

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**İSTANBUL'DA MEVCUT BİR ESKİ VE YENİ BİNANIN ETKİN ENERJİ
TASARIM BAĞLAMINDA İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YAKLAŞIM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Firdevs KÜÇÜK

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Mimarlık Programı

MAYIS, 2023

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



İSTANBUL'DA MEVCUT BİR ESKİ VE YENİ BİNANIN ETKİN ENERJİ
TASARIM BAĞLAMINDA İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YAKLAŞIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Firdevs KÜÇÜK

(Y1913.050056)

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Mimarlık Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zülküf GÜNELİ

MAYIS, 2023

ONAY FORMU

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “İSTANBUL’DA MEVCUT BİR ESKİ VE YENİ BİNANIN ETKİN ENERJİ TASARIM BAĞLAMINDA İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YAKLAŞIM” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça ’da gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmıŐ olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (04/05/2023)

Firdevs KÜÇÜK

ÖNSÖZ

Tezim süresince sevgiyle ve sabırla tecrübelerini, bilgi birikim ve deneyimlerini benimle paylaşan, zerafeti ve çalışmalarıyla örnek olan kıymetli hocam Prof.Dr. Zülküf GÜNEL'e , beni kabul edip bilgilerini benimle paylaşan sayın Doç.Dr. Şensin AYDIN YAĞMUR'a ve Aileme sonsuz teşekkürler.

Mayıs, 2023

Firdevs KÜÇÜK

İSTANBUL'DA MEVCUT BİR ESKİ VE YENİ BİNANIN ETKİN ENERJİ TASARIM BAĞLAMINDA İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YAKLAŞIM

ÖZET

Günümüz yaşam şartlarında toplumsal gereksinimler arasında enerji ihtiyacı önemli bir paya sahiptir. Endüstri devrimi ile enerjiye duyulan ihtiyacın hızla artması ve dünyada kullanılan enerji kaynaklarının %84'ünün (Yılmaz ve Türkyılmaz, 2022) fosil tabanlı olması neticesinde, yenilenemeyen enerjiler giderek azalmaya başlamıştır. Enerji ihtiyacının fosil yakıtlarla tedarik edilmesi sonucunda ortaya çıkan emisyonlar ise çevresel sorunların büyük bir kısmının oluşmasına neden olmaktadır.

Bu yenilenemeyen fosil tabanlı enerjilerin başlıcaları; kömür, petrol ve doğalgazdır. Ancak bu kaynakların doğadaki miktarları sonsuz değil; sınırlıdır. Bu nedenle enerji tüketiminde tasarruf önemlidir. Bu bağlamda, yapının tasarım aşamasından başlanarak, enerji ihtiyacını azaltmaya yönelik planlamalar yapılmalı ve yüksek verimli yenilenebilir enerjilerin kullanımları sağlanmalıdır.

Yapılan araştırmalara göre, emisyonunun %38'ini inşaat sektörü oluşturmaktadır. Dünyada kullanılan enerjinin %40'ı, binalarda tüketilmekte ve binalarda tüketilen fosil yakıtların neden olduğu sera gazı emisyonları da çevresel sorunların oluşmasına neden olmaktadır (webdosya.csb.gov.tr, 2023).

Bilhassa 1973 petrol krizinden sonra fosil kaynaklara seçenek olacak doğada bulunan temiz, yenilenebilir enerji kaynak arayışı önem kazanmıştır. Enerji tüketiminin büyük kısmından mesul olan binalar dikkate alındığında enerji tasarruflu yeni binaların tasarlanması ve mevcut binaların bu hedef ile revize edilmesi, başta AB olmak üzere, Türkiye'de de güncel bir konudur. Ülkemizde binalarda ki enerji verimliliğini ve kullanımını desteklemek ve çalışma yöntemlerini belirleyebilmek amacı ile 2007 yılında "Enerji Verimliliği Kanunu", 5 Aralık 2009 yılında Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (BEP yönetmeliği) yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik

ile yapılarda enerjide dışa bağımlılığı azaltmak, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik ederek emisyon değerlerinin düşmesi ve kullandığı enerji türü ve ölçüsünde daha tutarlı olunması amaçlanmaktadır.

Öte yandan, Türkiye tükettiği enerjinin önemli bir kısmını ithal etmektedir. Enerji ithalatında, 1990'da %52, 2000 yılında %67, 2010'da %70 ve 2015 yılında %76'ya kadar yükselmiş ve 2020'de özellikle güneş, rüzgâr ve jeotermaldeki artış ile % 70'e gerilemiştir (mmo. org.tr/, 2023). 2023 yılında ise, yaklaşık %74'lük payıyla, tükettiği enerjinin önemli bir kısmını ithal ederek yükselmiştir (mfa.gov.tr/, 2023). Bu durumun Türkiye'nin enerji kullanımıyla ilgili olumsuz bir tablo oluşturduğu açık bir şekilde görülmektedir. Bu bağlamda Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (BEP yönetmeliği) ile enerji sahasında ithalatı (dışalım) azaltmaya yönelik çözüm olabilir.

Bu çalışmanın amacı, mevcut eski ve yeni yapının enerji etkinliğini, yıllık enerji tüketimini karşılaştırmak; metrekare başına düşen fosil yakıt tüketiminin oluşturduğu CO2 gazının salınım oranlarını ve yapı sınıflarını mukayese ederek bu oranları düşürmeye yönelik alternatif çözüm önerileri sunmaktır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının avantajlarına da dikkat çekmek istenmiştir.

Anahtar kelimeler: Etkin Enerji, Yenilenebilir Enerji, Enerji Kimlik Belgesi, Bina enerji Performansı (BEP TR), Binalarda CO2 Emisyonu, Bina Kabuğu

APPROACH TO IMPROVE AN EXISTING OLD AND NEW BUILDING IN ISTANBUL WITHIN THE CONTEXT OF EFFECTIVE ENERGY DESIGN

ABSTRACT

In today's living conditions, the need for energy has an important share among social needs. As a result of the rapid increase in the need for energy with the industrial revolution and the fact that 90% of the energy sources used are fossilbased, non-renewable energies have started to decrease gradually.

The main ones of these non-renewable fossil-based energies are coal, oil, and natural gas. These are also not infinitely large. Their amount in nature is limited, so saving energy consumption is essential. For this, plans should be made to reduce the energy need starting from the design stage, and the use of high-efficiency renewable energies should be ensured. For the required energies, due to the emissions caused by using fossil fuels, a significant part of global warming and environmental problems occur in this way. According to the research, more than 33% of its emissions are in the construction sector. 40% of the energy used in the world is consumed in buildings, and greenhouse gas emissions from fossil fuels consumed in buildings have a large share in global warming.

Especially after the 1973 oil crisis, the search for clean, renewable energy sources in nature that will be an alternative to fossil sources has gained importance. Considering the buildings that are responsible for most of the energy consumption, the design of new energy-efficient buildings and the revision of existing buildings with this target is a current issue in Turkey and Europe. In our country, to support energy efficiency and use in buildings and to determine working methods, the “Energy Efficiency Law” was put into effect in 2007, and the Energy Performance Regulation in Buildings (BEP regulation) was put into effect on December 5, 2009. This regulation is aimed to reduce foreign dependency on energy in buildings, encourage

the use of domestic and renewable energy sources, reduce emission values, and be more consistent in the type and extent of energy used.

On the other hand, Turkey imports a significant portion of the energy it consumes. In energy imports, it increased to 52% in 1990, 67% in 2000, 70% in 2010 and 76% in 2015, and decreased to 70% in 2020, especially with the increase in solar, wind and geothermal (mmo. org.tr). /, 2023). In 2023, it has increased by importing a significant part of the energy it consumes, with a share of approximately 74% (mfa.gov.tr/, 2023). It is clearly seen that this situation creates a negative picture regarding Turkey's energy use. In this context, the Energy Performance Regulation in Buildings (BEP regulation) can be a solution to reduce imports (import) in the field of energy.

In this context, the Energy Performance Regulation in Buildings (BEP regulation) can be a solution to reduce imports (imports) in the field of energy. The aim of this study is to compare the energy efficiency, and the annual energy consumption of the existing old and new buildings, and to draw attention to the benefits of using alternative renewable energy sources to reduce the emission rate of CO₂ gas formed by fossil-based consumption per m² by comparing the building types.

Keywords: New Active Energy, Renewable energy, Energy Performance Certificate, Building Energy Performance (BEP TR), CO₂ Emission in Buildings, Building Shell, Sustainability

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	i
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
ÇİZELGELER LİSTESİ	xix
I. GİRİŞ	1
A. Çalışmanın Amacı:	4
B. Çalışmanın Kapsamı:	5
C. Çalışmanın Yöntemi:	5
D. İstanbul’ da Mevcut Yapıların İnşa Yılları ve Analizi	6
II. BİNA ENERJİ PERFORMANSINDA ETKİLİ OLAN ANA TASARIM PARAMETRELERİ	9
A. Binanın ve Çevresinin Fiziki Şartları (Pasif Mimari Tasarım)	11
1. Binanın Yeri ve Yönü	13
2. Bina Aralıkları ve Bina Yükseklikleri	15
3. Bina Kabuğu Özellikleri	20
3. Bina Formu	21
4. Yapı Çevresindeki Zemin ve Bitki Örtüsü Özellikleri	22

5. Kullanıcı Değerleri	23
6. İklim Koşulları	23
III. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE BİNALARDA ENERJİ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ.....	27
A. Enerji Kimlik Belgesi	27
C. Binalarda Enerji Performans Yazılımı (BEP-TR) ve Program Kullanımı.....	30
IV. MEVCUT BİR YAPININ ENERJİ KULLANIMINA YÖNELİK İYİLEŞTİRME SENARYOSU	39
A. Yapı ve Çevresine Ait Fiziki Koşulların Tespiti	39
1. Yapının Konumu ve Yönü	39
2. Yapının Çevresel Özellikleri ve Yapı Mesafeleri.....	39
3. Yapı Formu	39
4. Yapı Kabuğu Özellikleri	39
5. Kullanıcı Değerleri	40
6. İklim Koşulların Belirlenmesi	40
B. Bir Yapının Enerji Kullanımını Etkileyen Etmenler	40
1. Isı Yalıtım Etkisi:.....	40
2. Mevsimsel Değişikliklerin Etkisi.....	42
3. Çatı, Pencere ve Duvar Alanlarının Etkisi	44
4. Aktif ve Pasif Sistemlerin Etkisi.....	46
5. Güneş Kırıcılarının Etkisi	47
V. UYGULAMA ÇALIŞMASI: İSTANBUL' DA MEVCUT BİR ESKİ VE YENİ BİNANIN ENERJİ KULLANIMI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI VE MEVCUT ESKİ BİNANIN ENERJİNİN ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İYİLEŞTİRİLMESİ	49
A. Çalışmanın I. Kısmı: İstanbul'da Mevcut Bir Eski ve Yeni Binanın Enerji Kullanımı Açısından Karşılaştırılması	50

1. Mevcut Eski Binanın Tanımı.....	50
2. Mevcut Yeni Binanın Tanımı	52
3. Mevcut Eski Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranları	53
4. Mevcut Yeni Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranları	53
5. Mevcut Eski Binanın Dış Kabuğu Yapı Bileşenleri	54
6. Mevcut Yeni Binanın Dış Kabuğu Yapı Bileşenleri	54
7. Mevcut Eski Binanın Mekanik Sistemleri	55
8. Mevcut Yeni Binanın Mekanik Sistemleri	56
B. Sonuç ve Değerlendirme.....	57
1. Mevcut Eski Bina Enerji Performans Sistemleri	58
2. Mevcut Yeni Bina Enerji Performans Sistemleri	58
C. Çalışmanın II. Kısmı: Mevcut Eski Bina Enerjisinin Etkin Kullanımı Açısından İyileştirilmesi.....	60
1. Eski Binanın Dış Yapı Kabuğu İyileştirmeleri	63
2. Eski Binanın Mekanik Sistem İyileştirmeleri ve Yenilenebilir Enerji Kullanımı	66
3. İyileştirilen Eski Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranları.....	69
D. Sonuç ve Değerlendirme	70
1. Mevcut Eski Binanın Enerji Performans Sistemleri	71
2. İyileştirilen Eski Binanın Enerji Performans Sistemleri.....	71
VI. SONUÇ	75
VII. KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ.....	85

KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
AB.	: Avrupa Birliği
BEP	:Bina Enerji Performansı
BEP-TR	:Enerji Kimlik Belgesi Düzenlemek İçin Kullanılan Yazılım Programı
EKB	:Enerji Kimlik Belgesi
CO2	:Karbondioksit
HVAC	:Heating, Ventilating and Air Conditioning
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
MAKS	:Mekânsal Adres Kayıt Sistemi
MMO	:Makine Mühendisleri Odası
U	:Toplam Isı Geçirme Katsayısı W/m ² . K
K	:Kelvin
Uc	:Camın Toplam Isı Geçirme Katsayısı
φ.	:Opak Bileşenin Genlik Küçültme Faktörü
φ, h	:Opak Bileşenin Zaman Geciktirmesi
τ ,a ve r	:Opak ve Saydam Bileşenlerin Güneş Işınımına Karşı Yutuculuk ve Yansıtıcılık katsayısı
nZEB	:Sıfır Enerjili Bina
nnZEB	:Yaklaşık Sıfır Enerjili Bina
SMM	:Bağımsız Müşavirlik ve Mühendislik
CAD	:Computer Aided Design
EN	:Europeane Norm

GEPA	:Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
EİE	:Elektrik İşleri Etüt Genel Müdürlüğü
W	:Watt (Güç)
GW	:Gigawatt
MW	:Megawatt
Kw	:Kilowatt
KWh	:Kilowatt saat
Sn	:Saniye
Mm	:Milimetre
M	:Metre
M2	:Metrekare
WWR	:Pencere Duvar Alanı Oranı (Window Wall Ratio)
Kg.CO2eşd	:Sera Gazı Emisyon Oranı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 İstanbul'da İlçelere Göre Bina Yapım Yılı Dağılımları (İBB, 2021)	7
Şekil 2 İstanbul'da Bina Yapım Yılı Dağılımlarına Göre İkamet eden hanehalkı oranı (tuik.gov.tr/, 2023).	8
Şekil 3 Kentsel ısı adası (WaterQuestions.com, 2023)	12
Şekil 4 Yerleşme dokusunun bina çevresindeki iklim üzerinde etkisi (Lechner 1991)	13
Şekil 5 Binanın Yerine Bağlı Olarak Bina Çevresindeki İklim Koşullarının Değişimi (mmoteskon.org, 2023)	13
Şekil 6 Binalar arası mesafelerin güneş alımı açısından belirlenmesi (Planlux.net.tr/, 2023)	16
Şekil 7 Değişik yerleşme yapılarına göre hava hareketi (Anon, 1979)	16
Şekil 8 Farklı bina aralıklarında güneş alma ilişkisi	17
Şekil 9 İklim bölgelerine göre yerleşme dokusu karakterleri (ekoyapidergisi.org/, 2012)	19
Şekil 10 Türkiye yalıtım alanları (krkyapidenetim.com.tr/, 2023)	24
Şekil 11 Türkiye iklim bölgeleri haritası (Koca, 2006)	24
Şekil 12 Enerji kimlik belgesi örneği (csb.gov.tr/, 2023)	28
Şekil 13 BEP-TR programı özellikler sekmesi	32
Şekil 14 BEP-TR programı proje katmanlar sekmesi	32
Şekil 15 BEP-TR programı proje bilgilerinin ara giriş yüzü	33
Şekil 16 BEP-TR programı bina bilgilerinin ara giriş yüzü.....	34
Şekil 17 BEP-TR programı bina sızdırmazlık bilgileri girişi ara yüzü.....	34
Şekil 18 BEP-TR programı fotovoltaik sistem girişi ara yüzü	35

Şekil 19 BEP-TR programı kojenerasyon sistem girişi ara yüzü.....	35
Şekil 20 BEP-TR programı merkezi ısıtma bilgi girişi ara yüzü	36
Şekil 21 BEP-TR programı merkezi soğutma bilgi girişi ara yüzü.....	36
Şekil 22 BEP-TR programı merkezi sıcak su bilgi girişi ara yüzü	37
Şekil 23 BEP-TR programı merkezi havalandırma bilgi girişi ara yüzü	37
Şekil 24 Zemin kat için sistem katmanları	38
Şekil 25 Binalarda Isı Kaybı Yüzdesi (Koyun ve Koç, 2017)	41
Şekil 26 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (enerji.gov.tr/, 2023).....	42
Şekil 27 Türkiye Güneşlenme Süreleri ve Radyasyon Değerleri.....	42
Şekil 28 Türkiye Rüzgâr Atlası (mgm.gov.tr/, 2023)	43
Şekil 29 Pencere Duvar oranı (Yardımcı, 2019)	47
Şekil 30 Kayar Katlanır Güneş Kırıcı Sistem (hareketlicephe.com/, 2023)	48
Şekil 31 Mevcut Eski Binanın Görüntüsü.....	51
Şekil 32 Mevcut Yeni Binanın Görüntüsü	52
Şekil 33 Mevcut Eski Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilebilir Enerji Kullanım Oranlarının EKB Sonuçları	53
Şekil 34 Mevcut Yeni Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilebilir Enerji Kullanım Oranlarının EKB Sonuçları	53
Şekil 35 Mevcut Eski Binanın Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenlerinin (duvar, dış betonarme, giriş döşeme, çatı, pencere) EKB Bilgileri	54
Şekil 36 Mevcut Yeni Binanın Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenlerinin (duvar, dış betonarme, giriş döşeme, çatı, pencere) EKB Bilgileri	55
Şekil 37 Mevcut Eski Binanın Görüntüsü.....	62
Şekil 38 İyileştirilmiş Eski Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenlerinin (duvar, giriş, döşeme, çatı, pencere ve U değerleri) EKB Bilgileri	65

Şekil 39 Eski Bina İyileştirildikten Sonra Enerji Performansı ve Sera Gazı Emisyon Oranlarının EKB Sonuçları	69
Şekil 40 İyileştirilen Binaya Yenilenebilir Enerji (fotovoltaik sistem) Eklendikten Sonra Enerji Performansı ve Sera Gazı Emisyon Oranlarının EKB Sonuçları..	70

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1 Bina Enerji Performansını Etkileyen Tasarım değişkenleri (Olgly et al. 1959 ve Orhon, 1988)	10
Çizelge 2 Gölge alan derinliklerinin (Bina Aralıklarının) Belirlenmesinde Etkili Olan Faktörler (Özaydoğdu, 2015).	15
Çizelge 3 Binalar arası açık mekân boyutlarının seçilebilecek uygun değerleri (hâkim rüzgâr doğrultusunda, rüzgâra göre) (Özdemir, 2005' den aktaran Özaydoğdu, 2015)	18
Çizelge 4 Mevcut Eski ve Yeni Binanın Konumu, Görseli, Bina Bilgileri	49
Çizelge 5 Mevcut Eski Binanın EKB Bilgileri	51
Çizelge 6 Mevcut Yeni Binanın EKB Bilgileri.....	52
Çizelge 7 Mevcut Eski Binaya Ait (Isıtma, soğutma, aydınlatma, yenilenebilir enerji) EKB Mekanik Sistem Bilgileri	56
Çizelge 8 Mevcut Yeni Binaya Ait (Isıtma, soğutma, aydınlatma, yenilenebilir enerji) EKB Mekanik Sistem Bilgileri	57
Çizelge 9 Mevcut Eski Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri	58
Çizelge 10 Mevcut Yeni Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri.....	58
Çizelge 11 Mevcut Yeni ve Eski Binaya Ait Enerji Performans Sınıfları.....	59
Çizelge 12 Mevcut Eski Bina Bilgileri	63
Çizelge 13 Mevcut Eski Binaya Uygulanacak İyileştirme Müdahaleleri	63
Çizelge 14 Eski Binanın Dış Kabuğu ve Eski Binanın Dış Kabuğu İyileştirilmeleri	65
Çizelge 15 Eski Binanın Mekanik Sistemleri ve Eski Binanın Mekanik Sistem İyileştirilmeleri	67

Çizelge 16 İyileştirilen Eski Binanın Mekanik Sistemlerinin (Isıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, kojen ve fotovoltaik enerji) EKB Bilgileri	68
Çizelge 17 Mevcut Eski Bina, Eski Binanın İyileştirilmesi ve İyileştirilen Binaya Yenilenebilir Enerji İlave Edildikten Sonra Bina Enerji Performanslarının Karşılaştırılması	70
Çizelge 18 Mevcut Eski Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri.....	71
Çizelge 19 İyileştirilen Eski Binanın Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri.....	71
Çizelge 20 Eski Binanın ve İyileştirilen Eski Binanın Enerji Performans Sınıfları...	72
Çizelge 21 Mevcut Eski ve İyileştirilen Eski Binanın Mekanik Sistemlerinin Enerji Performansları Arasındaki Tasarruf Oranı ve Kullanıcı Konforu.....	74

I. GİRİŞ

Dünyada fosil (yenilenemez) enerji kaynakları giderek azalmakta ve her geçen gün enerjiye duyulan ihtiyaç artmaktadır. Enerji ihtiyacının artmasında, toplum nüfusunun ve refah düzeyinin artması, sanayileşme, teknolojinin gelişmesi sıralanabilir. Tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye’de, özellikle II. Dünya Savaşı sonrası, yani 1950’lerden itibaren, tarım sektöründeki mekanizasyonun artışı, kırsal kesimde ortaya çıkan iş gücü fazlalığı sorununu beraberinde getirmiştir. Bu durum, kırsal kesimde tutunabilme imkânlarının gittikçe azalmasına neden olmuş ve sonuç olarak kentlere doğru göç olgusu hız kazanmıştır. Kırsal kesimlerden giderek artan miktarlarda, kentlere doğru gelen bu nüfusu karşılayabilecek, alt yapı ve kentin rasyonel gelişimini mümkün kılan, sorunun büyüklüğü paralelinde çözüm üretebilecek donanım ve planlama birimlerinin olmayışı, sağlıklı kent ortamının oluşumunu imkânsız kılmıştır.

Bu dönemde yapılan yapılar, denetim mekanizmalarının yetersizliği ve nitelikli personel eksikliği gibi çeşitli sebeplerle, sağlıklı bir kentsel dokunun gerektirdiği kriterleri karşılayamama durumuyla karşı karşıya kalmıştır.

Sonuç olarak, bu dönemde yapılan yapılar hızlı ve maliyet düşüncesiyle barınma odaklı, yapım kalitesinden ve konfor şartlarını karşılama açısından yetersiz inşa edilmiştir. Bu durum, standartlara uygun olmayan, düşük kalitede binaların (barınakların) yaygınlaşmasına ve yeni yerleşim alanlarının oluşmasına yol açmıştır.

Bu dönemde ve açıklanan koşullar altında inşa edilen binalar, günümüzün mevcut binalarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu binalarda yaşayan kullanıcılar, konfor koşullarına ulaşmak için daha fazla enerji tüketmekte ve neticesinde sera gazı salınımını artırmaktadır.

Bu bağlamda binaların ömürlerinin uzun olduğu düşünüldüğünde ülkenin enerji tüketiminin büyük bir bölümünden sorumlu olduğu görülmektedir. Çünkü enerji tüketimi, en çok sanayi, ulaşım ve bina gibi önemli üç ana temel sektörde gerçekleşmektedir (Al-Homoud, 2001).

Enerji tüketiminin temel sektöründen biri olan mevcut binalar sera gazı salınımının (birincil enerji tüketiminin) 1/3'ünden (Kalaycıoğlu ve Yılmaz, 2019) ve Enerji tüketiminin %40-45'inden sorumludur (csb.gov.tr/, 2023). Dolayısıyla binalarda enerji verimliliği, çok yüksek enerji tasarruf potansiyeli içermektedir. Bu durumda binalarda yenilenebilir enerjinin kullanımı ile birlikte etkin enerji tüketiminin önemi bir kere daha anlaşılmaktadır.

Bu nedenle, en fazla sera gazı emisyonuna neden olan mevcut binaların enerji etkin tasarım kriterleri esas alınarak iyileştirilmesi ve yeni binalarda da enerji harcamalarını azaltmak için enerji etkin tasarımları önemli bir konudur.

Bina iyileştirme müdahaleleri, bina kabuğu, ısıtma, soğutma, ve aydınlatma sistemlerini içeren, aktif ve pasif sistemlerin bütünlüğu içerisinde değerlendirilmesi gereken müdahalelerdir.

Bu iyileştirmelerin amacı; bina enerji performansını optimize ederek, bina sakinlerinin ısı ve görsel konfor şartları iyileştirilip, iç mekânın hava kalitesini arttırmaktır (Dascalaki ve Santamouris, 2002). Bina iyileştirmelerinde önemli bir diğer amaç ise, mevcut yapıları sürdürülebilir ve çevre dostu binalara dönüştürerek çevresel sorunlara karşı önemli bir katkı sağlayabilmektir.

Yapılar, kullanıma bağlı olarak en çok enerjiyi ısıtma, soğutma, sıcak su ve aydınlatmada tüketmektedir. Enerji gereksinimlerini iyileştirmek, kullanıcı konforunu artırmak ve bu koşulları optimize etmek için başta Avrupa Birliği (AB), olmak üzere ülkelerin güncel konular arasındadır. Bu sebeple ülkeler, daha tasarruflu binaların inşasına yönelik çeşitli arayışlara girmiş, buna yönelik Kyoto ve benzeri protokoller, yasa ve yönetmelikler hayata geçmeye başlamıştır. Bu yönde atılan adımlar arasında AB 2010/31EU sayılı direktif, uluslararası devletlerin yaptığı en somut örnek olarak gösterilebilir. Ülkemizde de bu yönde gerekli adımlar atılmış, 2007 yılında "Enerji Verimliliği Kanunu" ve 2008 yılında "Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği" yürürlüğe konulmuştur. "BEP Yönetmeliği", binalarda enerji ve enerji kaynaklarının verimli ve etkin kullanımına, çevrenin korunmasına yönelik kural ve usulleri içermektedir.

Bu yönetmelikte, yapıların çevreye salınan zararlı karbondioksit (CO₂) gaz oranları ile ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma gibi tüketim faktörlerini minimum girdi maximum fayda sağlayacak ölçeklere getirmeyi amaçlamaktadır.

Bu amaç doğrultusunda binaların belgelendirilmesi için binalara “Enerji Kimlik Belgesi” (EKB) verilmesi zorunlu kılınmıştır. Bu yönetmeliklerde istenen standartlar, binaların mimari tasarım aşamasından başlayarak enerji etkin tasarlanması üzere birçok bileşenini ilgilendirmektedir. Yenilenebilir enerji içeren, enerji ihtiyacını en aza indirgeyen ya da sıfırlayan, çevre dostu yapılar günümüzde hızla artmakta ve fayda/zarar dengesinde pozitif yönde girdi sağlamaktadır. Devletlerin bu yönde attığı ciddi adımlar son tüketicilerde farkındalık yaratmış, mimari planlamalarda talep edilen kıstaslar arasında en öncelikli yeri almıştır.

Bu bağlamda araştırmalar göstermektedir ki, binanın ısı konfor enerjisinin minimale indirilmesi ile yaklaşık olarak sıfır enerjili binalar elde edilebileceğini ve yenilenebilir enerji kullanan binaların uzun vadede daha ekonomik ve karlı hale gelebileceğini gösterilmiştir

Öncelikle binalarda enerji verimliliği, yenilenebilir enerjiler, yapı malzemelerinin binalardaki önemi, binaların ısı konforu ve mevcut binaların enerji tüketimlerinin araştırılması için literatür taraması yapılmış ve tez, makale, kitap gibi kaynaklardan yararlanılmıştır.

Tez konusu kapsamında mevcut binaları daha az enerji kullanan, çevre dostu ve sürdürülebilir binalara dönüştürülmesi irdelenecektir. Bu irdelmeden sonra, seçilen mevcut eski ve yeni binayı ele alarak mevcut durumları simüle edilerek incelenecektir. İncelenen örneklerde; bina özellikleri, ısı yalıtım, mevsimsel değişimler, doğal havalandırma ve doğal aydınlatma etkileri, HVAC sistemleri konularında matris tablo hazırlanacaktır. Bu tablolara dayalı olarak oluşturulan geçici sonuçlar ışığında bir saha araştırması başlatılacaktır.

Mevcut binalarda enerji tüketimini en aza indirmek, bina konforunu artırmak ve mevcut binalar için önerilerde bulunmak amacıyla seçilen binalar, mevcut durum enerji simülasyonları ile pasif ve aktif enerji sistemleri kullanılarak analiz edilmiş ve yapı malzemeleri ile enerji simülasyonlarını karşılaştıran bir tablo oluşturulmuştur. Minimum enerji tüketimi ile bina, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu yoluyla enerji tasarruflu, yeşil ve sürdürülebilir binalara örnek oluşturacaktır. Simülasyonu yapılan binalar incelenirken literatür taraması ile desteklenecek, ve bu bilgilere dayanarak dönüşüm modeli önerilecektir.

A. Çalışmanın Amacı:

Türkiye'nin enerji tüketimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan mevcut bina stokunun büyük bir kısmı, enerji verimliliğine yönelik yasal düzenlemeleri olmayan binalardan oluşmaktadır. Binaların enerji verimliliğini artırmaya yönelik sistemler, mevcut binaların yapıldığı dönemde yasal bir zorunluluk olmadığı için birçok binada uygulanmamıştır.

Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, çevresel sorunlara katkısı olan binaları daha verimli hale dönüştürmek için enerji kullanımlarını iyileştirerek daha verimli hale getirmek ve bu düzenlemenin binalarda enerji tasarrufu yapabileceğini ortaya koymaktır. Ayrıca, çalışmada sürdürülebilir yaşam ve yenilenebilir enerji sistemi içeren binaların kullanımının artırılması amaçlanmaktadır.

Araştırmanın odak noktasında ise mevcut eski ve yeni binalar arasındaki enerji tüketim giderleri ile CO₂ emisyon değerleri arasındaki farkı vurgulamak ve bu farkı besleyen eski yapılar için yapılan iyileştirme müdahalelerinin enerji tasarrufu ve karbon salımı üzerindeki olumlu etkilerini incelemektir.

Bu amaçla İstanbul'da 1979 yılında inşa edilmiş mevcut eski bir yapının (43 yaşında, dış kabuğu yalıtımsız, pencereleri alüminyum çerçevesi) ve yeni bir binanın (2011 yılı) BEP-TR hesaplama yazılımı ile yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarları açısından; ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sera gazı emisyonları incelenecektir. Böylece, eski ve yeni binanın enerji kimliği, enerji performansı ve emisyon salım sınıfları belirlenerek karşılaştırılacaktır.

Bunun yanı sıra, mevcut eski binanın enerji etkin hale nasıl getirilebileceği, enerji etkin hale getirilirken mevcut binaya yapılan müdahalelerin ne tür müdahale olması gerektiği incelenecektir.

Bu çalışmanın diğer amaçları şunlardır:

- 2012-2023 Enerji Verimliliği Stratejisinin 3. belgesinde, mevcut bina stokunu enerji verimli hale getirme hedefini desteklemek ve hedeflerden biri de bu amaca ulaşmak için süreci hızlandırmaktır.
- İstanbul bölgesindeki mevcut binalara iyileştirme uygulamalarının nasıl entegre edildiği, bu örneklerin yanı sıra neler yapılabileceğine dair önerilerde bulunulacaktır.

- Mevcut yapı stokunun kullanıcılarına mikro ölçekte rehberlik etmek ve binaları enerji verimli hale getirmek için takip edebilecekleri yöntemleri tanıtmaktır.
- Makro ölçekte, ülkemizin imzaladığı Kyoto ve benzeri Protokollere uygun olarak karbondioksit emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olmaktır. Böylece ülkemizin karbondioksit salınımını kısırarak, karbon ayak izini azaltmak ve enerji etkin tasarımlarla, aynı zamanda milli gelirin artmasına katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.

B. Çalışmanın Kapsamı:

Çalışma kapsamında, enerji harcamalarının önemli bir bölümünün kaynağı olan binaların kullanım sürecindeki enerji harcamalarının azaltılması hedeflenmiştir. Bu noktada, binalarda enerjinin verimli kullanılması gerektiği düşüncesi ile birlikte alternatif enerji kaynaklarından güneş enerjisine dayalı tasarım öncelikle ele alınmıştır.

Tez kapsamında bina ölçeğinde “enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametreleri” irdelenmiş ve bu parametrelerin alacağı değerlere bağlı olarak mevcut eski ve yeni binanın enerji harcamalarına etkileri enerji simülasyon programı ile sayısal karşılaştırma yoluyla saptanmış ve enerji harcamalarını azaltan uygun alternatifler geliştirilmiştir.

C. Çalışmanın Yöntemi:

Çalışmada, basılı yayında yer alan kaynaklardan elde edilmiş veriler ile internette bulunan bir dizi çalışma incelenmiş ve konuyla ilgili yaklaşım benzerliği olan araştırmalar değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın yönteminde, mevcut eski ve yeni binanın enerji performanslarını belirleyebilmek için enerji simülasyon programı aracılığı ile yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri sayısal olarak saptanmış ve karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma doğrultusunda enerji harcamalarını azaltmaya yönelik uygun alternatiflerin belirlenmesi için en düşük ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji sonuçları da tablolar aracılığı ile sunulmuştur.

Çalışmada izlenen ana adımlar aşağıda açıklanmıştır:

- Mevcut binaya (referans bina) ilişkin verilerin derlenmesi
- Mevcut binanın yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
- Tasarım parametreleri için alternatiflerin geliştirilmesi
- Geliştirilen her bir alternatif için yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
- Hesaplanan yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması
- En düşük ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji harcamasını sağlayan tasarım parametresi alternatiflerinin seçilmesi
- Seçilen uygun tasarım parametreleri değerler kombinasyonlarının mevcut binaya uygulanması ile oluşturulan alternatif bina modellerinin yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
- Sonuçların birbirleri ve mevcut referans binanın enerji yükleri ile karşılaştırılması ve enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin belirlenmesi.

D. İstanbul' da Mevcut Yapıların İnşa Yılları ve Analizi

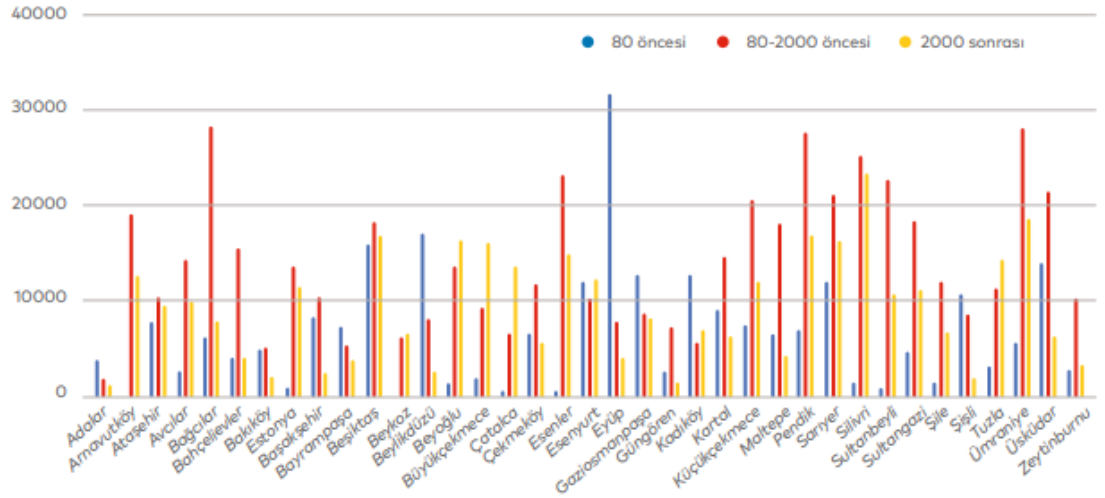
Hızlı sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışını beraberinde getirmiştir. Türkiye'de, özellikle 1950'li yıllardan itibaren tarımda mekanizasyonun artması ile birlikte kırsal kesimden kente doğru yönelen yoğun nüfus akışı, büyük göçe hazır olmayan bu kentlerin düzensiz ve olumsuz gelişmesine neden olmuştur. Artan nüfusunun konut ihtiyaç taleplerini karşılayabilmek ve bu ihtiyacını çözmek için geniş kapsamlı yapılaşma hamlesi gerektirmiş, yapı ihtiyacının çözümüne yönelik; uygulama alanının arazi yapısı ve yerel özellikleri ile uyuşmayan yapılaşmalar ile büyüyen ve değişen problemlerli kentler, meydana gelmiştir. Söz konusu yapılar, hızlı ve maliyet düşüncesiyle barınma odaklı, yalıtımsız ve ısı korunumu açısından yetersiz inşa edilmiştir. Bu yapılar barınma ihtiyacını karşılamalarına rağmen mesken kullanıcılarının ısıtma-soğutma, havalandırma ve sıcak su gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak için gereğinden fazla enerji tüketimine neden olmuştur.

Dünyada tek başına enerji tüketiminin yaklaşık %40'ını ve CO₂ (karbondioksit) salınımının %38'ini oluşturan binalar sorumludur (webdosya.csb.gov.tr, 2023). Türkiye'de ise binalar, nihai enerji tüketiminin yaklaşık %23,45'ine ve toplam elektrik

tüketiminin %40'ını oluşturmaktadır (dunyaenerji. org.tr, 2023) Bu nedenle, binalar enerji verimliliği açısından büyük potansiyele sahiptir.

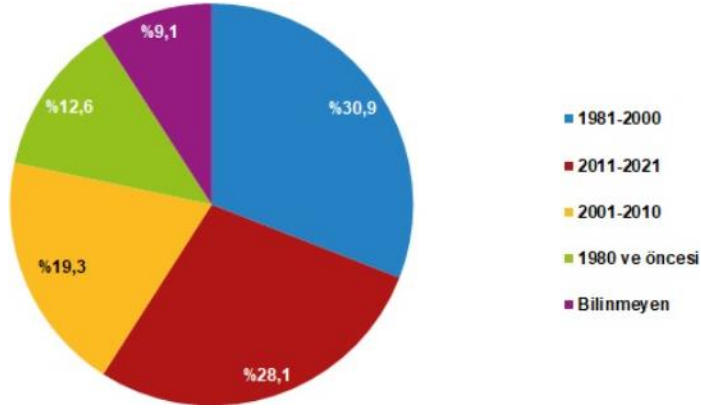
İstanbul'da toplam 1.448.341 yapı birimi bulunmaktadır (MAKS, 2021). Bu yapılardan 6.384.524 adet bağımsız konut fonksiyonu, 1.176.474 adet bağımsız işyeri fonksiyonu görmektedir (İBB, 2021).

İstanbul'da yapıların yapım yılı ve ilçe dağılımına göre sayımı yapıldığında 1980 öncesi, 246.047 yapının yapıldığı görülmektedir (İBB, 2019).



Şekil 1 İstanbul'da İlçelere Göre Bina Yapım Yılı Dağılımları (İBB, 2021)

İstanbul'da mevcut binaların inşa yılına göre "ikamet eden hanehalkı" oranı incelendiğinde 2021 verilerine göre şu şekildedir: %30,9'unun 1981-2000, %28,1'inin 2011-2021, %19,3'ünün 2001-2010 yılları arasında, %12,6'sının ise 1980 ve öncesinde inşa edildiği görülmüştür. İnceleme sonuçlarına göre, hanehalklarının %47,4'ü 2001 yılı ve sonrasında inşa edilen binalarda ikamet etmektedir (tuik.gov.tr/, 2023).



Şekil 2 İstanbul’da Bina Yapım Yılı Dağılımlarına Göre İkamet eden hanehalkı oranı (tuik.gov.tr/, 2023).

Mevcut bina stokunun büyük bir kısmı, Türkiye'nin enerji tüketimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan enerji verimliliğine yönelik yasal düzenlemeleri olmayan binalardan oluşmaktadır. Binaların enerji verimliliğini artırmaya yönelik sistemler, mevcut binaların yapıldığı dönemde yasal bir zorunluluk olmadığı için birçok binada uygulanmamıştır.

Bu bağlamda, iklim değişikliği ulusal eylem planında “2000 yılından önce yapılmış bina stoku, sadece geçerli inşaat standartları açısından karşılaştırıldığında bile bugünkü yönetmeliğe göre en az iki misli enerji harcamaktadır.” ifadesi bulunmaktadır (csb, 2011). Buna göre yeni yapılacak binalar ile mevcut binalar arasındaki enerji performansı farkı ve mevcut binalarda enerji performansını artırıcı sistemler geliştirilmesi gereği açıkça görülmektedir.

II. BİNA ENERJİ PERFORMANSINDA ETKİLİ OLAN ANA TASARIM PARAMETRELERİ

Günümüzde enerji pahalı ve sınırlıdır. Bu doğrultuda enerjiyi verimli kullanmak, binaları verimli enerji kullanımına göre tasarlamak ve inşa etmek önemlidir. Tasarım aşamasında alınan birçok dış değişken ve karar, bir konut binasının enerji yükünü etkiler. Bu enerji yüklerinin minimum seviyede tutulması ve enerji tasarrufu sağlayan çözümler için konfor koşullarının belirlenmesi, tasarım sürecinin ilk adımıdır.

Tasarım ve değerlendirme aşamasında dikkate alınması gereken temel faktörler;

- Bina tasarım parametrelerinin değerleri (binanın yeri, yerin topografik yapısı, peyzaj, bina aralıkları, binanın yönlendiriliş durumu, binanın biçimi, bina kabuğunun optik ve termofiziksel niteliği gibi)
- Binanın karşılaması gereken işlevsel ve performans gereksinimlerinin yanı sıra kullanım süresi
- İklim koşullarının analizi
- Yarar-Maliyet analizleri olarak ele alınabilir.

Bina tasarlanırken kullanıcı sağlığı düşünülerek öncelikle iklimsel konfor koşulları dikkate alınmalıdır.

Farklı ölçeklerde ele alınan yapma çevrede, iklim konfor koşulları sağlamak için yapay ortamın kendisi, doğal çevrenin iklim özelliklerine göre gerekli enerjiyi karşılayacak şekilde pasif iklimlendirme olarak tasarlanmalıdır (Özdemir, 2005).

Bu doğrultuda enerjiyi verimli kullanmak ve binaları verimli enerji kullanımına göre tasarlamak ve inşa etmek önemlidir.

Enerji etkin tasarımda, enerji üretimi ve iletiminde verimliliğin yanı sıra, buna enerji üretim-tüketim ve kullanım verimliliği (bina sakinlerinin eğitimi ve formasyonu) de dâhildir.

Enerji üretilirken, pazarlanırken ve iletimi sırasındaki kayıpları en aza indirecek şekilde işlem yapılmalıdır. Enerjiyi kullanırken ölçülü tüketilmeli ve olası kayıplar engellenmeye çalışılmalıdır.

Enerjinin verimli kullanımı için tasarım yapılırken kullanıcı memnuniyetinden taviz verilmemesi çok önemlidir. Bir bina planlanırken birçok faktörün devreye girdiği unutulmamalıdır. Bu aşamada, tasarrufa yönelik, birçok değer uyum içinde bir araya getirilmelidir.

Bina enerji tüketimini azaltmaya yönelik tasarım parametreleri:

- Kullanıcıya ilişkin değişkenler,
- İklima ilişkin değişkenler,
- Binaya ilişkin değişkenler olarak üç bölümden oluşmakta ve başlıca etmenler aşağıdaki çizelge 1’de açıklanmaktadır (Olgly et al. 1959 ve Orhon, 1988).

Çizelge 1 Bina Enerji Performansını Etkileyen Tasarım değişkenleri (Olgly et al. 1959 ve Orhon, 1988)

KULLANICIYA BAĞLI DEĞİŞKENLER	İKLİME BAĞLI DEĞİŞKENLER	BİNAYA BAĞLI DEĞİŞKENLER
Kullanıcı Tipine ve Durumuna Bağlı Değişkenler	Dış İklimsel Ortam Değişkenleri	Binanın ve Çevresinin Fiziki Şartları (Pasif Mimari Tasarım)
<ul style="list-style-type: none"> • Irka göre • Yaşa göre • Cinsiyete göre • Giysi tipine göre • Aktivite düzeyine göre 	<ul style="list-style-type: none"> • Radyasyon (güneş ışıması) • Hava sıcaklığı • Hava hareketi (rüzgâr) • Nem 	<ul style="list-style-type: none"> • Binanın Yeri ve Yönü • Bina Aralıkları ve Yükseklikleri • Bina Kabuğu Özellikleri • Bina Formu • Bina Çevresindeki Zemin ve Bitki Örtüsü Özellikleri
Fizyolojik Değişkenler	İç İklimsel Ortam Değişkenleri	
<ul style="list-style-type: none"> • Objektif Değişkenler (Vücut sıcaklığı, ter oranı, kalp hızı) • Sübjektif Değişkenler (Görülür terleme termal duyu ve hissediş) 	<ul style="list-style-type: none"> • İç hava Sıcaklığı • İç Yüzey Sıcaklığı • İç Hava Hareketi (rüzgâr) • Nem 	

A. Binanın ve Çevresinin Fiziki Şartları (Pasif Mimari Tasarım)

Daha az enerji tüketen ekolojik ve ekonomik yapıların mimari projelendirilmesinden önce belirli durumların göz önünde bulundurulması, ileriki yıllarda daha enerji etkin bir kullanım, avantajlı bir ortam sağlayabilir.

Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kullanımının gereği, bina pasif mimari tasarımı, önemli bir sürdürülebilirlik aşaması oluşturmaktadır. Bu aşamada, bina iç ve dış form tasarımının, ısı kontrol ve karbon izi açısından, pasif mimari tasarım ile olan ilişkisinin anlaşılır bir şekilde ortaya konulması gerekir.

Bir yapının, mimari projesi ile bu projenin uygulanması, maksimum enerji faydası elde etmek için yapılan çalışmalarda, binanın konumu, binanın yapısı, binanın yönü, binanın dış donanımı, binanın yalıtımı ve altyapı ile alakalı konular önem arz etmektedir. Bu konular bu bölümün alt başlıklarında ele alınmaktadır.

Standart talepler doğrultusunda mimari projeler önceden hazırlanır ve bu oluşturulan projeler diğer gereken sistemlere gönderilerek ilgili tasarımlar oluşturulmaktadır.

Ancak birimler arası çalışmada senkronizasyonun yeterli düzeyde olmaması ile neticesinde enerji verimliliği sağlanamamaktadır. Bu yüzden, bir mimari proje tasarlanırken, optimum verimlilik için multidisipliner sistemler (inşaat, elektrik, makine vb.) planlı ve koordineli bir şekilde birlikte çalışmalıdır (MMO Dergisi, 2016)

Mimarisi hazır olan projelerde, planlı bir yenileme yapılarak enerji verimliliğinden mümkün olan en yüksek faydayı elde etmek olasılık dâhilindedir. Bu aşamada bütünleşik bir bina tasarımının sıfır enerjili binaya dönüştürülmesi birkaç parametreye bağlıdır.

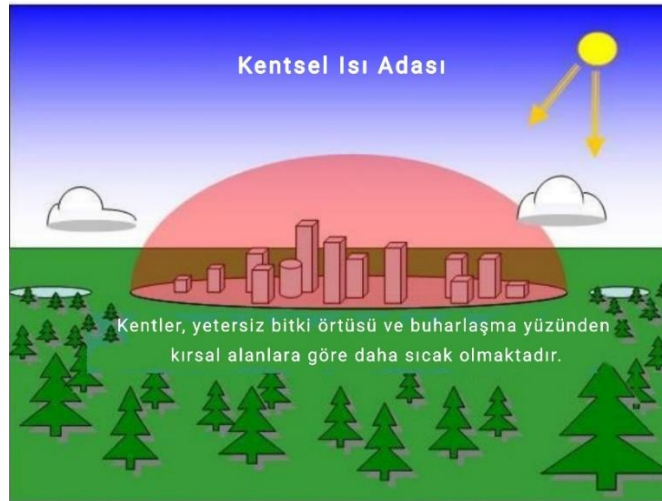
Öncelikle mevcut binanın durumu, koşulları ve konumu doğru bir şekilde belirlenmelidir. Bu doğrultuda mevcut aydınlatma sistemleri, pencere ve kapı sistemleri, dış cephe kaplama sistemi, yalıtımı, ısıtma ve soğutma sistemi, güneş ışınlamı, doğal havalandırma imkânlarının, hesaplamalarda kullanılmak için, veriler belirlenmelidir.

Bina tasarımında; iç mekânların gerekli konfor ve iklim koşullarının, mümkün olduğunca rasyonel enerji tüketimi amaç ve beklentisiyle, binanın dış ortamının iklim koşullarının olumsuz etkisini azaltma görevini yerine getirmelidir (Manioğlu, 2002).

Enerji tasarruflu binalar tasarlanırken, yapılaşmanın nadir olduğu kırsal alanlardaki binaların konumu ile örneğin yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlardaki binaların konumu arasında önemli bir fark vardır. Yoğun yapılaşmış alanlarda, hava daha yavaş hareket eder, daha sıcak ve daha kirlidir.

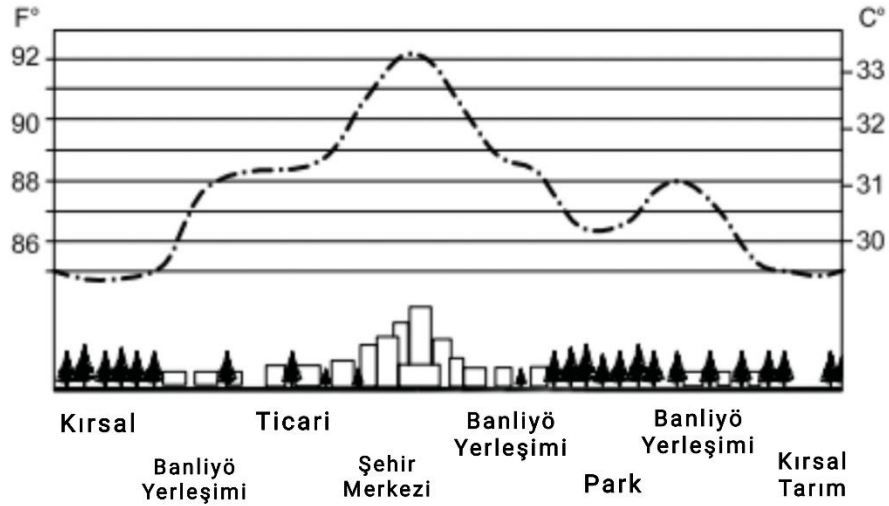
Artan hava kirliliği sebebiyle güneş radyasyonu daha az etkili ve kentlerde seyrek bitki dokusu nedeniyle de ortamdaki çeşitli partikülleri filtreleme özelliği düşüktür (Şekil 3).

Kentsel alanlarda rüzgâr hızı, kırsal alanlara göre %25 yavaştır. Ancak unutulmamalıdır ki yüksek binalar arasında oluşan bölgesel dar boğazlarda (vadi) kuvvetli rüzgârların esebileceği göz ardı edilmemelidir (Utkutuğ, 2000).



Şekil 3 Kentsel ısı adası (WaterQuestions.com, 2023)

Yoğun şehir içi iskân alanlarında, bina yerleşim yoğunluğuna, ölçeğine ve fiziksel etkileşimine dikkat edilmelidir. Binalar arasındaki hava hareketi, gölgeleme, cephe ve çatılardan akseden güneş ışığı gibi termal faktörler de planlanırken dikkate alınmalıdır. Yoğun iskân alanlarının sıcaklığı arttıkça binaların enerji tüketimi de artmaktadır (Lechner 1991).

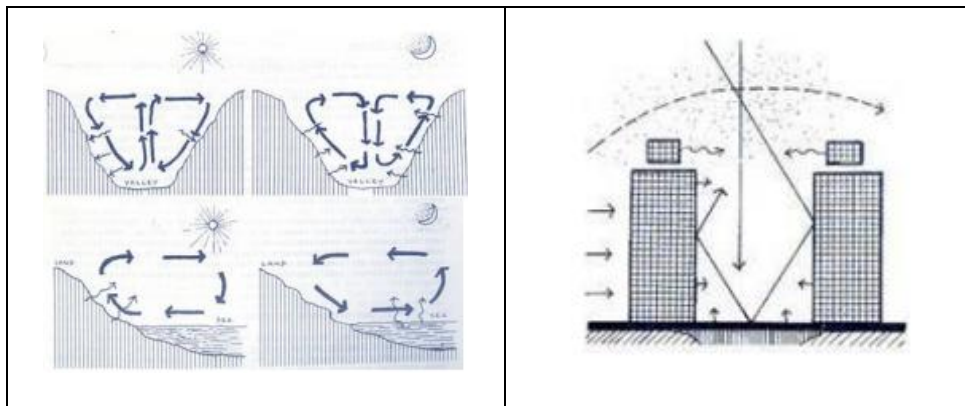


Şekil 4 Yerleşme dokusunun bina çevresindeki iklim üzerindeki etkisi (Lechner 1991)

1. Binanın Yeri ve Yönü

Binanın bulunduğu yer; güneş radyasyonu, hava sıcaklığı, hava hareketi, nem gibi enerji tüketimini etkileyen iklim unsurları, enerji verimliliğinde önemli etkisi olan mikroklimatik koşulların da belirlenmesi açısından önemlidir (Oral 2010).

Binayı çevreleyen unsurlar, bina çevresindeki mikro iklimi etkileyen önemli faktörlerdir. Coğrafi olarak bir vadi içinde yerleşik binalar ile denizi çevreleyen binaların gece gündüz arasındaki ısı döngüsü Şekil 4'te gösterilmektedir (Yılmaz, 2006).



Şekil 5 Binanın Yerine Bağlı Olarak Bina Çevresindeki İklim Koşullarının Değişimi (mmoteskon.org, 2023)

Binanın bulunduğu yer gibi binanın yönü de cephelerin direk güneş ışığı kullanımını hasebiyle güneş enerjisinden genel faydayı destekleyen en önemli tasarım etkenlerinden biridir. Binaların yönü ayrıca rüzgâr durumunu, dolayısıyla bir binadaki doğal havalandırma olasılığını ve hava akışlarının miktarını ve ısı kayıplarını da etkiler. Bu sebeple binanın bulunduğu iklim bölgesinin gereksinimlerine göre, binalar ihtiyaçlarına göre güneş ve rüzgârdan yararlanmalı, ihtiyaçlarına göre korunacak biçimde yönlendirilerek tasarlanmalı, mekân yerleşimi yönlendirme ölçütlerine göre gerçekleştirilmelidir (Yılmaz, 2006).

Öncelikle binanın yer alacağı arsa alanı üzerinde analizler yapılmalıdır. Bu çalışma da aşağıdaki adımları içermektedir (Erçin, 2005):

- Arsanın baktığı yön
- Arsanın eğimi
- Arsanın konumu
- Arazi örtüsü (veya güneş ışınımı yansıtma özelliği), gibi alt değişkenlerin-analizlerinden oluşmaktadır.

Bu analizlerle uygun değerler belirlenerek, bölgelerde hâkim olan iklim koşullarına ve kişinin iklimsel ihtiyaçlarına göre en uygun yerleşim yeri tanımlanmalıdır.

Yer seçiminde iklimsel faktörlerin yanı sıra hava kirliliği ve nüfus yoğunluğu da etken parametrelerdir. Bu açıdan, düşük enerji tüketimi, hava kirliliğinin düşmesine neden olmaktadır. Yüksek nüfus yoğunluğu da aynı şekilde kirliliğe neden olabilmektedir. Bunların yanı sıra arsanın merkezi ulaşım ve enerji kaynaklarına yakınlığı ve binalar arası mesafeler, binanın yeri açısından önem taşımaktadır.

Dolayısıyla binalar arasındaki mesafeler gölgeleme etkisini indirgeyerek güneş ışınımından istifade edecek, EBK'deki enerji performansını arttırmaya olanak sağlayacaktır.

Bu bağlamda mevcut binaların enerji performansını arttırmaya yönelik daha düşük enerji tüketen, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir binalar şeklinde uygulanmalıdır. Bu uygulamalar gerçekleştirilirken, mevcut binaların konumunda, iklimsel veriler altında hesaplamalar yapılmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta iklimsel koşulların saptanmasıdır.

2. Bina Aralıkları ve Bina Yükseklikleri

Bina adaları içerisinde binaların birbirlerine olan uzaklıkları, bitişik veya ayrı yerleşimleri ve binaların yükseklikleri, güneş radyasyonu ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları binalar üzerindeki etkisini olumlu (güneş radyasyonu ve rüzgâra karşı bariyer görevi) veya olumsuz etkiler. Binanın yakın çevredeki diğer yapılaşmalardan uzaklığı ve gölgeleme miktarları göz önünde bulundurularak bina istenilen miktarda güneş ışınımına izin verecek şekilde konumlandırılmalıdır.

Pasif ısıtma ve iklimlendirme ile güneş ışınımının ısıtma etkisinden yararlanmak veya kaçınmak mümkündür. Güneş radyasyonu bir engele (çevredeki bir bina gibi) çarptığında, engelin etrafındaki gölgeli alanın boyutlarında değişiklikler olur ve bu engel, sırasında güneşin açılma konumuna bağlı olarak değişir. (Özdemir, 2005).

Güneş ışınımından en iyi şekilde faydalanmak hedeflendiğinde, binalar arasındaki mesafe bitişik (çevredeki güneş ışınımı engelleri) veya binanın en uzun gölgeli alan derinliğine denk veya bu gölge derinliğinden daha uzun olmalıdır (Bayazit vd. 1992).

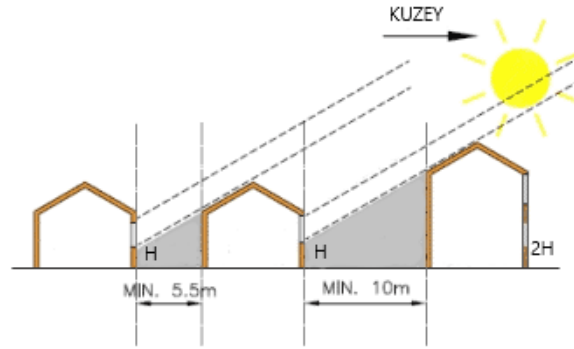
Özellikle kışın güneş ışınlarından maksimum pasif faydayı elde etmek için binalar arasındaki mesafe, komşu binaların en uzun gölgesinin uzunluğuna denk veya daha fazla olmalıdır (Berköz, vd. 1995).

Bu bağlamda çizelge 2' de gölgeli alan derinliklerinin diğer bir deyişle bina aralıklarının belirlenmesinde etkili olan faktörler verilmiştir.

Çizelge 2 Gölge alan derinliklerinin (Bina Aralıklarının) Belirlenmesinde Etkili Olan Faktörler (Özaydoğdu, 2015).

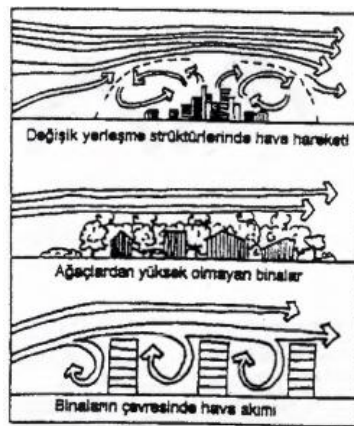
Bölgeye Bağlı Değişkenler	Araziye Bağlı Değişkenler	Binaya Bağlı Değişkenler	Güneş-Bina İlişisine Bağlı Değişkenler
Bölgenin enlemi Bölgenin iklim türü	Arazinin yönü Arazinin eğim açısı	Binaların yönlendirilme durumları Bina yükseklikleri	Profil açısı

Binalar arasındaki mesafe, güneş radyasyonunun kazançlarını ve faydalı rüzgâr etkilerini engellemeyecek şekilde belirlenmelidir. Daha önce de belirtildiği gibi, binalar rüzgâr ve güneş bariyeri görevi görür. İstenilen iç rüzgâr hızına ulaşmak için gereken dış rüzgâr hızı, bina aralığına bağlı olarak değişir. Bina aralığı azaldıkça dış rüzgâr hızı da azalmaktadır (Berköz, 1983).



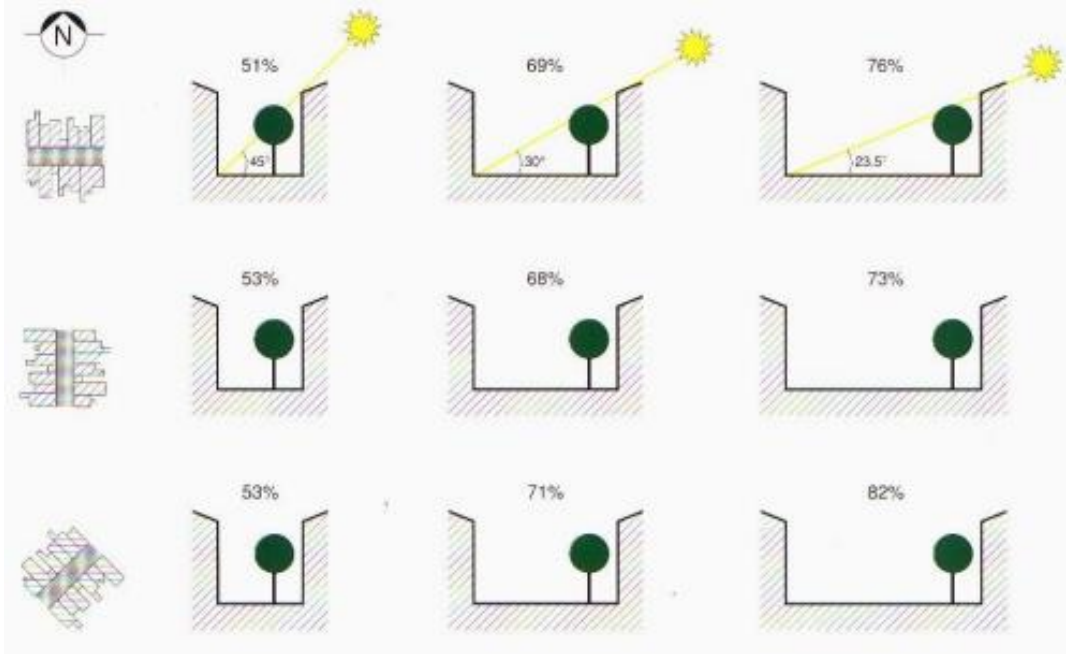
Şekil 6 Binalar arası mesafelerin güneş alımı açısından belirlenmesi
(Planlux.net.tr/, 2023)

Sonuç olarak denebilir ki, gün doğumu ve batımı dışındaki zamanlarda da arazinin eğimi, yönü ve yerleşme yoğunluğu dikkate alınarak binalar arası mesafeler tespit edilmelidir. Binalar arasındaki mesafe, bina yüzeyinde rüzgâr hızına bağlı ısı kaybı nedeniyle binaların arkasındaki gölgeler dikkate alınarak hâkim rüzgâr yönüne göre belirlenmelidir (Soysal 2008).



Şekil 7 Değişik yerleşme yapılarına göre hava hareketi (Anon, 1979)

Binaların enerji verimliliğinde en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş ışınımının binaya erişmesinde komşu binaların önemli bir etkisi vardır. Bina boşlukları ve yükseklikleri güneş ışınlarının geliş açısını etkiler. Şekil 8 'de görüldüğü gibi, üç farklı yönde konumlandırılmış aynı yükseklikteki binaların komşu binaları arasındaki uzaklığa bağlı olarak güneş ışınımını alma derecesinin değiştiği görülmektedir.



Şekil 8 Farklı bina aralıklarında güneş alma ilişkisi

(Goulding et al. 1992' den aktaran Kaplan, 2018)

Bölgelere göre güneş ışınım etkisi göz önünde bulundurularak, binanın konumlandırılacağı yerin bina aralıkları ve yükseklikleri belirlenmelidir.

- Soğuk iklime sahip bölgelerde, güneş ısısı ihtiyacının fazla olduğu bölgelerde, binalar arası mesafe önem taşımaktadır. Çünkü binalar birbirini gölgeler ve güneş ışınımını keser.
- Sıcak iklime sahip bölgelerde ise güneş radyasyonu mevcut dış ortam sıcaklığını daha da arttırdığında, serinlemek için mekanik soğutma sistemleri kullanılır. Binanın enerji tüketimini azaltmak için binalar arası mesafeyi azaltarak gölgeleme etkisinden yararlanılmalıdır.

İklim koşulları göz önünde bulundurularak, binanın konumlandırılacağı yerin bina aralıkları ve yükseklikleri belirlenmelidir. Çünkü binalar arası ideal mesafeler iklim bölgelerine göre değişmektedir.

Sıcak ve nemli iklimlerde binalar arasındaki ideal mesafe, bir bina yüksekliğinin en az beş katı kadar olmalıdır. Sıcak ve kuru iklim kuşağında komşu binadan olan uzaklık bina yüksekliğinin en az iki katı, ılıman kuru ve ılıman nemli iklim kuşağında ise komşu binadan kendisine olan uzaklık en az olmalıdır (Özdemir, 2005' den aktaran Özyadoğdu, 2015).

Çizelge 3 Binalar arası açık mekân boyutlarının seçilebilecek uygun değerleri (hâkim rüzgâr doğrultusunda, rüzgâra göre) (Özdemir, 2005' den aktaran Özyadoğdu, 2015)

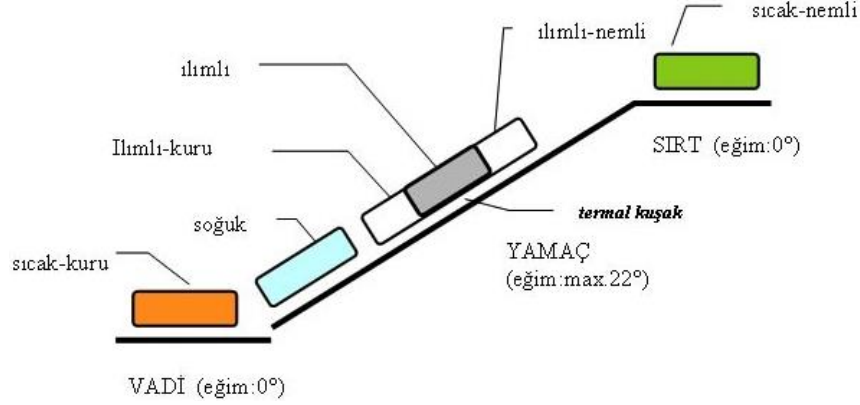
BİNALAR ARASI AÇIK MEKÂN BOYUTLARININ SEÇİLEBİLECEK UYGUN DEĞERLERİ (hâkim rüzgâr doğrultusunda, rüzgâra göre)	
<p>Sıcak Nemli İklim Bölgesi 5H – 7H</p>	
<p>Sıcak Kuru İklim Bölgesi 2H – 5.5H</p>	
<p>Ilımlı Kuru / Ilımlı Nemli / Soğuk İklim Bölgesi H – 5H</p>	

Bu durumda bölgelere göre binaların enerji verimliliğini artırmak için;

- Sıcak ve kuru iklime sahip bölgelerde binalar birbirlerinin güneş ışığını kesecek şekilde yakın mesafelerde yerleştirilmeli ve binaların gölgelenmeleri sağlanmalıdır.
- Sıcak ve nemli alanlarda, doğal havalandırmanın sağlanması için binalar birbirinden ayrı konumlandırılmalıdır.
- Soğuk iklime sahip bölgelerde, binaların güneş ışığına maruz kalma oranları dikkate alınarak, rüzgârın serinletici etkisinden korunmak için yan yana (bitişik nizam) tercih edilmelidir. Binanın enerji verimliliğini olumsuz

etkilememesi için binalar arası mesafeler ve bina yükseklikleri komşu cephelerin karşılıklı olarak güneş ışığını ve doğal havalandırma olanağı sağlayan rüzgâr hareketini engellemeyecek şekilde konumlandırılmalıdır.

- Ilımlı-nemli/Ilımlı-Kuru iklime sahip bölgelerde, güneş ışınımından maksimum düzeyde faydalanılması, ısınmanın istenmediği dönemlerde ise güneş ışınımından korunma amaçlanır.



Şekil 9 İklim bölgelerine göre yerleşme dokusu karakterleri
(ekoyapidergisi.org/, 2012)

Güneş ışınımı etkilerinden yararlanmak açısından uygun bina aralıklarının belirlenmesinde kullanılan yöntemler aşağıdaki adımları kapsamaktadır (Berköz vd. 1995);

- Isıtmanın istendiği periyodun karakteristik günü belirlenir.

Isıtmanın talep edildiği karakteristik gün 21 Ocak'tır.

- Profil açıları belirlenir.

Profil açısı, güneş-bina ilintili bir değişken olup, binanın incelenmekte olan cephesine dik olarak geçirilen kesit düzlemindeki izdüşümü ile yatay düzlem arasındaki açıdır (binanın yatay düzlemi ile izdüşümü arasındaki açı).

Ele alınan bölge enlemine ve binaların yönlendirilmiş durumların veya binaya ait cephelerin baktıkları yönlere bağlı olarak ele alınan karakteristik güne ait saatlerde geçerli olan profil açıları, her yöne bakan cephe için belirlenir.

- Bina mesafeleri için uygun kriterlerin belirlenmesi.

Bina mesafesi için uygun kriterlerin belirlenmesinde, gölgeli alan derinliklerinin limitleri esas alınarak yapılır.

Bu bağlamda daha az enerji kullanan yeşil ve çevre dostu binaların entegre tasarımında bina mesafeleri ve mevcut binaların, birbirine göre konumu, önceden belirlenmiş olacağı için, mevcut fiziki koşullarına göre sürdürülebilirlik özelliği değerlendirilebilir.

3. Bina Kabuğu Özellikleri

Bina kabuğu, farklı fiziksel özelliklere ve ısı transferine karşı davranışa sahip, opak ve saydam olmak üzere iki parçadan oluşan binaların ve ısıtma sistemlerinin ısı performansını etkileyen en önemli tasarım parametresidir. Bina kabuğunun ısı performansını etkileyen en önemli fiziksel özellikler şunlardır: Opak ve şeffaf bileşenlerin güneş radyasyonuna karşı optik özelliği olarak bilinen ışık geçirgenliği, doğrudan veya dağınık güneş radyasyonu için farklı değerler alır. Doğrudan radyasyon için şeffaf bileşenin optik özellikleri, güneş radyasyonunun geliş açısına bağlı olarak değişir. Opak bileşenlerin geçirgenliği olmayıp, absorpsiyon (yutuculuk) ve yansıtıcılığın doğrudan ve dağınık radyasyondan bağımsız olarak yüzey rengine göre değiştiği varsayılır (Yılmaz, 2006).

Bina kabuğunun ısısal verimliliğini etkileyen önemli fiziksel özellikler;

- Saydam ve opak öğelerinin ısı geçirgenliği (K , $W/m^2 \cdot U$),
- Opak bileşen için gecikme süresi (Φ , h),
- Opak bileşen için genlik küçültme etkeni (ϕ) ve
- Saydam ve opak öğelerinin güneş ışınımı geçirgenliği (opak öğe için geçersiz), absorpsiyon (yutuculuk) ve yansıtıcılık katsayıları (τ , a ve r) şeklinde listelenebilir (Yılmaz 2006).

Bir veya daha fazla katmandan oluşan kabuk bileşenlerinde ısı transferi katsayısı; Bileşenin her iki tarafındaki hava sıcaklığı farkı 1 K olduğunda, bileşenin 1 m^2 'lik birim alanından bu alana dik birim zamanda akan ısı miktarı olarak tanımlanır (Yılmaz, 2006).

Bina kabuğu bu doğrultuda; güneş ışınlarının soğurulması veya yansımaları, rüzgârın tutulması veya kaydırılması, dış ortam sıcaklığının soğurulması (geçirilmesi), iç sıcaklığın dışarıya aktarılması, nem ve yağmurun etkisi, dış kabuğun rengi gibi parametreler açısından önemlidir. Bina kabuğu elemanları tasarlanırken, malzeme seçiminde yerel iklim koşulları dikkate alınmalıdır.

Sıcak ve kuru iklim sahip olan bölgelerde dış cephe kaplaması olarak cam tercih edilmesi bina içinde sera etkisi yaratabilir. Sıcak iklimlerde, iklimsel konfor koşullarının oluşturulması için ısı transferine dayanabilecek kalın kesitli yapı kabuğu tercih edilmelidir. Soğuk iklim bölgelerinde, binanın balkonları, çıkmaları ve uzantıları, binaya mümkün olduğunca fazla güneş ışığı girecek ve aynı zamanda gölgelemenin minimum düzeyde olacak şekilde tasarlanmalıdır.

Bina kabuğu, iç mekân konforunu sağlamak için ideal hava sıcaklığını korurken aynı zamanda güneş ışınımının doğal aydınlatma ve artan hava sıcaklığı gibi olumlu etkilerinin binaya getirilmesine izin verir. Bina kabuğu enerji verimli, çevresel etkilerden daha az etkilenen ve ideal konfor şartlarını sağlayan binalar elde etmede büyük önem taşımaktadır.

Bölgenin iklimsel koşullarına göre yapı faktörü de zero (sıfır) enerjili bütünleşik binaların tasarımını etkiler.

3. Bina Formu

Binalarda iklim faktörleri olan güneş ve rüzgârdan verimli bir şekilde istifade edebilmek için bina geometrisini, yapısını, yüksekliğini, alanını, eğimini, çatı yapısını, yatay ve dikey mimarisini göz önünde bulundurarak tasarlanmalıdır. Bina güneş enerjisinden maksimum fayda sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Bu doğrultuda yatay mimariye sahip binaların daha fazla güneş panelinin kullanılabilmesine imkân tanıdığı için dikey mimariye göre daha avantajlı olduğu görülmektedir.

Dikey mimariye sahip binalarda ise; rüzgâr türbinlerinin kullanımı daha uygun görünmektedir, çünkü daha yükseklerde rüzgâr daha engelsiz eseceği için maksimum faydayı elde ederek avantaj sağlamaktadır. Hem güneş hem de rüzgâr enerjisinden (hibrit sistem) faydalanmak istenildiğinde, binanın alanı ve yüksekliği tasarım aşamasında hesaplanarak en uygun ölçüler belirlenmelidir.

Bina Formu (Moore, 1993) ;

- Form faktörü (binanın plandaki boyunun binanın derinliğine oranı),
- Binanın yüksekliği,
- Çatının tipi (düz, beşik ve karma),
- Çatının eğimi
- Cephenin eğimi gibi bina ile ilgili geometrik değişkenlere bağlı olarak belirlenebilir.

Bu doğrultuda sıfır enerjili binaların değişken parametreleri de binanın biçimi, binanın dış kabuğu, binanın uzunluğu, derinliği, yüksekliği, binanın çatı eğimi ve tipi, cephenin eğimi olarak kabul edilir.

İnşa süreci tamamlanmış mevcut binaları, daha az enerji tüketen, yeşil ve sürdürülebilir tasarımına sahip binalara dönüştürmek istendiğinde binanın konumu, binanın yönü, binaların birbirlerine olan mesafesinde bir değişiklik yapmak mümkün değildir, ancak binanın biçiminde değişiklik yapılabilir.

Bu değişikliklerden bazılarını sayacak olursak;

- Balkonların ve pencerelerin yeniden tasarımı
- Gerektiğinde rüzgâr kırıcıların ilavesi
- Gerektiğinde güneş kırıcıların ilavesi
- Bina dış tasarımı güneş panelleri kurulumu için uygun hale getirilmesi
- Çatılar rüzgâr türbinleri ya da güneş panelleri kurulumuna uygun olabilir. Bu yüzden çatıyı rüzgâr türbini ya da güneş panelleri kurulumuna uygun hale getirerek maximum enerji verimliliği elde edilebilir.

4. Yapı Çevresindeki Zemin ve Bitki Örtüsü Özellikleri

Binayı çevreleyen zeminin ve bitki örtüsünün özellikleri, doğal olarak binaların enerji verimli yapısını etkiler. Binalar arasındaki (deniz, göl, nehir) ve bina etrafındaki boşlukların çevre düzenlemesinde güneş radyasyonu ve rüzgâr faktörü dikkate alınmalıdır. Bitki ve ağaç kümelerinin rüzgârı yönlendirebileceğini ve rüzgâr hızını artırabileceğini veya engelleyici etkisi unutulmamalıdır. Ağaçların gölge ve termal koruma etkilerini de güneş radyasyonu açısından dikkate alınmalıdır.

Bina çevresinin bitki örtüsü ile çevrili olması, temiz havalandırma sağlarken, endüstriyel tesislere yakınlık, binanın konumu, yönü, işlevine bağlı olarak gürültü seviyelerinde ve hava üzerinde pozitif veya negatiftir bir etkiye sahip olabilmektedir.

5. Kullanıcı Değerleri

Metabolik seviye (aktivite seviyesi); Organizmadaki metabolik fonksiyonlarla kimyasal enerjinin ısı ve mekanik olarak içe dönüşüm oranıdır (Ashrae, 2010).

Giysi türü, iklimsel konfor koşullarının belirlenmesi açısından önemlidir. Çünkü giysilerin ve dolayısıyla insanların ve çevrenin yalıtım direncini belirler. Kullanıcının bulunduğu alandaki konumu ve duruş pozisyonu; çevresine yaydığı ısınım yoluyla yaydığı ısı alışverişinde etkilidir.

Bunun nedeni, kullanıcı ile çevreleyen yüzey arasındaki açıl faktörün, kullanıcının hacim içindeki konumunun bir fonksiyonu ve kapalı bir hacim içindeki bir kişinin iklimsel konforunu önemli ölçüde etkileyen bir nicelik olmasıdır (Özdemir, 2005). Öte yandan fizyolojik değişkenler, birçok termal vücut sıcaklığı değişkeni arasındaki algılanan ilişkilere bağlıdır. Bu değişkenler kalp hızı, ter oranı ve cilt sıcaklığı gibi faktörler olarak kabul edilir (Lechner, 2009).

6. İklim Koşulları

Yerel iklim koşulları, alan üzerinde olumlu veya olumsuz bir etkiye sahiptir. İklim bazlı verimli enerji kullanımı; Kullanıcı konforunu sağlamak ve enerji kaynaklarını en verimli şekilde kullanmak gibi avantajlar sunar. Bu noktada sıfır enerji noktasına ulaşmak için yapılması gereken çalışma, iklim faktörlerine bağlı yöntemler ile işlem yaparak mümkündür.

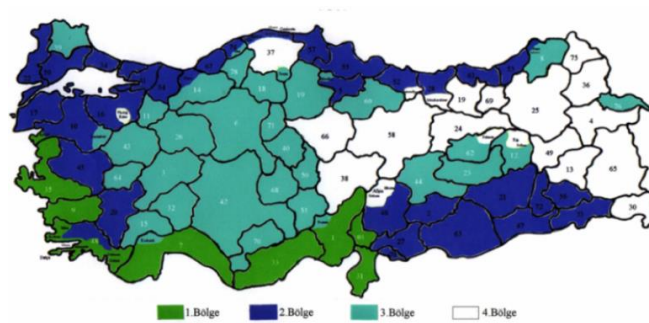
İklim unsurları;

- Dış hava sıcaklığı
- Güneş etkisi
- Rüzgâr
- Nem

Olmaktadır. Planlanan mimaride iklim unsurları olan bu öğeleri de dikkate alarak tasarlanmalıdır. İklim unsurlarını detaylı ele alacak olursak;

Dış hava sıcaklığı; Hava sıcaklığı aslında sabittir ve yerel iklim şartlarına bağlı olan bir olgudur. Ancak sıcaklık etkisi artırılarak çoğaltılabilir. Şehir planlamasına göre binaların konumu, bina sıklığı, ortalama bina yüksekliği, bitki örtüsü sıcaklığı etkileyen faktörlerdir. Bununla birlikte, güneş ışınlarının geliş açısı, güneşe maruz kalma süresi, rakım, nem, akıntılar, gelgit düzenleri, bitki örtüsü, ısı dağılımını etkileyen yaygın nedenlerdir.

Yerel iklimden en iyi şekilde yararlanmak için, binalar iklim koşullarına göre tasarlanması gerekir. Türkiye'de bina ısı yalıtım uygulamaları için dört alan oluşturulmuş ve Bina Isı Yalıtımı Yönetmeliği'nde de paylaşılmıştır (krkyapidenetim.com.tr/, 2023).



Şekil 10 Türkiye yalıtım alanları (krkyapidenetim.com.tr/, 2023)

Türkiye'deki iklim alanlarını L.Zeren ise soğuk iklim kuşağı, sıcak kuru iklim kuşağı, sıcak nemli iklim kuşağı, orta kuru iklim kuşağı ve ılıman iklim kuşağı olmak üzere beş ana iklim kuşağına ayırmıştır. (Şekil 11) (Koca, 2006).



Şekil 11 Türkiye iklim bölgeleri haritası (Koca, 2006)

Güneş; Ana ısı kaynağı olan güneş enerjisi en mühim ısı kaynağıdır. Dış ve iç ortamdaki ısının kaynağı en direkt güneştir. Güneş ışınlarıyla doğrudan temas halinde olan yüzeyler güneş ısısından direkt etkilenmektedir. İklim koşullarına bağlı olarak güneş ısısından faydalanmak veya kaçınmak için, binaların dış ve içyapıları teknik olarak tasarlanmalı ve analiz edilmelidir (Goulding, 1992).

Rüzgâr; Atmosferin yüksek ve alçak basıncına bağlı olarak, iklim şartları eşliğinde oluşan atmosferik bir hadisedir. Rüzgâr bina tasarımıyla ilgili karar alınırken dikkate alınması gereken en mühim faktörlerden biridir. Rüzgâr ısı ve yağmur taşıyıcı, korozyona ve basınç değişikliğine neden olduğu için, bina projesinde her zaman dikkate alınmalıdır. Rüzgâr; hızı, yönü ve esme süresi sayısı ile bilinmektedir. Planlama yapılırken en az 1 yıllık rüzgâr hızı, yönü ve esme sıklığı istatistiklerine bakarak sağlıklı sonuçlara ulaşılabilir.

Nem; Havadaki nem, yaşam standardını etkileyen nedenlerinden biridir. Dünya üzerindeki su miktarı, atmosferdeki su buharı miktarı ile doğru orantılıdır.

Su buharını etkileyen nedenler(Goulding, 1992);

- Kuru ve yaş termometre sıcaklığı
- Hava sıcaklığı ve bağıl nem
- Buhar Basıncı
- Çiğ noktası Olarak değerlendirilmektedir.

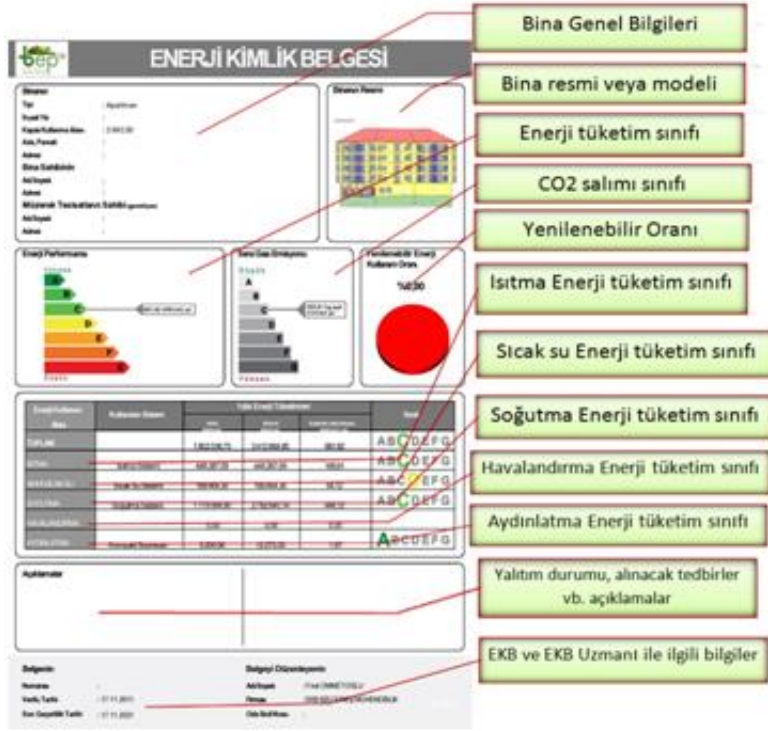
Bina tasarımında maksimum enerji verimliliği ve konforlu yaşam için bölgenin nem oranı dikkate alınmalıdır.

III. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE BİNALARDA ENERJİ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

A. Enerji Kimlik Belgesi

Enerji verimliliği belgesi, Türk yasa ve yönetmeliklerine göre zorunlu bir göstergedir. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve buna paralel olarak çıkarılan Binalarda Enerji Performansına Dair Yönetmelik uyarınca, mevcut veya yeni binalarda enerji ve enerji kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamak için her binanın 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren Enerji Kimlik Belgesine sahip olması, enerji israfı ve çevrenin korunması açısından önemli bir adımdır. Bu sertifikada asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıfı, sera gazı emisyon düzeyi, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimliliğine ilişkin bilgiler belirtilir. Enerji kimlik belgeleri alındıkları tarihten itibaren 10 yıl süreyle geçerlidir. Enerji kimlik belgeleri A, B,C,D,E,F,G sınıflarını içerir ve A en verimlidir. C sınıfının (D, E, F, G) altındaki yeni binalar için oturma izni verilmez, tasarruf tedbirleri zorunludur.

Türkiye'de binaların enerji kimlik belgesi hesaplamaları, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanan Bina Enerji Performansı Yazılımı (BEPTR) aracılığıyla ve Binalarda Enerji Performansı Hakkında Yönetmelik kapsamında gerçekleştirilmektedir. Bu ulusal hesaplama yöntemi, Enerji Kimlik Belgesi (EKB) oluşturulması amacıyla kullanılan bir yazılım aracıdır. Bu program aracılığıyla, enerji kimlik belgeleri düzenlemek üzere yetkilendirilmiş kurumlar veya meslek odalarına üye olan mimarlar, inşaat mühendisleri, elektrik mühendisleri ve makine mühendisleri, binaların enerji verimliliğiyle ilgili analizleri gerçekleştirebilmektedirler. Enerji Kimlik Belgesi uzmanları, bir bina projesinin detaylarını BEP-TR yazılımına yükleyerek binanın enerji verimliliğini A, B, C, D, E, F, G gibi enerji sınıflandırmalarına göre binaların Enerji Kimlik Belgelerini düzenlerler. Bu analizlerin sonuçları, program içinden erişilebilir ve anlık olarak sisteme kaydedilebilir.



Şekil 12 Enerji kimlik belgesi örneği (csb.gov.tr/, 2023)

Enerji kimlik belgesi, toplumumuzda binalar için önemli bir role sahiptir. Enerji Kimlik Belgesi'nde yer alması gereken bazı parametreler şunlardır:

- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketimi, A'dan G'ye değişen referans birimlerde sınıflandırılır.
- Binanın yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı,
- Binanın aydınlatma enerjisi tüketim değeri,
- Nihai enerji tüketimine bağlı sera gazı salınımının kullanım alanı başına yıllık miktarı,
- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık sera gazı salınımı, A'dan G'ye değişen referans birimlerde sınıflandırılır.

Enerji Kimlik Belgeleri, Binaların enerji verimliliğini değerlendirme ve geliştirme potansiyelini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Bu belgeler, enerji tasarrufunu sağlamak için alınabilecek tedbirleri ve bu iyileştirmelerin maliyeti hakkında fikir verirken, aynı zamanda enerji sertifikasyonu, enerji tüketimini azaltma ve yeni ile mevcut binaların enerji performansını artırma hedeflerine ulaşmak için etkili bir politika aracı olarak işlev görmektedir.

Yeni veya inşaat aşamasındaki binalar, en az C enerji performans sınıfına sahip olacak şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir. C sınıfının altında bir performansa sahip olan binalara yasal olarak oturma izni verilmez. Enerji sertifikası alan yeni binalar, ulusal bina enerji düzenlemelerine uygunluğu gösterir ve aynı tipteki binalarla karşılaştırıldığında daha yüksek bir standart elde etmek için teşvik edici bir rol üstlenebilirler.

Mevcut binalar için enerji performans belgesi almak zorunlu değildir ve enerji kimlik belgesinde minimum sınıflandırma düzeyi gerekliliği bulunmamaktadır. Binaların mevcut dış kabuğu ısı yalıtımı, pencere verimliliği, mekanik sistem performansları gibi faktörlere göre A'dan G'ye kadar değişen enerji kimlik belgeleri alabilirler. Bu belgeler, mevcut binaların enerji performansını teyit ederken daha verimli binalara yönelik talebi artırıcı bilgiler sunarak ülkedeki bina stokunun enerji verimliliğinin artırılmasına katkı sağlar.

Enerji performansı sertifikası, kullanıcıların beklentilerine uygun konfor ve işlevsellik sağlamak için gereken enerji miktarına göre binaların verimliliğini belirlemek için kullanılan bir araçtır. Hem konutlar hem de ticari/kamu binaları için kullanılabilen bu belge, binaların verimliliğini ölçer. Bu verimlilik derecesi, yerel iklim koşulları, bina tasarımı, inşaat yöntemleri, kullanılan malzemeler, ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıcak su sistemleri gibi binanın ve kullanıcılarının işlevlerini desteklemek için gerekli araç ve gereçlerdir.

Enerji performans belgeleri, yapı sektöründe önemli bir rol oynar. Alıcılar ve kiracılar, farklı yapıların enerji verimliliğini ve benzer yapıların enerji derecelendirmelerini karşılaştırarak bilinçli seçimler yapabilirler. Belgelendirme, mevcut yapıları güncel bina yönetmelikleriyle karşılaştırarak objektif bir değerlendirme sunar. Bu nedenle, tüketiciler yeni veya mevcut yapıları satın alırken veya kiralarken enerji performans belgelerini değerli bilgi kaynakları olarak kullanır. Ayrıca, alıcılar ve kiracılar, enerji verimliliği yüksek bir yapı seçerek enerji maliyetlerinde tasarruf yapma fırsatını yakalayabilirler. Benzer şekilde, daha düşük bir maliyetle enerji verimliliği artırılabilen bir yapıyı tercih ederek uzun vadede tasarruf sağlama yolunu seçebilirler.

C. Binalarda Enerji Performans Yazılımı (BEP-TR) ve Program Kullanımı

Binalarda enerji verimliliğinin sağlanması ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için uluslararası ve ulusal mevzuatlar hazırlanmıştır. Bu bağlamda ülkemizde 2011 yılından itibaren bina enerji verimliliği uygulaması ulusal yazılım programı olan BEP-TR kullanılmaktadır (BEP-TR Eğitim Kılavuzu).

Bir binanın enerji performansını hesaplama yöntemi, bir binanın enerji tüketimi üzerindeki tüm girdilerin etkisini değerlendiren ve binanın enerji verimlilik sınıfını belirleyen EN 13790 çerçeve belgesine dayanmaktadır. Mevcut ve yeni binalar için Türkiye iklim verileri, koordinatları yerel malzemeler gibi ülkemize özgü bilgiler derlenerek geliştirilmiştir (BEP-TR 2009 Teknik Raporu).

Enerji sertifikası hazırlama sürecinin ilk adımı, binanın özellikleri ve sistemlerinin enerji performansının değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme, uzman bir kişi tarafından binanın bileşenleri, enerji sistemleri ve tüketimi hakkında bilgi toplayarak gerçekleştirilir.

Bir değerlendirme genellikle asgari olarak aşağıdakilerin bir analizini içerir:

- Binanın formu, şekli ve diğer detayları
- Bina kabuğunun ısı yalıtımı, güneş ve gün ışığı özellikleri ile hava geçirgenliği
- Isıtma ve sıcak su sistemlerinin verimlilikleri, tepki süreleri ve kontrol mekanizmaları
- Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, kontrol sistemleri ve aydınlatma
- Kullanılan yakıt türleri ve yenilenebilir enerji kaynakları gibi diğer unsurlar da değerlendirme sürecine dâhil edilebilir (Yiğit ve Acarkan, 2016).

Ulusal yazılım programı BEP-TR'nin bazı özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Kullanıcı dostudur.
- Veri girişi basitleştirilmiştir.
- Web üzerinden manuel bina bilgi veri girişine ihtiyaç duymadan, CAD ortamında basit bir çizimle şablon modellerine bağlı kalmadan veri girişi çizimden bağımsız olarak gerçekleştirilebilmektedir.
- Bina ölçüleri çizim sırasında kolayca girilebilir.

- Metodolojiden "oda kavramı" çıkarılmış; Döngü sayısı azaltılarak hesaplama süresi kısaltılmıştır.
- Çizim programları altlık olarak kullanılabilir ve programa veriler aktarılabilir.
- Hesaplamalarda kullanılan iklim veri artırımını sağlamak için şehir merkezi dışındaki 139 istasyon verileri de sisteme dâhil edilmiştir.
- Isı pompaları, jeotermal enerji, fotovoltaik sistemler, kojenerasyon sistemleri, mekanik havalandırma, biyokütle ve alternatif yakıtlar gibi unsurlar hesaplama metodolojisine ilave edilmiştir (Özşeker, 2022).

BEP-TR programı, özelliklerinden de anlayabileceğiniz gibi oldukça basit ve kolay anlaşılır bir programdır. Binalarda enerji kimlik belgelerinin yaygın olarak kullanılması binaların çevreye verdiği zararı azaltacaktır. Ayrıca enerji sertifikaları, doğaya ve insanlara verilen zararlar konusunda toplumsal bilincin ve farkındalığın artmasını sağlar. Aşağıda BEP programı hakkında bilgi verilecektir.

Binalarda enerji performans programı (BEP-TR), AutoCAD ile birlikte çalışabilir. Enerji Kimlik Belgesi için öncelikle analizini yapmak istediğiniz binanın mimari projesini AutoCad programında açılmalıdır. Binanın mimari projesi AutoCad programında açılırken, BEP-TR programı içerisinde uyumlu çalışabilmesi için binanın dışından yeni layerlar çizilmelidir. Bu layerlar, mevcutta bulunan BEP-TR programını açtığınızda görünen katmanlardır. Bu katmanlar kat, bölge, zemin, duvar, pencere, kapı ve çatı katmanlarıdır. AutoCad programında, binanın dışına bu yedi katmanın çizilmesi gerekmektedir. Buna tel çerçeve oluşturma işlemi de denebilir. Kullanım kolaylığı açısından projeyi enerji verimliliği programı ile senkronize etmeden önce yeni eklenen 7 katman dışındaki tüm katmanların kapatılması önerilir.

Proje		Özellikler
Gösterim Birimi	Metre	▼
🔒 Ondalık Basamak		3
▲ Açısal		
Gösterim Birimi	Derece	▼
🔒 Ondalık Basamak		3
▲ Topoloji		
🔒 Ölçüm Sistemi	Solar Azimut	▼
Kuzey Açısı		0.000 °
🔒 Tampon Açısı		15.000 °
▲ Bina Bilgileri		
Proje Bilgileri		...
Bina Bilgileri		...
Sızdırmazlık Bil...		...
▶ Isı Köprüleri		...
Fotovoltaik Sis...		...
Kojenerasyon
▲ Mekanik		
Mekanik Isıtma...	1	...
Mekanik Soğut...	1	...
Mekanik Sıcak ...	2	...
Mekanik Haval...	1	...

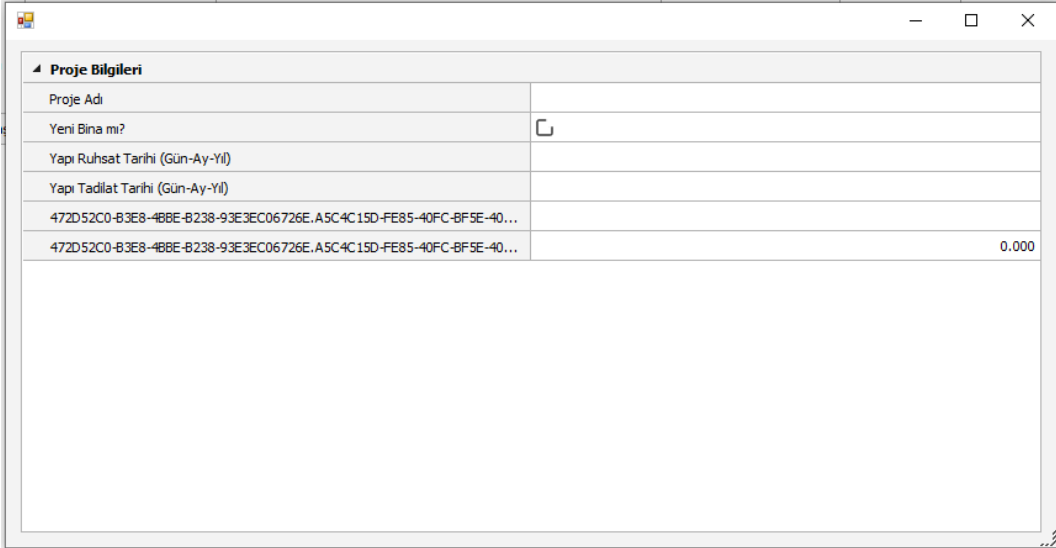
Şekil 13 BEP-TR programı özellikler sekmesi

Proje		Özellikler
▲ Örnek Analiz		
▲ Katmanlar <input checked="" type="checkbox"/>		
Zemin	...	<input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Bölge	...	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Duvar	...	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Döşeme	...	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Pencere	...	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Kapı	...	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Çatı	...	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 14 BEP-TR programı proje katmanlar sekmesi

AutoCad'de mimari projenin etrafında yeni layerlar çizildikten sonra, proje dxf formatında kaydedilmelidir. AutoCad programında yapılacak işlemler tamamlanmıştır. Enerji performans uygulaması başlatılmadan önce AutoCad programı kapatılmalıdır. Aksi takdirde oluşturulan katman çizimleri BEP-TR programında açılmayacaktır.

Enerji kimlik belgesi uygulamasına başlamadan önce yapılması gereken önemli bir işlem, özellikler bölümünden yapı bilgilerinin sisteme girilmesidir.



Proje Bilgileri	
Proje Adı	
Yeni Bina mı?	<input type="checkbox"/>
Yapı Ruhsat Tarihi (Gün-Ay-Yıl)	
Yapı Tadilat Tarihi (Gün-Ay-Yıl)	
472D52C0-B3E8-4BBE-B238-93E3EC06726E.A5C4C15D-FE85-40FC-BF5E-40...	
472D52C0-B3E8-4BBE-B238-93E3EC06726E.A5C4C15D-FE85-40FC-BF5E-40...	0.000

Şekil 15 BEP-TR programı proje bilgilerinin ara giriş yüzü

Bina Bilgileri	
Bina Tipi	▼
Konstrüksyon Tipi	▼
Binanın Korunma Durumu	▼
Binanın İstasyonu	▼
Binanın İli	▼
Binanın İlçesi	▼

Şekil 16 BEP-TR programı bina bilgilerinin ara giriş yüzü

Sızdırmazlık Bilgileri	
Dikdörtgen Olmayan Kompleks Kat Planı Var Mı?	<input type="checkbox"/>
Sızdırmaz Bant Olmayan Kapı Pencere Var Mı?	<input type="checkbox"/>
Bitişik Bina Mı?	<input type="checkbox"/>
Sıva Yapılmış Duvar Var Mı?	<input type="checkbox"/>

Şekil 17 BEP-TR programı bina sızdırmazlık bilgileri girişi ara yüzü

Fotovoltaik Sistem	
Fotovoltaik Sistemin Pık(kWp) Elektrik Gücü (kW)	0.000
Fotovoltaik Modül Tipi	▼
Fotovoltaik Modüllerin Toplam Yüzey Alanı	0.000
Fotovoltaik Sistem Performans Faktörü	▼
Fotovoltaik Sistemin Eğim Açısı	▼
Fotovoltaik Sistemin Yönü	▼

Şekil 18 BEP-TR programı fotovoltaik sistem girişi ara yüzü

Kojenerasyon Sistemi	
Yakıt Tipi	▼
Elektrik Güç Çıktısı (kW)	0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0
Yakıt Tüketimi (kW)	0

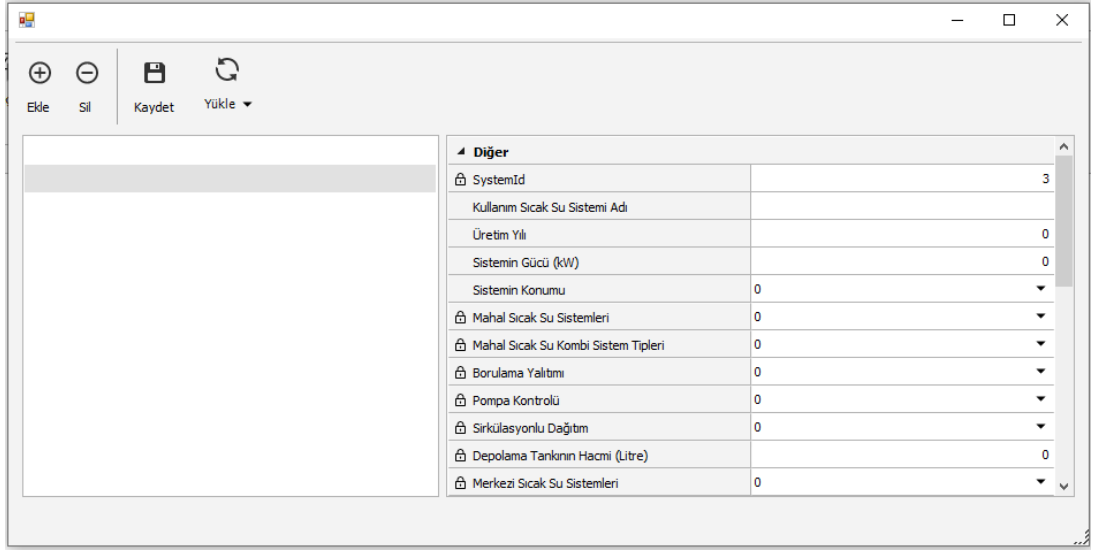
Şekil 19 BEP-TR programı kojenerasyon sistem girişi ara yüzü

Diğer	
SystemId	1
Isıtma Sistemi Adı	
Üretim Yılı	0
Sistemin Gücü (kW)	0
Sistemin Konumu	0
Mahal Isıtma Sistemleri	0
Merkezi Isıtma Sistemleri	0
Mahal Isıtma Kombi Sistem Tipleri	0
Mahal Isıtma Yakıtlı Sistem Tipleri	0
Mahal Isıtma Radyant Sistem Tipleri	0
Radyant Sistem Sayısı	0
Elektrikli Isıtma Duvar Seçimi	0

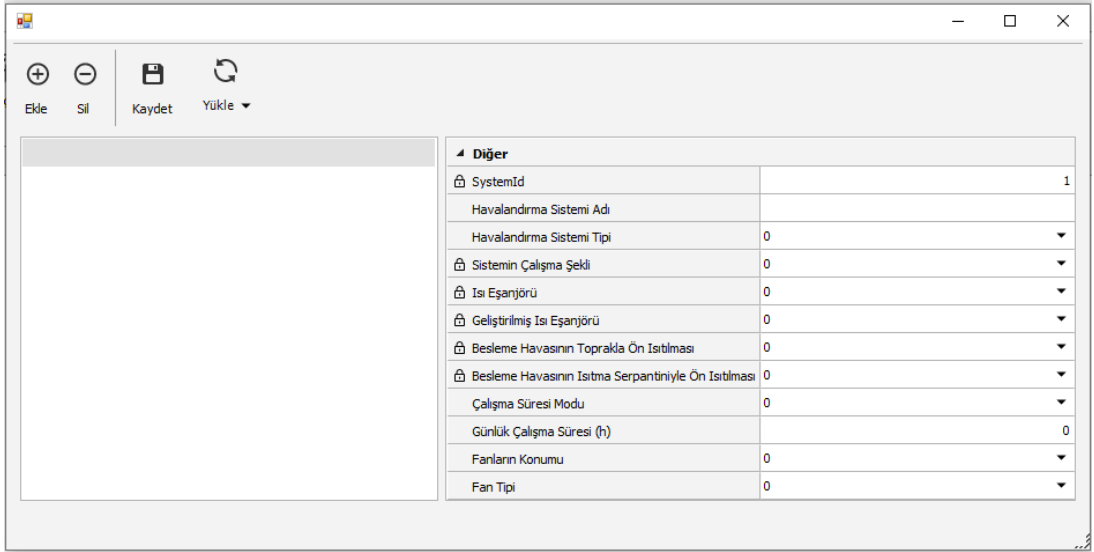
Şekil 20 BEP-TR programı merkezi ısıtma bilgi girişi ara yüzü

Diğer	
Soğutma Sistemi Adı	
Üretim Yılı	0
Soğutma Sistemi Gücü (kW)	0
Sistemin Konumu	0
Mahal Soğutma Sistemi	0
Merkezi Soğutma Sistemi	0
Soğutulmuş Su Çıkış Sıcaklığı	0
Su Soğutma Kompresör Tipi	0
Hava Soğutma Kompresör Tipi	0
Soğutucu Gaz Tipi	0
Isıta Akışkan Gidiş-Dönüş Sıcaklığı	0

Şekil 21 BEP-TR programı merkezi soğutma bilgi girişi ara yüzü



Şekil 22 BEP-TR programı merkezi sıcak su bilgi girişi ara yüzü



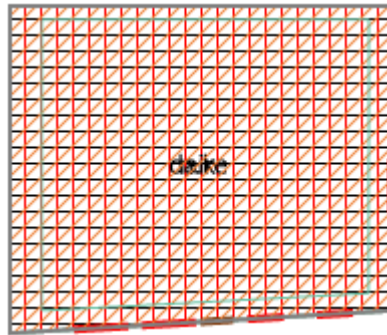
Şekil 23 BEP-TR programı merkezi havalandırma bilgi girişi ara yüzü

Bina mimari bilgileri ve sistemin mekanik bilgileri programda tanımlanması, binanın mimari projesi ve mekanik proje bilgileri dikkate alınarak yapılmıştır. Performans analizini ele alan uzman, binanın mimari projesinin yanı sıra, mekanik ve elektrik projelerini de talep etmelidir.

Bu işlemler tamamlandıktan sonra BEP-TR programı içerisinde ana katmanların oluşturulmasıdır. AutoCad dosyasından eklenen yardımcı katmanlar kat, zon, duvar, döşeme, pencere, kapı ve çatı layerları kullanılarak programa ana katmanlar tanımlanır. Bu ana katmanlar programın sol tarafında yer alan kat, bölge, duvar, döşeme, pencere, kapı ve çatı katmanlarıdır. Bu katmanlar mevcut katmanların üstüne ayrı ayrı olarak tanımlanır. Yardımcı katmanları kapatıp sadece var olan katmanları açtıktan sonra sonuç aşağıdaki görseldeki gibi olacaktır.

Sisteme girilen bu bilgiler, sistemin ilgili projesinden talep edilmeli ve yukarıda açıklandığı gibi ilgili projenin bilgilerine göre sisteme girilmelidir. Bu işlemlerden sonra sistemdeki kat tanımlarına göre binanın zemin, zon, duvar, zemin, pencere, kapı ve çatı özelliklerine ait veriler seçim komutu ile sistemden seçilir. Bu seçimi yapmak için, seçim komutunu kullanarak istediğiniz katmana tıklamalı ve sisteme girmek istediğiniz katmanla ilgili bilgileri seçip, sisteme tanıtılmalıdır.

Sisteme eklenecek bu bilgilerin yukarıda açıklandığı gibi sistemin ilgili projelerinin istenmesi ve bu projelerden gelen bilgiler ışığında sisteme tanıtılmalıdır.



Şekil 24 Zemin kat için sistem katmanları

IV. MEVCUT BİR YAPININ ENERJİ KULLANIMINA YÖNELİK İYİLEŞTİRME SENARYOSU

A. Yapı ve Çevresine Ait Fiziki Koşulların Tespiti

1. Yapının Konumu ve Yönü

Mevcut bir binanın ısıtma hesaplarının ve yatırımlarının saptanması için binanın konumu, yönü, eğimi, etrafındaki binalara göre konumu, bitki örtüsü, güneş, rüzgâr ve gölge alma hususlarının belirlenmesi gerekir. Bu aşamada ısıtma hesaplarındaki değişiklik iklim şartlarına ve komşu binalara olan konumuna göre değişir.

2. Yapının Çevresel Özellikleri ve Yapı Mesafeleri

Bina seçimi yapılırken diğer binaların güneş ışınlarını engellememesine dikkat edilmelidir. Bunun nedeni ise, güneş ışınımı alan örnek binanın hesaplamasının daha realist olacağıdır. Bina hesabının doğru olabilmesi için diğer binaların ve bitki örtüsünün örnek binaya etkisinin olup olmadığı, etkisi varsa oranları tespit edilmelidir.

3. Yapı Formu

Bina formunun düz veya içbükey olması, çatının şekli ve eğimi, binanın yüksekliği, Cephe derinliği ve eğimi belirlenmeli ve teknik detayları ile tespit edilmelidir. Bu detayları, nZEB sıfır enerji binaları ve nnZEB sifıra yakın enerji binaları entegre tasarımından önce etmek ve ardından uygulamak önemlidir.

4. Yapı Kabuğu Özellikleri

Binanın kabuğu, dış iklim etkilerini iç mekâna ileten en mühim öğelerinden biridir. Kabuğun fiziksel özellikleri, opak veya saydam olma durumu saptanmalıdır. Bina kabuğunun soğurma katsayısı, saydamlık oranı ve ısı iletim katsayılarının, ısıtma hesaplamalarına girilmesi için belirlenmesi gerekir.

Binanın tüm cepheleri için saydamlık oranı önemlidir ve mutlaka bu oran tesbit edilmelidir. Ayrıca şeffaf alanda kullanılacak cam veya diğer malzemelerin cinsi ve genel ısı transfer katsayıları belirlenmelidir.

Bina dış kabuğunun güçlendirilmesi durumunda, karşılaştırma için güçlendirme öncesi ve sonrası gerekli tüm teknik ölçüler alınmalıdır.

5. Kullanıcı Değerleri

Isıtma enerjisinin tüketiminde kullanıcının faaliyeti, aktivite seviyesi, giyim türü, odadaki konumu ve duruşu, ayrıca odadaki kullanıcı sayısı gibi değişkenler etkili olduğu için bunlarla ilgili değerler ısıtma enerjisi tüketimini etkiler. Bunlara ilaven kullanıcıların eğitim düzeyi de enerji tasarrufunda önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle bunlara ilişkin değerler belirlenmelidir.

6. İklim Koşulların Belirlenmesi

Farklı iklim bölgelerindeki farklı ısıtma koşulları nedeniyle, enerji tüketimi de farklı olacaktır. Bu sebeple örnek binanın bulunduğu bölgenin güneşlenme süresi ile birlikte güneş ışınımı geliş açısı, hava sıcaklığı, hava şartları, nem, rüzgâr gibi iklim faktörleri belirlenmelidir. Bu faktörler yapılacak ısıtma ve enerji verimliliği (etkinliği) hesaplamalarında veri olarak kullanılır.

Örneğin; Mevsim, dış havanın sıcaklığı, rüzgâr hızı/yönü, hava nemi, hava basıncı, güneş ışınımı miktarı ve yönü, ölçüm tarihi (yıl/ay/gün/saat), yapılacak hesaplamada kullanılmak üzere belirlenmelidir. Bu hesaplamaların sonucu binanın toplam enerji tüketimini, kWh türünden bulunacaktır.

B. Bir Yapının Enerji Kullanımını Etkileyen Etmenler

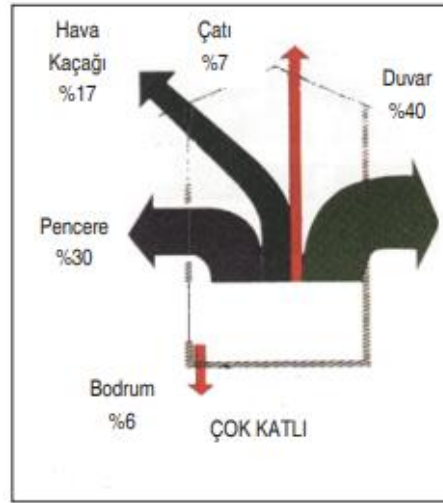
1. Isı Yalıtım Etkisi:

Duvarlarda, tavanlarda, döşemelerde ve çatılarda, pencerelerde, kapılarda farklı teknik ve malzemelerle ısı yalıtımı yapılması ısı transferlerini ve kayıplarını önlemek için çok önemlidir.

Türkiye' de, özellikle II. Dünya Savaşından sonra, yani 1950'li yıllardan itibaren tarımda mekanizasyonun artması ile birlikte kırsal kesimden kentlere doğru göçün hız kazanma olgusu ortaya çıkmıştır. Kentlerde giderek artan nüfusu karşılayabilecek, alt yapı, donanım ve planlama birimlerinin olmayışı sonucunda plansız bir kentleşme ile karşı karşıya kalınmıştır. Bu yıllarda yapılan yapılar hızlı ve maliyet düşüncesiyle barınma odaklı, yalıtımsız ve ısı korunumu açısından yetersiz inşa edilmiştir.

Yalıtımsız binalara iyileştirme olarak, ısı yalıtımı yapılmadığı takdirde içerideki kullanıcılar ısınmak için fazla para ve enerji harcarlar ancak yeterli ısınmayı alamazlar. Bunun nedeni, binanın duvar, çatı ve balkon döşeme gibi katmanlarından dış ortama ısı sızmasıdır.

Mevcut yalıtımsız binalara, ısı yalıtımı yapılmadığı takdirde bina içindeki kullanıcılar ısınmak için fazla enerji tükettikleri halde yeterli ve konforlu ısınma sağlamaya bilirlir. Bunun nedeni, binanın duvar, çatı ve döşeme gibi katmanlarından dış ortama ısı sızmasıdır.



Şekil 25 Binalarda Isı Kaybı Yüzdesi (Koyun ve Koç, 2017)

Binalarda ısı kayıplarının %40'ı binanın duvarlarından, %7'si çatıdan %6'sı ise zeminden kaynaklanmaktadır (Şekil 25). Binanın ısı yalıtımının etkili olabilmesi için binanın çatı ve zemini (bodrum veya temel) ile dış duvarlarında ısı yalıtım işlemi yapılmalıdır. Bu şekilde binanın dış sınırları tamamen çevrelenip ısı kayıpları minimuma indirilmiş olur. Zemin yalıtımı (bodrum veya temel), binanın dış kabuğunu

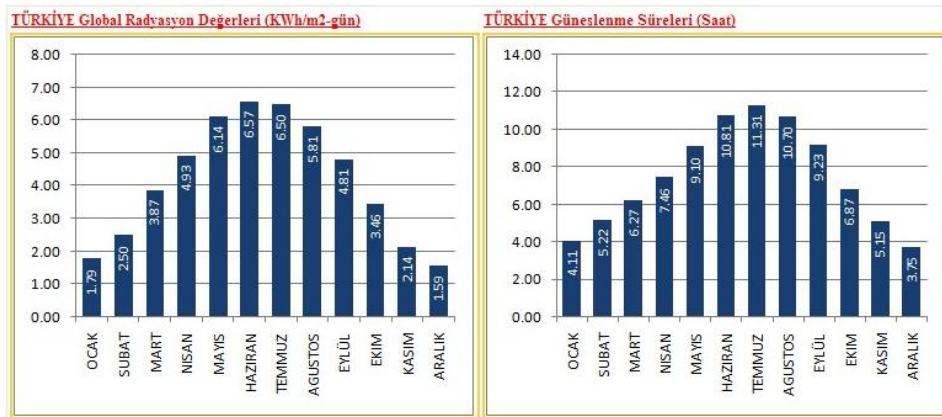
çerçeveleyen tamamlayıcı bileşenlerden biridir. Zemine ısı yalıtım uygulamasıyla topraktan gelen soğuk hava akışı engellenir.

2. Mevsimsel Değişikliklerin Etkisi

Örnek binamızda güneş veya rüzgâr enerjisinden faydalanmak mevsimlere göre değişiklik gösterecektir. Bu noktada yıllık güneşlenme sürelerinin bölgelere göre bilinmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda aşağıdaki şekillerde Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, Türkiye'nin güneşlenme haritası, Türkiye küresel radyasyon değerleri haritaları verilmiştir.



Şekil 26 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (enerji.gov.tr/, 2023)



Şekil 27 Türkiye Güneşlenme Süreleri ve Radyasyon Değerleri

(solar-santral.com, 2023)

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası temel alındığında, haritada, sarı ve kırmızı bölgelerin mavi bölgelere kıyasla daha yüksek güneş enerjisi verimliliğini gösterdiği görülmektedir.

Örnek binamızın mavi, kırmızı ve sarı bölgelerde konumlandığı senaryolar şu şekilde oluşturulabilir.

Şekilde açıkça görüldüğü üzere, farklı bölgelerdeki binalar için güneş enerjisi potansiyelinin farklılık gösterdiği görülmektedir.

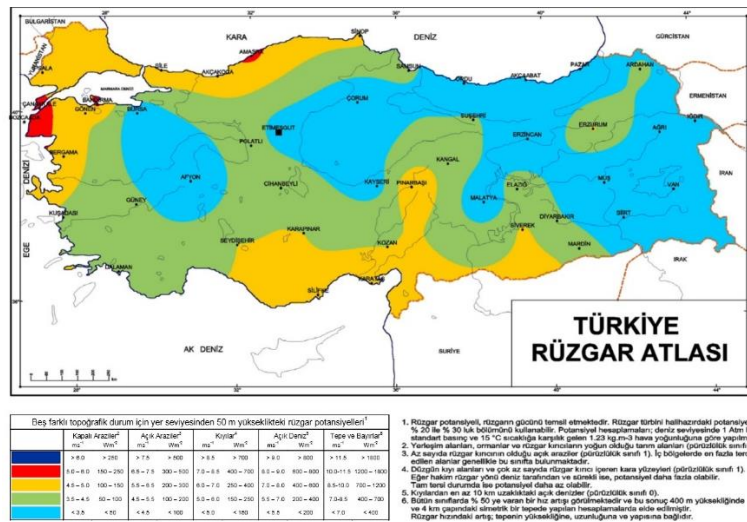
Mavi bölgelerde, 1 metrekare alana düşen ortalama güneş enerjisi miktarı yılda 1400-1450 KWh/yıl arasında değişmektedir ve enerji hesaplamalarında bu değer kullanılmalıdır.

Sarı bölgelerde ise bu değer ortalama olarak 1550-1600 KWh/yıl olarak ölçülmüştür.

Kırmızı bölgelerde ise 1 metrekare alana düşen güneş enerjisi miktarı daha yüksek olup ortalama 1750-1800 KWh/yıl arasındadır.

Kırmızı bölgelerin, mavi ve sarı bölgelere kıyasla daha fazla güneş ışını aldığı gözlenmektedir.

Bu bölgelerde, duvarlar, çatılar ve uygun durumlarda bahçe alanlarına güneş panellerinin montajı yapılarak enerji elde edilmesi mümkündür.



Şekil 28 Türkiye Rüzgâr Atlası (mgm.gov.tr/, 2023)

Örnek binamızda rüzgârdan enerji elde etme konusunda faydalanmamız gereken şekiller aşağıda belirtilmiştir. Bu doğrultuda Türkiye'nin rüzgâr atlasında koyu lacivert bölge rüzgârın en yoğun olduğu bölgedir, 2.sırada yer alan bölge kırmızı, 3. Sırada yer alan bölge sarı, 4. Sırada yer alan bölge yeşil, 5.sırada rüzgârı en az alan bölge ise açık mavi renk ile gösterilmiştir (Şekil 28).

Bu noktada örnek binamız Çanakkale de ve arazi kırmızı alanda yer alan bir bölgede ise çatıda rüzgâr türbini kullanımı uygundur. Şekilde görüldüğü üzere 1 m2 rüzgâr kullanım alanında, 1 saatte, rüzgâr hızı 6,6-7.6m/sn. iken 300-600 Watt gücünde rüzgâr enerjisi elde etmek mümkündür (Yardımcı, 2019).

3. Çatı, Pencere ve Duvar Alanlarının Etkisi

Çatı Etkisi

Çatı yalıtımı da binanın ısı yalıtımını iyileştirmede dikkate alınması gereken önemli bileşenlerden biridir. Çünkü ısınan hava genişler ve yükselir. Bir binanın en üst katmanın çatı katı olduğu düşünüldüğünde, yalıtımsız bir çatı, dış ortama ısı sızdırması neticesinde bina ısı yalıtımına katkısı daha iyi anlaşılmaktadır. Çatı eğimli bir çatı ise iki şekilde ısı yalıtımı uygulanabilir. Bu uygulamalar çatı katının ısıtıp ısıtılmamasına göre belirlenir. Eğer çatı katı ısıtılıyorsa, çatının kabuğuna şayet ısıtılmıyorsa çatı katının döşemesine ısı yalıtımı tercih edilir.

Çatı izolasyon örtüleri, kış aylarında soğuk hava geçişini engelleyen, sıcak havalarda da güneş ışınımını azaltan bir önlem olarak yapılmaktadır. Çatılar ayrıca güneş panelleri montajı için de uygundur. Çatıya özel şekilde güneş panellerinin konstrüksiyonu kurulabilir. Ayrıca sıfır enerjili binaların (nZEB) ve neredeyse sıfır enerjili binaların (nnZEB) entegre projesinde çatılar en mühim öğelerden biridir. Bunun için sırasıyla aşağıdaki adımlar atılır;

- İncelenen çatının yapısı ve şekli belirlenir,
- Çatının yalıtım durumu belirlenir,
- Güneş panellerinin güneş enerjisinden en yüksek verimde istifade edilebilmesi için, panellerin montaj açısı ve yapının uygunluğu belirlenir,

- Elektrik üretimi için rüzgâr türbinleri kullanılıyorsa, rüzgâr türbinin kurulum yeri belirlenir,
- Güneş enerjisi ile sıcak su elde edilecekse, düz kolektörlerin montaj yeri olarak belirlenir.

Pencere Etkisi

Dış duvarların, çatı katının ve zeminin yalıtımının yanı sıra pencerelerin yalıtımının da binanın ısı tasarrufu üzerinde büyük etkisi vardır. Isı yalıtım kalitesi önemli ölçüde iyileşmesine rağmen, pencereler kabuğun en az yalıtılmış yapı elemanı olmaya devam etmektedir. Isı kaybını büyük ölçüde etkileyen cam tabakaların termal özelliklerinin iyileştirilmesi sayesinde pencerelerde ısı transferinin azaltılması sağlanabilmiştir. Pencereler bulundukları cam tabakasına göre tek, çift ve üç katmanlı olarak sınıflandırılır.

Tek camlı pencereler ($5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'ye kadar U değeri) günümüzde kullanımı yaygın değildir. Çok katmanlı camlı pencerelerde, cam tabakaları arasındaki boşluk çoğunlukla hava yerine ısı geçirgenliği düşük bir gazla (genellikle Argon) doldurulur. En iyi termal sonuçları elde etmek için çok katmanlı camlı pencerelerde argon gazı yerine yalıtkan gazlar Kripton veya Xenon ile doldurulmalıdır. Yüksek verimli cam laminasyon işlemi ile üretilen pencereler, üç kat camdan ve bu gazları içeren emisyon azaltıcı metal katmanlardan oluşmakta olup, normal tek katmanlı pencerelere göre sekiz kat daha iyi yalıtım sağlamaktadır.

Pencerelerde ısı kaybının oluşmasının önemli sebeplerden biri pencere çerçeveleridir. Pencere çerçevelerinde, doğru uygulama ve malzeme seçilmediği takdirde ısı köprülerine ve ısı sızıntılarına neden olabilir. Pencere çerçeveleri genellikle sentetik malzeme, ahşap veya alüminyumdan yapılır.

Mevcut örnek binanın pencerelerinin genişlik ve yükseklik ölçüleri, cam ve çerçevenin nitelik özellikleri belirlenir. Pencere boyutlarında ve cam yapısının niteliğinde değişikliğe gidilecek ise, bu değerler hesaplamalarda kullanmak için kaydedilir.

Ayrıca pencere boyutları, enerji kaybını azaltmak için mevsimlere ve bölge koşullarına göre en uygun seviyelerde tutulmalıdır. Pencere çerçevesi ve camı ise ısı transferini önleyecek yapıda olmalıdır.

Mevcut örnek binamızın mevcut pencerelerin en ve yükseklik ölçü değerleri, cam ve çerçeve özellikleri tespit edilir. Pencere ölçülerinde ve cam yapısında değişiklik yapılacaksa bu değerler hesaplamalarda kullanılmak üzere kaydedilir. Enerji kaybını azaltmak üzere mevsimsel ve bölgesel şartlara göre pencere büyüklükleri optimum seviyede tutulmalıdır. Pencere çerçeveleri ve camlar ısı geçişini engelleyecek yapıda olmalıdır.

Duvar Etkisi

Duvarlar, termal olarak binanın dış cephesinin en önemli kısımlarından biridir. Bilhassa yüksek yapılarda duvarların toplam kabuk alanına oranının yüksekliği, bu ehemmiyeti daha da artmaktadır. Bu nedenle, duvarların ısı direnci, tüm binanın enerji tüketimini doğrudan ve güçlü bir ölçüde etkiler. Geleneksel olarak duvar yapıları ahşap, metal veya betonarme malzemelerden yapılır. Her yapının kendine göre avantaj ve dezavantajlarından bahsedilebilir. Ancak teknoloji ilerledikçe duvarların enerji verimliliğini artırmak için bazı geliştirilmiş konstrüksiyonlar yapılmaktadır.

Binanın, dış ve iç duvarlar bilgilerini hesaplamalarda kullanmak üzere duvarlarımızın kalınlığı, izolasyonu ve kullanılan malzemeleri belirlenir. Ayrıca iç ve dış duvarlarda iyileştirme yapmak için onarım yapmak istersek karşılaştırma yapmak için mevcut ve yeni duvarın kalınlığı, yalıtımı ve alanı belirlenir ve dikkate alınır. Örnek binamızın güneş enerjisinden büyük ölçüde yararlanabilmesi için, güneş panelini duvarın güneş ışığı alan tarafına yerleştirilmesi uygun olacaktır.

Bir adet 160x990x35mm 1.62 m² monokristal güneş paneli, tam verimli güneş ışığı altında saatte 350 watt elektrik gücü üretir.

4. Aktif ve Pasif Sistemlerin Etkisi

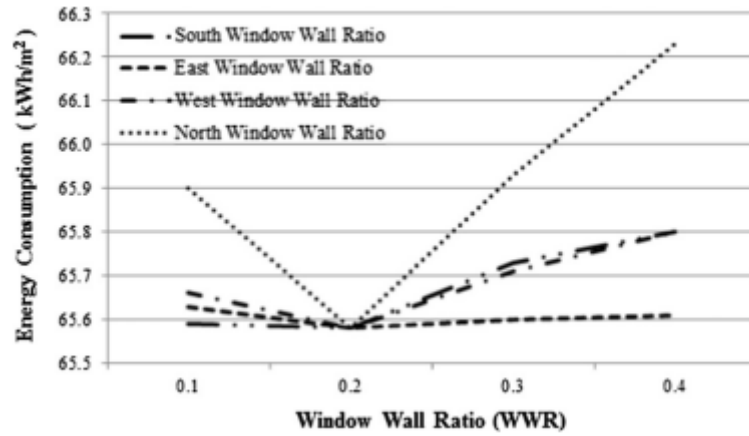
Doğal havalandırmada ile en üst seviyede verimliliğe ulaşıldığında, aktif soğutma ve cebri havalandırma sırasındaki enerji tüketimi azalacağından, enerji

tüketimi de azalacaktır. Bu açıdan binanın doğal havalandırılması için gerekli uygulama ve teknolojileri uygulayarak optimum noktaya ulaşılmalıdır. Optimum noktaya ulaşmak için en önemli faktörlerden biri pencere alanlarının duvar alanlarına oranıdır.

Pencere Duvar alanı oranı (WWR Window Wall Ratio):

Aynı uygulama alanı içinde toplam dış pencere alanının pencere dâhil toplam duvar alanına bölünmesi pencere duvar alan oranını verir. Alan ölçüleri ve uygulamaları, toplam enerji tasarrufu üzerinde olumlu veya olumsuz bir etkiye sahiptir. Örneğin, güneşe bakan büyük pencereler yazın gün ışığından yararlanır ve kışın ısıtma yükünü azaltırken yazın soğutma yükünün artmasına neden olur. Bu nedenle doğru bir WWR, ısıtma ve aydınlatma tüketimini azaltmaya yardımcı olur.

Aşağıda şekil. 28'de gösterilen eğriler; Simülasyon sonucu, WWR'nin 0,4, 0,3, 0,2, 0,1 olduğu noktalarda toplam enerji tüketimini gösterir. Görüldüğü gibi, en düşük enerji tüketimi 0,2 noktasında yakalanmıştır. Bu nedenle, örnek bina için WWR değeri 0,2 olarak tercih edilmelidir (Yardımcı, 2019).



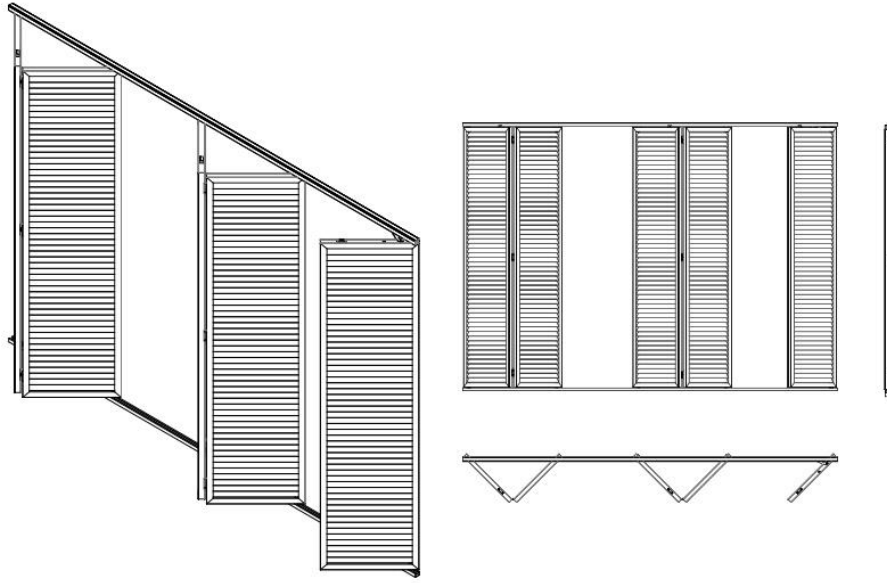
Şekil 29 Pencere Duvar oranı (Yardımcı, 2019)

5. Güneş Kırıcılarının Etkisi

Mevsimsel olarak, binalar güçlü güneş enerjisine maruz kalmakta ve yaz mevsiminde ısınmakta ve bina soğutma maliyetleri artmaktadır. Bu durumda güneş

ışınımının kırılması gerekir. Kışın güneş enerjisi ihtiyacından dolayı binanın güneş ışığına maruz kalması beklenmektedir.

Güneş kırıcılar; Yaz aylarında güneşin ısıtma etkisini azaltan sistemlerdir. Güneşin ısıtma etkisini kıran sabit ya da hareketli kapak, pergola, panjur ve kapak gibi farklı formlarda yapılmaktadır.



Şekil 30 Kayar Katlanır Güneş Kırıcı Sistem (hareketlicephe.com/, 2023)

V. UYGULAMA ÇALIŞMASI: İSTANBUL’ DA MEVCUT BİR ESKİ VE YENİ BİNANIN ENERJİ KULLANIMI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI VE MEVCUT ESKİ BİNANIN ENERJİNİN ETKİN KULLANIMI AÇISINDAN İYİLEŞTİRİLMESİ

Uygulama çalışması iki kısımdan oluşmaktadır.


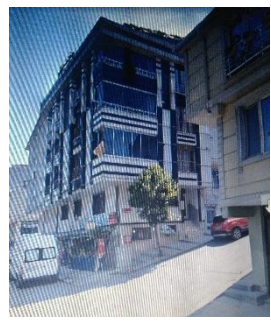
Çalışmanın I. Kısımında; Mevcut bir eski ve yeni binanın enerji kullanımı açısından yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarlar ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma ve sera gazı emisyonları dahil olmak üzere alan tüketimleri Ulusal yazılım olan BEP-TR programı ile hesaplanarak binaların enerji kimliği, enerji performansı ve emisyon salım sınıfları belirlenerek karşılaştırılacaktır.

Çalışmanın II. Kısımında ise; 4. bölümde açıklanan mevcut bir binanın enerjinin etkin kullanımına yönelik iyileştirme çalışmasının uygulaması yer almaktadır. Bu kısımda mevcut eski binanın enerji etkin iyileştirilebilmesi için alternatifler önerilmiş ve önerilen alternatifler ulusal yazılım enerji simülasyon programı BEP-TR (bina enerji programı) ile yapılmıştır. Bu müdahalelerin bina üzerindeki enerji kullanımı ve karbondioksit emisyon değeri ve buna bağlı olarak aldığı sınıf incelenerek, mevcut eski binanın verileri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4 Mevcut Eski ve Yeni Binanın Konumu, Görseli, Bina Bilgileri

	ESKİ BİNA	YENİ BİNA
KONUM: Esenler/ İSTANBUL		

Çizelge 4 (Devamı) Mevcut Eski ve Yeni Binanın Konum, Görsel, Bina Bilgileri

	ESKİ BİNA	YENİ BİNA
GÖRSEL		
BİNA BİLGİLERİ	BULUNDUĞU YER: Esenler/ İSTANBUL	BULUNDUĞU YER: Esenler/ İSTANBUL
	YAPIM YILI: 1979	YAPIM YILI: 2011
	TOPLAM KAT ADEDİ: 5	TOPLAM KAT ADEDİ: 4
	BİNA ALANI: 525,51 m ²	BİNA ALANI: 486,06 m ²
	BİNA CEPHESİ: Köşe Başı	BİNA CEPHESİ: Köşe Başı
	BİNA SINIFI: E Sınıfı	BİNA SINIFI: C Sınıfı

A. Çalışmanın I. Kısmı: İstanbul'da Mevcut Bir Eski ve Yeni Binanın Enerji Kullanımı Açısından Karşılaştırılması

Vaka çalışması için İstanbul Esenler bölgesinde mevcut bir Eski ve Yeni Binanın, BEP-TR hesaplama yazılımı ile bina kabuğu parametreleri, malzemelerin tipi, yeri, kalınlığı ve ısıl özellikleri veriler girilerek yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarlar ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma ve sera gazı emisyonları dahil olmak üzere alan tüketimleri hesaplanarak binaların enerji kimliği, enerji performansı ve emisyon salım sınıfları belirlenerek karşılaştırılacaktır. Bahse konu olan örneklerin, özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

1. Mevcut Eski Binanın Tanımı

Yapılan vaka çalışmasından verim alabilmek için "örnek bina" olarak sade ve karmaşık olmayan bir apartman seçilmiştir. Zemin + Dört katlı, tek daireden oluşan örnek binanın bodrum katı bulunmaktadır. Bina köşede iki cephesi dış ortam ile temas

halindedir. Binanın dış duvarları 3 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20cm iç sıva kalınlığı 3 cm'dir, Dairelerin planları birbirinin aynısıdır ve toplam alan 525,51 m²'dir. Binaya ısı yalıtım uygulanmamıştır. Binanın pencereleri Alüminyum doğramalıdır. Zemin kat kömür sobasıyla, diğer daire sahipleri bireysel doğalgazlı soba ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını elektrikli ısıtıcılarla karşılamaktadır.



Şekil 31 Mevcut Eski Binanın Görüntüsü

Çizelge 5 Mevcut Eski Binanın EKB Bilgileri

BİNA BİLGİLERİ			
Toplam Kat Adedi	5	Duvar Ağırlıklı U Değeri	1,36
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0
Ortalama kat Yüksekliği(m)	2,9	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	4,71
Toplam Bina Alanı(m ²)	525,51	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,95
İklimlendirilen Alan (m ²)	525,51	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0.00
Net Alan (m ²)	478,18	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,14
Toplam Zon Adedi	6	Pencere Ağırlıklı U Değeri	1,9
İklimlendirilen Zon Adedi	6	Kapı Ağırlıklı U Değeri	3,5

2. Mevcut Yeni Binanın Tanımı

Yapılan vaka çalışmasından verim alabilmek için "örnek bina" olarak sade ve kompleks olmayan bir apartman seçilmiştir. Zemin + Üç katlı, tek daireden oluşan örnek binanın bodrum katı dükkân olarak kullanılmaktadır. Bina köşede iki cephesi dış ortam ile temas halindedir. Binanın dış duvarları 2 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20cm, ısı yalıtım malzemesi 5 cm, iç sıva kalınlığı 2 cm'dir. Dairelerin planları birbirinin aynısıdır ve toplam alan 586,06 m²'dir. Binanın pencereleri renksiz yalıtım camı (4+16mmHava+4) PVC doğramalıdır. Daire sahipleri yoğuşmalı kombi ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını yoğuşmalı kombi ile karşılamaktadır.



Şekil 32 Mevcut Yeni Binanın Görüntüsü

Çizelge 6 Mevcut Yeni Binanın EKB Bilgileri

BİNA BİLGİLERİ			
Toplam Kat Adedi	4	Duvar Ağırlıklı U Değeri	0,44
Bodrum Kat Adedi	1	Kolon Ağırlıklı U Değeri	0,57
Ortalama kat Yüksekliği(m)	2,8	Kiriş Ağırlıklı U Değeri	0,57
Toplam Bina Alanı(m ²)	486,06	Taban Döşeme Ağırlıklı U Değeri	1,93
İklimlerilen Alan (m ²)	511,65	Konsol Döşeme Ağırlıklı U Değeri	0,58
Net Alan (m ²)	447,81	Çatı Ağırlıklı U Değeri	0,58
Toplam Zon Adedi	13	Pencere Ağırlıklı U Değeri	2,7
İklimlerilen Zon Adedi	8	Kapı Ağırlıklı U Değeri	4,06

3. Mevcut Eski Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranları

Enerji performansı E sınıfıdır. Sera gazı emisyonu oranı 47,21 kg eşd.CO₂ /m².yıl sınıfı E'dir. Yenilenebilir enerji kullanılmamıştır. Mevcut eski binanın cephesinde ısı yalıtım yapılmamış, geleneksel yöntemler ile yapılarak binanın cephesi sıva ve tuğladan oluşmaktadır. Bu nedenle mevcut eski bina EKB belgesi alamaz. Çünkü BEP- TR yönetmeliğine göre C sınıfı geçer kabul edilir, D,E, F,G sınıfları geçer kabul edilmediği için enerji kimlik belgesi verilmez. Sadece bilgi amaçlı ön ara form çıkartıla bilir.



Şekil 33 Mevcut Eski Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranlarının EKB Sonuçları

4. Mevcut Yeni Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranları

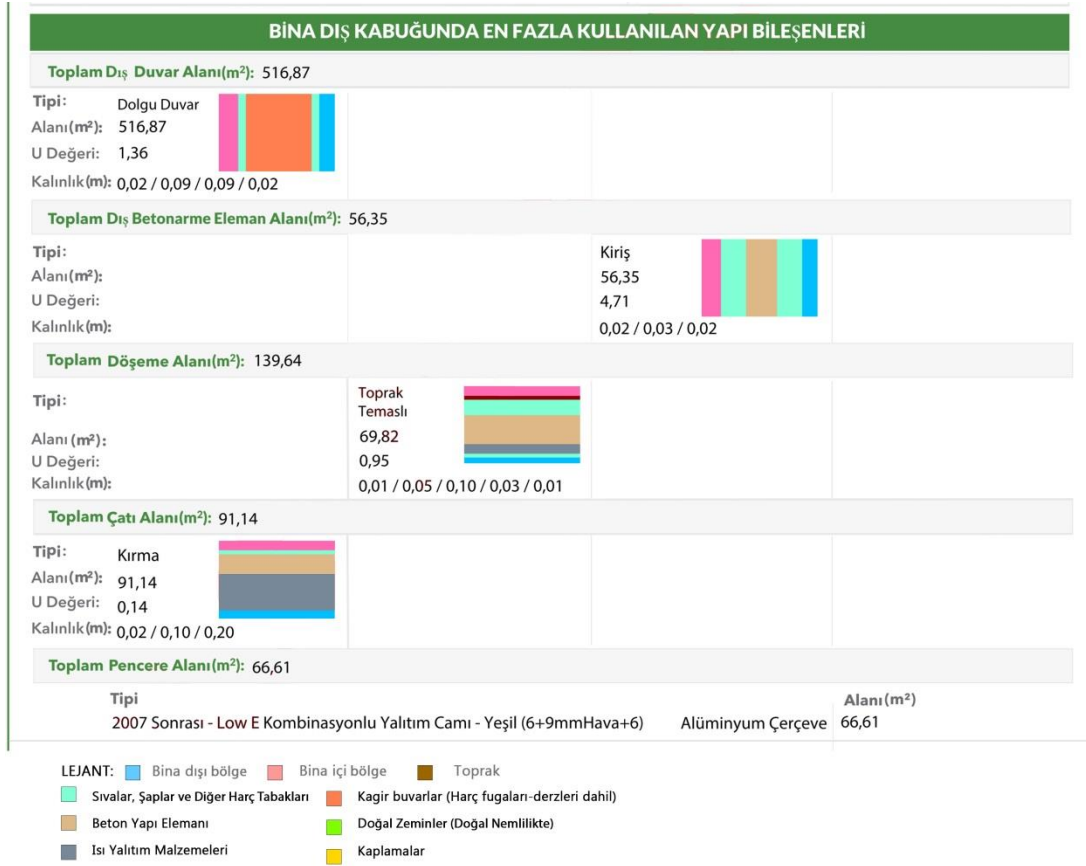
Enerji performansı C sınıfıdır. Sera gazı emisyonu oranı 34,35 kg eşd.CO₂ /m².yıl sınıfı C dir. Yenilenebilir enerji kullanılmamıştır.



Şekil 34 Mevcut Yeni Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranlarının EKB Sonuçları

5. Mevcut Eski Binanın Dış Kabuğu Yapı Bileşenleri

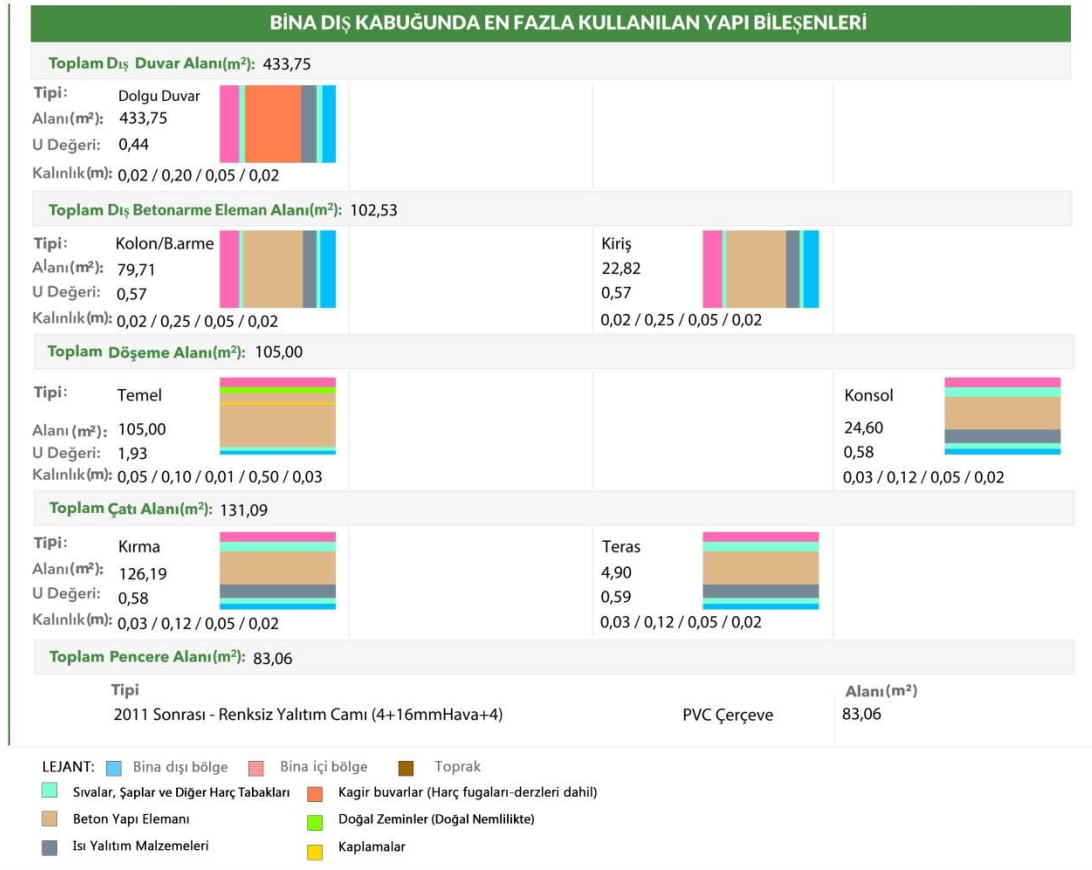
Binanın dış duvarları 3 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20 cm iç sıva kalınlığı 3 cm'dir. Toplam dış duvar alanı 516,87 m²'dir Binaya herhangi bir ısı yalıtımı uygulanmamıştır. Binanın pencereleri tek cam içeren Alüminyum doğramalı olup toplam pencere alanı 66,61 m²'dir. Bina kırma çatılı olup toplam alanı 91,14 m²'dir.



Şekil 35 Mevcut Eski Binanın Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenlerinin (duvar, dış betonarme, kiriş döşeme, çatı, pencere) EKB Bilgileri

6. Mevcut Yeni Binanın Dış Kabuğu Yapı Bileşenleri

Bina köşede iki cephesi dış ortam ile temas halindedir. Binanın dış duvarları 2 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20cm, ısı yalıtım malzemesi 5 cm, iç sıva kalınlığı 2 cm'dir. Toplam duvar alanı 433,75 m²'dir. Binanın pencereleri renksiz yalıtım camı (4+16mmHava+4) PVC doğramalıdır. Bina kırma çatılı olup toplam alanı 131,09 m²'dir.



Şekil 36 Mevcut Yeni Binanın Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenlerinin (duvar, dış betonarme, kiriş döşeme, çatı, pencere) EKB Bilgileri

7. Mevcut Eski Binanın Mekanik Sistemleri

Zemin kat kömür sobasıyla, diğer daire sahipleri bireysel doğalgazlı soba ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını elektrikli ısıtıcılarla karşılamaktadır. Soğutma sistemi yoktur. Aydınlatmada en fazla kullanılan elemanı ve tipi Kompakt Flüoresan (20 W) (1200 lümen) 24 adet kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji bileşenlerinden biri olan Kojen sistemli enerji üretimi yoktur.

Çizelge 7 Mevcut Eski Binaya Ait (Isıtma, soğutma, aydınlatma, yenilenebilir enerji)
EKB Mekanik Sistem Bilgileri

MEKANİK SİSTEMLER			
			İklimlendirilen Zon Adedi 6
Binanın Isıtma Sistemi			Sıcak Su Sistemleri
Bağlı Zon Adedi	5	1	6
Sistemin Konumu	Mahal	Mahal	Mahal
Sistemin Tipi	Gaz Yakıtlı Bacalı Üniteler	Kömür Yakıtlı Döküm Soba	Elektrikli Ani Su Isıtıcı
Sistemin Gücü (kW)	4	1	3
Yakıt Tipi	Gaz	Kömür	Elektrik
Güneş Enerjisi Katkısı			
Binanın Soğutma Sistemi			Havalandırma Sistemi
Bağlı Zon Adedi	5*	1*	Bağlı Zon Adedi
Sistemin Konumu	Mahal*	Mahal*	Sistemin Tipi
Sistemin Tipi	Ayrık (Split) Sistemler*	Ayrık (Split) Sistemler*	Isı Esanjörü
Sistemin Gücü (kW)	3*	2*	
Aydınlatma Sistemi			
En Fazla Kullanılan Armetür Tipi ve Adedi (A) Çıplak- 6		En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi Kompakt Floresan (20W) (1200 lümen) 24	
Toplam Aydınlatma Gücü (W)	480		
Toplam Aydınlatma Lümen	28800		
Kojen Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji	
Isı Geri Kazanımı (kWh)	0	Pik Güç (kW)	0
Elektrik Gücü Çıktısı (kW)	0	Alan (m ²)	0
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0		
Yakıt Tüketimi	0		
Yakıt Tipi			

(*) İşaretle ile gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.

8. Mevcut Yeni Binanın Mekanik Sistemleri

Daire sahipleri yoğuşmalı kombi ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını yoğuşmalı kombi ile karşılamaktadır. Soğutma sistemi yoktur. Aydınlatmada en fazla kullanılan elemanı ve tipi Kompakt Flüoresan (20 W) (1200 lümen) 24 adet Enkandesan (40 W) (450 lümen) 13 adet kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji bileşenlerinden biri olan Kojen sistemli enerji üretimi yoktur.

Çizelge 8 Mevcut Yeni Binaya Ait (Isıtma, soğutma, aydınlatma, yenilebilir enerji)
EKB Mekanik Sistem Bilgileri

MEKANİK SİSTEMLER				İklmlendirilen Zon Adedi	8
Binanın Isıtma Sistemi			Sıcak Su Sistemleri		
Bağlı Zon Adedi	8			8	
Sistemin Konumu	Mahal			Mahal	
Sistemin Tipi	Yoğuşmalı Kombi			Yoğuşmalı Kombi	
Sistemin Gücü (kW)	24			24	
Yakıt Tipi	Gaz			Gaz	
Güç Enerjisi Katkısı					
Binanın Soğutma Sistemi			Havalandırma Sistemi		
Bağlı Zon Adedi	6*	1*		Bağlı Zon Adedi	
Sistemin Konumu	Mahal*	Mahal*		Sistemin Tipi	
Sistemin Tipi	Ayrık (Split) Sistemler*	Ayrık (Split) Sistemler*		Isı Esanjörü	
Sistemin Gücü (kW)	2*	3*			
Aydınlatma Sistemi					
En Fazla Kullanılan Armetür Tipi ve Adedi (A) Çıplak- 13		En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi Kompakt Floresan (20W) (1200 lümen)		85	
Toplam Aydınlatma Gücü (W)	2200			13	
Toplam Aydınlatma Lümen	107850			13	
Kojen Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji			
Isı Geri Kazanımı (kWh)	0	Pik Güç (kW)		0	
Elektrik Gücü Çıktısı (kW)	0	Alan (m ²)		0	
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0				
Yakıt Tüketimi	0				
Yakıt Tipi					

(*) İşaretili ile gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.

B. Sonuç ve Değerlendirme

BEP-TR programı tarafından oluşturulan hesaplamalar sonucunda binanın enerji performansı verilmiştir. Enerji performansının sütun kısmında, programın sağladığı ısıtma, sıhhi su, soğutma, havalandırma, aydınlatma, sera gazları ve toplam enerji tüketimi değerleri sabit bir biçimde sunulmaktadır. Satır kısmında ise birincil tüketim ve m² başına tüketim değerleri gösterilmektedir. Birincil enerji tüketimi,

tüketilen elektrik enerjisinin üretim ve dağıtım aşamalarında tüketilen enerji ile birlikte, bir binada katı, sıvı ve gaz yakıtlarından elde edilen enerjinin son kullanıcılar veya bağımsız bölümler tarafından tüketilmesinin toplamını ifade etmektedir.

1. Mevcut Eski Bina Enerji Performans Sistemleri

Çizelge 9 Mevcut Eski Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	
Toplam	100733,66	191,69	0	0	E
Isıtma	83809,27	159,48	0	0	E
Sıhhi Sıcak Su	13679,76	26,03	0	0	F
Soğutma	1279,03	2,43	0	0	A
Havalandırma	0	0			D
Aydınlatma	1965,6	3,74			D
Kojenerasyon	---	----	0	0	---
Fotovoltaik	---	----	0	0	---

2. Mevcut Yeni Bina Enerji Performans Sistemleri

Çizelge 10 Mevcut Yeni Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	
Toplam	73608,02	143,86	0	0	C
Isıtma	56830,92	111,07	0	0	C
Sıhhi Sıcak Su	8719,55	17,04	0	0	C
Soğutma	5716,34	11,17	0	0	C
Havalandırma	0	0			D
Aydınlatma	2341,2	4,58			E
Kojenerasyon	---	----	0	0	---
Fotovoltaik	---	----	0	0	---

BEP TR programını sonuçları neticesinde enerji performansı hesaplanan binaların enerji seviyelerinin Yeni Bina için C sınıfı, Eski Bina için ise E sınıfı olduğu görülmektedir. C seviyesi binanın istenilen enerji performansını temel düzeyde sağladığını ortaya koymaktadır D, E ve F seviyeleri ise binanın istenilen enerji performansını sağlayamadığının bir göstergesidir.

Enerji performansı sonuçlarını ısıtma, sıcak su, soğutma, havalandırma, aydınlatma olarak incelendiğinde;

Çizelge 11 Mevcut Yeni ve Eski Binaya Ait Enerji Performans Sınıfları

Sistemler	Isıtma	Sihhi Sıcak Su	Soğutma	Havalandırma	Aydınlatma
Mevcut Eski Bina	E	F	A	D	D
Mevcut Yeni Bina	C	C	C	D	E

Eski binada ısıtma E, sıhhi sıcak su E, Soğutma A, havalandırma D, aydınlatma D olarak tespit edilmiştir. Yeni binada ısıtma C, sıhhi sıcak su C, Soğutma D, havalandırma D, aydınlatma E olarak tespit edilmiştir.

Isıtma: Eski bina E sınıfı yeni bina C sınıfında olduğu görülmüştür. Isıtma enerji performansının eski binada E sınıfında çıkması binaya herhangi bir yalıtımın yapılmamış olmasıdır. Duvar katmanları 3 cm dış sıva 20 cm kalınlığında delikli tuğla ve 3 cm kalınlığında iç sıvadır. Binanın pencereleri alüminyum doğramalıdır. Isı yalıtımı yüksek pencereler ve cepheye ısı yalıtımı ile ısıtma için harcanan enerji düşürülebilir.

Sihhi Sıcak Su: Eski bina için E yeni bina için C enerji performans seviyesi tespit edilmiştir. Eski binada bu değerin düşük çıkmasının en önemli sebebi elektrikli ani su ısıtıcısı şofben kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Havalandırma: Eski ve yeni binanın havalandırma enerji performansı D sınıfı çıkmıştır. Aynı sınıf çıkması ve havalandırma sistemin metre kare başına düşen enerji tüketimi çok düşük olmasına rağmen enerji sınıfının D olması programın işleyişinden kaynaklanmaktadır. BEP-TR programında sanal olarak oluşturduğu bir yapıyı mevcut yapı ile karşılaştırırken, program mevcut binanın tamamını hesaplar. Özelliklerini sanal binalara tam olarak uygulayamadığı için sağlıklı havalandırma enerji performansını hesaplayamaz. Bu da programın gelişmesi gerektiği sonucuna vardırıır.

Soğutma sistemi: Enerji performansında eski bina A sınıfında yeni bina D sınıfında çıkmıştır. Yeni binada klima olmamasına rağmen D çıkması BEP-TR programının daha kapsamlı verilerin işlenebilmesi açısından güncellenmelidir.

Aydınlatma: Enerji performansında eski bina D yeni bina E sınıfı olarak tespit edilmiştir. Bunun için uygun yöntem, enerji tüketimi düşük aydınlatma kullanmak ve binanın gündüz saatlerinden istifade etmek gerektiği söylenebilir.

Sera gazı enerji performansı eski bina için E sınıfı, sera gazı emisyon oranı 47,21 kg eşd.CO₂ /m².yıldır. Yeni bina sera gazı enerji performansı C sınıfı, sera gazı emisyonu oranı ise 34,35 kg eşd.CO₂ /m².yıldır. Sera gazı değeri, atmosfere salınan zararlı gazlardan tespit edilerek bulunur. Bu zararlı gazların başında ise karbondioksit gazı gelmektedir. Sera gazı değeri, atmosfere salınan zararlı gaz baz alınarak belirlenir. Karbondioksit gazı özellikle fosil yakıtlardan elektrik üretimi sırasında ortaya çıkar. Elektriğin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, karbondioksit emisyonlarını azaltmakta ve sera gazı enerji performansı sınıfını kategorisini yükseltmektedir.

C. Çalışmanın II. Kısmı: Mevcut Eski Bina Enerjisinin Etkin Kullanımı Açısından İyileştirilmesi

Mevcut bir binayı enerji verimli hale getirmek için iki seçenek vardır. Birincisi binanın yıkılıp yerine enerji tasarruflu yeni bir bina yapmak, ikincisi ise mevcut binanın enerji ve ısı kayıplarını önleyecek ve gerekli enerji ve ısı açığını kapatacak iyileştirme müdahalelerini binaya uygulamaktır.

Mevcut bir binayı yıkmak, yenisini yapmak ve mevcut bir binaya bazı önlemler (ısı yalıtım vb.) almaktan daha maliyetli olacağı gibi inşaat sırasında kullanılan fosil kaynakların tüketilmesi sonucunda havaya salınan karbondioksit gazı, engelleyici sebep olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra yapı malzemelerinin de dünyadaki sınırlı kaynaklardan temin edildiği dikkate alınmalıdır. Örneğin, dünyadaki çelik kaynaklarının (rezervlerinin) yarısı çoktan tükenmiş durumdadır (Gönülol, 2014). Binayı yıkıp, yeni bina yaptırmak, iyileştirme müdahaleleri yoluyla binanın enerji verimliliğinin artırılması ile yeni binada kullanılacak malzemelerin üçte ikisinin kurtarılması demektir (Gönülol, 2014).

Bina iyileştirme müdahaleleri, bina kabuğu, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerini içeren, aktif ve pasif sistemlerin bütünlüğü içerisinde değerlendirilmesi gereken müdahalelerdir. Bu iyileştirmelerin amacı; bina enerji performansını optimize ederek, bina sakinlerinin ısı ve görsel konfor şartları iyileştirilip, iç mekânın hava kalitesini arttırmaktır (Gönülol, 2014). Bina iyileştirmelerinde önemli bir diğer amaç ise, mevcut yapıları sürdürülebilir ve çevre dostu binalara dönüştürmektir.

Bu bağlamda mevcut eski bina enerjisinin etkin kullanımı açısından iyileştirilebilmesi için alternatifler önerilmiş ve önerilen alternatifler ulusal yazılım enerji simülasyon programı BEP-TR (bina enerji programı) ile yapılmıştır. Bu iyileştirme alternatifleri alt başlıklar altında ele alınmıştır;

- 1) Bina kabuğuna ısı yalıtım uygulaması,
- 2) Çatı kısmına ısı yalıtım uygulaması,
- 3) Pencere iyileştirilmesi
- 4) Isıtma sisteminin iyileştirilmesi,
- 5) Sıhhi Sıcak Su sisteminin iyileştirilmesi,
- 6) Aydınlatma armatürlerinin iyileştirilmesi ve
- 7) Binaya fotovoltaik sistem eklenmesi

Mevcut bir eski binanın, iyileştirilecek dış kabuğu parametreleri (duvar, pencere), malzemelerin tipi, kalınlığı ve ısı özellikleri ile iyileştirilecek aydınlatma armatür verileri BEP-TR hesaplama yazılım programına girilerek, yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarları, ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma ve sera gazı emisyonları dâhil olmak üzere alan tüketimleri hesaplanacaktır. Ayrıca eski binaya fotovoltaik panel uygulanacağı için programa bilgileri girilerek, binanın enerji kimliği, enerji performansı ve emisyon salım sınıfları belirlenecektir. Bunun sonucunda ise, mevcut eski bina ile iyileştirilmiş eski binanın analiz sonuçları karşılaştırılacaktır.

Mevcut Eski Binanın Tanımı

Bahse konu olan mevcut eski bina İstanbul Esenler bölgesindedir. Yapılan vaka çalışmasından verim alabilmek için eski ve hala kullanımda olan sade ve kompleks olmayan bir bina seçilmiştir. Zemin+ Dört katlı, tek daireden oluşan eski binanın bodrum katı bulunmaktadır. Bina köşede iki cephesi dış ortam ile temas halindedir. Binanın dış duvarları 3 cm dış sıvaya sahip delikli tuğla ile örülmüş, kalınlığı 20cm iç sıva kalınlığı 3 cm'dir. Dairelerin planları birbirinin aynısıdır ve toplam alan 525,51 m²'dir Bina dış kabuğuna ısı yalıtım uygulanmamıştır. Binanın pencereleri Alüminyum doğramalıdır. Zemin kat kömür sobasıyla, diğer daire sahipleri bireysel doğalgazlı soba ile ısınmaktadır. Dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını elektrikli ısıtıcılarla karşılamaktadır.

Çalışmanın I. Kısmında gerçekleştirilen mevcut eski binanın, enerji performansı ve emisyon değeri analizi sonucunda;

Enerji performans sınıfı E, sera gazı emisyon oranı 47,21 kg eşd. CO₂ \m².yıl olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda binanın sera gazı emisyon bazında enerji sınıfı E sınıfı olarak saptanmıştır. Binadaki enerji verimliliğini arttırmak, CO₂ emisyonu azaltmak için analizi yapılan eski binanın verimliliği arttırmak adına, eski bina iyileştirilecektir.



Şekil 37 Mevcut Eski Binanın Görüntüsü

Çizelge 12 Mevcut Eski Bina Bilgileri

Bina Bilgileri			
Bulunduğu İl	İstanbul	Bulunduğu İlçe	Esenler
Yapım Yılı	1949	Toplam Kat Adedi	5
Bodrum Kat Adedi	0	Ortalama kat Yüksekliği(m)	2,9
Toplam Bina Alanı(m ²)	525,51	Net Alan (m ²)	478,18
Dış Duvar Kalınlığı (cm)	20	Duvar Yalıtım Kalınlığı	Yalıtımsız
Duvar Ağırlıklı U Değeri (W/m ² K)	1,36	Pencere Ağırlıklı U Değeri (W/m ² K)	1,9
Pencere Çerçevesi	Alüminyum	Pencere Camı (low E kombinasyonlu yalıtım)	6+9mmhava+6
Enerji Performans Sınıfı	E	Sera gazı Emisyon Sınıfı - Oranı	E - 47,21 kg eşd. CO ₂ \m ² .yıl
Toplam Tüketilen Enerji ve Sınıfı	E	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl) Birincil (kWh\yıl)	191,69 100.733,66
Binanın Isıtma ve Sıcak Su Sistemi	Zemin Kat Diğer Katlar	Kömür Doğalgazlı Soba	Şofben Şofben

Çizelge 13 Mevcut Eski Binaya Uygulanacak İyileştirme Müdahaleleri

Eski Binaya Uygulanacak İyileştirme Müdahaleleri						
Bina Dış Kabuğu İyileştirmeleri			Mekanik Sistem İyileştirilmeleri			
Dış Duvar Isı Yalıtımı	Çatı Isı Yalıtımı	Pencere İyileştirmesi	Isıtma Sistemi İyileştirilmesi	Sıcak Su S. İyileştirilmesi	Aydınlatma İyileştirmeleri	Fotovoltaik Panel Eklenmesi
x	x	x	x	x	x	x

1. Eski Binanın Dış Yapı Kabuğu İyileştirmeleri

Bina kabuğunun termofiziksel ve optik özelliklerini, pencerelerini iyileştirmek ve ısı yalıtımı malzemeleri ile opak alanları iyileştirerek enerji verimli hale getirmek için alternatifleri alt başlıklarda ele alınmıştır.

- Dış Duvar Isı Yalıtımı

Mevcut yalıtımsız binalara, ısı yalıtımı yapılmadığı takdirde bina içindeki kullanıcılar ısınmak için fazla enerji tükettikleri halde yeterli ve konforlu ısınma sağlamaya bilirlir. Bunun nedeni, binanın duvar, çatı ve döşeme(zemin yalıtımı) gibi katmanlarından dış ortama ısı sızmasıdır.

Mevcut bina kabuğu; 3 cm dış sıvaya sahip 20 cm kalınlığında delikli tuğla ile örülmüş ve 3 cm iç sıvadan oluşmaktadır. Binaya ısı yalıtımı uygulanmamıştır. Bina yalıtımsız olduğundan Enerji verimliliği çok düşük ve yetersizdir. Bu çalışmada ısı yalıtım malzemesi olarak yapıya 5 cm kalınlığında grafit katkılı EPS ile mantolama uygulanarak iyileştirilmesi önerilmiştir. Bu binanın termal iletim katsayısı (U) değerini artırarak binanın daha düşük enerji tüketmesine katkı sağlayabilir.

- Çatı Yalıtımı

Çatı yalıtımı da binanın ısı yalıtımını iyileştirmede dikkate alınması gereken önemli bileşenlerden biridir. Çünkü ısınan hava genişir ve yükselir. Bir binanın en üst katmanın çatı katı olduğu düşünüldüğünde, yalıtımsız bir çatı, dış ortama ısı sızdırması neticesinde bina ısı yalıtımına katkısı daha iyi anlaşılmaktadır.

Çatının ısı yalıtımı iyileştirilmesinde ise, cam tülü şilte döşenmesi öngörülmüştür.

- Pencere İyileştirilmeleri

Dış duvarların, çatı katının ve zeminin yalıtımının yanı sıra pencerelerin yalıtımının da binanın ısı tasarrufu üzerinde büyük etkisi vardır. Isı kaybını büyük ölçüde etkileyen cam tabakaların termal özelliklerinin iyileştirilmesi ile pencerelerde ısı transferinin azaltılması sağlanabilir. Bir binanın şeffaf alanları, ısıtma ve soğutma yükleri önemli ölçüde etkileyebilir. Binanın saydam alanları güneş ışığının fazla olduğu bölgelerde bulunduğu ortamın aşırı ısınmasına neden olabilirken, güneş ışığı almayan bölgelerde bulunan saydam alanlar ısı kaybına neden olabilir.

Çalışmada seçilen binanın saydam bileşeni olan pencerenin iyileştirilmesi için alüminyum çerçeveler, PVC çerçeve ile değiştirilerek,

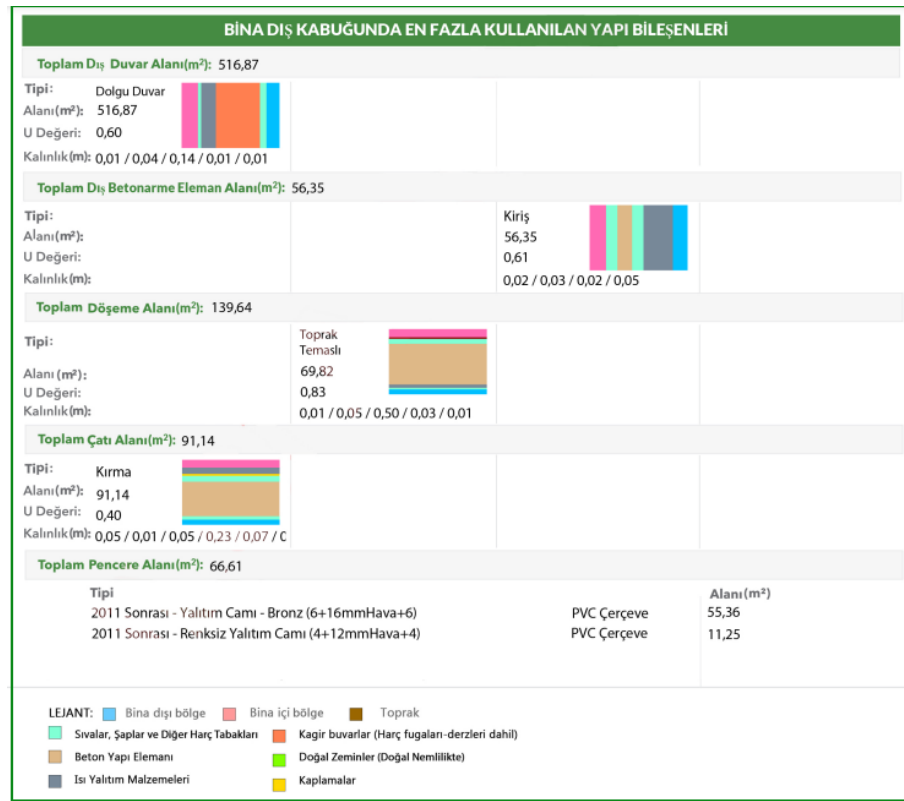
- 6 mm berrak cam ve 9 mm ara boşluktan oluşan çift camlı sistem yerine,

-4 mm berrak cam ve 12 mm ara boşluktan oluşan çift camlı sistem önerilmiştir.

Çizelge 14 Eski Binanın Dış Kabuğu ve Eski Binanın Dış Kabuğu İyileştirilmeleri

Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenleri	Eski Binanın Dış Yapı Kabuğu	Eski Binanın Dış Yapı Kabuğu İyileştirilmeleri
Dış Duvar	20 cm kalınlığında delikli tuğla ile örülmüş, iç ve dış sıva kalınlığı 3 cm'dir. Isı yalıtımı uygulanmamıştır.	Dış duvar ısı yalıtım iyileştirilmesinde, 5 cm kalınlığında grafit katkılı EPS ile mantolama uygulanarak iyileştirilmesi önerilmiştir.
Pencereler	Renksiz yalıtım Camı (6+9mmHava+6) Alüminyum çerçevelidir	PVC çerçeveli renksiz yalıtım camı (4+12mmHava+4) öngörülmüştür
Çatı	Üsten alta doğru 10 cm betonarme plak 2 cm sıva vardır. Isı yalıtım yoktur.	Çatının ısı yalıtım iyileştirilmesinde, Cam tülü şilte döşenmesi öngörülmüştür.

• İyileştirilmiş Eski Bina Dış Kabuğu Bileşenlerinin EKB Bilgileri



Şekil 38 İyileştirilmiş Eski Bina Dış Kabuğunda En Fazla Kullanılan Yapı Bileşenlerinin (duvar, kiriş, döşeme, çatı, pencere ve U değerleri) EKB Bilgileri

Eski binanın dış duvarları 3'er cm iç ve dış sıvaya sahip 20 cm delikli tuğla ile örülmüş, 5 cm kalınlığında grafit katkılı EPS ısı yalıtım malzemesi ile mantolama uygulanarak iyileştirilmiştir. Toplam duvar alanı 516,87 m²'dir. Pencereler renksiz yalıtım camı (4+16mmHava+4) PVC doğramalıdır. Binanın pencereleri 66,61 m²'dir. Bina kırma çatılı olup ısı yalıtım iyileştirilmesinde, cam tülü şilte döşenmesi öngörülmüştür. Toplam alanı 91,14 m²'dir.

2. Eski Binanın Mekanik Sistem İyileştirmeleri ve Yenilenebilir Enerji

Kullanımı

Mekanik Sistem İyileştirmeleri

- Isıtma Sistemi

Eski binanın ısıtma sistemi; zemin kat kömür sobasıyla, diğer daire sahipleri bireysel doğalgazlı soba ile ısınmaktadır.

İyileştirdikten sonra eski binanın ısıtma sistemi; zemin ve diğer daireler yoğunmalı kombi ile değiştirilmiştir.

- Sıcak Su Sistemi

Eski binanın sıcak su sistemi; dairelerin sıcak su ihtiyacını karşılayacak merkezi bir sistem bulunmamaktadır. Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını elektrikli ısıtıcılarla karşılamaktadır.

İyileştirdikten sonra eski binanın sıcak su sistemi; dairelerin sıcak su ihtiyacı yoğunmalı kombi ile sağlanarak değiştirilmiştir.

- Soğutma Sistemi; yok

- Havalandırma Sistemi; yok

- Aydınlatma Sistemi

Eski binanın aydınlatma sistemi; dairelerde kullanılan aydınlatma elemanı ve tipi Kompakt Floresan (20W) (1200 lümen) 24 adet kullanılmıştır.

İyileştirdikten sonra eski binanın aydınlatma sistemi; dairelerde kullanılan aydınlatma elemanı ve tipi Kompakt Floresan (5W) (230 lümen) 36 adet kullanılarak değiştirilmiştir.

- Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Eski binanın yenilenebilir enerji kullanımı; fotovoltaik ve kojen sistemi ile üretilen enerji yoktur. İyileştirdikten sonra eski binanın yenilenebilir enerji kullanımı; fotovoltaik sistemi ile üretilen enerji vardır. Kojen sistemi ile üretilen enerji yoktur.

Fotovoltaik Panel Kullanımı Türkiye coğrafi konumu gereği güneş enerjisinden faydalanmada aktif olarak yararlanan birçok ülkeden daha fazla yararlanabilecek durumdadır. Öte yandan enerjinin büyük bölümünü ithal eden ülkemiz, enerji

sektöründe dışa bağımlıdır. Bu nedenle güneşten hem aktif hem de pasif olarak faydalanabilecek ve enerji etkin yapılar tasarlanmalıdır. Mimaride yenilenebilir doğal temiz bir kaynak olan güneşin binalarda kullanılması, sürdürülebilir mimari ve sürdürülebilir çevrenin devamlılığı açısından fotovoltaik panellerin kullanımı önerilmiştir. Fotovoltaik panellerin binaya eklenmesi, binada çalışan bir veya birden fazla sistemin (ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma) ya da ev gereçlerinin enerji ihtiyacını, bu panellerin ürettiği enerji ile karşılamak için yapılan bir iyileştirme değildir. Fotovoltaik panellerin fazla ürettiği enerji ise ya depolanır ya da şehrin elektrik şebekesine katkı olarak satılabilir.

Bu bağlamda binanın çatısında gölge oluşturmayacak alanlara güneş panelleri yerleştirilmiştir. Güneş enerji sistemlerinin bir binaya sağlayacağı enerji miktarı hesaplanırken iklimsel veriler ve panel rantabilitesi çok önemlidir.

Bu çalışmada solar World' ün yüksek verimli Sun modüle SWA 340 XL mono panelleri kullanılmaktadır. Solar World, ABD'de üretilen solar panel üretiminde ilk sıralarda olan bir şirkettir. Bu paneli tercih etmemizin nedenlerinden biri yüksek verimli ve uzun ömürlü olmasıdır.

Çizelge 15 Eski Binanın Mekanik Sistemleri ve Eski Binanın Mekanik Sistem İyileştirilmeleri

Mekanik Sistemler	Eski Binanın Mekanik Sistemleri	Eski Bina Binanın Mekanik Sistem İyileştirilmeleri
Isıtma Sistemi	Zemin kat kömür sobasıyla, diğer daire sahipleri doğal gazlı soba ile ısınmaktadır.	Zemin ve diğer daireler yoğuşmalı kombi ile değiştirilmiştir.
Sıcak Su Sistemi	Daire sahipleri sıcak su ihtiyaçlarını elektrikli ısıtıcılarla karşılamaktadır.	Dairelerin sıcak su ihtiyacı yoğuşmalı kombi ile sağlanarak değiştirilmiştir.
Soğutma Sistemi	Yoktur.	Yoktur.
Havalandırma Sistemi	Yoktur.	Yoktur.
Aydınlatma Sistemi	Dairelerde kullanılan aydınlatma elemanı ve tipi Kompakt Floresan (20 W) (1200 lümen) 24 adet kullanılmıştır.	Dairelerde kullanılan aydınlatma elemanı ve tipi Kompakt Floresan (.. W) (... lümen) adet kullanılarak değiştirilmiştir.
Yenilenebilir Enerji Kullanımı	Fotovoltaik ve kojen sistemi ile üretilen enerji yoktur.	Fotovoltaik sistemi ile üretilen enerji vardır. Kojen sistemi ile üretilen enerji yoktur.

- İyileştirilen Eski Binanın Mekanik ve Fotovoltaik EKB Bilgileri

Eski binanın ısıtma sistemi ve sıcak su ihtiyacı zemin ve diğer daireler de yoğunlaşmalı kombi ile iyileştirilmiş, aydınlatma elemanı ve tipi olarak Kompakt Floresan (5W) (230 lümen) 36 adet kullanılarak değiştirilmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımına gidilerek fotovoltaik sistem ilave edilmiştir.

Çizelge 16 İyileştirilen Eski Binanın Mekanik Sistemlerinin (Isıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, kojen ve fotovoltaik enerji) EKB Bilgileri

MEKANİK SİSTEMLER			
			İklimlendirilen Zon Adedi 6
Binanın Isıtma Sistemi		Sıcak Su Sistemleri	
Bağlı Zon Adedi	6		6
Sistemin Konumu	Mahal		Mahal
Sistemin Tipi	Yoğuşmalı Kombi		Yoğuşmalı Kombi
Sistemin Gücü (kW)	24		7
Yakıt Tipi	Gaz		Gaz
Güneş Enerjisi Katkısı			
Binanın Soğutma Sistemi		Havalandırma Sistemi	
Bağlı Zon Adedi	5*	1*	Bağlı Zon Adedi
Sistemin Konumu	Mahal*	Mahal*	Sistemin Tipi
Sistemin Tipi	Ayrık (Split) Sistemler*	Ayrık (Split) Sistemler*	Isı Esanjörü
Sistemin Gücü (kW)	2*	3*	
Aydınlatma Sistemi			
En Fazla Kullanılan Armetür Tipi ve Adedi (A) Çıplak- 6		En Fazla Kullanılan Lamba Tipi ve Adedi Kompakt Floresan (5W) (230 lümen)	
Toplam Aydınlatma Gücü (W)		180	36
Toplam Aydınlatma Lümen		8280	
Kojen Sistemi Üretilen Enerji		Fotovoltaik Sistem Üretilen Enerji	
Isı Geri Kazanımı (kWh)	0	Pik Güç (kW)	49
Elektrik Gücü Çıktısı (kW)	0	Alan (m ²)	40
Isıl Güç Çıktısı (kW)	0		
Yakıt Tüketimi	0		
Yakıt Tipi			

(*) İşaretli ie gösterilen mekanik sistemler binada bulunmayıp referans binadan alınmıştır.

3. İyileştirilen Eski Binanın Enerji Performansı, Sera Gazı Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranları

Eski bina kabuğunun (duvar, çatı, pencere) ve mekanik sistemlerinin (ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma) iyileştirilmesinden sonra enerji performansı ve sera gazı emisyon oranı; BEP-TR sonuç raporuna göre, iyileştirilen eski binanın enerji performansı 96 puan ile C yükselmiştir. Binanın Sera gazı emisyonu oranı 35,68 kg eşd.CO₂ \m².yıl olarak hesaplanmış ve sera gazı emisyon sınıfı da 96 puan ile C sınıfına yükseldiği görülmüştür. Eski bina iyileştirildikten sonra enerji performans oranında ve sera gazı emisyon oranında tasarruf sağlamıştır. Bahsi geçen binaya henüz yenilenebilir enerji kullanımı eklenmemiştir.



Şekil 39 Eski Bina İyileştirildikten Sonra Enerji Performansı ve Sera Gazı Emisyon Oranlarının EKB Sonuçları

İyileştirilen eski binaya yenilenebilir enerji (fotovoltaik sistem) eklendikten sonra, enerji performansı, sera gazı emisyonu ve yenilenebilir enerji kullanım oranı; BEP-TR Sonuç raporuna göre fotovoltaik sistem eklendikten sonra binadaki Sera gazı emisyonu oranı 16,09 kg eşd.CO₂ \m².yıl olarak hesaplanmıştır. Sera gazı emisyon sınıfı 66 puan ile B sınıfına yükselmiştir. Sistemin yenilenebilir enerji kullanım oranı %29,83 olarak hesaplanmıştır. Yenilenebilir enerji olarak, fotovoltaik panel eklenmesi ile sistemin enerji kimlik sınıfı da 68 puan ile B sınıfına yükselmiştir. Fotovoltaik sistem binaya ekledikten sonra iyileştirildikten sonraki duruma göre, sera gazı emisyon oranında bir tasarruf sağlanmıştır.



Şekil 40 İyileştirilen Binaya Yenilenebilir Enerji (fotovoltaik sistem) Eklendikten Sonra Enerji Performansı ve Sera Gazı Emisyon Oranlarının EKB Sonuçları

Çizelge 17 Mevcut Eski Bina, Eski Binanın İyileştirilmesi ve İyileştirilen Binaya Yenilenebilir Enerji İlave Edildikten Sonra Bina Enerji Performanslarının Karşılaştırılması

Bina Enerji Performanslarının Karşılaştırılması	Enerji Performans Sınıfı - Oranı	Sera gazı Emisyon Sınıfı- Oranı	Yenilenebilir Enerji Kullanımı
Mevcut Eski Bina	E- 122	E- 126 (47,21 kg eşd. CO ₂ \m ² .yıl)	Yok
Eski Bina Kabuğunun (duvar, çatı, pencere) ve Mekanik Sistemlerinin (ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma) İyileştirilmesinden Sonra	C- 96	C- 96 (35,68 kg eşd. CO ₂ \m ² .yıl)	Yok
İyileştirilen Eski Binaya Yenilenebilir Enerji (fotovoltaik sistem) İlave Edildikten Sonra	B- 68	B- 66 (16,09 kg eşd. CO ₂ \m ² .yıl)	%29,83

D. Sonuç ve Değerlendirme

BEP-TR programı tarafından oluşturulan hesaplamalar sonucunda binanın enerji performansı verilmiştir. Enerji performansının sütun kısmında, programın sağladığı ısıtma, sıhhi su, soğutma, havalandırma, aydınlatma, sera gazları ve toplam enerji tüketimi değerleri sabit bir biçimde sunulmaktadır. Satır kısmında ise birincil tüketim ve m² başına tüketim değerleri gösterilmektedir. Birincil enerji tüketimi, tüketilen elektrik enerjisinin üretim ve dağıtım aşamalarında tüketilen enerji ile

birlikte, bir binada katı, sıvı ve gaz yakıtlarından elde edilen enerjinin son kullanıcılar veya bağımsız bölümler tarafından tüketilmesinin toplamını ifade etmektedir.

1. Mevcut Eski Binanın Enerji Performans Sistemleri

Çizelge 18 Mevcut Eski Binaya Ait Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	
Toplam	100733,66	191,69	0	0	E
Isıtma	83809,27	159,48	0	0	E
Sıhhi Sıcak Su	13679,76	26,03	0	0	F
Soğutma	1279,03	2,43	0	0	A
Havalandırma	0	0			D
Aydınlatma	1965,6	3,74			D
Kojenerasyon	---	----	0	0	---
Fotovoltaik	---	----	0	0	---

2. İyileştirilen Eski Binanın Enerji Performans Sistemleri

Çizelge 19 İyileştirilen Eski Binanın Yıllık Enerji Tüketimleri, Yenilenebilir Enerji ve Sınıfının EKB Sistem Bilgileri

SİSTEMLER	YILLIK ENERJİ TÜKETİMLERİ		YENİLENEBİLİR ENERJİ/KOJEN. ENERJİ		SINIFI
	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	Birincil (kWh\yıl)	Birim Alan Başına (kWh \m ² .yıl)	
Toplam	36.959,51	70,33	15.713,50	29,90	B
Isıtma	37.839,86	72,11	0	0	D
Sıhhi Sıcak Su	9.497,35	18,07	0	0	D
Soğutma	3.339,69	6,36	0	0	B
Havalandırma	0	0			D
Aydınlatma	1.942,10	3,70			D
Kojenerasyon	---	----	0	0	---
Fotovoltaik	---	----	15.713,50	29,90	---

BEP TR programını sonuçlarına göre, enerji performansı hesaplanan binaların enerji seviyeleri şu şekildedir. Eski bina için E sınıfı, iyileştirilen eski bina için ise B sınıfı olduğu görülmektedir. C seviyesi binanın istenilen enerji performansını temel düzeyde sağladığını gösterirken, D, E ve F seviyeleri ise binanın istenilen enerji performansını sağlayamadığının belirtir.

Enerji performansı sonuçlarını ısıtma, sıcak su, soğutma, havalandırma, aydınlatma olarak incelendiğinde;

Çizelge 20 Eski Binanın ve İyileştirilen Eski Binanın Enerji Performans Sınıfları

Sistemler	Isıtma	Sihhi Sıcak Su	Soğutma	Havalandırma	Aydınlatma
Mevcut Eski Bina	E	F	A	D	D
İyileştirilen Eski Bina	D	D	B	D	D

Eski bina E sınıfındadır. Sistemlerde ise Isıtma E, Sihhi Sıcak Su F, Soğutma A, Havalandırma D, Aydınlatma D olarak tespit edilmiştir. İyileştirilen Eski bina C sınıfındadır. Sistemlerde ise Isıtma C, Sihhi Sıcak Su D, Soğutma B, Havalandırma D, Aydınlatma D olarak tespit edilmiştir.

Isıtma: Eski bina E sınıfında iken iyileştirilen eski bina D enerji performans seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir.

- Isıtma enerji performansının eski binada E sınıfında çıkması binanın çatısında ve cephesinde ısı yalıtımın yapılmamış olmasıdır. Binanın pencereleri de Alüminyum doğramalıdır.
- Isıtma enerji performansının iyileştirilen eski binada D sınıfına yükselmesinin nedeni; iyileştirilen eski binanın cephesine ısı yalıtım malzemesi olarak 5 cm kalınlığında grafit katkılı EPS ile mantolama uygulaması yapılmış olmasıdır. Çatı ısı yalıtımı olarak da cam tülü şilte döşenmesidir. Pencerelerde ise Alüminyum çerçeveler PVC çerçeve ile değiştirilerek 4 mm berrak cam ve 12 mm ara boşluktan oluşan çift camlı sistem ile iyileştirilmiştir. Böylelikle ısıtmada harcanan enerji E sınıfından D sınıfına yükseltilecek düşürülmüştür. Sonuç olarak ısıtma enerji performansında %54,85 tasarruf sağlanmış ve kullanıcı konforu artmıştır.

Sihhi Sıcak Su: Eski bina F sınıfında iken iyileştirilen eski bina D enerji performans seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir.

- Sihhi sıcak su enerji performansının eski binada düşük çıkmasının en önemli sebebi elektrikli ani su ısıtıcısı şofben kullanılmasından kaynaklanmaktadır.
- Sihhi sıcak su enerji performansının iyileştirilen eski binada D sınıfına yükselmesinin nedeni; kullanıcıların sıcak su sistemi yoğuşmalı kombi ile değiştirilmesidir. Sihhi sıcak su enerji performansında %30,50 tasarruf sağlanmış ve kullanıcı konforu artmıştır.

Havalandırma: Eski ve iyileştirilen eski binanın havalandırma enerji performans sınıfı D seviyesinde çıkmıştır. Havalandırma sistemine hiç bir veri girilmemiş olmasından dolayı elde edilen bu sınıf değeri, programın işleyişinden kaynaklanmaktadır. BEP-TR programı, sanal olarak oluşturulan yapının mevcut yapı ile karşılaştırılması üzerine kuruludur. Ancak program, mevcut binanın tüm özelliklerini sanal binalara tam anlamıyla uygulayamadığı için sağlıklı bir havalandırma enerji performansı hesaplayamamaktadır. Bu durum, programın geliştirilmesi gerektiği sonucuna vardırır.

Soğutma sistemi: Enerji performansında eski bina A sınıfında, iyileştirilen eski bina B sınıfında çıkmıştır. İyileştirilen eski binaya soğutma sisteminin iyileştirilmesi için her hangi bir veri girilmemiş, program referans binadan direkt atamıştır. Elde edilen bu sınıf değerinin farklı olmasını ise, yalıtımın iyileştirilmesinden kaynaklı olabileceğini, programın işleyişinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Soğutma sistemine direkt referans binadan mekanik sistem veri girişi ise (ayrık (split) sistemler) olarak yapılmış ve bu mekanik sistemde iyileştirilmiş binada bulunmamaktadır. BEP-TR programı, sanal olarak oluşturulan yapının mevcut yapı ile karşılaştırılması üzerine kuruludur. Ancak program, mevcut binanın tüm özelliklerini sanal binalara tam anlamıyla uygulayamadığı için sağlıklı bir havalandırma enerji performansı hesaplayamamaktadır. Bu da BEP-TR programının daha kapsamlı veriler ile işlenebilmesi açısından güncellenmesi gerektiği sonucuna vardırır. Sonuç olarak veri bazında soğutma enerji performansında -% 161,11 gibi düşüş gözlenmiştir.

Aydınlatma: Eski ve iyileştirilen eski binanın aydınlatma enerji performans sınıfı D olarak tespit edilmiştir.

- Eski binada aydınlatma elemanı elemanı ve tipi Kompakt Floresan (20W) (1200 lümen) 24 adet kullanılmıştır.
- İyileştirilen eski binada aydınlatma elemanı ve tipi Kompakt Floresan (5W) (230 lümen) 36 adet kullanılarak değiştirilmiştir Aydınlatma sınıfının yükselmemesinin nedeni; İyileştirilen aydınlatma uygulamasının yeterli olmamasıdır. Bu durumda uygun yöntem, enerji tüketimi daha düşük aydınlatma kullanmak ve binanın gündüz saatlerinden daha fazla istifade edilmesi gerektiği söylenebilir. Sonuç olarak aydınlatma enerji performansında %12 tasarruf sağlanmış ve kullanıcı konforu artmıştır.

Sera gazı enerji performansı eski bina için E sınıfıdır; sera gazı emisyon oranı ise 47,21 kg eşd.CO₂ \m².yıldır. İyileştirilen eski binanın sera gazı enerji performans sınıfı B, sera gazı emisyonu oranı ise 16,09 kg eşd.CO₂ \m².yıldır. Sera gazı değeri, atmosfere salınan zararlı gazlardan tespit edilerek bulunur. Bu zararlı gazların başında ise karbondioksit gazı gelmektedir. Sera gazı değeri, atmosfere salınan zararlı gaz baz alınarak belirlenir. Karbondioksit gazı özellikle fosil yakıtlardan elektrik üretimi sırasında ortaya çıkar. Elektriğin verimli kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi, karbondioksit emisyonlarını azaltmakta ve sera gazı enerji performansı sınıfını kategorisini yükseltmektedir.

Tüm bu iyileştirmelerin neticesinde mekanik sistem iyileştirmelerinden sağlanan enerji tasarrufu ve kullanıcı konforu aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 21 Mevcut Eski ve İyileştirilen Eski Binanın Mekanik Sistemlerinin Enerji Performansları Arasındaki Tasarruf Oranı ve Kullanıcı Konforu

SİSTEMLER	Mevcut Eski Bina	İyileştirilen Eski Bina	Kullanıcı Konforu	Enerji Tasarruf
Toplam	100733,66	36.959,51	✓	% 63,31
Isıtma	83809,27	37.839,86	✓	% 54,85
Sıhhi Sıcak Su	13679,76	9.497,35	✓	%30,50
Soğutma	1279,03	3.339,69		- % 161,11
Havalandırma	0	0		% 0
Aydınlatma	1965,6	1.942,10	✓	% 12
Fotovoltaik	---	15.713,50	✓	% 100

VI. SONUÇ

Dünyada fosil (yenilenemez) enerji kaynakları giderek azalmakta ve her geçen gün enerjiye duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu enerji ihtiyacındaki artış, özellikle Sanayi Devrimi'nin başlangıcıyla hız kazanan makineleşme süreci tarafından tetiklemiştir.

Bu enerji ihtiyacındaki artışla paralel olarak, Sanayi Devrimi aynı zamanda kentleşmeyi ve kırdan kente göçü tetikleyen önemli bir faktör olmuştur. Bu göç eğilimi, kentlerdeki nüfusun hızla artmasına ve mevcut altyapının bu artışı karşılayamamasına neden olmuştur. Konut talebi, hızla büyüyen nüfusu karşılayacak şekilde planlanamamış, buna bağlı olarak da çarpık yapılaşma olgusu belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu yapılaşma, sadece konut sorunlarıyla sınırlı kalmamıştır; aynı zamanda kentsel alanlarda arazi kullanımının etkili bir şekilde planlanamamasına yol açmış, tarım alanlarının ve yeşil alanların yapılaşma için kullanılması çevresel ve sürdürülebilirlik sorunlarını derinleştirmiştir.

Günümüzde bilindiği üzere enerji talebinin arzında her geçen gün ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanması, sınırlı olan yenilenemez (fosil) enerji kaynaklarının planlı bir biçimde kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından daha çok istifade edilmesi ile mümkün olabilir.

Öte yandan, fosil yakıtların neden olduğu sera gazları küresel ısınma ve iklim değişikliklerine yol açtığı da bilinmektedir. Bu bağlamda yapılarda yenilenebilir enerjinin kullanımı ile birlikte etkin enerji tüketiminin önemi bir kere daha anlaşılmaktadır.

Enerji tüketiminin %40-45'inden (csb.gov.tr/, 2023) mevcut yapıların sorumlu olduğu düşünüldüğünde, özellikle eski yapılarda enerji etkin odaklı iyileştirmeler hız kazanmalıdır. Mevcut yapıların enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirmeler yapılmalı, yeni yapılarda da etkin enerjili tasarım parametrelere yönelik projeler geliştirilmelidir. Bu sebeple çeşitli arayışlara girilmiş, buna yönelik politikalar hızlıca hayata geçirilmeye başlanmıştır.

Yapılar, kullanıma bağılı olarak en çok enerjiyi ısıtma, soğutma, sıcak su ve aydınlatmada tüketmektedir. Enerji gereksinimlerini iyileştirmek, kullanıcı konforunu artırmak ve bu koşulları optimize etmek için en etkili tasarım parametrelerinden biri yapı kabuğudur.

Bu çalışmada ısı korunumu ve kullanıcı konforundan yetersiz inşa edilen eski yapı ile günümüz bina yapım teknik ve yönetmeliklerine uygun inşa edilen yeni yapının enerji performansları karşılaştırılmıştır. Eski yapının yapı kabuğunda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Analizler sonucunda, yıllık enerji giderleri, sera gazı emisyon oranları, mekanik sistemleri ve yapı dış kabuğu bileşenlerinin etkileri incelenmiştir. CO2 emisyonuna bağılı olarak enerji kimlik belgesinde aldığı sınıflar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, mevcut eski yapı E sınıfı, yeni yapının ise C sınıfı olarak sınıflandırıldığı görülmüştür.

Mevcut eski yapının sürdürülebilir, yenilenebilir ve enerji etkin hale dönüştürmesi amacıyla yapı kabuğunda ısı yalıtımı ve pencere iyileştirmeleri yapılmış, enerji kimlik sınıfı E'den C' ye yükseltilmiştir. Bu iyileştirmelerin yanı sıra güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları eklenerek enerji kimlik sınıfı E'den B' ye yükseltilmiştir.

Bu çalışmanın odak noktası, mevcut eski ve yeni binalar arasındaki enerji tüketim giderleri ile CO2 emisyon değerleri arasındaki farkı vurgulamak ve bu farkı besleyen eski yapılar için yapılan iyileştirme müdahalelerinin enerji tasarrufu ve karbon salımı üzerindeki olumlu etkilerini incelemektir.

İncelenen örneğe göre, eski konut binalarının yıkılması yerine iyileştirme müdahaleleri ile enerji etkin şekilde kullanıma sunulmasının, yeni bir enerji etkin bina inşa etmekten daha iyi bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yaklaşım, sürdürülebilirlik açısından önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Çünkü eski binaların yıkılarak yerine yeni binalar inşa edilmesi, yüksek enerji ve kaynak tüketimi gerektiren bir süreçtir. Bu durum, inşaat malzemelerinin üretiminden taşınmasına kadar bir dizi karbon salımı ve çevresel etkiyi beraberinde getirir. Öte yandan, mevcut binaların iyileştirilmesi ve yeniden kullanıma sunulması, bu binaların daha uzun süreli olarak hizmet vermesini sağlayarak enerji ve kaynak tasarrufu yapılmasına olanak tanır.

Sonuç olarak, eski konut binalarının iyileştirme müdahaleleri ile yeniden kullanıma sunulması, enerji etkinliği ve sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bu yaklaşım, yeni bina inşası yerine mevcut kaynakları daha etkin kullanma ve çevresel etkileri azaltma amacına hizmet etmektedir. Gelecekte, bu tür sürdürülebilir uygulamaların daha yaygın hale gelmesiyle, binaların çevresel etkileri daha da azaltılarak daha yaşanabilir bir çevre oluşturulabilir.

VII. KAYNAKLAR

KİTAPLAR

- ANON, (1979). “ **Energy Conservation Design Resource Handbook**”, The Resource Architectural Institute of Canada, Ottawa
- ASHRAE, (2010). “**Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**”, Standart 55, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta
- BAİLEY, N. J. VE MANZİ, T. (2008). “**Developing And Sustaining Mixed Tenure Housing Developments**”, Joseph Rowntree Foundation.
- LECHNER, N., 1991. **Heating, Cooling, Lighting – Sustainable Design Methods for Architects**, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 85, 215.
- MOORE, F. (1993). “**Environmental Control Systems, (Heating, Cooling, Lighting)**”, McGraw Hill Inc., United States of America.
- OLGY A., Victor, A., et al. (1959). ”**Application of Climatic Data to House Design Housing and Home Finance Agency**” US Government Printing Office Washington.
- ORHON, İ., KÜÇÜKDOĞU, M. Ş., OK, V., (1988). “**Doğal İklimlendirme**”, Toplu Konut İşletmesi, Proje Planlama Tasarım El Kitabı, Tubitak, Yayın No: U.9, Ankara,
- UTKUTUĞ, G. (2000). “**Yeni Bin Yıla Girerken Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Ekolojik ve Enerji Etkin Hedefler ile Bina Tasarımı ve İşletimi**”, Ulusal Enerji Verimliliği Kongre Kitabı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.

MAKALELER

- AL-HOMOUD, M. S. (2001). “Computer Aided Building Energy Analysis Techniques”, **Building and Environment**, Sayı 36, ss.421-433.
- ÇETİNKAYA, Y. (2016). “Akıllı Binalar ve Akıllı Binalarda Asansör”, **Mühendis ve Makine Odası Dergisi**, Cilt:57, Sayı: 683, ss.36.
- DASCALAKİ, E., Santamouris, M. (2002). “On the potential of retrofitting scenarios for offices”, **Building and Environment**, Sayı 37, ss.557-567.
- “DİRECTİVE 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings”, **Official Journal of the European Union**, 2010, ss.13-35.
- KALAYCIOĞLU, E., YILMAZ, A. Z. (2019). “Simülasyon Destekli Enerji Etkin Bina Tasarımında Uygulamalar”, **Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi** ss.1461-1469.
- KOYUN, T., KOÇ, E. (2017). “Bir Binanın Değişken Cam ve Dış Duvar Tiplerine Göre Pencere/Duvar Alanı Oranlarının Bina Isı Kayıplarına Etkisi”, **Mühendis ve Makine Odası Dergisi**, Cilt 58, Sayı 688, ss.1-14.
- ORAL, G. K. (2010). “Güneş Enerjisi ve Yapı”, **Diyararch Bülteni**, Temmuz-Ekim Dönemi, Sayı 1, ss8-20
- YILMAZ, E. (2016). “Konut Sorunu ve Toplu Konut Üretiminde TOKİ'nin Ve Belediyelerin Rolü.”, **Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Cilt 3, Sayı 7, ss.31-50.
- YILMAZ, Ş. ve Türkyılmaz, O. (2022). “Dünyada ve Türkiye'de birincil Enerji Arzı”, **MMO dergisi**. Sayı 731, ss.5-18.
- YILMAZ, Z. (2006). “Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji”, **Tesisat Mühendisliği Dergisi**, sayı 91, ss.7-10
- YİĞİT, KENAN and ACARKAN, BORA (2016) "Assessment of energy performance certificate systems: a case study for residential buildings in Turkey,"**Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences**, Cilt. 24, Sayı 6, ss.22.

TEZLER

- BERKÖZ, E. (1983). “Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı”, Profesörlük Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- GÖNÜLOL, O. (2014). “1980-2008 Yılları Arasında Türkiye’de İnşa Edilen Çok Katlı Konut Binalarının Enerji Etkin Hale Getirilmesi İçin Kullanılabilecek İyileştirme Yaklaşımlarının İncelenmesi: İzmir İçin Bir Uygulama Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- ERCİN, Ç. (2005). “Mimarlıkta İklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler”, Yüksek Lisans Tezi, Yakın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Lefkoşa.
- KAPLAN, S. (2018). “Enerji Kimlik Belgesi Uygulamasının Bina Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Parametreleri ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri Bağlamında Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- KOCA, Ö. (2006). “Sıcak-Kuru ve Sıcak-Nemli İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Yerleşme ve Bina Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşım”, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- MANİOĞLU, G. (2002). “Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek bir Yaklaşım”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- ÖZAYDOĞDU, G. (2015). “Enerji Etkin Pasif Sistemlerin Tasarım Boyutunda Önemi ve Bu Bağlamda Dicle Üniversitesi Lojmanlarının Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- ÖZDEMİR, B.B. (2005). “Sürdürülebilir Çevre için Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- ÖZŞEKER, C. (2022). “Muğla İlindeki Bir Konutun Enerji Kimlik Belgesi Uygulaması ve Konuttaki CO2 Salınımı Azaltmaya Yönelik Çalışma”,

Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

SOĞUKOĞLU, M., Vatan, M. (2015). “Mevcut Betonarme Konut Binalarında Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Mimari Çözüm Önerileri”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

SOYSAL, S. (2008). “Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketim İlişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

YARDIMCI, S. (2019). “İstanbul’da Mevcut Bir Ofis Yapısının Enerji Etkin Tasarım Bağlamında Yenilenmesine Yönelik Bir Yaklaşım”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

YASAN, A. S. (2011). “Bina Tasarım Parametrelerinin Enerji Harcamalarında Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

DİĞER KAYNAKLAR

BAYAZIT, N., DÜLGEROĞLU, Y., YILMAZ, Z., ÇIRACI, M. (1992). “Toplu Konut Standartları-Mekân, Fiziksel Çevre, Bina Ekonomisi”, Toplu Konut Yapımcılar Derneği, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., YILMAZ, Z., KOCAASLAN, G., ve diğerleri, (1995). “Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı”, Tübitak-İntag 201 sayılı araştırma Raporu, Tübitak yayınları, İstanbul.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, (2008). Resmi Gazete, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Meslek Hizmetleri Genel Müdürlüğü Enerji verimliliği ve Tesisat Dairesi Başkanlığı. BEP-TR2 Eğitim Kataloğu.

İBB & İPA. (2019). İstanbul Deprem Çalıştay Raporu

İBB. (2019). İstanbul ili Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi.

İİBB. (2021). Mekansal Adrese Dayalı Kayıt Sistemi (MAKS) Verileri. Coğrafi Bilgi Sistemi Müdürlüğü.

İBB & İPA. (2021). Konut Sorunu Araştırması: İstanbul'da Mevcut Durum ve Öneriler, İstanbul.

İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023 (2011), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

İNTERNET KAYNAKLARI

Url-1. “Binalarda Enerji Sistemleri ve Ölçüm Yöntemleri”, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/meslekihizmetler/ustmenu/ustmenu841.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.01.2023).

Url-2. “Türkiye’nin Enerji Görünümü 2022”, <https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/teg%202022.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.01.2023).

Url-3. “Türkiye’nin Uluslararası Enerji Stratejisi”, https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa, (Erişim Tarihi: 15.01.2023).

Url-4. “Binalarda Enerji Verimliliği”, <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2019/11/21112019Sunum.pdf>, (Erişim Tarihi: 18.03.2023).

Url-5. “Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması, 2021”, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bina-ve-Konut-Nitelikleri-Arastirmasi-2021-45870> (Erişim Tarihi: 18.03.2023).

Url-6. “Urban Heat Island. 2018”, <https://www.angelenosforgreenschools.com/green-schoolyards-and-the-urban-heat-island-effect>, (Erişim Tarihi: 30.03.2023).

Url-7. “Enerjisini Etkin Yapan Yapılar Yapıyoruz”, <https://www.ekoyapidergisi.org/enerjisini-etkin-kullanan-bir-bina-yapiyoruz>, (Erişim Tarihi: 20.03.2023).

- Url-8.** “Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği”, <http://www.krkyapidenetim.com.tr/ss/upload/upload39.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.02.2023).
- Url-9.** “Enerji Kimlik Belgesi”, <https://amasya.csb.gov.tr/enerji-kimlik-belgesi-haber-158207>, (Erişim Tarihi: 20.02.2023).
- Url-10.** “Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji”, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/7af0926b294e47e_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 20.02.2023).
- Url-11.** “Güneş Enerjisi Erişimi ve Bina Yönlendirmesi İçin Planlama”, <https://planlux.net/tr/gunes-enerjisi-erisimi-ve-bina-yonlendirmesi-icin-planlama/>, (Erişim Tarihi: 20.03.2023).
- Url-12.** “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>, (Erişim Tarihi: 01.04.2023).
- Url-13.** “Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası”, [Norm Enerji - Güneş ölçüm sistemleri \(solar-santral.com\)](http://Norm Enerji - Güneş ölçüm sistemleri (solar-santral.com)), (Erişim Tarihi: 01.04.2023).
- Url-14.** “Türkiye Rüzgar Atlası”, <https://www.mgm.gov.tr/genel/ruzgar-atlasi.aspx>, (Erişim Tarihi: 01.04.2023).
- Url-15.** “Manuel Kayar Katlanır Güneş Kırıcı Sistem”, https://hareketlicephe.com/gunes_kiricilar/shf-07/, (Erişim Tarihi: 03.04.2023).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Firdevs Küçük

Öğrenim Durumu	: Bölüm	Üniversite	Yıl
Lisans	: Mimarlık	İstanbul Aydın Üniversitesi	2014-2018
Y. Lisans	: Mimarlık	İstanbul Aydın Üniversitesi	2019-2022

Yayımlar:

Küçük, F. (2022). İstanbul'da Mevcut Eski ve Yeni Binanın Enerji Etkin Tasarımı Bağlamında BEP-TR Uygulaması ile Karşılaştırılması