

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK - ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAMPÜS ENERJİ YÖNETİMİ VE UYGULAMALARI

Abdulkadir GÜNGÖR

NİSAN 2021

ELEKTRİK - ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAMPÜS ENERJİ YÖNETİMİ VE UYGULAMALARI

Hazırlayan
Abdulkadir GÜNGÖR

Danışman
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
Doç. Dr. Mehmet Nuri ALMALI
Dr. Öğr. Üyesi Behçet KOCAMAN

NİSAN 2021

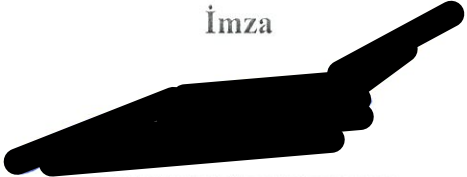

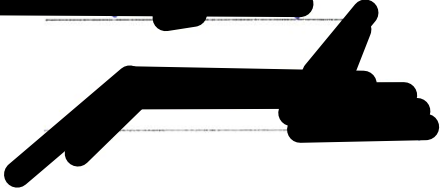
ONAY

Abdulkadir GÜNGÖR tarafından hazırlanan “**Kampüs Enerji Yönetimi ve Uygulamaları**” adlı tez çalışması 14/04/2021 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
(Başkan, Danışman)
Doç. Dr. Mehmet Nuri ALMALI
(Üye)
Dr. Öğr. Üyesi Behçet KOCAMAN
(Üye)

İmza

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zeki ARGUNHAN

Enstitü Müdürü

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYAN

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Kampüs Enerji Yönetimi ve Uygulamaları**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 14/04/2021

Abdulkadir GÜNGÖR



ÖZET

KAMPÜS ENERJİ YÖNETİMİ VE UYGULAMALARI

Abdulkadir GÜNGÖR

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

Nisan 2021, 88 sayfa

Enerji, iş yapabilme yeteneğidir. İnsanlık, tarih boyunca hayatta kalma mücadelesi vermiştir. Mücadele, güç gerektirdiği için insanoğlu kendi gücünün yanında doğanın da gücünü kendi yaşamında kullanmak için çareler aramıştır. Gelişen dünyada bilim adamlarının katkısıyla birçok enerji türü keşfedilmiş ve insanlığın yaşamının temel ve lüks ihtiyaçlarını gidermede kullanılmak için hizmetlerine sunulmuştur. Ancak yenilenemez enerjinin kısıtlı olması ve insanlığın enerji ihtiyacının sınırsız olması enerjinin yönetilmesi sonucunu doğurmuştur

Enerji yönetimi, insanlığın yaşam standartlarından (konfor şartlarından) ödün vermeden ihtiyaçlarını gidermede ve yaşamını kolaylaştırmada kullanılan teknolojilerin maliyetlerini azaltıp, çevreye en az zararla dış faktörlerin de etkisini katarak tasarruf projeleriyle minimum seviyeye düşürmektir.

Bu çalışmada, Muş Alparslan Üniversitesi kampüsünde bulunan binaların mimari ve enerji tüketim verileri toplanarak ulusal yazılım olan BEP-TR programından faydalanarak binaların yıllık enerji tüketim değerleri ve sera gazı emisyonları teorik olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler dört yıllık gerçek enerji tüketimleri ile karşılaştırma yapılarak durum analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda dış ortam sıcaklığının toplam enerji (yakıt ve elektrik) tüketimini etkileyen en önemli parametre olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: BEP-TR, Enerji, Enerji Tüketimi, Enerji Yönetimi

ABSTRACT

CAMPUS ENERGY MANAGEMENT AND APPLICATIONS

Abdulkadir GÜNGÖR

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Electrical - Electronics Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ

April 2021, 88 pages

Energy, is the ability to do work. Humanity has struggled to survive throughout history. Because the struggle requires power, he sought ways to use the power of nature in his life as well as his own power. Many types of energy have been discovered in the developing world with the contribution of scientists and have been offered to use in meeting the basic and luxurious needs of human life. However, the limited non-renewable energy and the unlimited energy need of humanity have resulted in energy management

Energy management, on the other hand, is to reduce the costs of the technologies used to meet the needs and facilitate the life of humanity without compromising the living standards (comfort conditions) by adding the effect of external factors with the least damage to the nature and to a minimum with savings projects.

In this master thesis, the architectural and energy consumption data of the buildings in the campus of Muş Alparslan University were collected, and the annual energy consumption values and greenhouse gas emissions of the buildings were calculated theoretically using the national software BEP-TR and the situation analysis was made by comparing with the real energy consumption of four years. As a result of the analysis, it has been seen that the external temperature is the most important parameter affecting energy consumption.

Keywords: BEP-TR, Energy, Energy Consumption, Energy Management

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sırasında, öncelikle bizleri yaratan yüce ALLAH'a (c.c.) hamd ederiz. Tez konusunun belirlenmesinden başlayarak son aşamaya kadar her konuda benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ ve Doç. Dr. Ramazan ATICI'ya Őükranlarımı sunarım.

Gösterdikleri büyük emek, sabır ve fedakârlıkla bugünlere gelmemizin en büyük mimarları olan başta annem, babam ve tez sırasında motivasyon kaynağım olan eşim ve çocuklarım, olan Ahmet Tunahan ile Eslem Sare'ye ithaf ediyorum.

ÖNSÖZ

İnsanlığın dünyadaki yaşam mücadelesi sürekli devam etmektedir. Bu süreçte yaşam standartlarının seviyesinde ihtiyaçlarını gidermektedir. Zamanla lüks ihtiyaçların temel ihtiyaca geçişlerinden biri enerjidir. Günümüzde gelişmiş ülkeler enerjiye daha çok ihtiyaç duyarlar. Çünkü gelişmişlik makine gücünü kullanmaya bağlı bir terimdir. Yenilenemez enerji kaynaklarının sınırlı olması insan ihtiyaçlarının ise sınırsız olması enerjinin iyi bir şekilde yönetilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Enerjiyi iyi yönetebilmek için ilk olarak teknik, mali ve çevresel analizinin iyi tetkik edilmesi gerekir. Aslında ihtiyaçlarımızı kontrollü bir şekilde enerjiden bağımsız olarak dizayn edebilirsek dünyadaki enerji savaşlarını ortadan kaldırmak mümkün olur.

Enerji yönetimi, öncelikle ihtiyaçlarımızın standart değerleri baz alınarak minimum enerji ile karşılamaktır. Zaten enerji tüketim değerleri ne kadar az olursa, maliyeti ve çevreye zararı da o nispetle az olur.

Bu çalışmada karmaşık binaların bulunduğu Muş Alparslan Üniversitesi kampüsünde enerji tüketimlerini hem simülasyon programı olan BEP-TR ile teorik olarak hesaplatıldı. Hem de dört yıla ait kampüsün elektrik ve yakıt faturalarından toplam enerji tüketimi hesaplanmıştır. Sonra teorik ve uygulama verileri karşılaştırılmıştır. En sonunda yıllara göre enerji tüketimlerini personele, kapalı alana ve dış sıcaklık değerine göre mukayese edilmiştir. Tez çıktısında ise enerji tüketimini etkileyen en önemli parametrenin dış sıcaklık olduğu görülmüştür.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
1.1. Enerjiye İhtiyaç Duyduğumuz Sistemler	6
1.1.1. Konfor Şartları.....	7
1.1.1.1. Aydınlatma Standartları.....	7
1.1.1.2. Termal Konfor Standartları.....	8
1.1.1.3. Havalandırma Standartları	9
1.2. Enerjinin Analizi.....	10
1.3. Enerjinin Mali Analizi	13
1.4. Enerji çevre ilişkisi	14
1.5. Enerji Yönetim Sistemi	16
1.5.1. Enerji yönetim şekli	18
1.5.1.1. İnsan odaklı yönetim	18
1.5.1.2. Otomasyon odaklı (dijital) yönetim	18
2. MATERYAL VE YÖNTEM	20
2.1. Materyal	20
2.1.1. Binaların Mimari Verileri.....	20
2.1.2. Binaların Mekanik Sistem Verileri	22
2.2. Yöntem.....	23
2.2.1. BEP-TR (Binalarda Enerji Performans) Programı	23
2.2.1.1. BEP-TR’de Net Enerji İhtiyacının Hesaplanması	24
2.2.2. Referans bina ve binaların enerji tüketim sınıflarının belirlenmesi.....	35
3. BULGULAR	37

3.1. Muş Alparslan Üniversitesi Enerji Tüketimi Teorik Sonuçları.....	37
3.2. Muş Alparslan Üniversitesi Enerji Tüketimi Gerçek Sonuçları.....	39
3.3. Muş Alparslan Üniversitesi Enerji Tüketimi Ve Karşılaştırılması.....	44
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
5. KAYNAKLAR.....	49
6. EKLER.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	88



ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

1.1. Aydınlatma örneklemesinde kullanılacak ölçüm yükseklikleri ve aydınlatma sınır değerleri.	7
1.2. Kış ve Yaz İçin Verilen İç Ortam Sıcaklık Değerleri (prEN 15251-2006).....	9
1.3. Enerji Kontrolünde Tavsiye Edilen İç Ortam CO ₂ Değerleri (prEN 15251-2006)	10
1.4. Enerji kaynaklarının sera gazı salınım oranları	15
2.1. MŞÜ kütüphane-bilgi işlem bina inşaat verileri	21
2.2. MŞÜ Kütüphane-Bilgi-İşlem bina enerji verileri	22
2.3. BEP-TR’de enerji performans göstergesi aralığı.....	64
3.1. BEP-TR kampüs bina çıktıları.....	38
3.2. MŞÜ 2016 yılına ait enerji tüketim değerleri	40
3.3. MŞÜ 2017 yılına ait enerji tüketim değerleri	41
3.4. MŞÜ 2018 yılına ait enerji tüketim değerleri	42
3.5. MŞÜ 2019 yılına ait enerji tüketim değerleri	43
3.6. MŞÜ yıllara göre enerji tüketimini etkileyen veriler	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Enerji kaynaklarının dağılımı	11
1.2. Dünyadaki enerji üretiminin kaynaklarının dağılımı.	12
1.3. PUKÖ döngüsü	17
2.1. RC direnç kapasite modeli.	25
2.2. Bina Performansını etkileyen BEP-TR veri girdileri	28
2.3. BEP-TR programı bina mimari verileri girişi.	30
2.4. Bina enerji verileri girişi.	31
2.5. BEP-TR program çıktısı	32
2.6. BEP-TR program algoritması	33
2.7. BEP-TR programının referans binaya göre oranı	36
3.1. MŞÜ Kütüphane binası BEP-TR program çıktısı.	37
3.2. Binaların yıllık enerji tüketimi (TEP) BEP-TR çıktısı.	39
3.3. 2016 yılı kampüs enerji dağılımı	40
3.4. 2017 yılı kampüs enerji dağılımı	41
3.5. 2018 yılı kampüs enerji dağılımı	42
3.6. 2019 yılı kampüs enerji dağılımı	43
3.7. Türkiye 2016-2019 yılları enerji tüketimini etkileyen faktörler grafiği.	45

SİMGELER DİZİNİ

Φ	Isı miktarı
Θ	Sıcaklık derecesi
U	Isıl iletkenlik katsayısı
A	Toplam alan
H	Isıl iletkenlik geçiş
E _p	Enerji performansı
CO ₂	Karbondioksit
C	Karbon



KISALTMALAR DİZİNİ

EKB	Enerji kimlik belgesi
EnYS	Enerji yönetim sistemi
SCADA	Supervisor Control and Data Aquisition (Merkezi Denetleme Kontrol ve Veri Toplama)
MŞÜ	Muş Alparslan Üniversitesi
TEP	Ton eşdeğer petrol
MTEP	Milyon ton eşdeğer petrol
TWh	Tera watt saat
GWh	Giga watt saat
kWh	Kilo watt saat
HVAC	Heating ventilating and climating (Isıtma soğutma ve iklimlendirme)
BEP	Binalarda enerji performansı
BEP -TR	Binalarda enerji performans uygulaması
PUKÖ	Planla uygula kontrol et önlem al
KO	Kar oranı
GÖS	Geri ödeme süresi
İNA	Faiz oranlarına dayalı indirimli nakit akışı
NBD	Şimdiki değer
İKO	İç karlılık oranı
VRF	Variable refrigerant flow (Değişken debili soğutucu akış)

1. GİRİŞ

Enerji sosyal ve ekonomik yönden incelendiğinde dünyadaki hayat standartlarında ve ülke kalkınmasında yükselmeyi sağlayan en önemli faktördür. Sanayinin gelişmesiyle dünyadaki değişmelerin etkisi ve insan nüfusunun artması enerjiye olan ihtiyacı artırmıştır [1-3].

Dünya geneline bakıldığında enerji üretimi 2015 yılında toplam 13.790.000.000 Ton eşdeğer petrol (TEP) olarak ölçülmüştür. Enerji kaynaklarının dağılımına bakıldığında en büyük pay fosil yakıtlardan olan petrol (4.416.260.000 TEP), sonra kömür (3.871.530.000 TEP), daha sonra doğalgaz (2.975.710.000 TEP) oluşturmaktadır. 2016 Aralık'ta global enerji tüketimi 13.147.300.000 TEP olarak ölçülmüştür. En büyük orandan aşağı doğru sıralamaya bakılırsa % 33,3 petrol, % 28,1 doğalgaz, % 6,9 hidrolik, % 4,5 nükleer, % 3,2 yenilenebilir enerji kaynakları ve diğerleri oluşturmuştur [2].

Dünyadaki nüfusa bakılırsa 2015 senesinde toplam sayısı 7.334.000.000 insanın üzerindedir. Bunun yanında dünyadaki elektrik enerjisi üretimi 24.097,7 Tera Watt Saat (TWh) olarak ölçülmüştür. 2015 yılında bir insana düşen enerji harcaması 1,9 TEP, elektrik tüketimi ise 3026 Kilo watt saat (kWh) olarak ölçülmüştür. Elektrik enerjisini en fazla harcayan ülkelere bakıldığında Çin ilk sırada gelmektedir. Daha sonra sırasıyla ABD, Japonya ve Rusya, takip etmektedir. Ülkemiz nüfus ve yüzölçümü ile diğer ülkelere nazaran önemli bir yer teşkil eder. 2016 senesi itibarı ile ülkemiz genelinde elektriğin toplam üretimi 273.387,3 Giga watt saat (GWh) olarak ölçülmüştür. Ülkemizde 2016 senesi itibarıyla elektrik tüketimi ise 209,22 TWh dir. İnsan sayısı olarak harcanan enerji tüketimi ise 2.761 kWh'tır [2].

Türkiye'de 2016 yılı itibarı ile enerji üretiminde birincil kaynakların toplamı 35.734.000 TEP olarak ölçülmüştür. Birincil enerji kaynaklarının en büyük orandan aşağı doğru sıralamaya bakılırsa % 39 linyit, % 27 hidrolik, % 8 rüzgâr, % 7 jeotermal ve diğerlerinden oluşur. Enerjinin ithalatına bakılırsa 113.117.000 TEP olarak ölçülürken ithal edilen enerji kaynaklarının en büyük orandan aşağı doğru sıralamaya bakılırsa petrol % 45, doğalgaz % 34, kömür % 21 ve diğerleridir. Yabancı ve yerli enerji kaynaklara bağlı olmak üzere birincil enerjinin toplamı 14.8491.000 TEP olarak ölçülmüştür [2].

Gelişmekte olan dünyanın gün geçtikçe enerji ihtiyacı artmaktadır. 2005 yılından 2006 yılına geçildiğinde dünyadaki artış oranı % 2,4 'tür. Ülkemize bakarsak ortalama birincil enerji tüketimi artış oranı % 5 ikincil enerji olan elektrik ise % 7 olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl ülkemizin toplam enerji tüketimi değeri 92,3 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin dışa bağımlılıkta enerji sektörüne bakıldığında oran % 72 'ler seviyesindedir [4].

Bina enerji yönetim sistemlerinin tarihsel gelişimine bakarsak 19. asrın başlarında havalandırma kontrolü yapılarda sadece açılabilen pencerelerden oluşmaktaydı. Termostatik kontrollerin icat edildiği yıl 1880 dir. Fakat bu sistemler de yapay enerjiye ihtiyaç duymaktaydı. Bundan dolayı, arzu edilen havalandırma seviyeleri ve ısı kontrolü 20. asrın başlarında elektriğin hayatımızda tam yer edinemediği için kullanılamamıştır. 1930’larda ısıtma soğutma ve iklimlendirme (heating ventilating and climating, HVAC) teknolojisinin ilerlemesi ile doğal havalandırma tarihte yerini almıştır [5].

20. yüzyılda binaların enerji gelişimlerinde özellikle istenilen “gereksiz aydınlatmanın kullanılmaması”, “mahal sıcaklığının azaltılması”, “havalandırma oranlarının geri çekilmesi” ve “sıhhi sıcak suların sıcaklık seviyesinin düşürülmesi biçiminde yapılırken, şimdilerde ise binalarda enerji yönetimi, enerji sistemlerinin tam hakimiyeti ve enerji tüketen aletlerin içindeki enerji harcamalarının iyice analiz edilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı enerji yöneticisi, enerji tüketim grafiklerini, enerji diyagramlarını (Sankey diyagramlarını) kurgulayarak enerji verimlilik odaklarını belirlemeyi ve son olarak yapılar için uygulanan enerji pasif olmayan teknolojileri ve onların uygulamalarını yapma mecburiyetindedir [6].

Enerjiyi yönetmek için Yapay enerjiyi verimli ve isabetli kullanılması ile elde edilecek enerji tasarrufu düşük maliyet ile elde edilebilen bir enerji kaynağıdır ve ulus ekonomisindeki enerjiden kaynaklanan harcamaların düşürülmesinin yanı sıra sera gazlarının sebep olduğu dengesiz iklim koşullarının asgari seviyeye düşürülmesi ve enerji ihtiyacındaki yetersizliğin artırılmasına katkıda bulunacaktır [7].

Eğitimde önemli bir yeri olan üniversite kampüsleri, hedeflerine ulaşmak isteyenlere ve bilimsel çalışma yapmak isteyen kişilere imkan veren, teknik ve idari personele sahip ve zamanın her anında çalışma gösteren kurumlardır. Üniversite kampüslerinde bulunan binalarının sayı ve tür olarak fazla olması, su ve enerji ihtiyaçlarının çokluğu, ortaya çıkan zararlı atıkların çok ve maliyetli malzemelerinin çeşitli sayıda olmasına sebebiyet vermektedir. Fakat yenilenemez enerji kaynakların sınırlı, atık depolama, atıkların imhası ve enerjinin depolamasının zor olması sonucunda sorumlu personellerin eğitimlerinin yetersiz olması ve yenilebilir enerji kaynakları kullanımı için teşviklerin az olması sonucu insana hizmet veren birçok binada olduğu gibi eğitim kurumlarında da “çevreci” kavramını gündeme getirmiştir [7, 8].

Devletlerin gelişmişlik seviyesini oluşturan unsurların başında enerji gelmektedir. Enerji, en temel üretim unsurlarından biridir. İşte bu sebepten mütevellit, ülkeler gereksinim duydukları enerjiyi maliyeti düşük, kesintisiz, bağımsız ve "temiz" olarak sağlamak; enerji kaynaklarını en doğru şekilde yönetmek zorundadırlar. Bu çerçevede, sadece yapay enerjinin sağlanması ve

dönüştürülmesi değil, buna ilaveten doğaya daha az zararlı şekilde yenilenebilir enerji kullanımının da hayata geçirilmeye yönelik hedeflerin yapılması gerekmektedir [9].

Enerji yönetimi; insanlığın yaşam standartlarından (konfor şartlarından) ödün vermeden ihtiyaçlarını gidermede ve yaşamını kolaylaştırmada kullanılan teknolojilerin maliyetlerini doğaya en az zararlı dış faktörlerinde etkisini katarak tasarruf projeleriyle minimum seviyeye düşürmektir.

Üniversite gibi birçok bina türünden oluşmuş kamu yerleşkelerinde kaliteli bir enerji yönetim sistemi ile enerji tasarrufunu arttırmak mümkündür. Enerji yönetimi ile inşa yapısında mevcut olan organizasyon ve sistemlerde eksikliklerin giderilmesi ile mevcut enerji harcamalarının düşürülmesi hedeflenmektedir. Enerji harcamalarının düşürülmesine ek olarak, bina içerisinde bulunan enerji elde etme yöntemleri ve cihazlarında değişim sağlanarak enerji harcamalarını ekonomik, doğaya ve insanlığa minimum zarar verecek şekilde üretilmesi gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda canlı sağlığına ve doğaya duyarlı temiz enerji kaynaklarının fosil yakıtlardan daha fazla kullanım oranını yükseltmek önemli bir kazanımdır [10].

Enerji, maddenin tabiatında olan kudrettir. İnsanlık, tarih boyunca hayatta kalma mücadelesi vermiştir. Mücadele güç gerektirdiği için kendi gücünün yanında doğanın da gücünü kendi yaşamında kullanmak için çareler aramıştır. Gelişen dünyada bilim adamlarının katkısıyla birçok enerji türü keşfedilmiş ve insanlığın yaşamının temel ve lüks ihtiyaçlarını gidermede kullanılmak için hizmetlerine sunulmuştur. Ancak yenilenemez enerjinin sınırlı olması ve insanlığın enerji ihtiyacının sınırsız olması enerjinin yönetilmesi sonucunu doğurmuştur.

Bakır (2006) enerji yönetimi mefhumunu anlamaya yönelik piyasada enerji yönetimi konusunda çalışma yapan beş firmayla görüşerek enerji yönetimi uygulamalarının nasıl yapıldığı izah edilerek genel bir bakış açısı elde edilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak enerji verileri organizasyonu ile beraber etüdünün kurum yöneticileri ve personellerin katılımıyla yapılması, hukuksal çerçevede yönetmelik oluşturulup enerji yöneticisi personeli belirlenmesi, kurumun çalışanlarına eğitim verilmesi, enerji tasarrufunda yıllık program hedeflerinin konulması ve enerji tüketiminin izlenip raporlanması başarılı bir enerji yönetiminin elde edilmesi sonucuna varmıştır. Türkiye’de enerji yönetimi (2006) otomasyon üzerine yoğunlaştığını gözlemleyip enerji yönetimi konusunda bir yasanın çıkarılması gerektiği sonucuna varıyor [15].

Mustafa ve Gülden (2007) İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde bulunan binalarının enerji etütlerini (simülasyon ve ölçümler) yaparak, binaların proje, inşa ve işletme aşamalarındaki hataları belirleyerek, yeni yapılan bina projelerinde ve mevcut binalar için iyileştirme önerileri getirmiş olup sonuçlarını ölçülmesi gerektiğini savunmuştur. Bina enerji analiz etütleri için ısıtma/soğutma sistemi olan İdari Binayı alıp değerlendirme yapmıştır. Öneri olarak binanın izolasyonunun yapılması, kalitesiz işçilikten kaynaklı kapı, pencere ve çatılardan kayıpların olması

ve sistem operatörlerinin Isıtma ve soğutma sistemin çalışması ve dış ortam sıcaklığına göre kontrolü konusunda eğitilmesi sonucuna varmıştır [4].

Baysal (2008) çalışmasında akıllı bina diye tabir olunan binalarda bulunan mekaniksel ve güvenlik sistemlerinin bilgisayarlarla kontrolünün yaşam standartlarını kolaylaştırarak uygulama yapılması halinde toplam maliyet olan yatırım ve işletme maliyetlerinin faktörlerini anlatmıştır. Araştırmasında otomasyon sistemlerini analiz edip benzer uygulamalarla açıklamıştır. Sonuç olarak yatırım maliyetlerinin yüksek olmasının yanında işletmede kolaylıkların ve kazançların olacağını belirtmiştir [22].

Eroğlu (2010) Binaların enerji tüketim gereksinimlerini yapay sinir ağları ve bulanık mantık olan yapay zeka teknolojisi ile normal hesaplama göre hem hızlı hem de basit olduğunu anlatmıştır. Çalışmasında ise binaların senelik ısıtma ihtiyacının yapay zeka çıktılarını TS825 standardının değerleri ile mukayese ederek sonuçlarının yakın olduğunu göstermiştir. Öneri olarak da yapay zeka teknolojisinin enerji yönetiminde kullanılması sonucunda enerji yönetim sisteminin kolay ve hızlı çözümler sağlayacağını ifade etmiştir [23].

Zamriva Mohamad (2012) Malezya'da bulunan Tun Hussien Onn Achieve üniversitesinin binalarının enerji endeksini MS 1525 Malezya Standardının bina enerji endeksi olan 135 kWh/m²/ yıl değeriyle karşılaştırması için kampüsün 2010-2011 yıllarına ait elektrik faturalarını binaların kapalı alana oranlayarak sonucu 116 kWh/m²/yıl hesaplamış, Malezya standartlarının üstünde olduğunu bulmuştur [24].

İsmail vd. (2015) İstanbul Ticaret Üniversitesine ait Küçükyalı Kampüsü için 2009-2010 ve 2011 yılına ait elektrik ve doğal gaz faturalarına göre enerji endeksleri ve maliyet bilgileri alınarak binaların aydınlatma ısıtma ve soğutma sistemlerinin tüketim değerleri irdelenmiş olup binaların mevcut yalıtımsız durumdaki hali için ölçüm ve hesaplamalar yapılmış, öneri olarak Resmi Gazetede yayınlanan Bina Enerji Performans Yönetmeliği ve TS825 standartlarına göre yalıtım yapılması ve hesapların revize edilerek aydınlatma için enerji tasarruf sistemleri, Frekans kontrollü motorlar kullanılması diğer tasarruf projeleri kullanılması durumunda yatırım maliyetleri, sera gaz emisyonları ve mahal başına enerji tüketim oranları hesaplanarak kazançlar açıklanmıştır [25].

Kocaman (2015) Çalışmasında enerji sistemlerine uzak yerler için elektrik ihtiyacının giderilmesine yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşan hibrit model (Fotovoltaik, rüzgar ve mikro hidroelektrik) enerji santrallerinin yönetimini Microsoft Visual Studio C Sharp (C#) programı ile tasarlamış olup, kullanmış olduğu programla enerji santrallerinden almış olduğu verileri tüketicinin ihtiyacına uygun olan santralden karşılamıştır. Ayrıca program günlük sonuçlarını grafiksel sonuçlarla analiz etmiş olup, enerji yönetimindeki rolünü anlatmıştır [26].

Selmin vd. (2018) çalışmalarında Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi binalarında enerji etüt çalışması yapılmış, tasarruf projeleri önerilmiştir. Kampüste bulunan binaların enerji harcamalarının tespiti için uygunluk açısından ölçüm cihazları (baca gazı analizörü, termal kamera vs.) yerleştirilerek düzenli enerji tüketim verileri toplanılmış olup 2016 yılı enerji tüketimi 1422 ton eşdeğer petrol olarak çıkmış, yapılan tasarruf proje önerileri olarakta aydınlatma armatürlerinin led dönüşümü, ısı merkezine Kojenerasyon sisteminin kurulumu, yanma havasının optimizasyonu, baca gazın atık ısısının geri kazanımı ve bina kabukların yalıtımı olarak tavsiye edilmiş olup projelerin yapılması takdirinde yıllık 268,5 TEP tasarruf ve yaklaşık olarak yıllık 1001 ton CO₂ (karbondioksit) atmosferden uzaklaştırılmasını hesaplamışlardır [7].

Kıyılmaz (2019) Yıllık 4735 TEP tüketimine sahip gıda üreticisi bir fabrikanın enerji sistemini inceleyerek, yapmış olduğu enerji etüdü ile enerji verimliliği, enerji kullanımı ve tüketiminde mevcut durum tespitiyle, enerji tasarrufu konusunda yapılabilecek iyileştirmeler, alınacak önlemler, verimlilik artırıcı uygulama ve projeler araştırılmıştır. Yapılan ön etüt çalışmasında kısa vadede geri dönüşlerin alınabileceği üç nokta tespit edilmiş ve ilk etapta bu alanlara yönelik çalışmaların yapılması önerilmiştir. Bu alanlar: göz ardı edilen Buhar Hatlarındaki kaçaklar ile basınçlı hava dağıtımındaki izlenen yanlış stratejiler ve dengesiz olarak yüklenen transformatörler sonucuna varmıştır [18].

Bashar (2019) çalışmasında Irak'ta bulunan Musul Üniversitesi Sanat Fakültesinin mahallerinde konfor değerlerini ölçerek standart değerlerle karşılaştırılmasını yapmıştır. Çıkarılmış olduğu sayısal parametre verilerini ASHRAE Standard-55 ile mukayese etmiştir. Toplamış olduğu verilerle binaların aydınlatma ve diğer enerji harcamaları tahmin edilmiş ayrıca, binalardaki mahallerin Bina Enerji Endeksi de bulunmuş olup bununla kullanıcıların enerji tüketimlerini azaltmak ve ileriki çalışmalara pratiklik kazandırmak istemiştir [27].

Öztürk (2019) hastane enerji yönetim modelinde öncelikli olarak enerji tüketimde tasarruf sistemleri önceki çalışmalarla anlatılmış sahra tipi hastaneler için öncelikli cihazların elektrik tüketimi hesaplanıp elektrik enerjisini güneşten fotovoltaik sistemle karşılanması durumundaki teorik olarak teknik ve maliyet hesabı yapılmış olup avantajlarının ve dezavantajlarının durumları anlatılmıştır [28].

Enerjiyi yönetmek için öncelikli hedef ihtiyaçların tespiti ve bu ihtiyaçların konfor seviyesinin belirlenmesidir. Daha sonra doğadan faydalanılması yetersiz kalmasıyla yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılması bununda yetersiz kalmasıyla verimli enerji tüketmesidir. Enerjiyi iyi yönetemezsek yüksek maliyetlerden dolayı sürekli dışa bağımlılık artar. Bununla beraber çevrenin ekolojik yapısına da büyük zararlar veririz. Aslında çevreye verilen zarar insanın kendine

verdiği zarardır. Ne yazık ki doğanın enerjisini alıp doğayı zarara uğratarak kendi yaşam kalitemizi düşürüyoruz.

Bu çalışmada, Muş Alparslan Üniversitesi kampüsünde bulunan binaların mimari ve enerji tüketim verileri toplanarak ulusal yazılım olan BEP-TR programında binaların yıllık enerji tüketim değerleri ve sera gazı emisyonları teorik olarak hesaplanarak ve dört yıllık gerçek enerji tüketimleri ile de karşılaştırma yapılarak durum analizi yapılmıştır.

1.1. Enerjiye İhtiyaç Duyduğumuz Sistemler

Enerjinin insanlığın yaşamındaki ihtiyaçları ve yaşamdaki güçlükleri aşma konusunda yardımcı bir araç olduğu için temel ve lüks olan ihtiyaçlarımızı belirleyerek konfor şartları dediğimiz bazı standartlarda belirtilen referans değerleri baz alınarak analiz yapılmalıdır. Bu hususa dikkat edilmeden yapılan enerji yönetimi eksik kalır.

İnsanlığın yaşam standartlarında hayatını devam ettirebilmesi için en temel unsurlardan biri barınma için binalar inşa etmesi gerekmektedir. Bina inşa etmek için devletlerin kendi düzenlediği kurallara göre tasarım ve proje yapılmalıdır. Ülkemizde bununla ilgili resmî gazete tarihi: 17.07.2013 ve resmî gazete sayısı: 28710 'İşyeri Bina Ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik'te belirtilen binalarda alınması gereken önlemler 5. maddenin (e) fırfasında açıklanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti işyerleri binalarında sıcaklık konfor gereksinimlerini, havalandırma ve aydınlatma standartları karşılması gerektiğini belirtir [11].

Aşağıda, enerjiye ihtiyaç duyan sistemlerden bazıları verilmiştir.

- Aydınlatma
- Mahal Isıtma
- Mahal Soğutma
- Havalandırma
- Sıcak Su
- Su Tesisatı
- Pişirme
- Soğutma
- Dondurma
- Ulaşım
- Bilişim-Haberleşme
- Asansör

- Güvenlik Sistemleri
- Yaşamı Şartlarını Kolaylaştıran Cihazlar

1.1.1. Konfor Şartları

Yukarıdaki yönetmelikte belirtilen binalarda ısı konfor ve yeterli havalandırma ile aydınlatmanın nasıl olacağı bazı standartlarda açıklanmıştır. Aydınlatma için EN 12464-1: 2011 Standardı, ısı konfor için TS EN 27243 standardından önerilirken havalandırma için ise herhangi bir standart önerilmemiştir [11].

1.1.1.1. Aydınlatma Standartları

‘İşyeri Bina Ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik’te belirtilen yeterli aydınlatma seviyeleri EN 12464-1: 2011 Standardına göre baz alınmış olup üniversite binalarında bulunan mahal aydınlatma değerleri aşağıdaki Çizelge 1.1 ’de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. European norm EN 12464-1, 2011 aydınlatma tasarım değerleri [12]

Mahal	Çalışma alanında sağlanan aydınlatma (Lüx)	Ölçüm yüksekliği (m)
Derslik	500	0,8
Amfiler	500	0,8
Teknik çizim odaları	750	0,7
Laboratuvarlar	500	0,6
Bilgisayar laboratuvarları	300	0,6
Güzel sanatlar çizim sınıfları	750	0,7
Kütüphane, raflar arası	200	0,6
Kütüphane, okuma alanları	500	0,6
Spor salonları, yüzme havuzları	300	0,6
Kafeterya ve Yemekhaneler	500	0,6
Merdivenler	150	0,4
Koridorlar, boşluklar	100	0,4

1.1.1.2. Termal Konfor Standartları

Yukarıda belirtilen yönetmeliğe göre termal konforun nasıl olduğu madde 19 'da açıklanmıştır. İlgili maddeye göre İşyerlerinde ısı konfor sağlanırken personeli rahatsız etmeyecek, personeli fiziksel ve psikolojik şekilde olumsuz etkilememesini esas alır. Hizmet verilen mahallin sıcaklığının çalışma şekline ve personelin harcadıkları güce uygun olmasını sağlar. Bekleme, dinlenme, soyunma yerleri, tuvalet ve duşlar, kantinler, yemekhaneler ve ilk yardım odaları kullanım amaçlarına göre yeterli sıcaklıkta bulundurulur. Soğutma ve Isıtma için kullanılan araçlar, personele rahatsızlık vermeyecek ve kaza riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilir, bakımları ve kontrolleri yapılır. İş mahallerinde ısı konfor şartlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesinde TS EN 27243 standardından yararlanılabilir [12].

Amerikan ASHRAE 55-2010 İş Yerlerindeki Termal Çevre Koşulları Standardına göre ise iç ortam sıcaklık standartlarının dış ortam sıcaklığına bağlı olarak;

- Kışın 17,5 ile 24,5 °C arasında,
- Yazın ise 24,5 ile 31,5 °C arasında değişebileceği belirtilmektedir.

İngiltere'deki Building Bulletin 101 (2006)'e göre, yaz aylarında eğitim-öğretim alanlarında aşağıda verilen üç kriterin en az ikisinin sağlanması gerekmektedir.

- Sınıflardaki sıcaklık 120 saatten fazla 28 °C'nin üzerine çıkmamalıdır.
- Ortalama iç-dış sıcaklık arasındaki fark 5 °C'den fazla olmamalıdır.
- Sınıf dolu olduğunda iç ortam sıcaklığı 32 °C'yi geçmemelidir.

Avrupa Birliği'nin prEN 15251-2006 İç Hava Kalitesi, Termal Çevre, Aydınlatma ve Akustiğe Hitaben Binalarda Enerji Performansının Değerlendirilmesi ve Dizaynı İçin Gerekli İç Ortam Parametreleri Yönetmeliği'ne göre kış ve yaz aylarında kabul edilebilir iç ortam sıcaklıkları havalandırmanın mekanik ve doğal olarak gerçekleştirildiği iç ortamlar için Çizelge 1.2 'de verilmektedir.

Çizelge 1.2. Kış ve yaz için verilen iç ortam sıcaklık değerleri (prEN 15251-2006)

İç Mekanın Tipi	Kategorisi*	Operatif Sıcaklık (°C)	
		Kışın (minimum)	Yazın (maksimum)
Tekli ofis (1,2 m’de otururken)	1	21 (21-23) **	25 (23,5-25,5)
	2	20 (20-24)	26 (23-26)
	3	19 (19-25)	27 (22-27)
Konferans odası (1,2 m’de otururken)	1	21 (21-23)	25 (23,5-25,5)
	2	20 (20-24)	26 (23-26)
	3	19 (19-25)	27 (22-27)
Auditoryumlar (1,2 m’de otururken)	1	21 (21-23)	25 (23,5-25,5)
	2	20 (20-24)	26 (23-26)
	3	19 (19-25)	27 (22-27)
Kafeterya (1,2 m’de otururken)	1	21 (21-23)	25 (23,5-25,5)
	2	20 (20-24)	26 (23-26)
	3	19 (19-25)	27 (22-27)
Sınıf (1,2 m’de otururken)	1	21 (21-23)	25 (23,5-25,5)
	2	20 (20-24)	26 (23-26)
	3	19 (19-25)	27 (22-27)

Yönetmelikte;

- 1: Yaşlı, hasta ve hassas kişilerin bulunduğu yerler için,
- 2: Normal düzeyde yeni ve yenilenmiş binalar için,
- 3: Kabul edilebilir/orta düzeyde, hali hazırda kullanılan binalar için,

** Parantez içindeki değerler yönetmelikte mekanik havalandırmanın olmadığı binalar için izin verilen iç ortam sıcaklıklarının aralığını göstermektedir.

1.1.1.3. Havalandırma Standartları

Yukarıda belirtilen yönetmeliğe göre havalandırmanın nasıl yapılması gerektiği madde 15’te açıklanmıştır. Kapalı çalışılan mahallerde personelin ihtiyaç duyacakları yeterli temiz havanın bulunması sağlanır. Yeterli hava hacminin tespitinde, çalışma yöntemi, personel sayısı ve personelin yaptıkları işlere göre belirlenir [13].

Amerikan ASHRAE standartlarına göre;

- 1000 ppm CO₂ konsantrasyonu, iç hava kalitesi için temel olarak kabul edilen değerdir.

- Ancak Amerikan ısıtma, soğutma ve iklimlendirme mühendisleri derneğinin en son direktifi olan ASHRAE 62.1-2013’de CO₂ konsantrasyonu için 1000 ppm sınır değer olarak verilmemiş sadece tavsiye edilen değer olarak bahsedilmiş ve aynı standartta iç ortamdaki CO₂ konsantrasyonunun 1000-1200 ppm arasında olması halinde ortama yeni gelen kişilerde iç ortamdaki kokudan dolayı bir rahatsızlık yaratacağı belirtilmiştir.

Avrupa Birliği’nin prEN 15251-2006 standardına göre ise yine farklı kategoriler için iç ortamdaki CO₂ değerleri dış ortamdaki CO₂ seviyesine göre verilmektedir. Dış ortam CO₂ değerlerinin yaklaşık 340-370 ppm arasında değiştiği göz önüne alındığında Avrupa Birliği’nin yönetmeliğine göre Çizelge 1.3 ’de kabul edilebilir iç ortam havasındaki CO₂ değerinin de yaklaşık 800 ppm olarak verildiği görülmektedir.

Çizelge 1.3. Enerji kontrolünde tavsiye edilen iç ortam CO₂ değerleri (prEN 15251-2006)

Kategori	Dış ortam CO₂ değerinden daha fazla olabilecek yoğunlaşma (ppm)
Yaşlı, hasta yani hassas	350
Normal düzeyde yeni ve yenilenmiş	500
Kabul edilebilir/orta düzeyde, hâlihazırda kullanılan	800
Kriterin dışında üzerinde, yılın belli zamanı için	<800

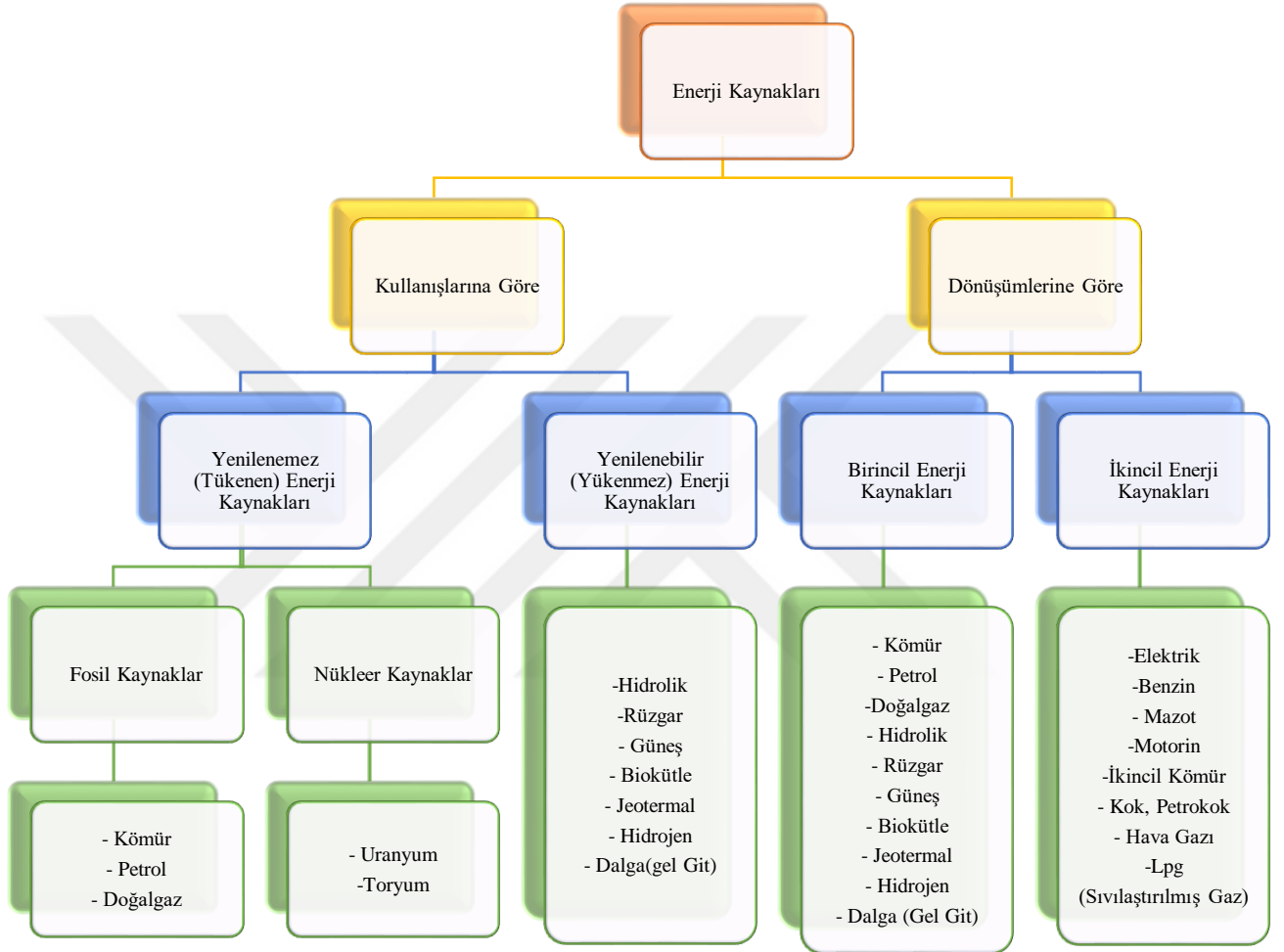
1.2. Enerjinin Analizi

İhtiyaçlarımızı kullanmada yararlandığımız doğanın enerjisini dönüşümden tüketime kadar taşınan enerjinin bir kısmı iş yapmayan güç olarak tükenir. Enerjiyi yönetmenin temel şartlarından birisi enerjinin analizinin yani teşhisin iyi konulmasıdır.

İhtiyaçlarımızı gidermede kullandığımız enerjiyi üç aşamada analiz edebiliriz.

- Enerjinin dönüşümü
- Enerjinin taşınması
- Enerjinin tüketimi

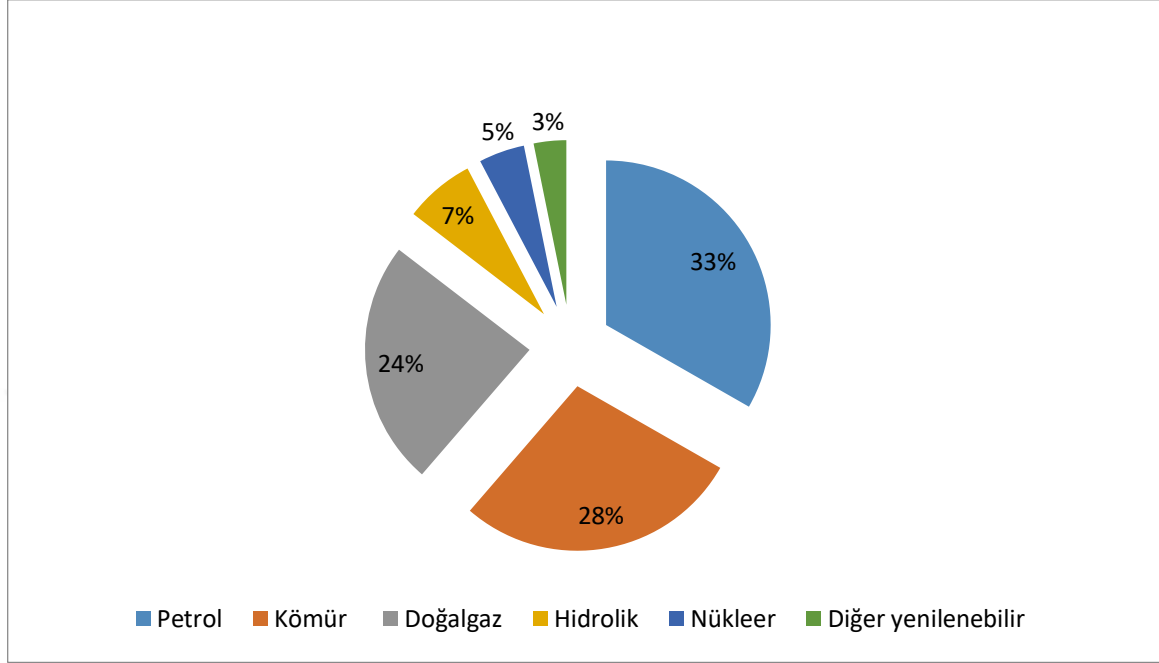
Enerji doğada birçok şekilde bulunur. Bunları birincil enerji kaynağı işleme tabi tutulmamış ve ikincil enerji kaynağı işlemden geçirilmiş şeklinde gruplandırabiliriz. Aşağıdaki Şekil 1.1 'de enerji kaynaklarının dağılımı yapılmıştır.



Şekil 1.1. Enerji kaynaklarının dağılımı [2].

Enerji kaynaklarına bakıldığında, 2016 yılı sonu itibari ile küresel enerji kullanım miktarı 13,147 Milyar TEP olarak hesaplanmıştır. Türkiye 126,9 milyon TEP miktarı ile dünya enerji tüketiminin % 1 'lik dilimini kapsamaktadır. 2016 yılı itibariyle dünyada çeşitli enerji kaynakları kullanılırken, bu kaynakları % 85,5 oranı ile doğalgaz, petrol ve kömür vb. fosil kaynaklar kapsamaktadır. 2016 yılında elde edilen bilgilere göre; petrol, dünya çapında enerji tüketiminde % 33,3 'ü ile en yüksek miktarda olmaktadır. Petrolü takip ederek, dünya genelinde enerji tüketiminde %28,1 ile ikinci sırada kömür, % 24,1 ile üçüncü sırada doğalgaz, % 6,9 ile dördüncü

sırada hidrolik, % 4,5 ile beşinci sırada nükleer enerji ve % 3,2 ile son olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmektedir. Aşağıda Şekil 1.2’de dünyadaki enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 1.2. Dünyadaki enerji üretiminin kaynaklarının dağılımı [2].

Elektrik enerjisinde oluşan kayıpları, dönüşüm, iletim ve dağıtım olmak üzere incelersek enerji kaynağını elektrige dönüştürerek transformatörler aracılığıyla gerilim seviyesini yükselterek uzun menzillere iletim hatları üzerinden taşınır. İstenilen bölgeye ulaştığında yine transformatörler aracılığıyla gerilim seviyesi düşürülerek dağıtım hatları üzerinden taşınır. Son olarak tüketicinin cihazlarının gerilim seviyesine yine transformatörlerle düşürülerek kullanıma hazır hale getirilir. Burada elektriğin bu şekilde gerilim seviyesinin yükseltilmesinin sebebi güç kaybını akımı düşürerek elde edilmesidir. Dünyada genel kabul görmüş ortalama maliyetler göz önüne alındığında sistem maliyetlerinin % 50 'si üretimden, % 30 'u ise dağıtımdan ve % 20 'si iletimden kaynaklanmaktadır. Ancak kayıplara bakıldığında bu durum tam tersi olarak ortaya çıkmaktadır. Yani kayıpların büyük kısmı iletim ve dağıtım tesislerinde oluşmaktadır. Dağıtım sistemlerinde gerilim seviyesinin düşük ve akımın yüksek olmasından dolayı daha fazla kayıp meydana gelmektedir. Santrallerde dönüştürülen son on yılın enerji verilerinin ortalama % 4,7 'si iç kayıp ve iç tüketime harcanırken bu oran iletim tesislerinde Avrupa normlarına yakın seyretmekte olup yaklaşık % 3 civarındadır. Dağıtım tesislerinde ise teknik kayıpların ve kayıp-kaçak oranının yüksek olmasından dolayı % 13,7 'nin üzerine çıkmaktadır. Bu oranlara

bakıldığında toplam üretilen enerjinin % 18,4 'nün kayıpları karşıladığı ve dolayısıyla büyük bir enerji kaynağının yok olduğu görülmektedir [14].

1.3. Enerjinin Mali Analizi

Mali analiz enerji ihtiyacımızı giderebilmek için enerjinin yatırım (proje aşamasında) ve işletme maliyetlerinin toplamının sistem ömrü ile beraber değerlendirilmesidir.

1. Yatırım maliyetleri (Projenin sermaye giderleri)
2. Enerji (birincil ve ikincil kaynak) tüketimleri (Gaz, fuel oil, kömür, elektrik vb.)
3. İşletme ve bakım maliyetleri (malzeme, bakım, işçilik, depolama, taşıma, yardımcı hizmetler)

Bir binada tasarım yapılırken veya bir cihaz alınırken öncelikli olarak cihaz maliyeti, enerji giderleri ve çalışma süreleri hesaba katılmalı ayrıca arızalanma durumu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Enerji giderleri hesabı yapılırken önemli bir husus da enerji birim maliyetinin sürekli kontrol edilmesidir. Enerji Piyasası Denetleme Kurulu tarafından yayınlanan elektrik fiyatları tarifesinden en uygun tarife seçilmeli, serbest tüketici konumundakiler birim fiyat sözleşmelerini indirimli olarak imzalamalıdır.

Giderlerle İlgili Genel Açıklamalar:

Giderleri değişkenliği olmayan ve değişkenliği olan giderler olarak ayrabiliriz.

Değişkenliği olmayan giderler:

Sistem çıktısıyla etkilenmeyen giderlerdir. Misal sistem, mahal ve şalter gibi sistem giderlerindeki nema ve amortisman değişimleri.

Değişkenliği olan Giderler:

Sistem çıktısıyla doğru orantılı şekilde değişen giderlerdir. Misal; enerji, işçilik ve bakım giderleri. Bu yol için temel şart, projeye ile alakalı bütün olasılıkları özetlemek ve standart olarak onun geçerliliğini ölçen tek bir değişkeni vermektir [15]. Şöyle ki enerji yöneticisi uygulanabilirlik yöntemini seçebilsin. İşe yarar birçok metot vardır. Tutarlı ve mantıklı (anlamlı) sonuçlar veren birçok yöntem vardır. Bunlar:

- Kar oranı (rate of return): KO
- Amortisman süresi (payback time): GÖS
- Faiz oranlarına dayalı indirimli nakit akışı (accounting rate of return) (İNA);
- Bir Net bugünkü (Şimdiki) değer (net present value) : NBD
- İç karlılık oranı (internal rate of return) : İKO

$$KO = \text{Ort. Yıllık Net Tasarruflar (Amortismandan Sonra) / Sermaye Gideri} \quad (1.1)$$

Kar oranında temel esas enerji verimlilik projelerine yatırım maliyetinin kar etme süresinin belirlenmesidir.

Amortisman Süresinde temel esas yapılan yatırım maliyetlerinin ve işletme giderlerinin toplamının ne kadar sürede ulaşılabilirliği. Süre ne kadar kısa olursa yatırım o kadar iyi demektir.

$$\text{Geri Ödeme Süresi (GÖS)} = \text{İlk Yatırım / Net Yıllık Nakit Akışı} \quad (1.2)$$

1.4. Enerji çevre ilişkisi

Doğada bulunan birincil ve ikincil enerjiyi dönüşüm taşınım ve tüketim aşamalarında procesten geçirdiğimiz zaman doğaya katı, sıvı ve gaz atıklar toprağı kirletirler. Fosil yakıtların (Kömür, petrol, doğal gaz) yakılması neticesinde havanın kalitesine ciddi zararlar vermektedir. Fosil yakıt atıklarının da suya karışmasıyla suda yaşayan canlılar büyük kayıplar vermektedir. Zaten fosil yakıtların yanmasıyla oluşan sera gazları dünya ısısını yükseltmekte iklim değişimlerinin yaşanmasına sebebiyet vermektedir.

Doğaya en az zarar veren fosil yakıt doğalgazdır. Yakıt olarak fosil yakıtlardan doğalgaz kullanıldığı zaman diğer fosil kaynaklara göre daha az sera gazı (karbondioksit, nitrojen oksit ve çok az kükürt dioksit) salınımı oluşur, partikül maddeler havada oluşmaz. Ancak doğalgaz yakılmadan havaya karışırsa kömür ve petrole göre yirmi katı kadar karbondioksit salınımı yapar. Fosil yakıtlardan çevreye en çok zarar veren yakıt kömürdür. Termik santrallerde dikkat edilmesi gereken husus kükürt dioksit konsantrasyonudur. Eğer referans değerleri aşarsa ciddi solunum yolu hastalıklarına yol açabilmektedir. Çevreye en çok sera gazı salınımı yapan yakıt petroldür [16].

Sera gazlarının içinde en yüksek orana sahip olan karbondur. Global olarak 2017 yılında birincil enerji tüketiminin paylarına bakarsak bunlar; petrol % 32, kömür % 27, doğal gaz % 22, diğer kaynaklar % 19 'unu oluşturmuştur. Bu sonuçlarla beraber enerjiden kaynaklı 2017 yılında karbondioksit cinsinden sera gazlarının kömür % 44, petrol % 35, doğal gaz % 20 ve diğer kaynaklar % 0,7 oluşturmuştur. Aynı yılda 32.580.000.000 ton olarak sera gazı salınımı yapılmıştır. Sektör gruplarının dağılımına bakarsak olarak enerji sektörü % 41, endüstri % 24,

ulaşım % 24, binalar % 8 ve diğer kaynaklar % 3 olarak ölçülmüştür. Sera gazlarının enerji kaynaklı olanlarının oranlarına bakarsak karbondioksit % 90, metan % 9, azot oksitler % 1 'dir. Enerji kaynaklarının sera gazı salınım oranları Çizelge 1.4 'de verilmiştir [16].

Çizelge 1.4. Enerji kaynaklarının sera gazı salınım oranları

Kaynak	Ortalama Sera Gazı Emisyonu (Ton CO₂/Gwh)	Bir Konuta Düşen Emisyon* (Kg CO₂/Yıl)
Linyit	1.054	3.689
İthal Kömür	888	3.108
Taş Kömürü	888	3.108
Fuel Oil	733	2.566
Doğalgaz	499	1.747
Nükleer	66	231
Jeotermal	38	133
Biyokütle	26	91
Hidroelektrik	26	91
Güneş	23	81
Rüzgâr	10	35

2015 yılında sera gazı salınımı ve Çevresel kirlilik konusunda kapsamlı araştırmaların yapıldığı Paris'te İklim Zirvesi gerçekleşmiştir. İklim zirvesinde iklim ve çevre ile ilgili dünyanın geleceğini olumlu şekilde etki edecek ülkeler arası yazılı olarak sözleşme imzalanmıştır. Ülkemizde sözleşme imzalayan ülkeler arasındadır. Türkiye sera gazı salım değerlerini 2023 yılına kadar azaltmaya söz vermiştir. Karbondioksit gibi atmosfere zararı olan sera gazların salınımının nedenlerinden en önemlisi ise enerjidir [16].

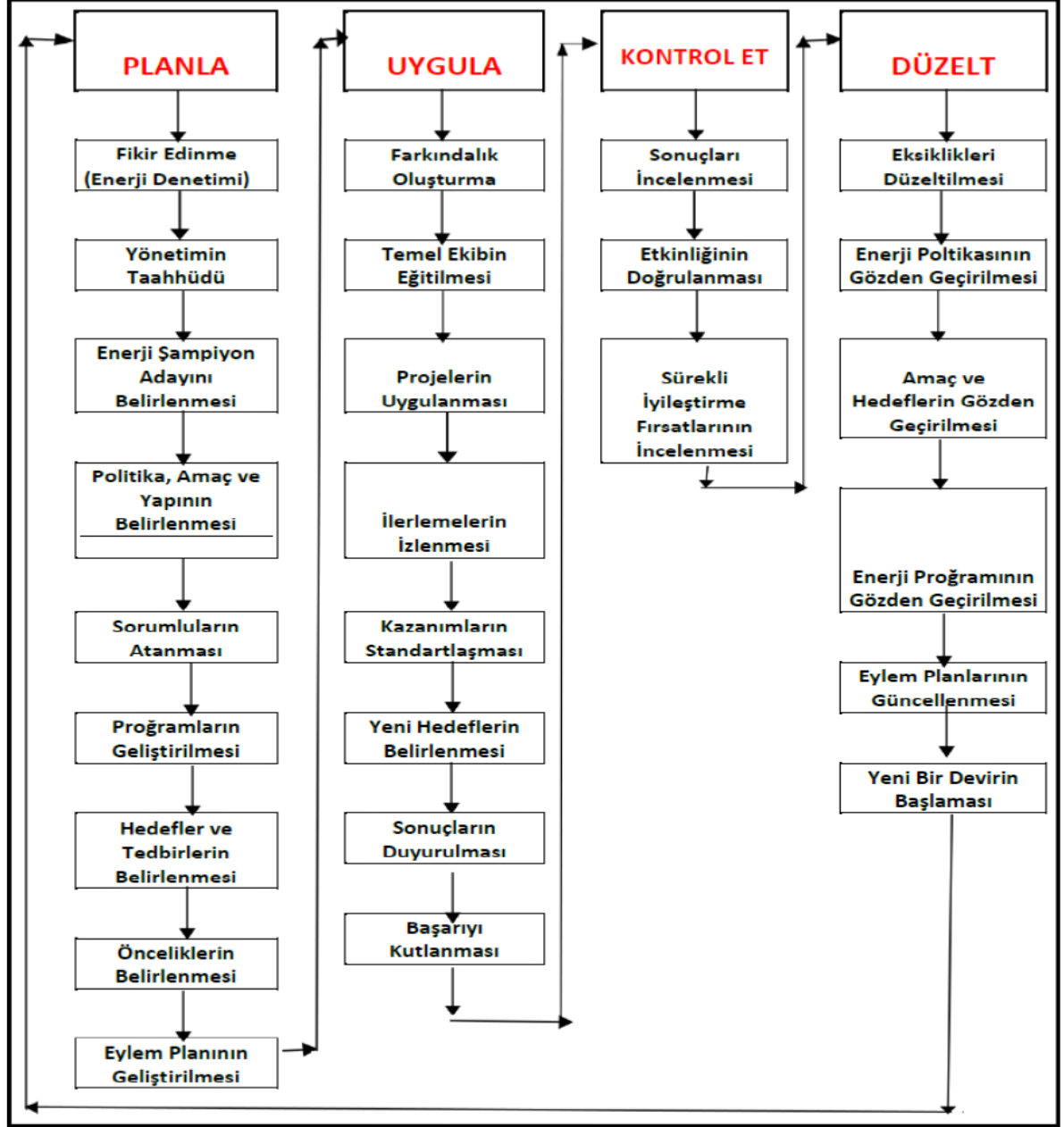
Ülkemiz gelişmekte olan bir ülke olduğundan dolayı enerjiye gün geçtikçe daha fazla gereksinim duymaktadır. Karbondioksit salınım değerleri tüketilen enerji türü içerisindeki petrol kaynaklı olan karbon (C) miktarına bağlı olarak değişmektedir. Fosil yakıtlardan olan doğalgaz yapısında içerdiği % 75 sabit karbon (C) oranına sahiptir. Buradan hareketle 1 sm³ doğalgazın yanması neticesinde 2,75 kg CO₂ oluşur. Yine elektrik tüketiminde 1 kWh enerji harcanması yaklaşık 0,55 kg CO₂ oluşur. Sonuç olarak enerji tüketimlerinin neticesinde oluşan toplam CO₂

miktarları kg olarak hesaplanır. Ürün veya kişi başına düşen miktarı ise toplam CO₂ miktarın ürün (ton) değerine bölünmesiyle elde edilir (CO₂ /kg ürün) [17].

1.5. Enerji Yönetim Sistemi

İnsanlar doğada bulunan enerjiyi dönüştürerek ihtiyaçlarını gidermede kullanır. Doğadaki enerjiyi dönüştürmek hem maliyetli hem de çevreye zararlıdır. Bu sebeplerden dolayı hem enerji maliyetini düşürmek hem de ekolojinin yapısına verilen zararı minimuma indirmek için bir politika yapıp hedefe ulaşmak gerekir. Bunun için enerji yönetim sistemi kurulmalıdır. Enerjiyi yönetebilmek için kurulan sistemde hedefe ulaşılabilmesi için enerji performansına ve doğaya verdiği zarara bakılarak sistemin kontrolü yapılmalıdır. Kurulacak sistemdeki aşamalar politika belirleyip uygulanmasının sağlanıp sonuçlara bakarak sistemin başarı seviyesini kontrol etmesidir [18].

William Edwards Deming (14 Ekim 1900 – 20 Aralık 1993), Amerikalı istatistikçi tarafından geliştirilen PUKÖ (planla uygula kontrol et önlem al) döngüsü ile sistem kurulumundaki temel mantık oluşturulabilir. PUKÖ döngüsü şekil 1.3 'te gösterilmiştir [19].



Şekil 1.3. PUKÖ döngüsü [9].

Endüstriyel işletmelerin sürdürülebilirliğini sağlamada ve Enerji Yönetim Sistemi (EnYS) kurmada ISO 50001 EnYS standardı Dünya çapında uygulanabilir bir standarttır. Mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasına, rekabet gücünün artırılmasına, sera gazı emisyonları ve diğer ilgili çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunur. ISO 50001 EnYS standardı, kullanılan enerji türlerine bağlı olmaksızın uygulanabilir.

1.5.1. Enerji yönetim şekli

Genelde işletmelerde yönetim sistemi kurulurken bir amaç belirlenir. Bu amaca ulaşılabilmesi için bir yol haritası çizilir. Buna işletmelerin kendi yönetmeliği de denilebilir. Yönetmeliğin uygulanmasını Enerji yönetim sistemi kurulumu yapıldıktan sonra sistem iki şekilde uygulanabilir. Bunlar insan odaklı yönetim ve otomasyon odaklı yönetim şeklidir.

1.5.1.1. İnsan odaklı yönetim

Verilen görevleri insanlar tarafından yapılmasına insan odaklı yönetim diyebiliriz. Burada insan yapısının çözülmesi zor olduğu için sistemde başarıya ulaşmak genel anlamda zor bir yönetim şeklidir. Enerji yönetim programı ele alınırken, insan yönetimi büyük önem taşır. Enerji verimliliği ile insan önemli bir parametredir. Makineleri kullananlar insanlardır. Bu enerji verimliliği çalışmasının başarılı yürütülmesi, insana odaklıdır [15].

Endüstri psikologlarından oluşan Fritz J. Roethlisberger, Elton Mayo ve William J. Dickson adlı kişiler Hawthorne da (Amerika) bulunan Western Electric Şirketi'nde 1927 ile 1932 yılları arasında fabrikadaki işçilerin aydınlatma seviyesi ile işçinin verimliliği arasındaki ilişkiyi araştırma amaçlı yapılan bir deneydir. İki aşamalı yapılması planlanan deneyde ilkinde çalışma ortamındaki mahalde aydınlatma seviyesi yükseltilmiş ikincisinde ise aydınlatma seviyesi normal bırakılmış. Sonuç olarak işçilerin performansı ölçülmüştür. Ancak verilere bakıldığında işçi performanslarının her iki deneyde de arttığı gözlemlenmiştir. Yeni bir deney daha yapmak isteyen endüstri psikologları bu seferde mahal aydınlatma düzeyini düşük tutarak işçi performansını gözlemlemişler. Sonuçlara bakıldığında işçi performanslarının yine arttığı gözlemlenmiştir. İşçi performansının artış nedenlerini araştırmak isteyen psikologlar işçilerle görüşme yaparak performansını arttıran durum nedir diye sormuşlar. İşçilerde cevaben bilim adamlarının bizimle ilgilenmesi bizi mutlu ediyor diye ifade edilmiş. Psikologların görüşme sırasında keşfettikleri bu olaya iş yönetimi psikolojisi terimlerinden biri olacak hale gelen "Hawthorne Etkisi" adı verilmiştir

1.5.1.2. Otomasyon odaklı (dijital) yönetim

Otomasyonla, bir endüstriyel tesisteki ekipmanın bir kısmı kontrol edilebilir. Ancak, birçok üretim işlerinde insan operatörler gereklidir. Enerji verimlilik programında, yönetimin temel hedeflerinden birisi, daha verimli bir işletme sağlanması amacıyla insan etkisinin optimize edilmesidir [15].

Bilgisayar ile kontrol günümüzde birçok uygulaması bulunan bir alandır. Bunların içinde en çok kullanılan ve son yıllarda çok popüler hale gelen SCADA (supervisor control and data aequipment, merkezi denetleme kontrol ve veri toplama) 'dır. SCADA sistemleri kazancın ve kalitenin artması, insan faktöründen kaynaklanan hataların en aza indirilmesi, iş takibi kolaylığı, iş kazalarının minimuma indirilmesi gibi birçok avantaj sağlamaktadır [21].

SCADA sistemini ikiye ayırırsak bunlar yazılım ve donanım sistemleridir. Yazılım kısmında ilk olarak neyi yapmak veya neyi kontrol etmek istiyorsak o sistemin senaryosu (algoritma) oluşturulur. Algoritma belirlendikten sonra uygun yazılım programı kullanılarak kartlara yazılım yüklenir. Donanım kısmında ise Kontrol etmek istediğimiz sisteme sensörler (Algılayıcılar) ve Transdüserler (dönüştürücü) konularak haberleşme sistemleri ile kart arasında veri alış-verişi yapılır. Kartlarda yazılan algoritmaya göre de gelen verinin hangi işlemi yapacağını verisini o sistemde bulunan röle ve kontaktörlerle yapar.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Muş Alparslan Üniversitesi (MŞÜ) kampüsünde toplam 30 adet bina bulunmaktadır. Bu binalardan birbirinin benzeri olan 3 tip binadan birinci tip binadan 2 adet, ikinci tip binadan 6 adet üçüncü tip binadan ise 7 adet bulunarak toplam 15 adet bina, geri kalan farklı olan bina tiplerinden ise 15 adet bina bulunmaktadır. Enerji yönetim çalışmasını yapmak için kampüste öncelikli olarak binaların mimari ve mekanik verileri toplanılmıştır.

2.1.1. Binaların Mimari Verileri

Enerji tüketimini etkileyen önemli nedenlerden biri binanın konumlandırılması ve binanın mimari yapısıdır. Çünkü mahal ısıtmada kullanılan enerji miktarı binanın ısı kaybının ne kadar olduğu ile orantılıdır. Binanın veya odanın dış yapısının oluşturan parçalar çoğunlukla duvar, kapı ve pencerelerden oluşmaktadır. Isı kayıplarının tespiti için dış katmanların oluşturduğu malzemelerin toplam ısı iletkenlik katsayısı (U) hesaplanmalıdır. 1 m kalınlığındaki iki yüzey arasında 1°K sıcaklık farkı için 1 saatte taşınan ısı miktarına, o malzemenin ısı iletkenliği denir. Isıl iletkenlik hesap değeri, bir malzemenin ısıyı ne kadar ilettiğini gösteren değerdir ve bu değer her bir malzeme için farklıdır. Bu değerler TS825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardında tanımlanmıştır. Bir malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri ne kadar küçükse, ısıyı o kadar az iletir. Isı yalıtım malzemelerinde bu değer in olabildiğince sıfıra yakın olması tercih edilen bir durumdur. Diğer bir deyişle bu değer küçüldükçe malzemenin ısı yalıtım performansı da o kadar artar [35].

Çalışmamızda kampüste bulunan binalarımızın, toplam kat adedi, bodrum kat adedi, ortalama kat yüksekliği, toplam bina alanı, iklimlendirilen alan, net alan, toplam ısıtma bölgesi (zon) iklimlendirilen bölge (zon) adedi bilgileri ile binada bulunan duvar, kolon, kiriş, taban döşeme, konsol döşeme, çatı, pencere ve kapı ağırlıklı ısı iletkenlik katsayıları (U) değerleri toplanılan verilerini Çizelge 2.1 'deki gibi gösterilmiştir. Geri kalan binaların verileri (**Bkz. EK-1-15**) ekler kısmında verilmiştir.

Çizelge 2.1. MŞÜ kütüphane-bilgi işlem bina inşaat verileri

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,29
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4,5	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	9364,81	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	9364,81	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	9117,27	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,64
Toplam Zon Adedi	4	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	4	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5
Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	2318,13		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	2318,13		
U Değeri	0,29		
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,05/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	452,71		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	278,21	174,5	
U Değeri	0,63	0,63	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,05/0,02	0,02/0,25/0,05/0,02	
Toplam Döşeme Alanı (m²)	2460,83		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	2460,83		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
Toplam Çatı Alanı (m²)	2980,56		
Tipi	Kırma	Teras	
Alanı (m²)	2457,95	522,61	
U Değeri	0,64	0,65	
Kalınlık (m)	0,03/0,012/0,05/0,02	0,03/0,012/0,05/0,02	
Toplam Pencere Alanı (m²)	1250,71		
Tipi	(6+16mm Argon +6)		

2.1.2. Binaların Mekanik Sistem Verileri

Kampüste bulunan binalara ait enerji tüketen veya ihtiyacı olan mekanik sistemlerin, aydınlatma, mahal ısıtma, mahal soğutma, kullanım sıcak su ve havalandırma sistemleri ile yenilenebilir enerji olan fotovoltaik ve kojenerasyon sistemlerinin bilgileri binalardan toplanılarak çizelgeler halinde verilmiştir. Kampüste bulunan binalarımız da yenilenebilir enerji sistemleri bulunmamaktadır. Ayrıca binalarımız da bulunmayan sistemlerde binalarda enerji performans uygulaması (BEP-TR) programının referans bina sisteminden alınmıştır. Binalarımızda bulunmayıp referans binadan alınan örnekler çizelgelerde belirtilmiştir. Çizelge 2.2 'de bina mekanik sistemlerinin enerji verileri gösterilmiştir. Geri kalan binalara ait mekanik sistem bilgileri (**Bkz. EK-16-31**) eklerde verilmiştir.

Çizelge 2.2. MŞÜ Kütüphane, Bilgi-işlem bina enerji verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	4	4
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	4	4
Sistemin Konumu	*Merkezi	*Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	435	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-4	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	18640	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	1770800	466 adet

* İşareti ile gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır

2.2. Yöntem

Enerji yönetimindeki ilk aşama olan bina mimari bilgileri ve mekanik enerji sistemleri verileri toplandıktan sonra ikinci aşama olan enerji yönetiminin seviyesinin belirlenebilmesi ve toplam enerji tüketimi için hem binaların enerji performansı hem de enerji ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.

Bunun içinde ülkemizde 2008 senesinde çıkarılan 5627 mevzuat numaralı Enerji Verimliliği yasasına göre 2008 yılında Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından 13594 mevzuat numaralı Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği yayınlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre binaların enerji performans seviyeleri yönetmelikte açıklanan hesaplama yöntemi ile belirlenerek binalara enerji kimlik belgesi (EKB) oluşturulması gerekmektedir [29].

EKB ile binanın; ısıtma, soğutma, sıhhi sıcak su, havalandırma ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının hepsi hesaplanabilmekte ve yenilenebilir enerji kullanım durumuna göre, enerji performansı belirlenebilmektedir. BEP Yönetmeliği ile binanın sadece dış kabuğunun ısıtma enerjisi açısından kontrol altına alınması değil, bina enerji ihtiyacının %80'inden fazlasını kullanan sistemlerin, birlikte (birleşik) performansına göre kontrol altına alınması hedeflenmiştir [30].

Binaların enerji performansının yönetmeliğe göre belirlenebilmesi için çevre şehircilik bakanlığı BEP-TR yazılım programı çıkarılmıştır [31]. Yapılan çalışmada binaların enerji kimlik belgelerini çıkarmak için BEP-TR yazılım programı kullanılmıştır.

Kampüsün gerçek enerji tüketim değerlerinden 2016-2017-2018 ve 2019 yıllarına ait mahal ısıtmada kullanılan yakıt, elektrik enerjisi ve jeneratörlerde kullanılan yakıtların tüketimleri aylık ve dönemlik faturalardan toplanılıp yıllık olarak hesaplanmıştır.

2.2.1. BEP-TR (Binalarda Enerji Performans) Programı

“Türkiye için Bina Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi (BEP-TR)”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı eşgüdümünde, enerji tüketimine etki eden parametrelerin binaların enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için geliştirilmiştir. Hesaplama yönteminin, konutlar, ofisler, eğitim binaları, sağlık binaları, oteller ile alışveriş ve ticaret merkezleri gibi bina tipolojilerindeki ve yeni binaların enerji performansını değerlendirmek ve enerji kimlik belgesi (EKB) vermek üzere kullanılması hedeflenmiştir. Bu hesaplama yöntemi, bina enerji performansını değerlendirirken;

- Binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanmasını,
- Net enerjiyi karşılayacak kurulu sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak Binanın toplam ısıtma-soğutma enerji tüketiminin belirlenmesini,
- Havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesini,
- Binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını,
- Sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını kapsamaktadır [31].

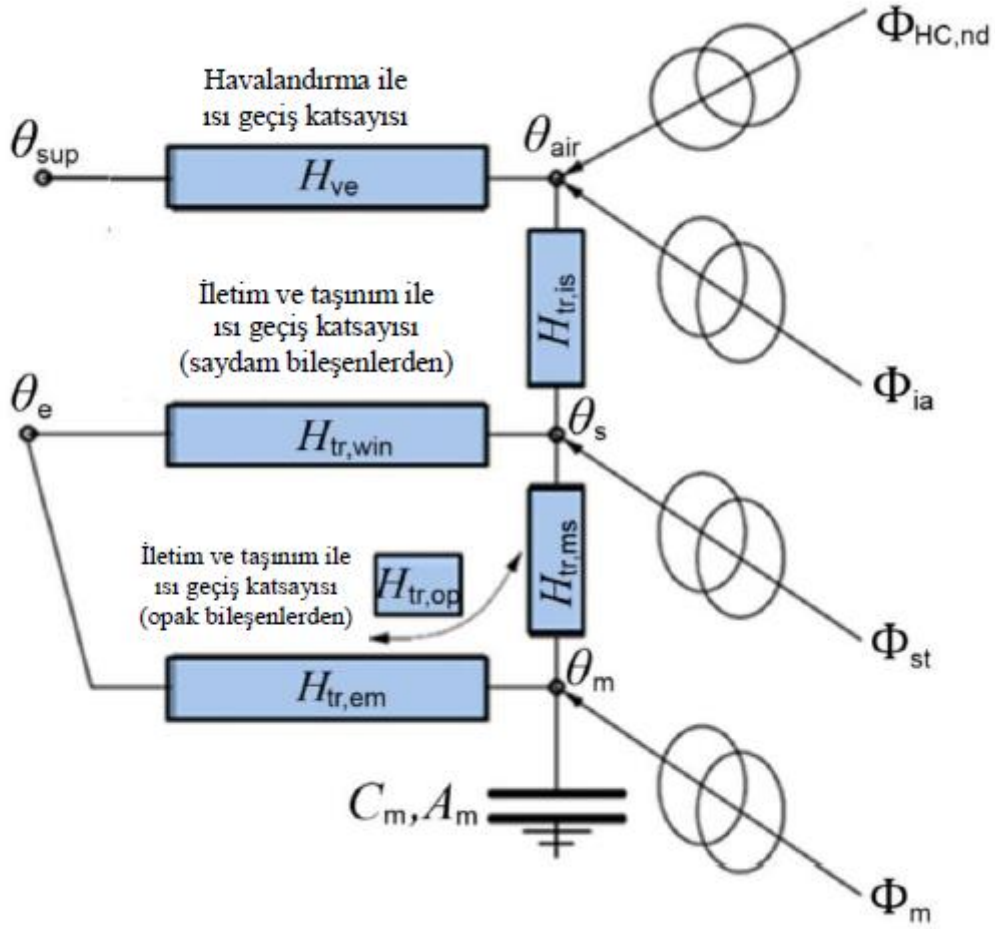
2.2.1.1. BEP-TR’de Net Enerji İhtiyacının Hesaplanması

Bina Enerji Performansı hesaplama yöntemleri EN-ISO 13790 standardı ve onun yönlendirdiği diğer AB standartları ile ilişkili ASHRAE ve TR standartlarından yararlanılarak hesaplanmaktadır. EN-ISO 13790 standardı üç hesaplama yöntemini önermektedir. Bunlar;

- Aylık statik hesaplama metodu
- Detaylı dinamik hesaplama metodu
- Basit saatlik dinamik hesaplama metodu

2.2.1.1.1. Basit Saatlik Dinamik Hesaplama Yöntemi

Hesaplama enerji performans direktifleri uyarınca saatlik iklim verisi ve zaman çizelgeleri kullanan ısıtma ve soğutma mevsimlerini ayrıca belirlenmesini gerektirmeyen RC (direnç-kapasite) modeli ile binanın saatlik ısı davranışını gerçeğe yakın şekilde yansıtabilen geçiş mevsimlerinde net enerji miktarının hesaplanmasını olanaklı kılmakla birlikte konfor koşullarının operatif sıcaklığa bağlı olarak tanımlanmasını olanaklı kılarak saatlik hesap adımları ile operatif sıcaklıkları ve saatlik zaman çizelgesine göre konfor ihtiyaçlarını sağlayacak gerekli net enerjiyi hesaplayan yarı dinamik bir hesaplama yöntemidir. Bu yöntem BEP-TR’de kullanılan hesaplama yöntemidir. Saatlik ısıtma ve soğutma net enerji ihtiyacının hesaplanmasında Şekil 2.1 ’deki şematik olarak ifade edilen direnç-kapasite modeli kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. RC direnç kapasite modeli [34].

Bu modeldeki ısı dengeleri için aşağıdaki EN ISO 13790 standardına göre hesaplamalar yapılır;

- Bina dinamik etkilerinin hesaplanması: binanın ısı kapasitesi belirli bir yaklaşıkla hesaplanır.
- İç kazançlar ve güneş kazançlarıyla oluşan ısı miktarlarının hesaplanması Direnç kapasite modeline göre ısı geçirme katsayıları hesabı;

$$H_{tr,is} = (h_{is} \cdot A_{tot}) \quad (2.1)$$

A_{tot} : Bir zonu çevreleyen tüm iç yüzeylerin alanı toplamı, m^2

$H_{tr,is}$: İç yüzey ile iç ortam arasındaki ısı geçiş katsayısı, W/K

Θ : İlgili sıcaklık

$h_{is} : 3,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

$H_{tr,1}$, $H_{tr,2}$ ve $H_{tr,3}$ ısı geçirme katsayılarının RC modelindeki düğüm noktalarına dağıtılması için kullanılan katsayılardır. Ve aşağıdaki bağlantılarla hesaplanır.

$$H_{tr,1} = \frac{1}{1/H_{ve} + 1/H_{tr,is}} \quad (2.2)$$

$H_{tr,1}$: ısı geçiş katsayısı 1

H_{ve} : havalandırma ile ısı geçiş katsayısı, W/K

$H_{tr,is}$: iç yüzey ile iç ortam arasındaki ısı geçiş katsayısı, W/K

Verilen ısıtma-soğutma yükü enerjisi ihtiyacı için $\phi_{HC,nd}$ hava ve operatif sıcaklıklarının hesaplanması: EN ISO 13790'da tanımlanan Crank-Nicholson yöntemini temel almaktadır. Bu yöntem başlangıç ısıtma – soğutma yükü için bir değer atanıp seçilen zaman aralıklarıyla yakınsama yapılması esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada zaman aralığı 1 saat olarak seçilmiştir. Benimsenen zaman adımları için düğüm sıcaklıklarının ortalama değerleri aşağıdaki bağıntılarla verilir [33].

$$\phi_{m,tot} = \phi_m + H_{tr,em} \cdot \theta_e + \frac{H_{tr,3} \left\{ \phi_{st} + H_{tr,w} \cdot \theta_e + H_{tr,1} \left(\frac{\phi_{ia} + \phi_{HC,nd}}{H_{ve}} \right) + \theta_{sup} \right\}}{H_{tr,2}} \quad (2.3)$$

t ve t-1 anındaki anlık sıcaklıklar olan $\theta_{m,t}$ ve $\theta_{m,t-1}$ dışındaki sıcaklıklar bir saat üzerinden hesaplanan ortalama sıcaklıklardır.

t anındaki kütle sıcaklığını ifade eden $\theta_{m,t}$, verilen bir zaman adımı için, zaman adımının sonunda, bir önceki zaman adımının $\theta_{m,t-1}$ değerine dayanarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\theta_{m,t} = \frac{\theta_{m,t-1} \left\{ \frac{C_m}{3600} - 0,5 \cdot (H_{tr,3} \cdot H_{tr,em}) \right\} + \phi_{m,tot}}{\frac{C_m}{3600} + 0,5 \cdot (H_{tr,3} \cdot H_{tr,em})} \quad (2.4)$$

$$\theta_m = \frac{\theta_{m,t} + \theta_{m,t-1}}{2} \quad (2.5)$$

$$\theta_s = \frac{(H_{tr,ms} \cdot \theta_m) + \phi_{st} + (H_{tr,win} \cdot \theta_e) + H_{tr,1} \left[\theta_{sup} + \frac{\phi_{ia} + \phi_{HC,nd}}{H_{ve}} \right]}{H_{tr,ms} + H_{tr,w} + H_{tr,1}} \quad (2.6)$$

$$\theta_{air} = \frac{(H_{tr,is} \cdot \theta_s) + \phi_{ia} + (H_{ve} \cdot \theta_{sup}) + \phi_{HC,nd}}{H_{tr,is} + H_{ve}} \quad (2.7)$$

Operatif sıcaklık aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$\theta_{opt} = 0,7 \cdot \theta_s + 0,3 \cdot \theta_{air} \quad (2.8)$$

θ : İlgili sıcaklık

$\phi_{HC,nd}$: ısıtma veya soğutma ihtiyacı, W

$\phi_{m,tot}$: kütleyle seçilen zaman aralığında ısı geçiş miktarı, W

$\theta_{m,t}$: t zamanındaki kabuk sıcaklığı, °C

θ_m : kütlelerin sıcaklığı, °C

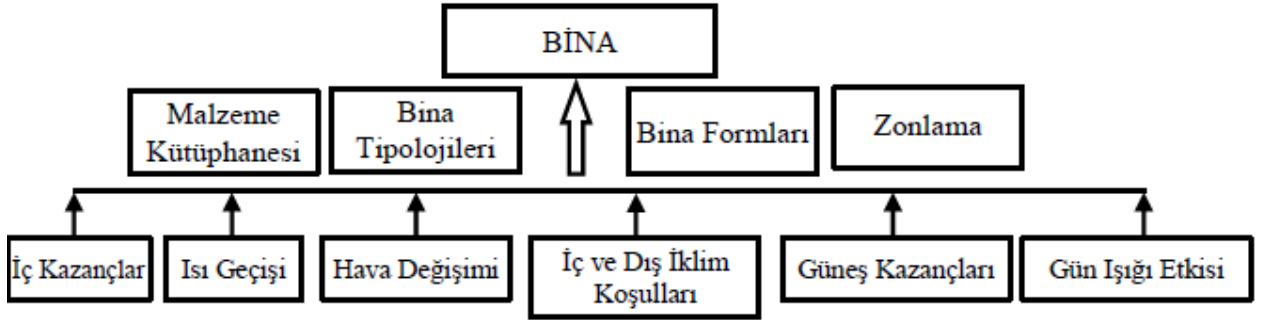
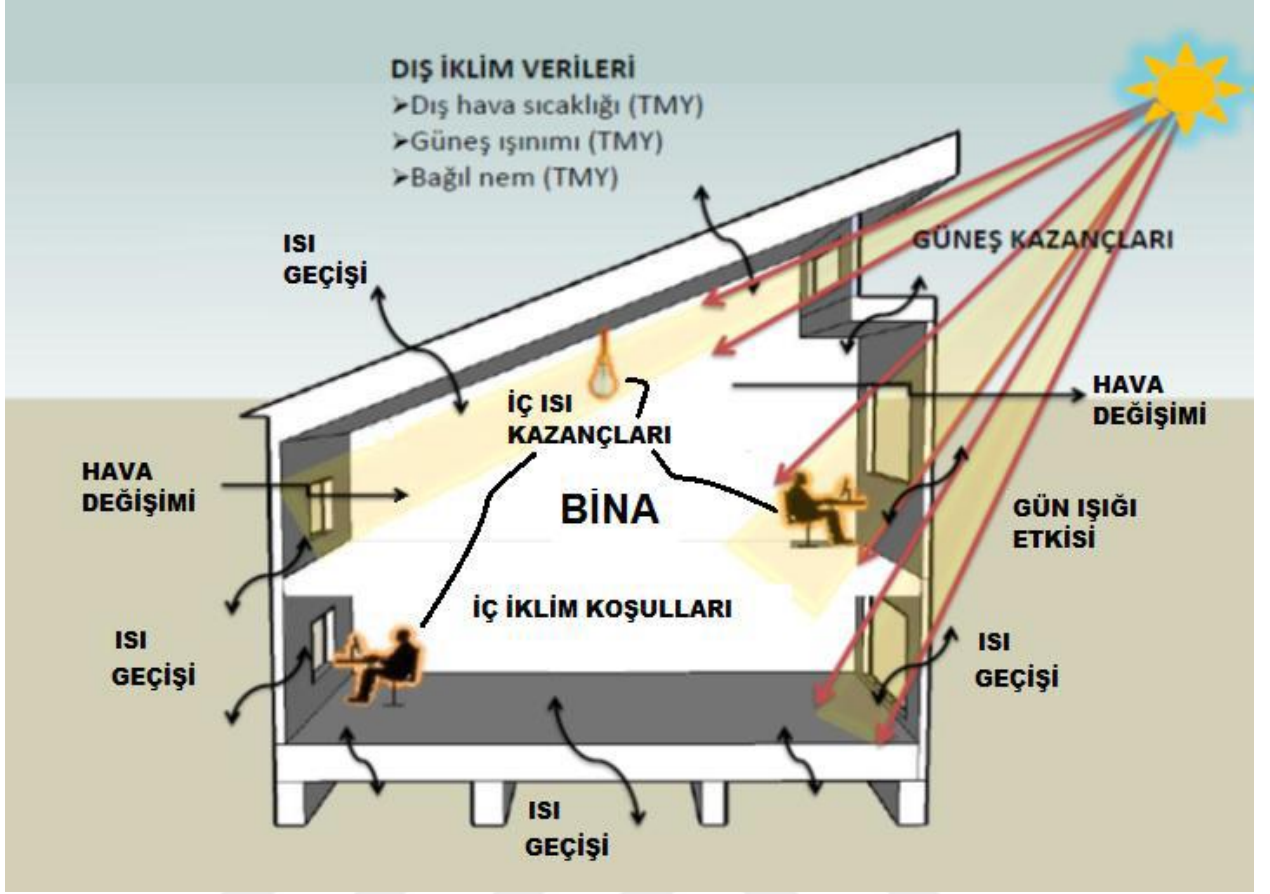
θ_s : iç yüzey sıcaklığı, °C

θ_{air} : iç ortam sıcaklığı, °C

θ_{opr} : operatif sıcaklık, °C

θ_{sup} : besleme hava sıcaklığı, °C

Isıtma ve soğutma net enerji hesaplama yöntemi için gerekli olan başlıca girdiler, iklim verileri, bina geometrisi, binanın havalandırılması ve ısıl özellikleri, bina malzemelerinin ve bina bileşenlerinin tanımı, bina fonksiyonuna bağlı iç konfor şartları, bina tipolojisine bağlı zonlama yöntemleri ve zon bilgileridir. Şekil 2.2 ' de Bina Performansını etkileyen BEP-TR veri girdileri gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Bina performansını etkileyen BEP-TR veri girdileri [34].

Şekil 2.2 'de görüldüğü gibi binanın ısıtma ve soğutma yüküne etki eden unsurlar,

- Isı geçişi
- İletim ve taşınım ile ısı geçişi (opak bileşenler, saydam bileşenler)
- Havalandırma ile ısı geçişi (hava sızıntısı)
- Hava değişimi
- İç ve dış iklim koşulları
- İç kazançlar
- Güneş kazançları şeklinde sıralanabilir.

Özellikle bina tipolojilerine bağı olarak, bina çoklu zonlara bölünmekte veya tek zon olarak işleme tabi tutulmaktadır. Enerji dengesi, bina seviyesinde net enerji ve sistem seviyesinde enerji olarak ikiye ayrılarak binanın ısıtılması ve soğutulması için enerji ihtiyaçları, bina zonlarının ısı dengesi esas alınarak hesaplanmaktadır. Binanın ısıtma ve soğutma için net enerji ihtiyacı, bina sistemlerinin enerji dengesi için veri oluşturmaktadır.

BEP-TR program veri girişleri ile program çıktılarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

Program veri girişleri:

- Binaya ait mimari bilgileri ve konum iklim verisinin girilmesi
- Mimari tanımlama, kat tanımlaması ve zonlamanın (bölgeler) yapılması
- Bina inşaat bileşenleri termofiziksel özelliklerinin ve ölçülerin tanımlanması
- Kullanan insan sayısı, ısı köprüleri tayini ve sızdırmazlık bilgisinin girilmesi
- Yapıların ve pencerelerin termofiziksel özelliklerinin ve boyutsal verilerin girilmesi
- Binada gölgeleme unsurlarına ait bilgilerin girilmesi
- Aydınlatma sistemine ait verilerin girilmesi
- Mekanik sistemlere ait ısıtma, soğutma, sıhhi sıcak su sistemine ait veri girişi


BEP-TR programın mimari bina verilerinin görüntüsü Şekil 2.3 'de gösterilmiştir.

BİNA BİLGİLERİ


Toplam Kat Adedi:	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri:	0,29	LEJANT: ■ Bina dışı bölge ■ Bina içi bölge ■ Toprak
Bodrum Kat Adedi:	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri:	0,63	■ Sıvalar, Şaplar ve Diğer Harç Tabakaları
Ortalama Kat Yüksekliği(m):	2,88	Kiriş Ağırlıklı U Değeri:	0,63	■ Isı Yalıtım Malzemeleri
Toplam Bina Alanı (m ²):	1.014,02	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri:	0,57	■ Beton Yapı Elemanı
İklimlendirilen Alan(m ²):	866,47	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri:	0,00	■ Kagir Duvarlar (Harç fugaları-derzleri dahil)
Net Alan (m ²):	791,86	Çatı Ağırlıklı U Değeri:	0,35	■ Doğal Zeminler (Doğal Nemlilikte)
Toplam Zon Adedi:	24	Pencere Ağırlıklı U Değeri:	1,20	■ Kaplamalar
İklimlendirilen Zon Adedi:	8	Kapı Ağırlıklı U Değeri:	5,50	


BİNA DIŞI KABUĞUNDA EN FAZLA KULLANILAN YAPI BİLEŞENLERİ

Toplam Dış Duvar Alanı(m²): 579,25


Tipi:	Dolgu Duvar	
Alanı(m ²):	579,25	
U Değeri:	0,29	
Kalınlık (m):	0,02 / 0,20 / 0,05 / 0,02	

Toplam Dış Betonarme Eleman Alanı(m²): 91,16


Tipi:	Kolon	
Alanı(m ²):	32,00	
U Değeri:	0,63	
Kalınlık (m):	0,02 / 0,25 / 0,05 / 0,02	

Tipi:	Kiriş	
Alanı(m ²):	59,16	
U Değeri:	0,63	
Kalınlık (m):	0,02 / 0,25 / 0,05 / 0,02	

Toplam Döşeme Alanı(m²): 251,06

Tipi:	Temel	
Alanı (m ²):	251,06	
U Değeri:	0,57	
Kalınlık (m):	0,05 / 0,10 / 0,01 / 0,50 / 0,05 / 0	

Toplam Çatı Alanı(m²): 259,17

Tipi:	Kırma	
Alanı(m ²):	254,32	
U Değeri:	0,35	
Kalınlık (m):	0,03 / 0,12 / 0,10 / 0,02	


Tipi:	Teras	
Alanı(m ²):	4,85	
U Değeri:	0,36	
Kalınlık (m):	0,03 / 0,12 / 0,10 / 0,02	

Toplam Pencere Alanı(m²): 187,22

Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz reflektif kaplamalı) (6+16mmArgon+6)	Alanı (m ²)	187,22
------	---	-------------------------	--------

Şekil 2.3. BEP-TR programı bina mimari verileri girişi

BEP-TR programının bina enerji verilerinin görüntüsü Şekil 2.4 'te gösterilmiştir.

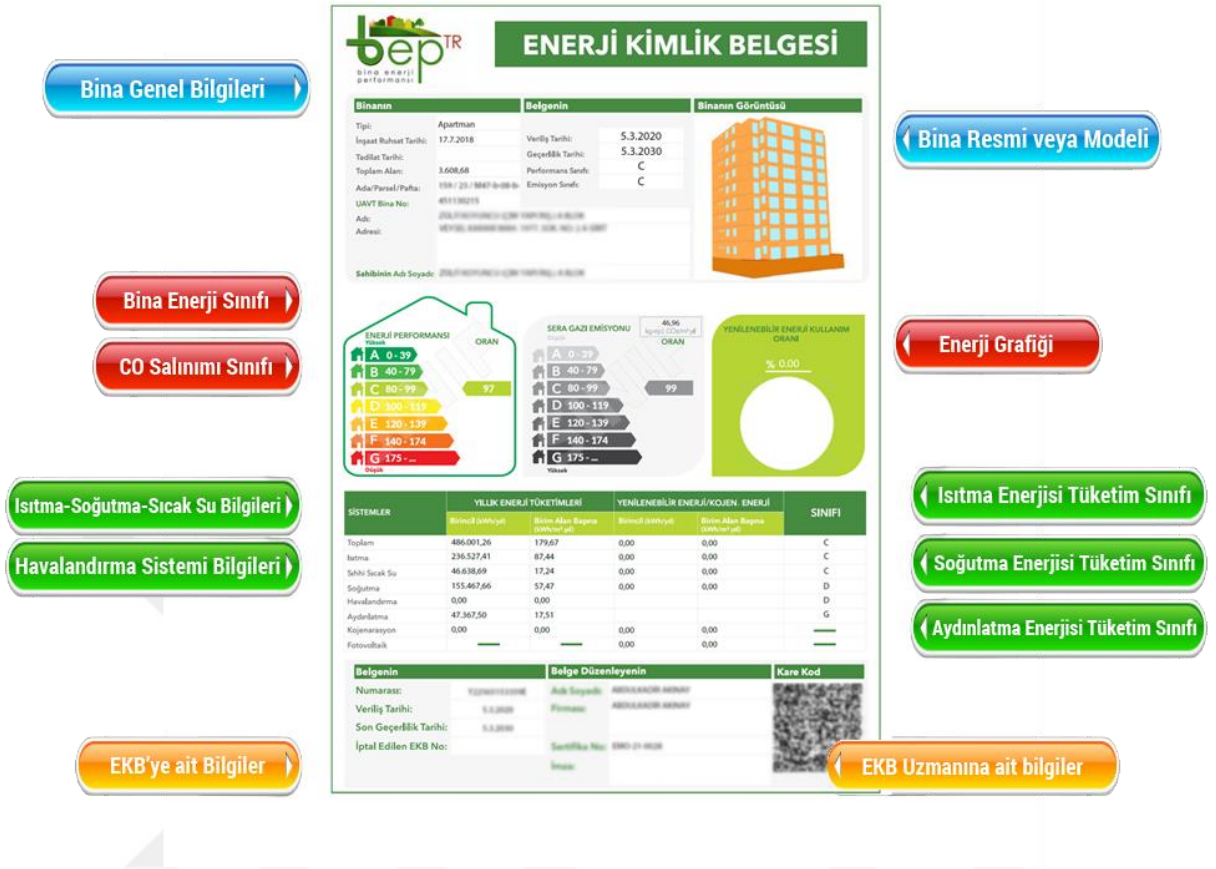
MEKANİK SİSTEMLER		İklimlendirilen Zon Adedi: 8
Binanın Isıtma Sistemi		Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi:	8	8
Sistemin Konumu:	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi:	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW):	226	18
Yakıt tipi:	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı:	Yok	Yok
Binanın Soğutma Sistemi		Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi:	7	1
Sistemin Konumu:	Mahal	Mahal
Sistemin Tipi:	Ayrık (Split) Sistemler	Ayrık (Split) Sistemler
Sistemin Gücü (kW):	3	9
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tipi ve Adedi	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi	
A (Çıplak) - 24	Kompakt Floresan (25 W) (1750 lümen)	
Toplam Aydınlatma Gücü (kW): 1.400,00	56	
Toplam Aydınlatma Lümeni: 98.000,00		
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanımı (kWh):	0,00	Pik Güç (kW): 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW):	0	Alan (m ²): 0
Isıl Güç Çıktısı (kW):	0	
Yakıt Tüketimi (kW):	0	
Yakıt Tipi:		
		
TAVSİYELER/AÇIKLAMALAR		
Kırmızı renk ile gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.		

Şekil 2.4. Bina enerji verileri girişi

Program çıktıları:

- Isıtma, soğutma, sıcak su ve aydınlatma sistemi nihai yıllık enerji tüketimi
- Isıtma, soğutma, sıcak su ve aydınlatma sistemi mahal oranı (kWh/m².yıl)
- Birincil enerji sera gazı emisyon değeri
- Yenilenebilir enerji kullanım oranı
- Enerji performans sınıfı

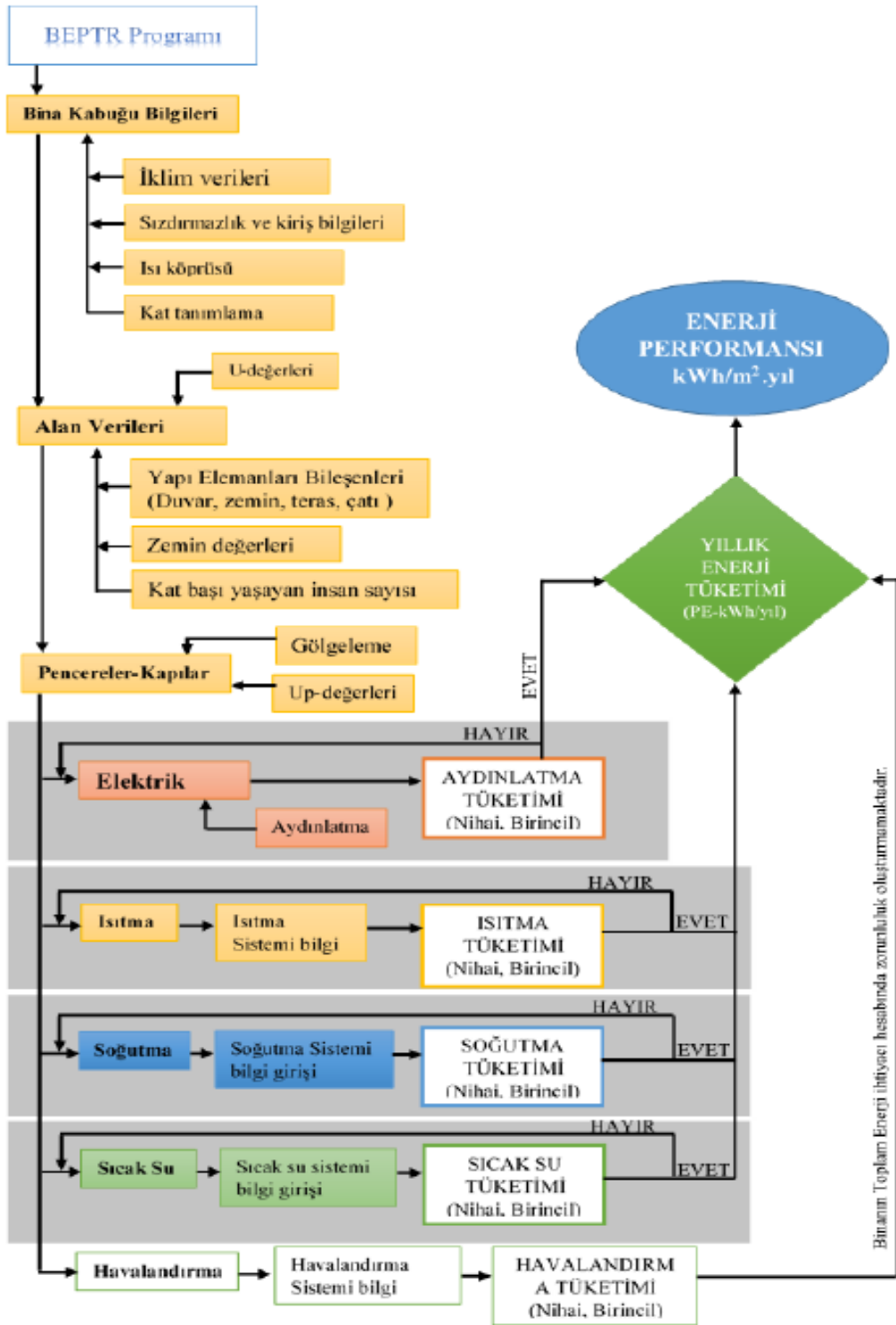
BEP-TR programının sonuçlarının çıktısı Şekil 2.5 'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5. BEP-TR program çıktısı [31]

Program algoritması:

BEP-TR yazılımına ait veri giriş algoritması Şekil 2.6 'da gösterilmiştir. Programda aşağıdaki basamaklar takip edilerek sonuca ulaşılır.



Şekil 2.6. BEP-TR program algoritması [34]

İş akış şemasından da görüleceği üzere programa bina genel bilgileri girildikten sonra binanın bulunduğu bölgenin iklim verileri girilir. BEP-TR programında sadece Türkiye'nin TS 825 ısı yalıtım kurallarını içeren standardında belirlenmiş olan iklim bölgelerine ait iklim verileri tanımlanmış olup Türkiye dışındaki iklim bölgelerine ait veri girişi yapılamamaktadır.

- Konum bilgisinden sonra programa sızdırmazlık ve dış ortama bakan kolon giriş sistemleri ve ısı köprüsü tipleri tanımlanır.
- Yazılım materyal kütüphanesinde kapı, pencere, çatılar, çıkımlar gibi bölgeler için tanımlanmış olan ve binanın yapıım biçimine göre tercihlandırılan ısı köprüsü tipleri seçilir.
- Programda bir kat bilgisi tanımlı yapılır. Yapıda bulunan katlara ait bilgiler kat formu ve ölçüleri ile alan bilgileri yazılıma girilir.
- Bina elemanlarına ait alan ve yükseklik bilgileri girilir.
- Opal malzeme kütüphanesinden bina elemanlarına ısı geçirgenlik katsayısı (U-değeri) atanır.
- İnsanlardan kaynaklanan iç ısı kazançlarının hesaplanabilmesi için binada yaşayacak kişi sayısı girilir.
- Pencere ve kapı ölçüleri yön durumları da dikkate alınarak programa girilir.
- Saydam malzeme kütüphanesinden saydam bileşenlere ait U-değeri seçilir
- Kapı ve Pencere ile ilgili veri girişi yapılırken binaya ait gölgeleme unsuru var ise gölgeleme durumları da programa girilir.

Buraya kadar yapılmış olan veri girişleri ile programın binanın termofiziksel ve yapısal özelliğinden kaynaklı net enerji ihtiyacı belirlenir.

İkinci aşamada binaya ait mekanik sistem veri girişleri yapılmalıdır. Yazılımda özellikle ısıtma, soğutma ve sıcak su sistemi bilgilerinin herhangi birisinin girilmemesi durumunda binanın enerji performansını hesaplamamaktadır.

-Isıtma enerji ihtiyacı hesabının yapılabilmesi için yapının ısıtma sisteminin tanımlanması gerekmektedir. Isıtma sistemi merkezi veya sobalı olmak üzere iki farklı tipte tanımlanabilir. Isıtma sistemi olarak merkezi sistem tanımlama zorunluluğu yoktur. Bireysel ısıtma sistemi de tanımlanabilir. Örnek binamızda ısıtma sistemi bireysel olduğundan programa veri girişi merkezi sistem seçiminde brülör ve pompa yönetimi yok sayılarak bireysel ısıtma sistemi tanımlanmıştır. Ayrıca programda HVAC sistemi seçimi yapılabilmektedir. Isıtma sistemi tanımlanırken bu sekmede bulunan sistem seçimiyle birlikte sisteme ait sistem gücü (projeden) pompa tipleri ve gücü, HVAC var ise fanlara ait veriler programa girilir. Isıtma sisteminin hizmet verdiği zon seçilir. Tüm bu veriler girildikten sonra yazılımda bir ısıtma enerji tüketim değeri hesaplanır. Bu simülasyon programında binanın ısıtma talebine ilave olarak ısıtma sisteminde kullanılan yardımcı elemanların (pompa vs.) enerji ihtiyacı da eklenmektedir.

-Soğutma enerji tüketimi hesabında yine binanın termofiziksel özellikleri tanımlandıktan sonra soğutma sistemine ait veri girişi yapılır. Veri girişi yapılırken bu sekmede soğutma sisteminde ısı geri kazanım varsa belirtilir. Soğutma sistemi endirekt sistem ise çiller sistemi tanımlanır, bireysel direkt sistem ise klima (split, pencere tipi) tanımlanır. Eğer merkezi direkt sistem ise VRF

(Variable Refrigerant Flow değişken debili soğutucu) ve HVAC soğutma sistemi tanımlanabilmektedir. Örnek projede BEP-TR yazılımına bireysel direkt soğutma sistemi olarak klima tanımlanmıştır. Sistemin hizmet ettiği zon seçilir. Soğutma sistemi tanımlandıktan sonra binaya ait soğutma enerji tüketim değerleri hesaplanır. Program yardımcı elemanların enerji tüketimi soğutma tüketim değerleri üzerine eklenmektedir.

- Sıhhi sıcak su enerji tüketimi için sistem seçimi yapılır. Merkezi veya bireysel seçim yapmak mümkündür. Merkezi seçim yapılması durumunda binada varsa güneş enerjisi desteği belirtilmelidir. Yazılıma sistemin iç ve dış mekân boru boyu uzunlukları ve sistem verim bilgisi girilir.

- Yıllık enerji tüketim değeri hesabının yapılabilmesi için yukarıda da belirtildiği gibi BEP-TR yazılımında mekanik sistem tanımlanması yapılırken kesinlikle ısıtma soğutma ve sıhhi sıcak su sistemi verileri girilmelidir. Bu üç sistemden birine ait verinin yazılıma girilmemesi durumunda yazılım hata vermekte ve bina enerji performansını hesaplamamaktadır. Yazılım çıktı olarak bir binaya ait bir enerji kimlik belgesi düzenler ve binanın enerji performans seviyeleri ile sistemlere ait nihai ve birincil enerji tüketimleri ile kullanım alanı başına düşen yıllık enerji yükünü hesaplar. Binanın hesaplanan enerji tüketim miktarı ve sera gazı oranı, referans bina ile karşılaştırılarak performans sınıfı ortaya çıkar.

2.2.2. Referans bina ve binaların enerji tüketim sınıflarının belirlenmesi

Referans bina, enerji performansı belirlenecek bina (asli bina) ile aynı yerde, aynı mimariye sahip, mekanik sistemler ve bina kabuğunun termofiziksel yönleri açısından bina yönetmeliklerine asgari şartları sağlayacak şekilde dizayn edilen hayali bir binadır.

Referans bina, programa tanımlanan mevcut binanın verilerini kullanarak sistem tarafından otomatik olarak yapılır. Her iki bina için de hesaplama yapılarak hem mevcut bina için hem de referans bina için tüketim ve salınım değerlerini hesaplar. Binanın enerji performansı, gerçek binanın yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarının, referans binanın yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarı ile kıyaslanmasıyla hesaplanır [25]; Referans bina ile aynı değerlere sahip bir binanın Ep değeri 100 dür. D sınıfının üst sınırına yerleşmektedir [25].

Binanın enerji performansı, denklem (2.9) 'daki eşitlikte görülen gerçek binanın yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarının, referans binanın yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarı ile kıyaslanmasıyla hesaplanır.

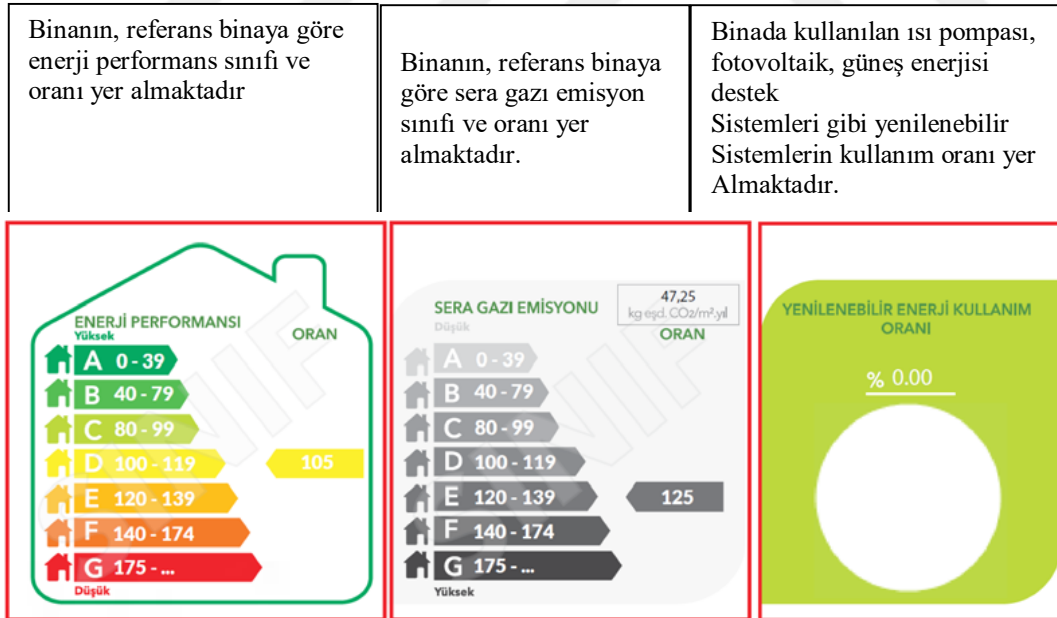
$$E_{P,EP}=100* \left(1-\frac{EP_r-EP_g}{EP_r}\right) \quad (2.9)$$

Çizelge 2.3 'de enerji performans değerlerine göre sınıflandırmayı göstermektedir.

Çizelge 2.3. BEP-TR'de enerji performans göstergesi aralığı [25].

Enerji Sınıfı	Ep aralıkları
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175-...

Sınıflandırma, enerji tüketimi için ve CO2 salımı için ayrıdır, iki sınıflandırma için de aynı çizelge kullanılır. Çizelge 2.3 BEP Yönetmeliği Ek-5a ve 5b 'yi referans almaktadır. Şekil 2.7 'de BEP-TR programının referans binaya göre oranı gösterilmiştir.



Şekil 2.7. BEP-TR programının referans binaya göre oranı [31]

3. BULGULAR

3.1. Muş Alparslan Üniversitesi Enerji Tüketimi Teorik Sonuçları

Muş Alparslan Üniversitesi kampüsünde bulunan toplam 30 binadan farklı olan 18 adet binanın BEP-TR yazılım programında bina mimari ve mekanik sistemlerin veri girişleri yapıldıktan sonra program çıktıları alınmıştır. Şekil 3.1 'de MŞÜ Kütüphane binası BEP-TR program çıktısı gösterilmiştir. Geri kalan binalarımızın program çıktıları (**Bkz. EK-32-46**) eklerde verilmiştir.



Şekil 3.1. MŞÜ Kütüphane Binası BEP-TR program çıktısı

BEP-TR programında binanın toplam enerji tüketimini elektrik enerjisi olarak hesaplanmaktadır. Ancak Kampüsümüzde enerji tüketim verilerinin hem teorik hem de gerçek sonuçlarının karşılaştırılması yapılması için enerji tüketimlerini ortak bir birime çevirmek gerekir.

Genelde enerji birimlerinin karşılaştırılması TEP cinsinden yapılmaktadır. Denklem 3.1 'de enerji birimlerinin TEP'e çevrilmesi gösterilmiştir.

$$TEP = \text{tüketim miktarı (verilen birimde)} \times \text{ısı} \frac{\text{değer}}{10000000} \text{ kcal kg} \quad (3.1)$$

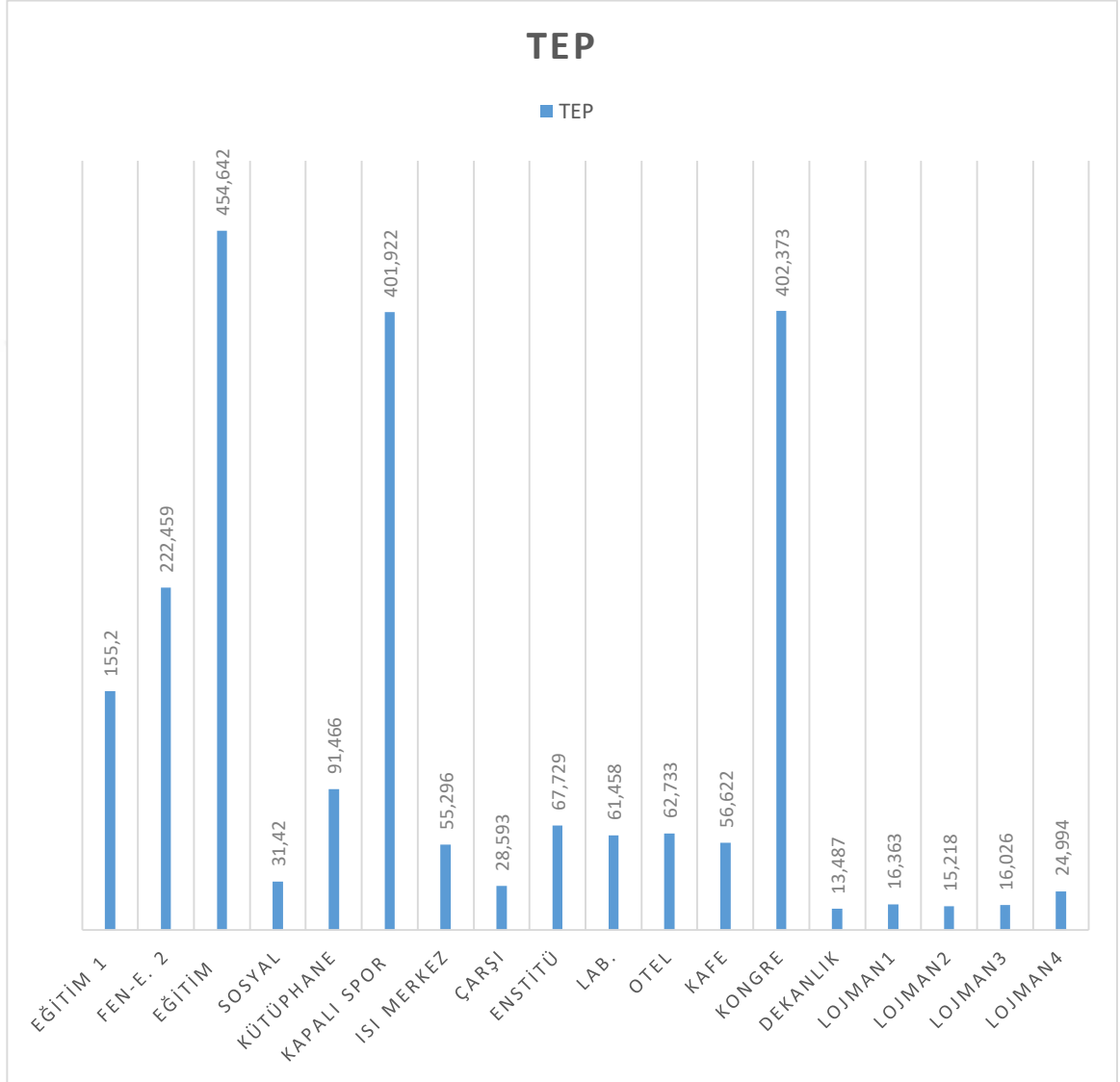
Kampüsümüzde bulunan toplam 30 binaya ait BEP-TR programının çıktılarının elektrik ve TEP cinsinden dönüşümü ile beraber referans binaya göre performans sınıfı, sera gazı oranı, ve emisyonu Çizelge 3.1 'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. BEP-TR kampüs bina çıktıları

Bina Adı	Elektrik	Dönüşüm	Tep	Performans	Sera gazı	Sera gazı
	Tüketim	Katsayısı		sınıfı	oranı	emisyonu
Eğitim 1	1804623,777	0,00008600130507	155,2	C (81)	C (91)	65,11
Fen-E. 2	2586693,304	0,00008600130507	222,459	C (82)	C (94)	45,83
Eğitim 2-3	5286454,661	0,00008600130507	454,642	C (82)	C (94)	92,05
Sosyal	365343,293	0,00008600130507	31,42	C (81)	C (95)	40,94
Kütüphane	1063542	0,00008600130507	91,466	C (80)	C (88)	31,99
Kapalı Spor	4673440,707	0,00008600130507	401,922	C (86)	C (85)	129,53
Isı Merkez	642966,987	0,00008600130507	55,296	C (85)	C (95)	108,14
Çarşı	332471,6989	0,00008600130507	28,593	C (84)	C (97)	45,17
Enstitü	787534,5606	0,00008600130507	67,729	C (84)	C (97)	70,32
Lab.	714617,0625	0,00008600130507	61,458	C (81)	C (92)	96,99
Otel	729442,4189	0,00008600130507	62,733	C (80)	C (93)	48,88
Kafe	658385,3577	0,00008600130507	56,622	C (80)	C (90)	29,81
Kongre	4678684,814	0,00008600130507	402,373	C (83)	C (95)	183,58
Dekanlık	156823,2016	0,00008600130507	13,487	C (84)	C (97)	55,95
Lojman1	190264,5546	0,00008600130507	16,363	C (81)	C (95)	61,19
Lojman2(2)	176950,8031	0,00008600130507	15,218	C (83)	C (97)	63,38
Lojman3(7)	186346,0094	0,00008600130507	16,026	C (81)	C (95)	59,94
Lojman4(6)	290623,4967	0,00008600130507	24,994	C (85)	C (99)	93,39

Program sonuçlarına göre tüm binalarımızın referans binaya göre performans sınıfı C (80-99) olarak çıkmıştır. Aynı zamanda sera gazı emisyonu C (80-99) olarak çıkmıştır. Toplam elektrik

enerjisi Bina enerji tüketim toplamı elektrik enerjisi türünden 28079000 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu da 2414,345 TEP etmektedir. Ayrıca binalarımızın tep cinsinden tüketim grafiği Şekil 3.2 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Binaların yıllık enerji tüketimi (TEP) BEP-TR çıktısı

3.2. Muş Alparslan Üniversitesi Enerji Tüketimi Gerçek Sonuçları

Muş Alparslan üniversitesi kampüsünde enerji tüketimi son dört yılın verileri ışığında faturalarından toplanan sonuçlar elektrik enerjisi ve ısınma ile jeneratör için kullanılan yakıt enerjisi olarak ilgili yıla ait aylık ve dönemlik faturalardan 2016-2019 yıllarına ait veriler

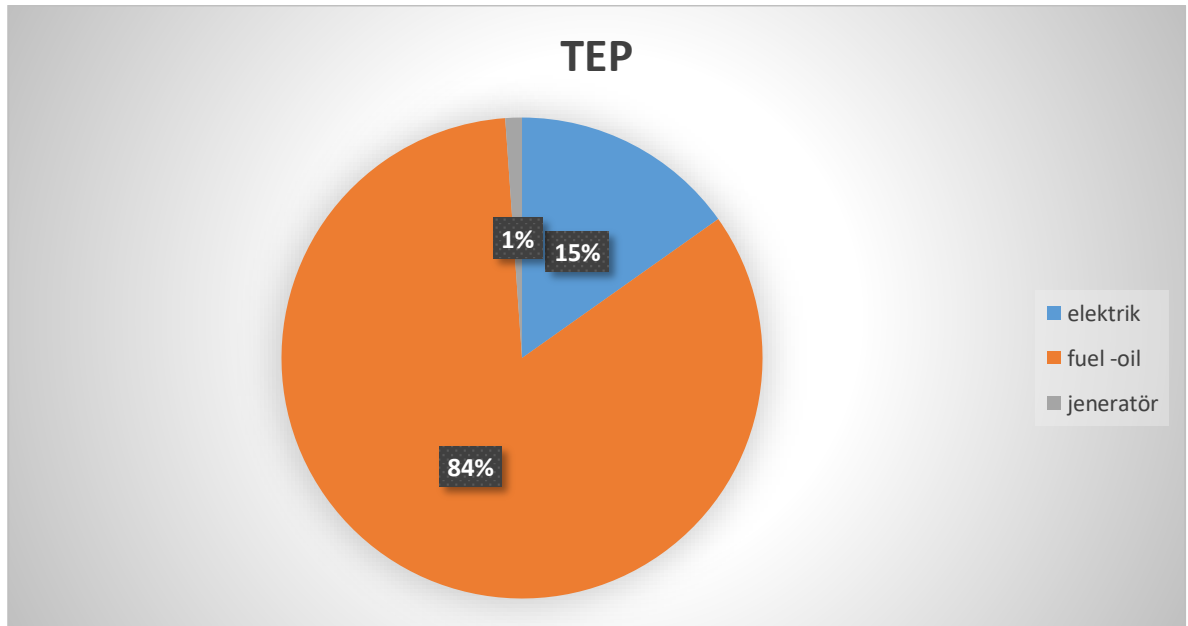
toplanarak hesaplanmıştır. Ayrıca ilgili yıla ait enerji tüketimini etkileyen personel sayıları, toplam bina alanları ve ülkemize ait yıllık dış sıcaklık verileri toplanmıştır.

MŞÜ binalarının toplam 2016 yılına ait personel sayısı, toplam kapalı alan ve toplam TEP tüketimi Çizelge 3.2 'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. MŞÜ 2016 yılına ait enerji tüketim değerleri

Yıl	Aktif Çalışan Sayısı (Personel Öğrenci)	Toplam		Kişi başı enerji tüketimi (kişi/ TEP)	Enerji Yoğunluğu Alana Göre		
		İnşaat Alanı (m ²)	Toplam Tüketim (TEP)				
2016	9496	107508,00	2201,19	0,2318	0,0204		
Elektrik tüketimi (kWh)	Elektrik tüketimi (TEP)	Yakıt tüketimi (doğalgaz sm ³)	Yakıt tüketimi (doğalgaz- TEP)	Diğer Yakıt Tüketimi (Fueloil - no:4 ton)	Diğer Yakıt Tüketimi- 1 (TEP)	Jeneratör Tüketimi (Motorin-lt)	Jeneratör Tüketimi (TEP)
3.888.312,00	334,39	0	0	1.919	1.842,24	24,56	24,56

2016 yılında personel sayısı 9496, toplam kapalı alan 107508 m² ve toplam tüketim 2201,9 TEP olarak hesaplanmıştır. Enerji türünden tüketim oranları ise Şekil 3.3 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. 2016 yılı kampüs enerji dağılımı

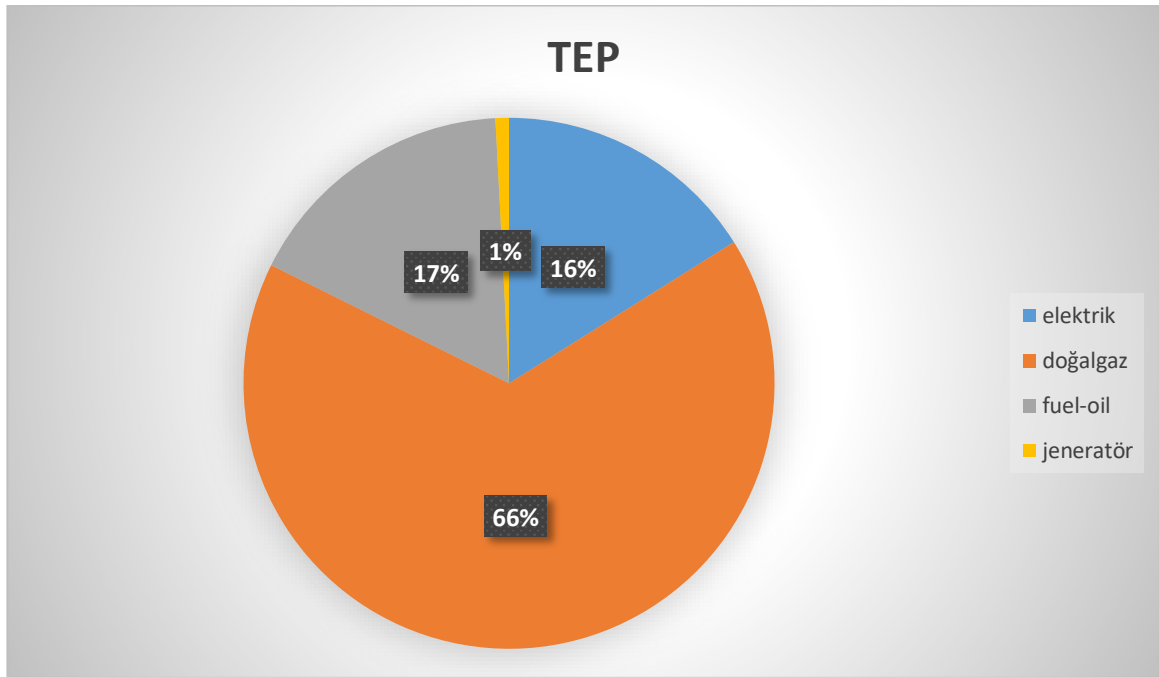
MŞÜ binalarının toplam 2017 yılına ait personel sayısı, toplam kapalı alan ve toplam TEP tüketimi Çizelge 3.3 'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. MŞÜ 2017 yılına ait enerji tüketim değerleri

Yıl	Aktif Çalışan Sayısı (Personel Öğrenci)	Toplam İnşaat Alanı (m ²)	Toplam Tüketim (TEP)	Kişi başı enerji tüketimi (kişi/TEP)	Enerji Yoğunluğu Alana Göre
2017	9191	135.024,00	2508,63	0,2729	0,0185

Elektrik tüketimi (kWh)	Elektrik tüketimi (TEP)	Yakıt tüketimi (doğalgaz sm ³)	Yakıt tüketimi (doğalgaz-TEP)	Diğer Yakıt Tüketimi-1 (Fueloil - no:4 ton)	Diğer Yakıt Tüketimi-1 (TEP)	Jeneratör Tüketimi (Motorin-lt)	Jeneratör Tüketimi (TEP)
4690066	403,35	2014935	1662,32	422,4	20156,61	20156,61	20,56

2017 yılında personel sayısı 9191, toplam kapalı alan 135024 m² ve toplam tüketim 2508,63 TEP olarak hesaplanmıştır. Enerji türünden tüketim oranları ise Şekil 3.4 'de gösterilmiştir.



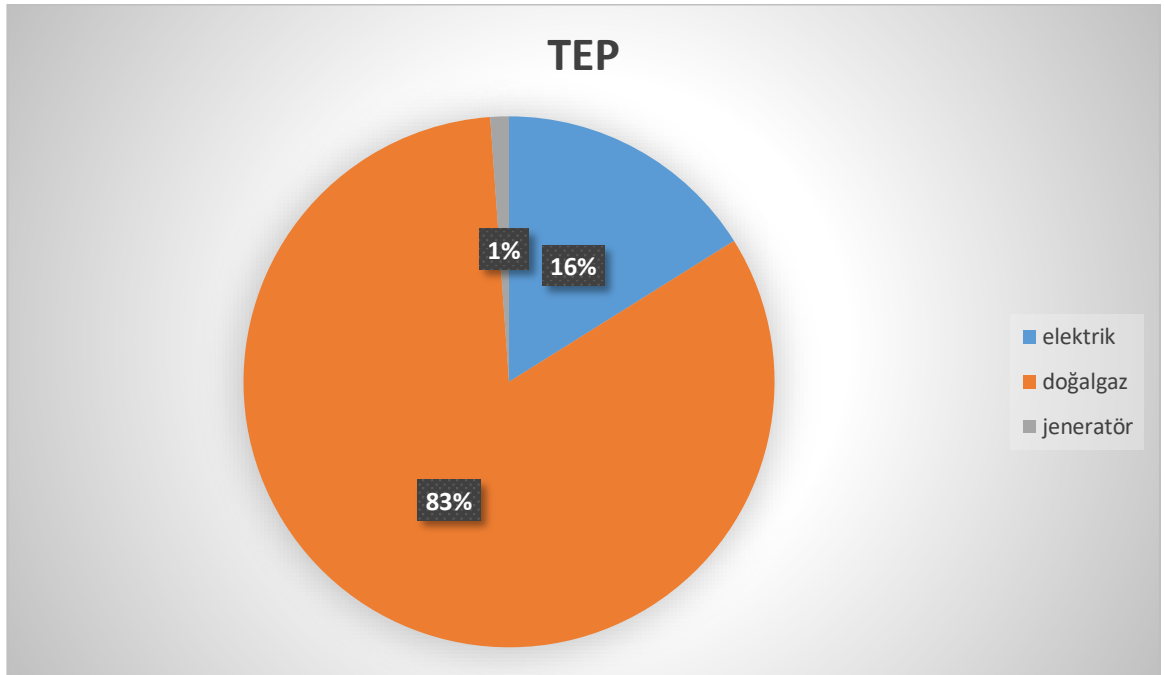
Şekil 3.4. 2017 yılı kampüs enerji dağılımı

MŞÜ binalarının toplam 2018 yılına ait personel sayısı, toplam kapalı alan ve toplam TEP tüketimi Çizelge 3.4 'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. MŞÜ 2018 yılına ait enerji tüketim değerleri

Yıl	Aktif Çalışan Sayısı (Personel Öğrenci)	Toplam İnşaat Alanı (m ²)	Toplam Tüketim (TEP)	Kişi başı enerji tüketimi (kişi/ TEP)	Enerji Yoğunluğu Alana Göre		
2018	9362	137.506,00	1.843,44	0,196907071	0,01340628		
Elektrik tüketimi (kWh)	Elektrik tüketimi (TEP)	Yakıt tüketimi (doğalgaz sm ³)	Yakıt tüketimi (doğalgaz- TEP)	Diğer Yakıt Tüketimi-1 (Fueloil - no:4 ton)	Diğer Yakıt Tüketimi- 1 (TEP)	Jeneratör Tüketimi (Motorin-lt)	Jeneratör Tüketimi (TEP)
3.449.709,00	296,67	1.849.625	1.525,94	0	0	20.427,00	20,83

2018 yılında personel sayısı 9362, toplam kapalı alan 137506 m² ve toplam tüketim 1843,44 TEP olarak hesaplanmıştır. Enerji türünden tüketim oranları ise Şekil 3.5 'te gösterilmiştir.



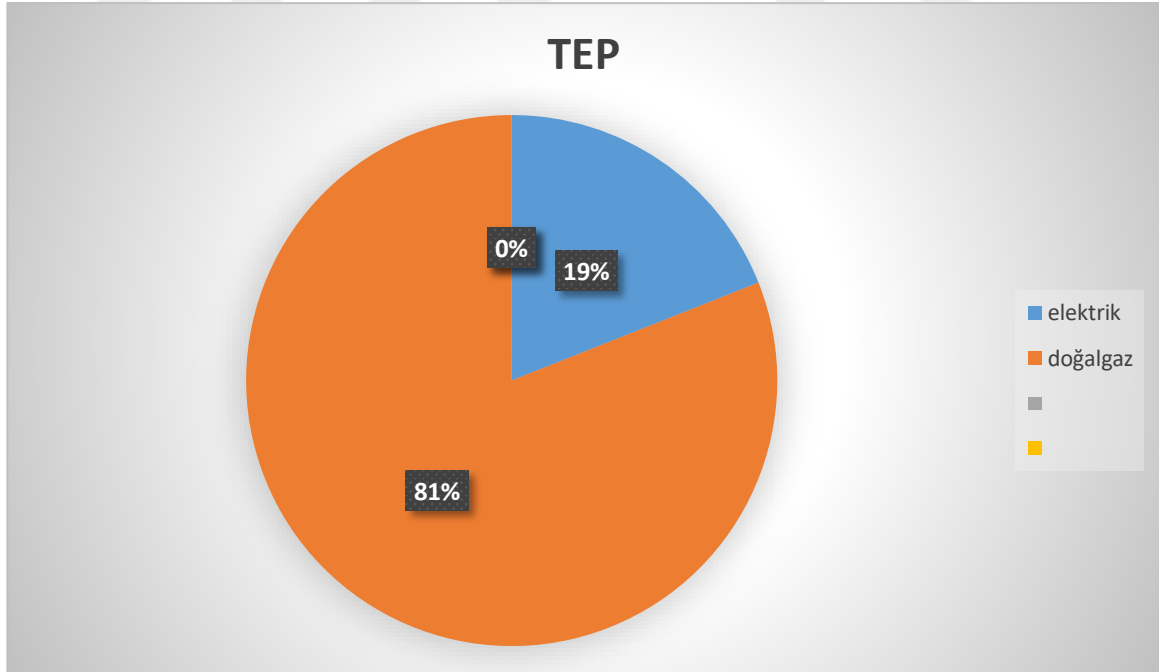
Şekil 3.5. 2018 yılı kampüs enerji dağılımı

MŞÜ binalarının toplam 2019 yılına ait personel sayısı, toplam kapalı alan ve toplam TEP tüketimi Çizelge 3.5 'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. MŞÜ 2019 yılına ait enerji tüketim değerleri

Yıl	Aktif Çalışan Sayısı (Personel Öğrenci)	Toplam İnşaat Alanı (m ²)	Toplam Tüketim (TEP)	Kişi başı enerji tüketimi (kişi/TEP)	Enerji Yoğunluğu Alana Göre		
2019	9353	137.506,00	1993,56	0,2335	0,0158		
Elektrik tüketimi (kWh)	Elektrik tüketimi (TEP)	Yakıt tüketimi (doğalgaz sm³)	Yakıt tüketimi (doğalgaz-TEP)	Diğer Yakıt Tüketimi-1 (Fueloil - no:4 ton)	Diğer Yakıt Tüketimi-1 (TEP)	Jeneratör Tüketimi (Motorin-lt)	Jeneratör Tüketimi (TEP)
	378,55		1615,01	0	0		

2019 yılında personel sayısı 9353, toplam kapalı alan 137506 m² ve toplam tüketim 1993,56 TEP olarak hesaplanmıştır. Enerji türünden tüketim oranları ise Şekil 3.6 'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. 2019 yılı kampüs enerji dağılımı

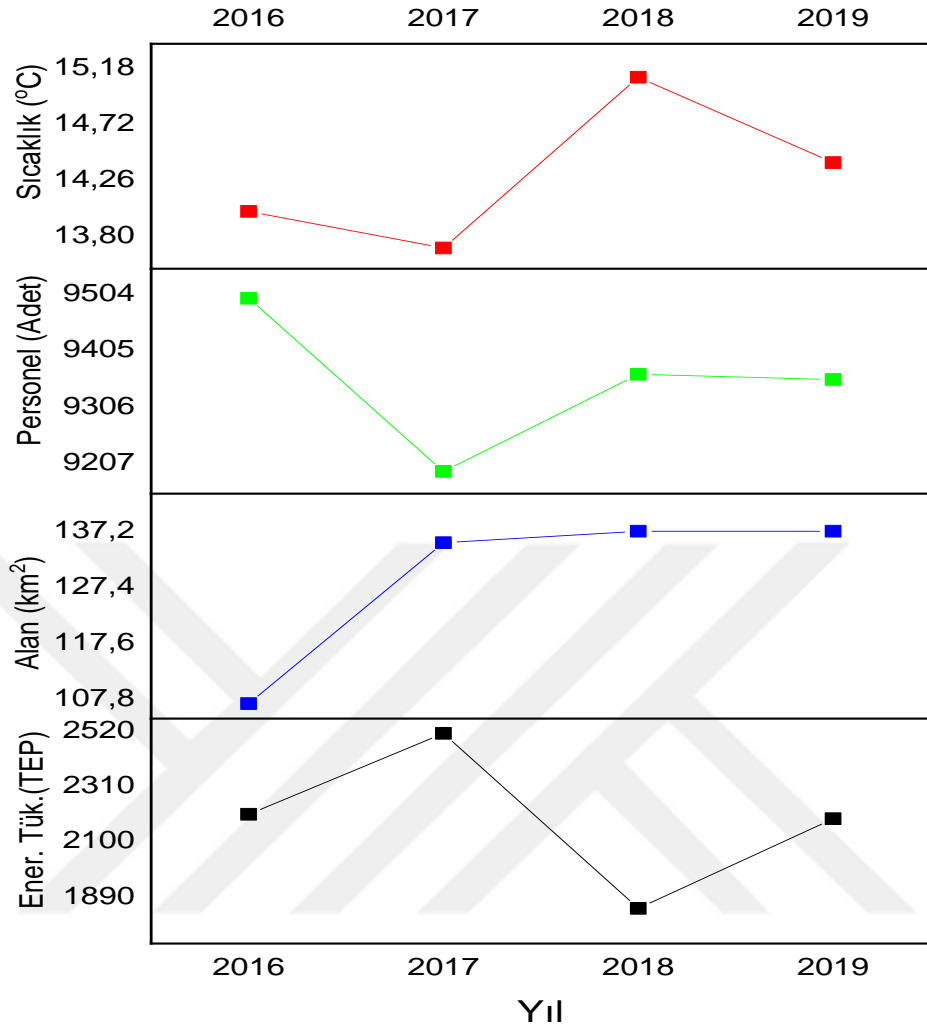
3.3. Muş Alparslan Üniversitesi Enerji Tüketimi ve Karşılaştırılması

Kampüste bulunan 30 adet bina verilerinin toplam enerji tüketimlerinin hem teorik olarak hem de 4 yıllık uygulama olarak hesaplandıktan sonra enerji tüketimini etkileyen faktörlerden mahal alanı, personel sayısı ve dış sıcaklık olarak üç parametre ile karşılaştırılması yapılmıştır. Kampüsün yıllara göre enerji tüketimini etkileyen veriler sayısal olarak Çizelge 3.6 'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. MŞÜ yıllara göre enerji tüketimini etkileyen veriler

Yıllar	Tep	Kapalı Alan (Km ²)	Personel (Adet)	Sıcaklık (°C)
2016	2201,19	107	9496	14
2017	2508,63	135	9191	13,7
2018	1843,44	137	9362	15,1
2019	1993,56	137	9353	14,4
BEP-TR	2414,34	137	9362	Ortalama sıcaklık

Kampüsümüzde bulunan 30 adet binanın toplam enerji tüketimleri 2016 yılında 2201,19 TEP, 2017 yılında 2508,63 TEP, 2018 yılında 1843,44 TEP, 2019 yılında 1993,56 TEP ve teorik olarak BEP-TR yazılım programında ise 2414,34 TEP olarak hesaplanmıştır. Yıllara göre kapalı alan 2016 yılında 107 Km², 2017 yılında 135 Km² ve 2018-2019 yılında 137 Km² olarak ölçülmüştür. BEP-TR yazılım programında ise 137 Km², olarak veri girişi yapılmıştır. Personel sayısına bakıldığında ise 2016 yılında 9496 adet, 2017 yılında 9191 adet, 2018 yılında 9362 adet ve 2019 yılında 9353 adet olarak sayılmıştır. BEP-TR yazılım programında ise 9362 adet olarak veri girişi yapılmıştır. Türkiye de ki dış sıcaklığın yıllara göre ölçümlerine baktığımızda 2016 yılında 14 °C, 2017 yılında 13,7 °C, 2018 yılında 15,1 °C ve 2019 yılında ise 14,4 °C olarak ölçülmüştür [32]. BEP-TR yazılım programında dış sıcaklık verisi ortalama değer üzerinden hesaplatılmaktadır. Kampüsümüzde bulunan binaların yıllık enerji tüketimleri, personel sayısı, kapalı alan ve dış sıcaklık verilerine göre grafiksel eğilimi Şekil 3.7 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Türkiye 2016-2019 yılları enerji tüketimini etkileyen faktörler grafiği

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkelerin gelişmişlik oranı enerji tüketiminin yoğunluğuna göre yapılabilir. Aslında enerji yönetiminin mantığı ihtiyaçlarımızın yapay enerjiye bağımlılık oranını ne kadar düşürmekten geçer. İnsanlık yapay enerjiyi kullanmaya hükmettikten sonra ihtiyaçlarımız lüks seviyesinden temel ihtiyaç seviyesine ulaştı. Ve giderek arttı. İhtiyaçlarımızı gidermede kullandığımız yapay enerjiyi ne kadar hayatımızdan çıkarabiliriz. Aslında bu sorunu kendimiz oluşturduk. Şu anda da enerjiyi yönetmeye çalışıyoruz. Dünyanın ömrünü uzatmak için yapay enerjiyi asgari seviyeye indirip ihtiyaçlarımızı giderme hedefinde sıfır enerjili binalara ulaşmalıyız.

Muş Alparslan Üniversitesinde yapılan çalışmada kampüste bulunan 30 adet binanın yıllık enerji tüketimleri teorik ve gerçek olarak hesaplandı. Teorik hesaplama ulusal yazılım programı olan BEP-TR ile yapıldı. Gerçek hesaplama ise ilgili yıllara ait elektrik ile yakıt faturalarının aylık ve dönemsel faturalarının toplamından elde edildi.

Teorik hesaplama neticesinde personel sayısı 9362 adet, kapalı alan 137506 m² ve dış sıcaklık ilgili yıla kadar ki ortalama sıcaklık veri girişleri neticesinde tüm binaların toplam enerji tüketimi 2414,345 TEP olarak hesaplanmıştır.

Uygulamada ise

2016 yılında 2201,19 TEP aktif çalışan sayısı 9496 toplam inşaat alanı 107508 m²

2017 yılında 2508,63 TEP aktif çalışan sayısı 9191 toplam inşaat alanı 135024 m²

2018 yılında 1843,44 TEP aktif çalışan sayısı 9362 toplam inşaat alanı 137506 m²

2019 yılında 1993,56 TEP aktif çalışan sayısı 9353 toplam inşaat alanı 137506 m²

Olarak ölçülmüştür.

Bu verilere bakarak;

Teorik olarak BEP-TR yazılım programında binalardaki soğutma ve havalandırma sistemlerinin referans binadan alındığından kampüste bulunan binalarda da olmaması enerji tüketiminin yüksek çıkmasında, diğer kullanılan elektrikli cihazların (bilgisayar, yazıcı, kaynar su vs.) programa girişi yapılmaması da enerji tüketiminin düşük çıkmasında hata paylarının sebebiyet vermesi ile gerçeğe yakın değerleri vermiştir.

Gerçekte ise kampüste bulunan tüm enerji tüketimleri ısıtma, soğutma, aydınlatma, sıcak su, havalandırma ve elektrikli diğer tüm cihazlar olarak 2016-2019 yılları arasında ölçülmüştür ölçüm de herhangi bir hataya sebebiyet veren durum söz konusu değildir.

Personel sayısı 2016 yılında 9496 adet iken 2017 yılında % 3,21 azalarak 9191 adet, 2018 yılında olarak % 1,86 artarak 9362 adet azalmış ve 2019 yılında ise % 0,09 azalarak 9353 adet olmuştur.

Kapalı alan metrekaresine bakıldığında 2016 yılında 107508 m² iken 2017 yılında % 25,29 artarak 135024 m², 2018 yılında % 1,83 artarak 137506 m² ve 2019 yılında değişmeyerek yine 137506 m² olarak ölçülmüştür.

Türkiye'deki dış sıcaklık verilerine bakıldığında 2016 yılında 14 °C iken 2017 yılında % 2,14 azalarak 13,7 °C, 2018 yılında % 10,21 artarak 15,1 °C, 2019 yılında % 4,63 azalarak 14,4 °C olarak ölçülmüştür.

Kampüs enerji tüketimine bakıldığında 2016 yılında 2201,19 TEP iken 2017 yılında % 13,96 artarak 2508,63 TEP, 2018 yılında % 26,51 azalarak 1843,44 TEP ve 2019 yılında ise % 8,14 artarak 1993,56 TEP olarak hesaplanmıştır.

Tüm verilere bakıldığında enerji tüketimini etkileyen en önemli parametrenin dış sıcaklık la ters orantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Teorik olarak çıkan sonuçta ortalama sıcaklık verisi alındığından tüketim değerinin değişken olması da varılan sonucun doğruluğunu kanıtlamıştır.

Enerji yönetiminin belki de en önemli hususu yönetimin karşılaştırılması yapılmasıdır. Sonuçta enerjiyi yönetmekteki amaç konfor şartlarından ödün vermeden tüketim miktarını ve dolaylı olarak da çevreye zararını minimuma düşürmektir. Amaca ulaşmak için yapılan iyileştirme projelerinin başarılı olup olmadığının kıstası doğru analiz edilmiş toplam enerji tüketiminin karşılaştırılması ile mümkün olmaktadır. Bu da iç etkenlerdense (personel sayısı, mahal alanı) dış etkenlerin (dış sıcaklık) daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuca bakılarak kamu binalarında enerji yönetimini üç aşamaya ayırabiliriz. Bunlar;

1- Yıllık toplam enerji (yakıt ve elektrik) tüketimi, iç etkenler (personel sayısı, kapalı mahal alanın hesaplanması vs.) ve dış etkenler (dış sıcaklık, afetler vs.) olarak referans değer oluşturulmalı,

2- Enerji tüketimini dolayısıyla maliyet ve sera gazı salınımının referans değerden aşağı çekilmesi için yapılması gereken projeler,

3- Proje etkisinin madde 1 'de belirtilen referans değerle karşılaştırılma yapılarak tasarruf projesinin başarısının ölçülmesi olarak yapabiliriz.

Madde 2'de belirtilen projeler örnek aşağıdaki maddelerden oluşturulabilir;

- Mimari proje tasarımlarında ihtiyaca uygun enerjiden asgari seviyede yararlanılan, güneşten olabildiğince çok faydalanılan projelere ağırlık verilmesi,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından ve kojenerasyon sistemlerinden faydalanılması özellikle çevreye salınan sera gazı etkilerini azaltma etkisi göz önünde bulundurulması konusunda,
- Isı ve elektrik dağıtım sistemlerinde kayıplarının asgari seviyeye çekecek projelerin tasarlanması,

- Mümkün olduğu kadar hedefin dijital yönetime geçilmesi eğer imkanlar yetersiz ise enerji yönetim birimi tarafından personele farkındalık oluşturularak ihtiyaç kadar enerjinin tüketilmesi için sürekli bilgilendirme yapılması ,
- Enerji tüketen cihazların ve enerjiyi muhafaza (sıcaklığı koruyan) eden binaların verimli olması,
- Enerji birim fiyatının serbest piyasadan uygun şekilde sözleşme yapılması,
- Elektrik dağıtımında kompanzasyon cezalarının takibi,

şeklinde sıralanabilir.

Enerji yönetiminde en önemli parametre olaya btnel bakıştır. Bunlar toplam enerji tüketimi (ulaşım, ısınma, soğutma havalandırma, aydınlatma ve elektrikli cihazlar), toplam enerjiye harcanan maliyetleri (yatırım ve işletme) sistemlerin ömür ve arızalanma kriterlerini de hesaba katarak ve çevreye verdiği zararlar beraber ülkemizde özellikle kamu binalarında yıllık enerji tüketimlerini toplayarak dış sıcaklık, personel ve hacim değerleri ile beraber bina enerji endeksi oluşturulmalı ve kamu binalarının karşılaştırılması yapılarak yıllık performans getirilmelidir. Böylelikle enerjide adil yönetim oluşur.

Sonuç olarak Enerjiyi yönetmek için öncelikli hedef sıfır enerjili bina olmalı bunun içinde izlenilmesi gereken yol ihtiyaçların tespiti ve bu ihtiyaçların konfor seviyesinin belirlenmesidir. Daha sonra doğadan faydalanılması yetersiz kalmasıyla yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılması bununda yetersiz kalmasıyla verimli enerji tüketilmesidir. Enerjiyi iyi ynetemezsek yüksek maliyetlerden dolayı sürekli dışa bağımlılık artar. Bununla beraber çevrenin ekolojik yapısına da büyük zararlar verilir. Aslında evreye verilen zarar insanın kendine verdiği zarardır. Ne gariptir ki doğanın enerjisini alıp doğayı zarara uğratarak kendi yaşam kalitemizi düşürüyoruz.

5. KAYNAKLAR

- [1] Koç E, Şenel MC, 2013. Dünyada Ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. Mühendis Ve Makina Dergisi, 54(639):32-44.
- [2] Koç A, Yağlı H, Koç Y, Uğurlu İ, 2018. Dünyada Ve Türkiye’de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi. Mühendis Ve Makina Dergisi, 59(692):86-114.
- [3] Yağlı H, Koç Y, Koç A, Görgülü A, Tandıroğlu A, 2016. Parametric optimization and exergetic analysis comparison of subcritical and supercritical organic Rankine cycle (ORC) for biogas fuelled combined heat and power (CHP) engine exhaust gas waste heat. Energy. 111:923-932.
- [4] Yaman MC, Gökçen G, 2007. Kamu Sektöründe Enerji Yönetimi: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İyte) Örneği. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28 Ekim 2007, İzmir, s: 873-886.
- [5] Canbay ÇS, Gökçen G, Hepbaşlı A, 2004. Bina Yönetim Sistemleri Ve Hvac Sistemlerinde Enerji Tasarrufuna Yönelik Kontrol İlkeleri. Makina Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 84:5-19.
- [6] Güngör A, Güngör S, 2005. İklimlendirme Sistemlerinde Enerji Yönetimi. VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 23-26 Kasım 2005, İzmir, s: 819-848.
- [7] Ener Ruşen S, Topçu MA, Karanfil Celep G, Çeltek SA, Ruşen A, 2018. Üniversite Kampüs Binaları için Enerji Etüdü: Örnek Çalışma. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2):83-92.
- [8] Terekli G, Özkan O, Bayın G, 2013. Çevre Dostu Hastaneler: Hastaneden Yeşil Hastaneye. Ankara Üniversitesi, Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 12(2):37.
- [9] Uzun A, Değirmen M, 2018. Endüstriyel İşletmelerde Enerji Verimliliği Ve Enerji Yönetimi. Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 4(2):83-97
- [10] Paçacı İ, Ülgen K, Söğüt M, 2020. Kamu Binalarında Düşük Karbon Salımlı Enerji Yönetim Modeli Ve Örnek Uygulama. Ege Üniversitesi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 28(178):67-75.
- [11] Çevre ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, 5. Madde.
- [12] [https://meksis.sbb.gov.tr/Documents/İçMekanKalitesiveOlcumleri\(SemaYurdakul\).pptx](https://meksis.sbb.gov.tr/Documents/İçMekanKalitesiveOlcumleri(SemaYurdakul).pptx) (Erişim Tarihi: 15.02.2021)
- [13] Çevre ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013. İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık Ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik. 15. Madde.

- [14] Yaşar C, Aslan Y, Biçer T, 2010. Bir Dağıtım Tranformatörü Bölgesindeki Kayıpların İncelenmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(022):9-22.
- [15] Özbakır P, 2006. Enerji Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [16] Erdoğan S, 2020. Enerji, Çevre Ve Sera Gazları. Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(1):277-303.
- [17] Ruşen SE, Mücahid K, 2019. Enerji Tüketim Ve CO2 Salınım Değerlerinin Analizi; Bir Gıda Fabrikası Örneği. Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 8(4):1478-1488.
- [18] Kıyılmaz MB, 2019. Sanayide Enerji Yönetimi Esasları Ve Enerji Verimliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- [19] https://tr.wikipedia.org/wiki/William_Edwards_Deming. (Erişim tarihi: 12.01.2021).
- [20] https://tr.wikipedia.org/wiki/Hawthorne_ etkisi. (Erişim tarihi: 10.01.2021).
- [21] Asubay MB, 2018. Scada Sistemlerinin Tanıtımı Ve Kullanılan Haberleşme Protokolleri. Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.
- [22] Baysal R, 2008. Akıllı Binalarda Enerji Yönetimi Ve Kontrolü. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [23] Eroğlu İ, 2010. Binalarda Enerji Yönetimi Ve Enerji Kullanım Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin Yapay Zeka Teknikleri İle Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [24] Noranai Z, Kammalluden M.N, 2012. Study of building energy index in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia. Academic Journal of Science. 1(2):429-433.
- [25] Ekmekçi İ, Şadoğlu N, Tetik İ, Ermiş K, 2015. Bir Üniversite Binası İçin Enerji Etüd Ve Verimliliği Arttırıcı Proje (Vap) Çalışması. 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Nisan 2015, İzmir, s: 1-12.
- [26] Kocaman B, 2015. Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Mikro Şebekelerde Enerji Yönetimi. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [27] Bashar MAA, 2019. Binalarda Enerji Yönetimi Ve İklimlendirme Örnek Çalışma Musul Üniversitesi Sanat Fakültesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- [28] Öztürk ÖA, 2019. Hastanelerde Enerji Yönetiminin Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi İstanbul Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- [29] Türkiye Cumhuriyeti, 2007. Enerji Verimliliği Kanunu.

- [30] Ünal Ö, Bayram M, 2017. Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi (BEP-TR1)'in Kullanılabilirliğinin Ve EKB Uygulamasının Değerlendirilmesi, 13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 19-22 Nisan 2017, İzmir, s: 265-277.
- [31] https://bepttr.csb.gov.tr/bep-web/BEP-TR_E%C4%9Fitim_K%C4%B1lavuzu.pdf. (Erişim tarihi: 12.01.2021).
- [32] <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/Turkiye-Ortalama-Sicaklik.pdf>. (Erişim tarihi: 11.01.2021).
- [33] Türkiye Cumhuriyeti, 2017. Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemine Dair Tebliğ (Tebliğ No: Mhg/2017-26) Ekler.
- [34] Kınacı MF, 2015. Bep-Tr, Passivhaus Ve Energystar Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- [35] <https://ytong.com.tr/blog-detay.asp?blogID=10>. (Erişim tarihi: 12.01.2021).

6. EKLER

EK 1. MŞÜ Eğitim Fakültesi 2-3 Etap Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,29
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	3,61	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	17599,42	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	16052,87	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	15123,22	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,36
Toplam Zon Adedi	34	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	32	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5
<hr/>			
Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	10787,5		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	10787,5		
U Değeri	0,29		
Kalınlık (m)	0,02/0,2/0,05/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	867,16		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	153,86	713,3	
U Değeri	0,63	0,63	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,05/0,02	0,02/0,25/0,05/0,02	
Toplam Döşeme Alanı (m²)	1546,55		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	1546,55		
U Değeri	0,63		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
Toplam Çatı Alanı (m²)	8126,09		
Tipi		Teras	
Alanı (m²)		8126,09	
U Değeri		0,36	
Kalınlık (m)		0,03/0,12/0,1/0,02	
Toplam Pencere Alanı (m²)	1858,13		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı)		
	(6+16mm Argon +6)		

EK 2. MŞÜ Eğitim Fakültesi 1. Etap bina inşaat verileri

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,29
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	3,70	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	7941,05	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	7753,08	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	7175,54	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,36
Toplam Zon Adedi	23	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	22	Kapı Ağırlıklı U Değeri	0

Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	6813,91		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	6813,91		
U Değeri	0,29		
Kalınlık (m)	0,02/0,2/0,05/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	535,43		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	119,36	416,07	
U Değeri	0,63	0,63	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,05/0,02	0,02/0,25/0,05/0,02	
Toplam Döşeme Alanı (m²)	187,97		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	187,97		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
Toplam Çatı Alanı (m²)	3381,09		
Tipi		Teras	
Alanı (m²)		3381,09	
U Değeri		0,36	
Kalınlık (m)		0,03/0,12/0,1/0,02	
Toplam Pencere Alanı (m²)	897,28		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı) (6+16mm Argon +6)		

EK 3. MŞÜ Fen Edebiyat Fakültesi Bina İnşaat Veriler

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,27
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,43
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4,4	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,43
Toplam Bina Alanı (m²)	16682,52	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	16285,63	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	15682,09	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,3
Toplam Zon Adedi	12	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	11	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	5571,48		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	5571,48		
U Değeri	0,27		
Kalınlık (m)	0,02/0,20/0,08/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	646,46		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	274,29	372,17	
U Değeri	0,43	0,43	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,08/0,02	0,02/0,25/0,08/0,02	
Toplam Döşeme Alanı (m²)	396,89		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	396,89		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
Toplam Çatı Alanı (m²)	9470,4		
Tipi	Kırma	Teras	
Alanı (m²)	5423,96	4046,44	
U Değeri	0,3	0,3	
Kalınlık (m)	0,03/0,12/0,12/0,02	0,03/0,12/0,12/0,02	
Toplam Pencere Alanı (m²)	2261,88		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı) (6+16mm Argon +6)		

EK 4. MŞÜ Kapalı Spor Salonu Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	3	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,27
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,43
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4,5	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,43
Toplam Bina Alanı (m²)	11132,37	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,5
İklimlendirilen Alan (m²)	8647,81	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	8353,26	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,3
Toplam Zon Adedi	3	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	2	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5
<hr/>			
Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	3575,19		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	3575,19		
U Değeri	0,27		
Kalınlık (m)	0,02/0,20/0,08/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	412,06		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	181,14	161,77+69,15	
U Değeri	0,43	0,43+0,43	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,08/0,02	0,02/0,25/0,08/0,02	
<hr/>			
Toplam Döşeme Alanı (m²)	2484,55		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	2484,55		
U Değeri	0,5		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,06/0		
<hr/>			
Toplam Çatı Alanı (m²)	5471,78		
Tipi		Teras	
Alanı (m²)		5471,78	
U Değeri		0,3	
Kalınlık (m)		0,03/0,12/0,05/0,02	
<hr/>			
Toplam Pencere Alanı (m²)	1193,38		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı)		
	(6+16mm Argon +6)		

EK 5. MŞÜ Mediko Sosyal Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	3	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,20
Bodrum Kat Adedi	0	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,48
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4,5	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,48
Toplam Bina Alanı (m²)	2569,32	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	2569,32	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	2353,61	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,3
Toplam Zon Adedi	3	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	3	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5
<hr/>			
Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	1293,7		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	1293,7		
U Değeri	0,2		
Kalınlık (m)	0,02/0,4/0,07/0,02		
<hr/>			
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	181,33		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	93,74	87,59	
U Değeri	0,48	0,48	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,07/0,02	0,02/0,25/0,07/0,02	
<hr/>			
Toplam Döşeme Alanı (m²)	1744,08		
Tipi	Toprak temaslı		
Alanı (m²)	872,04		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
<hr/>			
Toplam Çatı Alanı (m²)	872,04		
Tipi	Kırma	Teras	
Alanı (m²)	848,64	23,4	
U Değeri	0,3	0,3	
Kalınlık (m)	0,03/0,12/0,12/0,02	0,03/0,12/0,12/0,02	
<hr/>			
Toplam Pencere Alanı (m²)	516,3		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı) (6+16mm Argon +6)		

EK 6. MŞÜ Isı Merkezi Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	3	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,31
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,55
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4,6	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,55
Toplam Bina Alanı (m²)	2949,91	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	1663,28	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	1592,57	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,52
Toplam Zon Adedi	3	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	2	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5
<hr/>			
Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	1444,41		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	1444,41		
U Değeri	0,31		
Kalınlık (m)	0,02/0,2/0,06/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	154,74		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	82,24	72,5	
U Değeri	0,55	0,55	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,06/0,02	0,02/0,25/0,06/0,02	
Toplam Döşeme Alanı (m²)	831,64		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	831,64		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
Toplam Çatı Alanı (m²)	831,64		
Tipi	Kırma		
Alanı (m²)	831,64		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,23/0,06/0,23		
Toplam Pencere Alanı (m²)	22,2		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı) (6+16mm Argon +6)		

EK 7. MŞÜ Çarşı Bina İnşaat Veriler

Toplam Kat Adedi	2	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,23
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,48
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	3,7	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,48
Toplam Bina Alanı (m²)	2471,04	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	2121,46	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	2027,16	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,3
Toplam Zon Adedi	2	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	1	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	852,55		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	852,55		
U Değeri	0,23		
Kalınlık (m)	0,02/0,3/0,07/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	127,46		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	64,68	62,78	
U Değeri	0,48	0,48	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,07/0,02	0,02/0,25/0,07/0,02	
Toplam Döşeme Alanı (m²)	349,58		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	349,58		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
Toplam Çatı Alanı (m²)	2121,46		
Tipi	Kırma		
Alanı (m²)	2121,46		
U Değeri	0,3		
Kalınlık (m)	0,03/0,012/0,05/0,02		
Toplam Pencere Alanı (m²)	310,63		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı) (6+16mm Argon +6)		

EK 8. MŞÜ Enstitü Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	3	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,37
Bodrum Kat Adedi	0	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,55
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,55
Toplam Bina Alanı (m²)	3162,57	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	3101,9	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	2960,57	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,36
Toplam Zon Adedi	4	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,21
İklimlendirilen Zon Adedi	3	Kapı Ağırlıklı U Değeri	4,83

Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	1023,57		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	1023,57		
U Değeri	0,37		
Kalınlık (m)	0,02/0,2/0,06/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	195,12		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	94,32	100,8	
U Değeri	0,55	0,55	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,06/0,02	0,02/0,25/0,06/0,02	
Toplam Döşeme Alanı (m²)	2087,14		
Tipi	Toprak Temaslı		
Alanı (m²)	1043,57		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
Toplam Çatı Alanı (m²)	1075,42		
Tipi	Kırma	Teras	
Alanı (m²)	1014,75	60,67	
U Değeri	0,35	0,36	
Kalınlık (m)	0,03/0,12/0,1/0,02	0,03/0,12/0,1/0,02	
Toplam Pencere Alanı (m²)	846,07		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı) (6+16mm Argon +6)		

EK 9. MŞÜ Kongre Ve Kültür Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,28
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,48
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4,04	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,48
Toplam Bina Alanı (m²)	10839,52	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	9364,81	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	7126,5	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,64
Toplam Zon Adedi	4	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	3	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5
<hr/>			
Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	3722,34		
Tipi	Dolgu Duvar		
Alanı (m²)	3722,34		
U Değeri	0,28		
Kalınlık (m)	0,02/0,2/0,07/0,02		
Toplam Dış Betonarme Alanı (m²)	442,48		
Tipi	Kolon	Kiriş	
Alanı (m²)	225,74	216,74	
U Değeri	0,48	0,48	
Kalınlık (m)	0,02/0,25/0,07/0,02	0,02/0,25/0,07/0,02	
<hr/>			
Toplam Döşeme Alanı (m²)	3713,02		
Tipi	Temel		
Alanı (m²)	3713,02		
U Değeri	0,57		
Kalınlık (m)	0,05/0,1/0,01/0,5/0,05/0		
<hr/>			
Toplam Çatı Alanı (m²)	6619,22		
Tipi	Kırma	Teras	
Alanı (m²)	1521,95	5097,27	
U Değeri	0,3	0,3	
Kalınlık (m)	0,03/0,012/0,12/0,02	0,03/0,12/0,12/0,02	
<hr/>			
Toplam Pencere Alanı (m²)	339,14		
Tipi	Low E Kombinasyonlu Yalıtım Camları (Renksiz Reflektif Kaplamalı) (6+16mm Argon +6)		

EK 10. MŞÜ Merkezi Kafeterya Bina İnşaat Veriler

Toplam Kat Adedi	3	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,2
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4,65	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	6183,98	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	6183,98	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	5893,01	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,64
Toplam Zon Adedi	3	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	3	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

EK 11. MŞÜ Uygulama Oteli Bina İnşaat Veriler

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,28
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,48
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	3,75	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,48
Toplam Bina Alanı (m²)	5927,1	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	4165,65	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	3922,26	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,3
Toplam Zon Adedi	4	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	3	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

EK 12. MŞÜ Merkezi Laboratuvar Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	3	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,29
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	4	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	3065,97	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	2058,59	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	1936,5	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,35
Toplam Zon Adedi	3	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	2	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

EK 13. MŞÜ Lojmanları A1 Blok Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,29
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	2,88	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	1014,02	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	866,47	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	791,86	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,35
Toplam Zon Adedi	24	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	8	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

EK 14. MŞÜ İdari Bina İnşaat Veriler

Toplam Kat Adedi	3	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,29
Bodrum Kat Adedi	0	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	3,2	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	1260,5	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	9364,81	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	785,11	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,35
Toplam Zon Adedi	18	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	15	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

EK 15. MŞÜ Lojmanları C1 Blok Bina İnşaat Verileri

Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,29
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,63
Ortalama Kat Yüksekliği (m)	2,88	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,63
Toplam Bina Alanı (m²)	1014,02	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,57
İklimlendirilen Alan (m²)	866,47	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0
Net Alan (m²)	791,86	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,35
Toplam Zon Adedi	24	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,2
İklimlendirilen Zon Adedi	8	Kapı Ağırlıklı U Değeri	5,5

EK 16. MŞÜ Eğitim Fak. 2-3 Etap Bina Enerji Verileri**Mekaniksel Sistemler**

	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	32	32
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	32	32
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	1312	
	Aydınlatma Sistemi	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-34	
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	35520	LED40T-3800(40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	3374400	888 adet
	Kojen. Sistemi Üretilen Enerji	Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) : 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) : 0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 17. MŞÜ Eğitim Fak. 1. Etap Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	22	22
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	22	22
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	510	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-23	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	14680	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	1394600	367 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 18. MŞÜ Fen Edebiyat Fak. 2. Etap Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	11	4
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Düşük Sıcaklıklı Kaz	Standart Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	26
Yakıt Tipi	Kömür	Doğalgaz
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	11	11
Sistemin Konumu	Merkezi	
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	779	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-12	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	18640	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	1770800	800 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) : 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) : 0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 19. MŞÜ Kapalı Spor Salonu Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	2	2
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	Doğalgaz	Doğalgaz
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	2	2
Sistemin Konumu	Merkezi	
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	1069	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-3	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	22200	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	2109000	555 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 20. MŞÜ Mediko Sosyal Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler

	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Düşük sıcaklıklı Kaz	Standart Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	4
Yakıt Tipi	LPG	Doğalgaz
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Gücü (kW)	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü	125	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-3	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	5080	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	482600	127 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Pik Güç (kW) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0

EK 21. MŞÜ Isı Merkezi Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	2	2
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	2	2
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	435	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-3	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	4920	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	467400	123 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) : 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) : 0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 22. MŞÜ Çarşı Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	1	4
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Düşük sıcaklıklı Kaz	Standart Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	4
Yakıt Tipi	LPG	Doğalgaz
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	1	1
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	86	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A(Çıplak)-2	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	4920	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	467400	123 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 23. MŞÜ Enstitü Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	<i>Merkezi</i>
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	<i>Standart kaz.</i>
Sistemin Gücü (kW)	226	5
Yakıt Tipi	LPG	<i>Doğalgaz</i>
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	<i>Yok</i>
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	<i>Merkezi</i>	<i>Isı Eşanjörü Yok</i>
Sistemin Tipi	<i>Hava Soğutmalı</i>	<i>Besleme ve Egzoz Havalan</i>
Sistemin Gücü (kW)	233	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-4	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	6320	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	600400	158 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) : 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) : 0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 24. MŞÜ Kongre Ve Kültür Binası Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	<i>Isı Eşanjörü Yok</i>
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	<i>Besleme ve Egzoz Havalan</i>
Sistemin Gücü (kW)	300	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-4	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	19440	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	1846800	486 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 25. MŞÜ Merkezi Kafeterya Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	159	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-3	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	12360	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	1174200	309 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 26. MŞÜ Uygulama Oteli Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	3	3
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü	114	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-4	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	11800	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	1121000	295 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 27. MŞÜ Merkezi Laboratuvar Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	2	2
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	2	4
Sistemin Konumu	Merkezi	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Hava Soğutmalı	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	163	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-3	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	6080	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	577600	152 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 28. MŞÜ Lojmanları A1 Blok Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	8	8
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	8	4
Sistemin Konumu	<i>Mahal</i>	<i>Isı Eşanjörü Yok</i>
Sistemin Tipi	<i>Ayrık sistemler</i>	<i>Besleme ve Egzoz Havalan</i>
Sistemin Gücü (kW)	12	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-24	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	1400	Kompakt flüoresan (25W) (1750 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	98000	56 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) : 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) : 0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

EK 29. MŞÜ İdari Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	15	15
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	15	4
Sistemin Konumu	Mahal	Isı Eşanjörü Yok
Sistemin Tipi	Ayrık sistemler	Besleme ve Egzoz Havalan
Sistemin Gücü (kW)	3	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-18	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	2280	LED40T-3800 (40W) (3800 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	216600	57 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) :0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) :0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

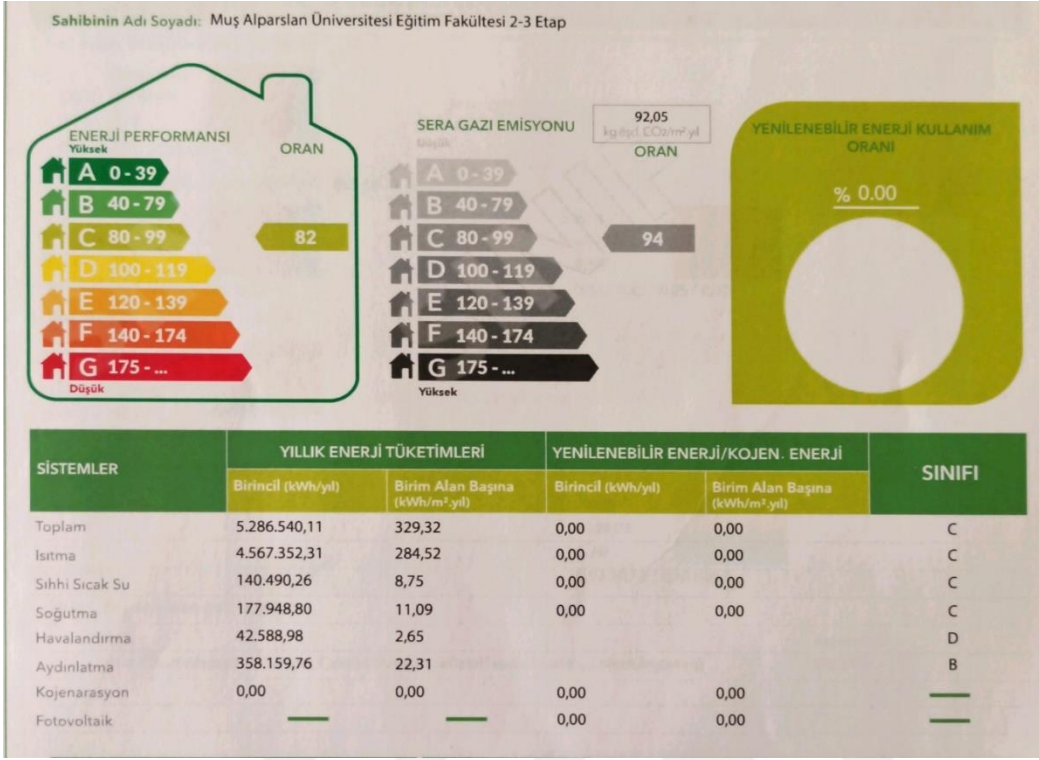
EK 30. MŞÜ Lojmanları B5 Blok (13 adet) Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	8	8
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	8	
Sistemin Konumu	<i>Mahal</i>	
Sistemin Tipi	<i>Ayrık sistemler</i>	
Sistemin Gücü (kW)	25	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-4	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	1400	Kompakt flüoresan (25W) (1750 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	98000	56 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) : 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) : 0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

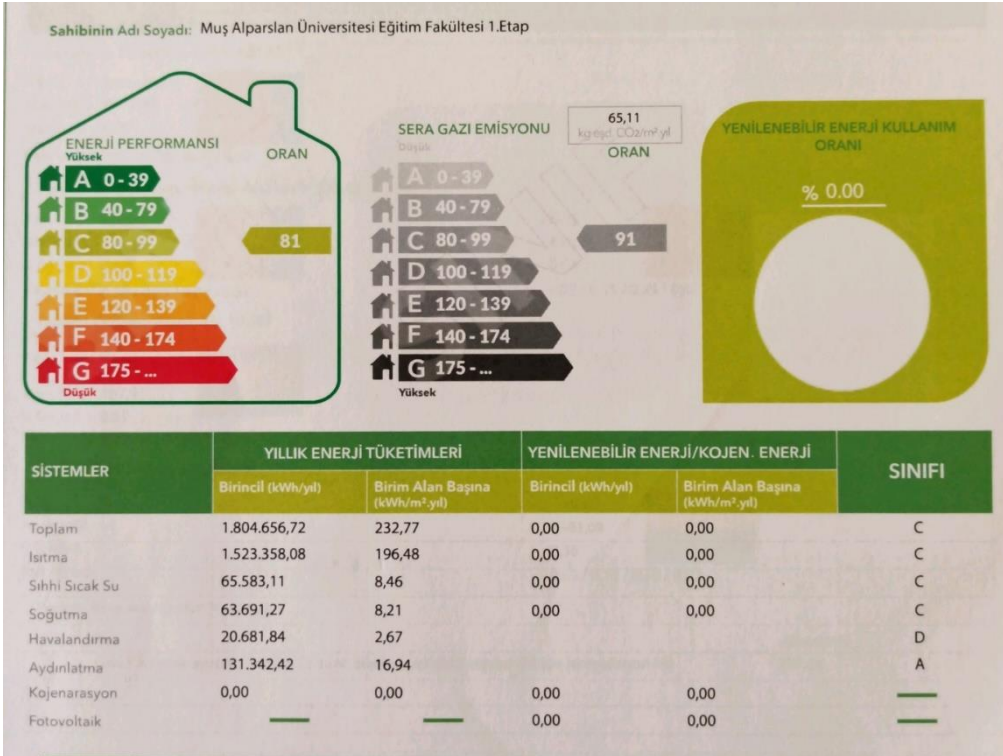
EK 31. MŞÜ Lojmanları B2 Blok (2 adet) Bina Enerji Verileri

Mekaniksel Sistemler		
	Bina Isıtma Sistemi	Sıcak Su Sistemi
Bağlı Zon Adedi	6	6
Sistemin Konumu	Merkezi	Merkezi
Sistemin Tipi	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz	Geliştirilmiş Yoğuşmalı Kaz
Sistemin Gücü (kW)	226	18
Yakıt Tipi	LPG	LPG
Güneş Enerjisi Katkısı	Yok	Yok
	Bina Soğutma Sistemi	Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	5	
Sistemin Konumu	<i>Mahal</i>	
Sistemin Tipi	<i>Ayrık sistemler</i>	
Sistemin Gücü (kW)	13	
Aydınlatma Sistemi		
En Fazla Kullanılan Armatür Tip ve Adedi	A (Çıplak)-4	En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi
Toplam Aydınlatma Gücü (kW):	1600	Kompakt flüoresan (25W) (1750 Lümen)
Toplam Aydınlatma Lümeni	112000	64 adet
Kojen. Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji
Isı Geri Kazanım (kWh)	0	Pik Güç (kW) : 0
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0	Alanı (m²) : 0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0	

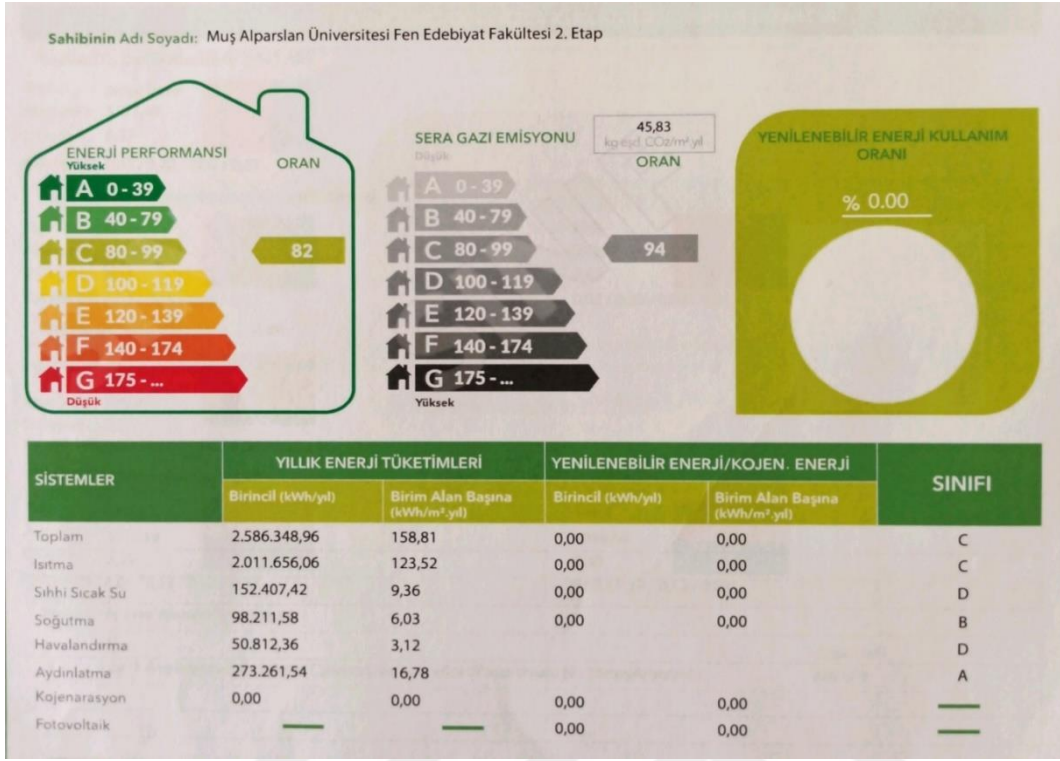
EK 32. MŞÜ Eğitim 2-3 Etap Binası BEP-TR Program Çıktısı



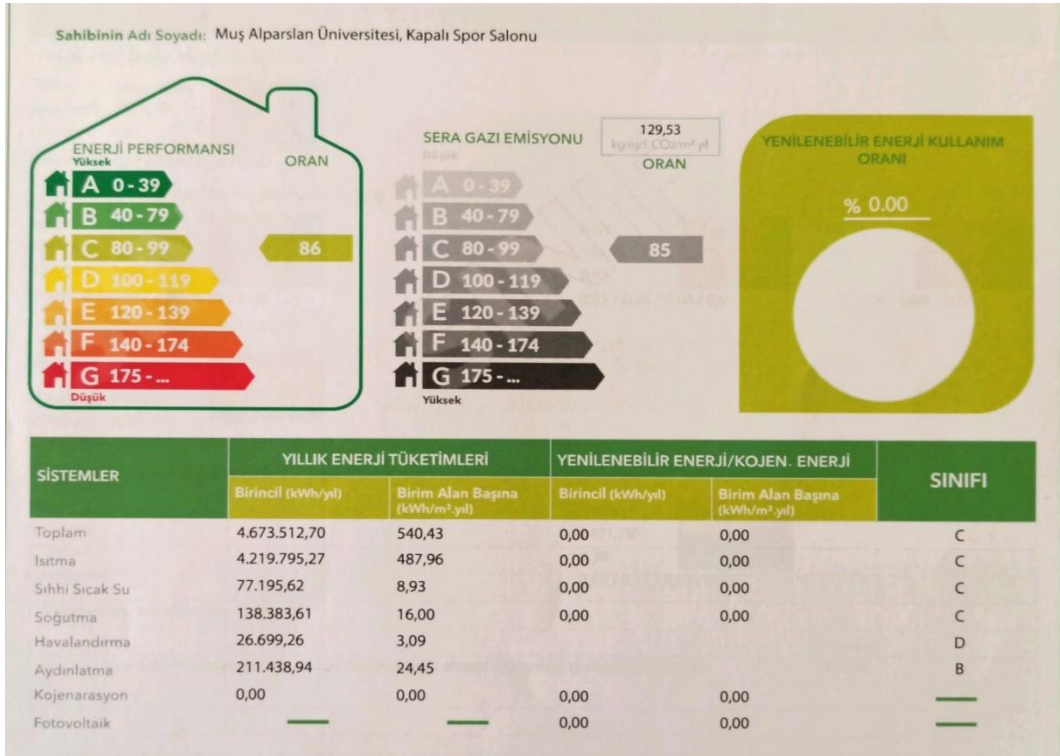
EK 33. MŞÜ Eğitim 1. Etap Binası BEP-TR Program Çıktısı



EK 34. MŞÜ Fen Edebiyat Binası BEP-TR Program Çıktısı



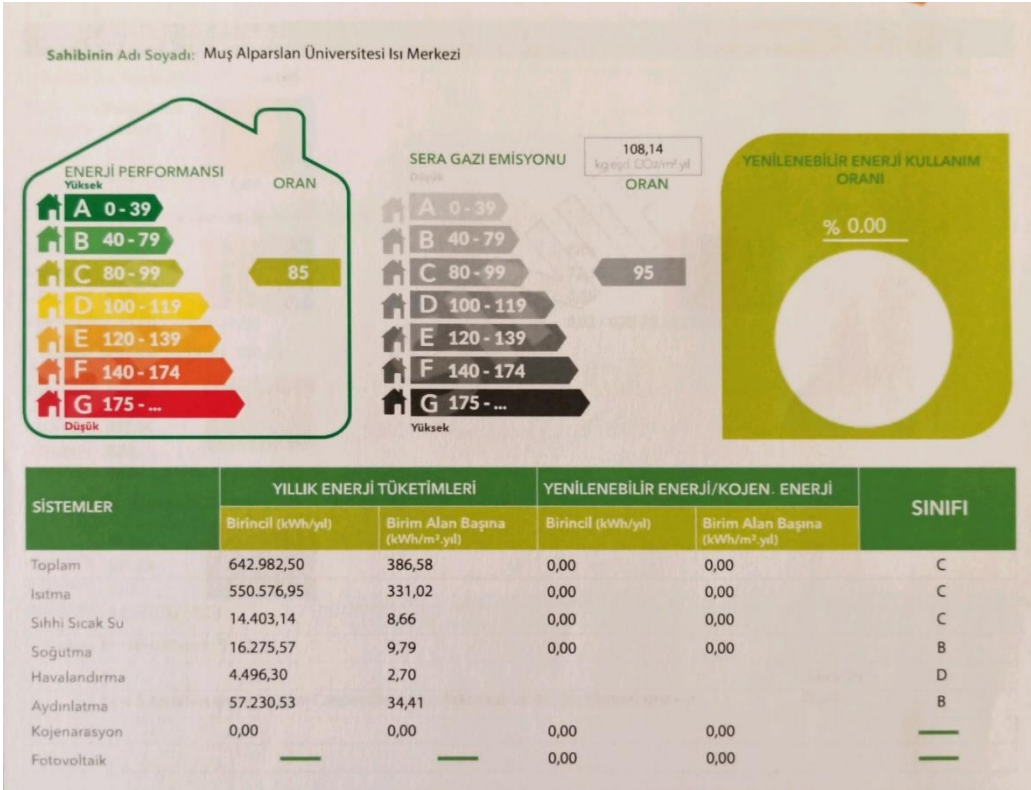
EK 35. MŞÜ Kapalı Spor Binası BEP-TR Program Çıktısı



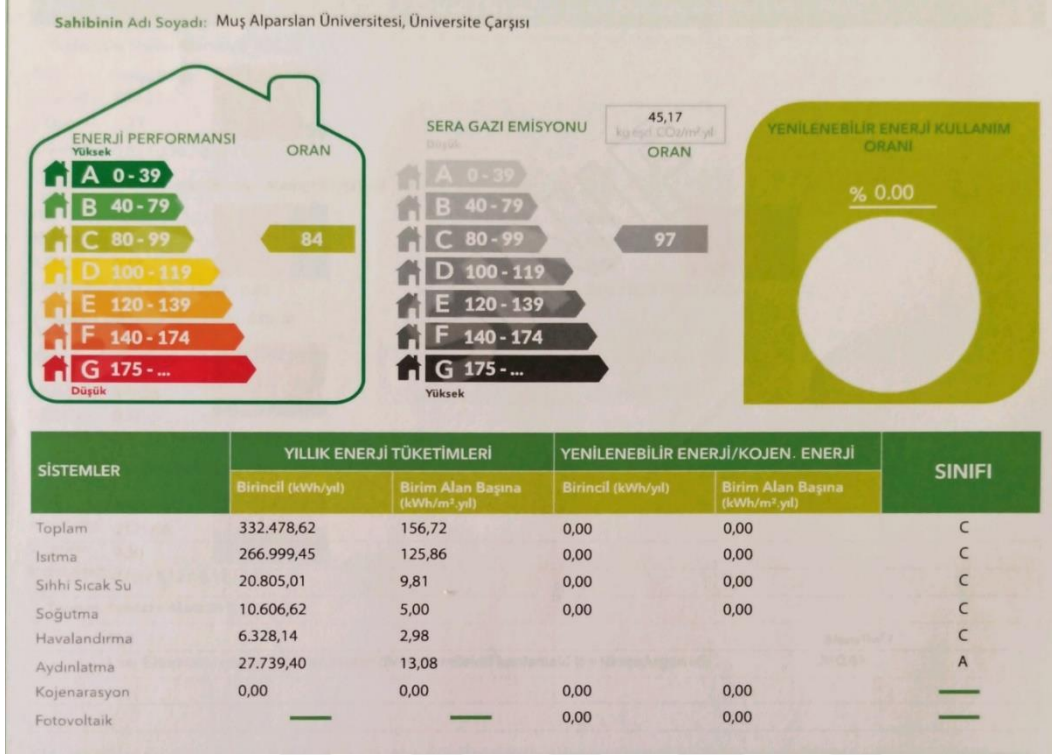
EK 36. MŞÜ Mediko Sosyal Binası BEP-TR Program Çıktısı



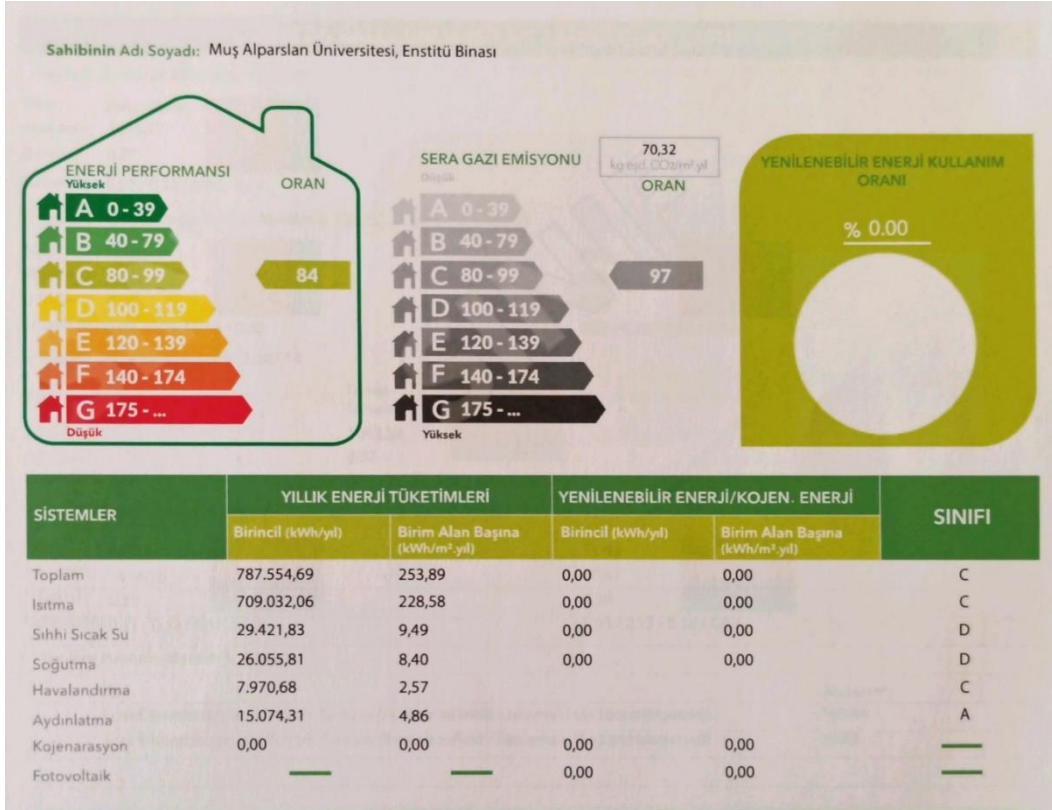
EK 37. MŞÜ Isı Merkezi Binası BEP-TR Program Çıktısı



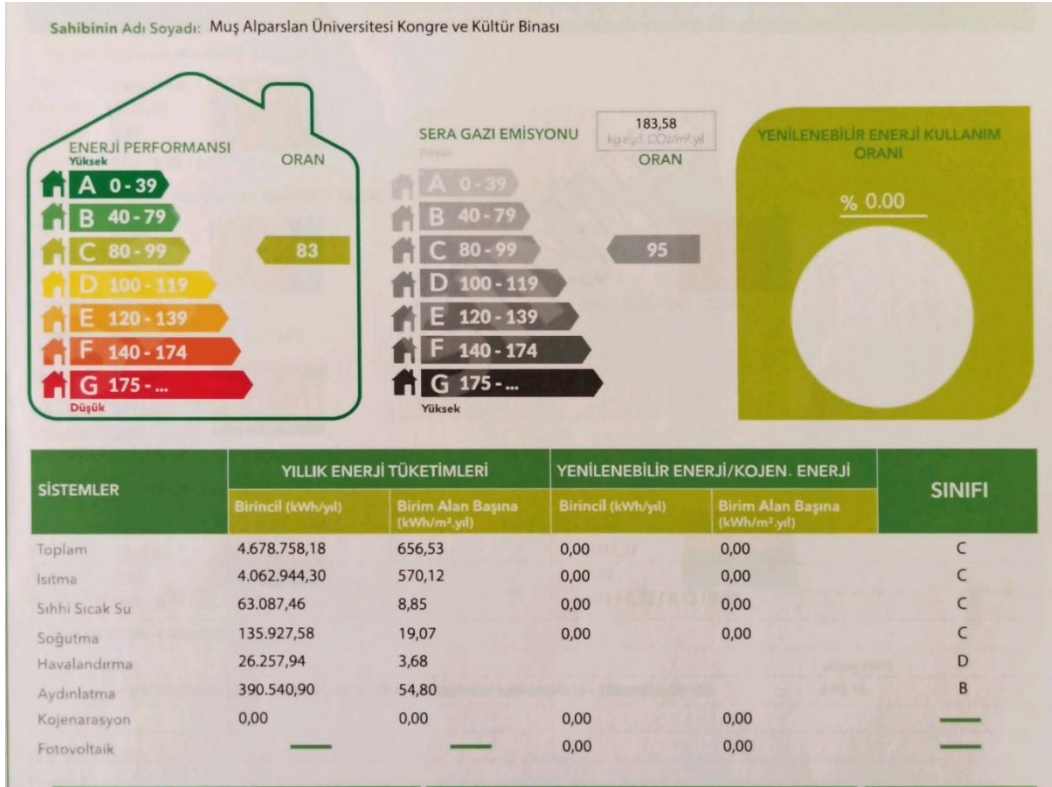
EK 38. MŞÜ Çarşısı Binası BEP-TR Program Çıktısı



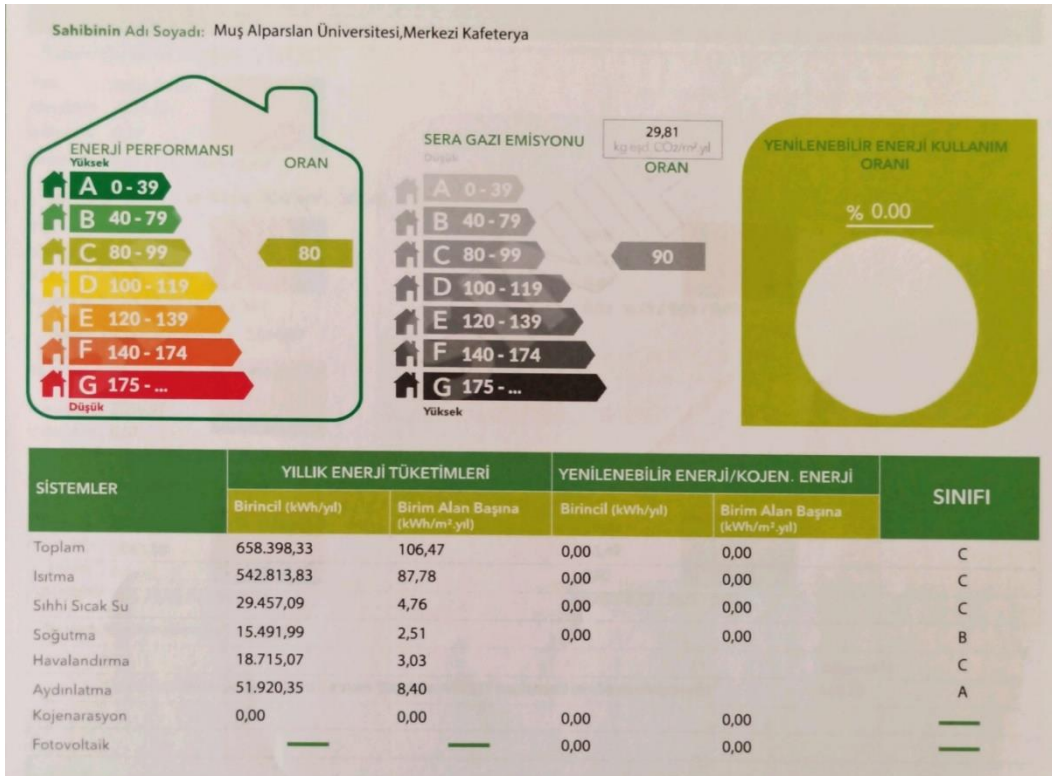
EK 39. MŞÜ Enstitü Binası BEP-TR Program Çıktısı



EK 40. MŞÜ Kongre Kültür Binası BEP-TR Program Çıktısı



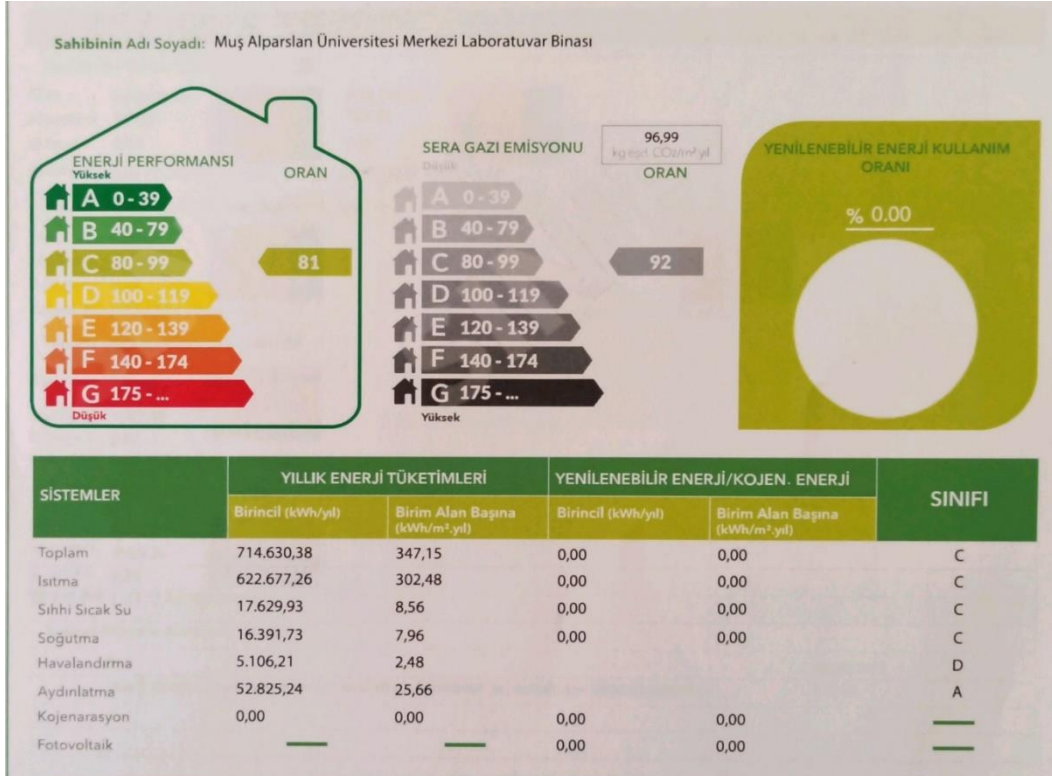
EK 41. MŞÜ Merkezi Kafeterya Binası BEP-TR Program Çıktısı



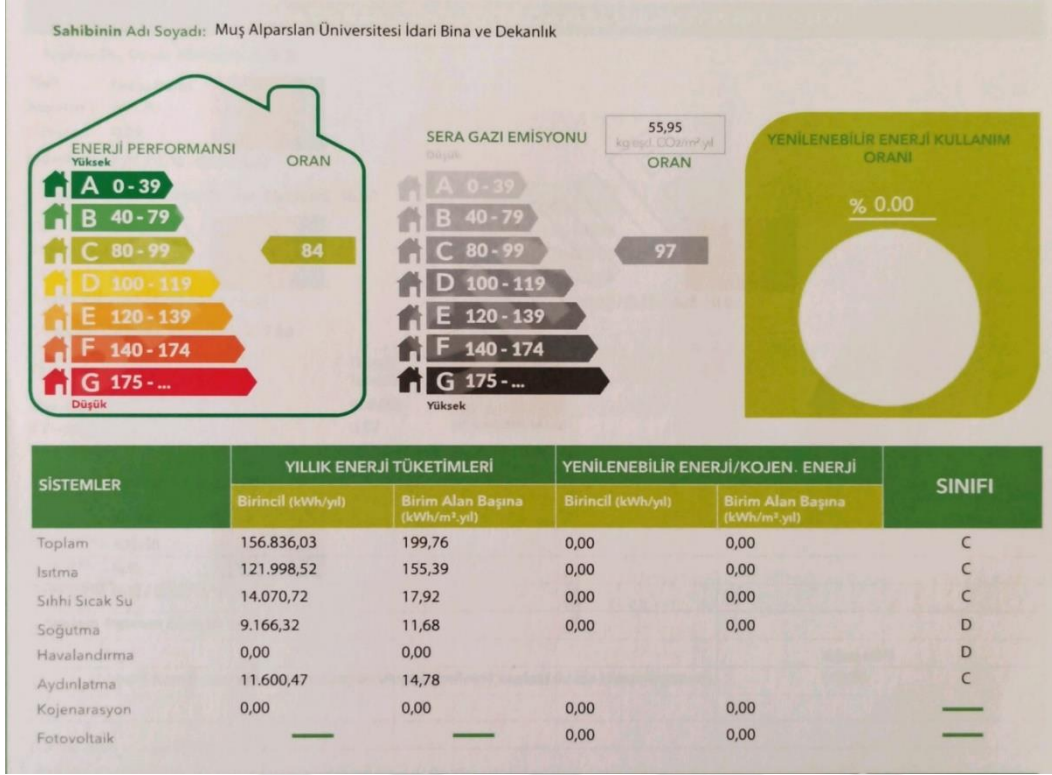
EK 42. MŞÜ Uygulama Oteli Binası BEP-TR Program Çıktısı



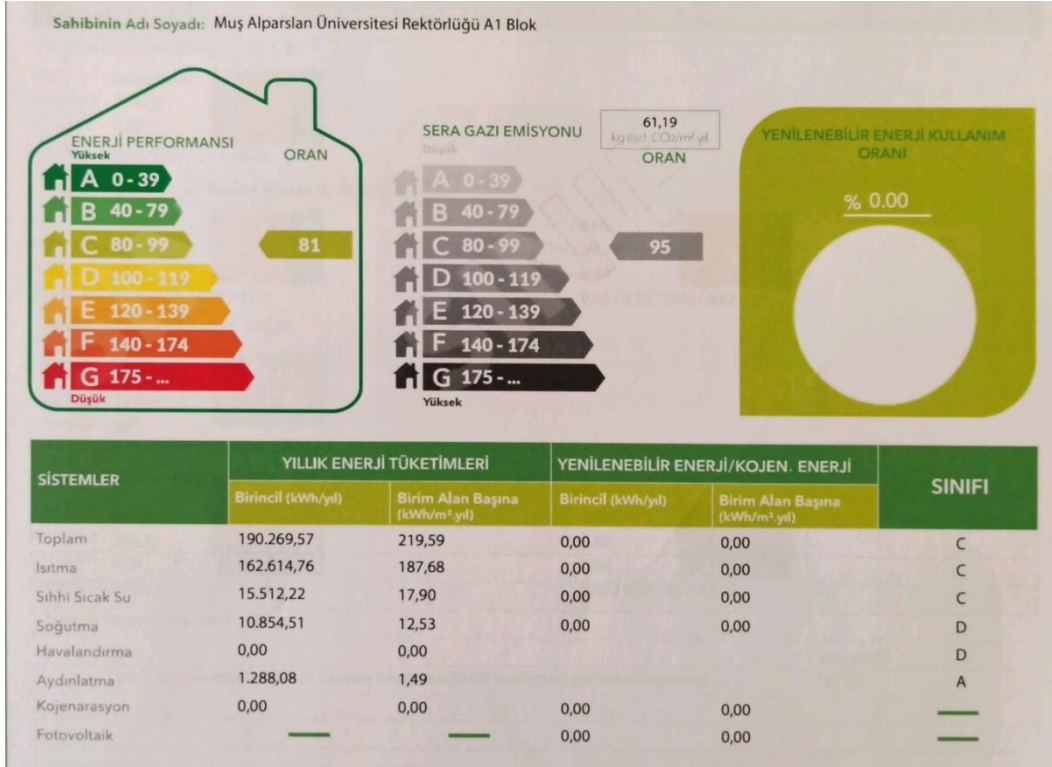
EK 43. MŞÜ Merkezi Lab. Binası BEP-TR Program Çıktısı



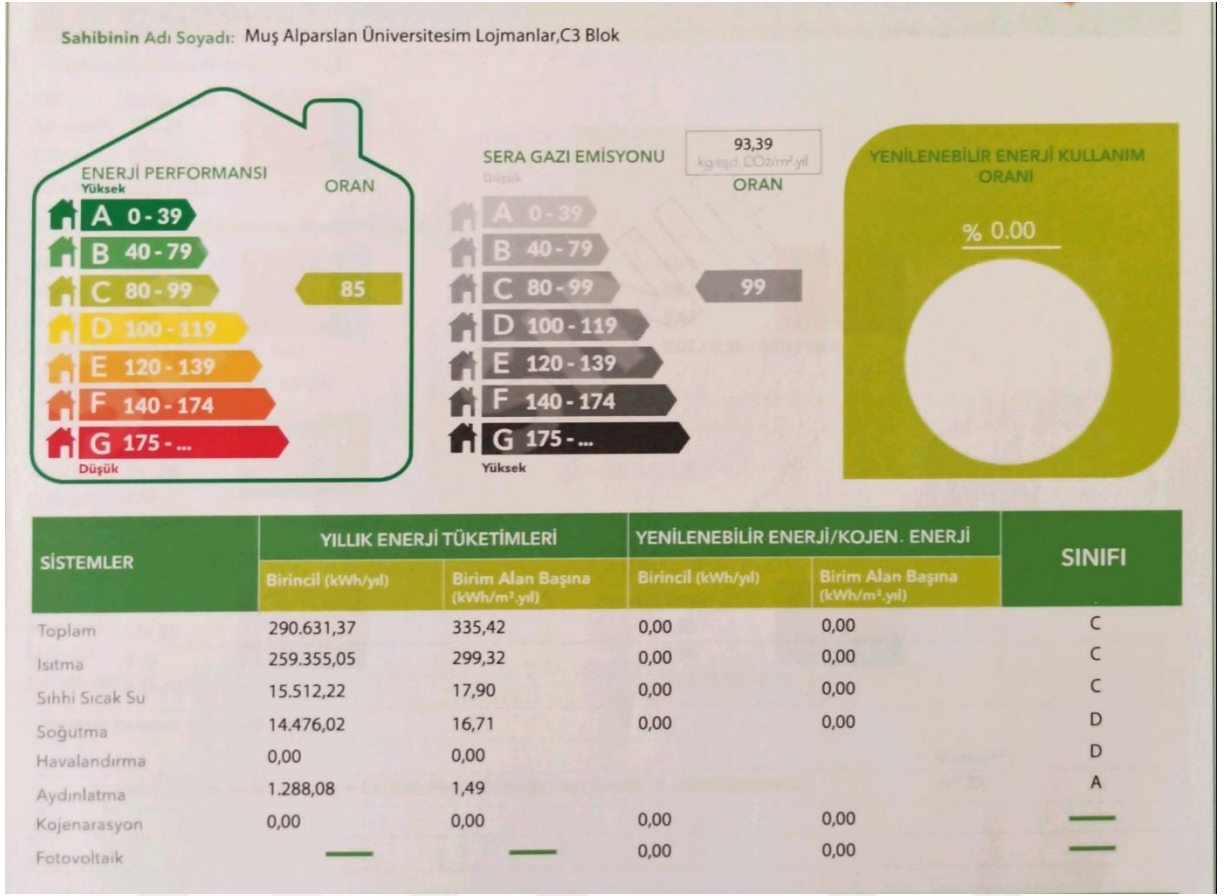
EK 44. MŞÜ İdari Bina BEP-TR Program Çıktısı



EK 45. MŞÜ A1 Binası BEP-TR Program Çıktısı



EK 46. MŞÜ C3 Binası BEP-TR Program Çıktısı



ÖZGEÇMİŞ

■■■■ yılında ■■■■ ilinin ■■■■ ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini ■■■■ ilinde tamamladı. ■■■■ yılında ■■■■ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği bölümünden mezun oldu. ■■■■ Eğitim Öğretim yılı Bahar Yarıyılında ■■■■ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

Abdulkadir GÜNGÖR

