



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**BAŞAKŞEHİR KUZEY AYAZMA KONUTLARINDA
ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK
UYGULAMA YÖNTEMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AFİFE BETÜL BÜYÜK

İSTANBUL, 2022



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**BAŞAKŞEHİR KUZEY AYAZMA KONUTLARINDA
ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK
UYGULAMA YÖNTEMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AFİFE BETÜL BÜYÜK
(190201006)**

**Danışman
(Prof. Ümit Doğay Arıncı)**

İSTANBUL, 2022

04/07/2022

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Tezli Yüksek Lisans programı 190201006 numaralı Afife Betül BÜYÜK'ün hazırladığı “Başakşehir Kuzey Ayazma Konutlarında Enerji Verimliliğini Artırmaya Yönelik Uygulama Yöntemleri” konulu Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 04/07/2022 Pazartesi günü saat 14:00’da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **Kabulüne Oy Birliği** ile karar verilmiştir.

Düzeltilmesi halinde:

Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı .../.../20... tarihinde, saat ...:.. da yapılacaktır.

Tez adı değişikliği yapılması halinde: Tez adının

.....
şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi	Karar
1. Prof. Dr. Ümit Doğay ARINÇ (Danışman)	Kabul
2. Dr. Öğr. Üyesi Jülide ERDİNÇ	Kabul
3. Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN	Kabul

*2. Danışman varsa doldurulması gerekmektedir.

ETİK BİLDİRİM

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Afife Betül Büyük

BAŞAKŞEHİR KUZEY AYAZMA KONUTLARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Afife Betül Büyük

ÖZET

Sürdürülebilirlik ve iklim değişimi küresel bir sorun olup, son yılların popüler konularındandır. Atmosfere salınan CO₂ oranının artması, güneşten dünyaya gelen ışığın yansımalarını azaltmakta bu da sera etkisi ile yeryüzünün ısınmasına sebep olmaktadır. Yeryüzünün ısınması; yangın, sel, kuraklık, erozyon gibi doğal afetlerin artmasına yol açmakta ve tüm canlı hayatını olumsuz etkilemektedir. Fosil yakıt kaynaklarının da bir gün tükeneceği göz önünde bulundurularak, sürdürülebilirliğin sağlanabileceği ve çevrenin zarar görmeyeceği alternatif kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynakların tükenmesi ve doğal afetlerin artması tüm dünyayı ilgilendiren meselelerdir. Bu yüzden dünya ülkeleri çözüm arayışına gitmiştir. Ulusal ve uluslararası yapılan müzakerelerde varılan sonuçlardan en önemlisi karbon salınımını azaltmaktır. CO₂ gazının salınımının artmasında en büyük pay enerji sektörüne aittir. Enerji tüketiminin yaklaşık 1/3'lük kısmı binalarda tüketilmektedir. Binalarda tüketilen enerji ile açığa çıkan karbon salınımının azaltılması önemlidir.

Çalışmanın konusu; İstanbul Başakşehir Ayazma bölgesinde yer alan proje safhasındaki binanın önce mevcut halinin ısı kaybı, yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu hesaplanmıştır. Sonra aynı bina, iyileştirme yapılarak enerji verimli hale getirilmiştir. Enerji verimli hale gelen binanın, ısı kaybı, yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu hesaplanarak, yakıt tüketiminde yapılan tasarruf ve CO₂ emisyon azaltımı bulunmuştur. Ayrıca enerji verimli hale getirilen binanın çatısına fotovoltaik panel

(PV) yerleştirilerek elektrik üretilmesi ve bu elektriğin binanın ortak elektrik giderleri için kullanılıp fazlasının da elektrik Şebekesine satılması ngrlmştr.

En sonunda da bir bina için yapılış olan bu hesaplamaların yn farkları ihmal edilerek, sitedeki binaların toplamı için de yapılıştır. Sitenin toplam yakıt tasarrufu ve CO₂ emisyonu azaltılması boyutları gözler önüne serilmiş, kamu ve konuyla ilgili kurumların dikkatine sunulmuştur.

Anahtar kelimerler; sürdürülebilirlik, iklim değişikliği, enerji, binalarda enerji verimliliği, fotovoltaik sistem.

IMPLEMENTATION METHODS FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY IN BAŞAKŞEHİR KUZEY AYAZMA RESIDENCES

Afife Betül Büyük

ABSTRACT

Sustainability and climate change are global problems and are among the popular discussions of recent years. The increase in the rate of CO₂ released into the atmosphere reduces the reflection of the light coming from the sun to the earth, which causes the earth to warm up with the greenhouse effect. The warming of the earth leads to an increase in natural disasters such as fire, flood, drought, and erosion negatively affects all living beings. Considering that fossil fuel resources will also run out one day, alternative sources that ensure sustainability and no harm the environment are needed.

Depletion of resources and an increase in natural disasters are global issues. Thus, countries across the globe have started to seek a solution. The most important result of the national and international negotiations is to reduce carbon emissions. The largest share of the increase in the emission of CO₂ gas belongs to the energy sector. About 1/3 of energy consumption is consumed in residential buildings. It is important to reduce the carbon emissions that are released by the energy consumed in the buildings.

This study examines the calculated heat loss, fuel consumption and CO₂ emissions of a building which is currently in the project phase in Istanbul Başakşehir Ayazma region. The same building was later on turned into a more energy efficient state through certain improvements. By calculating the heat loss, fuel consumption and CO₂ emissions of the building that has become energy efficient, savings in fuel consumption and CO₂ emission reductions are determined. In addition, it is planned

that electricity will be produced with the installment of a photovoltaic panel (PV) on the roof of the building, and this electricity will be used for the common electricity expenses of the building and the surplus will be sold to the electricity network.

Finally, a total calculation of the buildings within the whole estate was made neglecting the directional differences in the calculation that was made for a single building. The total fuel saving and CO₂ emission reduction dimensions of the estate were revealed and brought to the attention of the public and relevant institutions.

Keywords: sustainability, climate change, energy, energy efficiency in buildings, photovoltaic system.

ÖNSÖZ

Her zaman mütebessim tavrıyla beni karşılayarak sorularıma itinaıyla cevap veren tecrübe ve bilgilerini benimle paylaşan değerli danışman hocam Prof. Ümit Doğay ARINÇ'a teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Tüm zorlukta yanımda olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen fedakar eşim Muhammed'e, sevgili oğlum Ali Yaşar'a, benim sorumluluklarımı üstlenip bana çalışma ortamı sunan anneme, babama ve kardeşlerime, bilgisinden faydalandığım ve tez çalışmamda büyük emeği olan arkadaşım Murat Çiftçi'ye ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Abdulhamid Madarati, Merve Güneş ve Feyzedin Erkaplan'a teşekkür ederim.

Haziran 2022

Afife Betül Büyük

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
SEMBOLLER	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiv
TABLO LİSTESİ.....	xvi
KISALTMALAR	xviii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	3
1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....	3
1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	3
1.1.1. Mimaride Sürdürülebilirlik.....	5
1.2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	9
1.2.1. İklim Değişikliği Strateji Belgesi (2010-2023)	12
1.3. ÜLKEMİZİN DÂHİL OLDUĞU ULUSLARARASI SÖZLEŞME VE PROTOKOLLER	19
1.3.1. Viyana Sözleşmesi	19
1.3.2. Montreal Protokolü	19
1.3.3. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)	20
1.3.4. Kyoto Protokolü.....	20
1.3.5. Paris Anlaşması.....	21
1.3.6. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC).....	22
İKİNCİ BÖLÜM	24
2. ENERJİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ.....	24
2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ.....	26
2.1.1. Güneş Pilleri ve Uygulamaları.....	28
2.1.1.1. Monokristal (Tekli Kristal) Güneş Pilleri.....	29

2.1.1.2. Polikristal (Çoklu Kristal) Güneş Pilleri.....	29
2.2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ	29
2.2.1. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023)	30
2.2.2. Enerji Verimliliği Ulusal Eylem Planı (2017-2023)	31
2.2.3. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)	36
2.2.3.1. Enerji.....	36
2.2.3.2. Konut	37
2.2.3.3. Çevrenin Korunması	37
2.3. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ	38
2.3.1. Dünyada Enerji Verimliliği.....	38
2.3.2.Ülkemizde Enerji Verimliliği.....	40
2.3.2.1. Mevzuat	41
2.3.2.1.1. Enerji Verimliliği Kanunu.....	41
2.3.2.1.2. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği.....	42
2.4. BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	47
2.4.1.TS 825 (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları)	51
2.4.2. Isı Kaybı Hesapları	52
2.4.2.1. İletim Yoluyla (H _T) Oluşan Isı Kaybı.....	52
2.4.2.2. Havalandırma Yoluyla (H _V) Oluşan Isı Kaybı	52
2.4.3. Isı Kazancı Hesapları.....	53
2.4.3.1.Binadaki İç Isı Kazançlarının Hesaplanması	53
2.4.3.2.Güneşten Gelen Isı Kazançlarının Hesaplanması.....	53
2.4.3.2.1. Kazanç Kullanım Oranı (KKO) Hesabı	55
2.4.3.2.2. Binanın Yıllık Net Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesabı	57
2.4.4. Bina Çatılarına Fotovoltaik (Güneş Paneli) Sistem Uygulamaları	58
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	59
3. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK BİNA İNCELEMESİ	59
3.1. B1-10.BLO (2B+Z+4) MEVCUT BİNA İNCELEMESİ	61
3.1.1.Mevcut Binanın Isı Kaybı Hesabı.....	67
3.1.2.Mevcut Binanın Isı Kazanımı Hesabı	68
3.1.3.Mevcut Binanın Yıllık Yakıt Tüketimi, EP ve SEG Sınıfı	70

3.2. B1-10.BLOK (2B+Z+4) ENERJİ VERİMLİ HALE GETİRİLECEK BİNA İNCELEMESİ	71
3.2.1.Verimli Binanın Isı Kaybı Hesabı	77
3.2.2.Verimli Binanın Isı Kazancı Hesabı.....	78
3.2.3.Verimli Binanın Yıllık Yakıt Tüketimi, EP ve SEG Sınıfı.....	80
3.3. MEVCUT BİNA İLE VERİMLİ HALE GETİRİLEN BİNANIN KARLAŞTIRILMASI.....	81
3.4. A SINIFI OLAN BİNANIN MALİYET HESAPLARI.....	83
3.4.1. Bina ve Sitenin Yıllık Yakıt Tüketimi.....	83
3.4.2.Mevcut ve Verimli Hale Getirilen Bina ve Sitenin Değişen Malzemelerden Dolayı Maliyet Farkı	85
3.5. B1-10.BLOK (2B+Z+4) ÇATISINA YERLEŞTİRİLEN FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİ.....	88
3.5.1.Yerleştirilen Panellerden Elektrik Üretim Miktarı.....	89
3.5.2.Yerleştirilen Panellerin Maliyeti	92
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
KAYNAKÇA	97

SEMBOLLER

H	: Binanın özgül ısı kaybı
H_T	: İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
H_V	: Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
A_D	: Dış duvar alanı
A_p	: Pencere alanı
A_K	: Kapı alanı
A_T	: Tavan alanı
A_t	: Zemine oturan taban/döşeme alanı
A_d	: Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı
A_{ds}	: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı
A_n	: Bina kullanım alanı
U	: Yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik katsayısı
U_D	: Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı
U_p	: Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı
U_K	: Kapının ısıl geçirgenlik katsayısı
U_T	: Tavanın geçirgenlik katsayısı
U_t	: Zemine oturan taban/döşemenin geçirgenlik katsayısı
U_d	: Dış hava ile temas eden tabanın ısıl geçirgenlik katsayısı
U_{ds}	: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayısı
n_h	: Hava değişim oranı
V_h	: Havalandırılan hacim

$V_{brüt}$: Binanın ısıtılan brüt hacmi
$\Phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ısı kazancı
$\Phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı
$r_{i,ay}$: i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü
$g_{i,ay}$: i yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü
$I_{i,ay}$: i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti
A_i	: i yönündeki toplam pencere alanı
$\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı
$\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı
KKO_{ay}	: Kazanç/Kayıp oranı

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 : Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri	7
Şekil 1.2 : Enerji ve kaynakların kullanımı	8
Şekil 1.3 : Toplam CO2 emisyonları, Dünya 1990-2019	10
Şekil 1.4 : Sektörlere Göre Küresel CO ₂ Emisyonları, 2019	11
Şekil 1.5 : Net sıfır senaryosunda bina kaynaklı CO ₂ emisyonu, 2010-2030	11
Şekil 1.6 : 2007-2017 Türkiye Enerji Yoğunluğu	15
Şekil 2.1 : Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı	25
Şekil 2.2 : Türkiye Güneşlenme Süreleri	25
Şekil 2.3 : Dünya Enerji Tüketimi Ölçeklendirmesi.....	27
Şekil 2.4 : Güneş Enerjisinin Dönüşümü	28
Şekil 2.5 : Yenilenebilir Enerji Hedefleri	30
Şekil 2.6 : Sektörel Enerji Tüketimlerinin Yıllar İtibariyle Değişimi	32
Şekil 2.7 : Yapı ruhsatı istatistikleri, 2020-2022	33
Şekil 2.8 : Kaynağa göre toplam nihai tüketim	39
Şekil 2.9 : Kaynağa göre yenilenebilir elektrik üretimi (yanmaz), Türkiye 1990-2020.....	41
Şekil 2.10 : Enerji Kimlik Belgesi Örneği	47
Şekil 2.11 : Sektörlere göre enerji verimliliğine yönelik küresel yatırım	50
Şekil 2.12 : Enerji verimliliğinde ölçeksel ilişki	51
Şekil 2.13 : Türkiye' nin Derece-Gün Bölgeleri Haritası	56
Şekil 2.14 : Fotovoltaik Panel Sistemlerinde Montaj Türleri	58
Şekil 2.15 : Web tabanlı simülasyon yazılımları	58

Şekil 3.1 : Site Görünümü	59
Şekil 3.2 : Vaziyet Planı	60
Şekil 3.3 : Mevcut Bina Normal Kat Planı	61
Şekil 3.4 : Mevcut Binanın Ön (K.D) ve Arka (G.B) Cephe Görünüşleri	62
Şekil 3.5 : Mevcut Binanın Yan Cephe (G.D.-K.B.) Görünüşleri	62
Şekil 3.6 : Mevcut Binanın Ön Cephesi (K.D.) Malzemeye Göre Renklendirme	64
Şekil 3.7 : Mevcut Binanın Arka Cephesi (G.B.)Malzemeye Göre Renklendirme ..	65
Şekil 3.8 : Mevcut Bina Sağ Yan Cephesi (K.B) Malzemeye Göre Renklendirme	65
Şekil 3.9 : Verimli Binanın Normal Kat Planı	71
Şekil 3.10 : Verimli Binanın Ön Cephesi (K.D.)	74
Şekil 3.11 : Verimli Binanın Arka Cephesi (G.B)	74
Şekil 3.12 : Verimli Binanın Sol Yan Cephesi (G.D)	75
Şekil 3.13 : Verimli Binanın Sağ Yan Cephesi (K.B)	75
Şekil 3.14 : Mevcut Bina ile Verimli Bina Ön Cephe (K.D.) Karşılaştırması	81
Şekil 3.15 : Mevcut Bina ile Verimli Bina Arka Cephe (G.B.) Karşılaştırması	82
Şekil 3.16 : Mevcut Bina ile Verimli Bina Sol Yan Cephe (G.D.) Karşılaştırması ..	82
Şekil 3.17 : İstanbul için konut doğalgaz fiyatları	84
Şekil 3.18 : Çatı Planı	88
Şekil 3.19 : Çatı Planı Güneş Panelleri	89
Şekil 3.20 : Fotovoltaik Panellerin Binaya Yerleşim Durumlarına Göre Sıcaklık Artışları ve Gelir Kayıpları	90
Şekil 3.21 : Elektrik Faturası Örneği	90
Şekil 3.22 : Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Sistem Maliyetleri	93

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 : Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü.....	54
Tablo 2.2 : Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş.....	54
Tablo 2.3 : Ortalama aylık güneş ışınım şiddeti.....	55
Tablo 2.4 : Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri.....	56
Tablo 2.5 : Farklı derece gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğuşma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri.....	56
Tablo 2.6 : A/V Oranına Göre Azami Yıllık Isıtma Enerjisinin Sınır Değerleri.....	57
Tablo 3.1 : Mevcut Bina Cephe Alanları ve Açıklık Tipleri	62
Tablo 3.2 : Mevcut Binanın Cephelerinde Açıklık Çeşit ve Alanları	63
Tablo 3.3 : Mevcut Binanın Cephelerinde Açıklık Çeşit ve Alanları	63
Tablo 3.4 : Mevcut Binanın Isı Transferi Yoluyla Oluşan Isı Kaybı	67
Tablo 3.5 : Mevcut Binanın Havalandırma Yoluyla Oluşan Isı Kaybı	67
Tablo 3.6 : Mevcut Binanın Isı Kazanç Hesabı	69
Tablo 3.7 : Mevcut Binanın Isıtma Enerjisi İhtiyacı	69
Tablo 3.8 : Mevcut Binanın EP Sınıfı, Yıllık Yakıt tüketimi, SEG Sınıfı	70
Tablo 3.9: Verimli Hali Açıklık Tipleri	72
Tablo 3.10 : Verimli Binanın Cephe Açıklıkları	73
Tablo 3.11 : Verimli Binanın Açıklık/Brüt Cephe Oranı.....	73
Tablo 3.12 : Verimli Binanın Isı Transferi Yoluyla Isı Kaybı	77
Tablo 3.13 : Verimli Binanın Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı	78
Tablo 3.14 : Verimli Binanın 2. Bölgeye Göre Isı Kazancı	99
Tablo 3.15 : Verimli Binanın Isıtma Enerjisi İhtiyacı	79

Tablo 3.16 : Binanın EP Sınıfı, Yıllık Yakıt Tüketimi ve SEG Sınıfı	80
Tablo 3.17 : Mevcut Projedeki Malzeme Maliyet Hesabı	85
Tablo 3.18 : Yenilenen Durumda Malzeme Maliyet Hesabı	86
Tablo 3.19 : Mevcut Binada Kullanılan Pencere Maliyet Hesabı	87
Tablo 3.20 : Verimli Binada Kullanılan Pencere Maliyet Hesabı	87

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme
B	Batı
BEP-TR	Bina Enerji Performansı Türkiye Ulusal Hesaplama Yöntemi
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CFC	Kloroflorokarbon
D	Doğu
EKB	Enerji Kimlik Belgesi
G	Güney
GB	Güney Batı
GD	Güney Doğu
GSYH	Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
K	Kuzey
KABEV	Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi
KB	Kuzey Batı
KD	Kuzey Doğu
MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
NASA	Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi
NGS	Nükleer Güç Santrali
NOAA	ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi
NSEB	Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar
PV	Fotovoltaik (Güneş) Paneli
SEG	Sera Gazı Emisyonu
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEP	Ton Eşdeğer Petrolü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma BANKası
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WCED	Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
WWF	Dünya Doğayı Koruma Vakfı
YES-TR	Ulusal Yeşil Bina Sertifika Sistemi

GİRİŞ

Hava, su ve toprak yaşamımızın devamı için ihtiyaç duyduğumuz tabiat unsurları, insanın varlığının devam etmesi ve iyi bir yaşam standardı için gereklidir. İklimin düzenlenmesi, bitki ve hayvanların çoğalması gibi olaylar tabiatta denge içerisinde. Dünya nüfusunun artmasıyla insanların beslenme, enerji ve malzeme ihtiyacı artmakla birlikte dünyanın kontrolsüz bir şekilde tahribatı ile bitki ve hayvanların azalması, bir müddet sonra tabiatın ihtiyaçlarımıza cevap veremeyeceğini göstermektedir. İhtiyaç duyduğumuz; beslenme, enerji ve malzemeye ulaşabilmemiz için tabiatın denge ve kanunlarının korunmasıyla, yani yaşamın her alanında sürdürülebilir bir yaşam tarzı oluşturmakla mümkündür.

Hayatımıza giren sanayileşme ile birlikte fosil yakıt tüketimi fazlalaşarak atmosferdeki sera gazlarını artırmış ve gaz dengelerini bozmuştur. Bu yüzden iklim değişimi meydana gelmiş, değişen iklimle beraber orman yangınları ve sel felaketleri artmıştır.

Sürdürülebilirlik ve iklim değişimi küresel ortak bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Hem insanın kontrolsüzce tahribatı hem atmosfere salınan CO₂ miktarının artması çevreye çokça zarar vermiştir. Çevrenin zarar görmesiyle de insan yaşamı tehlikeye girmiştir. Kendi topuğumuza sıkıttığımız bu durumu yine kendimiz düzeltmemiz gerekmektedir.

Gerek ulusal gerek uluslararası yapılan müzakerelerde çözüm arayışına gidilmiş ve iklim değişimi için önleme çalışmaları görüşülmüştür. Çözüm olarak kaynakların etkin kullanımı sağlanarak tüketimi azaltılmalı ve yenilenebilir kaynak kullanımına geçilmelidir. Bu yaklaşım atmosferde artan CO₂ miktarının azalmasını sağlayacaktır.

CO₂ salınımında en büyük pay enerji sektörüne aitken bu sıralamayı endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, tarımsal faaliyetler ve atık sektörleri takip etmektedir. Enerji sektörünün yaklaşık 1/3'lük kısmı ise binalardan kaynaklı CO₂

salınımıdır. Binalarda enerji verimliliği açısından yapılacak iyileştirmeler CO₂ salınımının azalmasına ciddi katkı sağlayacaktır.

Tez çalışması ile İstanbul Başakşehir Ayazma bölgesinde yer alan proje safhasındaki binanın, önce mevcut halinin ısı kaybı, yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu hesaplanmıştır. Sonra aynı bina, iyileştirme yapılarak enerji verimli hale getirilmiştir. Enerji verimli hale gelen binanın, ısı kaybı, yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar karşılaştırılarak, yakıt tüketiminde tasarruf ve CO₂ emisyonunda azaltım sağlanmıştır.

AMAÇ

Sürdürülebilir yaşamın önemi ve iklim değişikliğinin boyutlarına dikkat çekerek binalarda enerji verimliliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Binalarda yapılacak iyileştirmeler ve enerjinin etkin kullanımı ile yakıtta yapılan tasarruf ve CO₂ salınımının azaltılması sağlanacaktır. Binalarda istenmeyen ısı kaybı ve kazancı önlenerek, ısıtma ve soğutma için fazladan enerji tüketilmesinin önüne geçilecektir. Ayrıca enerji verimli hale gelen bina çatısına fotovoltaik paneller (PV) yerleştirilerek elektrik üretimi sağlanacaktır. Üretilen elektrik, bina ortak elektrik giderleri için kullanılıp fazla üretildiği takdirde elektrik şebekesine satılması öngörülmüştür. Böylelikle binanın enerjisi etkin kullanması ve yenilenebilir enerji üretimi sağlanacaktır.

KAPSAM

İklim değişimi, enerji ve enerji verimliliği konularında yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen veri, analiz, ulusal ve uluslararası yapılan görüşmeler sonucunda alınabilecek önlemlere dikkat çekilmek istenmiştir.

YÖNTEM

Çalışmanın konusuyla ilgili literatür araştırması yapılmış olup bununla birlikte ilgili kanun ve yönetmelikler incelenmiştir. Örnek bir binanın mevcut ve verimli haliyle ısı kaybı, yıllık yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonu hesaplanıp enerji verimli hale getirilerek, hesaplanan bina üzerinden, binalarda enerji verimliliği için alınabilecek önlemlere dikkat çekilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Bir organizma tarafından üretilen atık, diğer bir organizma için besine dönüşmektedir ve ortaya çıkan atık başka organizmalarca tüketilmektedir. Aynı şekilde havadaki gazlar, su ve topraktaki mineraller için de sürekli bir döngüden bahsedilebilmektedir. Kaynakların tekrar tekrar kullanılabilir olması, dünyanın sürdürülebilir bir döngü içerisinde olduğunu göstermektedir.

İnsan, varoluşundan bu yana hep bu döngü içerisinde yer almaktadır. Birçok parazit ve hastalığın üstesinden gelerek ve farklı enerji ve besin kaynakları bularak zamanla sayıları artmış ve baskın tür haline gelmiştir.

Tarihin ilk dönemlerinde ihtiyaç kadar tabiattan faydalanılırken, bilimsel ve teknolojik gelişmelerle birlikte ihtiyacın fazlası elde edilmeye başlanmıştır. Kâr amacı düşünülerek, insan merkezci (antroposentrik) bir yaklaşımla, insanlar istekleri doğrultusunda tabiata yön vermeye başlamış ve doyumsuz bir şekilde hakkı olmayana da el uzatmıştır. İnsanın bu davranışı çevreye zarar vermiş ve çevreye verilen bu zarar tüm canlılık sistemlerini tehdit eder duruma gelmiştir. Bununla beraber çevre duyarlılığı ortaya çıkmıştır. İnsanın tabiata verdiği zararın yine insan tarafından giderilmesi gerektiği anlaşıncı çevre duyarlılığı oluşmuş, bu da beraberinde çevre eğitimini getirmiştir.

İnsanların yaşam döngüleri içerisinde tükettikleri kaynakları gereğinden fazla kullanmaları, kaynakların azalması hatta tükenmesi probleminin yanı sıra, çevre dostu olmayan ve fazlaca kullanılan kaynakların ciddi derecede çevre kirliliğini meydana getirdiği görülmektedir. Bu durum insan ve çevre sağlığını tehlikeye atmakta ve beraberinde birçok sosyo-kültürel sorunları da getirmektedir. Sorunların giderilmesini sağlamak ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmamız için yapmamız gereken sürdürülebilirlik kavramını öğrenip hayatımıza geçirmektir. Rob Hengeveld'in 'Utandırılacak derecede tahrip edilmiş bir dünya.' (Hengeveld, 2019) olarak tanımladığı gezegenimize, insanlığın acilen sahip çıkması ve hızlı bir şekilde

tabiata değer veren toplumsal bir yapıya geçmesi gerekmektedir. Dünyayı yağmalanacak bir yer olarak kabul ettiğimiz takdirde farklı bir davranış biçimi ortaya çıkarken, dünyayı korunacak bir yer olarak kabul ettiğimizde ise çok daha farklı davranış biçimleri ortaya çıkmaktadır.

İngilizce karşılığı “sustainability” olan sürdürülebilirlik kavramı, ilk kez 1987 yılında BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından hazırlanan “Ortak Geleceğimiz” başlıklı Brundtland Raporu vesilesiyle (Şen&Kaya&Alpaslan, 2018) literatüre girmiş olsa da tarihin en başından beri yaşam döngüsünün temelini oluşturan bir kavramdır.

Brundtland Raporu’nda sürdürülebilirliği; gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüz ihtiyaçlarının karşılanması olarak tanımlamaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı, çevresel faktörlerden ekonomiye, özel ve kamusal her alanda geniş bir yer tutmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramını iyi anlamak, uluslararası küresel rekabette avantaj elde etmeyi sağlamaktadır. Ekonomik, ekolojik, politik, sosyal, teknolojik ve demografik olmak üzere birçok alanla birlikte inşaat sektöründe de sürdürülebilirliğin öneminden bahsetmek mümkündür. Sürdürülebilir yaşam, doğal kaynakların verimli kullanılması ve çevreye verilen zararın en aza indirilmesinin yanı sıra tüm insanların yaşam koşullarını iyileştirmeyi amaçlar. Bu nedenle ortaya çıkan sürdürülebilirlik bilinci tüm kategoriler için küresel bir kültürel fikir birliği haline gelmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramı ekolojik, ekonomik ve sosyal boyut olmak üzere üç boyutta ele alınmaktadır. Sürdürülebilirlik ile;

1) Ekonomik olarak temin edilmeli ve kaynaklar uzun yıllar boyunca verimli kullanılabilmelidir.

2) İnsanın olduğu her alanda çevreyi korumalıdır.

3) Birey, toplum ve küresel anlamda eşit davranarak yoksul ülkelerin çevresel anlamda sömürülmesine engel olmalıdır. (Şen, Kaya, ve Alpaslan, 2018)

Sürdürülebilirliğin ekolojik (çevresel) boyutunu ele alalım. Ekolojik sürdürülebilirlik, üretim esnasında ve ortaya çıkan ürün sonucunda toprak, hava ve suyun kirlenmesine engel olunacak ya da en aza indirilecek şekilde yapılan düzenlemelerdir. Callicott ve Mumford, 1997 yılında ekolojik sürdürülebilirliği “Ekosistemin sağlığından ödün vermeden insan ihtiyaçlarını karşılamak.” şeklinde tanımlamıştır. (Gedik, 2020)

Özcan, sürdürülebilirliğin çevresel boyutu adı altında şunları sıralamıştır;

- Yenilenebilir kaynaklar sürdürülebilir şekilde kullanılmalı,
- Yenilenemeyen kaynaklar mümkün olan en az düzeyde kullanılmalı,
- Küresel hayat ve canlı çeşitliliği korunmalı,
- Çevreye verilen zarar ve kirlilik en az düzeye indirilmeli,
- Küresel ölçekte tabiat ve kültür varlıkları korunarak çevresel kalite artırılmalıdır. (Özcan, 2013)

Çevresel sürdürülebilirlikte, yenilenemez kaynakları yeteri miktarda kullanımı ile yenilenebilir kaynakların da aşırı tüketimi önlenerek kaynakların kontrollü kullanımı sağlanmalıdır. İnsan ve tabiat uyum içinde üretim sağlayabilmeli ve sonraki nesillerin yaşam koşullarını olumsuz etkilememelidir.

1.1.1. Mimaride Sürdürülebilirlik

Dünyada kentsel nüfus giderek artmakta ve 2050 yılında dünya nüfusunun %70’ ini oluşturması beklenmektedir. (On Birinci Kalkınma Planı, 2019) Artan kent nüfusu ile kentleşme alanları da artmaktadır. Kentleşme artarken, çevresel sorunlar göz önünde tutularak, çevreyi korumaya yönelik planlamalar sağlanmalıdır.

Kentleşmede çevre duyarlılığı, kenti oluşturan yapıların çevreye duyarlı tasarlanıp, uygulanmasıyla sağlanmaktadır. Çevre sağlığı için kentin oluşmasını sağlayan yapılarda sürdürülebilirliğin sağlanması önemlidir.

Yapıda sürdürülebilirlik; enerjinin etkin kullanımı, tabiata dost, insan sağlığına olumsuz etkisi olmayan ve kaynak kullanımında geri dönüşümün sağlanarak yaşam kalitesinin yükseldiği mekânlar ile meydana gelmektedir. Yapı tasarlanırken

kaynakların sınırlı olduğu bilinci ile kaynakların israf edilmeden verimli şekilde kullanılması önemlidir.

“Sürdürülebilir mimarlık; enerji, su ve malzeme kaynaklarını etkin kullanan, yapı yaşam döngüsünün her safhasında yerel ve küresel çevre sorumluluğu taşıyan, insan sağlığını, kültürel ve tarihsel birikimleri koruyan mimarlık olarak tanımlanabilir.” (Özcan, 2013)

“Sürdürülebilir mimarlık; yerel malzemenin kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, etkin yapı alanı tasarımı, su ve enerji korunumu, atık yönetimi, sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirilmesi, sağlıklı iç mekân hava kalitesi sağlanması, biyolojik çeşitliliğin korunması, zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması, geri dönüşümlü malzeme kullanımı gibi konuları kapsar.” (Erol, 2017)

“Sürdürülebilir mimarlık, kullanılan enerji kaynaklarının tümünü azaltmayı hedefler. Yapıların tasarım aşamasından kullanım sürecinin tamamlanmasına kadar olan süre zarfında çevreye ve enerji kaynaklarına zarar vermemek amaçlanır. Sürdürülebilir mimarlıkta toplumsal yapıya ve ekonomik duruma uygun olma koşulu vardır.” (Özbaysar, 2019)

Özcan ve Erol’un açıklamalarında görüldüğü gibi kaynakların verimli kullanımı, çevre ve insan sağlığının korunumu sürdürülebilir mimari için temel şarttır. Özbaysar diğer bir şart olarak, toplumsal yapıya ve ekonomik yapıya uygunluğundan bahsetmektedir.

Bir yapı inşa edilirken, yapının kullanıcısı ve çevresi ile olan ilişkisi önemlidir. Yapı, kullanıcının ihtiyaçlarına cevap vermeli ve bununla birlikte çevreye zarar vermekten kaçınmalıdır.

KAYNAK YÖNETİMİ	YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI	İNSANA VE ÇEVREYE DUYARLI TASARIM
Enerjinin etkin kullanımı	Yapı öncesi dönem	Doğal koşulların kullanılması
Suyun etkin kullanımı	Yapı dönemi	Kentsel tasarım ve arazi planlaması
Malzemenin etkin kullanımı	Yapı sonrası dönem	İnsan konforu için tasarım
Yapı alanlarının etkin kullanımı		

Şekil 1.1:Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri

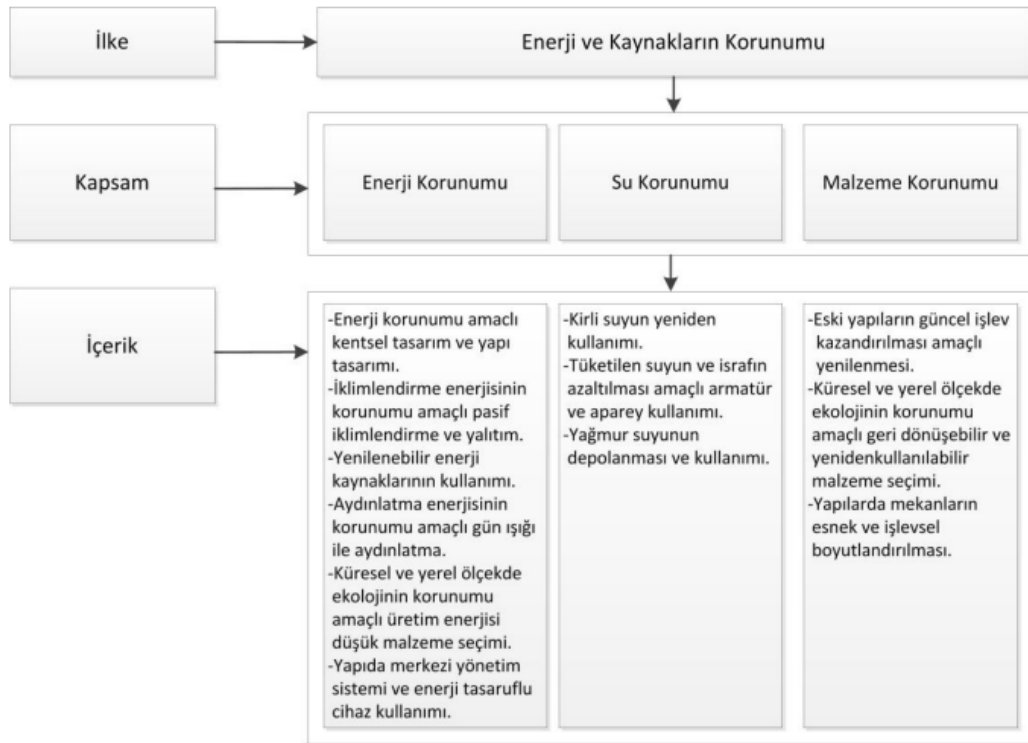
Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri Şekil 1.1’de gösterildiği gibi kaynak yönetimi, yaşam döngüsü tasarımı ve insana ve çevreye duyarlı tasarım başlıkları altında incelenmektedir. Bunlardan kaynak yönetimi; enerji, su, malzeme ve yapı alanlarının etkin kullanımınıdır. İkinci bölüm olan yaşam döngüsü tasarımında, yapının inşası, kullanımı ve sonrasında yıkımı esnasında sürdürülebilir bir yaklaşım benimsenmelidir. Üçüncü bölüm olan insana ve çevreye duyarlı tasarımda ise insan konfor ve sağlığına dikkat edilen, doğal koşulların kullanılarak kentin ve arazinin planlandığı bir yaklaşım benimsenmelidir.

Sakıncı’ya göre sürdürülebilir yapı şu şekilde maddelendirilmiştir:

- İnsanın yaşam standardını artırmak önemlidir.
- İnsan sağlığı ve konfor düzeyini yükseltmektedir.
- Kaynak kullanımında kontrollü tüketim sağlar.
- Kullanım ve yapım aşamasında enerjiye duyulan ihtiyaç en aza indirgenmeli ve korunumu sağlanmalıdır.
- Bulunduğu çevreye dost bir tavır içerisindedir.
- Enerji kullanımında alternatif sistemlerden faydalanılır.
- Üretim sonrası ortaya çıkan atık, en az düzeyde ve denetimlidir.
- Yapımında kullanılan malzemeler dönüşümlü olup yeniden kullanılabilir.
- Kullanıcının sosyal ve kültürel ihtiyaçlarına cevap vermelidir.

- Yapım niteliği en üst seviyede ve uzun ömürlüdür.
- Kullanıcısının kişisel seçimlerine uygundur. (Sakinç 2006)

Yapı inşa edilirken enerji, su, malzeme ve yapı alanı kaynak olarak kullanılır. Yapıda sürdürülebilirliği sağlarken kullanılan bu kaynakların israfı önlenerek, etkin kullanımı sağlanmalı, kaynakların yerel ve yenilenebilir olmasına dikkat edilmeli, insanların tabiatla uyumu gözetilmelidir. Bu koşullarla birlikte yaşam kalitesi yüksek tutulduğu, toplumsal değerlerin önemsendiği, uygulamalarda doğal peyzaj alanlarının tercih edildiği ve teknolojiden faylanıldığı bir tasarım olmalıdır.



Şekil 1.2: Enerji ve kaynakların kullanımı (Özcan, 2013)

Yapının yapım ve kullanım aşamalarında enerjiye gereksinim duyulmaktadır. Yapı kullanım durumunda iken aydınlatma, ısıtma, soğutma ve havalandırma vb. için enerji gereklidir. Yapının üretiminden kullanımına dek ihtiyaç duyulan enerjinin çevreye olan zararlı etkisini azaltmak için, ilk olarak enerjiden en yüksek verimin alınmasını sağlamak ve yenilenemeyen enerji kullanımını azaltarak yenilenebilir kaynaklardan enerji kullanımı sağlanmalıdır. Şekil 1.2' de verilen enerji kaynakların

korunumu ile ilgili tablo bulunmaktadır. Burada enerji korunumunun içeriği ile ilgili maddeler yer almaktadır.

Sürdürülebilir toplumun gelişimi için sera gazı emisyonunun azaltılması önemlidir. İklim değişikliği bilincinin oluşmasıyla sera gazı emiliminin azaltılması ile birlikte son yıllarda artan enerji fiyatları enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynak kullanımının önemini göstermektedir.

1.2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Dünyamıza güneşten gelen ışınlar yeryüzünden yansıyarak geri dönmek ister, fakat sera gazı olarak adlandırılan CO₂, metan, azot, su buharı gibi gazlar ışınların atmosferden çıkışını engeller. Bu olaya sera etkisi denilmektedir. Sera etkisi ile yeryüzündeki ortalama sıcaklık canlıların yaşamının devamı için ihtiyaç duyulan ısı düzeyini yakalar. (URL 1) Atmosfere salınan sera gazlarının özellikle CO₂'in artması sonucu sera etkisi artarak yeryüzündeki ideal sıcaklık ortalamasının yükselmesine sebep olmaktadır. Bunun sonucunda iklim değişikliği meydana gelmektedir.

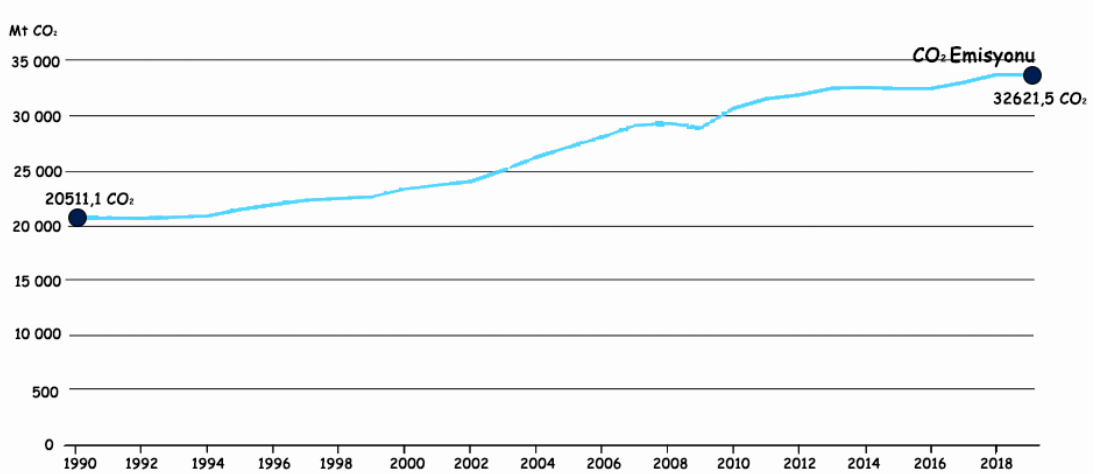
Birleşmiş Milletler (BM) Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), 2019 yılı sonu itibarıyla son 10 yılın dünya tarihinin en sıcak 10 yılı olduğunu açıkladı. Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), ABD'nin Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) ve Birleşik Krallık Meteoroloji Dairesi'nin verileri kullanılarak yapılan hesaplamalarda 2019 yılının 1850'den itibaren ölçülen en sıcak ikinci yıl olduğunu bildirmişti. (URL-2)

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) yaptığı açıklamada, 2010-2020 yıllarını kapsayan süreçte dünya sıcaklık ortalaması 14,7°C olduğu ve 20. yy ortalamasının 0,8 derece üstünde olduğunu kaydetti. (URL-2)

Uzmanlardan alınan bilgiler ışığında yapılan araştırmalar, fosil yakıt kullanımı sonucu artan CO₂ miktarı, enerji üretimi sırasında açığa çıkan ısı ile dünya sıcaklık ortalamasının artması beraberinde buzulların erimesi, deniz seviyesinde artış, göllerde kuruma ve kuraklık gibi çevresel dengelerin alt üst olması tehlikenin büyüklüğünü gözler önüne sermektedir.

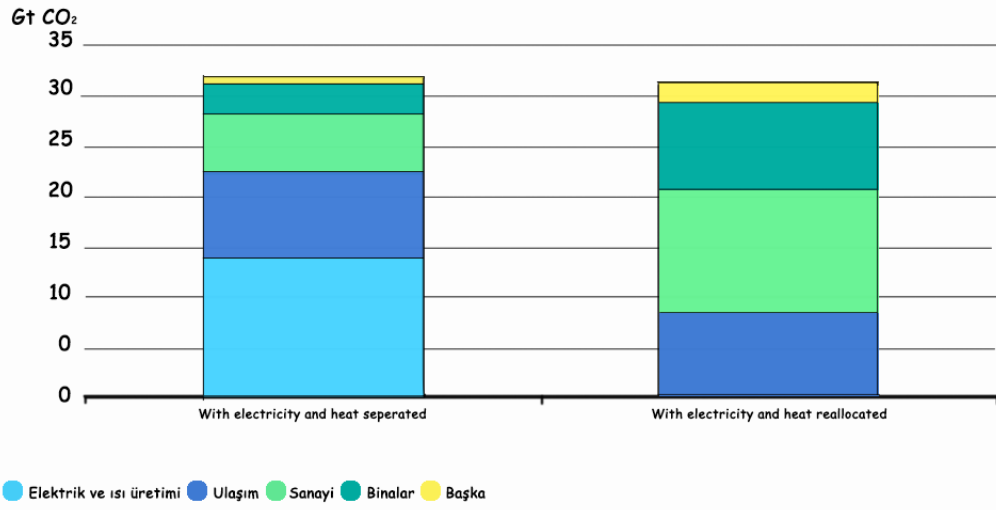
2021 yılı Temmuz, Ağustos aylarında Türkiye, Yunanistan, İtalya, ABD, Rusya ve Cezayir gibi dünyanın birçok yerinde şiddetli orman yangınları görülmüş (URL-3) ve bununla birlikte 2021 yılı Sırbistan, Endonezya, Türkiye, Almanya ve ABD gibi dünyanın birçok yerinde şiddetli sel felaketleri meydana gelmiştir. (URL-4) 2021 yılı Temmuz ayında Türkiye'nin kuzeyinde yer alan Rize, Artvin, Kastamonu ve Sinop illerinde sel felaketi yaşanırken aynı anda Antalya ve Muğla gibi güney illerinde ise orman yangınları ile meydana gelmekteydi.

Orman yangınları ve sel felaketlerinin yanı sıra çekirgelerin yayılması ve Covid-19 virüsü salgını gibi son yıllarda yaşanan pek çok felaket, dünya genelinde olumsuz etkilere sebep oldu. Deneyimlediğimiz felaketler, biyoçeşitliliği ve çevreyi korumanın sağlığımız, huzurumuz ve güvenliğimiz için vazgeçilmez öneme sahip olduğunu göstermektedir. 2020, uluslararası toplumun, iklim, biyoçeşitlilik ve sürdürülebilir kalkınma alanlarında gerçekleştirilmesi öngörülen çok sayıda etkinlikle Antroposen Çağ'ın dizginlerini ele almayı planladığı bir 'süper yıl' olarak ilan edilmişti. Ancak COVID-19 nedeniyle, bu konferansların çoğu ertelendi. (WWF, 2020)



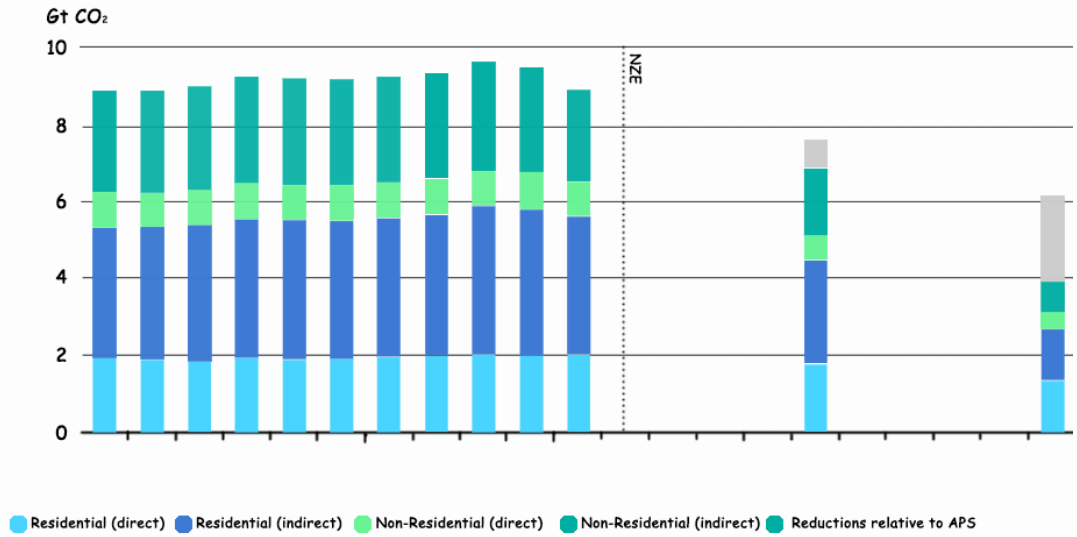
Şekil 1.3: Toplam CO₂ emisyonları, Dünya 1990-2019 (IEA 1)

Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre, 2019 yılında dünyada oluşan toplam CO₂ emisyonu, 1990 yılına göre yaklaşık %64 daha fazla olduğu görülmektedir. (Şekil 1.3)



Şekil 1.4: Sektörlere Göre Küresel CO₂ Emisyonları, 2019 (IEA 2)

Şekil 1.4’de Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 2019 verilerine göre, küresel anlamda CO₂ emisyon miktarının sektörlere göre dağılımını görmekteyiz. CO₂ emisyon miktarını azaltmak için çoğunlukla ulaşım, sanayi ve binaların atmosfere salmış olduğu emisyonu azaltmak gerekmektedir.



Şekil 1.5: Net sıfır senaryosunda bina kaynaklı CO₂ emisyonu, 2010-2030 (IEA 3)

Doğrudan ve dolaylı olarak CO₂ emisyonunun büyük bir çoğunluğu binalardan kaynaklanmakta olduğunu Şekil 1.5’te görmekteyiz. 2020 yılına ait binalarda CO₂ emisyon miktarındaki azalışın sebebi çoğunlukla, dünyayı etkisi altına alan Covid-19

pandemisinin ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneliminin bir sonucudur. Pandemi ile çalışmaların ve eğitimin uzaktan online olarak devam etmesi, restoranların ve otellerin kullanılmaması gibi hizmet sektöründeki faaliyetlerin azalması, hizmet binalarının enerji talebinde şimdiye kadarki en büyük düşüşün ana sebebidir. Bununla birlikte, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji üretimindeki artış, enerji talebindeki düşüşle bir araya gelince 2020 yılındaki CO₂ emisyonu, 2019 yılındaki CO₂ emisyonuna göre düşüş göstermektedir. Pandeminin etkisinin azalmasıyla, normal hayata dönüşle birlikte 2021 yılında enerji tüketimi ve CO₂ emisyon miktarında artış beklenmektedir. (IEA 3)

Ulusal ve uluslararası yapılan müzakerelerde, küresel ortak karar olarak, iklim değişikliğinde alınması gereken tedbirlerden en önemlisi CO₂ salınımının azaltılması gerekliliğidir. “İklim değişikliğini yavaşlatmayı hedefleyen birçok olası strateji mevcuttur, ancak bunlar arasında en umut verici olanı *mitigation*, yani karbondioksit ve diğer sera gazı salımlarını azaltmaktır.” (Nordhaus, 2020)

1.2.1. İklim Değişikliği Strateji Belgesi (2010-2023)

Ülkemiz, iklim değişikliğinin oluşturduğu çevresel ve sosyoekonomik açıdan olumsuz sonuçlara varabileceğini ve ülkelerin güvenliğini tehdit edebilecek boyutlara ulaştığını ve mücadelenin de sera gazı azaltımı ve uluslararası işbirliği ile olacağını bilmektedir. Bu durumda Türkiye, iklim değişikliğinin sebep olduğu olumsuz etkileri azaltmak amacıyla, global gayrete, kendine has koşulları ve olanakları kapsamında katkı sağlamak için “Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi”ni hazırlamıştır. Strateji; bir yıl, 1-3 yıl ve 10 yıl gibi farklı sürelerde gerçekleşmesi amaçlanan maddeleri kapsamaktadır.

Bu Strateji ile Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin esaslarından biri olan “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” dahilinde iklim değişikliği ile mücadeleye, olanaklarına göre, katkıda bulunmayı hedeflemekte; ulusal azaltım, uyum, teknoloji, finansman ve kapasite oluşturma politikalarını benimsemektedir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Dördüncü Değerlendirme Raporu'na göre Türkiye, iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarından en çok tesirinin görüleceği Akdeniz Havzası'nda bulunmaktadır.

Ülkemizin iklim değişikliği çerçevesinde vizyonu; iklim değişikliği ile ilgili alınan önlemlerin kalkınma politikası ile bütünsel bir yaklaşımla, enerji verimliliğini sağlayıp, yenilenebilir enerji kullanımını artırmak ve vatandaşın yaşam kalitesinin korunarak karbon salınımının azaltıldığı bir ülke olmaktır.

Türkiye'nin küresel mücadele içinde iklim değişikliğiyle ilgili temel amacı, taraflarla işbirliği içerisinde, tarafsız, bilimsel sonuçlar çerçevesinde ortak akılla, ortak fakat farklılaşmış sorumluluklar ilkesi ve Türkiye'nin hususi koşulları çerçevesinde katılmasıdır.

Hedefler

Stratejik hedefler şu şekildedir:

- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde yer alan “ortak ancak farklılaşmış yükümlülükler” prensibine elverişli bir şekilde, iklim değişikliğiyle yapılan mücadele ve uyum sürecinde tutumunu ve milli kalkınma planlarını sürece katmak.
- Kalkınma planlarının uygulanmasına engel olmayacak şekilde, sera gazı emisyon hızını sınırlandırmak.
- İklim değişikliğinin etkilerini azaltma ve uyum sürecinde, ulusal hazırlık düzeyini artırmak; bu girişimle ile sağlayacağı deneyimlerini bölge ülkeleriyle paylaşmak ve uyum sürecine ait ikili ve çoklu taraflarla ortak araştırma projeleri geliştirmek.
- Azaltım, uyum, teknoloji transferi ve finansman başlıklarından oluşan stratejik amaçların, tasarım ve yürütülmesinde uluslararası rol almak.
- Uyum sürecinde gerekli olan mali kaynaklara ulaşımı artırmak.
- Temiz üretime yönelik Ar-Ge ve özgün ve yenilikçi üretimini artırmak.
- Uyum sürecinde şeffaf, katılımcı ve bilimsel dayanakları olan kararlar almak.

- Kamu, özel sektör, üniversite, sivil toplum gibi her kesimde tüketim biçimleri çevreye dost bir yaklaşımla ele alınmasını sağlamak için kamuoyunu bilinçlendirmek.
- Bütüncül bir bilgi yönetim sistemiyle bilgi akışını sağlamak.

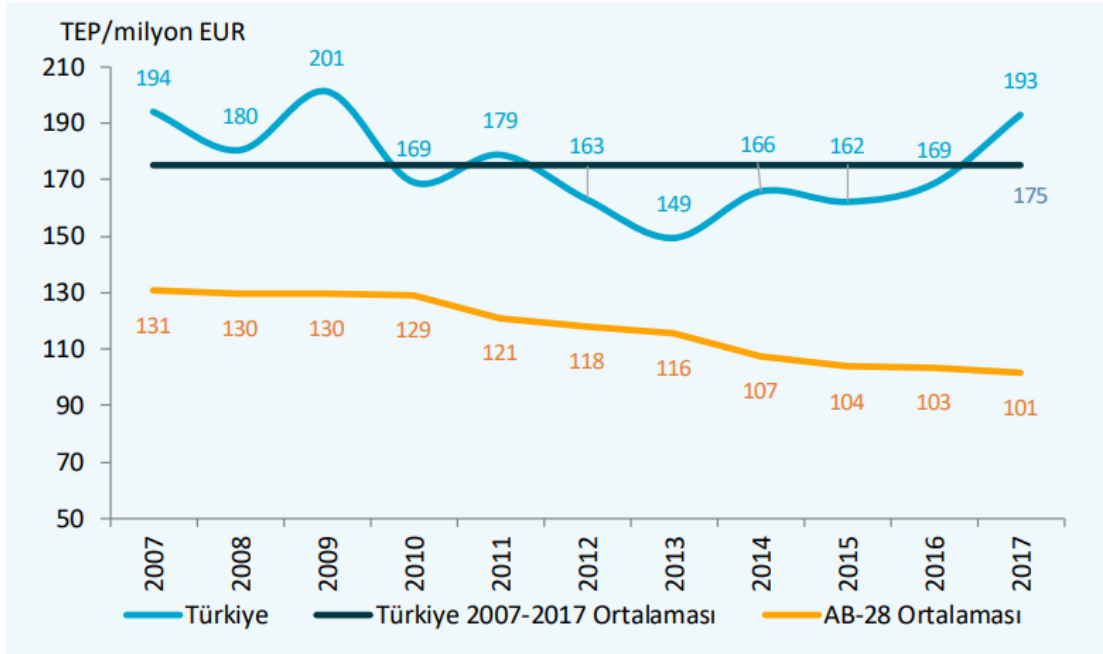
Stratejiler

- İklim değişikliğine uyum sürecinde uluslararası işbirliğinin sağlanması amacıyla yürütülen müzakerelere aktif katılım sağlamak.
- Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi ile Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı hazırlamak.
- Emisyon envanterinin daha sağlıklı olması için, ihtiyaç duyulan altyapıyı oluşturmak.
- İklim değişikliği ile mücadele ve uyum sürecinde, enerji, tarım, ormancılık, ulaştırma, sanayi ve atık dallarında birçok politika izlemekte ve önlem almaktadır. Gelişmekte olan Türkiye, aynı düzeyde ekonomik gelişimi olan ülkelere sağlanan finansman ve teknolojik transfer olanaklarından faydalanarak emisyon azaltımı ve iklim değişikliğine uyum çabalarını sürdürmeyi hedeflemektedir.

Enerji

- Hidrolik ve rüzgâr başta olmak üzere tüm yerli kaynaklarımızdan, içeriden ve dışarıdan sağlanan finansman olanakları ile temiz üretim teknolojileri ve en iyi yöntemler ile yüksek seviyede yararlanılacaktır.
- Binalarda enerji verimliliği olası gücü saptanacak ve bu gücü en üst seviyede değerlendirilecektir. Yapı malzemesi ve teknolojide, enerji verimliliğini sağlayan projelere öncelik verilecektir.
- Mevcut binalarda EKB uygulaması için gerekli altyapı oluşturulacaktır. Isı yalıtımı ve başka verimliliği artıracak uygulamalar teşvik edilecektir.
- Sanayi ve binalarda standartlara uygun enerji yönetimi, sertifikalı enerji yöneticileri tarafından uygulanacaktır.

- Yerli sanayinin desteklendiği, sıfır emisyon teknoloji kullanımı özendirilecek ve temiz enerji kaynakları için Ar-Ge çalışmaları yapılacaktır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı fazlalaştırılarak, duruma ait ekonomik araçların geliştirilmesi desteklenecektir.
- Uzun vadede var olan termik santrallerin rehabilite edilmesi ve hidroelektrik santrallerin de veriminin artırılması sağlanacaktır.
- 2020 yılına kadar enerji yoğunluğu 2004 yılına göre daha düşürülecektir.



Şekil 1.6:2007-2017 Türkiye Enerji Yoğunluğu (TSKB, 2019)

2020 yılına kadar enerji yoğunluğunun azaltılması hedefine ulaşamadığını Şekil 1.6’da görmekteyiz. “Enerji yoğunluğu hesaplamasında ideal durum GSYH yükselirken enerji tüketiminin düşük kalmasıdır. Şekil ‘de AB ülkelerinde enerji yoğunluğu 2007’den 2017’ye azalma görülürken Türkiye enerji yoğunluğuna baktığımızda dalgalanma görmekteyiz. Aynı dönemde, Türkiye’nin benzer şekilde anlamlı bir seyir izleyememesinin iki sebebi olduğu değerlendirilmektedir. Bunlardan ilki özellikle son yıllarda GSYH büyümesinde izlenen yavaşlama ve göstergeye esas döviz kurundaki volatilité iken, ikinci sebep ise Türkiye enerji verimliliği politikalarının henüz istenen seviyede hayata geçirilememiş olmasıdır.” (TSKB, 2019)

- Kamu kuruluş ve binalarında enerji tüketiminde iyileştirme yapılacaktır.
- 2023 yılına kadar yenilenebilir enerjinin toplam üretilen enerji içerisindeki payı %30'a çıkarılacaktır. (Şekil 2.1'e baktığımızda bu oranın 2020 yılında bu oranın yaklaşık% 42 olduğunu görmekteyiz.) Hidrolik potansiyelin tamamı değerlendirilecek, rüzgâr ve jeotermalden elektrik üretimi ise artırılabilecektir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi eldesi özendirilecektir.

İklim Değişikliğine Uyum

- İklim değişikliği sebebiyle artacak orman yangınlarını (maalesef 2021 yılı yaz aylarında ülkemiz orman yangınlarını acı bir şekilde tecrübe etti) engellemeye ve ormansızlaşma kaynaklı azalan yutak alanların korunmasına, doğal ormanların korunup geliştirilmesine ve ağaçlandırma çalışmalarına hız verilecektir.
- Çölleşme ve erozyonla ilgili mücadele yöntemleri geliştirip yaygınlaştırılacaktır.
- Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ile ilgili çalışmaların geliştirilmesine devam edilecektir.
- Uyum sürecinde yerel yönetimlerin, meslek adamlarının ve halkın eğitimi ve bilinçlendirilmesi, bilimsel ve sosyal gayretlerin teşvik edilmesi, uluslararası iletişim ve bilgi aktarımı, politika ve strateji geliştirmeye devam edilecektir.
- Uyum sürecinde ortaya çıkabilecek afet ve riskler (insan sağlığı, çevre, tarihi ve kültürel koruma alanları ve ekonomik faaliyetler üzerindeki olumsuz olabilecek etkiler) hakkında toplumun bilinçlenmesini sağlayacak eğitim çalışmaları yapılacaktır. Yayın, TV programları gibi etkinlikler düzenlenecektir.
- Ülkemizde yeraltı ve yer üstü su kaynaklarının korunması ve çok amaçlı kullanımı sağlanacaktır.
- İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkileri belirlenerek, hassas bölgeler için uyuma yönelik uygulama önerileri geliştirilecektir.

- İklim değışikliği ile meydana gelecek olan sıcaklığın artması, beraberinde buharlaşmaya sebebiyet verecektir. Bu yüzden sulanan alanlardaki tuzluluk artışının önüne geçebilmek için toprak işleme, drenaj, sulama teknikleri, malçlama gibi önlemler alınacaktır. Konuyla ilgili projeler geliştirilip, çiftçi bilgilendirilecektir.
- Su kaynaklarının etkin kullanımı ve korunması için, suyun hacim esasına göre fiyatlandırma yapılacaktır.
- Aşırı su tüketimine neden olan şebekelerin iyileştirilmesi ve modern sisteme geçişi sağlanacaktır.
- İklim değışikliğinin ülke genelinde etkilene bilirlık analizi yapılacaktır. İlgili risk haritaları ve afet yönetim planları kamuoyunun kolayca erişebileceği şekilde mekanizmalar oluşturulacaktır.
- Bina ve yerleşimlerde yağmur suyunun tekrar kullanımını sağlayan strateji ve teknolojiler geliştirilecektir.
- WHO ve IPCC'de bahsedilen ve ülkemizde de görülebilecek salgın hastalıklara etkisi izlenecek, koruyucu ve engelleyici sağlık politikaları geliştirilecektir.
- İklim değışikliği ile aşırı ısınma, aşırı soğuma, sel, fırtına, kuraklık gibi olayların insan sağlığına etkileri gözlenecek ve insan sağlığına etkilerinin azaltılması sağlanacaktır.

Finansman

- Uyum sürecinde mevcut finansman kaynaklarının etkin kullanımı sağlanacaktır.
- Uluslararası fonlardan faydalanabilmek için ikili ve çoklu taraflarla işbirliği yapacaktır.
- Azaltım ve uyum için gerek duyulan mali kaynaklara erişimi sağlanacaktır.
- Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına mali destek sağlayan gönüllü karbon piyasaları için gerekli altyapı oluşturulacaktır. Gönüllü karbon piyasalarının,

teknoloji transferi ve teknolojinin yaygınlaştırılması ile Ar-Ge faaliyetlerini özendirici yapıda olması sağlanacaktır.

- Temiz teknoloji, düşük karbonlu, emisyon kontrolü sağlanan ve çevre dostu üretimler desteklenecek ve uyum sürecine yönelik projelere öncelik verilecektir.
- İklim değişikliğiyle mücadele ve uyuma yönelik sürdürülebilir ilave finansman kaynakları oluşturulacaktır.

Son olarak 6 Haziran 2022 tarihinde yapılan kabine toplantısında Devlet Başkanı Erdoğan şu cümlelere yer vermiştir:

"Binaların yalıtım çalışmalarında kullanılmak üzere, daire başına 50 bin liraya kadar, 60 ay vadeli ve 0,99 faiz oranıyla kredi imkânı getiriyoruz."(URL-5) İfadelerden anlaşılacağı üzere binalarda enerji verimini artırmak için devlet kredi vereceğini açıklamıştır.

Eğitim, Kapasite Artırımı ve Kurumsal Altyapı

- Uyum süreci için kurumsal kapasite ve bilinç düzeyi artırılacaktır.
- Toplumun her kesiminde tüketimde çevre dostu yaklaşım sağlanacak, bu konuda kamuoyu bilinçlendirilecektir.
- "İklim Değişikliği Araştırma Enstitüsü" kurularak iklim değişikliğini önlemeye yönelik bilimsel araştırmalar yapılacak ve bu konuda yapılacak çalışmalar desteklenecektir.

İzleme ve Değerlendirme

- Bahsedilen strateji ve eylem planını İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu değerlendirecek ve tüm çalışmaların koordinasyonu ve önlemlerin vaktinde alınmasını olanaklı kılan izleme sistemi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından koordinasyonu sağlanacaktır.
- Stratejiler eşiğinde eylem Planı'nın uygulanması ve izlenmesi için üç aylık raporlarla takip edilecek ve İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu üyeleri bilgilendirilecektir.

1.3. ÜLKEMİZİN DÂHİL OLDUĞU ULUSLARARASI SÖZLEŞME VE PROTOKOLLER

İklim değışikliği, terör, mülteci sorunu gibi bir yada birkaç ülkeyi ilgilendiren sorun değildir. Kapıları kapatarak mülteci girişine engel olabilirsiniz ancak iklim değışikliği durumu bu ve benzer şekilde engellenemez. Küresel bir sorun olan iklim değışikliğine, ister dost ister düşman olsun tüm ülkelerin el birliği ile adım atması gerekmektedir.

Gelecek nesillere, temiz ve yaşanabilir bir dünya bırakmak görevimizdir. Ülkeler, iklim değışikliğini tersine çevirmek için yurtiçinde ve yurtdışında acil önlemler alarak uluslararası anlaşma ve sözleşmeler yapmaktadır. Ülkemizin de katıldığı müzakerelerden bahsedeceğiz.

1.3.1. Viyana Sözleşmesi

Ülkemizde 8 Eylül 1990 tarihinde, 20629 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Viyana Sözleşmesi, Ozon tabakasındaki değışikliğin, insan ve çevreye zararlarının vermiş olduğu bilinçle anlaşmaya varılmıştır. Sözleşme, insani faaliyetler yüzünden zarar gören ozon tabakasının uluslararası işbirliğiyle insan sağliğı ve çevre korunumu sağlamak için tedbirler almaya kararlıdır. Ozon tabakasının takibi yapılarak, zarar veren ve verebilecek faaliyetler tespit edilip, bu faaliyetler kontrol altına alını, sınırlandırılacaktır. Viyana Sözleşmesi, kloroflorokarbon(CFC) üretiminin izlenmesi ve bilgi paylaşımı yapılmasını desteklemiştir. Kontrol ve hedeflerinde yasal bağlayıcılı olmayan bir çerçeve sözleşmedir.

1.3.2. Montreal Protokolü

Montreal Protokolü, Viyana sözleşmesinin ardından, ozon tabakasını inceltten maddelerin kullanımı ve üretiminin kontrol altına alınması için planlanmıştır. 8 Eylül 1990 tarihinde, 20629 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır. Taraf olmayan ülkelerle ticaretin düzenlenmesi ve taraflardan gelişmekte olan ülkelerin özel durumlarına dikkat edilecektir. Ozon tabakasının incelendiği konusunda halkın bilinçlendirilmesi sağlanacaktır.

Protokolle kontrolü edilen maddeler; CFCL₃ (CFC-11), CF₂CL₂ (CFC-12), C₂F₃CL₃ (CFC-113), C₂F₄CL₂ (CFC-114), C₂F₅CL (CFC-115), CF₂BrCL (halon-1211), CF₃Br (halon-1301), C₂F₄Br₂ (halon-2402) (Tespit edilecek)

Bu ozon tüketim potansiyelleri mevcut bilgilere göre tespit edilen tahminlerdir ve periyodik olarak gözden geçirilecek, yenileneceklerdir.

1.3.3. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) ile Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ortak olarak insan kaynaklı etkilerin sonucu değişen iklim özelliklerine karşı küresel tepki olarak ortaya çıkan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, içerisinde ülkemizin de yer aldığı 196 ülke ve AB'nin taraf olması ile neredeyse evrensel bir katılıma ulaşmıştır. 1992 yılında kabul edilen sözleşmenin yürürlüğe girmesi ise 21 Mart 1994 tarihindedir. Ülkemiz ise sözleşmeye, 2004 yılının mayıs ayında taraf olmuştur. Sözleşmenin amacı, insan kaynaklı olumsuz müdahalenin iklim sistemine verdiği zararın ve atmosferde bulunan sera gazı birikiminin önüne geçmektir. Çerçeve sözleşme olarak genel kuralların tanımı BMİDÇS tarafından yapılmaktadır. Sözleşmede, iklim sisteminin, endüstri ve başka sektörlerin sebep olduğu CO₂ ve diğer sera gazlarının etkilediği ortak görüşü kabul etmektedir (URL-6). BMİDÇS; taraf ülkeleri, sera gazı emisyonlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını (örneğin ormanlar, okyanuslar, göller) korumaya teşvik etmektedir (URL-7).

Sözleşmenin genel ilkelerinden bahsedecek olursak, eşitlik ilkesi, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk ilkesi, ihtiyatlılık ilkesi ve sürdürülebilir kalkınmayı destekleme hakkı ve yükümlülüğü olarak belirlenmiştir. Bu ilkelerin yanı sıra “insanlığın ortak kaygısı”, “serbest ticaret” ve “maliyet etkinlik” gibi ilkelere yer verilmiştir. (URL-6)

1.3.4. Kyoto Protokolü

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olanlarla yapılan bir sözleşmedir. 1997 yılının aralık ayında ve Kyoto'da gerçekleştirilmiştir. 2005 yılında yürürlüğe girmiş ve 2010 yılı itibariyle de 191 ülke ve AB taraftır.

Protokol, Sözleşme'nin amaçları ortaktır. Sanayileşmiş ülkelerin sera gazı salımlarının Sözleşme'de bağlayıcılığı olmayan bir yaklaşım varken, Protokol'de sanayileşmiş ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltma ve sınırlama yaklaşımına gitmiştir. Kyoto Protokolü'nün kapsadığı altı sera gazı ve salım kaynakları Protokol EK-A'da sıralanmıştır.

Türkiye Kyoto Protokolüne katılmasının uygun bulunmasına dair kanunu 5 Şubat 2009'da TBMM tarafından kabul edilmiş ve 26 Ağustos 2009 tarihinde Protokole dahil olmuştur.

1.3.5. Paris Anlaşması

Paris Anlaşması, 4 Kasım 2016 tarihi itibariyle yürürlüğe gitmiştir. Türkiye 22 Nisan 2016 tarihinde, New York'ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni'nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte anlaşmayı imzalamıştır. Ülkemizde ise 7 Ekim 2021 tarihli ve 31621 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Anlaşma, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve fakirliğin giderilmesi için Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'nin uygulamasını ilerletmeyi amaçlamıştır. İklim değişikliği risk ve etkilerini önemli ölçüde azaltacağı bilinciyle, küresel ortalama sıcaklıktaki artışı sanayileşme öncesindeki seviyeye göre 1,5°C üzeri ile sınırlandırmak için çaba gösterilmelidir. Anlaşma, düşük emisyonlu kalkınmayı teşvik ederek, finansman akışını bu şekilde yönlendirmeyi hedeflenmiştir.

Hedeflere ulaşmak için ve diğer maddelerin uygulamasında “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler” prensibi benimsenmiştir. Ülkelerin kendi imkanlarıncı, küresel sorun olan iklim değişikliğine katkı sağlaması öngörülmüştür. Ülkelerin ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler ilkesi gereğince yapacakları azaltım, uyum, finans ve teknoloji transferi konusundaki Anlaşma'nın temel hedefini yerine getirmeye yönelik faaliyetlerinin yer aldığı “Ulusal Katkı Beyanlarını” her 5 yılda bir sunmaları öngörülmüştür.

Türkiye, Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanını 30 Eylül 2015 tarihinde Sözleşme Sekreteriyasına sunmuştur. Türkiye'nin ulusal katkı beyanına göre, sera gazı

emisyollarının 2030 yılında referans senaryoya (BAU) göre artıştan %21 oranına kadar azaltılması öngörölmüştür. (URL-8)

1.3.6. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

Değişen iklimin değerlendirilmesi için Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 1988 yılında dünya meteorolojisi tarafından kurulan uluslararası bir kuruluştur. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) düzenli olarak iklim değişikliğinin bilimsel temelini ve etkilerinin değerlendirilmesi ile birlikte gelecekteki risklerin azaltılması için çalışmalar yapmaktadır. IPCC değerlendirme çalışmaları, uluslara iklimle ilgili gelişmeleri, bilimsel bir temele dayanarak takip etmeyi sağlar. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) müzakerelerinin temelini oluşturur. Değerlendirmeler, iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı riskler ve müdahale ile birlikte müdahale sonrası ortaya çıkan sonuçları farklı senaryolara dayanarak, ihtimallerin göz önünde bulunduğu çalışmalar ortaya konmaktadır.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler'in (BM) tüm üye ülkeleri IPCC'ye katılım sağlayabilmekte ve IPCC'nin 195 üyesi bulunmaktadır (URL-9).

2022 Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) üç çalışma toplantısı ve bir sentez raporu toplantısı olmak üzere toplamda dört toplantıdan oluşmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri, uyum ve kırılganlığı değerlendirilen bu üç gruptan oluşan çalışmalar yapılmış olup, sentez raporunun da ekim ayında yayınlanması kabul edilerek çalışmanın tamamlanması beklenmektedir (URL-10).

Yapılan üç grup çalışmasının değerlendirme rapor içeriği şu şekildedir;

- 1. Çalışma grubu – Fizik Biliminin Temeli
- 2. Çalışma grubu – Etkiler, Uyum ve Hassasiyet
- 3. Çalışma Grubu – İklim Değişikliğinin Azaltılması ve 3 Özel Rapor: 1.5°C Küresel Isınma, İklim Değişikliği ve Kara, Değişen Bir İklimde Okyanus ve Kriyosfer.

İklim değişiliği azaltılması ile ilgili IPCC'nin üçüncü grup çalışmasında küresel sıcaklık artışının 1,5°C ile sınırlandırılması gerekliliği vurgulanmıştır. Aksi takdirde durumun iklim felaketiyle sonuçlanması beklenmektedir.

Rapora sonucuna göre, dünya yıllık sera gazı emisyon (SEG) ortalaması 2010-2019 yıllarında görülen en yüksek düzeye ulaşmıştır. Son yıllarda enerji verimliliği ve yenilenebilir kaynaklardaki artış gibi nedenler sera gazı emisyonu (SEG) artış hızını yavaşlatmıştır.

İklim politikası ile meydana gelen olumlu gelişmelere rağmen, dünya sıcaklık artışı 1,5°C ile sınırlandırmak için emisyonların 2025'e kadar pik seviyeye ulaşması ve sonrasında hızla düşüşe geçmesi beklenmektedir. (URL-11)

Sanayi, ulaşım ve binalar gibi tüm alanlarda, sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar % 43 oranında azaltılması için imkan vardır.

Sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar hemen hemen yarıya indirilmesi ve enerji sektöründe ciddi bir yenilenme olması gerekmektedir. Raporun bize sunduğu bilgilere göre emisyonların istenilen oranda azalması sağlansa bile küresel sıcaklık ortalamasının 1.5 derece artması kaçınılmaz olmaktadır.

BM Genel Sekreteri Antonio Guterres de fosil yakıtlara yapılan yatırımların etik olmadığından ve enerjinin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesinin üç kat artırılması gerekliliğinden bahsetmektedir. Fosil kaynaklara yapılan yatırımların, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirilmesi gerekmekte olduğundan bahsetmektedir. Dünyada eşitsizliklerin arttığını, salgın ve Ukrayna'daki savaşın etkisiyle gıda ve enerji fiyatları hızla yükselmektedir. Fosil kaynaklardan sağlanan yakıt üretimi yatırımlarının artırılması, durumu daha kötü hale getirmektedir. Ülkelerin bugün vereceği kararlar ile sıcaklık artışının 1,5°C'ye sınırlandırılması hedefine ya ulaşılacak ya da iklim felaketine yol açacaktır. Yenilenebilir enerjiye geçiş, küresel enerji sorununa iyi gelecektir. (URL-11)

İKİNCİ BÖLÜM

2. ENERJİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Enerjiyi depolanmış iş gücü ya da iş yapma yeteneği olarak tanımlarsak gerçeğe oldukça yaklaşmış oluruz. “Enerji” kavramı, eski Yunanca “energeia” sözcüğünden türetilmiştir. Bu sözcük eski Yunancada “bir şey yapmak” ya da “bir şey olmak” anlamına gelmektedir. Örneğin; bir kaya parçasında sonrasında heykel olabilecek “energeia” vardır. Güzel bir kompozisyon yazan bir öğrencide de onun sonradan yazar olmasını sağlayabilecek “energeia” gizlidir. İlk modern fizikçilerin bir işi yapabilme yeteneği için neden “enerji” sözcüğünü kullanmış olduklarını böylelikle daha iyi anlayabiliriz. (Ceylan ve Gürel, 2018)

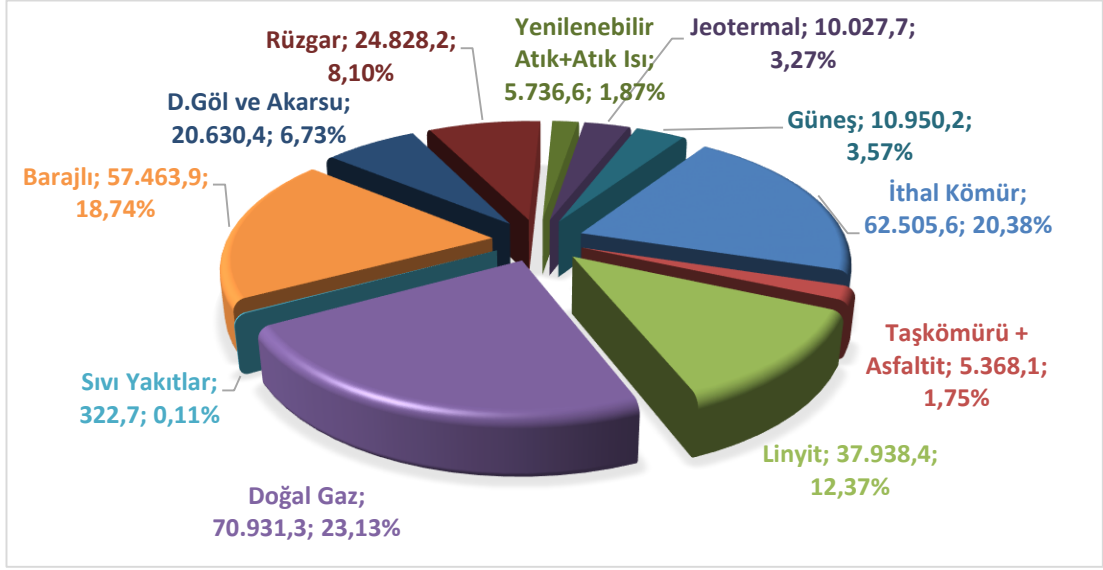
Enerji, hayatın devamlılığını sağlayan önemli unsurlardan olup, ülkelerin refah seviyesi ve ekonomik kalkınmasında da önemli bir etkidir. Teknolojinin gelişimi ile değişen yaşam biçimi, enerjiye olan talebi gün geçtikçe artırmıştır. Kişi başına düşen enerji tüketim miktarı, ülkelerin gelişmişlik seviyesiyle ilişkilendirilebilmektedir.

Enerji yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere iki şekilde elde edilmektedir. Ölmüş bitki ve hayvan kalıntılarının yüksek ısı ve basınç altında kalması sonucu ortaya çıkan kömür, petrol ve doğal gaz fosil yakıt olup, yenilenemez enerji kaynağıdır. Bunun yanında uranyum plütinyum gibi nükleer yakıtlardan enerji elde edilmektedir. İşlevi dışında kullanımı ise büyük tehlikelere yol açabilen bu enerji elde etme yöntemi de yenilenemez enerji kaynağıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise; güneş, rüzgar, dalga, jeotermal, hidrojen, hidroelektrik vb. ile daha az sera gazı emilimi ve sürdürülebilir bir enerji sistemi sağlamaktadır.

Mevcut enerji kaynaklarının hızla tükenmesinin yanı sıra çevreye verdiği zarar da göz önünde tutularak enerji kullanımı gözden geçirilmeli ve yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmelidir.

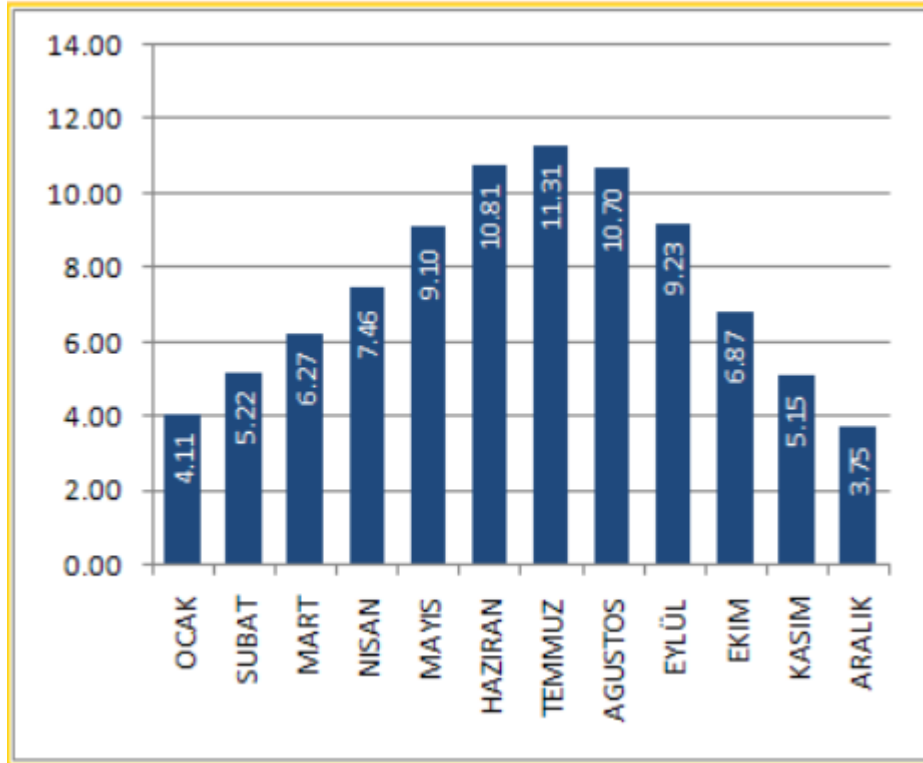
2019’da dünyada elektrik enerjisi üretiminin % 23,2’si yenilenebilir kaynaklardan elde edilmiştir. (IEA 4)

2020’de ülkemizde ise elektrik enerjisi üretiminin %41,85’i yenilenebilir kaynaklardan elde edilmiştir. (TEİAŞ, 2020)



Şekil 2.1: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (TEİAŞ,2020)

TEİAŞ'ın verilerine göre güneş kaynaklı yenilenebilir enerji eldesi yaklaşık % 4'tür. Bu oranın artırılması gerekmektedir.



Şekil 2.2: Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat/Gün) (Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneşlenme Süresi) (Kan Kaynar, 2020)

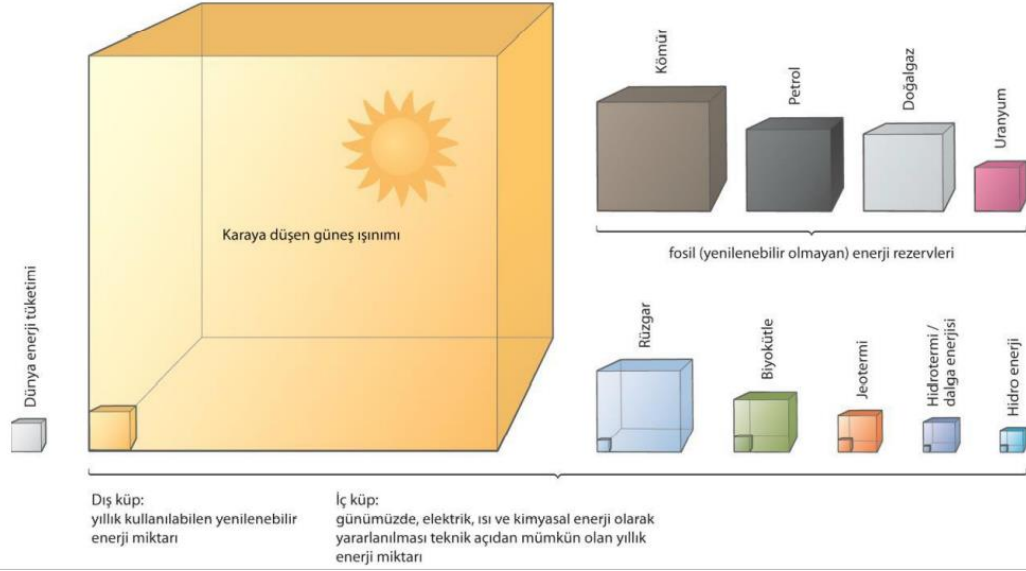
Şekil 2.2 YEGM 2020 eğitiminde yer alan bir görsel olup makalede verilmiştir. Ülkemizin mevcut güneşlenme süresinde aylık ortalaması verilmiştir. Yıl boyunca günlük ortalama güneşlenme 7.5 saattir. Yıllık toplam güneşlenme ise (7,5x365) 2.737,5 saattir. Bu değerler doğrultusunda ülkemizde güneşlenme potansiyelinin yüksek olduğunu görmekteyiz. (Kan Kaynar, 2020) Yenilenebilir enerji üretiminde güneş enerjisinden daha fazla faydalanılabilir. Türkiye bunun için çalışmalar yapmaktadır.

“Enerji Yönetim Kurulu Başkanı Arda Yalı, Intersolar Avrupa Güneş Enerjisi Konferans ve Fuarı’nda yurt içi ve bölgedeki güneş paneli talebini karşılamak için son 9 ayda 3’üncü kez kapasite artışına gittiklerini söyledi. Türkiye’nin mevcut durumda Avrupa’nın en büyük güneş paneli üreticisi ülke olduğunu vurgulayan Yalı, “ELİN Enerji olarak kapasite artışı kararımızı iç talep ve ihracat pazarımızdaki yoğun talebi daha hızlı karşılamak için aldık. 2017 yılında Ankara’da faaliyete geçirmiş olduğumuz 40 bin metrekare alana sahip son teknolojiye sahip fabrikamızda 2022 yılı sonu itibarıyla yıllık 2,5 gigavat kapasiteye erişmek için üretim hattımızın kapasitesini yüzde 50 artırdık. Bu artışla 750 milyon dolarlık ithalatı engelleyeceğiz.” değerlendirmesinde bulundu.” (URL-12)

2.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

Yaşam için ihtiyaç duyduğumuz enerji güneş ışınımı ile temin edilmektedir. Bu ışınım, güneşte meydana gelen hidrojen atomlarının eriyerek helyum atomlarına dönüşmesidir. Bu tepkimede kütlelerin bir kısmı enerjiye dönüşür. Böylece güneş devasa bir füzyon reaktörü olarak işlev görür. Güneş ile dünya arasındaki büyük mesafe yüzünden, güneş ışınımının sadece çok küçük bir kısmı (yaklaşık milyonda biri) yeryüzüne ulaşır. Buysa 1 x 10¹⁸ kWh/yıl kadar bir enerji miktarına eşdeğerdir. (Öncin, 2018) Güneşten gelen bu enerji miktarı, dünya çapında yıllık enerji ihtiyacı ve fosil ile nükleer enerji kaynakları karşılaştırılarak gösterilmektedir. Bulduğumuz endüstri çağında öncelikle kullanılan enerji kaynakları bir gün tükenecektir. (Teknik ve bilimsel açıdan güvenli olarak elde edilebilir) petrol ve doğalgaz rezervlerinin yetersiz gelmesi, bulduğumuz yüzyılın ilk 30 yılı içinde beklenmektedir. Bu süre içerisinde petrol ve doğalgaz rezervi keşfedilse bile, fosil kaynaklarının yeteceği süre en fazla birkaç yıl kadar uzayacaktır.

Yeryüzüne düşen güneş ışığının enerji miktarı, dünya enerji ihtiyacının yaklaşık olarak 10 bin katıdır. Böylece insanlığın tüm enerji ihtiyacını karşılamak için, güneş ışığı enerjisinin sadece on binde birinin değerlendirilmesi yeterlidir. (Arıncı, 2021b)



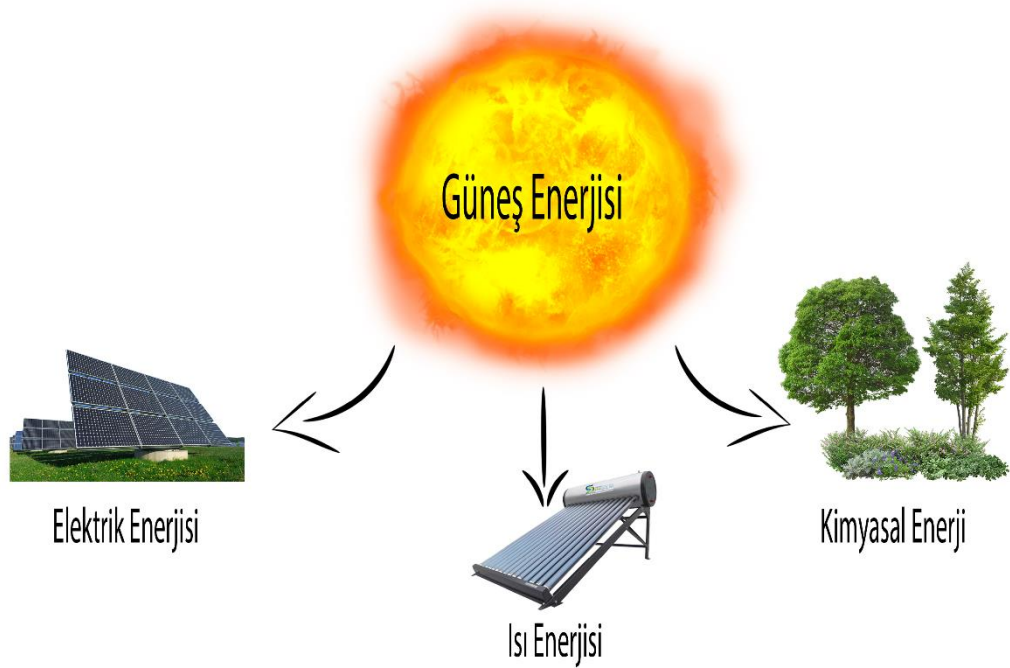
Şekil 2.3: Dünya Enerji Tüketimi Ölçeklendirmesi (Arıncı, 2021b)

Görselden anlaşıldığı üzere, doğru adımlar atıldığı takdirde yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji ile enerji problemi çözülebilecektir.

Güneş ışınları dünyamıza ulaştıktan sonra ağaçların yapraklarındaki klorofil vasıtasıyla hücre yapı taşındaki şeker, selüloz ve albümin gibi yüksek enerji içerikli maddelere dönüşürler. Bu yüzden odunda depolanmış güneş enerjisine biyokütle enerjisi denilir. Enerji türü kimyasal enerjidir.

Güneş ışınlarını bünyesindeki hava ya da sıvı akışkana ısı enerjisi olarak aktaran cihazlara güneş kolektörleri denilir. Güneş ışığını DC (doğru akım) elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletkenler güneş paneli (fotovoltaik modüller) olarak adlandırılır. (Ceylan ve Gürel, 2018)

Güneşten gelen ışınların dönüştüğü enerji türleri ısı, kimyasal ve elektrik enerjisidir. (Şekil 2.4)



Şekil 2.4: Güneş Enerjisinin Dönüşümü

Güneş enerjisinden pasif ve aktif şekilde faydalanılmaktadır. Pasif olarak; güneşten gelen ısı ile yeryüzünün ısınması, ışık ile yeryüzünün aydınlanması, karların erimesi, biyokütle üretimi, suyun buharlaşması ve binaların ısıtılıp aydınlatılması (cam vasıtasıyla) gibi özel ekipman gerektirmeden güneşten faydalanılmasıdır. Aktif olarak ise özel ekipmanlar, cihazlar ile güneşten gelen ışınları absorbe etmek suretiyle güneş enerjisinden faydalanılır.

2.1.1. Güneş Pilleri ve Uygulamaları

Güneş pilleri çok çeşitli isimlerle anılmaktadır. Ülkemizde güneş pilleri; güneş pili, güneş paneli, fotovoltaik panel veya solar panel olarak çeşitli şekillerde adlandırılmaktadır. Güneş pilleri, güneş kolektörlerinden farklı olarak çalışır. Güneş kolektörlerinin işlevi güneşten gelen radyasyonu toplayarak bunu pasif veya aktif yolla ısı enerjisine dönüştürmektedir. Güneş pillerinin işlevi ise, fotovoltaik etkiye dayalıdır. Güneş pilleri, yüzeyine gelen güneş ışınını (foton) doğrudan elektriğe dönüştüren yarı iletken maddelerdir.

Güneş pillerinin üretiminde hammadde olarak yarı iletken silisyum kullanılır. Silisyum hammadde olarak dünyada sınırsız bir kaynak olarak görülebilir. Ancak güneş pillerinin üretimi için kullanılan saf silisyum yeterince üretilmemektedir.

Dünyada sayısı az olan birkaç şirket saf silisyum üretme kapasitesine veya bilgisine sahiptir.

Ticari olarak piyasada bulunan güneş pilleri:

2.1.1.1. Monokristal (Tekli Kristal) Güneş Pilleri

Monokristal güneş pillerini oluşturan malzemenin atomik yapısı homojendir. Güneş pilleri arasında verimliliği (%20) en yüksek olandır. Üretimi teknik açıdan daha zor olduğu için fiyatı da başka güneş pillerine göre fazladır. Fakat uzun vadeli kullanımından ve verimliliğinin yüksek olmasından dolayı doğru bir tercihtir. (URL-13)

2.1.1.2. Polikristal (Çoklu Kristal) Güneş Pilleri

Polikristal güneş pillerini oluşturan malzeme ise pekçok monokristalden meydana gelerek atomik yapısı heterojendir. Polikristal güneş pillerinin verimi (%16) monokristale göre daha düşüktür. Polikristal güneş pillerinin maliyeti daha düşük olduğundan ve verimliliğinin maliyete oranı yüksek olduğu için en çok üretilen güneş pilleridir. (URL-13)

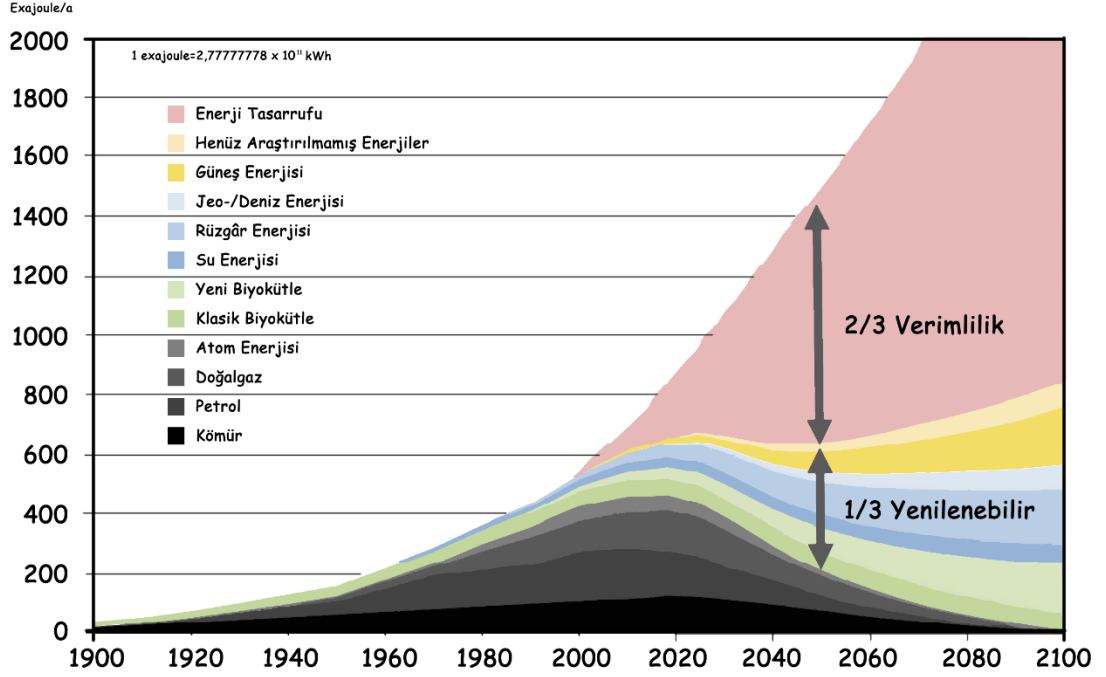
2.2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji Verimliliği: Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. **Enerji Tasarrufu:** Enerji kayıplarının önlenmesi, her türlü atığın değerlendirilmesi veya geri kazanılması veya yeni teknolojiler ile enerji verimliliğinin artırılması yoluyla enerji tüketiminin azaltılmasıdır. (URL-14)

Sera gazı emisyonlarının azaltılması ihtiyacı ve artan enerji fiyatları enerji verimliliğinin önemini göstermektedir. Enerji elde etmek için fosil yakıt kullanımı sera gazı emisyonunu artırmakta ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Küresel ısınmayı önlemek ve iklimi korumak için 2100 yılına kadar enerji tüketimini kontrol altına alıp enerjiyi etkin bir şekilde kullanabilmek için çare olarak:

“2/3 oranında Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu, 1/3 oranında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından yararlanma” önerilmektedir. (Shell, 2005 ve

Shulze-Darup, 2013). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önemli, bundan daha önemlisi ihtiyaç duyulan enerji tüketiminde tasarrufu sağlamak, tüketilen enerjinin verimini artırmaktır.



Şekil 2.5:Yenilenebilir Enerji Hedefleri (Shell, 2005 ve Shulze-Darup, 2013)

2.2.1. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023)

25 Şubat 2012 tarihinde 28215 sayılı Resmi Gazete yayımlanan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Kurul Kararıdır. 2012- 2023 yıllarını kapsamaktadır.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nin stratejik amaçları şu şekildedir:

- Sanayi ve hizmetler sektöründe enerji yoğunluğunu ve enerji kayıplarını azaltmak
- Binaların enerji ihtiyaçlarını ve sera gazı salınımını düşürmek; yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak sürdürülebilir binaları artırmak
- Enerji verimli ürünlerin piyasa dönüşümünü sağlamak
- Elektrik üretim, iletim ve dağıtımında verimliliği artırmak, enerji kayıplarını ve zararlı çevre emisyonlarını azaltmak
- Kamu kesiminde enerjiyi etkin ve verimli kullanmak

- Kurumsal yapıları, kapasiteleri ve işbirliklerini güçlendirmek, ileri teknoloji kullanımını ve bilinçlendirme etkinliklerini artırmak, kamu dışında finansman ortamları oluşturmak

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın sorumlu tutulduğu hedef ve eylemler:

- Binalara maksimum enerji gereksinim ve maksimum emisyon limiti belirlenmesi.
- 2017 yılından sonra, mevzuata uygun olacak şekilde CO₂ salınım değerlerine dikkat edilmelidir. Salınım değerleri belirlenen değerden büyükse idari yaptırım uygulanmalıdır.
- 2010 yılına ait yapı stokunun ¼'ü 2023 yılına kadar, sürdürülebilir yapı haline getirilecektir.
- Toplu konutlarda yerinden üretim uygulamalarının yaygınlaştırılması.
- Kömürlü termik santrallerin rehabilitasyon, modernizasyon, özelleştirme, lisanslama süreçlerinde ve mevzuat düzenlemelerinde; toplam çevrim verimi, zararlı çevre emisyonları ve atık ısıdan yararlanma konularının öncelikle gözetilmesi.
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği uygulamaları için ilgili mercilerde ve özel sektörde gerekli kapasitelerin oluşturulması.

2.2.2. Enerji Verimliliği Ulusal Eylem Planı (2017-2023)

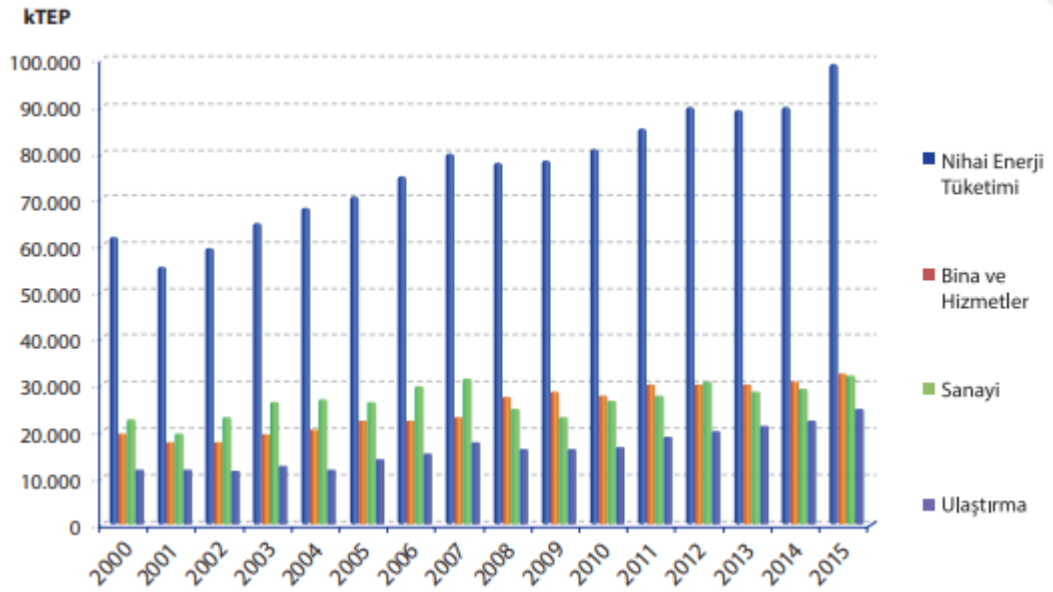
Ülkemiz, tasarruflu kaynak ve enerji kullanımı ile çevreye dost bir yaklaşım tavrı sergileyerek ülke refahını artırmayı amaçlamakta, enerji ve enerjinin üretiminden tüketimine her aşamasında verimliliğin artırılmasını hedeflemektedir.

Ülkemizin güncel ihtiyaçları ve dünyadaki iyi uygulamaları dikkate alarak hazırlanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı eylemlerin uygulama adımlarını, temel performans göstergelerini, nasıl uygulanacağını, çıktılarını ve muhtemel etkilerini ortaya koymaktadır. Enerji verimliliği pekçok sektörü ilgilendirdiği için, Planın uygulanabilmesi sorumlu kurum ve kuruluşların işbirliği sağlaması gerekmektedir. İşbirliğinin sağlanması, Eylem Planının takibi gibi konular Enerji ve

Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yürütülecektir.

2017-2023 yıllarını içeren Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı; bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, sanayi ve teknoloji, tarım ve yatay konular olarak 6 başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklarda 55 eylem tanımlanmıştır ve 2023 yılına kadar ülkenin birincil enerji tüketiminin % 14 azaltılması hedeflenmektedir. Plan metod yeniliğine açık, farklılaşan şartlara göre güncellenebilir. Tüm sektörlerde enerji verimliliğinin artması için çalışmalar sürdürecektir.

Ülkemizde hızla gelişmekte olan bina sektörü için 2000 yılına ait nihai enerji tüketimi 19,5 MTEP iken %66 artarak 2015 yılında 32,4 MTEP değerine yükselmiştir. Yıllık ortalama %4,4 enerji talep artışı gerçekleşen bina sektörünün nihai enerji tüketimindeki payı ise %32,8 değerine ulaşarak sanayi sektörünün de önüne geçmiştir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 : Sektörel Enerji Tüketimlerinin Yıllar İtibariyle Değişimi. (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2017)

TÜİK verileri ülkemizde 2017 yılıyla birlikte 9,1 milyon adet bina olup yaklaşık % 87'si konut olan binadır. Hane sayısı 22 milyonun üzerindedir. Yapı kullanma izni istatistiklerine göre ülkemizde yapı stokuna her yıl yaklaşık 100.000 ve üzeri bina eklenmektedir. İstatistikler doğrultusunda Türkiye'de yapı stoku hızla

artmaktadır. Bu yüzden yeni yapılacak ve mevcut binalarda sağlanan enerji tasarrufunun ülke ve çevre için önemli bir getirisi olacaktır. Bina ve hizmetler sektörü, yenilenebilir enerji kaynak kullanımı ve yerinde üretim olarak da önemli potansiyele sahiptir. 2017 yılına ait olan yukarıdaki bilgilere ek olarak aşağıdaki güncel bilgi sunulmuştur:

NOT: 2019 Eylül ayı sonuyla birlikte Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'ne göre kayıtlı konut sayısı 38,4 milyona ulaşmış (URL-15).

Yıl	Çeyrek	Bina Sayısı	Yıllık Değişim (%)	Daire Sayısı	Yıllık Değişim (%)	Yüzölçüm (m ²)	Yıllık Değişim (%)
2020		96 258	72,8	555 410	73,7	112 803 119	53,8
	I	14 169	3,9	80 803	5,2	17 624 768	-9,6
	II	19 645	119,4	137 888	207,5	27 513 715	142,7
	III	25 327	132,5	141 058	154,6	27 929 061	99,5
	IV	37 117	66,9	195 661	37,2	39 735 575	39,3
2021		138 027	43,4	718 956	29,4	150 425 077	33,4
	I	33 606	137,2	174 675	116,2	34 378 837	95,1
	II	30 542	55,5	157 592	14,3	31 834 354	15,7
	III	30 442	20,2	149 543	6,0	33 363 561	19,5
	IV	43 437	17,0	237 146	21,2	50 848 325	28,0
2022	I	26 040	-22,5	125 854	-27,9	26 871 957	-21,8

Şekil 2.7: Yapı ruhsatı istatistikleri, 2020-2022 (TÜİK)

Şekil 2.7'de verilen toplam yüzölçümünün % 55,4'ü konut alanıdır. Verilen bilgiler doğrultusunda 2022 yılı birinci çeyreği itibariyle hane sayısı yaklaşık 39,2 milyondur. 2017 yılından 2022 yılı birinci çeyreğe kadar konut sayısı yaklaşık % 78 oranında artmıştır.

Belirlenen hedefler doğrultusunda binalarda enerji verimliliğinin artırılması ve binalarda enerji tüketiminin azaltılması sağlanacak şekilde çalışmalar yürütülmektedir. Kamu binalarda enerji verimliliği için yapılan etütler Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik kapsamında olup ve saptanan potansiyelin hayata geçirilmesi amacıyla çalışmalar yürütülmektedir.

Yatay Konularda Eylem Planı

- Enerji yönetim sistemlerinin kurulması ve etkinliğinin artırılması,
- Ulusal enerji verimliliği finansman mekanizmasının geliştirilmesi,

- Enerji verimliliği projelerinin enerji verimliliği yarışmaları ile desteklenmesi,
- Enerji verimliliği projelerinde teknik, hukuki ve finansal hususları içeren kılavuz, tip sözleşme vb. altlıkların oluşturulması
- Enerji verimliliği faaliyetlerinde kayıt, veri tabanı ve raporlama sistemlerinin geliştirilmesi
- Uluslararası enerji verimliliği finansman imkânlarının ve etkinliğinin artırılması, koordinasyon ve kontrolü
- İdari ve kurumsal yapılanmanın güçlendirilmesi
- Farkındalık, eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi
- Enerji verimliliği etütleri
- Kamuda sürdürülebilir işletme ve satın alma yaklaşımının benimsenmesi
- Enerji dağıtım veya perakende şirketlerine yönelik enerji verimliliği yükümlülük programı

Bina ve Hizmetler Sektöründe Eylem Planı

- İnşaat sektöründe kullanılan malzeme ve teknolojiye ilişkin en iyi uygulamaların tespiti ve paylaşılması
- Binalar için enerji tüketim verilerini de içeren bir veri tabanı oluşturulması
- Kamu binaları için enerji tasarrufu hedefi tanımlanması
- Belediye hizmetlerinde enerji verimliliğinin artırılması
- Mevcut binaların rehabilitasyonu ve enerji verimliliğinin geliştirilmesi
- Merkezi ve bölgesel ısıtma/soğutma sistemlerinin kullanımının özendirilmesi
- Mevcut binaların enerji kimlik belgesi sahiplik oranının artırılması
- Sürdürülebilir yeşil binalar ile yerleşmelerin belgelendirilmesinin özendirilmesi
- Yeni binalarda enerji verimliliğinin özendirilmesi
- Mevcut kamu binalarında enerji performansının iyileştirilmesi

- Binalarda yenilenebilir enerji ve kojenerasyon sistemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması
- Kobi niteliğindeki binalara yönelik enerji verimliliği etüt programları ve etütler için kaynak tahsisi
- Kojenerasyon ve bölgesel ısıtma-soğutma sistemlerinin potansiyelinin belirlenmesi ve yol haritasının hazırlanması
- Doğal gaz altyapısı için verimlilik standartları uygulanması
- Tüketiciye kıyaslanabilir ve daha detaylı bir fatura bilgisinin sunulması, ölçüm bilgisinin akıllı yönetimi için enerji veri platformunun oluşturulması
- Elektrik sayaçlarının okunması ile ilgili düzenleyici çerçevenin avrupa birliği müktesebatı ile belirlenen ana esaslarla uyumlaştırılması (akıllı sayaçların yaygınlaştırılması)
- Transformatörlerde asgari performans standartlarının uygulanması
- Isıtma ve soğutma kaynaklı puant yükün yönetilmesi
- Genel aydınlatmada enerji verimliliğinin artırılması
- Elektrik iletim ve dağıtım faaliyetleri verimlilik artışının geliştirilmesi
- Mevcut elektrik üretim santrallerinde verimliliğin artırılması
- Talep tarafı katılımı (demand side response) uygulaması için piyasa altyapısının oluşturulması

Uygulama Koordinasyon ve İzlemede Eylem Planı

Türkiye kapsamında enerji verimliliğinin sağlanması için uygun politika ve tedbirlerin belirlenip etkin bir şekilde uygulanması ve sonuçlanıp, değerlendirilmesi gerekmektedir. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planında bulunan eylemlerin uygulama ve izleme çalışmaları şu şekilde yürütülecektir:

- Enerji verimliliği eylemleri çeşitli disiplinleri içermekte olup, eylemlerin uygulanması ve yaygınlaştırılmasında belirlenen kurum ve kuruluşlar sorumludur. Sorumlu kurum ve kuruluşlar, eylemlerin yürütülmesine dair gerekli faaliyetlerin koordinasyonunu sağlayacaktır.

- Eylem Planının izleme ve koordinasyondan sorumlu kuruluş Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'dür.
- Eylemlerin, 6 aylık devirlerde değerlendirilmeleri yapılacak, hedeflerin dışarı çıkma durumları değerlendirilerek ihtiyaç duyulan önlemler alınması sağlanacaktır.
- Ulusal düzeyde enerji verimliliği stratejileri, plan ve programlarının hazırlanıp değerlendirilmesi, ihtiyaç duyulduğunda yenilenip düzeltilmesi, yeni tedbirlerin alınması gibi yetki ve sorumluluğa sahip Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planının İzleme, Değerlendirme ve Yönlendirme Kurulu olarak da görev yapacaktır. Hedeflere ulaşılma oranı takip edilecektir.
- Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı eylemlerin gerçekleşme seviyeleri belirlenerek ortak bir rapor formatına göre hazırlanacaktır. İlerlemenin özetlendiği rapor her yıl Nisan ayında Enerji Verimliliği Komisyon Kurulu onayını aldıktan sonra kamuoyu ile paylaşılacaktır.

2.2.3. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)

Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunun tarafından 18.07.2019 tarihinde onaylanan On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), 15 yıllık bir zaman diliminin ilk 5 yılını kapsayacak şekilde tasarlanmış olup, her alanda büyük değişimler başlatarak, uzun vadede uygulanması öngörülmektedir. Tez çalışmasının konularını kapsayan enerji, konut ve çevrenin korunması başlıklarına yer verilmiştir.

2.2.3.1. Enerji

Amaç

Enerji talebinin sürdürülebilir bir şekilde, güvenli, kaliteli ve ekonomik temini amaçlanmaktadır.

Politikalar ve Tedbirler

- Artan enerji talebi, orta ve uzun vadeli planlamalar ile piyasada rekabetin olduğu, tüketicinin korunduğu ve sürdürülebilirliğin sağlandığı şekilde karşılanacaktır.
- Kamusal santrallerin rehabilite edilmesi sağlanacaktır.
- Elektrik enerjisi üretimi, Nükleer Güç Santrallerinden (NGS) elde edilmesi sağlanarak, nükleer teknolojide dışa bağımlılık azaltılacaktır. Nükleer Teknik Destek Anonim Şirketi'nin faaliyete geçmesiyle eğitim, sertifikalandırma ve denetim gibi hizmetler sağlanacaktır.
- Linyit rezervinde çevre standartlarına uygun olarak kullanımı sağlanacaktır. Enerji verimliliği kazanımı ve ormanların artırılması ile karbon emisyonu azaltılacaktır. Temiz kömür teknolojilerine ilişkin Ar-Ge projeleri desteklenecektir.
- Doğal gaz iletim ve dağıtım altyapısı güçlendirilerek, gerekli şartların uygunluğu ile doğal gaza erişim sağlanacaktır.
- Mevcut binalarda enerji verimliliğini teşvik eden desteklemeler ile binaların kendi enerjisini üretmesi yaygınlaştırılacaktır. Ulusal Yeşil Bina Sertifika Sistemi (Yes-Tr) kurulmuştur. Çevre dostu binaların yaygınlaşması için geliştirilen yerli bir uygulamadır. (URL-16) Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi (KABEV) uygulanacaktır.

2.2.3.2. Konut

Amaç

Herkesin yaşanabilir, güvenli, dayanıklı, ekonomik olarak ulaşılabilir, sürdürülebilir, iklim değişikliğine dirençli, temel alt yapı hizmetlerine sahip konuta erişimi amaçlanmıştır.

2.2.3.3. Çevrenin Korunması

Amaç

Çevre ve doğal kaynakların korunarak her alanda çevre dostu yaklaşım sağlanarak, her kesimin çevre bilinci ve duyarlılığın artırılması amaçlanmaktadır.

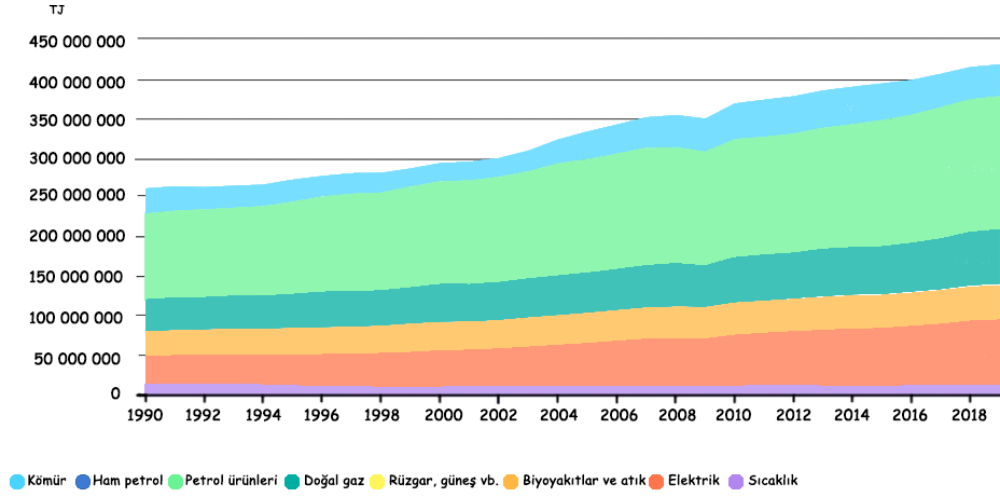
Politikalar ve Tedbirler

- Kamu kurum ve kuruluşların koordinasyon ve iş birliği içinde çevre bilinci artırılarak etkin çevre bilinci sağlanacaktır. Toplumun çevre bilincini artırmaya yönelik çevre ve doğa koruma ile sürdürülebilir üretim ve tüketim konularında eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları gerçekleştirilecektir.
- Uluslararası iklim değişikliği görüşmeleri, ortak fakat farklılaştırılmış mesuliyetler ve görelî yeteneklerle Niyet Edilmiş Ulusal Katkı çerçevesinde yürütülecek, ulusal çerçevede sektörlerin neden olduğu sera gazı emisyonu ve iklim değişikliği ile mücadele sağlanacak, iklim değişikliğine uyum kapasitesi artırılabacaktır.
- Niyet Edilmiş Ulusal Katkı çerçevesinde, sera gazı emisyonuna sebep olan binalar, ulaştırma, sanayi, tarım, ormancılık gibi sektörlerde emisyon denetiminin sağlandığı çalışmalar yapılacaktır. İklim değişikliğine uyum için kent ölçeğinde önlemler alınarak çözüm önerileri sunulacak ve yedi bölgemiz için İklim Değişikliği Eylem Planları hazırlanacaktır.
- Hava kirliliğine neden olan üretim, ısınma ve ulaşımda emisyonların kontrolü sağlanarak hava kalitesi artırılabacaktır ve emisyon kontrolü mevzuatı güncellenecektir.
- Kara ve denizlerde korunma alanları artırılarak sürdürülebilir yaşam için ekosistemi korumaya yönelik yeşil koridor, planlama ve altyapı çalışmaları gibi uygulamalar ile alanların etkin yönetimi sağlanacaktır.

2.3. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

2.3.1. Dünyada Enerji Verimliliği

1990-2018 yılları arasında kaynağa göre dünya enerji tüketimi artmaktadır (Şekil 2.8). Bu artış daha önce bahsettiğimiz gibi hem kömür, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemez enerji kaynaklarının tükenmesine hem de yenilenemez enerji kaynak kullanımıyla CO₂ salınımının artmasına sebep olmuştur. Artan CO₂ salınımı ile sera etkisi daha fazla hissedilerek yeryüzü sıcaklığını da artırmıştır.



Şekil 2.8: Kaynağa göre toplam nihai tüketim (TFC), Dünya 1990-2019 (IEA 5)

Kaynakların tükenmesi, çevre kirliliği ve iklim değişikliği konularında oluşan kaygılar yenilenebilir kaynaklara yönelmenin yanı sıra; Covid-19 salgını gibi sorunlar da dünya ekonomisinde durgunluk oluşturmuş, bu durgunluk enerji tüketiminde önemli azalmaya yol açmıştır.

Avrupa ülkeleri başta olmakla beraber, dünyanın birçok ülkesinde rüzgâr türbinleri ve güneş enerji tarlaları yaygınlaştırılarak “temiz enerji” elde etmeyi sağlamaktadır. Bununla birlikte ülkelerin enerji bakımından dışa bağımlılığını büyük ölçüde azaltmaktadır.

Hükümet politikalarının, enerji verimliliği yatırımlarının 2021’de %10 artarak neredeyse 300 milyar ABD dolarına yükselmesine yardımcı olması bekleniyor. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre sera gazı emisyonunda net sıfır senaryosunda (2050) istenilen emisyon seviyesini yakalamak için 2030 yılına kadar enerjinin verimli kullanılması için yapılan yatırımların üç katına çıkması gerekmektedir. Son yıllardaki yatırımdaki artışın çoğunlukla Avrupa’da yoğunlaşması, diğer bölgelerinde küresel sorun olan iklim hedefleri için politikalar geliştirmesi gerektiği görülmektedir (IEA).

Örneğin; güncellenen **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası, 2030 yılına kadar Almanya’da tüketilen elektriğin %80’inin, 2035 itibarıyla ise %100’ünün yenilenebilir kaynaklardan sağlanmasını** öngörüyor.(URL-17)

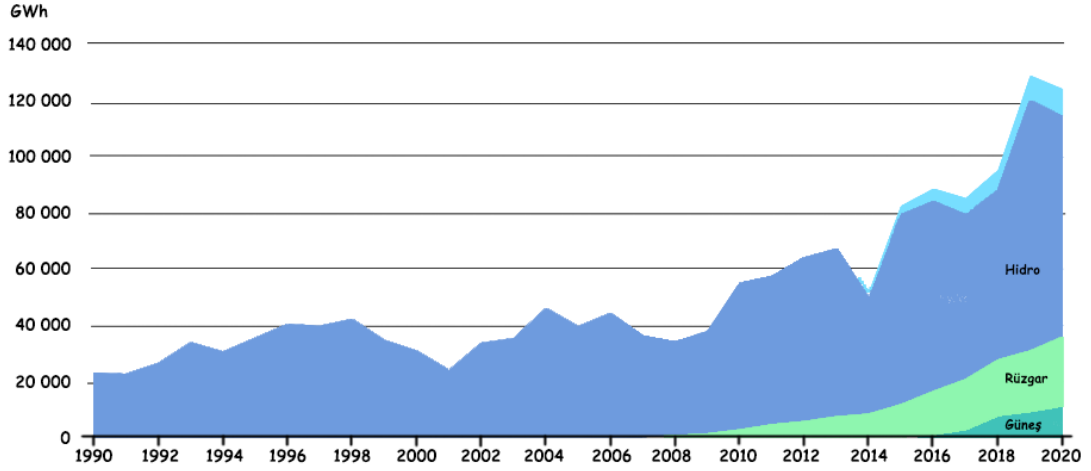
Dünya ülkelerinde fosil yakıt rezervine sahip ülkeler üstünlük elde etmiştir. Dünyanın en büyük doğalgaz üreticisi ABD, ikincisi Rusyadır (URL-18). Meydana gelen Rusya Ukrayna savaşı da ülkelerin Rus gazına bağımlılığını azaltma eğilimine gitmiş ve doğalgaz yerine kullanılabilecek alternatifler düşünölmeye başlanmıştır. Bunlardan biri de ısı pompalarıdır.

“İngiltere’de Londra ve Gateshead’e kurulan iki büyük ısı pompasının çevreci ve ucuz ısınma imkanı sunması beklenmektedir. Gateshead’deki ısı pompası, toprak zeminin 150 m altına inen, eski kömür madeni tünellerini ısı kaynağı olarak kullanmaktadır. Bir mühendislik tekniğı sayesinde, iki insanın temasıyla olan ısı transferi gibi madendeki suyun ısısı, ısı pompası sisteminde yer alan başka bir sıvıya transfer ediliyor. Bu sıvı kompresörler tarafından sıkıştırıldığında ısısı 80 dereceye yükseliyor. Bu sıcak sıvı da borularla etraftaki binalara gönderiliyor. Madenden alınan su madene geri verilerek tekrar ısınması sağlanıyor. Bu büyük ısı pompası sistemi, insanların evlerine yerleştirdikleri küçük ısı pompalarına benziyor. Onlar da havadan veya zeminden ısıyı alarak eve aktarıyor. Fakat Gateshead’deki bu ısı pompası o kadar büyük ki, tam kapasite ile çalıştığında 5 bin haneyi ısıtabiliyor.” (URL-19)

2.3.2. Ülkemizde Enerji Verimliliğı

Ülkemizde kanun ve yönetmeliklerle enerjide tasarruf sağlamak için önemli adımlar atılmıştır. Öte yandan yenilenebilir enerji üretimi de artırılma çalışmaları yapılmaktadır. Enerji verimliliğı için alınan kararların uygulamaya geçmesi takip edilmelidir. Denetlemelerin sadece kağıt üzerinde hesaplama olarak kalmaması ve projenin uygulama esnasında da sıkı denetimi gerekmektedir.

1990-2020 yılları arası artan yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimindeki artışı görmekteyiz (Şekil 2.9). Güneşlenme potansiyeli yüksek olan ülkemizde yenilenebilir kaynaklardan enerji eldesinde güneşten faydalanılması artırılmalıdır. Güneşten enerji eldesi konusunda kamuoyu bilinçlendirilip, özendirilmelidir.



Şekil 2.9: Kaynağa göre yenilenebilir elektrik üretimi (yanmaz), Türkiye 1990-2020 (IEA)

2.3.2.1. Mevzuat

2.3.2.1.1. Enerji Verimliliği Kanunu

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, Resmi gazetenin 2.05.2007 tarih ve 26510 sayılı ile yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Kanunun yayımlandığı tarihten sonraki yapılan binalar için uygulama zorunluluğu bulunmaktadır.

Enerji verimliliği kanunu ile enerjinin etkin kullanımı, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin azaltılması ve çevre korunumu için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amaçlanmıştır.

Kanun, enerji verimliliğinin artırılmasına, toplumda enerji bilincinin gelişmesine ve yenilenebilir kaynak kullanımına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsamaktadır.

Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu: Ulusal anlamda enerji verimliliği stratejileri, planları ve programları hazırlamak, bunların etkinliğini değerlendirmek, gerek duyulduğunda revize edilmelerini, yeni önlemlerin alınmasını ve uygulanmasını koordine etmek.

- Endüstriyel işletmelerde Bin TEP'ten (Ton Eşdeğer Petrolü) aşağı enerji tüketimi olan, beşyüz TEP ve üzeri enerji tüketimi olan kamu, hizmet ve ticari binaların ve ellibin TEP üzeri enerji tüketimi olan kamu dışı binalara enerji yönetim birimleri kurulacak ya da enerji yönetimi için görevlendirmeler

yapılacaktır. Yöneticilerin görev ve sorumlulukları Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yönetmelikle düzenlenecektir.

- Bina tasarımı yapılırken ısıtma, soğutma, ısı yalıtımı, sıcak su, elektrik tesisatı ve aydınlatma konuları binalarda enerji performansı yönetmeliğinin usul ve esasları uygulanmalıdır. Yönetmeliğe göre hazırlanan yapı projeleri için enerji kimlik belgesi (EKB) düzenlenir. Mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı bin metrekareden az olan binalar için enerji kimlik belgesi düzenlenmesi zorunlu değildir.
- Endüstriyel işletmelerde ve binalarda yapılan etüt çalışmaları sırasında, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kalibrasyonu yapılmış ve etiketlenmiş cihazların kullanılması zorunludur.
- Endüstriyel işletmeler için geri ödeme süresi en fazla beş yıl ve proje bedeli en fazla birmilyon Türk Lirası olan projenin en fazla %20 oranında desteklenir. Destek hibe ya da faiz şeklindedir. Projeler iki yıl içinde uygulanmalıdır. Süreyi aşan ya da farklı bir proje yapılırsa proje desteklenmez.
- Herhangi bir endüstriyel işletmesi için üç yıl içerisinde enerji yoğunluğunu ortalama olarak en az %10 oranında azaltmayı taahhüt ederse endüstriyel işletmesinin, ödenek imkânları göz önüne alınmak ve ikiyüzbin Türk Lirasını geçmemek kaydıyla, anlaşmanın yapıldığı yıla ait enerji giderinin %20'si karşılanır.
- Öncelikli olarak enerji verimliliğinin artırılması ile yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik araştırma ve geliştirme projelerini destekler.
- Enerji Verimliliği Kanunu çerçevesinde, yetkililer tarafından denetimler sonucu idarî yaptırım (idarî para cezası) uygulanır.

2.3.2.1.2. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesine dayanılarak hazırlanmış ve 5.12.2008 tarihli 27075 sayılı resmi gazete de yayımlanmıştır.

Binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek amaçlanmıştır.

Bu Yönetmelik mevcut ve yeni yapılacak binalarda; enerji kullanımını ilgilendiren konularda, enerji kimlik belgesi (EKB) hazırlanmasına, yenilenebilir enerji kaynaklarının karşılanmasına, toplumda enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine, yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini artırıcı uygulamaların yapılmasına ilişkin iş ve işlemleri kapsar.

- Yeni ve mevcut binalarda değişiklik ve tadilatlar da bina özelliğine göre yönetmelik esasları dikkate alınır. Bina yönetmelik şartlarına uymaz ise yetkili tarafından yapı ruhsatı verilmez. Eksiklik tespit edildiği takdirde eksiklik giderilinceye kadar kullanım izni verilmez.
- Mevcut binada cephede ısı yalıtımı, ısıtma-soğutma sistem değişikliği, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi gibi tadilat gerektiren konular yönetmelik esasları doğrultusunda projelendirilmekte ve uygulanmaktadır.
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği uygulanmasında, AB mevzuatına uyum ve AB ülkelerindeki binalarda enerji verimliliği uygulamalarının bu Yönetmeliğe yansıtılması doğrultusunda gerekli değişikliklerin yapılması esastır.
- Mimari tasarım yapılırken binaların, ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ihtiyacı minimum tutularak, güneş, nem ve rüzgâr yönü dikkate alınarak, doğal yöntemler ile ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatmadan en yüksek seviyede faydalanılır. Yapıda istenilmeyen ısı kazanç ve ısı kayıpları engellenir.
- Binanın yapılacağı yere uygun yenilenebilir enerji imkânları araştırılıp, mimari çözümlerde kullanılmasına dikkat edilmelidir.
- Mevcut binaların dış kabuğu, binanın enerji performansı olumsuz etkileyecek şekilde değiştirilemez. Isı kaybı olan düşey dış yüzeylerde %60 ve daha fazla oranda cam yapılan binalarda pencerenin U_P değeri (ısıl geçirgenlik kat sayısı)

2,1 W/m²K'den fazla olamaz. Diğer ısı kaybı olan bölümlerin TS 825 Standardında tavsiye edilen değerlerden %25 daha küçük olması durumunda bina TS 825 Standardına uygun olduğu kabul edilir. Böylelikle ısı kayıpları engellenir. Binanın ısı yalıtım hesapları ve projesi TS 825 Standardı esaslarına uygun yapılmaktadır. Yaz aylarında istenmeyen güneşten gelen ısı kazançları için proje tasarım aşamasında önlemler alınır.

- Binanın bağımsız bölümleri arasındaki duvar, taban ve tavan gibi yapı elemanlarında, R direnci en az 0,80 m²K/W olacak şekilde yalıtım uygulanır
- Yeni ve mevcut binalara yapılan uygulamalarda, cephede içten dışa doğru yapı katmanları, ısı yalıtım malzemeleri ve giydirme camın ısıl geçirgenlik kat sayıları binanın bulunduğu iklim bölgesindeki TS 825 standardında önerilen ısıl geçirgenlik katsayısından fazla olamaz.
- Binalarda ısı yalıtım hesabı yapılırken bina yıllık ısıtma ihtiyacı TS 825'te bulunan sınır değerden düşük olmalıdır. Bu yönetmelikte TS 825 standardına uyulmaktadır.
- Yönetmeliğe göre ısı yalıtım hesaplarında dış duvar, tavan, taban/döşemelerde kullanılan malzeme, malzemelerin kalınlık, alanları ve "U" değerleri ile pencerelerin "U" değerleri belirtilmelidir. Havalandırma tipi ifade edilir, mekanik havalandırma ise hesap ve sonuçları belirtilmelidir.
- Binalarda, derzlere kadar ısı kaybı olabilecek tüm geçişlerde sürekli hava sızmasını önleyecek uygun malzemeler kullanılmalıdır. Yapıda iç hava kalitesi korunmalı ve kontrollü temiz hava alımı olmalıdır.
- Isıtma sistemi tasarım hesapları TS 2164 standardına göre yapılmaktadır.
- 13.01.2005 tarihli 25699 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Isınmadan Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan atık gaz ile sınır değerleri aşılamaz.
- Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde TS 3419 ve ilgili Avrupa Standartlarına uyulur.
- Binalardaki ısı konfor ve enerji performans değerlerinin yükseltilmesi için ihtiyaç duyulan ölçütler EN 7730 ve TS 2164 standartlarına göre belirlenir.

- Binanın toplam enerji tüketiminde aydınlatma enerjisine ait enerji tüketimi hesabı EN 15193 standardına göre yapılmaktadır. Gün ışığından yararlanılabilen mekânlarda foto elektrikli anahtar kullanımı, yapay aydınlatmanın kullanıldığı mekânlarda, mekânın boş olduğunu fark edip kapanan otomatik anahtarlar veya erişimi kolay anahtar kullanımları ile gereksiz yapay aydınlatmadan kaçınarak gün ışığından en verimli şekilde yararlanılabilir.
- Gün ışığından yararlanılabilen mekânlarda yapay ışık kullanımının otomatik devreye girmesi engellenmelidir.
- Mekânlarda yeterli aydınlık seviyesine ulaşabilme için doğru armatür seçimi ve dağılımı sağlanmalıdır.
- Tuvalet, lavabo, koridor gibi kısa süreli kullanılan mekânlarda sensörlü lamba kullanımı ile gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilebilir.
- Mekânlarda tercih edilen açık renkli mobilyalar ile daha az elektrik tüketerek istenilen aydınlık seviyesine ulaşılmaktadır. Aydınlatma gereçlerinin düzenli temizlenmesi de aydınlatma derecesini yükseltmektedir.
- Farklı aydınlatma düzeyine ihtiyaç duyulan mekânlarda ihtiyacı karşılayacak düzeydeki aydınlatma sağlanması, artırılmaya ihtiyaç duyulduğunda sadece yetkili kişi tarafından müdahale edilebilmelidir.
- Binaların elektrik tesisatı, 4/11/1984 tarihli ve 18565 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine ve ilgili mevzuat hükümlerine göre projelendirilir ve uygulanır.
- Yeni yapılacak ve yapı ruhsatında kullanım alanı 20.000 m² üzerinde olan binalarda, enerji tüketiminin bir miktarını karşılamak için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır. Hava, toprak veya su kaynaklı ısı pompası, gibi kojenerasyon ve mikrokojenerasyon gibi enerjinin daha verimli kullanılması için sistem önerileri tasarımcının proje evresinde analizini gerektirmektedir. Uygulanacak sistemin, Bakanlık birim fiyat listesi baz alınarak hesaplanan, binanın toplam maliyet hesabının %10’una karşılık gelmesi gerekmektedir.
- 2022 Şubat ayında yapılan düzenleme ile NSEB (Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar) vafına sahip binaların EKB’deki enerji performans sınıfının B veya

daha iyi olması gerekmektedir. Aynı zamanda binanın birincil enerji ihtiyacının en az %10'u oranında yenilenebilir enerji kullanımına sahip olması zorunludur. Toplam yapı inşaat alanı 2000 m² ve fazlası olan binaların NSEB olarak inşası zorunludur.

Neredeyse Sıfır Enerjili Bina (NSEB): Yüksek enerji performansına ve aynı zamanda belli oranda yenilenebilir enerji kullanımına sahip olan binayı, ifade eder.

- Düzenli bakım ile gerekli tedbirler alınarak, sistem ve cihazların veriminin tasarım değerinden düşük olması engellenmektedir. Bakımların denetimi Bakanlık veya Bakanlık tarafından yetkilendirilen kuruluşlar vasıtasıyla yapılır.
- EKB düzenleme tarihinden 10 yıl süreyle geçerlidir. EKB düzenlenmeyen binalarda yapı kullanım izni verilmez.
- EKB, Bakanlığın uygulaması olan BEP-TR kullanılarak düzenlenir.

Enerji Kimlik Belgesi (EKB): Binanın enerji ihtiyacı, ısı yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ve binanın enerji sınıflandırılması ile ilgili bilgiler asgarî olarak bulundurulur. Binanın metrekare başına düşen yıllık tüketilen enerji miktarı ve buna göre salınan CO₂ (SEG emisyonu) hesaplanmaktadır. Hesaplama sonucu "A" ile "G" arasında bir değer almaktadır. (Şekil 2.10)

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Bina Genel Bilgileri

Enerji Tüketim Sınıfı

CO₂ Salımı Sınıfı

Sihhi Sıcak Su Enerjisi Tüketim Sınıfı

Havalandırma Enerjisi Tüketim Sınıfı

EKB ve EKB Uzmanı ile İlgili Bilgiler

Bina Resmi

Enerji Performansı

SEB Emilyonu

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimi			Sınıf
		Miktar (kWh/yıl)	Birimlik (kWh/m ² yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m ² yıl)	
TOPLAM					ABCDEF
ISITMA					ABCDEF
SİHİİ SICAK SU					ABCDEF
BÜĞÜTMA					ABCDEF
HAVALANDIRMA					ABCDEF
AYDINLATMA					ABCDEF

Açıklamalar

Belgeğin
Numarası :
Yerleş. Yılı :
Son Geçerlilik Tarihi :

Belgeyi Düzenleyen
Adı Soyadı :
Firması :
Oda Sicil No :

İmza

Bina Resmi veya Modeli

Yenilenebilir Enerji Oranı

Isıtma Enerjisi Tüketim Sınıfı

Soğutma Enerjisi Tüketim Sınıfı

Aydınlatma Enerjisi Tüketim Sınıfı

Şekil 2.10: Enerji Kimlik Belgesi Örneği (URL-20)

EKB’de binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, enerji tüketim sınıfı, bina genel bilgileri, düzenleme ve düzenleyen bilgileri, bina kullanım alanı, yıllık enerji tüketim miktarı, sera gazı emisyonu ve yenilenebilir enerji kullanım oranı gibi bilgiler yer almaktadır.

- Bu yönetmeliğin hükümlerini Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı tarafından yürütülür.

05.12.2008 tarihli Yönetmeliği, 01.04.2010, 30.06.2010, 19.02.2011, 20.04.201, 28.04.2017 ve 19.02.2022 tarihlerinde yapılan değişiklikler dikkate alınarak incelenmiştir.

2.4. BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Dünya nüfusunun hızla artış göstermesi de enerjiye olan ihtiyacı ve barınma ihtiyacını artırmıştır. Artan barınma ihtiyacı konut sayısını artırmış ve binalarda enerji tüketimi de bunla beraber artış göstermiştir.

İnşaat sektöründe enerji verimliliğinin artırılması, toplam enerji tüketiminin ve CO₂ emisyonunun büyük ölçüde düşmesi beklenmektedir. Yapı stoğunun enerji kullanımını açısından verimsiz olduğu düşünülmektedir. Yeni binalar enerji verimli inşa edilmeli ve mevcut binalarda enerji verimli hale getirmek için iyileştirmeler yapılmalıdır.

Binalarda enerjinin verimli kullanımının sağlanması için ilk olarak enerji talebinin azaltılması gerekmektedir. Enerji talebinin azaltılması, pasif ve aktif sistemler ile sağlanabilir. Pasif sistem olarak ısıyı tutma, aşırı ısınmaya engel olmak ve tabi aydınlatmayı muhafaza etmek örnek gösterilebilir.

Bina aydınlatmasında yeterli büyüklükteki pencere açıklıkları ile doğal ışıktan faydalanmak enerji talebini önemli ölçüde azaltabilir. Güneş ışığının yeterli düzeyde yapıya alınması, yapıyı kullanan bireylerin sağlığı ve konforu için de etkilidir. Pencerelerin gereğinden büyük veya küçük olması ise fazla ısı kaybı, aşırı ısınma gibi konforsuz sonuçlar meydana getirecektir.

Yapıda enerji etkin yaklaşımın sağlanması için tasarımda en önemli parametre iklimdir. Yapının yapıldığı yerin iklim özellikleri dikkate alınarak uygun tasarım belirlenmelidir.

Enerji etkin bir yapının oluşmasında, yapının başlamasından bitimine kadar, tasarımın amacının belirlenmesi, sistem kararlarının alınması, uygulama ve kullanım esnasında enerjinin en az düzeyde tüketilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi önemlidir. Bunlarla birlikte yapının tasarlanacağı bölgenin iklimsel verilerine göre tasarım yapılması gereklidir. (Közoğlu, 2019)

Mimar ve mühendislerin yapı tasarlarken dikkat etmesi gereken en önemli faktörlerden biri iklim faktörüdür. Tasarlanan yapının bulunduğu bölgenin iklim özellikleri yapının tasarımına yön verir. Mesela sıcak iklim bölgelerinde yapının ihtiyaç fazlası ısınımını engellemek gerekirken soğuk iklim bölgelerinde yapının soğuktan muhafaza edilmesi gerekmektedir.

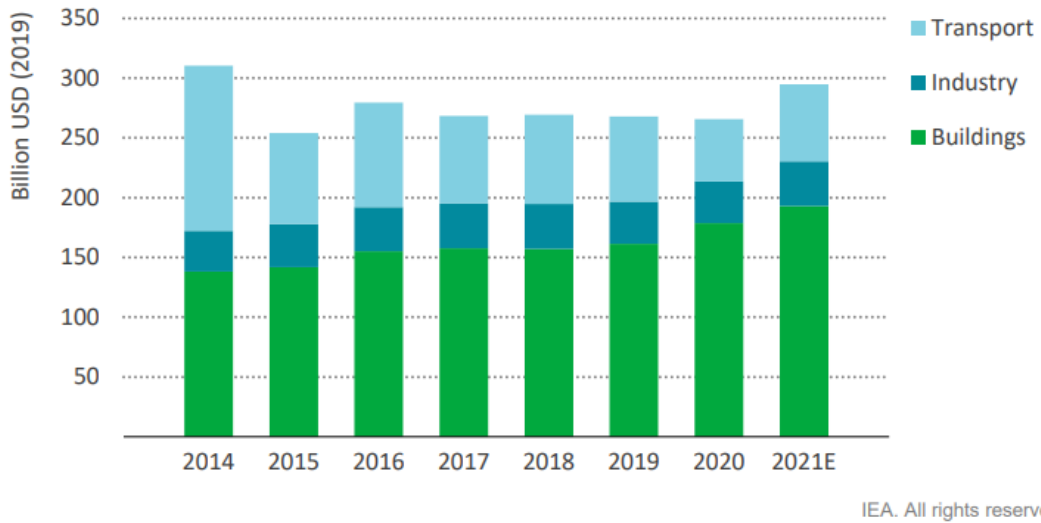
Yapı tasarlanırken enerjinin etkin kullanımı için, proje tasarım aşamasında iklim, yapının yönü ve hakim rüzgar gibi değişebilen fiziksel çevre faktörleri dikkate alınarak enerjinin etkin ve verimli kullanımı amaçlanmalıdır. Yapıda enerji

etkin bir yaklaşım için pasif ve aktif denetim olanakları oluşturularak, ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi ihtiyaç durumlarında yapının enerji performansı artırmaya yönelik tasarım ilkeleri belirlenerek mimari tasarımlar yapılmalı ve denetimler yapılmalıdır.

Enerji verimliliğini etkileyen tasarım parametreleri aşağıda sıralanmaktadır;

- Yapının yer seçimi,
- Yapının diğer yapılara mesafesi ve konumlandırılması,
- Yapının yönü,
- Yapının formu,
- Yapı kabuğunun ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri,
- Dış ortam aydınlık düzeyi,
- Yapı dışı iklimsel ve görsel konforu etkileyebilecek engeller,
- Yapı iç hacminin fiziksel özellikleri,
- Pencere ve cam gibi yapı elemanlarının boyutları ve yapısal özellikleri,
- Yapay aydınlatma sistemini oluşturan bileşenlerin özellikleri ve
- Güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri. (Dikmen, 2011)

Yapı yönlendirilirken ve cephe açıklık boyutları belirlenirken, güneşin yönü dikkate alınır. Yapının havalandırılması için doğal havalandırma sağlanacak şekilde çözümlerin üretilmesi ile de enerjide verim artırılarak, yapıda enerji etkin bir yaklaşım sağlanmış olur. Aynı zaman da yapı içi ısı konforu için istenilen sıcaklık değerleri elde edilerek, kullanıcının memnuniyeti artırılmakta ve iklimlendirme maliyetleri azalmaktadır. Yapının konumlandırılması için etkisi olan önemli faktörler; topoğrafya, biyolojik çeşitlilik, hâkim rüzgâr yönü ve iklim gibi çevresel verilerdir. Güneşin ısı ve ışığından faydalanıp zararlı etkilerinden ve fazla ısınmasından korunacak şekilde yapı tasarlanmalı, yeri ve yönü belirlenmelidir. Yapının yer ve yön seçiminde, güneş ışınımının yanı sıra hava hareketi ve nem gibi iklim özelliklerine dikkat edilmesi, enerjinin etkin kullanımı için önemlidir. (Dikmen, 2011)

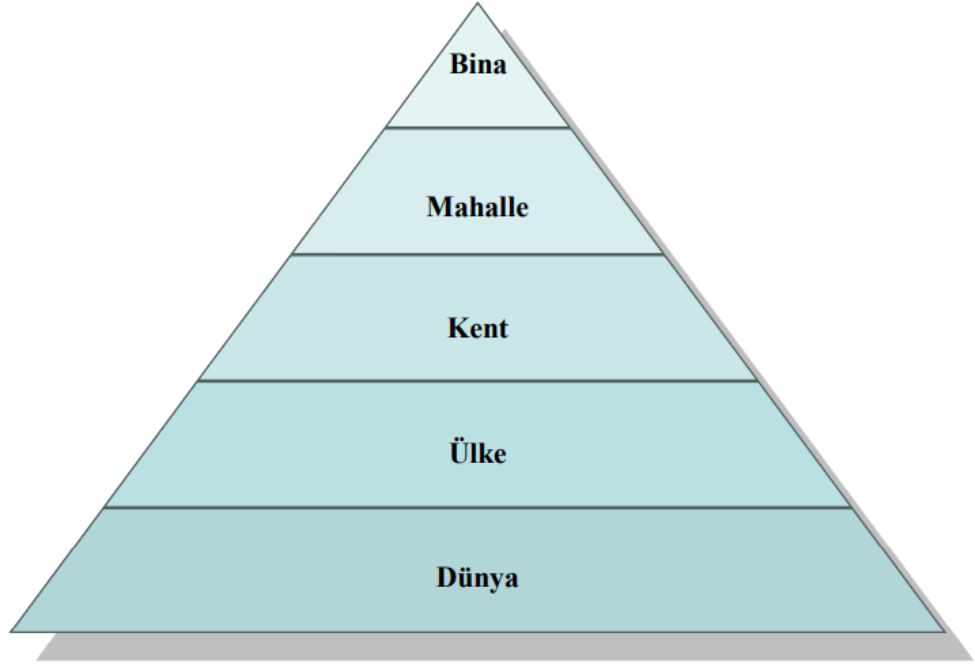


Şekil 2.11: Sektörlere göre enerji verimliliğine yönelik küresel yatırım (IEA 6)

Her bölge ve ülke için yatırım farklılık gösterse de küresel toplamda Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 2021 verilerine göre enerji verimliliği için yapılan yatırımın yaklaşık % 13,8'i ulaşım, % 20,6'sı endüstri alanına ve %65.6'sı binalara yapılmıştır. Binalarda enerji verimliliğinin sağlanması, genel anlamda enerji verimliliğinin sağlanmasında ciddi katkısı olacaktır.

Binalarda enerji verimliliği için yapılan yatırım iki çeşittir. İlki yeni yapılacak inşaatın, verimliliğin ve sürdürülebilirliğin dikkate alındığı binalar için yapılan yatırım. İkincisi, mevcut binaların ya bina sahibi aracılığıyla ya da büyük ölçekte hükümet politikaları aracılığıyla yapılan yatırımlardır.

Ülkemizde enerji miktarının yaklaşık 1/3'ü ulaşım, 1/3'ü sanayide ve 1/3'ü de binalarda tüketilmektedir.(Arınç, 2020) Görüldüğü üzere enerjinin ciddi bir kısmı binalarda tüketilmektedir. Bu da gösteriyor ki mimari de enerji verimliliği için yapılacak çalışmaların artırılması gerekmektedir.



Şekil 2.12: Enerji verimliliğinde ölçeksel ilişki (Özcan, 2013)

Enerji veriminin artırılmasında yapıtaşını oluşturan etmen “bina” diyebiliriz. Binaların enerji bakımından verimli olması piramidin alt tabakalarında yer alan katmanların da enerji verimli olması anlamına gelmektedir. Yani bir bina ne kadar enerjiyi etkin kullanır ve yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji ihtiyacını karşılarsa o kadar az CO₂ salınımının azalmasına katkı sağlayacak ve binaların bir araya gelmesiyle de dünya genelinde CO₂ salınımının büyük bir kısmı azalacaktır.

Türkiye’de binaların net ısıtma enerjisinin hesaplama ve ısı yalıtım kurallarının belirlenmesi için TS 825 standardı kullanılmaktadır.

2.4.1. TS 825 (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları)

Binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen faktörler TS 825’ten alınan bilgiler doğrultusunda aşağıda açıklanmıştır:

- Bina özellikleri: Transfer (iletim) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları (varsa ısı geri kazanımı) ve ısı kapasite,

- Isıtma sisteminin karakteristikleri: Özellikle kontrol sistemleri ve ısıtma sisteminin, ısıtma enerjisi ihtiyacındaki değişmelere cevap verme süresi,

- İç iklim şartları: Binayı kullananların istediği sıcaklık değeri, binanın farklı bölümlerinde ve günün farklı zamanlarında bu sıcaklık değerlerindeki değişimler,
- Dış iklim şartları: Dış hava sıcaklığı, hâkim rüzgârın yönü ve şiddeti,
- İç ısı kazanç kaynakları: Isıtma sistemi dışında, ısıtmaya katkısı olan iç ısı kaynakları, yemek pişirme, sıcak su elde etme, aydınlatma gibi amaçlarla kullanılan ve ortama ısı yayan çeşitli cihazlar ve insanlar,
- Güneş enerjisi: Pencere gibi saydam bina elemanlarından ısıtılan mekâna doğrudan ulaşan güneş enerjisi miktarı. (TS 825, 2013)

TS 825 standardında binanın ısıtma enerjisi ihtiyacı; iletim ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları ile iç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları dikkate alınmış ve hesaplamalar bu doğrultuda yapılmıştır.

$$\text{Binanın Net Isı İhtiyacı} = \text{Isı Kayıpları} - \text{Isı Kazançları}$$

2.4.2. Isı Kaybı Hesapları

Binanın net ısı ihtiyacını karşılamak için öncelikle binanın özgül ısı kaybı hesaplanmalıdır. Binanın özgül ısı kaybı iç ve dış ortamlar arasında 1 K sıcaklık farkı olması durumunda binanın dış kabuğundan iletim ve havalandırma ile birim zamanda kaybedilen ısı enerjisi miktarıdır. Birimi "W/K" dir

$$H = H_T + H_V \quad (W/K)$$

H_T : Isı transferi (iletimi) yoluyla oluşan ısı kaybı

H_V : Havalandırma (dışarıdan sızan soğuk havadan dolayı) oluşan ısı kaybı

2.4.2.1. İletim Yoluyla (H_T) Oluşan Isı Kaybı

İletimle oluşan (H_T) ısı kaybının hesaplanması için şu formül kullanılmaktadır;

$$H_T = \sum AU = U_D \cdot A_D + U_P \cdot A_P + U_K \cdot A_K + 0.8 U_T \cdot A_T + 0.5 U_{tAt} + U_{dAd} + 0.5 U_{dsAds}$$

Çatı arası kullanılmayan \longrightarrow 0,8 ile çarpılır.

Teras/ Ters teras \longrightarrow 1,0 ile çarpılır.

2.4.2.2. Havalandırma Yoluyla (H_V) Oluşan Isı Kaybı

Havalandırmayla oluşan (H_v) ısı kaybının hesaplanması için havalandırmanın doğal veya mekanik olmasına bağlı olarak farklı hesaplama prosedürleri bulunmaktadır. Doğal Havalandırma için şu formül kullanılmaktadır;

$$H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h \quad (W/K)$$

n_h : Hava değişim sayısı (h^{-1}) $n_h = 0,8$ alınır.

V_h : Havalandırılan hacim ($V_h = 0,8 \times V_{brüt}$) (m^3)

2.4.3. Isı Kazancı Hesapları

Binalarda enerji kaybetmenin yanı sıra güneş enerjisinden ve iç ısı kaynaklarından ısı kazançları meydana gelmektedir. Bu ısı kazancı binanın net ısıtma enerji ihtiyacının azalmasını sağlamaktadır.

2.4.3.1. Binadaki İç Isı Kazançlarının Hesaplanması

Bazı durumlar iç ısı kazanımının oluşmasını sağlar. Bunlar:

- İnsanların sebep olduğu metabolik faaliyetler sonucu ısı kazançları
- Sıcak su sisteminin sebep olduğu ısı kazançları
- Yemek pişirme eylemleriyle ortaya çıkan ısı kazançları
- Aydınlatma sisteminin sebep olduğu ısı kazançları
- Binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan ortaya çıkan ısı kazançları

Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı binalarda $\phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n$ (W)

Yüksek iç enerji kazançlı binalarda $\phi_{i,ay} \leq 10 \times A_n$ (W)

$$A_n = 0,32 V_{brüt} (m^2)$$

2.4.3.2. Güneşten Gelen Isı Kazançlarının Hesaplanması

Güneşin pencereden doğrudan yaptığı ışınım, ısı kazançlarını beraberinde getirmektedir.

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$$

$r_{i,ay}$: "i" yön. aylık ortalama gölgelenme faktörü,

$g_{i,ay}$: “i” yön. güneş enerjisi geçirme faktörü,

$I_{i,ay}$: “i” yön. dik yüzeylere gelen aylık ort. gün. ışınımı şid. (W/m^2),

A_i : “i” yön. toplam pencere alanı (m^2) dır.

	$r_{i,ay}$
Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde	0,8
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve/veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde	0,6
Bitişik nizam ve/veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde	0,5

Tablo 2.1. Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü (TS 825)

$$g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp}$$

F_w : Camlar için düzeltme faktörüdür. $F_w = 0,8$ alınır

g_{\perp} : Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörüdür. Ölçü değerlerinin olmaması durumunda “ g_{\perp} ” için aşağıdaki değerler kullanılabilir.

Cam türü	g_{\perp}
Renksiz tek cam için	0,85
Renksiz yalıtım camı birimi için	0,75
* Isıl geçirgenlik katsayısı $2 W/m^2K$ 'den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için	0,50

Tablo 2.2. Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü (TS 825)

* Isıl geçirgenlik katsayısı $2 W/m^2 K$ 'den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için imalatçı firma tarafından belgelendirilmiş geçirme faktörü (g_{\perp}) varsa, beyan edilen bu değer alınarak hesaba katılır.

Bütün derece gün bölgeleri için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti değerleri ortaktır ve TS 825'ten alınan Tablo 2.3'te görmektediriz.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
I güney =	72	84	87	90	92	95	93	93	89	82	67	64
I kuzey =	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
I batı/doğu =	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

Tablo 2.3. Ortalama aylık güneş ışınım şiddeti (W/m²) (TS 825)

Not: Ara yönlerin ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti değerleri olarak, hâkim yönlerin (Kuzey ve Güney) değerleri, yatay camlamalarda ise Güney yönü için verilen değerler alınır.

2.4.3.2.1. Kazanç Kullanım Oranı (KKO) Hesabı

Isıtmanın ihtiyaç duyulmadığı zamanlarda ısı kazançları olabilmektedir. Bu yüzden iç ısı kazançları ve güneşten gelen ısı kazancı toplamının, ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisini azaltması bakımından faydalı enerji olarak kabul görmesi her durum için uygun olmaz. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılır; bu faktörün büyüklüğü, kazançların ve kayıpların bağlı büyüklüğüne ve binanın ısı kütlesine bağlıdır.(TS 825)

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/ KKO_{ay})}$$

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$$

Burada;

$\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı (°C),

$\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı (°C),

$\phi_{i,ay}$: Aylık iç kazançlar (W),

$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W)'dır.

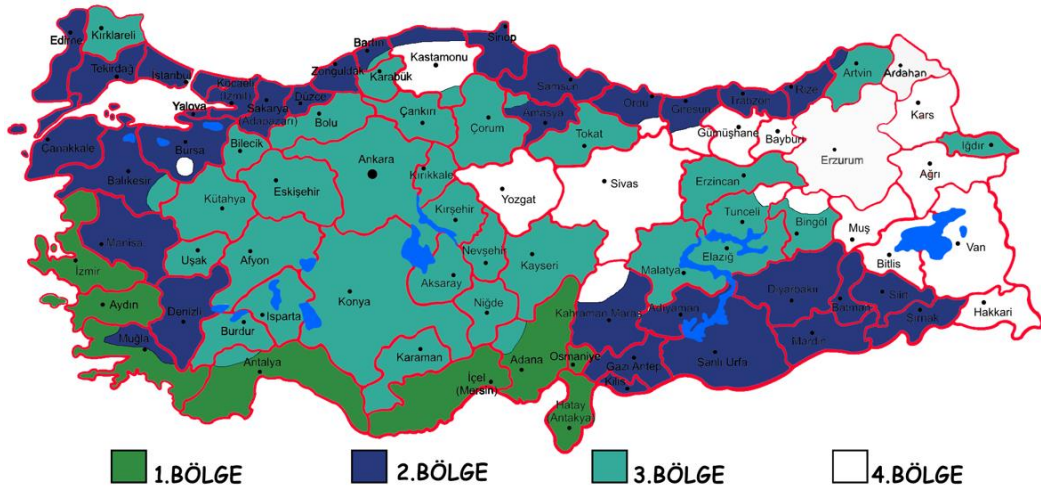
Kazanç Kullanım Oranı 2,5 ve üzerinde olursa o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir (TS 825)

	Isıtılacak binanın adı	Sıcaklığı (°C)
1	Konutlar	19
2	Yönetim binaları	
3	İş ve hizmet binaları	
4	Otel, motel ve lokantalar	20
5	Öğretim binaları	
6	Tiyatro ve konser salonları	
7	Kışlalar	
8	Ceza ve tutuk evleri	
9	Müze ve galeriler	22
10	Hava limanları	
11	Hastaneler	26
12	Yüzme havuzları	16
13	İmalat ve atölye mahalleri	

Tablo 2.4: Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri [θ_i (°C)] (TS 825)

	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge	5. Bölge
Ocak	8,4	2,9	-0,3	-5,4	-10,5
Şubat	9,0	4,4	0,1	-4,7	-9,1
Mart	11,6	7,3	4,1	0,3	-2,9
Nisan	15,8	12,8	10,1	7,9	5,3
Mayıs	21,2	18,0	14,4	12,8	10,6
Haziran	26,3	22,5	18,5	17,3	14,6
Temmuz	28,7	24,9	21,7	21,4	18,6
Ağustos	27,6	24,3	21,2	21,1	18,6
Eylül	23,5	19,9	17,2	16,5	14,1
Ekim	18,5	14,1	11,6	10,3	7,8
Kasım	13,0	8,5	5,6	3,1	0,6
Aralık	9,3	3,8	1,3	-2,8	-6,7

Tablo 2.5: Farklı derece gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yağışma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri [θ_e (°C)] (TS825)



Şekil 2.13: Türkiye'nin Derece-Gün Bölgeleri Haritası

2.4.3.2.2. Binanın Yıllık Net Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesabı:

Her ay için toplam kayıplardan toplam kazançlar çıkarılarak binanın ilgili ayda harcayacağı ısı miktarı (Q_{ay}) hesaplanır. Hesaplamalar 12 ay için tekrarlanır. Her ay için bulunan sonuçlar toplanarak binanın yıllık net ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanır.(Arınç 2021a)

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t$$

86400 x 30 sn

$$Q_{YIL} = \Sigma Q_{ay} (Ws)(J)$$

*(Ws) : Watt Saniye

(J) : Joule

$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ kJ} = 0,278 \times 10^{-3} \text{ kWh}$$

	h (m)	A/V≤0,2 için	0,2<A/V<1,05 için	A/V≥1,05 için	Birim
$Q'_{1.DG}$	h≤2,6m	19,2	44,1 A/V + 10,4	56,7	kWh/m ²
	h>2,6m	6,2	14,1 A/V + 3,4	18,2	kWh/m ³
$Q'_{2.DG}$	h≤2,6m	38,4	70 A/V + 24,4	97,9	kWh/m ²
	h>2,6m	12,3	22,4 A/V + 7,8	31,3	kWh/m ³
$Q'_{3.DG}$	h≤2,6m	51,7	76,3 A/V + 36,4	116,5	kWh/m ²
	h>2,6m	16,6	24,4 A/V + 11,7	37,3	kWh/m ³
$Q'_{4.DG}$	h≤2,6m	67,3	82,8 A/V + 50,7	137,6	kWh/m ²
	h>2,6m	21,6	26,5 A/V + 16,3	44,1	kWh/m ³

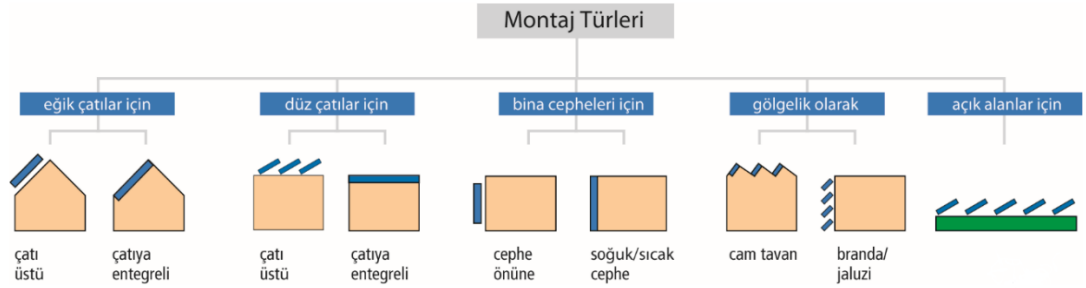
Tablo 2.6: A/V Oranına Göre Azami Yıllık Isıtma Enerjisinin Sınır Değerleri (Arınç 2021a)

Binanın A/V oranına göre Q' değeri hesaplanır. A/V oranı binanın kat yüksekliğinin 2,6'dan düşük veya yüksek olması dikkate alınarak hesaplanır. Q' hesabı yapılırken binanın derece gün bölgesine, A/V oranının 0,2'den küçük, 1,05'ten büyük veya bu iki değer arasında yer alıp almamasına dikkat edilir. Dikkat edilen bilgiler doğrultusunda binanın Q' değeri bulunur. Binanın ihtiyaç duyduğu ısıtma enerjisinin A/V oranına göre hesaplanan ısıtma enerjisinden küçük olması ($Q < Q'$) gerekir.

2.4.4. Bina Çatılarına Fotovoltaik (Güneş Paneli) Sistem Uygulamaları

Bina Çatılarını Enerji Santraline Dönüştürmek İçin Sebepler

- Artan elektrik maliyetlerinden etkilenmenin önüne geçilmesi
- Elektrik faturalarındaki Dağıtım/ İletim / Fon / Vergi bedellerinin azaltılması
- Atıl alanların değerlendirilmesi
- Karbon salınımının azaltılması
- Çevre dostu firma imajı sağlanması
- Emlak değerinin artırılması
- Montaj / demontaj kolaylığının olması
- Operasyon ve işletme giderlerinin düşük olması
- Uzun ömürlü ve dayanıklı olması (Arınç, 2021c)



Şekil 2.14: Fotovoltaik Panel Sistemlerinde Montaj Türleri (Arınç, 2021c)

Fotovoltaik panelin, yapı ve çatının durumuna, kurulumunun yapılacağı yere göre farklı montaj türleri vardır (Şekil 2.14). Kurulan fotovoltaik panellerin bulunduğu ortamda gölgede kalma durumunda gölgede kalan kısımdan elektrik üretimi sağlanamamaktadır. Gölgede kalma durumunun hesaplanması için ise Şekil 2.15’de verilen web tabanlı simülasyon yazılımlardan faydalanılmalıdır.

İsim	Web Adresi	Kısa Açıklama
PVGIS	re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/	Ufuk yükseltilerini de dikkate alarak konum hesaplamaları için detaylı haritalar sunar
PV*SOL online hesaplayıcı	www.valentin.de/calculation/pvonline/pv_system/	Satış getirisinin grafiksel olarak güzel düzenlenmiş kaba tahminlemesi
DESIRE online	http://desire.htw-berlin.de/desire_online.php	Önemli kayıp mekanizmalarının dikkate alınmasıyla iyi bir üretim tahminlemesi
Solarberatung	www.solarenergie.com/pv-plan.htm	Belirli bir elektrik ihtiyacı için gerekli olan tesis boyutu ve buna bağlı olarak ortaya çıkan maliyetlerin kabaca tahminlenmesi
Kostenrechner	www.solarcontact.de/content/kostenrechner/	Belirli bir elektrik ihtiyacı için tesis boyutu, fiyat ve çatı alanını hesaplar
Sunnysolar	www.sunnysolar.de/	Enerji tüketimine oranla FV ada sistemlerinin tesis boyutlarının tahminlenmesi

Şekil 2.15: Web tabanlı simülasyon yazılımları (Arınç, 2021c)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK BİNA İNCELEMESİ

İstanbul ili, Başakşehir ilçesi'nde yapımı planlanan toplu konut projesi 18 bloktan oluşmaktadır. Proje uygulamaya hazır halde iken, daha verimli olması için revize edilecektir. Sitede B1 ve C1 plan tiplerinde bloklar bulunmaktadır. İnceleyeceğimiz bina B1 tipi olup, binanın; ısı kaybı, ısı kazanımı, binanın EP sınıfı, yıllık yakıt tüketim miktarı ve CO₂ emisyon hesabı yapılacaktır. Proje üzerinde yapılan düzenlemeler sonucunda binanın daha verimli olması sağlanacaktır. Binanın verimli hali için de ısı kaybı, ısı kazanımı, binanın EP sınıfı, yıllık yakıt tüketim miktarı hesaplanacaktır. Hesaplamalar karşılaştırılıp yakıttan elde edilen tasarruf miktarı belirlenecektir. Projenin düzenlenen hali için malzeme seçimi yapılacak ve aradaki maliyet farkı hesaplanacaktır. Malzeme ve pencere maliyetindeki fark, elde edilen tasarruf ile amorti süresi hesaplanacaktır. Binanın site içerisindeki konumu 3 boyutlu proje görselinde (Şekil 3.1) daire içine alınarak belirtilmiştir.



Şekil 3.1 Site Görünümü



Şekil 3.2 Vaziyet Planı

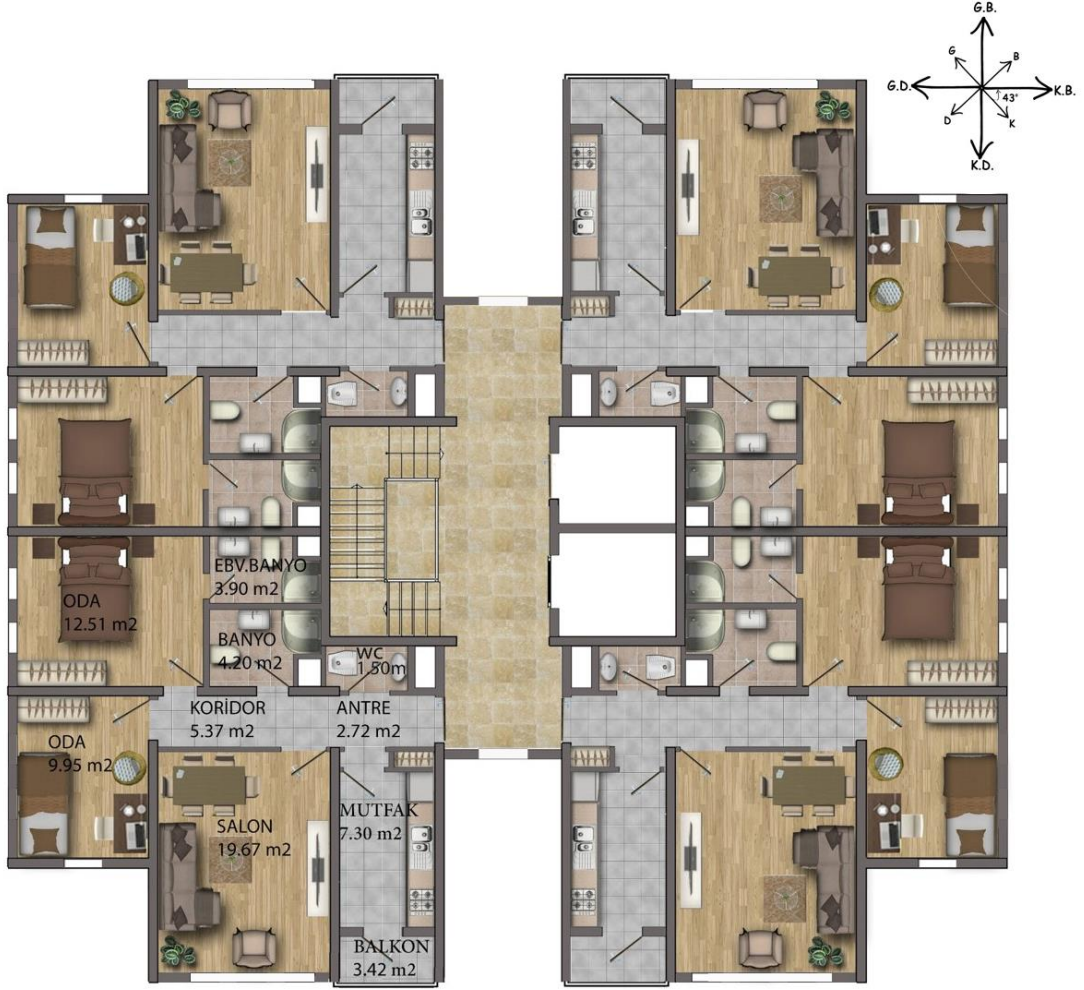
Daire içerisine alınan binanın vaziyet planı Şekil 3.2’de görülmektedir ve bina B1-10. Blok olarak isimlendirilmiştir. Bina ön cephesi kuzeydoğu yönüne, arka cephesi güneybatı yönüne, sağ yan cephesi kuzeybatı yönüne ve sol yan cephesi ise güneydoğu yönüne bakmaktadır.

Isı hesabı yapacağımız binanın özelliklerinden şu şekilde bahsedebiliriz:

- Bina 2 bodrum kat, zemin kat ve 4 normal kattan meydana gelmektedir.
- Normal kat planı Şekil 3.3’te gösterilmiş olup zemin ve normal katlar 4 daireden oluşmaktadır.
- Sitedeki binalar ayırık nizam şeklinde konumlandırılmıştır.
- Bina konum itibariyle Türkiye için ısıtma ve soğutma derece gün bölgelerinden 2. Bölgede’dir.
- Binanın ön cephesi kuzeyden 47° sapmayla kuzeydoğu yönüne bakmaktadır.
- Tünel kalıp sistemi kullanılarak inşa edilmiştir.

3.1. B1-10.BLO (2B+Z+4) MEVCUT BİNA İNCELEMESİ

Bu bölümde mevcut bina için ısı kaybı, EP sınıfı, yıllık yakıt tüketim miktarı ve CO₂ emisyon miktarı hesaplanacaktır. Dörtgen forma sahip olan binanın normal kat planı Şekil 3.3'te verilmiştir. Katta 4 daire bulunmaktadır ve daireler birbirlerine simetriklerdir.



Şekil 3.3 Mevcut Bina Normal Kat Planı

Binanın cephe görünüşleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te verilmiştir. Cephe görünüşlerinden anlaşılacağı üzere binanın bir kısmı toprağa gömülüdür. Binanın ısı kaybeden alanlarının brüt hacme oranı hesaplanmıştır. Binanın cephe alanı cephelerinde yer alan açıklık tipleri Tablo 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.4 Mevcut Binanın Ön (K.D) ve Arka (G.B) Cephe Görünüşleri



Şekil 3.5 Mevcut Binanın Yan Cephe (G.D.-K.B.) Görünüşleri

		Bina Toplam Cephe ALANLARI m ²									
A _{ısı kayı}	3029 m ²	A/V=0,40					Kuz.Doğu Cep.(Ön)	Gün. Batı Cep.(Arka)	Kuz.Batı Cep.(sağ)	Gün. Doğu Cep.(sol)	Toplam
V _{brüt}	7565,68 m ³			Alan				342	453	389	389
Bina Açıklık Tipleri											
	P1	P2	P3	DP1	BK	DK2	Grş K				
En (m)		2	1,3	0,8	0,7	0,9	1	2,6			
Boy (m)		2,4	1,6	1,3	1	2,2	2,2	3,76			
Alan (m ²)		4,8	2,08	1,04	0,7	1,98	2,2	9,776			

Tablo 3.1. Mevcut Bina Cephe Alanları ve Açıklık Tipleri

Bina Cephe Açıklıkları					
	Kuzey Doğu Cephesi	Güney Batı Cephesi	Kuzey Batı Cephesi	Güney Doğu Cephesi	Toplam
P1 Adet	10	12	0	0	
Alan	48	57,6	0	0	
P2 Adet	10	12	0	0	
Alan	20,8	24,96	0	0	
P3 Adet	4	7	22	22	
Alan	7,28	7,28	22,88	22,88	
DP1 Adet	0	5	1	1	
Alan	0	3,5	0,7	0,7	
BK Adet	10	12	0	0	
Alan	19,8	23,76	0	0	
DK2 Adet	0	1	0	0	
Alan	0	2,2	0	0	
Grş K Adet	1	0	0	0	
Alan	9,776	0	0	0	
Toplam Alan m²	105,656	119,30	23,58	23,58	272,12

Tablo 3.2. Mevcut Binanın Cephelerinde Açıklık Çeşit ve Alanları

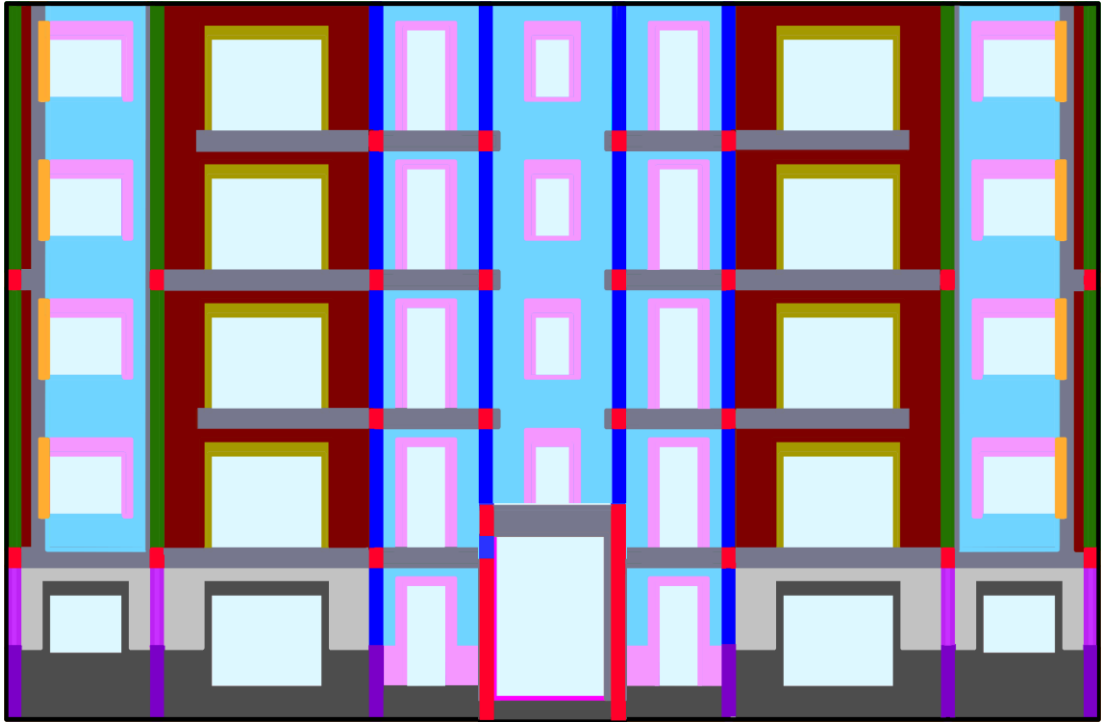
Cephelelerde bulunan açıklıklar tip ve adedine göre Tablo 3.2’de hesaplanmıştır. Binanın kuzeydoğu yönüne bakan ön cephesinde toplam açıklık alanı 105,66 m², güneybatı yönüne bakan arka cephesinde toplam açıklık alanı 119,3 m², kuzeybatı ve güneydoğu yönlerine bakan yan cephelelerde (yan cepheleler birbirine simetrik) ise toplam açıklık alanı 23,58 m²’dir. Bu hesaplamalar sonucu Tablo 3.3’te görüldüğü gibi cephe açıklıklarının brüt cephe alanına oranı bulunmuştur. Kuzeydoğu yönüne bakan ön cephelede % 43, güneybatı yönüne bakan arka cephelede % 36, sağ ve sol yan cephelelerde bu oran % 6,5 olarak hesaplanmıştır.

Bina Cephesinde Pecere/Brüt Cephe Oranı				
	Kuzey Doğu Cephesi	Güney Batı Cephesi	Kuzey Batı Cephesi	Güney Doğu Cephesi
Oran	0,43	0,36	0,065	0,065
	43%	36%	6,5%	6,5%
Düşünceler	düşürülmelidir	yükseltilmelidir	kalabilir	yükseltilmelidir

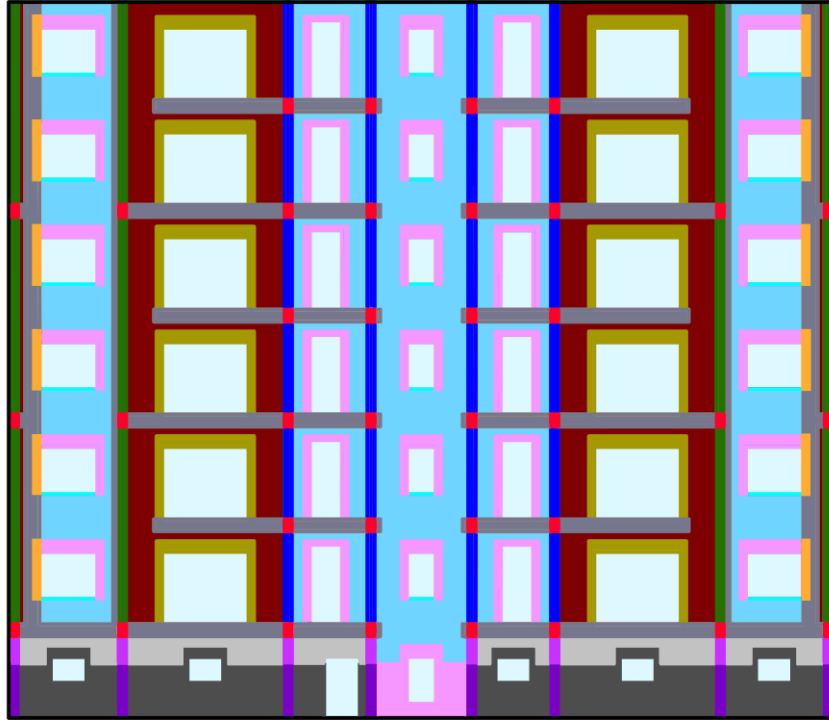
Tablo 3.3 Mevcut Binanın Açıklıklarının Brüt Cepheye Oranı

Tünel kalıp sistemi kullanarak inşa edilen binada duvarların bir kısmı donatı iken bir kısmı bims tuğladan meydana gelmektedir. Cephede kullanılan malzeme farklılıkları da göz önüne alınırsa malzemenin hem yüzeyde hem duvar katmanında çeşitlilik göstermesi nedeniyle cephede renklendirme yapılmıştır.

Hesabın anlaşılır olması için Şekil 3.6’da ön cephesi (K.D), Şekil 3.7’de arka cephesi (G.B) ve Şekil 3.8’de sağ yan cephesi (K.B) renklendirilmiştir. Sağ yan cephe ile sol yan cephe birbirine simetrik olduğu için yan cephelerden birinin renklendirilmesi yeterli görülmüştür. Her renk belli bir duvar katmanı ve üzerine gelen cephe malzemesi çeşidine karşılık gelmektedir.



Şekil 3.6 Mevcut Binanın Ön Cephesi (K.D.) Malzemeye Göre Renklendirme



Şekil 3.7 Mevcut Binanın Arka Cephesi (G.B.)Malzemeye Göre Renklendirme



Şekil 3.8 Mevcut Bina Sağ Yan Cephesi (K.B) Malzemeye Göre Renklendirme

Şekil 3.8’de lejantı verilen renklerin karşılık geldiği kodlar ve malzeme katmanları şu şekildedir:

Açıklık: Pencere ve kapıların renklendirilmesi

DD1: Bims Duvar, Akrilik Esaslı Dış Cephe Boyası

DD2: Donatılı, Akrilik Esaslı Dış Cephe Boyası

DD3: Bims Duvar, A1 Sınıfı Yanmaz Isı Yalıtımı, Akrilik Esaslı Dış Cephe Boyası

DD4: Bims Duvar, A1 Sınıfı Yanmaz Isı Yalıtımı, Doğal Taş Kaplama

DD5: Bims Duvar, A1 Sınıfı Yanmaz Isı Yalıtımı, Fibercement Kaplama

DD6: Bims Duvar, Fibercement Kaplama

DD7: Donatılı, Fibercement Kaplama

DD8: Bims Duvar, Doğal Taş Kaplama

DD9: Donatılı, Doğal Taş Kaplama

DD10: Bims Duvar, A1 Sınıfı Yanmaz Isı Yalıtımı, EPS Cephe Elemanı

DD11: Bims Duvar, EPS Cephe Elemanı

DD12: Donatılı, EPS Cephe Elemanı

DD13: Donatılı, A1 Sınıfı Yanmaz Isı Yalıtımı, Doğal Taş Kaplama

3.1.1. Mevcut Binanın Isı Kaybı Hesabı

Isı transferi (iletimi) yoluyla oluşan ısı kaybı (H_i)				
Duvar	A (m^2)	u		AxU
Q_{did1}	277,72	0,456		126,64
Q_{did2}	593	0,646		383,08
Q_{did3}	78,07	0,456		35,60
Q_{did4}	69,84	0,456		31,85
Q_{did5}	28,2	0,29		8,18
Q_{did6}	139,76	0,457		63,87
Q_{did7}	54,34	0,596		32,39
Q_{did8}	49,73	0,46		22,88
Q_{did9}	41,06	0,593		24,35
Q_{did10}	4,8	0,213		1,02
Q_{did11}	104,23	0,213		22,20
Q_{did12}	61,47	0,213		13,09
Q_{did13}	46,06	0,641		29,52
Q_{divd1}	95	0,499	0,5	23,70
Q_{divd2}	260	0,61	0,5	79,3
Q_{diap}	40	0,53	0,5	10,6
Tavan				
Q_{tavan}	407,61	0,36	0,8	117,39
Taban				
Q_{taban}	421	0,467	0,5	98,30
pencere				
$Q_{pencere}$	257,02	2,78		714,52
kapı				
$Q_{kapı}$	2,2	3,85		8,47
Toplam AxU				1846,95

Tablo 3.4 Mevcut Binanın Isı Transferi Yoluyla Oluşan Isı Kaybı

Malzeme çeşidi ve katmanların belirtildiği kodlara karşılık gelen alanlar ayrı ayrı hesaplanmış ve u değerleriyle çarpılmıştır. Toplam değer ise bize ısı transferi yoluyla oluşan ısı kaybını vermektedir (Tablo 3.4). Tablo 3.1’ de verilen $V_{brüt}$ değerine göre havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybı da aşağıda ki Tablo 3.5’te hesaplanmıştır.

Havalandırma Yoluyla Oluşan Isı Kaybı										
H_v	=	0,33 *	n_h	*	V_h					
					V_h	=	$V_{brüt}$	*	0,8	
					6052,54	=	7565,68	*	0,8	
H_v	=	0,33 *	0,8 *		6052,54					
H_v	=	1597,87	(W/K)							

Tablo 3.5 Mevcut Binanın Havalandırma Yoluyla Oluşan Isı Kaybı

$$H=H_T+H_v$$

$$H=1846,95+1597,87$$

$$H=3444,382 \text{ W/K}$$

3.1.2. Mevcut Binanın Isı Kazanımı Hesabı

Binanın toplam ısı hesabı yapıldıktan sonra binada ki ısı kazançları hesaplanarak toplam ısı kaybı (H) hesabından çıkarılır. Binanın ısıtma enerjisi ihtiyacı belirlenir.

Bina derece gün bölgeleri arasından 2. Bölgede yer almaktadır. 2. Bölgede yer alan illerde ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti ve ortalama aylık dış sıcaklık değerleri hesaplanırken değerlendirmeye alınan aylar; ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralıktır. 3. Bölümde yer alan yönlere bağlı güneş ışınım şiddeti Tablo 3.3'e göre alınan değerler doğrultusunda Tablo 3.6'da bulunan mevcut durumdaki binanın güneşten gelen ısı kazanç (Φ_s) hesabı yapılmıştır. İnsanların sebep olduğu metabolik faaliyetler, pişirme eylemleri, sıcak su sistemi ve aydınlatma sistemi gibi durumlardan oluşan iç ısı kazançları (Φ_i) da Tablo 3.6 da hesaplanmıştır.

Bınadaki Isı Kazançlarının Hesabı						
$\Phi_{i,ay}$	\leq	$S \cdot$	A_m	$=$	$0,32 \cdot$	$V_{brüt}$
			2421,02		$0,32 \cdot$	7565,68
$\Phi_{i,ay}$	\leq	12105,1				
$\Phi_{s,ay}$	$=$	$\Sigma r_{i,ay} \cdot$	$\xi_{i,ay} \cdot$	$A_i \cdot$	$I_{i,ay}$	
$\Phi_{s,ay}$ (GÜNEY)	$=$	0,6	0,75	133,40	72	4322,16
		0,6	0,75	133,4	84	5042,52
		0,6	0,75	133,4	87	5222,61
		0,6	0,75	133,4	90	5402,7
		0,6	0,75	133,4	82	4922,46
		0,6	0,75	133,4	67	4022,01
		0,6	0,75	133,4	64	3841,92
$\Phi_{s,ay}$ (KUZEY)	$=$	0,6	0,75	112,18	26	1312,51
		0,6	0,75	112,18	37	1867,8
		0,6	0,75	112,18	52	2625,01
		0,6	0,75	112,18	66	3331,75
		0,6	0,75	112,18	57	2877,42
		0,6	0,75	112,18	40	2019,24
		0,6	0,75	112,18	27	1362,99

Tablo 3.6 Mevcut Bınanın Isı Kazanç Hesabı

MEVCUT BİNA									
Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=H_1+H_v$ (W/K)	$\theta_i-\theta_e$ (K)	$H(\theta_i-\theta_e)$ (W)	Φ_i (W)	Φ_s (W)	$\Phi_T=\Phi_i+\Phi_s$ (W)			
Ocak	3444,82	16,1	55461,6097	12105,088	5634,67	17739,8	0,32	0,96	99792502,18
Şubat		14,6	50294,3789		6910,32	19015,4	0,38	0,93	84575059,02
Mart		11,7	40304,3996		7847,62	19952,7	0,50	0,87	59612204
Nisan		6,2	21357,887		8734,45	20839,5	0,98	0,64	20726797,68
Ekim		4,9	16879,6203		7799,88	19905	1,18	0,57	14254126,08
Kasım		10,5	36170,615		6041,25	18146,3	0,50	0,86	53127424,72
Aralık		15,2	52361,2712		5204,91	17310	0,33	0,95	93031760,61
								$Q_{i,il}$ (kJ)	425119874,3
								$Q_{i,il}$ (kWh)	118183,33
	oran	A_{top}	/	$V_{brüt}$	A/V	Q	$=$	$Q_{i,il}/V_{brüt}$	
		3031,11		7565,68	0,40	Q	$=$	15,62	
						Q'	$=$	22,4 A/V + 7,8	
						Q'	$=$	16,77	
						Q	$<$	Q'	uygundur

Tablo 3.7 Mevcut Bınanın Isıtma Enerjisi İhtiyacı

3.1.3. Mevcut Binanın Yıllık Yakıt Tüketimi, EP ve SEG Sınıfı

Mevcut Binanın Enerji Performansı (EP) Sınıfı							
EP	=	118183,33	/	2421,0176	=	48,82	
		kWh		m ²		kWh/m ²	
2. bölgede $35 \leq EP < 70$ olduğu için B sınıfı							
Yoğuşmalı Kazanlarda Bina Yıllık Yıllık Yakıt Tüketimi							
B _y	=	Q _{Yıl}	/	H _{ısıt}	*	η _{ik}	* η _{br}
B _y	=	118183,33	/	10,65	*	0,9	* 0,85
B _y	=	14505,92		m ³ /yıl			
Binada Doğalgaz Yakılmasından Kaynaklanan Yıllık CO ₂ Emisyonu Hesabı							
SEG _{yıl}	=	EP _{yıl} (Q _{yıl} kWh/yıl)	*	SEG _{ik}			
				(kgCO ₂ /kWh)			
SEG _{yıl}	=	118183,33	*	0,19			
SEG _{yıl}	=	22454,83176	/	2421,02	=	9,27	kgCO ₂ /m ²
6-SEG≤10 olduğu için SEG enerji sınıfı B							

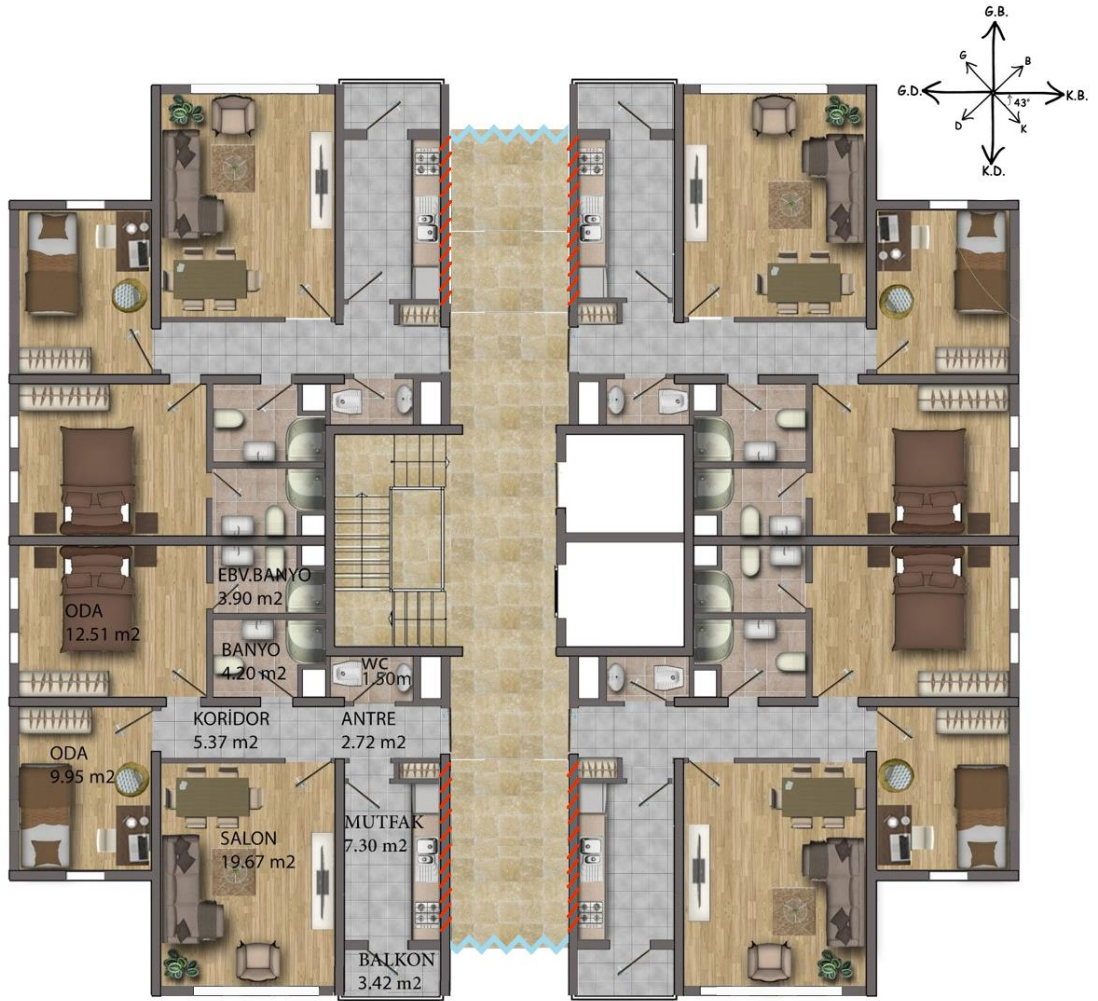
Tablo 3.8 Mevcut Binanın EP Sınıfı, Yıllık Yakıt tüketimi, SEG Sınıfı

Mevcut binada yıllık ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisi Tablo 4.7’de 425119874,3 kJ olarak hesaplanmıştır. “1kJ = 0,278 x 10⁻³kWh” denklemi kullanılarak hesaplanan Q’nun kWh cinsinden değeri 118183,33’dir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı A_n değerine bölünerek m² başına düşen değer 48,82 kWh olarak bulunmuştur. Bu değer 2. Bölge için geçerli olan 35≤EP< 70 aralığında B sınıfı olduğundan binanın enerji performans sınıfı B olarak bulunmuştur (Tablo 3.8).

Mevcut durumdaki binanın yıllık yakıt tüketimi ise Tablo 3.8’ de 14505,92 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Doğalgaz yakılmasına bağlı olarak yıllık CO₂ emisyon hesabı 22454,83 kgCO₂/yıl’dır. Sonucu A_n değerine böldüğümüz zaman m² başına 9,24 kgCO₂ düşmektedir. 2. Bölgede 6<SEG≤10 aralığında SEG değeri B sınıfına denk gelmektedir. Binanın CO₂ emisyon değeri 9,27 kgCO₂ bu aralıkta olduğu için binanın SEG sınıfı da B’dir.

3.2. B1-10.BLOK (2B+Z+4) ENERJİ VERİMLİ HALE GETİRİLECEK BİNA İNCELEMESİ

Mevcut binanın proje hali incelenerek hesapları tamamlanmıştır. Şimdi de binada enerjinin verimli kullanımı için düzenlemeler yapılacaktır. Düzenlemeler sonucunda yapılan değişiklikler karşılaştırılacaktır.



Şekil 3.9 Verimli Binanın Normal Kat Planı

Mevcut durumda kırmızı ile taranan duvarlar dış hava ile temas ederek dairelerin mutfaktan ısı kaybına sebep olmaktadır. Kat holü uzatılmış ve bu duvarların dış hava ile teması kesilerek ısı kaybı önlenmiştir. Mavi ile işaretlenen kat holünün cepheye açılan duvarları ön ve arka cephelerde giydirme cephe olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu şekilde binanın güneşten gelen ısı ile ısı kazancı artırılmıştır.

Bina Toplam Cephe ALANLARI m ²														
A _{ısı kayıtı}	2772 m ²	A/V=0,35		Kuz.Doğu Cep.(Ön)	Gün. Batı Cep.(Arka)	Kuz.Batı Cep.(sağ)	Gün. Doğu Cep.(sol)	Toplam						
V _{brüt}	7883,35 m ³		Alan	342	453	389	389	1573						
Bina Açıklık Tipleri														
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	DP1	BK	DK2	Grş K	Boydan K.D	Boydan G.B.
En (m)	2	1,3	0,8	3	2	0,6	1	3,1	0,7	0,9	1	2,6	2,6	2,6
Boy (m)	2,4	1,6	1,3	2,4	1,7	1	2	2,6	1	2,2	2,2	3,76	10,24	19,87
Alan (m ²)	4,8	2,08	1,04	7,2	3,4	0,6	2	8,06	0,7	1,98	2,2	9,776	26,62	51,66

Tablo 3.9 Verimli Hali Açıklık Tipleri

Mevcut durumda bulunan açıklığın brüt cephe alanına oranı, binanın enerji verimli hale gelebilmesi için, buldukları yönler göre ideal oranlar olan güney cephelerde en az % 50, kuzey cephelerde ise en fazla % 20 olacak şekilde ayarlanmalıdır. Bunun için iyileştirme yaparken kuzeydoğu cephesinde açıklık azaltılması gerekmekte iken, güneybatı ve güneydoğu cephelerinde açıklıkların artırılması gerekmektedir.

Kuzeydoğu yönüne bakan ön cephede açıklığın brüt cephe alanına oranı % 20'ye düşürülmüş ve güneybatı yönüne bakan arka cephede ise bu oran % 50'ye çıkarılmıştır. Daha sonra Şekil 3.9'da mavi ile işaretlenen kısmınların ön ve arka cephede boydan cam yapılmasıyla cephelerdeki açıklığın brüt cephe alanına oranı Tablo 3.11'de hesaplandığı üzere artmış bulunmaktadır.

Kuzeybatı cephesinde açıklığın brüt cephe alanına oranı sabit bırakılarak güneydoğu cephesinde bu oran %30'a çıkarılmıştır. Güneydoğu cephesinde açıklığın brüt cepheye oranı % 50'ye çıkarılmak istenmiş fakat tünel kalıp sistemi kullanılarak yapılan bina da cephede taşıyıcı sistem yoğunluğundan açıklık en fazla bu kadar artırılabilmiştir.

Not: Güneydoğu cephesinde açıklığın brüt cepheye oranı istenilen düzeyde artırılabilseydi, enerji verimine olumlu etkisi olacaktı.

Cephelerde yenilenen açıklıkların tipleri Tablo 3.9'da verilmiştir. Cephelerde hangi açıklık tipi kullanıldığı, açıklık alanı ve açıklık adeti ise Tablo 3.10'da gösterilmektedir.

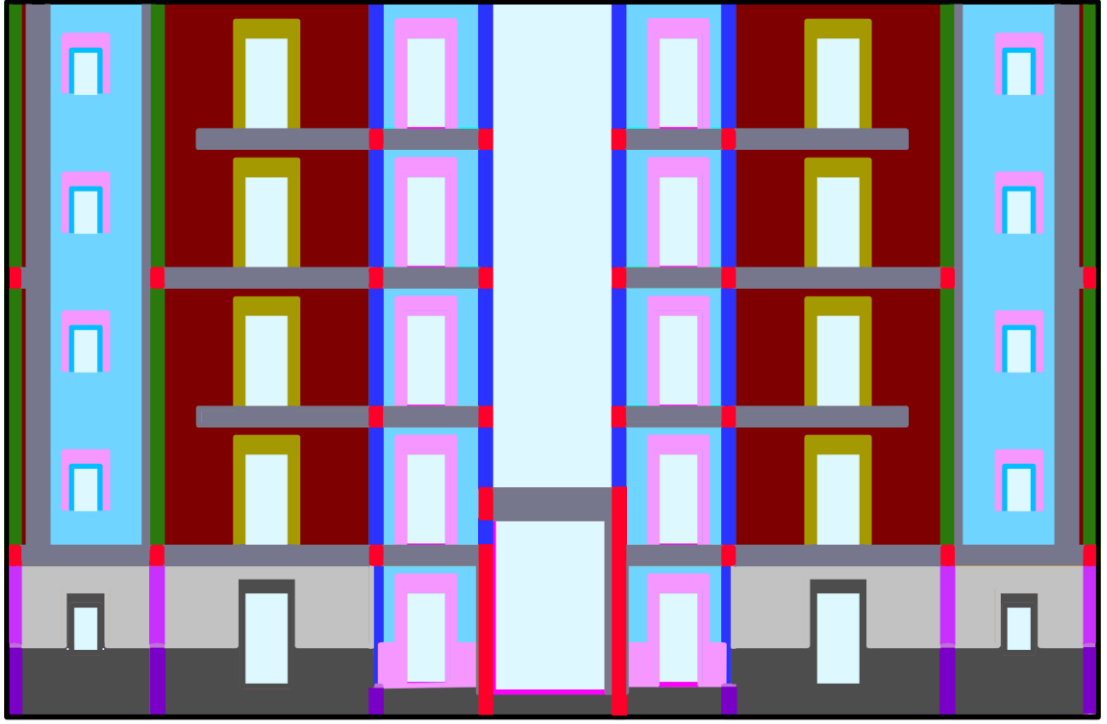
Bina Cephe Açıklıkları					
	Kuzey Doğu Cephesi	Güney Batı Cephesi	Kuzey Batı Cephesi	Güney Doğ Cephesi	Toplam
P3 Adet	4	7	22	0	
Alan	4,16	7,28	22,88	0	
P4 Adet	0	12	0	0	
Alan	0	86,4	0	0	
P5 Adet	0	12	0	0	
Alan	0	40,8	0	0	
P6 Adet	10	0	0	0	
Alan	6	0	0	0	
P7 Adet	10	0	0	0	
Alan	20	0	0	0	
P8 Adet	0	0	0	11	
Alan	0	0	0	88,66	
DP1 Adet	0	5	1	1	
Alan	0	3,5	0,7	0,7	
BK Adet	10	12	0	0	
Alan	19,8	23,76	0	0	
DK2 Adet	0	1	0	0	
Alan	0	2,2	0	0	
Boydan K.D	1	0	0	0	
Alan	26,624	0	0	0	
Boydan G.B.	0	1	0	0	
Alan	0	51,662	0	0	
Grş K Adet	1	0	0	0	
Alan	9,776	0	0	0	
Toplam					
Alan m ²	86,36	215,602	23,58	89,36	414,902

Tablo 3.10 Verimli Binanın Cephe Açıklıkları

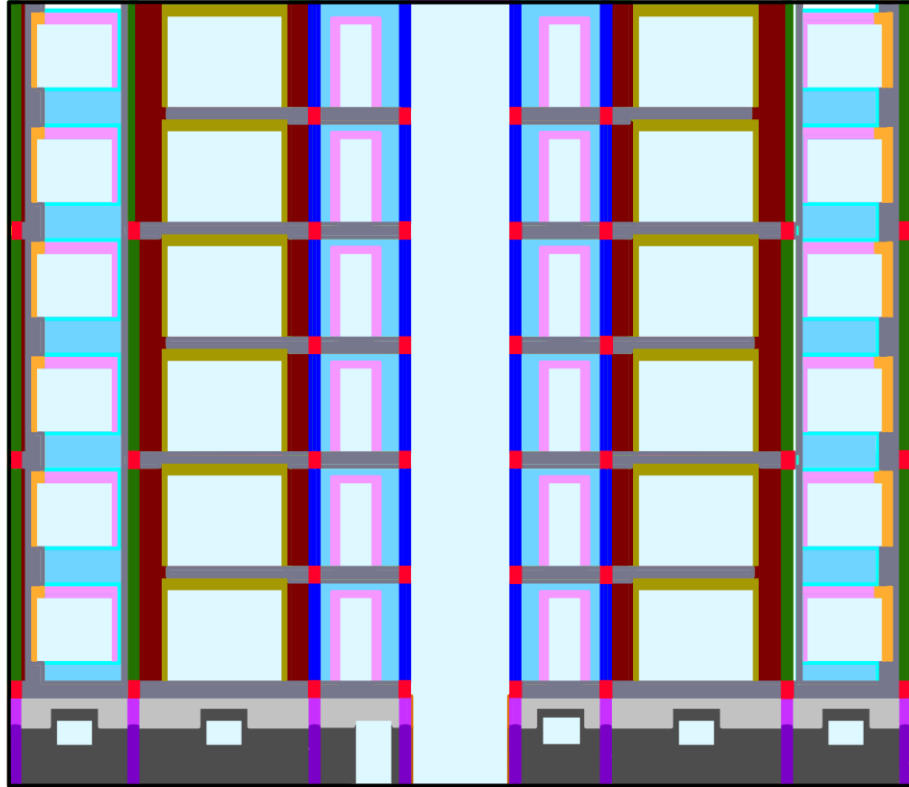
Bina Cephesinde Pecere/Brüt Cephe Oranı				
	Kuzey Doğu Cephesi	Güney Batı Cephesi	Kuzey Batı Cephesi	Güney Doğ Cephesi
Oran	0,34	0,91	0,065	0,30
	34%	91%	6,5%	30%

Tablo 3.11 Verimli Binanın Açıklık/Brüt Cephe Oranı

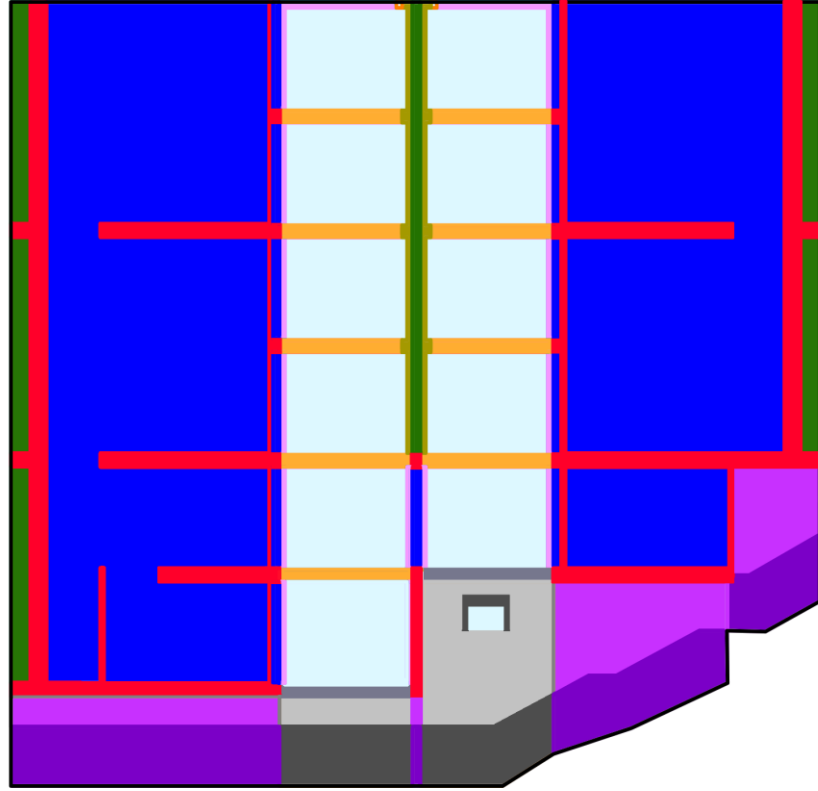
Verimli hale getirilmek istenen binanın kuzeydoğu yönüne bakan ön cephesinde toplam açıklık alanı 86,36 m², güneybatı yönüne bakan arka cephesinde toplam açıklık alanı 215,6 m², kuzeybatı yönüne bakan sağ yan cephe 23,58 m² ve güneydoğu yönüne bakan sol yan cephede ise toplam açıklık alanı 89,36 m² şeklinde düzenlenmiştir. Binanın yenilenen haliyle pencerenin brüt cepheye oranı Tablo 3.11’de verildiği gibi ön cephede (K.D) %34, arka cephede (G.B) %91, sağ yan cephede (K.B) %6,5 ve sol yan cephede (G.D) % 30’dur.



Şekil 3.10 Verimli Binanın Ön Cephesi (K.D)



Şekil 3.11 Verimli Binanın Arka Cephesi (G.B)



Şekil 3.12 Verimli Binanın Sol Yan Cephesi (G.D)



Şekil 3.13 Verimli Binanın Sağ Yan Cephesi (K.B)

Açıklıklar azaltılarak yenilenen ön cephe (K.D), mevcut binadaki gibi malzeme çeşitlerine göre renklendirilerek tekrar düzenlenmiştir. Bina giriş kapısının üstü, çatıya kadar giydirme cepheye dönüştürülmüştür. Giydirme cephe çift camlı ve u değeri 1 W/m²K olup, diğer açıklıklar için u değeri 0,5 W/m²K olan 3 camlı pencereler kullanılmıştır.

Arka cephede (G.B) açıklıklar artırılmış olup ön cephe de olduğu gibi apartman holüne denk gelen kısımda giydirme cephe kullanılmıştır. Cephede kullanılan pencerelerin u değeri 1 W/m²K olup çift camlıdır.

Sol yan cephede (G.D) açıklık alanının brüt cepheye oranı % 50'ye çıkarılmak istenmiştir ancak taşıyıcı yoğun bir şekilde cepheyi kapladığından bu oran cephede maximum açıklık alanı oluşturularak, %30 a çıkarılabilmmiştir. Bu cephede kullanılan pencerelerin de u değeri 1 W/m²K olup çift camlıdır.

Sağ yan cephede (K.B) ise açıklık ebatlarında bir değişiklik yapılmamış olup, cephede bulunan pencereler u değeri 0,5 W/m²K olan 3 camlı pencereler ile değiştirilmiştir.

3.2.1. Verimli Binanın Isı Kaybı Hesabı

Isı transferi (iletimi) yoluyla oluşan ısı kaybı (H_i)				
	A (m^2)	u		AxU
Duvar				
Q_{dd1}	169,65	0,34		57,68
Q_{dd2}	361,3	0,435		157,17
Q_{dd3}	59,26	0,34		20,15
Q_{dd4}	73,45	0,34		24,97
Q_{dd5}	31,9	0,238		7,59
Q_{dd6}	63,77	0,34		21,68
Q_{dd7}	54,34	0,434		23,58
Q_{dd8}	58,59	0,342		20,04
Q_{dd9}	41,06	0,433		17,78
Q_{dd10}	13,02	0,184		2,40
Q_{dd11}	80,99	0,184		14,90
Q_{dd12}	61,47	0,184		11,31
Q_{dd13}	46,06	0,433		19,94
Q_{dvd1}	95	0,363	0,5	17,24
Q_{dvd2}	260	0,419	0,5	54,47
Q_{bap}	40	0,364	0,5	7,28
Tavan				
Q_{tavan}	425,93	0,36	0,8	122,67
Taban				
Q_{taban}	421	0,346	0,5	72,83
Pencere				
$Q_{penceregüney}$	322,106	1		322,106
$Q_{pencerekuzey}$	69,38	0,5		34,69
kapı				
$Q_{kapı}$	2,2	3,85		8,47
Toplam AxU				716,85

Tablo 3.12 Verimli Binanın Isı Transferi Yoluyla Isı Kaybı

Isı kaybını azaltmak için cephede yalıtıma 3 mm eklenmiştir. Kuzey yöne ve güney yöne bakan pencereler ayrı u değerlerine sahip oldukları için ayrı hesaplanmıştır. Isı transferi yoluyla oluşan ısı kaybı Tablo 3.12, havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybı ise Tablo 3.13'te hesaplanmıştır.

Havalandırma Yoluyla Oluşan Isı Kaybı										
H_v	=	0,33	*	η_h	*	V_h				
						V_h	=	$V_{büt}$	*	0,8
						6306,68	=	7883,35	*	0,8
H_v	=	0,33	*	0,8	*	6306,68				
H_v	=	1664,964	(W/K)							

Tablo 3.13 Verimli Binanın Havalandırma Yoluyla Isı Kaybı

$$H=H_T+H_v$$

$$H=716,85+1664,96$$

$$H=2381,81 \text{ W/K}$$

Isı transferi yoluyla kaybolan ısı ve havalandırma yoluyla kaybolan ısı toplanarak 2381,81 W/K bulunmuştur.

3.2.2. Verimli Binanın Isı Kazancı Hesabı

Derece gün bölgesi 2 olan bu binanın yeni durumda iç ısı kazançları ve güneşten gelen ısı kazancı Tablo 3.14'te hesaplanmıştır. Toplam ısı kaybından, ısı kazançları düşürülünce Tablo 3.15'te ihtiyaç duyulan ısıtma enerji ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Binadaki Isı Kazançlarının Hesabı										
$\Phi_{i,ay}$	\leq	$S \cdot$	A_n	$=$	$0,32 \cdot$	$V_{brüt}$				
			2522,7		0,32	7883,35				
$\Phi_{i,ay}$	\leq	12613,36								
$\Phi_{s,ay}$	$=$	$\Sigma \epsilon_{i,ay} \cdot$	$\epsilon_{i,ay} \cdot$	$A_i \cdot$	$I_{i,ay}$					
$\Phi_{s,ay}$ (GÜNEY)	$=$	0,6	0,85	295,482	72	10850,1				
		0,6	0,85	295,482	84	12658,45				
		0,6	0,85	295,482	87	13110,54				
		0,6	0,85	295,482	90	13562,62				
		0,6	0,85	295,482	82	12357,06				
		0,6	0,85	295,482	67	10096,62				
		0,6	0,85	295,482	64	9644,532				
$\Phi_{s,ay}$ (KUZEY)	$=$	0,6	0,6	105,78	26	990,1008				
		0,6	0,6	105,78	37	1408,99				
		0,6	0,6	105,78	52	1980,202				
		0,6	0,6	105,78	66	2513,333				
		0,6	0,6	105,78	57	2170,606				
		0,6	0,6	105,78	40	1523,232				
		0,6	0,6	105,78	27	1028,182				

Tablo 3.14 Verimli Binanın 2. Bölgeye Göre Isı Kazancı

VERİMLİ BİNA									
Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=HT+H_V$ (W/K)	$\theta_i-\theta_e$ (K)	$H(\theta_i-\theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T=\phi_i+\phi_s$ (W)			
Ocak		16,1	38347,163		11840,20	24453,560	0,63769	0,79	49223126,82
Şubat		14,6	34774,446		14067,44	26680,798	0,76725	0,73	39763062,63
Mart		11,7	27867,193		15090,74	27704,098	0,99415	0,63	26684744,11
Nisan	2381,81	6,2	14767,231	12613,360	16075,96	28689,317	1,94277	0,40	8357746,908
Ekim		4,9	11670,876		14527,66	27141,023	2,32553	0,35	5663990,807
Kasım		10,5	25009,019		11619,85	24233,212	0,96898	0,64	24390265,08
Aralık		15,2	36203,533		10672,71	23286,074	0,6432	0,79	46232373,26
									Q_{net} (kJ)
									200315309,6
									Q_{yil} (kWh)
									55687,66
	oran	A_{top}	/	$V_{brüt}$	A/V		Q	$=$	$Q_{net}/V_{brüt}$
		2750		7883,35	0,35		Q	$=$	7,06
							Q'	$=$	22,4 A/V + 7,8
							Q'	$=$	15,62
							Q	$<$	Q' uygundur

Tablo 3.15 Verimli Binanın Isıtma Enerjisi İhtiyacı

3.2.3. Verimli Binanın Yıllık Yakıt Tüketimi, EP ve SEG Sınıfı

Binanın Enerji Performansı (EP) Sınıfı							
EP	=	55687,65607	/	2522,672	=	22,07	kWh/m ²
2. bölgede EP ≤ 35 olduğu için A sınıfı							
Yoğuşmalı Kazanlarda Bina Yıllık Yakıt Tüketimi							
B _y	=	Q _{yıl}	/	H _{ısıt}	*	η _k	* η _{br}
B _y	=	55687,65607	/	10,65	*	0,9	* 0,85
B _y	=	6835,15		m ³ /yıl			
Binada Doğalgaz Yakılmasından Kaynaklanan Yıllık CO ₂ Emisyonu Hesabı							
SEG _{yıl}	=	Epyıl (Q _{yıl} kWh/yıl)	*	SEG _{dk} (kgCO ₂ /kWh)			
SEG _{yıl}	=	55687,65607	*	0,19			
SEG _{yıl}	=	10580,65465	/	2522,672	=	4,19	kgCO ₂ /m ²
SEG ≤ 5 olduğu için SEG enerji sınıfı A							

Tablo 3.16 Binanın EP Sınıfı, Yıllık Yakıt Tüketimi ve SEG Sınıfı

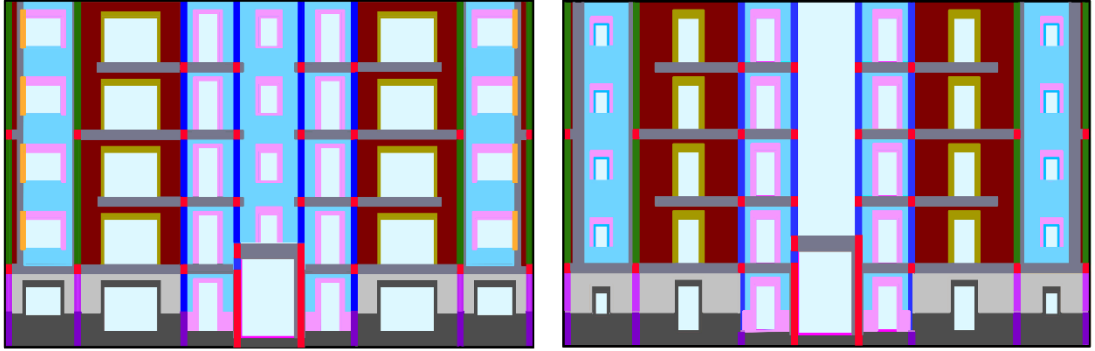
Verimli hale gelen binanın ihtiyaç duyulan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 200315309,6 kJ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.15). “1k J = 0,278 x 10⁻³kWh” denklemi kullanılarak hesaplanan Q’nun kWh cinsinden değeri 55687,66’dır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı bina kullanım alanına (A_n) bölüdüğü zaman m²’de ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisi 22,07 kWh’dır. 2. Bölgede EP ≤ 35 durumunu sağlayan değerler A sınıfıdır. 22,07kWh’de bu değer aralığında olduğu için binanın Enerji Performans sınıfı Tablo 3.16’da da gösterildiği gibi A sınıfıdır.

Verimli durumda ki binanın yıllık yakıt tüketimi ise Tablo 3.16’ de 6835,15 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Doğalgaz yakılmasına bağlı olarak yıllık CO₂ emisyon hesabı 10580,65 kgCO₂/yıl’dır. Sonucu bina kullanım alanı (A_n) değerine böldüğümüz zaman m² başına 4.19 kgCO₂ düşmektedir. 2. Bölgede SEG ≤ 5 aralığında SEG değeri A sınıfına denk gelmektedir. Binanın CO₂ emisyon değeri 4,19 kgCO₂ bu aralıkta olduğu için binanın SEG sınıfı da A’dır.

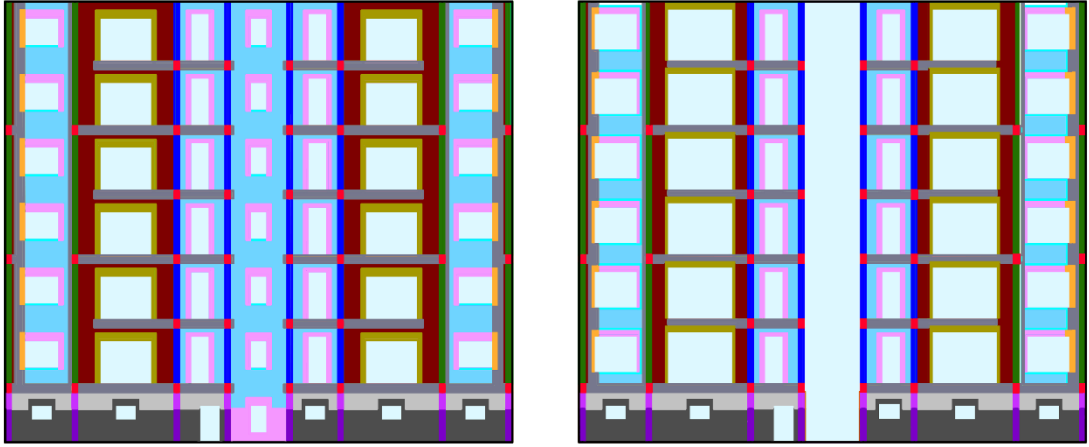
3.3. MEVCUT BİNA İLE VERİMLİ HALE GETİRİLEN BİNANIN KARLAŞTIRILMASI

Binanın mevcut proje hali değerlendirilmiş olup yapılan bazı yenilemeler sonucu, binanın enerji verimi artırılmıştır. Ön cephede (K.D) pencere boyutları azaltılarak 3'lü cam kullanılmış olup, arka (G.B) ve sol yan (G.D) cephelerde pencere boyutları artırılarak çift cam kullanılmıştır. Sağ yan cephede (K.B) ise pencere boyutları değiştirilmemiş, sadece pencere 3 camlı olarak değiştirilmiştir. Bununla birlikte Şekil 3.9'da verilen plan üzerinde kırmızı ile işaretlenmiş olan duvarların arasındaki alanlar cepheye doğru çekilerek cephe duvarı tamamen camla kaplanmış ve kırmızı işaretli duvarların dış hava teması kesilmiştir.

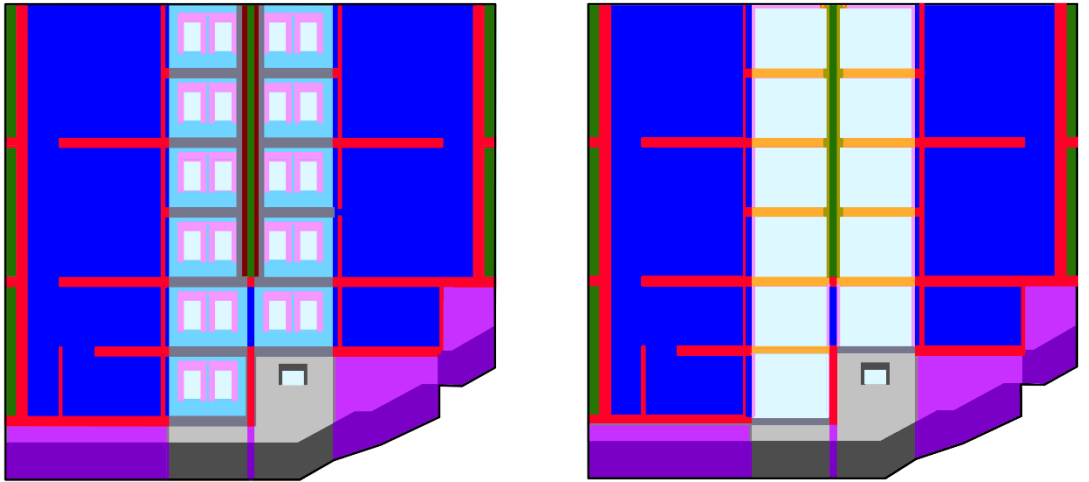
Bu bölümde binanın mevcut hali ile yenileme sonrası verimli hali karşılaştırılmıştır. Şekil 3.14, şekil 3.15 ve şekil 3.16'da cephe görüşlerini görmekteyiz.



Şekil 3.14 Mevcut Bina ile Verimli Bina Ön Cephe (K.D.) Karşılaştırması



Şekil 3.15 Mevcut Bina ile Verimli Bina Arka Cephe (G.B.) Karşılaştırması



Şekil 3.16 Mevcut Bina ile Verimli Bina Sol Yan Cephe (G.D.) Karşılaştırması

Bina verimli hale gelirken ön cephede pencere boyutlarının azalması, giydirme cephenin eklenmesi durumu şekil 3.14'te mevcut ve verimli hali karşılaştırılmalı olarak gösterilmektedir. Arka cephede pencere boyutlarının artması ve giydirme cephenin eklenmesini de mevcut ve verimli hali karşılaştırılmalı olarak şekil 3.15'te gösterilmektedir. Şekil 3.16'da gösterilen sol yan cephede ise açılabilen maksimum açıklık sağlanarak mevcut durum ile karşılaştırılmaktadır.

Binanın Enerji Performans sınıfı mevcut durumda B iken, yapılan çalışma ile daha verimli hale getirilerek A sınıfına yükseltilmiştir. A sınıfına yükselen bina için;

- **Yıllık yakıt tüketimi 14.505,92 m³/yıl'dan 6.835,15 m³/yıl'a düşürülerek, yılda 7.670,77 m³/yıl yakıt tüketimi azalmıştır.**
- **Yıllık sera gazı emisyon miktarı 22.454,83 kgCO₂'ten 10.580,65 kgCO₂'e düşürülerek yılda 11.874,18 kgCO₂ daha az emisyon sağlanmıştır.**

Yapılan iyileşme ile ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisinin yaklaşık %53'ü ve atmosfere salınan CO₂'in yaklaşık %53'ü tasarruf edilmiştir.

Biz bu yenileme çalışmasını 1 blok üzerinden değerlendirdik. Diğer blokların yönleri dikkate alınmaksızın sitede 18 blok olduğunu düşünerek genel bir çıkarım yaparsak durumun ciddiyeti daha anlaşılır olacaktır. (Not: Diğer blokların yönelimleri ve cephe malzemelerinde değişiklik olacağından bu değişimler göz ardı edilerek yaklaşık bir değer elde edilmiştir.) Site geneli yaklaşık tasarruf miktarı şöyledir:

- **Yıllık yakıt tüketim miktarı, kullanım alanı 43.578,32 m² olan sitede 138.074 m³/yıl azaltılmıştır.**
- **Sera gazı emisyon miktarı, kullanım alanı 43.578,32 m² olan sitede 213.735 kgCO₂ emisyonu azaltılmıştır. Sitede m² başına düşen CO₂ emisyonu tasarrufu ise 4,19 kgCO₂'dir.**

3.4. A SINIFI OLAN BİNANIN MALİYET HESAPLARI

3.4.1. Bina ve Sitenin Yıllık Yakıt Tüketimi

Yıllık yakıt tüketiminde sağlanan tasarrufu inceleyecek olursak Doğalgaz dergisinin yayınladığı 07 Nisan 2022 tarihli konut yakıt fiyatlarına göre incelediğimiz bloğun mevcut durum için yıllık yakıt tüketim maliyeti;

Binanın ve sitenin yıllık yakıt tüketimi 0-800.000 m³/yıl aralığında olduğu için Şekil 3.17 sıra 14'te verilen bilgi doğrultusunda yakıt birim fiyatı 3,775461 TL/m³ dir.

Mevcut proje halindeki binanın yıllık yakıt tüketimi (Tablo 3.8)

$$3,775461 * 14.505,92 = 54.766,54 \text{ TL/yıl'dır.}$$

Verimli durumdaki binanın yıllık yakıt tüketimi (Tablo 3.16)

$$3,775461 * 6.835,15 = 25.805,84 \text{ TL/yıl'dır.}$$

1 bloktan yapılan yıllık yakıt tüketiminde 28.960,7 TL/yıl mali tasarruf sağlanmıştır. Bu tasarrufu site genelinde düşünecek olursak 18 blok üzerinden hesap yapılması gerekmektedir. **Diğer blokların yönleri dikkate alınmaksızın, incelediğimiz blok bilgileri kullanılarak hesaplama yapılacaktır.**

Bu doğrultuda mevcut haliyle sitenin yıllık yakıt tüketimi;

$$14.505,92 * 18 * 3,775461 = 985.797,37 \text{ TL/yıl}$$

Verimli durumdaki sitenin yıllık yakıt tüketimi;

$$6.835,15 * 18 * 3,775461 = 464.505 \text{ TL/yıl}$$

18 bloğun verimli hale getirilmesi ile yaklaşık 521.292,47 TL/yıl her yıl sitenin yakıt tüketiminden tasarruf edilmektedir. Bu tasarruf site sakinlerinin ekonomisine fayda sağlayacağı gibi daha genel çerçevede baktığımızda ülkenin ekonomisine katkı sağlayacak ve bu kazanım hepimizin kazanımı olacaktır.

Sıra No	Yakıt Çeşidi	İlgili Şirket	Yakıt Alt Isıl Değeri	07 Nisan 2022 Tarihindeki Birim Fiyat	Ortalama İşletme Verim Değeri	07 Nisan 2022 Tarihindeki Fiyatlarla TL/1000 kcal	EnÜstüne Göre Yakıt Maliyet İndeksi	20 Nisan 2021 Tarihindeki Birim Fiyatları	07 Nisan 2022 20 Nisan 2021	
									Birim Fiyat Değeri	Değişim Oran
1	1.000.001 - 10.000.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	İzmit İZGAZ PALMET	8250 kcal/m ³	3,078225 TL/m ³	107%	3,078225 x 1000 / 8250 x 1,07	100	1,620993 TL/m ³	89,9%	12
2	1.000.001 - 10.000.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Bursa BURSAGAZ SOCAR Turkey	8250 kcal/m ³	3,101099 TL/m ³	107%	3,101099 x 1000 / 8250 x 1,07	101	1,635802 TL/m ³	89,6%	11
3	100.001 - 1.000.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	İzmit İZGAZ PALMET	8250 kcal/m ³	3,159957 TL/m ³	107%	3,159957 x 1000 / 8250 x 1,07	103	1,673917 TL/m ³	88,8%	10
4	800.000 m ³ /yıl ve üstünde Doğalgaz Tüketimi için	İstanbul İGDAŞ	8250 kcal/m ³	3,176572 TL/m ³	107%	3,176572 x 1000 / 8250 x 1,07	103	1,654929 TL/m ³	91,9%	14
5	1.000.001 - 10.000.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Ankara BAŞKENTGAZ	8250 kcal/m ³	3,193839 TL/m ³	107%	3,193839 x 1000 / 8250 x 1,07	104	1,630992 TL/m ³	95,8%	16
6	1.000.001 - 10.000.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Eskişehir ESGAZ KOLİN	8250 kcal/m ³	3,253677 TL/m ³	107%	3,253677 x 1000 / 8250 x 1,07	106	1,734602 TL/m ³	87,6%	9
7	100.001 - 1.000.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Bursa BURSAGAZ SOCAR Turkey	8250 kcal/m ³	3,267398 TL/m ³	107%	3,267398 x 1000 / 8250 x 1,07	106	1,743488 TL/m ³	87,4%	8
8	0 - 100.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	İzmit İZGAZ PALMET	8250 kcal/m ³	3,337844 TL/m ³	107%	3,337844 x 1000 / 8250 x 1,07	108	1,789103 TL/m ³	86,6%	7
9	0 - 100.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Eskişehir ESGAZ KOLİN	8250 kcal/m ³	3,342338 TL/m ³	107%	3,342338 x 1000 / 8250 x 1,07	109	1,792015 TL/m ³	86,5%	6
10	0 - 100.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Bursa BURSAGAZ SOCAR Turkey	8250 kcal/m ³	3,397907 TL/m ³	107%	3,397907 x 1000 / 8250 x 1,07	110	1,827998 TL/m ³	85,9%	5
11	100.001 - 1.000.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Ankara BAŞKENTGAZ	8250 kcal/m ³	3,407086 TL/m ³	107%	3,407086 x 1000 / 8250 x 1,07	111	2,046927 TL/m ³	66,4%	2
12	0 - 100.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Eskişehir ESGAZ KOLİN	8250 kcal/m ³	3,512963 TL/m ³	107%	3,512963 x 1000 / 8250 x 1,07	114	1,902501 TL/m ³	84,6%	4
13	0 - 100.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	Ankara BAŞKENTGAZ	8250 kcal/m ³	3,677872 TL/m ³	107%	3,677872 x 1000 / 8250 x 1,07	119	2,046927 TL/m ³	79,7%	3
14	0 - 800.000 m ³ /yıl Doğalgaz Tüketimi için	İstanbul İGDAŞ	8250 kcal/m ³	3,775461 TL/m ³	107%	3,775461 x 1000 / 8250 x 1,07	123	1,947096 TL/m ³	93,9%	15

Şekil 3.17 İstanbul için konut doğalgaz fiyatları (URL 21)

3.4.2. Mevcut ve Verimli Hale Getirilen Bina ve Sitenin Değişen Malzemelerden Dolayı Maliyet Farkı

Mevcut binanın Enerji Performansı (EP) B sınıfından A sınıfına yükselterek bina enerji bakımından daha verimli bir hale getirilmiştir. Binanın enerji veriminin artması için yapılan değişimler ile belli bir maliyet farkı ortaya çıkmaktadır. Cephede değişen pencereler ve bununla birlikte değişen pencere boyutlarına göre gerekli olan malzeme ve buna göre maliyet farkı hesaplanmıştır.

MALİYET					
MALZEME	d (m)	m ²	POZ	BİRİM FİYAT (TL)	MALİYET (TL)
EPS	0,05	106,22	15. 335. 1101	145,15	15417,833
Taş Yünü (dış duvar)	0,05	32,4	15. 340. 1006	191,54	6205,896
A1 SINIFI YANMAZ	0,05	3,71	15. 340. 1001	150,85	559,6535
BİMS BETON BLOK	0,2	142,33	15. 230. 1006	89,83	12785,50
ALÇI HARCİ	0,02	142,33	15. 280. 1009	82,65	11763,5745
ÇİMENTO HARCİ	0,02	252,26	15. 275. 1105	57,31	14457,02
Fibercement Kaplama	0,02	32,4	KTB.51.2004	466,65	15119,46
Doğal Taş Kaplama	0,001	0,48	ÖZEL POZ	485	232,80
Toplam					76541,74

Tablo 3.17 Mevcut Projedeki Malzeme Maliyet Hesabı

Poz numaraları T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın 2022 yılı birim fiyat listesine bakılarak yazılmıştır. Binanın verimli hale gelmesi için malzemede yapılan değişiklik üzerine projenin mevcut durumundaki değişen kullanımına gerek kalmayan malzeme kısmı hesaplanmıştır.(Tablo 3.17)

Mevcut bina verimli hale gelirken yapılan iyileştirme için yenilenen malzemelerin maliyet hesabı Tablo 3.18'de 254.177,4 TL tutarındadır.

MALİYET					
MALZEME	d (m)	m ²	POZ	BİRİM FİYAT (TL)	MALİYET (TL)
EPS	0,03	1128	15. 335. 1101	145,15	163729,2
EPS	0,08	8,86	15. 335. 1101	196,55	1741,433
Taş Yünü (dış duvar)	0,08	6,98	15. 340. 1006	191,54	1336,9492
Taş Yünü (dış duvar)	0,03	118,11	15. 340. 1001	150,85	17816,8935
A1 SINIFI YANMAZ	0,03	223,69	15. 340. 1001	150,85	33743,6365
A1 SINIFI YANMAZ	0,08	20,95	15. 340. 1006	191,54	4012,763
BİMS BETON BLOK	0,2	29,81	15. 230. 1006	89,83	2677,83
ALÇI HARCİ	0,02	29,81	15. 280. 1009	82,65	2463,7965
ÇİMENTO HARCİ	0,02	59,62	15. 275. 1105	57,31	3416,82
Ekstrüde Polistren (XPS)	0,03	40	15. 335. 1301	46,64	1865,60
Taş Yünü (ara kat)	0,03	421	15. 340. 1102	28,41	11960,61
Fibercement Kaplama	0,02	6,98	KTB.51.2004	466,65	3257,22
Doğal Taş Kaplama	0,001	12,69	ÖZEL POZ	485	6154,65
Toplam					254177,40

Tablo 3.18 Yenilenen Durumda Malzeme Maliyet Hesabı

Malzeme için gerekli maliyet farkı (254.177,4 – 76.541,74) 177.635,66 TL'dir.

Değişen pencereler için olması gereken cam özellikleri şişecama sorulmuş olup onlardan gelen dönüş üzerine T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu 2022 birim fiyat listesinde bulunan, ihtiyaç duyulan özellikteki cam tipine en yakın özellikte poz numaraları seçilmiştir.

Binanın verimli hali için değişen pencerelerin maliyeti Tablo 3.20'de hesaplanmış olup, maliyeti 295.865,33 TL'dir. Değişiklikten sonra projenin mevcut durumunda iptal edilen pencereler Tablo 3.19'da maliyeti 220.970,37 TL olarak hesaplanmıştır. Binanın verimli olması için yapılan pencere değişimleri sonrası 74.894,96 TL maliyet farkı ortaya çıkmaktadır.

Bu durumda bina enerji performansının A sınıfına yükselmesiyle, malzeme (177.635,66 TL) ve pencerelerin (74.894,96) maliyetinden oluşan fark toplam 252.530,62 TL'dir.

ÇERÇEVE MALİYETİ				PENCERE MALİYETİ						
Poz Numarası	1 m ² pvc kg	Birim Fiyat	Maliyet	Penc. Boyt. (cm)	Cam Tipi	Penc. Alanı (m ²)	Penc. Adet	Poz Numarası	Birim Fiyat	Çerçevesi Maliyeti
15. 455. 1001	14	36,46	53902	240-200	Çift Cam	4,8	22	15. 470. 1216	349,3	90789
16. 455. 1001	14	36,46	23357,73	160-130	Çift Cam	2,08	22	15. 470. 1216	349,3	39342
17. 455. 1001	14	36,46	29197,17	80-130	Çift Cam	1,04	55	15. 470. 1216	349,3	49177
18. 455. 1001	14	36,46	22234,77	90-220	Çift Cam	1,98	22	15. 470. 1216	349,3	37450,3
20. 455. 1001	14	36,46	2501,16	70-100	Çift Cam	0,7	7	15. 470. 1216	349,3	4212,73
TOPLAM (TL)										220970,37

Tablo 3. 19: Mevcut Binada Kullanılan Pencere Maliyet Hesabı

ÇERÇEVE MALİYETİ				PENCERE MALİYETİ						
Poz Numarası	1 m ² pvc kg	Birim Fiyat	Maliyet	Penc. Boyt. (cm)	Cam Tipi	Penc. Alanı (m ²)	Penc. Adet	Poz Numarası	Birim Fiyat	Çerçevesi Maliyeti
16. 455. 1001	14	36,46	44102,02	300-240	Çift Cam	7,2	12	15. 470. 1216	342,93	73731
17. 455. 1001	14	36,46	20825,95	200-170	Çift Cam	3,4	12	15. 470. 1216	342,93	34817
18. 455. 1001	14	36,46	12128,05	90-220	Çift Cam	1,98	12	15. 470. 1216	342,93	20276,1
19. 455. 1001	14	36,46	45255,61	310-260	Çift Cam	8,06	11	15. 470. 1216	342,93	75659,8
20. 455. 1001	0	36,46	0,00	70-100	Çift Cam	0,7	6	15. 470. 1216	342,93	1440,31
				260-1024	Çift Cam	26,624	1	15. 470. 1424	470,05	12514,61
				260-1987	Çift Cam	51,662	1	15. 470. 1424	470,05	24283,72
24. 455. 1001	14	36,46	3062,64	60-100	3'lü Cam	0,6	10	11. 380. 1681	429	5636,64
25. 455. 1001	14	36,46	10208,8	100-200	3'lü Cam	2	10	11. 380. 1681	429	18788,8
26. 455. 1001	14	36,46	10106,71	90-220	3'lü Cam	1,98	10	11. 380. 1681	429	18600,91
27. 455. 1001	0	36,46	0,00	70-100	3'lü Cam	0,7	1	11. 380. 1681	429	300,30
28. 455. 1001	0	36,46	0,00	80-130	3'lü Cam	1,04	22	11. 380. 1681	429	9815,52
TOPLAM (TL)										295865,33

Tablo 3. 20: Verimli Binada Kullanılan Pencere Maliyet Hesabı

1 blok için;

Projenin revize edilerek daha verimli hale gelmesiyle toplamda 252.530,62 TL kadar maliyet farkı oluşmaktadır. Yıllık yakıt tüketiminde yapılan tasarruf ise 28.960,7 TL'dir.

18 bloktan oluşan site için;

Yapılan toplam mali harcama farkı = 4.545.551,16 TL

Yıllık yakıt tüketiminde yapılan tasarruf = 521.292,6 TL/yıl

Bu durumda yakıt fiyatlarının artışı gözetilmeksizin binaya yapılan mali harcama farkı, yakıtta sağlanan tasarruf ile 8,7 yılda amorti edilmektedir.

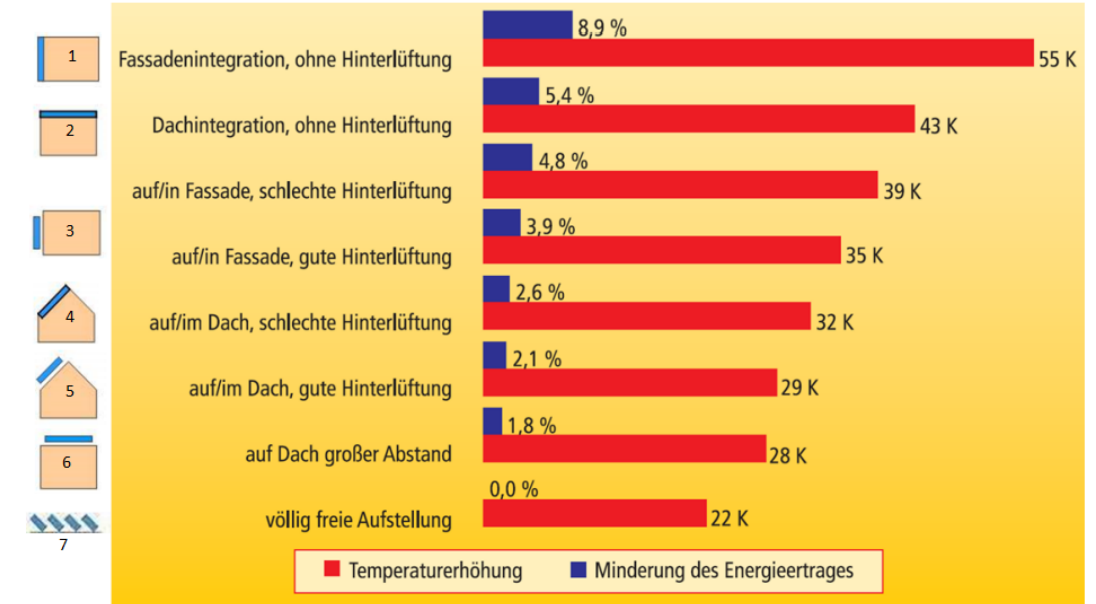
Gittikçe artan ithal yakıt fiyatları dolayısıyla, bu sürenin düşeceği öngörülmektedir. Ayrıca yakın zamanda yapılan yalıtım teşvik paketi benzeri K, KD, KB cephelerinde uygulanacak 3 camlı pencerelerinde teşvik paketine alınması ile amortisman süresi daha da düşecektir. (URL-5)

$$400 \text{ W/panel} * 84 \text{ panel} * 0,8 = 26880 \text{ W} = 26,88 \text{ kW}$$

26,88 kW **DC** üretilmektedir. Güneş paneli montaj tipi Şekil 3.20 de 5 numaralı binada görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi Fotovoltaik panelin binaya yerleşim durumundan kaynaklı üretilen enerjiden % 2,1'lik bir kayıp söz konusudur. Bu da;

$$26,88 * 0,979 * 0,9 = 23,68 \text{ kW AC ye olarak hesaplanmaktadır.}$$

Güneş panellerinden elde edilen DC (doğrudan akım), invertör (evirici) yardımıyla AC'ye (alternatif akım) dönüşmektedir. Buradaki kayıpta %10 kabul edilmektedir.



Şekil 3.20 Fotovoltaik Panellerin Binaya Yerleşim Durumlarına Göre Sıcaklık Artışları ve Gelir Kayıpları (Arıncı 2021b)

İstanbul ilinin yıllık ortalama günlük güneşlenme süresi 6.7 saat (Ceylan ve Gürel 2018, syf 241) olduğu bilinmektedir. Bilgiler doğrultusunda üretilen 23,68 kW AC, 6,7 saat ile çarpılınca 158,66 kWh/gün yapmaktadır. Yani ürettiğimiz elektrik günlük 158,66 kWh olarak hesaplanmıştır. Güneş panellerinden yıllık üretilecek elektrik miktarı ise 57.910,9 kWh/yıl olacaktır.

ENERJİ İZMİR ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.
ELEKTRİK TUKETİMİ VE MALİYE BAKANLIĞI
Bağcılar Mah. Beğeniyi Sok. Nispetiye K.İ. No: 1
Atatürk Bulvarı No: 11 / 1 / Beşiktaş / İstanbul / Türkiye
Kıyafetli Sok. No: 107 7630

Müşteri No: 0481 0577 6350 0017
Tic. Sic. No: 845982
Tel: 0216 579 05 00
Faks: 0216 579 05 30
Web Sitesi: enerjiizmir.com.tr
energyizmir.com

T.C. MALİYE VE MALİYE BAKANLIĞI
Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

ENERJİ SA
444 4 372

e-Arsiv Fatura

Sözleşme Hesap No	Tekil Kod/ Tesisat No	Müşteri No
1005291071	4004051469	204132171

Fatura Sıra No: 2T12022001148461 C69
Fatura Dönemi/Tarhi/Saati: 01/2022 20.01.2022 10:56

MÜŞTERİ BİLGİLERİ

Ad Soyad: "7"
Adres: BAHÇELİEVLER MAH. I...
ÜSKÜDAR İSTANBUL
Tüketici Grubu: Tek Terimli Tek Zamanlı Mesken AG
(Alçak Gerilim)/Son Kaynak Tarifesi Serbest Tüketicisi
TCKN: 11111111111

ÖDENECEK TUTAR (₺)	Son Ödeme Tarihi	Fatura Ort. Tüketim (kWh/gün)
408,60	31.01.2022	8,785

Ödeme kanalları için faturanın arkasını inceleyebilirsiniz.

Okuma Bilgileri	İlk	Son	Fark
Okuma (Gün)	17.12.2021	20.01.2022	35
Tek Zaman (Endeks)			307,465
Çerçeve (Endeks)	6.564,134	6.710,870	146,736
Fazla (Endeks)	3.832,060	3.912,844	80,784
Geri (Endeks)	3.955,946	4.035,891	79,945

Fatura Detayı	Tüketim	Birim Fiyat	Bedel (TL)
Enerji Tük.Bed. - Düşük Kad.	175,000	0,95371429	166,90
Enerji Tük.Bed. - Yüksek Kad.	132,465	1,26252218	167,24
Vergi ve Fonlar			74,40
Enerji Fonu			0,00
TRT Payı			0,00
Elekt. ve Hvg. Tük. Ver.			12,08
KDV %18 (Matrah 346,22 TL)			62,32
Fatura Tutarı			408,54
YALNIZ Dört yüzseksiz üçellidörtkr			
Önceki Dönem Yuvarlama Farkı			0,02
Yuvarlama Farkı			0,04
Ödenecek Tutar			408,60
Eski Borç / Bakiye (TL)			-2,15
Sonraki Okuma Dönemi			02.2022
Otomatik Ödeme Talimatınız		T.C. ZIRAAT BANKASI	
Çerçeve/Demand/Anl. Gücü			1,000 / 6,500
Syç Mrk/Tip/Seri		ELEKTROMED/84 184522	
Sayaç Okuma Birimi		A04A1870	

Tüketimleriniz (Tasarruf önerilerimizi arka sayfada bulabilirsiniz.)

Dönem	Toplam	Günlük Ortalama
2021	3.222,688 (kWh)	9,208 (kWh)
2022	307,465 (kWh)	8,785 (kWh)

***** MESA İLİZ VAD *****

Şekil 3.21 Elektrik Faturası Örneği

Fotovoltaik panellerden üretilen elektrik, apartmana ait hidrofor, bahçe sulaması, merdiven otomatları ve bina çevresi aydınlatması gibi ortak kullanım alanlarına ait elektrik ihtiyacında kullanılabilir.

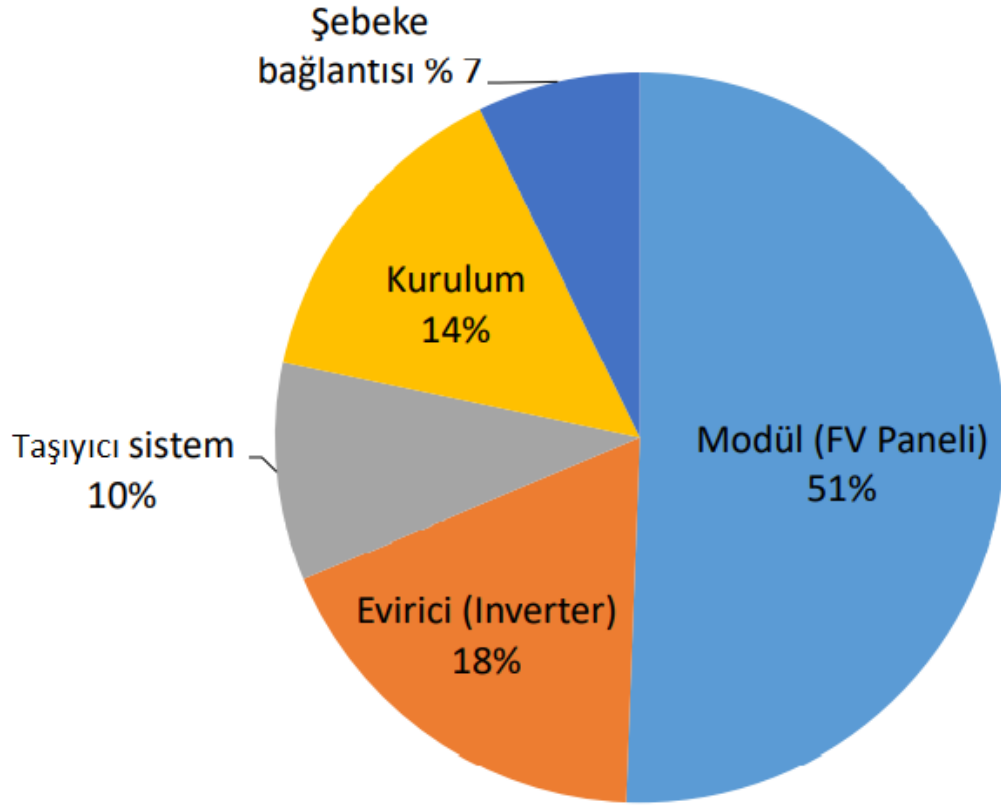
Bina ortak kullanım alanları için günlük elektrik kullanımı, aylık gelen elektrik faturasına bakılarak öğrenilebilir. Bina proje aşamasında olduğu için örnek bir fatura şekil 3.21’de bilgi olarak verilmiştir. Faturanın çerçeve ile alınan alt kısmında önceki yıla ait günlük elektrik kullanımı yazılmaktadır.

Elektrik enerjisi üretimine bağlı olarak, elektrik idaresiyle apartmanın elektrik kullanımı için aylık mahsuplaşma yapılmaktadır. Elektrik üretimi apartmanın ortak kullanım alanlarındaki elektriği karşılamada yetersiz kalırsa, üretilen elektriği kullanıp geri kalan elektrik ihtiyacı şebekeden karşılanmaktadır. Bina çatısından elektrik ihtiyacından fazla üretim yapılırsa üretilen fazla elektrik şebekeye satılmaktadır. Elektrik idaresiyle yapılan bu alışverişe mahsuplaşma denilmektedir. Bu mahsuplaşma aylık olarak elektrik idaresi ve bina yönetimi arasında yapılmaktadır.

Elektrik üretimi ile bina sakinleri, ortak alan için kullanılan elektrik ücreti ve faturaya yansıyan % 18 KDV ödemesinden kurtulmaktadırlar.

3.5.2. Yerleştirilen Panellerin Maliyeti

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın yayınladığı 2022 yılı birim fiyat listesine göre, 35.200.1217 poz numaralı en az 400 Wp çıkış gücüne sahip fotovoltaik panel, çatıya yerleştirilmek için seçilmiştir. Seçilen bu panelin birim fiyatı 2.210 TL’dir. 84 panel için 185.640.000 TL kadar bir maliyet gerekmektedir.



Şekil 3.22 Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Sistem Maliyetleri (Arınç 2021b)

Şebekeye bağlı fotovoltaik sistemler için yaklaşık maliyet hakkında fikir edinmek için Şekil 3.22'den faydaniılmaktadır. Sistemin % 51'lik kısmı fotovoltaik panellerin maliyeti oluşturmaktadır. Geriye kalan % 49'luk kısmını ise şebeke bağlantısı, montaj, konstrüksiyon ve invertör maliyeti oluşturmaktadır.

% 51'i 185.640.000 TL olan sistemin tamamının maliyeti yaklaşık 364.000.000 TL'dir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatür çalışmaları araştırılıp, kanun ve yönetmelikler incelendikten sonra küresel bir tehlike olan iklim değişikliği için ulusal ve uluslararası önlemler alınmıştır. Alınan önlemler kapsamında, CO₂ salınımının azaltılmasını sağlamak için enerjinin etkin kullanımı ve yenilenebilir kaynak kullanımını gerektirmektedir. Bu kapsamda enerjinin 1/3'lük bir kısmının harcandığı binalarda, enerji verimliliği sağlanarak hedeflere ulaşmada önemli bir yol katetmek mümkündür.

Konuyla ilgili somut veriler elde etmek için İstanbul ili, Başakşehir ilçesi, Ayazma bölgesinde yapılması planlanan siteye ait bir bina incelenmiştir. İncelenen binanın ilk önce yapılması planlanan mevcut haliyle ısı kaybı, yıllık yakıt tüketimi, CO₂ emisyonu hesaplanmıştır. Aynı şekilde yapılan iyileştirme çalışması sonrası verimli hale gelen binanın da ısı kaybı, yıllık yakıt tüketimi, CO₂ emisyonu hesaplanarak, enerji ve yakıtta elde edilen **7.670,77 m³/yıl tasarruf** ve CO₂ salınımındaki **11.874,18 kgCO₂** azalması ise gözler önüne serilmiştir. %53 oranında tasarruf sağlayan bina "B" sınıfından "A" sınıfına yükseltilmiştir. Bir binada yapılan bu hesaplamalar sitede bulunan (Diğer binaların yönleri ihmal edilmiştir.) diğer 18 bina ile çarpılarak binalarda sağlanan verimin ciddiyetini daha da belirginleştirmiştir. 18 blok için yakıt tasarrufu **138.074 m³/yıl** ve CO₂ azalma ise **182.593,16 kgCO₂**'dür. Çatıya yerleştirilen paneller ile de elektrik üretimi elde edilerek ortak elektrik giderleri karşılanması, elektriğin fazla üretimi halinde elektrik şebekesine satılması öngörülmüştür. Öneri niteliğinde aşağıdaki maddelerden bahsedebiliriz:

- Projede iklim şartları ciddiye alınmalı ona göre tasarlanmalıdır. Hangi iklim bölgesine gidilirse gidilsin aynı özellikte yapılar , iklim özelliklerinin göz ardı edildiğini göstermektedir. İklim özellikleri göz ardı edilerek yapılan binaların sonucunda sıcak iklim bölgelerinde istenmeyen ısı kazanımları olacak ve ortamın soğutulması için enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Aynı şekilde soğuk iklim bölgelerinde ise istenmeyen ısı kayıplarına sebep olacak ve ortamın ısıtılması için enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Bu durumun önlenmesi şarttır.
- Mimar, projenin tasarım aşamasında iken yapımı düşünülen binanın cephe yönlerine bakıp; G, G.B ve G.D yönüne bakan cephelerde %50, D ve B yönüne

bakan cephelerde %30, K, K.B ve K.D yönüne bakan cephelerde % 20 olmasına dikkat ederek açıklık alanı oranlarını belirlemelidir.

- İklim bölgesine hatta bina yönlerine göre pencere u değerleri tavsiye edilen değerlerde kullanılmalıdır.
- Mimar proje için enerji verimini sağlayan belli özelliklere sahip doğru malzeme seçiminde bulunmalıdır. Hatta doğru seçim için idari yaptırım uygulanmalıdır.
- Güneş panellerine düşen gölgeyi sağlıklı bir şekilde hesap edebilmek için şu programlardan faydalanılabilmektedir; PVGIS, PV*SOL online, DESIRE online, Solarberatung, Kostenrechner ve Sunnysolar (Şekil 2.20).
- Güneş panellerinden üretilen elektrik ile binanın ortak alanlarında kullanılan elektrik için üretilen elektrik kullanılacaktır ve böylece elektrik idaresine elektrik için ücret ödenmeyecektir. Bina sakinleri ayrıca faturaya yansıyan % 18'lik KDV oranını ödemekten de kurtulacaktır. Bu şekilde halkın bilinçlenmesi sağlanmalıdır. Hem vatandaşın ekonomisi hem ülke ekonomisi kazanım sağlayacaktır.
- Yapı malzemelerinde enerji verimliliği üzerinde çalışmalar desteklenmeli ve tarafsız bir şekilde ülke yararına üretim yapan firmalar teşvik edilip, ödüllendirilmelidir.
- Fotovoltaik panel (PV) sisteminde yüksek elektrik enerjisi üreten panel seçimi yapılmalıdır. Unutulmamalıdır ki her üretilen panel için de enerji harcanmaktadır. Bu yüzden üretilen panellerden en üst verim alınması sağlanmalıdır. Konunun ilgili kurumlar tarafından kamuoyunu bilgilendirmesi gerekmektedir.
- Proje denetimleri kağıt üzerinde kalmamalıdır. Projede hesaplanan ve onaylananlar, uygulamada yapılmıyor olabilir. Bunun sıkı takip edilmesi gerekmektedir. İnşası yapılmış duvarın u değerini ısı geçirgenlik cihazları kullanarak ölçülmesi ve yaptırım uygulanması gerekmektedir. Bu ve benzer yöntemlerle şeffaflık içinde denetimler gerçekleştirilip raporlanmalıdır.

- Kalkınma Planlarında Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı'nın sorumluluğu dahilinde hedefler belirlenmeli ve hedeflere ulaşılması konusunda görevlendirmeler yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akın, C. T. & Kaplan, S.** (2019). Enerji Kimlik Belgelerinin Enerji Etkin Mimari Tasarım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi. *DÜMF Mühendislik Dergisi*.
- Arıncı, Ü. D.** (2020). *Enerji Verimli Binalar. Mimarlık Lisansüstü Ders Notları*.
- Arıncı, Ü. D.** (2021a). *Binaların, Derece-Gün Bölgelerine Göre Enerji Performansı (EP) Sınıfları İle Sera Gazı Emisyonu (SEG) Sınıfları 10.Hafta Mimarlık Lisansüstü Ders Notları*.
- Arıncı, Ü. D.** (2021b). *Binaların Yaklaşık Yıllık Yakıt Tüketimleri ile CO2 Emisyonları Hesapları 11.Hafta Mimarlık Lisansüstü Ders Notları*.
- Arıncı, Ü. D.** (2021c). *Fotovoltaik (FV) Sistemleri ve Binalara Yerleştirilmesi 14. Hafta Mimarlık Lisansüstü Ders Notları*.
- BMİDÇS,** (1994). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)*
- Ceylan, İ. & Gürel, A. E.** (2018). *Güneş Enerjisi Sistemleri ve Tasarımı*. Dora.
- Dikmen, Ç. B.** (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, 2.
- Durmaz Ayanoğlu, G. G.** (2018). *Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Alternatif Bir Model: Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri*. Cinius Yayınları.
- Enerji Verimliliği Kanunu** (2007)
- Energy Efficiency.** (2021). IEA.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2017) *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023*, Ankara
- Erol, H.** (2017). *Yüksek Binalarda Enerji Etkin Mimari Tasarım Yaklaşımları ve*

- Uygulama Örneklerinin İncelenmesi*. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi.
- Erol, İ., & Çakır Kısıf, G.** (2021). LEED Sertifikalı Ofis Binalarının Enerji ve Atmosfer Kriteri Açısından Değerlendirilmesi: Maslak Bölgesi Örneği. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*.
- Gedik, Y.** (2020). Sosyal, Ekonomik ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma. *International Journal of Economics, Politics, Humanities & Social Sciences*.
- Hengeveld, R.** (2019). *Atık Küre*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- IEA 1.** Toplam CO2 Emisyonları, Dünya 1990-2019 *IEA Veri Hizmetleri*
- IEA 2.** (2019). Sektöre Göre Küresel CO2 Emisyonları, 2019, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-co2-emissions-by-sector-2019>
- IEA 3.** (2021), İzleme Binaları 2021, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/tracking-buildings-2021>
- IEA 4.** (2019). Küresel Elektrik Üretim Payı <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables>
- IEA 5.** Kaynağa göre toplam nihai tüketim (TFC), Dünya 1990-2019 *IEA Veri Hizmetleri*
- IEA 6.** (2021) World Energy Investment.
- Kan Kaynar, N.** (2020) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Amasya İlindeki Potansiyeli. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4 (2): 48-54.
- Kolektif.** (2016). Çevre ve Enerji. Nobel Akademik.
- Közoğlu, H. G.** (2019). *Geleneksel Sille Evleri'nde Enerji Etkin Mimari Çözümlerin İncelenmesi*. Konya Teknik Üniversitesi.
- Lamb, J. J., & Pollet, B. G.** (2020). *Energy-Smart Buildings*. IOP.

- Madarati, A. H.** (2021). *TOKİ Yatay Mimari Konutları Enerji Verimliliği Çalışması- Karabük Örneği Üzerinde Modül Önerisi*. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi.
- Nordhaus, W.** (2020). *İklim Kumarı Isınan Dünyada Risk, Belirsizlik ve İktisat* (C. Mizrahi, Çev.). Doğan Kitap.
- On Birinci Kalkınma Planı** (2019-2023) *Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı*
- Öncin, F.** (2018). *Çatı Tipi Güneş Enerji Santralleri ve Dağıtım Tesislerine Bağlantı Kriterleri*. Gazi Üniversitesi.
- Özbaysar, M.** (2019). *Sürdürülebilir Mimarlık ve Yaşamsal Konfor Bağlamında Çevre Kontrolü Bileşenlerinin Toplu Konut Binalarında İncelenmesi*. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi.
- Özcan, U.** (2013). *Konutlarda Sürdürülebilir Mimarlık Açısından İklimsel Konfor Kriterlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Model Önerisi*. Beykent Üniversitesi.
- Sakınç, E.** (2006). *Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimaride Güneş Enerjili Etkin Sistemlerin Tasarım Ögesi Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım*. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Shell**, (2005) ve **Shulze-Darup**. (2013) *Klimaschutzszenario*
- Şen, H., Kaya, A., & Alpaslan, B.** (2018). Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif. *Ekonomik Yaklaşım*, 29.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, (2010-2023) *Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi*
- TEİAŞ**, (2020) *Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri*
- TSKB**, (2019) *Sektörel Görünüm Enerji*
- TS2164**, (2000). *Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları*. Ankara: .Türk

Standartları Enstitüsü.

TS825, (2013). *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

Ulukavak Harputlugil, G. (2016). *Enerji Verimli Bina Tasarım Stratejileri*.

WWF, (2020) *Yaşayan Gezegen Raporu 2020 Biyolojik Çeşitlilikteki Düşüş Eğilimini Tersine Çevirmek*.

İnternet Kaynakları

Url1<https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi>, erişim tarihi 25.05.2022.

Url-2<<https://www.iklimhaber.org/dunya-meteoroloji-orgutu-en-sicak-10-yil-geride-kaldi/>>, erişim tarihi 31.05.2022.

Url-3 <https://www.youtube.com/watch?v=RYIPB_Ay2uI>, erişim tarihi 10.05.2022.

Url-4 <<https://www.youtube.com/watch?v=SsCtLD4lkW0>>, erişim tarihi 10.05.2022.

Url-5<<https://www.yenisafak.com/foto-galeri/ekonomi/bina-yalitimi-icin-ne-kadar-kredi-verilecek-bina-yalitimi-icin-50-bin-tl-kredi-nasil-alinir-kimlere-verilir-ne-zaman-verilecek-2065391?page=1>>, erişim tarihi 06.06.2022.

Url-6<<https://iklim.csb.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-4362>>, erişim tarihi 10.04.2022.

Url-7<<https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa>>, erişim tarihi 10.04.2022.

Url-8<<https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>>, erişim tarihi 09.06.2022.

Url-9<<https://www.ipcc.ch/2021/05/28/press-release-ar6-wgii-wgiii-syr-approval-sessions/>>, erişim tarihi 12.05.2022.

Url-10 <<https://www.ipcc.ch/2021/05/28/press-release-ar6-wgii-wgiii-syr-approval-sessions/>>, erişim tarihi 12.05.2022.

Url-11<<https://www.enerjiportali.com/bm-raporu-kuresel-isinma-15-dereceyle-sinirlanmali/>>, erişim tarihi 12.05.2022

Url-12< <https://www.enerjiportali.com/elin-enerji-gunes-paneli-uretim-kapasitesini-25-gigavata-cikaracak/>>, erişim tarihi 07.06.2022.

- Url-13**<http://www.robotiksistem.com/gunes_pilleri_nedir.html>, erişim tarihi 11.06.2022
- Url-14**<<https://www.youtube.com/watch?v=wyaevWt-2hc>>dk.9.51, erişim tarihi 09.03.2022.
- Url-15**<<https://emlakkulisi.com/turkiyede-sisteme-kayitli-konut-sayisi-384-milyona-ulasi/619929>>, erişim tarihi 10.06.2022.
- Url-16**<<https://www.isparta.edu.tr/haber/9116/isubu-ulusal-yesil-sertifika-sistemi-yes-tr-icin-uzman-ve-degerlendirme-uzmani-yetistirecek>>, erişim tarihi 30.05.2022.
- Url-17** < [https://www.iea.org/topics/russia-s-war-on-ukraine](https://www.iklimhaber.org/almanya-2035e-kadar-0-yenilenebilir-enerjiye-gecmesinisaglayacakyasayihazirladi/#:~:text=G%C3%BCncellenen%20Yenilenebilir%20Enerji%20Kaynaklar%C4%B1%20Yasas%C4%B1,%C3%BCn%C3%BCn%20yenilenebilir%20kaynaklardan%20sa%C4%9Flanmas%C4%B1n%C4%B1%20%C3%B6ng%C3%B6r%C3%BCyor.>, erişim tarihi 11.06.2022.</p><p>Url-18<, erişim tarihi 11.06.2022.
- Url-19**<<https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-60792913>>, erişim tarihi 11.06.2022
- Url-20** < <https://www.pngwing.com/tr/free-png-szofa>>, erişim tarihi 01.06.2022.
- Url-21**<<https://www.dogalgaz.com.tr/yayin/yakit-fiyatlari/>>, erişim tarihi 07.04.2022
- Url-23** <<https://www.enerjikimlikbelgesi.com/#ekb-nedir>>, erişim tarihi 13.04.2022.
- Url-22** <<http://www.pngwing.com>>, erişim tarihi 12.02.2022.