı başına düşen enerji tüketimi 2019 yılında 147 kWh/m² gerçekleşmiştir. 2020 yılında ise bir önceki yıla göre %2,4 artarak 151 kWh/m² gerçekleşirken bir sonraki yılda %9,9 artarak 165 kWh/m² olmuştur. Toplam akademik, idari personel ve öğrenci sayısı yaklaşık 48 bin kişi olarak beyan edilmiştir. Buna göre bin kişi başına düşen enerji sayısı 2019, 2020 ve 2021 yılları için sırasıyla 2,3, 2,4 ve 2,5 kWh/1000kişi çıkmaktadır.



Şekil 5.14. S.Ü. Son 3 yılın inşaat alanı başına enerji tüketimi grafiği

Şekil 5.15.'de inşaat alanı başına düşen yıllık toplam enerji tüketim maliyetleri verilmektedir. 2019 yılında inşaat alanı başına düşen enerji tüketim maliyeti 38 TL / m² olmuştur. 2020 yılında bir önceki yıla göre %9,9 oranında artış gerçekleşirken bir sonraki yılda %24,4 oranında artmıştır. 2021 yılında inşaat alanı başına toplam enerji tüketimi 165 kWh/m², enerji maliyeti ise 52 TL/m² olmuştur.



Şekil 5.15. S.Ü. Son 3 yılın inşaat alanı başına enerji maliyeti grafiği

5.3. Bina Enerji Performansı

5.3.1. Bina Durumu

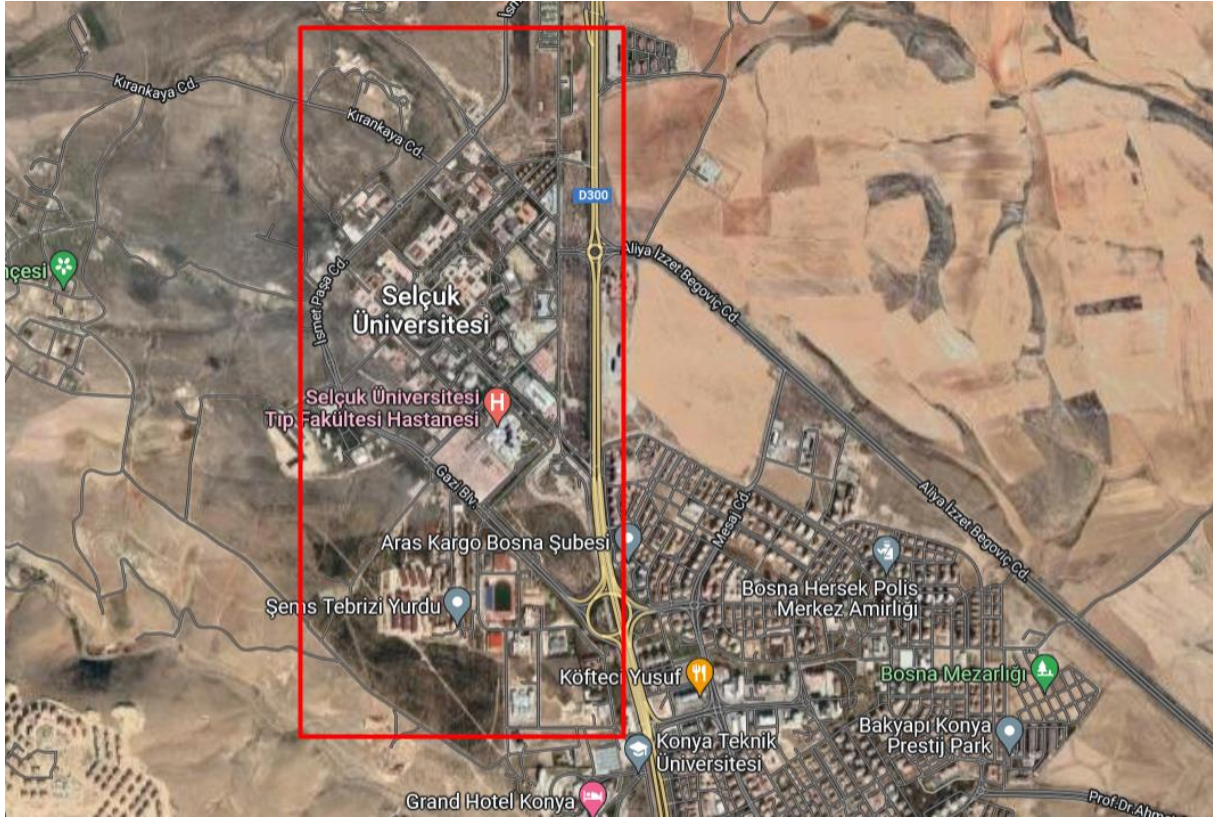
Şekil 5.16.'da merkez kampüs içerisinde seçilerek incelemesi gerçekleştirilen Enstitüler binası görülmektedir. Enstitüler binası 8.150 m² alana sahiptir. Binada toplamda sekiz kat bulunmaktadır. Binada derslik bulunmamakta olup sadece memurların kullanımı için hizmet vermektedir. Bir adet ana giriş kapısı ve bir adet ara kapı bulunmaktadır. Fotoğraf 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir.



Şekil 5.16. S.Ü. Enstitüler binası genel görünüm (27.01.2022)

5.3.2. Mimari Yapı

Şekil 5.17.'de kırmızı kutu ile işaretlenen bölümde Selçuk Üniversitesi merkez kampüsü uydu görüntüsü görülmektedir. Merkez kampüs 750.218 m² alana sahiptir. Bu bilgi Selçuk Üniversitesi 2021 yılı idare faaliyet raporundan alınmıştır.



Şekil 5.17. S.Ü. Merkez kampüs uydu görüntüsü

Şekil 5.18.'de kırmızı çerçeve ile işaretlenmiş şekilde Enstitü binasının uydu görüntüsü görülmektedir. Enstitü binası tek blok şeklinde inşa edilmiştir. Tesis çatısı düz çatı özelliindedir. Bina koordinatları 38°01'24.4"N 32°30'34.3"E olarak verilebilir. Enstitü binası 8.150 m² alana sahiptir. Bu bilgi Selçuk Üniversitesi 2021 yılı idare faaliyet raporundan alınmıştır.



Şekil 5.18. S.Ü. Enstitüler binası uydu görüntüsü

Şekil 5.19.'da Enstitüler binasını kuzey doğu ve Şekil 5.20.'de Enstitüler binası güney batı cepheleri görülmektedir. Fotoğraflar 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir.



Şekil 5.19. S.Ü. Enstitüler binası kuzey doğu cephe görüntüsü



Şekil 5.20. S.Ü. Enstitüler binası güney batı cephe görüntüsü

Binaya giriş imkanı sağlayan kapılar personel girişi ve ara kapı olmak üzere iki adettir. Bunlardan personel giriş kapısı Şekil 5.21.'de görülmektedir. Fotoğraf 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir. Bu kapı kayar kapı özellikte ve diğer kapı kanatlı kapıdır. Kapıların ikisi de aktif olarak çalışmaktadır.

Kapılar alüminyum doğramaya sahiptir. Personel giriş kapısı 180 * 210 cm boyutlarındadır. Yapılan incelemelerde bu kapıların fotoselli ve aktif olarak kullanımda olduğu tespit edilmiştir. Bu kapı çift bölmeli olmasına karşılık bir kapı kapanmadan diğeri açıldığı için ısı kayıpları engellenememektedir. Bu durumun önüne bir kapı kapandıktan sonra diğeri açılarak geçilir. Ayrıca kapı altlarında hava boşlukları olduğu tespit edilmiş olup bu noktalardan ısı kayıpları meydana gelmektedir. Kayar kapıların kullanımının düzenlenmesi ile sağlanacak kazanç EK 1'de 4.209 kWh olarak bulunmaktadır.

Enstitü binası doğu cephesinde personelin girişi için kullanılmakta olan tek kanatlı kapı bulunmaktadır. Bu kapı 70*210 cm boyutlarındadır. Kapının kullanımı sık olmamasına karşılık kullanıldığı gözlemlenmiştir. Kapıda kapılı kalmasını sağlamak için kapı hidroliği bulunmakta olup ısı kayıplarını engelleyecek herhangi bir set olmadığı için kapı açıldığı anda ısı kayıpları meydana gelmektedir.

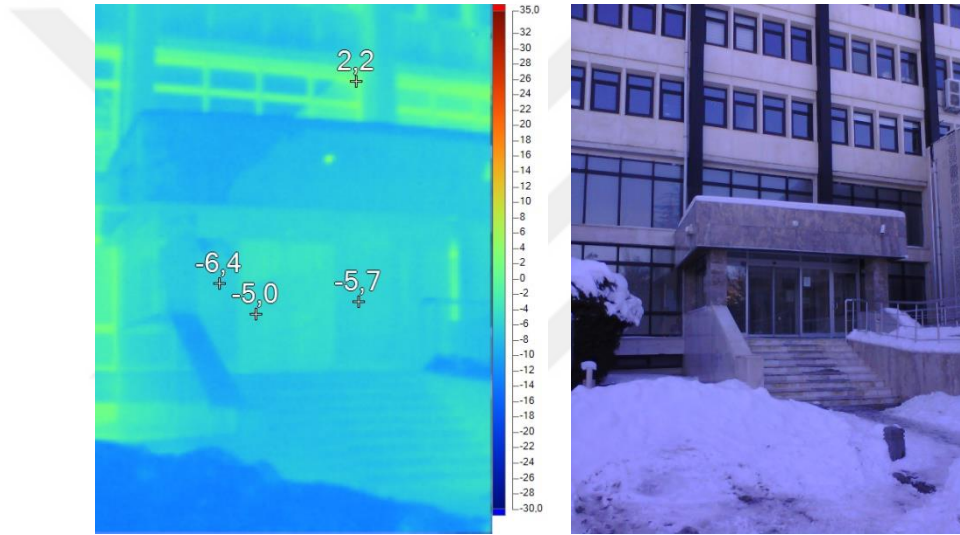


Şekil 5.21. S.Ü. Enstitüler binası personel giriş kapısı iç görünüm

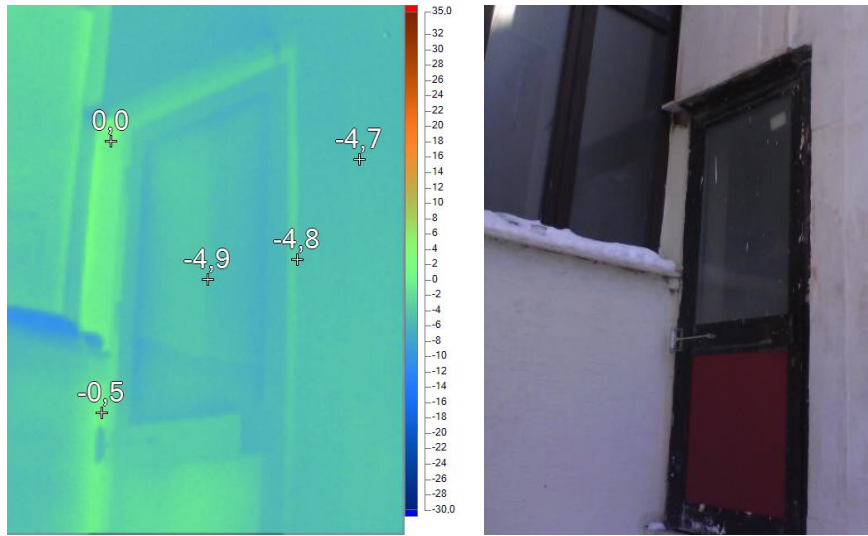
Termal kamera ölçümleri 27.01.2022 tarihi saat 16:00 sularında gerçekleştirilmiştir. Termal kamera ölçümleri sırasında dış hava sıcaklığı - 10 °C'dir.

Termal kamera ölçümleri gerçekleştirilirken güneş ışınlarının bina yüzeyini etkilememesine dikkat edilmiştir. Termal ölçümlerin yanı sıra göz ile görülen görüntülerde birlikte verilmektedir.

Şekil 5.22.'de kapı üzerinde en yüksek sıcaklık - 5.0 °C görülmektedir. Dış hava ile kıyaslandığında bu durumun normal olduğu söylenebilir. Şekil 5.23.'de kapı birleşim noktasında sıcaklık 0 °C görülmektedir. Burada sıcaklık farkı 10 °C'ye çıkmış olup kapı fitillerinde sıkıntılar olduğu söylenebilir. Bu kapının kullanıma kapatılması ve hava kaçaklarının giderilmesi için kapı fitillerinin muntazam hale getirilmesi önerilmektedir.



Şekil 5.22. Personel giriş kapısı termal kamera görüntüsü

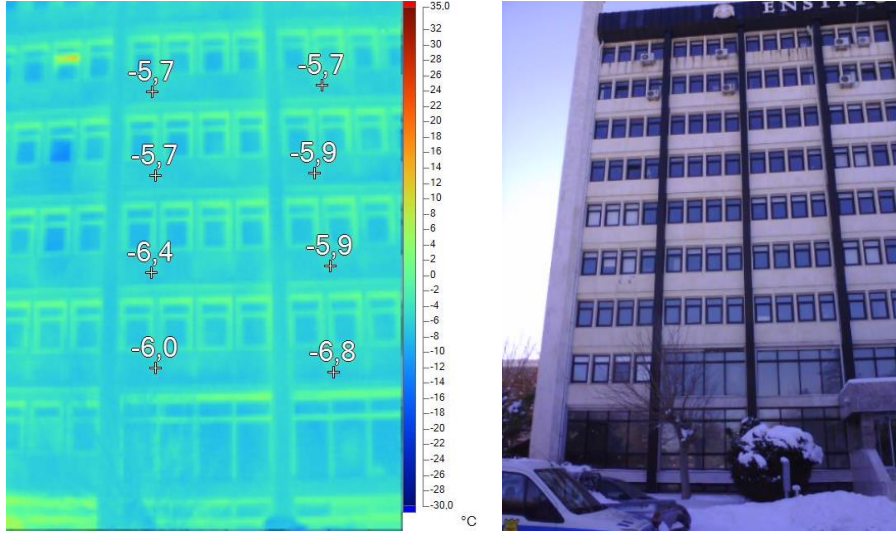


Şekil 5.23. Ara giriş kapısı termal kamera görüntüsü

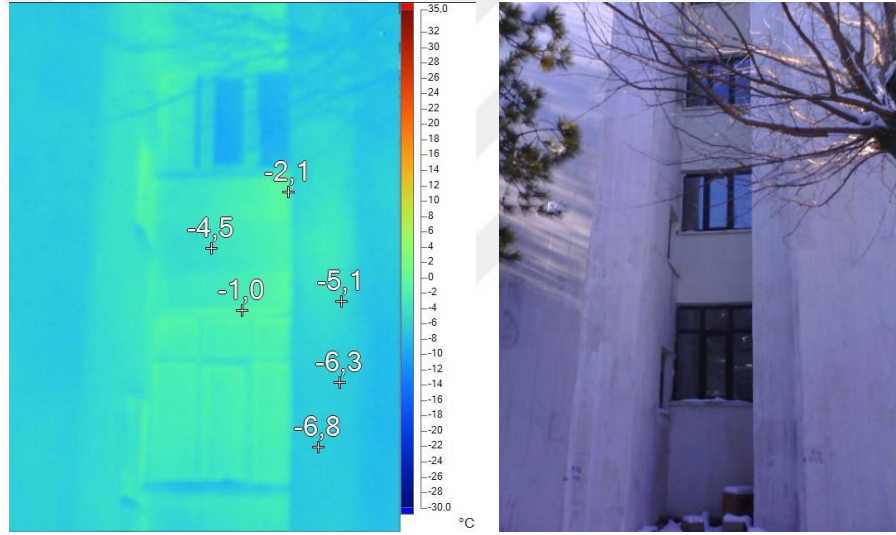
5.3.3. Yapı Bileşenleri, Yapı Malzemeleri ve Konstrüksiyon Detayları

Tesis genelinde yapı bileşenleri incelenmiş ve termal kamera ölçümleri yapılmıştır. Termal kamera ölçümleri ile binada gerçekleşebilecek olan ısı kayıpları ortaya konulmak istenmiştir. Termal kamera ölçümleri 27.01.2022 tarihi saat 16:00 sularında gerçekleştirilmiştir. Termal kamera ölçümleri sırasında dış hava sıcaklığı - 10 °C'dir.

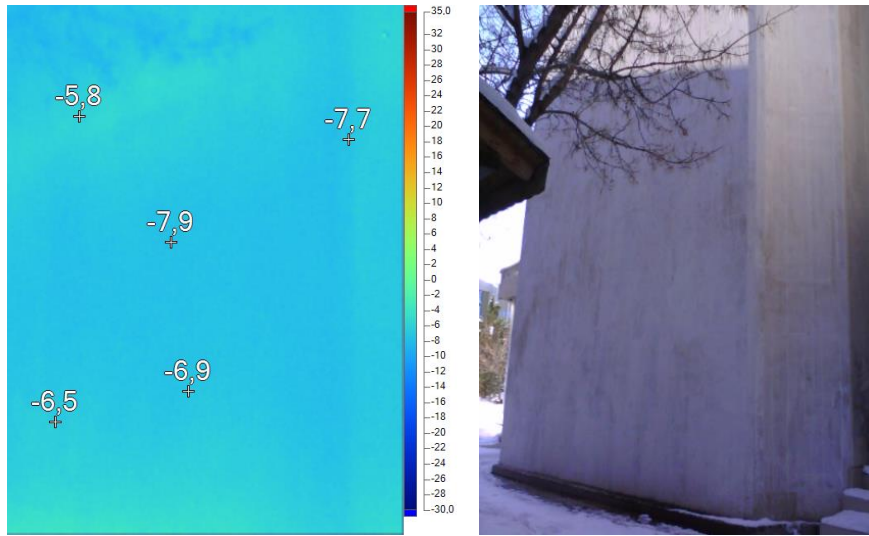
Şekil 5.24.'de duvar üzerinde en yüksek sıcaklık – 5,7 °C görülmektedir. Şekil 5.25.'de duvar birleşim noktasında sıcaklık – 1,0 °C görülmektedir. Burada sıcaklık farkı 9 °C'ye çıkmıştır. Şekil 5.26.'da ise duvar üzerinde en yüksek sıcaklık değeri – 5,8 °C görülmektedir. Termal kamera ölçümlerine göre ısı kayıplarının duvar birleşim noktalarında daha fazla olduğu söylenebilir.



Şekil 5.24. Yapı bileşenleri termal kamera görüntüsü



Şekil 5.25. Yapı bileşenleri termal kamera görüntüsü



Şekil 5.26. Yapı bileşenleri termal kamera görüntüsü

5.3.4. Pencere ve Cam Alanları

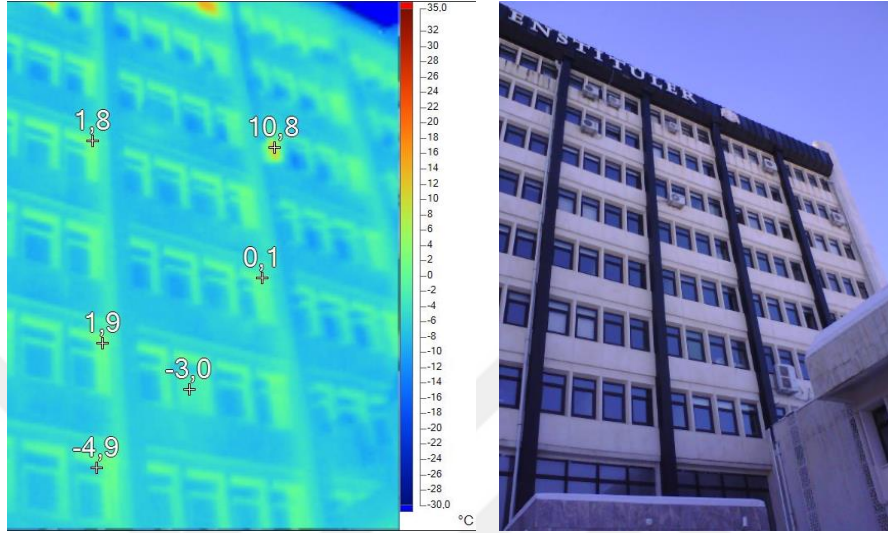
Pencerelerde PVC doğramalar bulunmaktadır. Bina camlarında çift camlar olup, camlar arasında 11 mm hava boşluğu vardır. Enstitüler binası pencere alanları yaklaşık 420 m²'dir. Pencere dağılımları yaklaşık olarak kuzey, güney cephelerde 190 m² ve batı, doğu cephede 40 m²'dir. Şekil 5.27.'de pencere genel ve detay fotoğrafları görülmektedir. Fotoğraflar 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir.



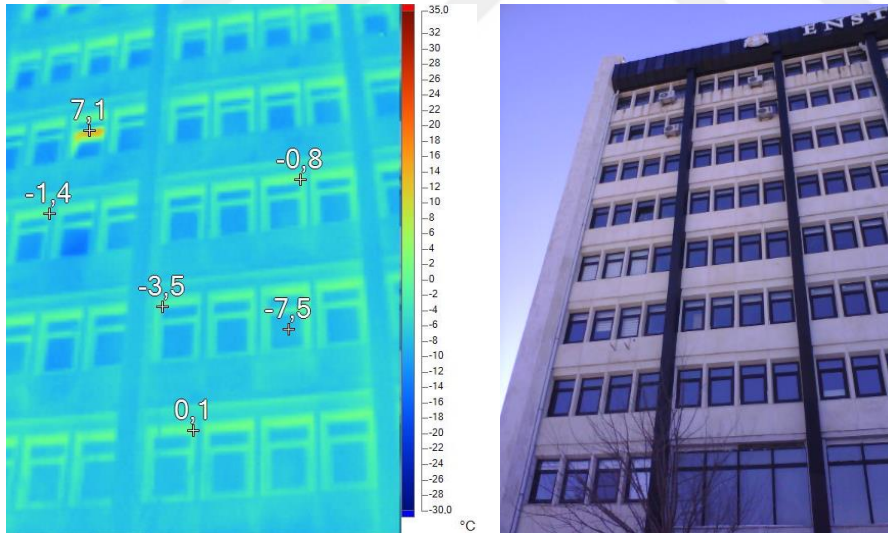
Şekil 5.27. Pencere genel ve detay görünümü

Enstitü binasında termal kamera ölçümleri yapılarak pencerelerin ısı kayıpları gözlemlenmeye çalışılmıştır. Termal kamera ölçümleri 27.01.2022 tarihi saat 16:00 sularında gerçekleştirilmiştir. Termal kamera ölçümleri sırasında dış hava sıcaklığı - 10 °C'dir.

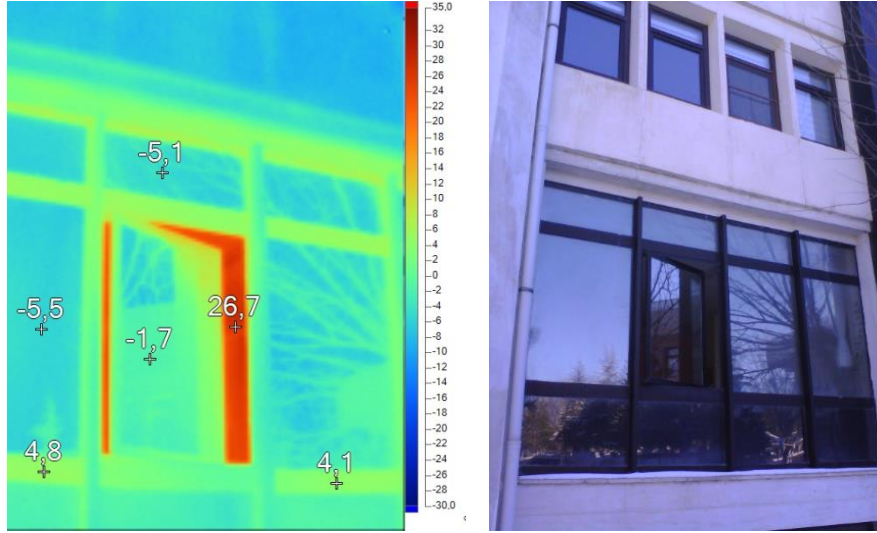
Şekil 5.28.'de pencere üzerinde en yüksek sıcaklık 10,8 °C görülmektedir. Şekil 5.29.'da pencere üzerinde en yüksek sıcaklık 7,7 °C görülmektedir. Şekil 5.30.'da pencere açık bırakılmasından dolayı en yüksek sıcaklık 26,7 °C görülmektedir. Şekillerde ısı kayıplarının varlığı net olarak görülmektedir.



Şekil 5.28. Pencere termal kamera görüntüleri



Şekil 5.29. Pencere termal kamera görüntüleri



Şekil 5.30. Pencere termal kamera görüntüleri

Şekil 5.31.'de Enstitü binasında açık bırakılan pencereler görülmektedir. Fotoğraflar 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir. Pencerelerin açık bırakılması ile binada ısı kayıpları meydana gelmektedir. Oluşan ısı kayıpları termal kamera görüntülerinde de net olarak görülmektedir. Bina içerisinde gereksiz yere açık bırakılan pencerelerin kapatılması önerilmektedir. Açık bırakılan pencere alanı net olarak bilinmediği ve değişiklik gösterebileceği için hesaplama yaklaşık olarak yapılmaktadır.

Bir adet pencereden sağlanacak tasarruf miktarı EK 2'de 835 kWh olarak bulunmaktadır.



Şekil 5.31. Açık bırakılan pencere görüntüleri

5.4. Isıtma, İklimlendirme, Havalandırma, Tesisat Sistemleri

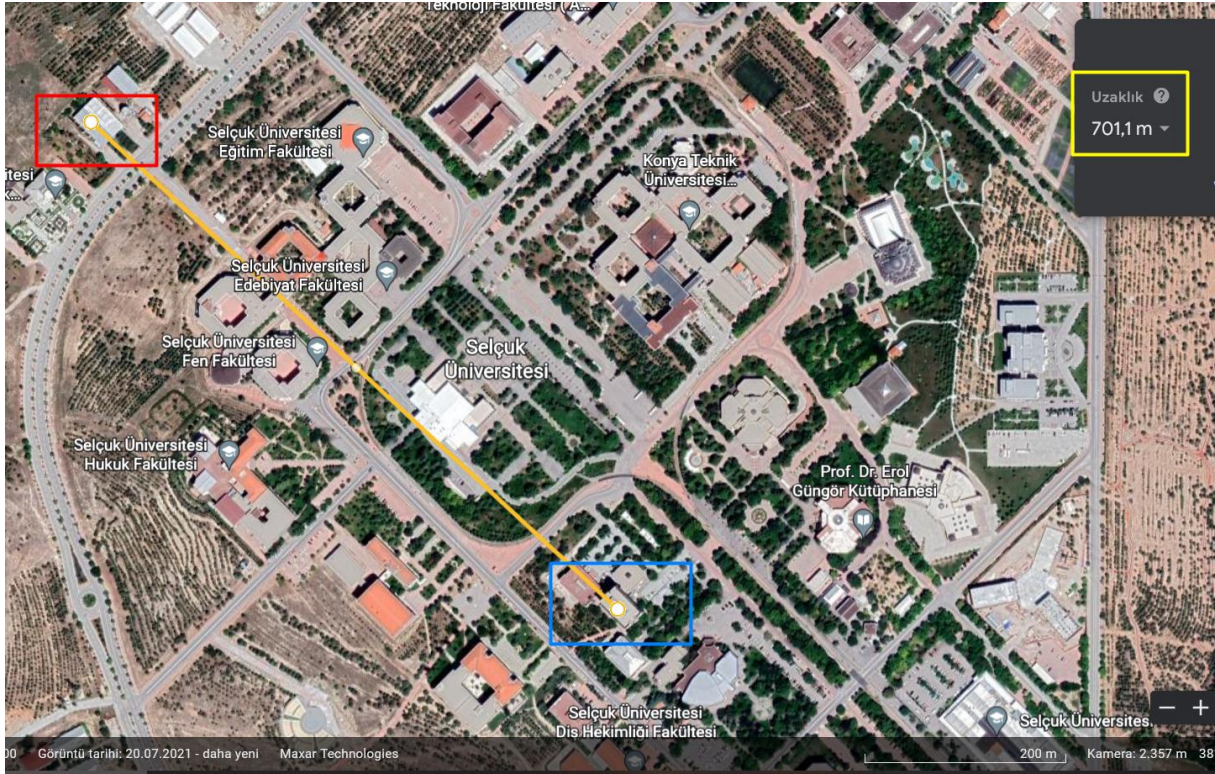
5.4.1. Isıtma Sistemi

Selçuk Üniversitesi Isı Merkezinde ısıtma amaçlı 8 adet buhar kazanları bulunmaktadır. Şekil 5.32.'de ısı merkezi kazanları görülmektedir. Fotoğraf 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir. Kazanlar ısıtma amaçlı olarak kış döneminde kullanılmaktadır. Yaz döneminde ise sıhhi sıcak su için ihtiyaçları kadar kazan çalıştırılmaktadır. Kazanlar 3,8 bar ile 4,3 bar işletme basıncı aralığında çalışmaktadır. Kış döneminde kazanlar sürekli olarak 24 saat çalışmaktadır. Kapasite kontrolüne göre 8 kazan ihtiyaca göre devreye girmektedir.



Şekil 5.32. S.Ü. Isı merkezi kazanlar genel görünüm

Şekil 5.33.'de Selçuk Üniversitesi Isı merkezi ile Enstitüler binası uydu görüntüsü verilmektedir. Kırmızı kutu ile işaretlenen bölüm Isı merkezi ve mavi kutu ile işaretlenen bölüm Enstitüler binasıdır. İki bina arasındaki mesafe sarı kutu ile işaretlenmiş olup kuş uçuşu olarak 701 metredir. Isı merkezinde bulunan buhar kazanları ile buhar üretilmektedir. Bu buhar yer altında bulunan hatlar ile kampüs genelindeki binalara dağıtılmaktadır.



Şekil 5.33. S.Ü. Isı merkezi / Enstitüler binası uydu görünümü

Çizelge 5.6.'da kazanlara ve brülörlere ait bilgiler verilmektedir. Yaptığımız incelemeler neticesinde kazan kapasitesine göre brülör kapasitesinin uygun olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.6. Buhar kazanı ve brülör bilgileri

Kazan Markası	Model	Adet	Kapasite (kg/h)	Üretim Yılı	Brülör Markası	Brülör Modeli	Brülör Kapasite Aralığı (kW)
Erensan	ESB 1200	2	12.000	2014	General Bruciatori	GB-S 10 G M	1.750 – 10.000
Erensan	ESB 1200	1	12.000	2001	Baltur	PYR 7 GR	3.748 – 11.230
Çetin Isı	377	3	12.000	2004	Baltur	PYR 7 GR	3.748 – 11.230
Erensan	ESB 1200	2	12.000	2008	Baltur	PYR 8G NR	5.210 – 15.630

Kazan bakımları üç ayda bir olacak şekilde periyodik olarak yapıldığı bilgisi ısı merkezi çalışanlarından alınmıştır. Kazan bacalarında 5 cm taş yünü yalıtım malzemesi bulunmaktadır.

Kazanlarda üretilen buhar dağıtım kolektörüne ve buradan farklı hatlar ile kampüs içerisinde bulunan binalara dağıtılmaktadır. Binalar içerisinde bulunan eşanjörler ile bina ısıtılması sağlanmaktadır.

Kazanların bir tanesi haricinde yanma havası ön ısıtma sistemi kullanılmaktadır. Böylelikle doğalgaz yakma havası ısıtılmakta ve enerji kazanımı sağlanmaktadır. Şekil 5.34.'de 27.01.2022 tarihinde çekilen yanma havası ön ısıtma sistemi görülmektedir.

**Şekil 5.34.** Yanma havası ön ısıtma sistemi görüntüleri

Şekil 5.35.'de baca gazı ölçümleri sırasında 27.01.2022 tarihinde alınan fotoğraf görülmektedir.



Şekil 5.35. Baca gazı analiz görüntüleri

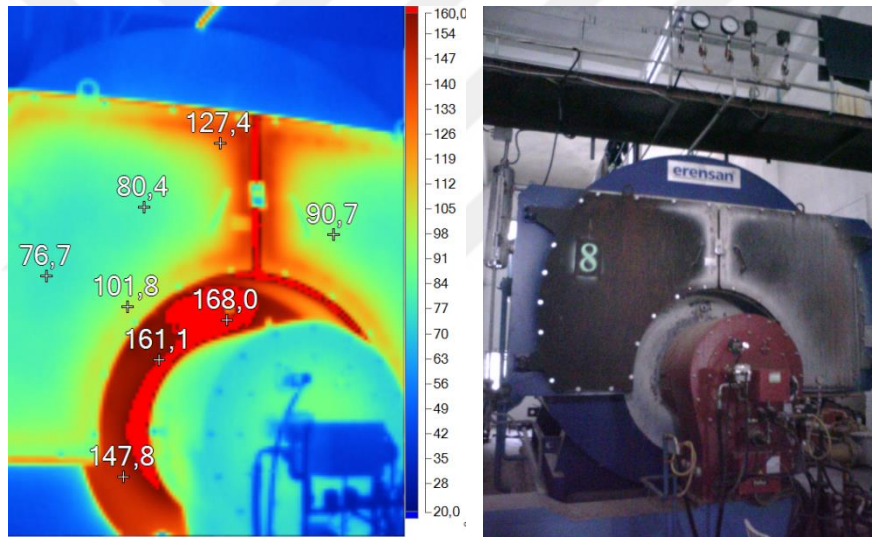
27.01.2022 tarihinde ısı merkezinde bulunan kazanlarda, kazanların yanma verimlerinin tespiti amacıyla uygun ölçüm noktası olan 3 numaralı Erensan ve 5 numaralı Çetin Isı marka kazanlarda baca gazı analizi ölçümleri alınmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda ortaya çıkan değerler Çizelge 5.7.'de detaylı olarak verilmiştir. 3 numaralı Erensan marka kazanda ısı geri kazanım sistemi bulunmazken 5 numaralı Çetin Isı marka kazanda ısı geri kazanım sistemi bulunmaktadır.

Çizelge 5.7. Kazan baca gazı ölçümü tablosu

Kazan Numarası	O ₂	Ortam Sıcaklığı (°C)	Gaz Sıcaklığı (°C)	CO ₂	CO (ppm)	Yanma Verimi	Kayıplar
KAZAN 3	4,4%	13,9	190,5	9,5%	0	91,3%	8,7%
	4,5%	14,2	190,9	9,4%	0	91,3%	8,7%
	4,5%	15,0	191,4	9,4%	0	91,3%	8,7%
KAZAN 5	5,6%	16,5	139,5	8,8%	0	93,6%	6,4%
	6,1%	16,0	141,8	8,5%	0	93,2%	6,8%
	5,5%	15,9	141,5	8,9%	0	93,5%	6,5%

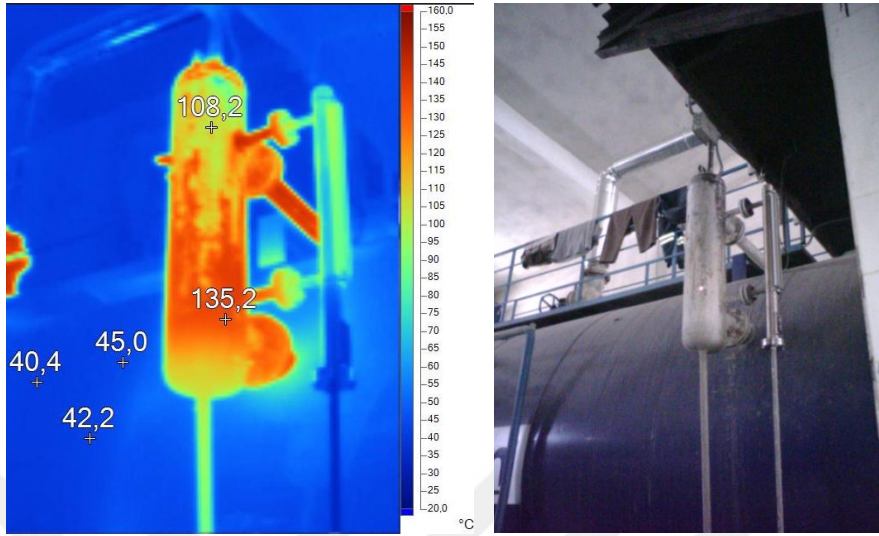
Kazanlarda yapılan baca gazı analizörü ölçümleri sırasında yakıt olarak doğalgaz kullanılmakta olup baca gazı ölçümü ile yanma verimi değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. İdeal bir doğalgaz kazanı yanmasında O₂ oranı %2,5 - %3 seviyelerinde ve ideal yanma verimi teorik olarak %95-97 aralığındadır (Bilgin, 2001). Ölçüm yapılan kazanlarda yanma verimi ortalama %92 olmuştur. O₂ oranı kazan 3 için ortalama %4,5 olurken, kazan 5 için ise %5,7 olmuştur. CO (ppm) değerimiz her iki kazan içinde 0 ppm ve normal olarak gerçekleşmiştir. Bacadaki O₂ oranının ideal seviyelerin bir miktar üzerinde gerçekleşmiş olup bu da yanma veriminin düşmesine sebep olmuştur. Brülör ayarı gerçekleştirilerek bacadaki O₂ oranı bir miktar daha düşürülüp yanma verimi artırılarak ideal seviyelere getirilebilir.

Kazanlardan alınan termal kamera ölçümlerine ait birkaç örnek fotoğraf gösterilmektedir. Şekil 5.36.'da kazan ön kapağının sıcaklığı 168 °C'ye kadar çıktığı görülmektedir.



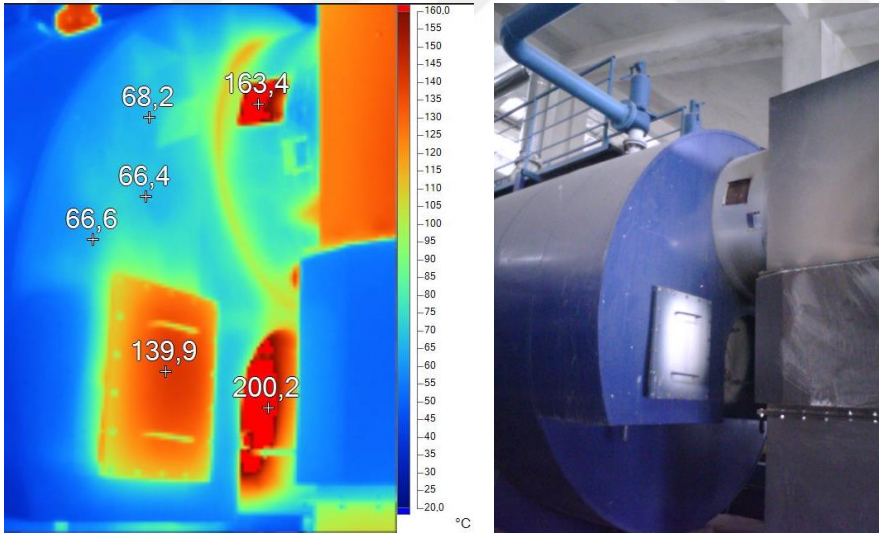
Şekil 5.36. Buhar kazanı ön kapak sıcaklık dağılımı termal kamera görüntüsü

Şekil 5.37.'de kazan yan yüzey sıcaklığı 45 °C'ye ve armatür elemanının sıcaklığının 135 °C'ye kadar çıktığı görülmektedir.



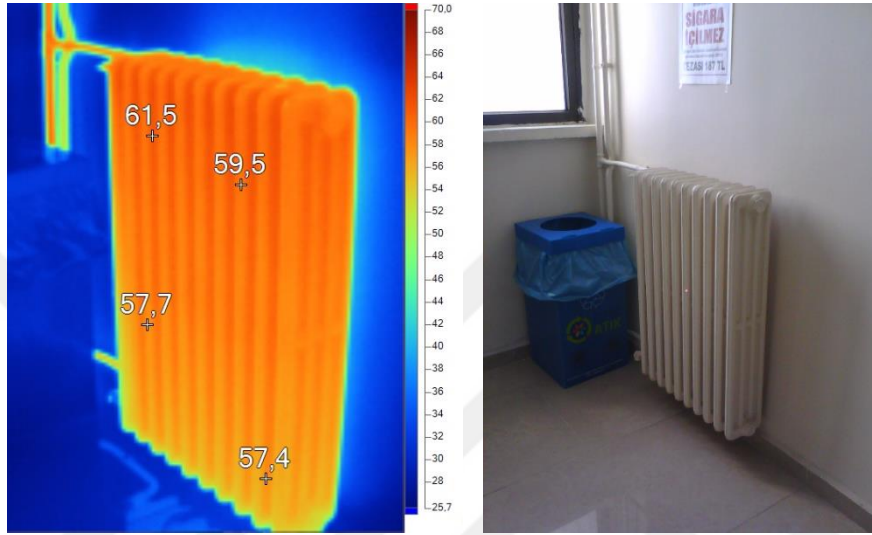
Şekil 5.37. Buhar kazanı yan yüzey ve armatür elemanı sıcaklık dağılımı termal kamera görüntüsü

Şekil 5.38.'de kazan arka kapak sıcaklığının 200 °C'ye kadar çıktığı görülmektedir.



Şekil 5.38. Buhar kazanı arka yüzey sıcaklık dağılımı termal kamera görüntüsü

Şekil 5.39.'da enstitü binasında bulunan radyatörden alınan termal kamera görüntüsü verilmektedir. Ölçüm sonucuna göre radyatörde giriş sıcaklık 61,5 °C ve çıkış sıcaklığı 57,4 °C okunmaktadır. Sıcaklık farkı 4,1 °C olmaktadır. Sıcak sulu ısıtım radyatör sistemi 90 - 70 °C için tasarlanır. Bu durumda pompa debisi yaklaşık 5 kat yüksek seçildiği anlaşılmaktadır. Bu durumda pompa debisi 5'de 1'e düşürüldüğünde sirkülasyon pompalarının tükettiği enerjiden %80 tasarruf sağlanması mümkün olacaktır.



Şekil 5.39. Radyatör termal kamera görüntüsü

Kazan verim formülleri EK 3'de verilmektedir. Kazan 3'e ait verim Çizelge 5.8.'de gösterilmiştir. Kazan 3'ün verimi %89,8 olarak hesaplanmaktadır. Bu verimin brülör ayarlaması gerçekleştirilerek iyileştirilebileceği söylenebilir.

Çizelge 5.8. Kazan 3 verim tablosu

VERİM	%100,0
1 Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (L_{KBG})	- % 6,6
Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{NBG})	- % 2,3
3 Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{COBG})	-%0,0
4 Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (L_{RK})	-%0,5
5 Blöf Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_B)	-%0,6
TOPLAM KAZAN VERİMİ	%89,8

Kazan 5'e ait verim Çizelge 5.9.'da verilmektedir. Kazan 5'in verimi %97,9 olarak hesaplanmaktadır. Kazan 5 için ekonomizer dahil olarak hesaplama yapıldığı için kazan 3 verimine göre daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 5.9. Buhar kazanı 5 verim tablosu

VERİM	% 100,00
1 Kuru Bacagazı Yoluyla Olan Isı Kaybı (L_{KBG})	- %0,0
2 Bacagazındaki Nem Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{NBG})	- %0,9
3 Bacagazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{COBG})	-%0,0
4 Kazan Yüzeyinden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (L_{RK})	-%0,4
5 Blöf Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_B)	-%0,6
TOPLAM KAZAN VERİMİ	%97,9

Kazan ön ve arka yüzeylerinde yalıtım malzemelerinin olmadığı ve ısı kayıpları meydana geldiği termal kamera ölçümlerinde görülmüştür. Kazan ön ve arka yüzeylerinin yalıtılması ile ısı kayıplarının önüne geçilmesi önerilmektedir. Ölçüme göre sıcaklık değerleri 70 °C ile 170 °C arasında değişmektedir.

Yapılan hesaplama ve yıllık ısı kaybı miktarı ile yalıtımı yapılması durumunda sağlanacak tasarruf miktarı EK 4'te 112.251 kWh olarak hesaplanmaktadır.

Yapılacak olan iyileştirmenin sonunda yıllık 44.900 TL tasarruf sağlanacaktır. İyileştirmenin yatırım maliyeti 15.000 TL'dir. Çizelge 5.10.'da yapılacak olan yatırımın kendisini 4 ayda geri ödeyeceği gösterilmektedir.

Çizelge 5.10. Buhar kazanı yüzeyleri yalıtılması ile sağlanacak kazanç tablosu

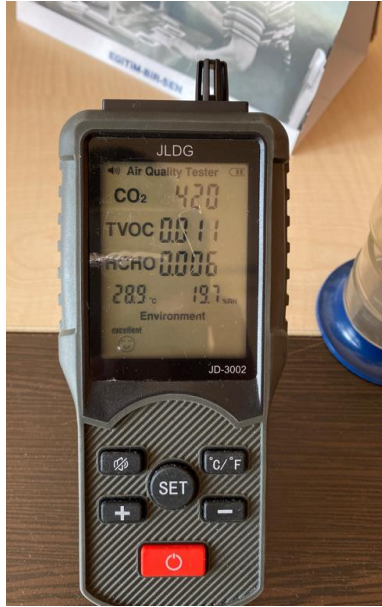
ÖNLEM	ENERJİ	TASARRUF MİKTARI			CO ₂ Ton	YATIRIM MALİYETİ TL	GERİ ÖDEME SÜRESİ	
		kWh	TEP	TL			Yıl	Ay
Kazan Yüzeyleri Yalıtılması	Doğalgaz	112.251	9,7	44.900 TL	22,5	15.000 TL	0,3	4

Radyatörlerde manuel vanalar olduğu görülmüştür. Şekil 5.40.'da Enstitü Binası içerisinde bulunan ve manuel vanaya sahip örnek bir radyatör görülmektedir. Fotoğraf 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir.



Şekil 5.40. Manuel vana görüntüsü

Şekil 5.41.'de 305 numaralı odada 28.01.2022 tarihinde gerçekleştirilen ölçümde oda sıcaklığı 28,9 °C olarak ölçüldüğü görülmektedir. 2019 yılında yayınlanan Kamu Binalarında Tasarruf Hedefi ve Uygulama Rehberine göre Kamu Binaları için istenen oda sıcaklık değeri ısıtma sezonunda en fazla 22 °C, soğutma sezonunda ise en az 24 °C olmalıdır. Sıcaklık değerini her 1 °C azaltmak %7'lik verim artışı sağlamaktadır (Coşkun, Oktay ve Ertürk, 2010). Oda sıcaklıklarının 22 °C olarak ayarlanması önerilmektedir. Fakat gerçek sonuçlarda bunun uygulamasında zorluk çekilebilmektedir. Hesaplama yapılırken 22 °C'ye düşürülmesi olarak hesaplanmış olup %48'lik tasarruf öngörülmüştür.



Şekil 5.41. Oda sıcaklık ölçüm görüntüsü

Oda sıcaklıklarının kontrolü radyatörlerde termostatik vana kullanımı ile sağlanabilir. Enstitü binası termostatik vana uygulaması ile yaklaşık 429.036 kWh ve 171.614 TL tasarruf sağlanabilecektir. Yaklaşık 200 adet radyatör için yatırım maliyeti, 40.000 TL hesaplanmıştır. Çizelge 5.11.'de yatırım kendisini 3 ayda geri ödeyeceği görülmektedir.

Çizelge 5.11. Termostatik vana uygulaması ile sağlanacak kazanç

ÖNLEM	ENERJİ	TASARRUF MİKTARI			CO ₂ Ton	YATIRIM MALİYETİ TL	GERİ ÖDEME SÜRESİ	
		kWh	TEP	TL			Yıl	Ay
Termostatik Vana Uygulaması	Doğalgaz	429.036	36,9	171.614 TL	85,8	40.000 TL	0,2	3

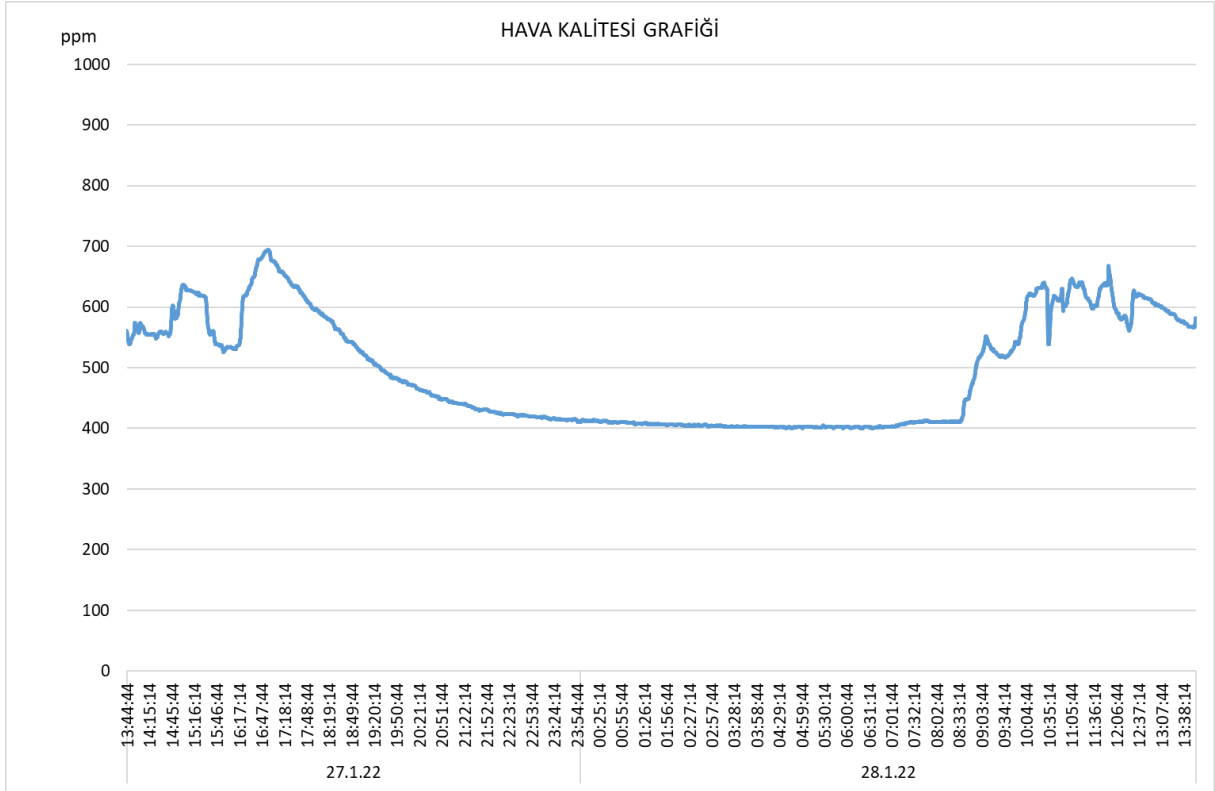
5.4.2. İklimlendirme ve Havalandırma Sistemleri

İnceleme yapılan Enstitüler binasında mekanik havalandırma sistemi bulunmamakta olup doğal havalandırma ile havalandırılması sağlanmaktadır. Şekil 5.42.'de Enstitü binası 501 numaralı odada 27.01.2022 tarihinde gerçekleştirilen iç hava kalitesi ölçümü görülmektedir. Bina içerisinde farklı bölümlerde hava kalitesi (CO₂), sıcaklık ve nem kalitesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



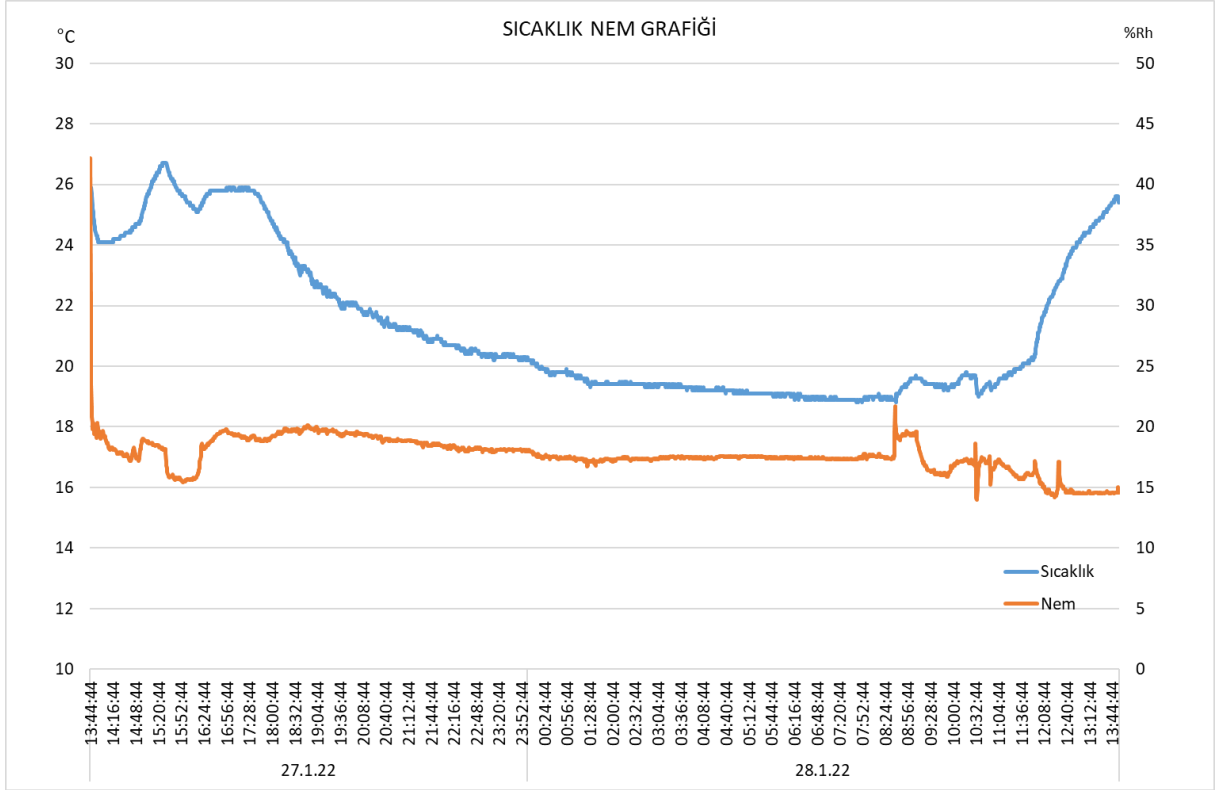
Şekil 5.42. 501 numaralı oda hava kalitesi ölçüm görüntüsü

Bina içerisinde 501 numaralı odada yapılan CO₂ ölçümünün neticesinde elde edilen değerlere ait grafik Şekil 5.43. ve Şekil 5.44.'de görülmektedir. Maksimum CO₂ seviyesinin saat 16:55 de 694 ppm olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Grafik incelendiğinde ölçüm alınan süre boyunca belirtilen mahalde gerçekleşen CO₂ seviyelerinin gece saatlerinde 400 ppm seviyesine indiği görülmektedir. Mesai saatlerinin başlaması ile ppm değerinde artış gözlemlenmiştir. Gündüz saatleri için ppm değeri kabul edilebilir seviyededir.



Şekil 5.43. 501 numaralı oda hava kalitesi ölçüm grafiği

Şekil 5.44.'de nem değerlerinin % 15 - 20 arasında dengeli bir seyir izlediği görülmektedir. Gündüz vakitlerinde sıcaklık değeri 27 °C ye yükselirken gece zamanında 19 °C ye kadar düşüş göstermiştir. Gündüz ölçülen sıcaklık değeri çok fazladır.



Şekil 5.44. 501 numaralı oda sıcaklık ve nem grafiği

Şekil 5.45.'de 305 numaralı oda ve 4. Kat koridorunda 28.01.2022 tarihinde gerçekleştirilen ölçümler görülmektedir.

- 305 numaralı odada sıcaklık değerimiz 28,9 °C, CO₂ değerimiz 420 ppm olmuştur. Sıcaklık değerinin oda için çok fazla ve ppm değerinin sağlıklı ortam seviyesinde olduğu söylenebilir.
- 4. Kat koridorunda sıcaklık değerimiz 22,4 °C, CO₂ değerimiz 422 ppm olmuştur. Sıcaklık değerinin koridor için çok fazla ve ppm değerinin sağlıklı ortam seviyesinde olduğu söylenebilir.



Şekil 5.45. 305 numaralı oda ve 4. kat koridor hava kalitesi ölçüm görüntüsü

5.4.3. Tesisat Sistemi

Enstitü binası ve ısı merkezi mekanik tesisatında ısıtma olarak tek bölümden oluşmaktadır. Kazanların bulunduğu ısı merkezi binasından buhar hatları yer altından kampüs içerisinde bulunan binalara ulaşmaktadır. Mekanik tesisat boru hatları, kolektör, pislik tutucu, basınç düşürücü, pompa, eşanjör ve vana gibi tesisat elemanlarından oluşmaktadır. Kolektör ve boru hatları genel olarak ısı kayıplarına karşı yalıtılmasına karşılık pompa gövdeleri, eşanjörler, pislik tutucular ve vanalar yalıtımsızdır. Şekil 5.46.'da Isı merkezi mekanik tesisat sistemi geneli görülmektedir. Fotoğraf 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir.



Şekil 5.46. Isı merkezi mekanik tesisat sistemi genel görünüm

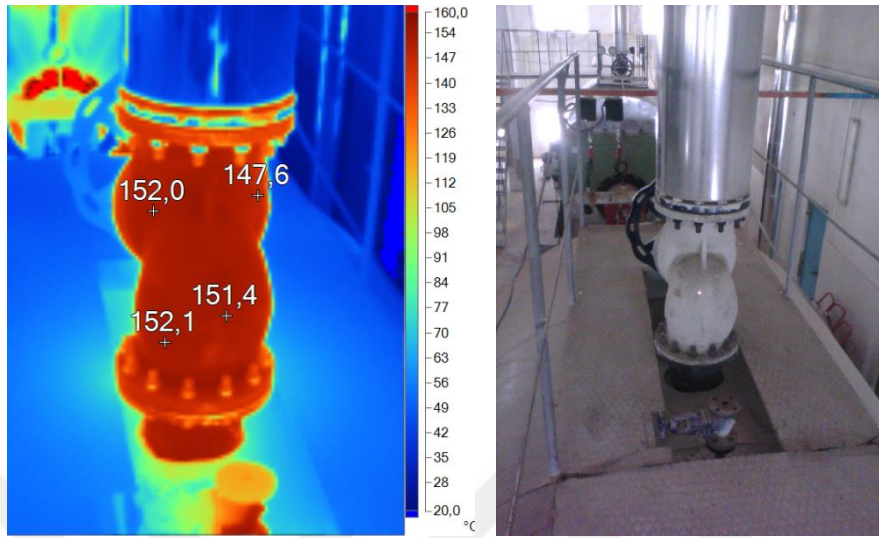
Şekil 5.47.'de Enstitü binası mekanik tesisat sistemi geneli görülmektedir. Fotoğraf 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir.



Şekil 5.47. Enstitü binası mekanik tesisat sistemi genel görünüm (eşanjör dairesi)

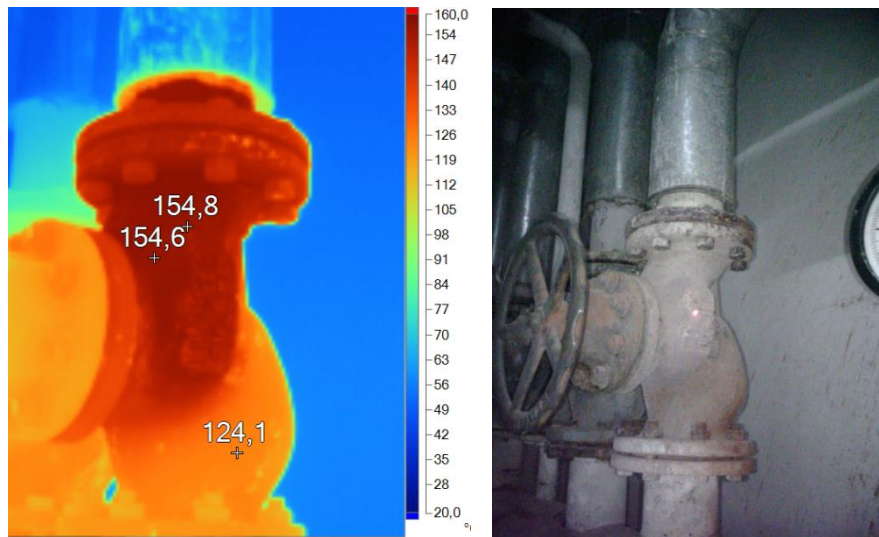
Mekanik tesisatta termal kamera çekimleri yapılarak ısı kayıplarının tespiti ve yalıtım malzemesi kalınlığının yeterliliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Termal kamera ölçümleri tespit edilmek istenen tesisat elemanları hedef alınarak, uygun mesafeler gözetilerek gerçekleştirilmiştir. Mekanik tesisatta enstitü binası kolektörlerinde yalıtımlı olan kısımlar için sıcak hatlarda 2-3 cm kalınlıkları arasında alçı sıvalı cam yünü yalıtım, boru hatları üzerinde 3 cm kalınlığında taş yünü yalıtım malzemesi bulunmaktadır. Vana, pislik tutucu ve pompa gövdeleri yalıtımsız bırakılmıştır.

Şekil 5.48.'de buhar kazanı üzerinde bulunan globe vananın sıcaklık değeri 152 °C olarak görülmektedir.



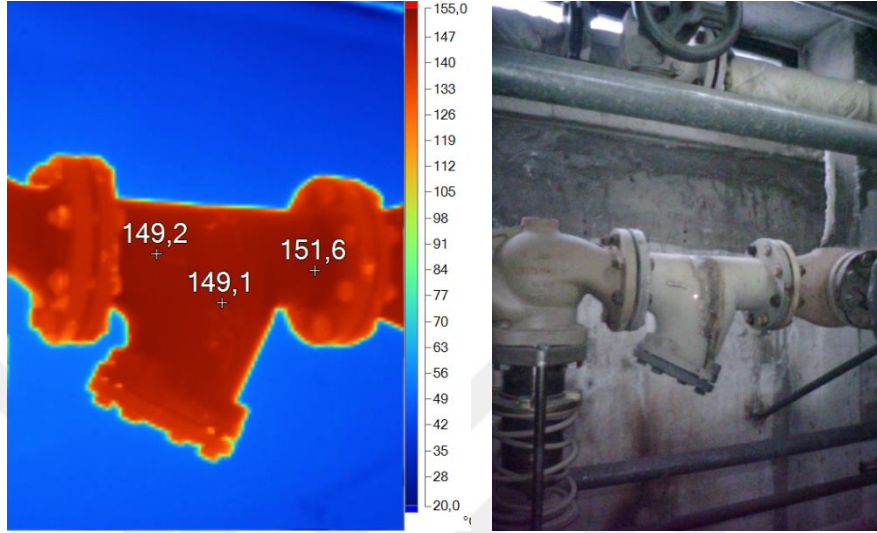
Şekil 5.48. Buhar kazanı tesisatı termal kamera görüntüsü

Şekil 5.49.'da ısı merkezinde bulunan globe vananın sıcaklık değeri 154 °C olarak görülmektedir.



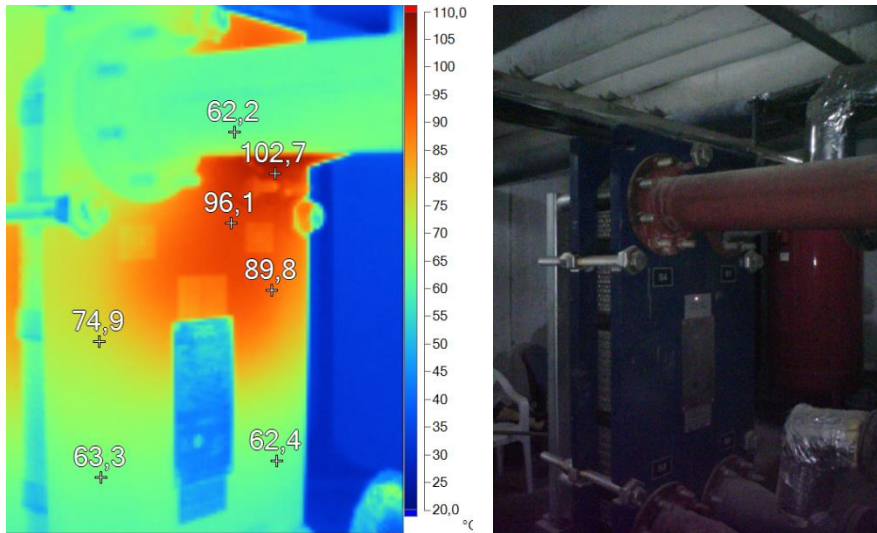
Şekil 5.49. Isı merkezi mekanik tesisat globe vana termal kamera görüntüsü

Şekil 5.50.'de Enstitü binasında bulunan pislik tutucunun sıcaklık değeri 151 °C olarak görülmektedir. Burada okunan değer ısı merkezinden Enstitü binasına gelen ilk noktalardan birisidir. Kazan üzerinde 154 °C değeri okunduğu ve iki bina arasında 701 metrelik mesafe olduğu bilindiğinde 3 °C ısı kaybının normal olduğu söylenebilir.



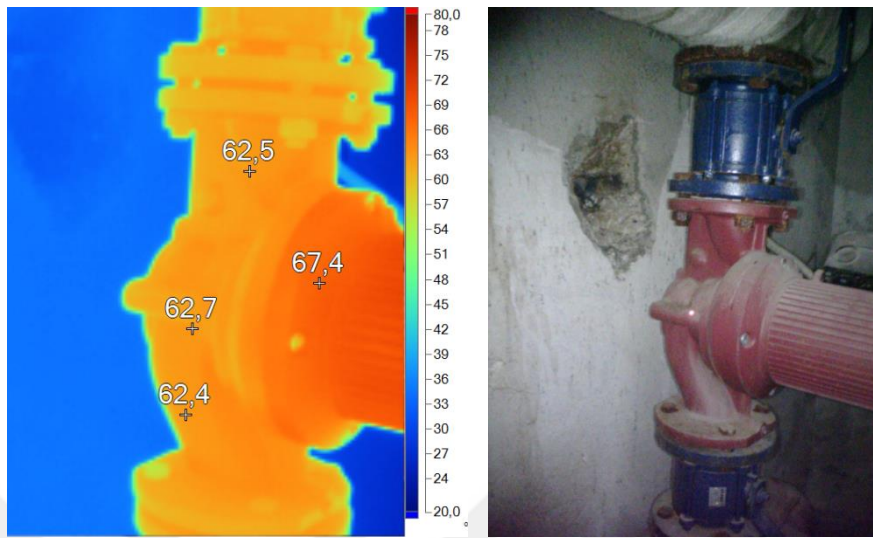
Şekil 5.50. Enstitü binası mekanik tesisat pislik tutucu termal kamera görüntüsü

Şekil 5.51.'de Enstitü binasında bulunan eşanjörün sıcaklık değeri 102 °C olarak görülmektedir.



Şekil 5.51. Enstitü binası eşanjörü termal kamera görüntüsü

Şekil 5.52.'de Enstitü binasında bulunan pompa gövdesinin sıcaklık değeri 62 °C olarak görülmektedir.



Şekil 5.52. Enstitü binası mekanik tesisat pompa gövdesi termal kamera görüntüleri

Isı merkezinde bulunan yalıtımsız mekanik tesisat elemanlarının yalıtılması ile 267.844 kWh ve Enstitü binasında 133.611 toplamda 401.455 kWh doğalgaz enerjisinden tasarruf sağlanabilecektir. Toplam yatırım maliyeti 35.386 TL olarak hesaplanmaktadır. Gerekli hesaplamalar EK 5’de verilmektedir.

Çizelge 5.12.’de Sağlanacak tasarruf maliyet 160.582 TL ve yatırımın geri ödeme süresi 3 ay olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 5.12. Mekanik tesisat yalıtımı ile sağlanacak kazanç

ÖNLEM	ENERJİ	TASARRUF MİKTARI			CO ₂ Ton	YATIRIM MALİYETİ TL	GERİ ÖDEME SÜRESİ	
		kWh	TEP	TL			Yıl	Ay
Yalıtımsız Mekanik Tesisat Elemanlarının Yalıtılması	Doğalgaz	401.455	34,5	160.582 TL	80,3	35.386 TL	0,2	3

Enstitü binasında bulunan yalıtımsız eşanjörlerin yalıtılması ile 4.208 kWh doğalgaz enerjisinden tasarruf sağlanabilecektir. Toplam yatırım maliyeti 1.400 TL olarak hesaplanmaktadır. Gerekli hesaplamalar EK 6’de verilmektedir.

Çizelge 5.13.'de yapılacak olan iyileştirmenin sonunda yıllık 1.683 TL tasarruf sağlanacağı ve yatırımın kendisini 10 ayda geri ödeyeceği bulunmaktadır

Çizelge 5.13. Eşanjör yalıtımı ile sağlanacak kazanç

ÖNLEM	ENERJİ	TASARRUF MİKTARI			CO ₂ Ton	YATIRIM MALİYETİ TL	GERİ ÖDEME SÜRESİ	
		kWh	TEP	TL			Yıl	Ay
Eşanjörlerin Yalıtılması	Doğalgaz	4.208	0,4	1.683 TL	0,8	1.400 TL	0,8	10

5.5. Elektrik

5.5.1. Elektrik Dağıtım Sistemi

Şekil 5.53.'de Enstitü binasına ait ana dağıtım panosu görülmektedir. Fotoğraf 27.01.2022 tarihinde çekilmiştir. Dağıtım panosundan 36 farklı noktaya besleme yapılmaktadır. Oda; kapı menfezleri ile havalandırılmaktadır.



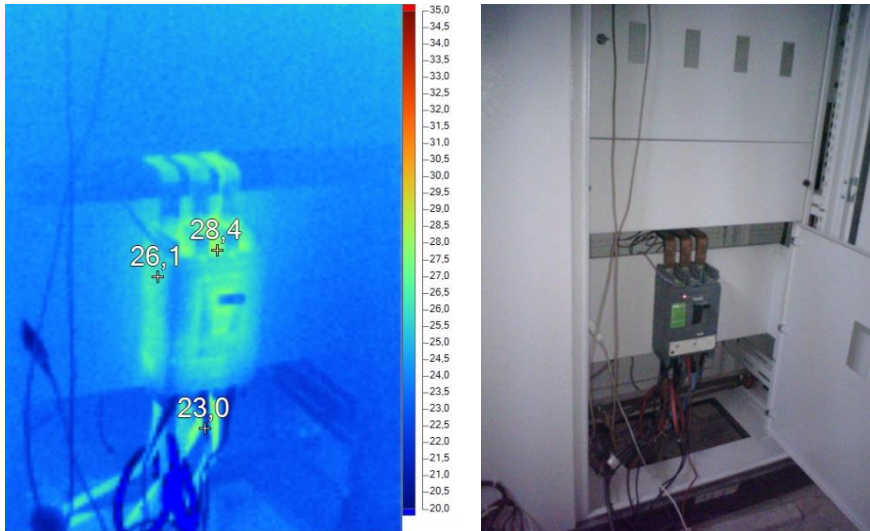
Şekil 5.53. Enstitü binası ana dağıtım panosu odası

Enstitü binasının enerji tüketimi hakkında bilgi sahibi olabilmek amacıyla ana dağıtım panosuna enerji analizörü bağlanmış akım, gerilim, güç, frekans ve güç faktörü ölçülerek karakteristikleri belirlenmek istenmiştir. Şekil 5.54.'de 27.01.2022 tarihinde enerji analizörü ile alınan ölçüme ait fotoğraf görülmektedir.

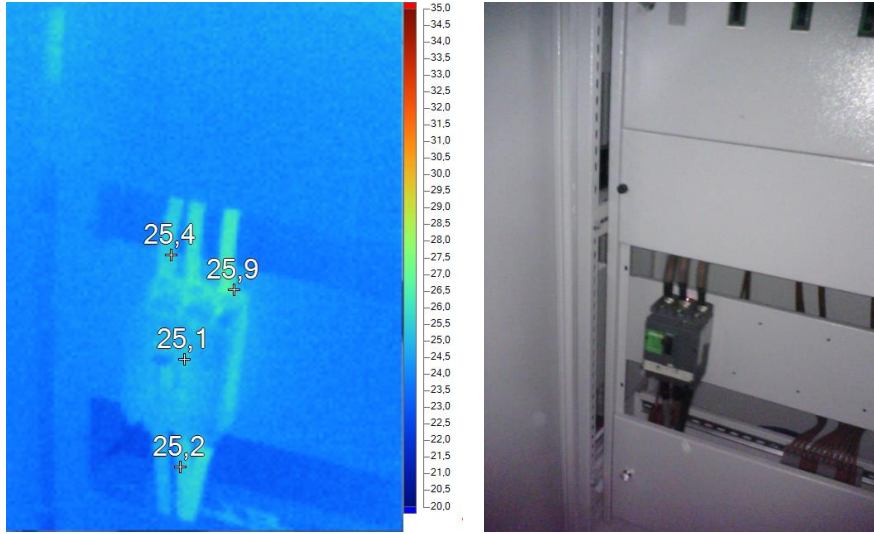


Şekil 5.54. Ana dağıtım panosu enerji analizörü ölçüm görüntüsü

Enstitü binası ana dağıtım panosunda termal kamera ölçümleri gerçekleştirilerek aşırı ısınmadan dolayı meydana gelmesi muhtemel kaza, arıza ve fazla çekilen enerjinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ölçümler gerçekleştirilirken tespit yapılmak istenen alan hedef alınarak, mesafe ayarlanarak termal çekimler yapılmıştır. Şekil 5.55. ve Şekil 5.56.'da termal kamera görüntülerinde sıcaklık değerleri 25 – 26 °C görülmektedir. Panolarda aşırı bir ısınmanın olmadığı söylenebilir.

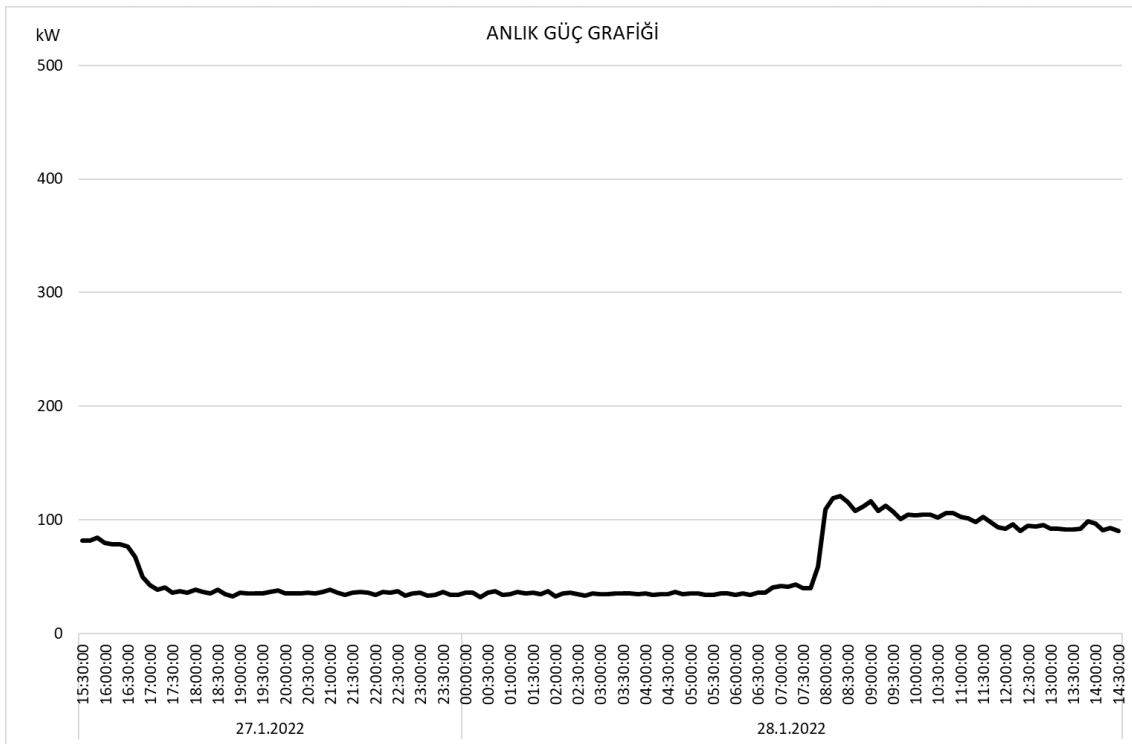


Şekil 5.55. Ana dağıtım panosu termal kamera görüntüsü



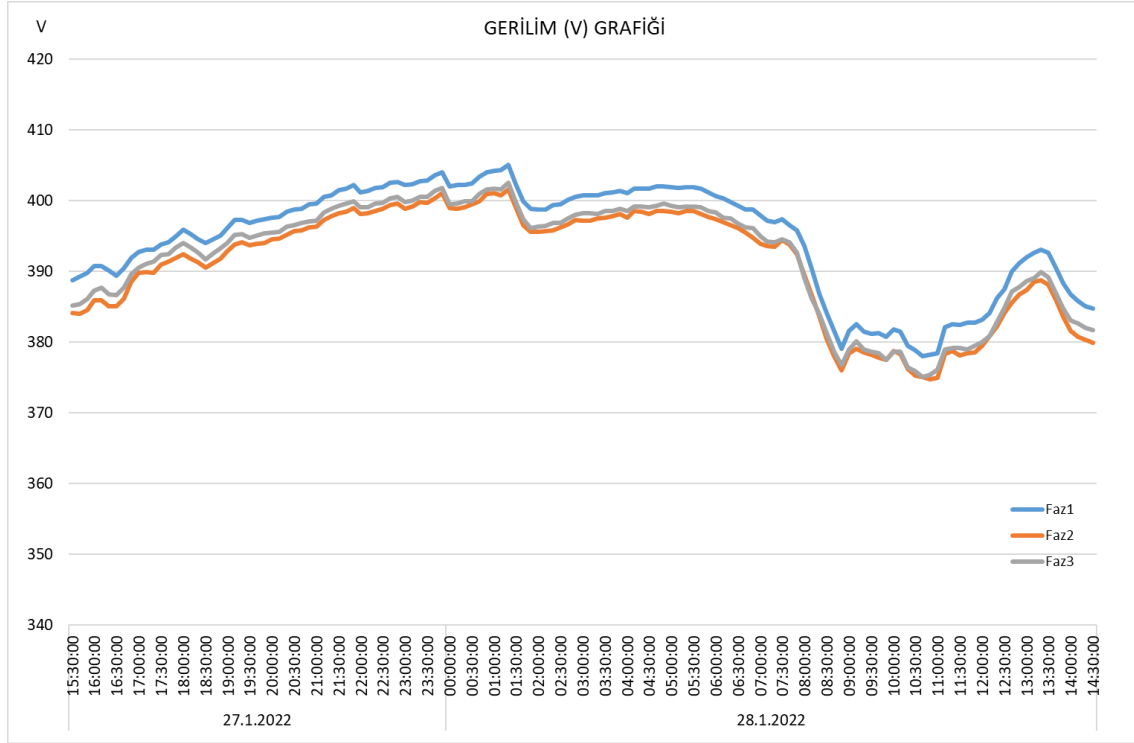
Şekil 5.56. Ana dağıtım panosu termal kamera görüntüsü

27 Ocak 15:30 da başlayan ölçüm 28 Şubat 14:30 da son bulmuştur. Şekil 5.57.'de ana dağıtım panosunda gerçekleşen bir günlük güç ölçümü gösterilmektedir. Ölçüm boyunca ortalama 57 kW elektrik enerjisi tüketmiştir. Binada mesainin bitimi ile güç tüketimi 50 kW seviyelerine düşmüştür. Mesainin başlaması ile 100 kW seviyelerine yükselmiştir.



Şekil 5.57. S.Ü. Enstitü binası güç grafiği

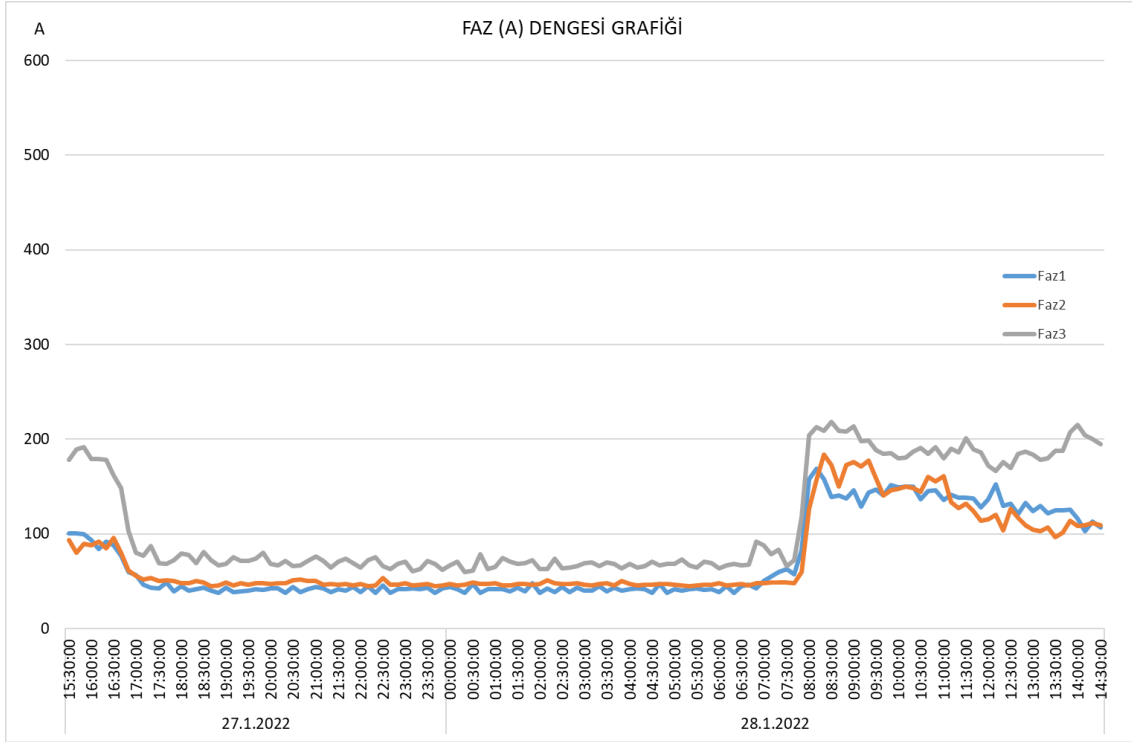
380 V baz alındığında 420 V üst limit ve 340 V alt limit olarak kabul edilebilir. Şekil 5.58.'de ölçüm sonununun 370 - 410 V gerilim aralığında seyrettiği gözlenmektedir.



Şekil 5.58. S.Ü. Enstitü binası gerilim grafiği

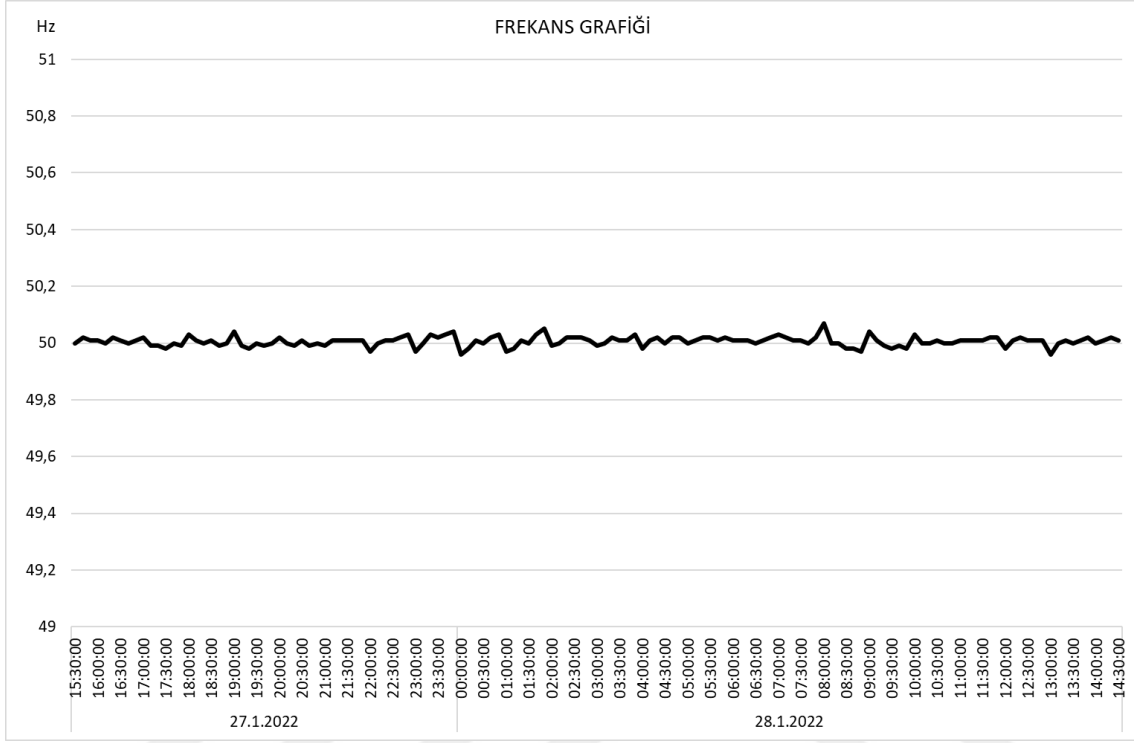
Faz dengesi ile üç fazın her birinden çekilen akım miktarları karşılaştırılarak fazlar arasında dengesizlik olup olmadığı incelenmektedir.

Şekil 5.59.'de görüldüğü üzere fazlardan çekilen akımlar 50 A ile 220 A arasında seyretmiştir. Mesai saatinin bitmesi ile akım seviyesinde düşüş gözlenmiştir.



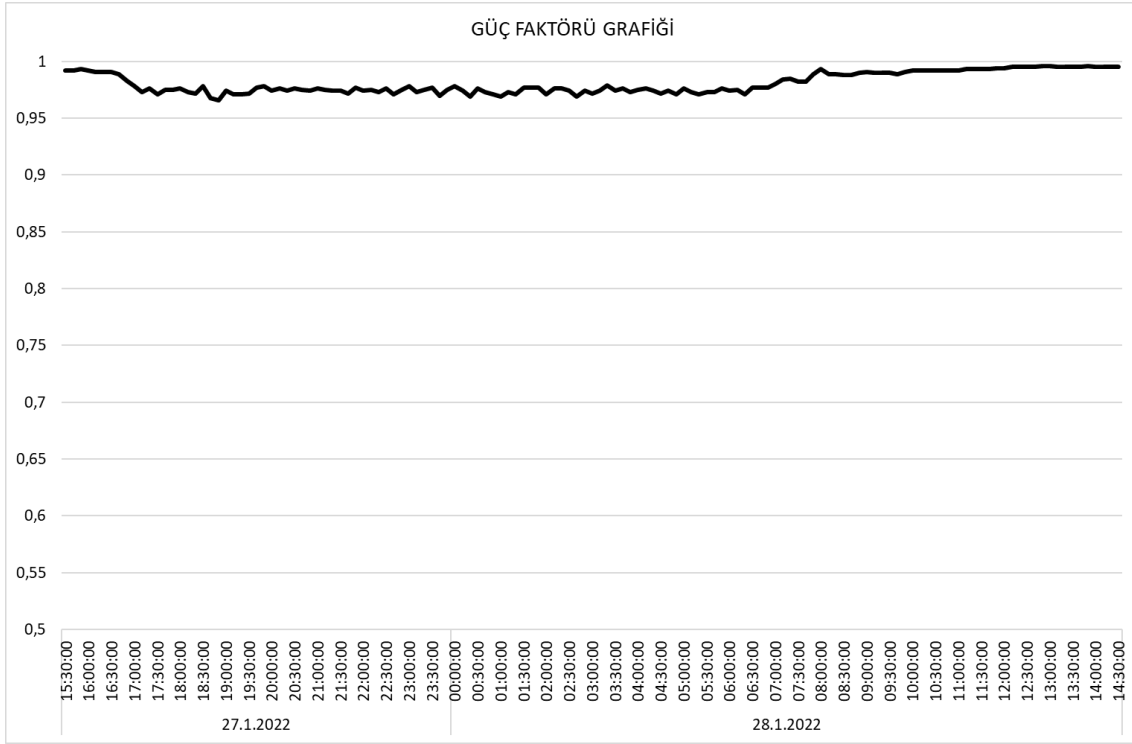
Şekil 5.59. S.Ü. Enstitü binası faz dengesi grafiği

Ana dağıtım panosunda yaptığımız ölçümlere ait frekans eğrileri Şekil 5.60.'da görülmektedir. Frekans 50 Hz seviyesinde dalgalanmakta ve herhangi bir problem olmadığı görülmektedir.



Şekil 5.60. S.Ü. Enstitü binası frekans grafiği

Ana dağıtım panosundan alınan enerji analizörü ölçümlerine göre güç faktörü eğrisi Şekil 5.61.'de gösterilmiştir. Tesisteki reaktif tüketimi anlamlandırmak için güç faktörü baz almak doğru yöntemdir. Güç faktörünün 0,95'in altında olması reaktif tüketimin fazlalığının göstergesidir. Alınan ölçümlerde güç faktörünün 0,95 seviyesinin üzerinde gerçekleşmiştir. Bu değerlerin olması istenen standart değerler seviyesinde olduğu söylenebilir.



Şekil 5.61. S.Ü. Enstitü binası güç faktörü grafiği

Yapılan çalışmalarda ana dağıtım panosu üzerinden enerji analizörü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Olağan dışı bir duruma rastlanmamasına karşılık tesisin düzenli olarak tesisat bakım ve kontrollerinin yaptırılması önerilmektedir.

5.5.2. Aydınlatma Sistemi

Şekil 5.62.'de Enstitü binası içerisinde bulunan aydınlatma armatürleri görülmektedir. Fotoğraflar 28.01.2022 tarihinde çekilmiştir. Bina içerisinde 18 W tüp floresan aydınlatma elemanları kullanılmaktadır. Ofislerde 4*18 W tüp floresanlar kullanılırken koridorlarda ise 2*18 W tüp floresanlar kullanılmaktadır. Tüp floresan aydınlatmalarda mekanik balast vardır.



Şekil 5.62. Tesis aydınlatma genel görüntüleri

Enstitü binasında bulunan armatürlerin cinsi, adedi ve yeri yapılan çalışma esnasında çıkarılmış olup Çizelge 5.14.'de verilmektedir.

Çizelge 5.14. Tesis aydınlatma dökümü

Aydınlatma Yapılan Bölüm	Aydınlatma Elemanı Tipi	Ampul Gücü (W)	Armatür Sayısı (Adet)	Lamba Sayısı	Toplam Lamba Sayısı	Toplam Güç (W)
Odalar	Tüp Floresan	18	4	4	16	288
Koridor 5. Kat	Tüp Floresan	18	20	2	40	720
Koridor 5. Kat	Tüp Floresan	18	2	2	4	72
Koridor 4. Kat	Tüp Floresan	18	20	2	40	720
Koridor 4. Kat	Tüp Floresan	18	2	2	4	72
Koridor 3. Kat	Tüp Floresan	18	20	2	40	720
Koridor 3. Kat	Tüp Floresan	18	2	2	4	72

Enstitü binasında aydınlatma farklı noktalardan lüks ölçümleri yapılmıştır. Alınan lüks değerleri tablosu Çizelge 5.15.'de görülmektedir. Ölçüm değerlerinden olması gereken standart değerinin altında kalan yerler bulunmaktadır. Olması gereken en az aydınlık düzeylerine EN 12464-1:2011 Standardından ulaşılabilir.

Çizelge 5.15. Tesis aydınlatma lüx ölçümü

Ölçüm Yapılan Bölüm	Aydınlatma Elemanı Tipi	Ölçüm Noktası							Ortalama Lüx	Standart Lüx
		1	2	3	4	5	6	7		
Odalar	Tüp Floresan	175	184	163	190	188	179	167	179	500
Koridor 5. Kat	Tüp Floresan	280	302	312	309	316	297	276	300	100
Koridor 5. Kat	Tüp Floresan	187	204	199	206	209	166	209	199	100
Koridor 4. Kat	Tüp Floresan	187	235	246	249	251	252	227	230	100
Koridor 4. Kat	Tüp Floresan	167	146	157	158	160	156	157	157	100
Koridor 3. Kat	Tüp Floresan	36	34	37	35	62	65	66	46	100
Koridor 3. Kat	Tüp Floresan	119	123	120	127	118	137	161	131	100


Şekil 5.63.'de lüx ölçümü sırasında ve 28.01.2022 tarihinde çekilen örnek fotoğraf görülmektedir. Ölçümler yapılırken ofis ortamında masa yüzeylerinde, koridorlarda ise yerden yaklaşık 1 metre yükseklikte olacak şekilde gerçekleştirildi. Lüx ölçüm yöntemi için COHRS 928-1-IPG-039 (Measurement of Lighting Levels in the Work Place - Canada Occupational Health and Safety Regulations) standardı incelenebilir.



Şekil 5.63. Aydınlatma lüx ölçüm görüntüsü

Enstitü binası içerisinde kullanılan tüp floresan lambalar ile birlikte mekanik balastlar kullanılmaktadır. Balast, floresan lambaların en uygun şekilde çalışması için sırasıyla flamanların ısınmasını, deşarjın başlamasını ve istenilen akımda sabit kalmasını sağlayan cihazlardır. Bu cihazlar elektrik tüketimine ekstra yük bindirmektedir.

CELMA Aydınlatma gereçleri komitesi balastları sınıflandırmak için EEI (Energy Efficiency Index) adında bir düzenleme yapmıştır. Şekil 5.64.'de T8 tüp floresan aydınlatma elemanları için verimlilik dizinleri kırmızı kutu içerisinde gösterilmektedir. 18 W floresanların A3 verimlilik sınıfına ait balastlar ile birlikte 21 W güç tükettiği bilinmelidir.

Lamba tipi	Ilcos code	Lamba gücü		EEI						
		50Hz	HF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
T Serisi 	FD-15-E-G13-26/450	15W	13.5W	9W	16W	18W	21W	23W	25W	>25W
	FD-18-E-G13-26/600	18W	16W	10.5W	19W	21W	24W	26W	28W	>28W
	FD-30-E-G13-26/900	30W	24W	18.5W	31W	33W	36W	38W	40W	>40W
	FD-36-E-G13-26/1200	36W	32W	19W	36W	38W	41W	43W	45W	>45W
	FD-38-E-G13-26/1047	38W	32W	20W	38W	40W	43W	45W	47W	>47W
	FD-58-E-G13-26/1500	58W	50W	29.5W	55W	59W	64W	67W	70W	>70W
	FD-70-E-G13-26/1800	70W	60W	36W	68W	72W	77W	80W	83W	>83W

Şekil 5.64. Balast faktörü (Anonim, 2022 f)

Enstitü binası ofis alanlarında 1.216 adet 18 W gücünde aydınlatma elemanları kullanılmaktadır. Koridorlarda ise 352 adet 18 W gücünde aydınlatma elemanları kullanılmaktadır.

Ofislerde mevcut 18*4 W gücünde 2500 lümen floresanların yerine 40 W gücünde 3.200 Lümen kare LED önerilmektedir. Koridorlarda mevcut 18*2 W gücünde 1050 lümen floresanların yerine 30 W gücünde 2400 Lümen kare LED önerilmektedir. Floresan ampullerin ortalama kullanım ömrü 8.000 saat iken LED aydınlatmaların kullanım ömrünün 40.000 saat olduğu da göz ardı edilmemelidir.

18 W gücündeki floresan aydınlatmalarının günde ortalama 5 saat ve yılda 264 gün çalıştığı bilinmektedir. Balast faktörü ile birlikte mevcut aydınlatma elemanlarının enerji tüketim miktarı Çizelge 5.16.'da 43.465 kWh hesaplanmaktadır. Bu enerji tüketiminin mali karşılığı 47.811 TL yapmaktadır.

Çizelge 5.16. Tesis geneli aydınlatma elemanları yıllık enerji tüketimi

Aydınlatma Yapılan Bölüm	Aydınlatma Elemanı	Adet	Güç (W)	Çalışma Saati (h)	Günlük Elektrik Tüketimi (kWh)	Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Yıllık Elektrik Tüketimi (TL)
Odalar	Tüp Floresan	1.216	21	5	127,7	33.707	37.078
Koridorlar	Tüp Floresan	352	21	5	37,0	9.757	10.733
Toplam					164,6	43.465	47.811

LED dönüşümü sonrasında yeni aydınlatma enerji yükü Çizelge 5.17.'de 23.020 kWh olacaktır. Böylece enerji tüketiminde 20.444 kWh enerji tasarrufu karşılığı, 22.488 TL maliyet tasarrufu sağlanabilecektir.

Çizelge 5.17. Kare LED aydınlatma yıllık enerji tasarruf ve maliyet tablosu

Önerilen Armatür	Önerilen Armatür Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Armatür Gücü (W)	Yeni Yıllık Elektrik Tüketimi (kWh)	Yıllık Tasarruf Miktarı (kWh)	Yıllık Tasarruf Miktarı (TL)
CATA CT-5283 60*60 Kare LED	195	59.280	40	16.051	17.656	19.421
CATA CT-5266 60*60 Kare LED	150	26.400	30	6.969	2.787	3.066
Toplam		85.680		23.020	20.444	22.488

Verimli aydınlatma elemanlarının yatırım maliyeti ise 85.680 TL olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.18.'de yatırımın geri ödeme süresi 46 ay olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 5.18. Aydınlatma elemanları LED dönüşümü ile sağlanacak kazanç

ÖNLEM	ENERJİ	TASARRUF MİKTARI			CO ₂	YATIRIM MALİYETİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ	
		kWh	TEP	TL			Ton	TL
Tesis Geneli Aydınlatma Elemanlarının LED Dönüşümü	Elektrik	20.444	1,8	22.488	10,3	85.680	3,8	46

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Kamu binalarında enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için gerekli adımları atarak EnYS kurulması ve enerji etütlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Enerji verimliliği etütleri ile birlikte verimsiz noktalar görülerek buralarda iyileştirmeler gerçekleştirilir. EnYS kurulumu ile birlikte enerji kullanımı kontrol altına alınıp, sürekli iyileştirilmesi sağlanır. Enerji planı oluşturularak, enerji verimliliği hedef ve amaçlarına ulaşılması temin edilir.

Gerçekleştirdiğimiz çalışma ile ISO 50001 Enerji Yönetim Sisteminin kurulumu için hazırlanması gereken belgeler dokümante edilerek yol gösterici olarak verilmektedir. Bu dokümanlar kullanılarak üniversitede EnYS kurulumu gerçekleştirilebilecektir. Enerji politikası üniversite genelinde duyurularak personel ve öğrencilerin bilinçlendirilmesi sağlanır. Belirlediğimiz EnPG'ler ile birlikte enerji performans durumu izlenebilir hale getirilmektedir. Oluşturulacak olan EnRÇ ile birlikte gelecek yılların enerji tüketiminin aşağı ya da yukarı yönde olması görülecektir.

Çizelge 6.1.'de enerji etüt çalışması kapsamında Enstitü binasında ve ısı merkezinde bulunan verimlilik artırıcı önlemler ile tasarruf miktarları, CO₂ azalma miktarı, yatırım maliyeti, geri ödeme süresi ve uygulama planı verilmektedir.

Çizelge 6.1. Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP) Enerji tasarruf potansiyeli tablosu

Önlemler	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı		CO ₂ Azalma Miktarı	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı		
		Miktar	Birim						
1 Kapı, pencere ısı kayıp, kaçakların engellenmesi	Doğalgaz	5.044	kWh	0,5	9.079	1,0	5.000	0,6	K.V.
2 Kazan Yüzeyleri Yalıtılması	Doğalgaz	112.251	kWh	9,7	202.052	40,4	15.000	0,1	K.V.
3 Termostatik Vana Uygulaması	Doğalgaz	429.036	kWh	36,9	772.265	154,5	40.000	0,1	K.V.
4 Isı Merkezi Mekanik Tesisat Elemanları Yalıtım Uygulaması	Doğalgaz	267.844	kWh	23,0	482.119	96,4	14.103	0,0	K.V.
5 Enstitü Binası Mekanik Tesisat Elemanları Yalıtım Uygulaması	Doğalgaz	133.611	kWh	11,5	240.500	48,1	21.283	0,1	K.V.
6 Eşanjörlerin Yalıtılması	Doğalgaz	4.208	kWh	0,4	7.574	1,5	1.400	0,2	K.V.
7 Aydınlatma Elemanlarının LED Dönüşümü	Elektrik	20.444	kWh	1,8	69.918	35,2	85.680	1,2	O.V.
TOPLAM	Elektrik & Doğalgaz	972.438	kWh	83,6	1.783.508	377,1	182.466	0,1	K.V.

K.V: Kısa Vade (1 Yıldan Az), O.V: Orta Vade (1-2 Yıl Arası), U.V: Uzun Vade (2-5 Yıl Arası)

Kazan yüzeyleri yalıtımı, Isı merkezi mekanik tesisat elemanları yalıtım uygulamaları Selçuk Üniversitesi kampüs alanı için hesaplanmaktadır. Termostatik vana uygulaması, Enstitü binası mekanik tesisat elemanları yalıtımı, eşanjörlerin yalıtımı, aydınlatma elemanları LED dönüşümü uygulamaları ise sadece Enstitüler binası için hesaplanmaktadır.

Enstitü binası 8.150 m² ve kampüs 648.427 m² (toplam alan olan 750.218 m²'den su deposu, hangar, tenis kortu, halı saha, futbol sahası gibi alanlar çıkarıldıktan sonra) alınarak sadece Enstitü binası için hesaplanan tasarruf miktarları kampüs geneline oranlanmaktadır.

Enstitü binası için hesaplanan 571.899 kWh doğalgaz tasarrufu kampüs alanına göre oranlandığında 49,4 milyon kWh doğalgaz tasarrufu hesaplanmaktadır. Bu miktara kampüs geneli için hesaplanan 380.095 kWh doğalgaz tasarrufu eklendiğinde, kampüs genelinde toplam 49,8 milyon kWh doğalgaz tasarrufu hesaplanmaktadır. Bu miktar 2021 yılı kampüs doğalgaz tüketimi olan 103,1 milyon kWh'in %48 oranına karşılık gelmektedir.

Enstitü binası için hesaplanan 20.444 kWh elektrik tasarrufu kampüs alanına göre oranlandığında 1,7 milyon kWh elektrik tasarrufu hesaplanmaktadır. Bu miktar 2021 yılı kampüs elektrik tüketimi olan 21,0 milyon kWh'in %8 oranına karşılık gelmektedir.

Enstitü binası için toplamda 972.438 kWh enerji tasarrufu hesaplanmaktadır. Bu miktar kampüs alanına göre oranlandığında 51,5 milyon kWh (4.434 TEP) yapmakta olup toplam enerji tüketiminin % 42'sine denk gelmektedir.

Tasarruf maliyetleri hesaplanırken 2022 yılı Eylül ayı güncel fiyatları elektrik için 3,42 TL/kWh, doğalgaz; için 1,8 TL/kWh kullanılmaktadır. Doğalgaz birim fiyatı Üniversitenin doğalgaz satın alım yaptığı Enerya firmasının internet sitesinden Üniversite kullanım oranları için alınmıştır. EPDK tarafından yayınlanan 2022 yılı eylül ayında geçerli olan nihai tüketim tablosu içerisinde kamu ve özel hizmetler sektörü orta gerilim tek terimli tek zamanlı tarife için elektrik birim fiyatı alınmıştır.

2021 yılı içerisinde elektrik enerjisi toplam tüketimin %16,9'unu (1.800 TEP), doğalgaz enerjisi toplam tüketimin %83,1'ini (8.800 TEP) oluşturmaktadır. 2022 yılı Eylül ayı doğalgaz birim fiyatı 20.930 TL/TEP, elektrik birim fiyatı 39.767 TL/TEP gerçekleşmektedir. Tasarruf maliyetleri hesaplanırken TL/TEP fiyatları kullanılmıştır.

Çizelge 6.2.'de her tesis veya bina için uygulanabilecek örnek verimlilik artırıcı projeler ve yaklaşık tasarruf yüzdeleri fırsatlar tablosu halinde verilmektedir. Yatırım maliyetleri Enstitüler binası için hesaplandıktan sonra kampüs alanına oranlanarak verilmektedir. Yatırım miktarları ve tasarruf oranlarının her tesis için farklılık göstereceği unutulmamalıdır. Verimlilik artırıcı projeler tablosu en düşük yatırım maliyetinden başlayacak şekilde sıralanmıştır.

Tasarruf yüzdesi sütununda her verimlilik artırıcı proje için kendi yakıt türü içerisinde gerçekleşen tasarruf oranı verilmektedir. Genel tasarruf yüzdesi sütununda ise her verimlilik artırıcı proje için toplam tüketime oranları verilmektedir.

Genel tasarruf toplamı %63,8 oranı Çizelge 6.3.'de Balthazard hesaplama yöntemi kullanılarak hesaplanmış orandır. Bu oran tüm kampüs alanı projeksiyon edilerek hesaplanan değerdir.

Tasarruf maliyet miktarları her VAP için kendi genel tasarruf yüzdesi bazında sağlanacak tasarruf için kampüsün güncel birim fiyatları (elektrik ve doğalgaz) ile hesaplanarak verilmektedir.

Geri ödeme süreleri ay bazında verilmekle birlikte en yüksek geri ödeme süresi 11,4 ay ile aydınlatma sistemi önerisi içeriğinde verimsiz aydınlatma elemanlarının LED dönüşümü için ve koridor, lavabolar gibi bölümlere hareket sensörü uygulaması düşünülerek tasarruf oranı verilmektedir.

Önerilen verimlilik artırıcı projelerin oldukça kısa sürelerde maliyetlerini geri ödemesiyle neredeyse hiç yatırım yapmadan büyük oranda tasarruf sağlamanın mümkün olacağı çok aşikar gözükmemektedir.

Çizelge 6.2. Verimlilik artırıcı projeler (Fırsatlar tablosu)

Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP)	Enerji Türü	Tasarruf Yüzdesi	Genel Tasarruf	Yatırım Maliyeti	Tasarruf Miktarları	Gerçek Ödeme Süresi
		(%)	Yüzdesi (%)	(TL)	(TL)	(Ay)
Enerji verimliliği farkındalık eğitimi	Doğalgaz + Elektrik	10	10	0	12.788.230	0,00
Brülör ayarlarının yapılması	Doğalgaz	3	2,5	0	5.525.520	0,00
Hidrofor basınç ayarları	Elektrik	2	0,3	0	1.431.612	0,00
Isı kayıp ve kaçakların önlenmesi	Doğalgaz	25	20,8	0	46.046.000	0,00
Elektrikli ısıtıcıların kullanımının engellenmesi	Elektrik	30	3,4	0	14.316.120	0,00
Ekonomizerlerin iyileştirilmesi	Doğalgaz	3	2,5	15.000	5.525.520	0,03
Otomatik yakma-kayıt-izleme cihazı	Doğalgaz	25	20,8	1.000.000	46.046.000	0,26
Termostatik vana uygulaması	Doğalgaz	25	20,8	1.500.000	46.046.000	0,39
Mekanik tesisat yalıtım uygulaması	Doğalgaz	12	9,9	1.988.914	22.102.080	1,08
Aydınlatma	Elektrik	11	1,9	7.644.672	8.017.027	11,44
TOPLAM			63,8	12.148.586	207.844.109	0,70

Toplam tasarruf oranı hesaplanırken, sağlık kuruluşlarında engelli bireylerin engellilik oranlarının hesaplanması için geliştirilen Balthazard hesaplama yönteminin, enerji tasarruf oranı hesabı için de kullanılabilineceği öngörülerek hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Bu yöntemle önce en yüksek orandaki tasarruf oranı 100'den çıkarılır. Devamında yapılacak diğer iyileştirmelerden elde edilecek tasarruf oranları kalan miktar üzerine uygulanır ve işleme böylece devam edilir. Çizelge 6.3.'de tasarruf oranları en yüksekten en küçüğe sıralanarak Balthazard hesaplama yöntemine göre tasarruftan sonra geri kalan tüketim oranları verilmektedir. Hesaplamaya göre tüm tasarruf projelerinden sonra %36,2 oranında tüketim kalmaktadır. Buna durumda yapılacak iyileştirmeler ile %63,8 oranında tasarruf sağlanabileceği görülmektedir.

Çizelge 6.3. Verimlilik Artırıcı Projeler ile Tasarruf oranı hesaplaması

Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP)	Tasarruf Oranları	Kalan Tüketim Miktarı
	%	%
Otomatik yakma-kayıt-izleme cihazı	20,8	79,2
Isı kayıp ve kaçakların önlenmesi	20,8	62,7
Termostatik vana uygulaması	20,8	49,7
Enerji verimliliği farkındalık eğitimi	10	44,7
Mekanik tesisat yalıtım uygulaması	9,9	40,3
Elektrikli ısıtıcıların kullanımının engellenmesi	3,4	38,9
Ekonomizerlerin iyileştirilmesi	2,5	37,9
Brülör ayarlarının yapılması	2,5	37,0
Aydınlatma	1,9	36,3
Hidrofor basınç ayarları	0,3	36,2

6.2. Öneriler

Tez çalışması ile kampüs içerisinde örnek bir bina olarak Enstitüler Binası belirlenmiş olup sadece bu binada incelemeler ve enerji etüdü yapılmıştır. Daha detaylı bir analiz için kampüs genelinde tüm binalarda çalışma yapılması gerekir. Isı merkezi bölümünde ise ısıtma sistemi incelemesi gerçekleştirildi. Isıtma sistemi tüm kampüs alanına hitap etmektedir. Çalışma kapsamının sınırlı tutulması sebebiyle, yapılamayan ve yapılması önerilen çalışmalar aşağıda sıralanmıştır;

- Özellikle enerji tüketiminde yüksek payı olan hastane binasında müstakil olarak ele alınıp detaylı enerji etüdü yapılması gerekmektedir.
- Kampüs içerisinde bina ve tesisat yalıtımı iyi olmayan eski binalar için yapılacak yatırımların fizibilitesi için detaylı bir tekno-ekonomik analiz gerçekleştirilmelidir.
- Kampüs içerisinde yapılacak yeni binalarda enerji performansı yüksek yeni tip bina kabuğu ve mekanik tesisatların tekno-ekonomik analizi yapılmalıdır.
- Ekonomizerlerin yoğuşmalı ekonomizer hale getirilmesinin tekno-ekonomik analizi yapılmalıdır.
- Mevcut buhar kazanları (maksimum çalışma basıncı 6 bar) ile kojenerasyon sisteminin uygulanabilirliğinin tekno-ekonomik analizi yapılmalıdır.
- Mevcut buhar kazanlarının daha yüksek basınçlı buhar kazanları ile değiştirilerek yeni baştan kojenerasyon sistemi kurulumunun tekno-ekonomik analizi yapılmalıdır.
- Yeni yapılacak binalarda; neredeyse sıfır enerjili bina, akıllı bina, yeşil bina, karbon nötr bina, sürdürülebilir bina gibi yeni konseptlere geçilmesinin tekno-ekonomik analizi yapılmalıdır.
- Üniversitenin tüm yerleşim birimlerinin çatılarının PV fotovoltaik paneller ile kaplanması ile tüm kampüsün enerjisinin karşılanıp karşılanamayacağının tekno-ekonomik analizi yapılmalıdır.
- Kampüs alanında uygun bulunan tepelere kurulacak rüzgar türbinleri ile tüm kampüsün enerjisinin karşılanıp karşılanmayacağının tekno ekonomik analizi yapılmalıdır.
- Bahsi geçen projelerin hayata geçirilmesi amacıyla gerekli finansal kaynağın temini için yurtiçi, yurtdışı destekler araştırılarak bunlardan faydalanılabilir.
- Enerji yönetim sisteminin sağlıklı kurulması, işletilmesi ve takibi adımlarını sistematik bir şekilde uygulanabilmesi için bir yazılım geliştirilmesinin çok faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Alhurayess, S. S., 2016, Energy Management in Hospitals: A Case Study of the Saudi Ministry of Health, Doktora Tezi, *Brunel University London*, Londra, 1-145.
- Anonim 2020, Kamu Binalarında Enerji Tasarruf Rehberi, Sunum, [online], <http://bursa.meb.gov.tr/enerjiyonetimi/evp16/ayar/ekler/webiste/bilgi-bankasi/dosyalar/dosya-kamu-binalarinda-enerji-tasarrufu-rehberi-82089.pdf>, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022].
- Anonim 2022 a, Chauvin Arnoux Enerji Analizörü, [online], <https://uk.rs-online.com/web/p/power-quality-analysers/6552917>, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022].
- Anonim 2022 b, Fluke Termal Kamera, [online], <https://www.fluke.com/tr-tr/urun/termal-kameralar/ti105>, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022].
- Anonim 2022 c, Ram Ölçü, Baca Gazı Analizörü, [online], <https://www.ramolcu.com/urun/kimo-kigaz-50-baca-gazi-analiz-cihazı>, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022].
- Anonim 2022 d, Unit-T, Lüksmetre, [online], <https://www.uni-t.com.tr/unit-ut-383-mini-luxmetre>, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022].
- Anonim 2022 e, Techgrow, Hava Kalitesi Ölçüm Cihazı, [online], <https://www.techgrow.nl/green-eye-co2-meter-and-datalogger.html>, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022].
- Anonim 2022 f, Elektronik Balastlar, [online], <https://federal.com.tr/elektronik-balastlar/>, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022].
- Arkat, A., 2013, Bir Havalimanında Enerji Verimliliği ve Enerji Yönetim Sisteminin Kurulumunun Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-97.
- Bilgin, A., 2001, Kazanlarda Baca Gazı Analizlerinin Değerlendirilmesi, İç Soğuma Kayıplarının İrdelenmesi, Bildiri, *V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, İzmir, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/b1372fc0c3e83bd_ek.pdf, Ziyaret Tarihi; [02.08.2022], 617-622.

- Brogan, M., ve Galata, A., 2015, The VERYSchool Project: Valuable EneRgY for a smart School - Intelligent ISO 50001 Energy Management Decision Making in School Buildings, *AIAI Workshops*, İrlanda.
- Coşkun, C., Oktay, Z., ve Ertürk, M., 2010, Konutların Isıtma Sezonunda Seçilen İç Ortam Sıcaklık Parametresinin Enerji-Maliyet-Çevre Açısından Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama Örneği, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 116, 28-34.
- Ferreira, J., Afonso, J., Monteiro, V., and Afonso, J., 2018, An Energy Management Platform for Public Buildings. *Electronics*, 7(11), 294, <https://doi.org/10.3390/electronics7110294>.
- İşcan, S., 2019, Metro İstanbul Enerji Yönetim Sisteminin Oluşturulması Modellenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yalova, 1-251.
- Kavak, K., 2018, Vaka Çalışmaları İle Sanayide Enerji Verimliliği, Dünya Enerji Konseyi-Türk Milli Komitesi, Sunum, [online], <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2018/02/DrKubilayKavakSunum.pdf>, Ziyaret Tarihi; [02.07.2022].
- Paçacı, İ., Ülgen, K., ve Söğüt, M. Z., 2019, Kamu Binalarında Düşük Karbon Salımlı Enerji Yönetim Modeli ve Örnek Uygulama. 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Binalarda Enerji Performansı ve Akıllı Binalar Sempozyumu, İzmir, 243-252.
- Palacio, J., Silva, E., Reyes, A., Moreno, M., Morejon, M., Battlle, E., and Lora, E., 2019, A Methodology To Estimate Baseline Energy Use And Quantify Savings In Electrical Energy Consumption In Higher Education Institution Buildings: Case study, Federal University of Itajuba (UNIFEI), Makale, *Elsevier*, 244, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118551>.
- Şekerci, H., Yıldırım Özcan, N., Becerik, G., Unutmaz, T., Hepbaşı, A., 2016, Üniversitelerde Enerji Yönetim Sisteminin Oluşturulması: Yaşar Üniversitesi Uygulaması, 7. *Enerji Verimliliği Formu ve Fuarı*, İstanbul, [online], <https://ese.yasar.edu.tr/wp-content/uploads/2016/01/Hacer-Sekerci-13-01-2016.pdf>, Ziyaret Tarihi; [02.07.2022].
- Teke, A., ve Güzel, A., 2012, Sanayide Enerji Verimliliği ve Bazı İyileştirme Alanları, Sunum, EMO Adana Şubesi, [online], http://www.emo.org.tr/ekler/acc3855121caef4_ek.pdf, Ziyaret Tarihi; [02.07.2022].

Tekerekoğlu, A., 2018, Gaziantep Belediyesi Yenilenebilir Enerji Projeleri, Sunum, [online], http://www.evf.gov.tr/content/files/Konusmaci_Sunumlari/turk-konusmacilar/aysegul-tekerekoglu.pdf, Ziyaret Tarihi; [02.07.2022], 1-34.

Yaman, M., ve Gökçen, G., 2007, Kamu Sektöründe Enerji Yönetimi: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Örneği, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, Seminer Bildirisi, İzmir, 873-886.



EKLER

EK 1 Bina kapı ısı kayıpları hesabı.

$$Q = V * \rho * Cp * (Tiç - Tdış)$$

$$\rho = 1,225 \text{ kg / m}^3$$

$$Cp = 0,24 \text{ kCal/m}^3$$

- Kayar kapı boyutları 1,8 m ve 2,1 m'dir.
- İç ortam sıcaklığı kış ayları için 22 °C olarak alınmaktadır.
- Konya ili için kış ayları dış ortam Sıcaklıkları: Ocak -4,2 °C, Şubat -3,3 °C, Mart -0,2 °C, Nisan 4,3 °C, Ekim 5,9 °C, Kasım 0,8 °C, Aralık -2,3 °C olarak alınmıştır.
- Bu aylar için toplam ısı kaybı 6.733.266 kCal olarak hesaplanmaktadır.
- Bu kayıpları kapılarda oluşabilecek gecikme, aksaklıklar ve insan faktörü etkisiyle %50 oranında kazanabileceğimizi düşünürsek,
- Geri kazanabileceğimiz tasarruf miktarımız 3.366.633 kCal'dır.
- Bu miktar 3.915 kWh değerine eşittir.
- Kazan verimimizi %93 olarak
- Kış ayları tasarruf miktarımız 4.209 kWh olarak bulunur.

EK 2 Bina pencere ısı kayıpları hesabı.

$$Q = V * \rho * Cp * (Tiç - Tdış)$$

$$\rho = 1,225 \text{ kg / m}^3$$

$$Cp = 0,24 \text{ kCal/m}^3$$

- Pencere boyutları 1,5 m ve 0,5 m'dir.
- İç ortam sıcaklığı kış ayları için 22 °C olarak alınmaktadır.
- Konya ili için kış ayları dış ortam Sıcaklıkları: Ocak -4,2 °C, Şubat -3,3 °C, Mart -0,2 °C, Nisan 4,3 °C, Ekim 5,9 °C, Kasım 0,8 °C, Aralık -2,3 °C olarak alınmıştır.
- Bu aylar için toplam ısı kaybı 1.335.965 kCal olarak hesaplanmaktadır.
- Bu kayıpları pencerede oluşabilecek aksaklıklar ve insan faktörü etkisiyle %50 oranında kazanabileceğimizi düşünürsek,
- Geri kazanabileceğimiz tasarruf miktarımız 667.983 kCal'dır.
- Bu miktar 777 kWh değerine eşittir.
- Kazan verimimizi %93 olarak
- Kış ayları tasarruf miktarımız 835 kWh olarak bulunur.

EK 3 Kazan verimi hesabı.

1. Kuru baca gazı yoluyla olan ısı kaybı (L_{KBG})

$$L_{KBG} = \frac{K * (T_{BG} - T_0)}{CO_2} * \frac{Yakıt Üst Isıl Değeri}{Yakıt Alt Isıl Değeri}$$

2. Baca gazındaki nem nedeniyle olan ısı kaybı (L_{NBG})

$$L_{NBG} = \frac{(9 * H_{yakıt}) * (50,0 - T_0 + (0,50 * T_{BG}))}{Yakıt Üst Isıl Değeri} * \frac{Yakıt Üst Isıl Değeri}{Yakıt Alt Isıl Değeri}$$

3. Baca gazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_{COBG})

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

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

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

5. Blöf Nedeniyle Olan Isı Kaybı (L_B)

$$L_B = \frac{(T_B - T_{H_2O}) * BM * (100 - L)}{((T_B - T_{H_2O}) * BM) + ((100 - BM) * (660 - T_{H_2O}))} * \frac{Yakıt Üst Isıl Değeri}{Yakıt Alt Isıl Değeri}$$

EK 4 Kazan yüzeyinin yalıtım hesabı.

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

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

- 8 adet kazan için 18,4 m² ön ve arka kazan kapak alanı alınmıştır.
- Yüzey sıcaklığı 120 °C
- Ortam sıcaklığı 20 °C
- Yalıtım Sonrası yüzey sıcaklığı 25 °C
- *B Katsayısı yatay yüzeyler için = 1,7* olarak alınmıştır
- U_c (Konveksiyon İle ısı transfer katsayısı) = $B \times (T_y - T_a)^{0,25} = 5,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- U_r (Radyasyon ile ısı transfer katsayısı) = $\left(\frac{5,67 \times \epsilon}{T_y - T_a}\right) \times \left(\left(\frac{T_y}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_a}{100}\right)^4\right)$
- = 9,2 W/m²·K
- Q Yalıtım Öncesi ısı kaybı = $(U_c + U_r) \times A \times (T_y - T_a) = 26.745 \text{ W}$
- Q Yalıtım Sonrası ısı kaybı = $(U_c + U_r) \times A \times (T_y - T_a) = 761 \text{ W}$
- Tasarruf Miktarı = 25.984 W
- Yıllık çalışma saati 4320 saat
- Yıllık toplam tasarruf miktarı 112.251 kWh olmaktadır.

EK 5 Yalıtımsız mekanik tesisat elemanlarının yüzeyinden kaybolan ısı kayıpları ve yalıtım sonrası ısı kaybı formülleri.

- Q Yalıtım Öncesi ısı kaybı formülü

$$(Uc + Ur) \times \pi \times d1 \times (Ts - Ta)$$

- Uc (Konveksiyon İle ısı transfer katsayısı) (W/m².K)

$$1,15 \times \left(\frac{(Ts - Ta)}{d1} \right)^{0,25}$$

- Ur (Radyasyon ile ısı transfer katsayısı) W/m².K

$$5,67 \times 10^{-8} \times \varepsilon \times (Ts^2 + Ta^2) \times (Ts + Ta)$$

- Q Yalıtım Sonrası ısı kaybı (W/m)

$$\frac{\pi \times (Ts - Ta)}{\frac{Ln(d2/d1)}{2 \times \lambda} + \frac{1}{Uso \times d2}}$$

Globe vana için ısı kaybı hesaplanırken eşdeğer boru uzunluğu 2,7 m, kelebek vana için 2 m, kondensstop için 3 m, pislik tutucu için 3 m, ve pompa gövdesi için eşdeğer boru uzunluğu 3 m kabul edilmiştir. Örnek olması açısından Çizelge 0.1’de DN200 boyut üzerinden yapılan hesaplama yer verilmekte olup, diğer boyutlardaki ısı kaybı hesabı da aynı yöntemle yapılmıştır. Çizelge 0.2. ve Çizelge 0.3’de Enstitü binası ve ısı merkezinde bulunan yalıtımsız mekanik tesisat elemanları için yıllık toplam tasarruf miktarları bulunmaktadır. Isı merkezinde 267.844 kWh ve Enstitü binasında 133.611 toplamda 401.455 kWh doğalgaz enerjisinden tasarruf sağlanabilecektir. Toplam yatırım maliyeti 35.386 TL olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 0.1. DN200 mekanik tesisat örnek ısı kaybı hesabı tablosu

ISI KAYBI HESABI	DN 200	
Ts Yüzey Sıcaklığı	155	°C
	428,15	°K
Ta Ortam Sıcaklığı	20	°C
	293,15	°K
Ts-Ta	135	°K
d1 dış çap	219,1	mm
	0,2191	m
Yalıtım Kalınlığı	50	mm
d2 yalıtım sonrası dış çap	269,1	mm
	0,2691	m
E Emisivite	0,95	E
$\ln(d2/d1)$	0,205554811	
Lamda Taş Yünü	0,04	W/mK
Pi	3,141592654	
Uso	8	W/m ² K
Uc	5,73	W/m ² K
Ur	10,46	W/m ² K
Q Yalıtım Öncesi	1.504,4	W/m
Q Yalıtım Sonrası	139,7	W/m
Q Tasarruf Miktarı (1 metre Boru İçin)	1.364,70	W/m
Vana Türü	Eşdeğer Boru Uzunluğu	Isı Kaybı Tasarrufu
Globe Vana	2,7 m	3.684 Wh

Çizelge 0.2. Mekanik tesisat yalıtımı ile tasarruf tablosu

Bulunduğu Yer	Tesisat Elemanı	Boyut	Sıcaklık (°C)	Yalıtımsız Birim Isı Kaybı (W/m)	Yalıtımlı Birim Isı Kaybı (W/m)	Birim Tasarruf (W/m)	Eşdeğer Boru Uzunluğu (m)	Tasarruf Miktarı (W)	Adet	Toplam Tasarruf Miktarı (W)	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Toplam Tasarruf (kWh)	Birim Yatırım Maliyeti (TL)	Toplam Yatırım Maliyeti (TL)
Isı Merkezi / Kazan Üzeri	Globe Vana	DN200	155	1.504	140	1.365	2,7	3.685	8	29.478	4.320	127.343	937	7.496
Isı Merkezi / Dağıtım Hattı	Globe Vana	DN200	155	1.504	140	1.365	3,7	5.049	4	20.198	4.320	87.253	937	3.748
Isı Merkezi / Dağıtım Hattı	Globe Vana	DN65	155	557	56	501	2,7	1.353	3	4.059	4.320	17.534	299	897
Isı Merkezi / Dağıtım Hattı	Globe Vana	DN50	155	470	49	421	2,7	1.137	3	3.410	4.320	14.731	288	864
Isı Merkezi / Dağıtım Hattı	Globe Vana	DN80	155	665	65	600	2,7	1.619	3	4.857	4.320	20.982	366	1.098
Enstitü Binası / Giriş Hattı	Globe Vana	DN100	150	789	77	712	2,7	1.922	2	3.844	4.320	16.608	421	842
Enstitü Binası / Giriş Hattı	Pislik Tutucu	DN100	150	789	77	712	3	2.136	1	2.136	4.320	9.227	516	516
Enstitü Binası / Giriş Hattı	Basınç Düşürücü	DN100	150	789	77	712	3	2.136	1	2.136	4.320	9.227	516	516
Enstitü Binası / Giriş Hattı	Globe Vana	DN65	150	528	54	473	2,7	1.278	2	2.556	4.320	11.043	299	598
Enstitü Binası / Eşanjör Giriş	Globe Vana	DN65	120	364	42	323	2,7	871	4	3.485	4.320	15.054	299	1.196
Enstitü Binası / Eşanjör Giriş	Pislik Tutucu	DN65	120	364	42	323	3	968	2	1.936	4.320	8.364	340	680
Enstitü Binası / Eşanjör Giriş	Termostatik Vana	DN65	120	364	42	323	3	968	2	1.936	4.320	8.364	253	506
Enstitü Binası / Eşanjör Giriş	Globe Vana	DN25	120	184	24	160	2,7	431	6	2.585	4.320	11.167	181	1.086
Enstitü Binası / Eşanjör Giriş	Kondenstop	DN25	120	184	24	160	3	479	2	957	4.320	4.136	181	362

Çizelge 0.3. Mekanik tesisat yalıtımı ile tasarruf tablosu

Bulunduğu Yer	Tesisat Elemanı	Boyut	Sıcaklık (°C)	Yalıtımsız Birim Isı Kaybı (W/m)	Yalıtımlı Birim Isı Kaybı (W/m)	Birim Tasarruf (W/m)	Eşdeğer Boru Uzunluğu (m)	Tasarruf Miktarı (W)	Adet	Toplam Tasarruf Miktarı (W)	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Toplam Tasarruf (kWh)	Birim Yatırım Maliyeti (TL)	Toplam Yatırım Maliyeti (TL)
Enstitü Binası / Basma Hattı	Küresel Vana	DN65	60	112	17	95	2	191	17	3.241	4.320	13.999	253	4.301
Enstitü Binası / Basma Hattı	Pompa Gövdesi	DN65	60	112	17	95	3	286	4	1.144	4.320	4.941	340	1.360
Enstitü Binası / Dönüş Hattı	Kelebek Vana	DN65	55	95	15	81	2	161	4	645	4.320	2.786	186	744
Enstitü Binası / Dönüş Hattı	Globe Vana	DN100	55	142	21	121	2,7	327	2	654	4.320	2.826	299	598
Enstitü Binası / Dönüş Hattı	Çekvalf	DN100	55	142	21	121	3	363	1	363	4.320	1.570	383	383
Enstitü Binası / Dönüş Basma Hattı	Kelebek Vana	DN65	55	95	15	81	2	161	5	806	4.320	3.483	186	930
Enstitü Binası / Dönüş Basma Hattı	Globe Vana	DN100	55	142	21	121	2,7	327	1	327	4.320	1.413	421	421
Enstitü Binası / Dönüş Basma Hattı	Pompa Gövdesi	DN100	55	142	21	121	3	363	1	363	4.320	1.570	494	494
Enstitü Binası	Boru	DN100	55	142	21	121	1	121	10	1.211	4.320	5.233	400	4.000
Enstitü Binası	Boru	DN150	55	201	29	172	1	172	3,5	602	4.320	2.600	500	1.750
Toplam								26.505		92.929		401.455		35.386

EK 6 Yalıtımsız eşanjörlerden kaybolan ısı kayıpları ve yalıtım sonrası ısı kaybı hesabı.

- Q Yalıtım Öncesi ısı kaybı (W)

$$(Uc + Ur) \times A \times (Ty - Ta)$$

- Uc (Konveksiyon İle ısı transfer katsayısı) (W/m².K)

$$B \times (Ty - Ta)^{0,25}$$

- Ur (Radyasyon ile ısı transfer katsayısı) (W/m².K)

$$\left(\frac{5,67 \times \varepsilon}{Ty - Ta} \right) \times ((Ty/100)^4 - (Ta/100)^4)$$

- Q Yalıtım Sonrası ısı kaybı (W)

$$(Uc + Ur) \times A \times (Ty - Ta)$$

Çizelge 0.4.'de Enstitü binasında bulunan iki adet ısıtma hattı eşanjörü için 1,4 m² alan girilmiştir. Yüzey sıcaklığı 80 °C ve ortam sıcaklığı 20 °C alınmıştır. Yalıtımsız durumda ısı kaybı 1.032 W olarak bulunmaktadır. Yalıtım yapılması durumunda ısı kaybı 57,9 W olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 0.4. Isıtma hattı yalıtımsız eşanjör ısı kaybı tablosu

MEVCUT DURUM		
Yüzey Alanı	1,4	m ²
Yüzey Sıcaklığı	80	°C
Ortam Sıcaklığı	20	°C
Emmisivite	0,98	
B Katsayısı	1,7	
Ur	7,6	W/m ² K
Uc	4,7	W/m ² K
Toplam Isı Kaybı	1032	W
YALITIMLI DURUM		
Yüzey Alanı	1,40	m ²
Yüzey Sıcaklığı	25	°C
Ortam Sıcaklığı	20	°C
Emmisivite	0,98	
B Katsayısı	1,7	
Ur	5,7	W/m ² K
Uc	2,5	W/m ² K
Toplam Isı Kaybı	57,9	W

Çizelge 0.5.'de eşanjör için yılda 4320 saat çalıştığı bulunarak, buradan sağlanacak yıllık tasarruf miktarı 4.208 kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 0.5. Isıtma hattı yalıtımsız eşanjör tasarruf tablosu

Tasarruf Miktarı	974	Wh
Günlük Çalışma Süresi	24	Saat
Yıllık Çalışma Süresi	180	Gün
Toplam Çalışma Süresi	4.320	Saat
Yıllık Tasarruf	4.208	kWh
Yıllık Tasarruf Maliyeti	1.683	TL

EK 7 TEP çevrim katsayıları.**Çizelge 0.6. TEP çevrim katsayıları**

Miktar	Birim	Yakıt	Alt Isıl Değeri [kCal/Birim]	TEP ÇEVİRİM KATSAYISI
1	Ton	Taşkömürü	6.100.000	0,6100
1	Ton	Kok Kömürü	7.200.000	0,7200
1	Ton	Briket	5.000.000	0,5000
1	Ton	Linyit teshin ve sanayi	3.000.000	0,3000
1	Ton	Linyit santral	2.000.000	0,2000
1	Ton	Elbistan Linyiti	1.100.000	0,1100
1	Ton	Petrokok	7.600.000	0,7600
1	Ton	Prina	4.300.000	0,4300
1	Ton	Talaş	3.000.000	0,3000
1	Ton	Kabuk	2.250.000	0,2250
1	Ton	Grafit	8.000.000	0,8000
1	Ton	Kok tozu	6.000.000	0,6000
1	Ton	Maden	5.500.000	0,5500
1	Ton	Asfaltit	4.300.000	0,4300
1	Ton	Odun	3.000.000	0,3000
1	Ton	Hayvan ve Bitki Artığı	2.300.000	0,2300
1	Ton	Ham Petrol	10.500.000	1,0500
1	Ton	Fuel Oil No: 4	9.600.000	0,9600
1	Ton	Fuel Oil No: 5	10.025.000	1,0025
1	Ton	Fuel Oil No: 6	9.860.000	0,9860
1	Ton	Motorin	10.200.000	1,0200
1	Ton	Benzin	10.400.000	1,0400
1	Ton	Gazyağı	8.290.000	0,8290
1	Ton	Nafta	10.400.000	1,0400
1.000	m ³	Doğal Gaz	8.250	0,8250
1	Ton	Kok Gazı	8.220.000	0,8220
1.000	m ³	Kok Gazı	4.028	0,4028
1	Ton	Yüksek Fırın Gazı	535.000	0,0535
1.000	m ³	Yüksek Fırın Gazı	690	0,0690
1.000	m ³	Çelikhane Gazı	1.500	0,1500
1.000	m ³	Rafineri Gazı	8.783	0,8783
1.000	m ³	Asetilen	14.230	1,4230
1.000	m ³	Propan	10.200	1,0200
1	Ton	LPG	10.900.000	1,0900
1.000	m ³	LPG	27.000	2,7000
1.000	kWh	Elektrik	860	0,0860
1.000	kWh	Hidrolik	860	0,0860
1.000	kWh	Jeotermal	860	0,0860