

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA KABUĞUNDAKİ SAYDAM VE OPAK BİLEŞENLERİN ENERJİ
TÜKETİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uygur KINAY

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Isı Akışkan Programı

KASIM 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA KABUĞUNDAKİ SAYDAM VE OPAK BİLEŞENLERİN ENERJİ
TÜKETİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Uygur KINAY
(503041134)**

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Isı Akışkan Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yakup Erhan BÖKE

KASIM 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503041134 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Uygur KINAY, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “BİNA KABUĞUNDAKİ SAYDAM VE OPAK BİLEŞENLERİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç.Dr. Yakup Erhan BÖKE**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yar.Doç.Dr.İbrahim Necmi Kaptan**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ş. Özgür ATAYILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **27 Kasım 2015**
Savunma Tarihi : **21 Aralık 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim süresince danışmanlığımı sürdüren ve bu çalışmayı yürütmemi sağlayıp her daim yapıcı telkinleriyle hayatıma pozitif katkılarda bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Yakup Erhan BÖKE'ye sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımı güzelleştiren aileme ve arkadaşlarıma, yaşamımda emeği olan herkese sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Kasım 2015

Uygur KINAY
Makina Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ENERJİ.....	7
3.1. İklim Değişikliği	7
3.1.1. Türkiye'nin iklim değişikliğini önleme çalışmaları.....	8
3.2. Enerji.....	8
3.2.1 Türkiye enerji politikası	9
3.2.2 Birincil enerji üretimi ve tüketimi	11
3.2.3 Yenilenebilir enerji kaynakları	15
3.3. 2040 Yılı Enerji ve Sera Gazı Salımları Projeksiyonları	19
4. BİNA ENERJİ PERFORMANSI İLE İLGİLİ MEVZUATLAR	23
4.1 Avrupa Birliği Binalarda Enerji Performansı Direktifi.....	25
4.2 Türkiye'de Bina Enerji Performansı Mevzuatı	27
4.2.1 Enerji verimliliği kanunu	27
4.2.2 TS 825 ısı yalıtımı kuralları	28
4.2.3.1 Enerji kimlik belgesi	30
5. BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA SİMULASYONU.....	33
5.1 Enerji Değerlendirmesine Esas Bina Özellikleri	33
5.1.1 Bina kabuğu, konumu ve özellikleri	35
5.1.1.1 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 0,4 W/m ² K için enerji	
değişimleri	40
5.1.1.2 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 1 W/m ² K için enerji	
değişimleri	43
5.1.1.3 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 1,5 W/m ² K için enerji	
değişimleri	45
5.1.2 Aydınlatma sistemi.....	48
5.1.3 Mekanik sistemler	49
6. BULGULAR.....	53
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	57
EKLER.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	77

SEMBOL LİSTESİ

U	:	Toplam ısı geçiş katsayısı	$[W/m^2K]$
λ	:	Isı iletim katsayısı	$[W/mK]$
HDD	:	Isıtma gün derece	
CDD	:	Soğutma gün derece	
$^{\circ}C$	:	Santigrat derece	
A_{taban}	:	Bina taban alanı	$[m^2]$
A_{duvar}	:	Dış duvar alanı	$[m^2]$
A_{saydam}	:	Saydam yüzey alanı	$[m^2]$
$Q_{\text{soğutma}}$	:	Yıllık soğutma enerji ihtiyacı	$[kWh/yıl]$
$Q_{\text{ısıtma}}$	:	Yıllık ısıtma enerji ihtiyacı	$[kWh/yıl]$
ac/h	:	Saatlik hava değışim katsayısı	$[m^3/h]$

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1: 1990-2011Dünya Birincil Enerji Arzı Gelişimi (mtep).....	28
Çizelge 4.1: TS 825 Standardı tavsiye edilen toplam ısı geçiş katsayısı değerleri.	46
Çizelge 5.1: Simulasyonu yapılan bina modelinin dış duvar yapı bileşenlerinin ısıl iletkenlik hesap değeri ve yoğunluğu	53
Çizelge 5.2: Simulasyonu yapılan bina modelinin dış duvar yapı bileşenleri ve toplam ısı geçiş katsayısı değerleri.....	54
Çizelge 5.3: İstanbul ili için ısıtma gün derece sayısı-soğutma gün derece ayısı.	58
Çizelge 5.4: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri.....	59
Çizelge 5.5: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri.....	61
Çizelge 5.6: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri.....	62
Çizelge 5.7: Saydam bileşenin enerji toplamına etkisi.....	64

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1	: 1990-2011 Yılları Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Projeksiyonu (mtep)	10
Şekil 3.2	: Türkiye politikalar ve hedefler	11
Şekil 3.3	: 1990-2012 Yıllarında Türkiye Toplam Birincil Enerji Üretimi ve Arzı (binTEP)	30
Şekil 3.4	: 1990-2012 Türkiye birincil enerji üretiminin arzını karşılama oranları.....	31
Şekil 3.5	: 1990-2012 Türkiye enerji ithalatında kaynakların miktarı (mtep) ...	31
Şekil 3.6	: Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı genel enerji dengeleri tablosu	32
Şekil 3.7	: Türkiye yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli	33
Şekil 3.8	: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası	34
Şekil 3.9	: Pv paneli diagramı	35
Şekil 3.10	: Bölgesel dünya enerji talebi (mtep).....	19
Şekil 3.11	: Yenilenebilir enerji kaynaklı enerji santralleri (TWh- milyar dolar) ...	37
Şekil 3.12	: 2013 dolar kuru itibariyle merkez senaryo ve +2 ⁰ C hedefi yıllık yatırımı (trilyon dolar)	38
Şekil 4.7	: Dünya binalarda enerji verimliliği mevzuat gelişimi	40
Şekil 4.8	: BEP-TR yazılımında hesaplanan bina modeli için sertifika örneği .	47
Şekil 5.1	: Bina Görseli.....	51
Şekil 5.2	: Bina modeli	51
Şekil 5.3	: Simulasyonu yapılan bina modelinin taban yapı bileşenleri ve toplam ısı geçiş katsayısı değerler	54
Şekil 5.4	: Designbuilder yazılımında oluşturulan yapı bileşeni 5 cm taş yünü kullanılarak yalıtım yapılan opak bileşen ve yoğunlaşma analizi	55
Şekil 5.5	: Toprak yüzey sıcaklığı	56
Şekil 5.6	: Isıtma enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m ² K) değerine göre değişimi	57
Şekil 5.7	: Soğutma enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m ² K) değerine göre değişimi	58
Şekil 5.8	: Toplam enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m ² K) değerine göre değişimi	59
Şekil 5.9	: Isıtma enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m ² K) değerine göre değişimi	60
Şekil 5.10	: Soğutma enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m ² K) değerine göre değişimi	61
Şekil 5.11	: Toplam enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m ² K) değerine göre değişimi	62
Şekil 5.12	: Isıtma enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m ² K) değerine göre değişimi	63

Şekil 5.13 :	Soğutma enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi	63
Şekil 5.14 :	Toplam enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi	64
Şekil 5.15 :	Aydınlatmanın designbuilder arayüzünde tanımlanması	65
Şekil 5.16 :	Doğal havalandırmanın designbuilder arayüzünde tanımlanması....	67
Şekil 5.17 :	Designbuilder arayüzünde ısıtma ve soğutma ayar noktaları.....	68
Şekil 5.18 :	Designbuilder arayüzünde ısıtma ve soğutma sistem özelliklerinin tanımlanması	69
Şekil 5.19 :	Designbuilder arayüzünde mekanik sistem çalışma saatleri.....	69
Şekil Ek A.1:	$U_{duvar} = 0,480(W/m^2K)$ $Q_{ısıtma}=26724$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=9298$ kWh/yıl.....	77
Şekil Ek A.2:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,480$ $Q_{ısıtma}=25254$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=9383$ kWh/yıl.....	77
Şekil Ek A.3:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,427$ $Q_{ısıtma}=25092$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=9387$ kWh/yıl.....	78
Şekil Ek A.4:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,385$ $Q_{ısıtma}=24965$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=9388$ kWh/yıl.....	78
Şekil Ek A.5:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,348$ $Q_{ısıtma}=24862$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=9389$ kWh/yıl.....	65
Şekil Ek A.6:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,319$ $Q_{ısıtma}=24779$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=9387$ kWh/yıl.....	79
Şekil Ek A.7:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,294$ $Q_{ısıtma}= 24707$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=9385$ kWh/yıl.....	80
Şekil Ek B.1:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,975$ $Q_{ısıtma}=25717$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=8071$ kWh/yıl.....	80
Şekil Ek B.2:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,480$ $Q_{ısıtma}= 24348$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=8101$ kWh/yıl.....	81
Şekil Ek B.3:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,427$ $Q_{ısıtma}=24204$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=8099$ kWh/yıl.....	81
Şekil Ek B.4:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,385$ $Q_{ısıtma}=24087$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=8096$ kWh/yıl.....	82
Şekil Ek B.5:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,348$ $Q_{ısıtma}=23993$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=8092$ kWh/yıl.....	82
Şekil Ek B.6:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,319$ $Q_{ısıtma}=23916$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=8087$ kWh/yıl.....	83
Şekil Ek B.7:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,294$ $Q_{ısıtma}=23849$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=8081$ kWh/yıl.....	83
Şekil Ek C.1:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,975$ $Q_{ısıtma}=24948$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=7239$ kWh/yıl.....	84
Şekil Ek C.2:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,480$ $Q_{ısıtma}=23672$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=7238$ kWh/yıl.....	84
Şekil Ek C.3:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,427$ $Q_{ısıtma}=23533$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=7234$ kWh/yıl.....	85
Şekil Ek C.4:	$U_{duvar} (W/m^2K) = 0,385$ $Q_{ısıtma}=23426$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=7228$ kWh/yıl.....	85
Şekil Ek C.5:	$U_{duvar} (W/m^2K)=0,348$ $Q_{ısıtma}=23340$ kWh/yıl $Q_{soğutma}=7222$ kWh/yıl.....	86

Şekil Ek C.6: $U_{\text{duvar}} \text{ (W/m}^2\text{K)} = 0,319$ $Q_{\text{ısıtma}}=23269$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}}=7216$ kWh/yıl	86
Şekil Ek C.7: $U_{\text{duvar}} \text{ (W/m}^2\text{K)} = 0,294$ $Q_{\text{ısıtma}}=23209$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}}=7210$ kWh/yıl	87
Şekil Ek D.1: Bina dış duvarının saydam yüzeyinin %50 durumunda aydınlık düzeyi	88
Şekil Ek D.2: Dış duvarın saydam yüzey oranı %50 tasarlandığında yıllık enerji ihtiyacı	88
Şekil Ek D.3: Bina dış duvarının saydam yüzeyinin %70 durumunda aydınlık düzeyi	89
Şekil Ek D.4: Dış duvarın saydam yüzey oranı %70 tasarlandığında yıllık enerji ihtiyacı	89

BİNA KABUĞUNDAKİ SAYDAM VE OPAK BİLEŞENLERİN DEĞİŞTİRİLMESİNİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ

ÖZET

Dünyada yaşanabilir alanların kısıtlı olması, nüfus artışı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji taleplerindeki artış, karbon türevli enerji kaynaklarının azalması dünya enerji sektörünü alternatif enerji kaynakları arayışına itmektedir. Karbon türevi yakıtların yanmasıyla açığa çıkan sera gazları, küresel ısınmaya sebep olmaktadır ve bu durum bir tehdittir. Gelecek kuşaklar için yaşanabilir bir çevre bırakmak için sürdürülebilir eylem planlarının uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında sera gazı salımlarının 1990 seviyelerinin altına çekilmesi kararlaştırılmıştır. Çoğu gelişmiş ülkede, toplam nihai enerjinin %40 binalarda kullanılmaktadır. UEA bina sektörünün enerji tüketiminin azaltımı açısından maliyet etkin sektör olarak tanımlamıştır. Düşük maliyetler ile gerçekleştirilebilecek yalıtım ve doğru camların seçilmesi ile sağlanacak tasarruf yatırım maliyetini kısa sürelerde amorti etmektedir. 2050 yılına kadar tahmin edilen enerji tasarrufları 1509 milyon TEP'tir (ton eşdeğer petrol). Üstelik binalarda enerji verimliliğinin artırılması ile toplam enerji talebinin azaltılması, belirgin bir şekilde bina sektöründen kaynaklanan karbondioksit (CO₂) gazı salımını azaltacaktır. 2050 yılı itibarıyla 12.6 gigaton CO₂ gazı salımının dönüştürülebilir azaltımı mümkündür.

Türkiye'deki mevcut bina stoğunun yüzde 90'ı enerji etkin bina olarak inşa edilmemiştir. Avrupa Birliği aday ülkesi olmamız nedeniyle AB direktiflerini ülke mevzuatımıza uyumlaştırmamız gerekmektedir. Bu kapsamda 2010/30/EU (Energy Performance in Buildings) binalarda enerji performansı direktifi ve Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği Resmi Gazete'de 05.12.2008 tarih ve 27075 sayılı olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanmıştır. Yönetmelik kapsamında mevcut binaların 2017 yılına kadar Enerji Kimlik Belgesi alması zorunludur. Yeni binalar yönetmelik kapsamında enerji tüketim sınıfları ve karbondioksit salım sınıfları en az "C" olmak zorundadır. Getirilen bu zorunluluk tüketicilerin daha konforlu yaşam sürmelerini sağlarken, binalarının işletme maliyetlerini de azaltmaktadır. Binalarda tüketilen enerji miktarının azaltılmasıyla, ülke ekonomisine ağır yük getiren enerji ithalatı ve sera gazı salımlarını da azaltacaktır.

Yapılan çalışmada; mevzuatta tanımlanan enerji kimlik belgesi sınıflandırmasının referans bina yerine birim alan başına enerji tüketim miktarına göre sınıfının hesaplanması gerekmektedir. Referans bina için standartta tavsiye edilen toplam ısı geçiş katsayıları bina tipolojisine göre farklılaştırılmalıdır.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF TRANSPARENT AND OPAQUE COMPONENTS OF BUILDING ENVELOPE ON ENERGY CONSUMPTION

SUMMARY

The limited habitable spaces in the world, population growth, the increase in energy demand of both developed and developing countries, and the reduction of carbon based energy sources force the global energy industry to seek alternative energy sources. Greenhouse gases released by firing of carbon based fuel causes global warming, and this situation poses a threat. The implementation of sustainable action plans is necessary to leave a habitable environment for future generations. Greenhouse gases should be limited. CO₂ is the greenhouse gas most commonly produced by human activities and it is responsible for 64% of man-made global warming. Its concentration in the atmosphere is currently 40% higher than it was when industrialisation began.

The most important step to address the impact of global warming caused by human activities on climate change was the conclusion of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), which was opened for signature at the United Nations Environment and Development Conference, convened in 1992 in Rio de Janeiro. The Convention entered into force on March 21, 1994. More than 190 countries including Turkey and the European Communities (EC) are party to the Convention. Therefore, reduction of greenhouse gas emissions below levels of 1990 was determined in United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) within this scope.

The 7th Conference of Parties in 2001 has adopted a decision to “... delete Turkey’s name from the Annex II and to place Turkey among the Annex I countries, taking into account its special circumstances, differentiating it from other Annex I countries...”. This decision entered into force on June 28, 2002 and since that date Turkey is only an Annex I country.

The Kyoto Protocol requires developed countries to reduce their GHG emissions below levels specified for each of them in the Treaty. These targets must be met within a five-year time frame between 2008 and 2012, and add up to a total cut in GHG emissions of at least 5% against the baseline of 1990. Turkey became a party to the Kyoto Protocol on 26 August 2009. Since it did not take part in the Annex-B of the Protocol, it did not undertake any emission reduction commitments. Turkey’s responsibility under the Protocol until 2012 is only limited to the Article 10 of KP.

At the Paris climate conference (COP21) in December 2015, 195 countries adopted the first-ever universal, legally binding global climate deal. The agreement sets out a global action plan to put the world on track to avoid dangerous climate change by

limiting global warming to well below 2°C. The agreement is due to enter into force in 2020.

Governments agreed on mitigation ; a long-term goal of keeping the increase in global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels; to aim to limit the increase to 1.5°C, since this would significantly reduce risks and the impacts of climate change; on the need for global emissions to peak as soon as possible, recognising that this will take longer for developing countries; to undertake rapid reductions thereafter in accordance with the best available science. The agreement also recognises the importance of averting, minimising and addressing loss and damage associated with the adverse effects of climate change; acknowledges the need to cooperate and enhance the understanding, action and support in different areas such as early warning systems, emergency preparedness and risk insurance.

In most developed countries, buildings consume 40 percent of total final energy. The International Energy Agency defined building sector as cost effective sector in terms of reducing of energy consumption. The saving obtained through insulation performed at low costs and selection of the right glasses pays off the investment cost in a short time. Estimated energy saving is 1509 million TEP (tons of oil equivalent) until year of 2050. Moreover, reducing the total energy demand by increasing the energy efficiency in buildings will remarkably decrease the green gas emission caused by buildings. The convertible reduction of 12.6 gigatons of CO₂ gas emission will be possible by 2050.

90 percent of the existing buildings in Turkey have not been constructed as energy effective. Being a candidate country to EU requires to harmonise EU directives to our national legislations. In this context, according to 2010/30 / EU (Energy Performance in Buildings) directive and Energy Efficiency Act, Energy Performance in Buildings Regulations were published in Official Gazette dated 05.12.2008 and numbered 27075 by Ministry of Environment and Urbanization. In accordance with the Regulation, existing buildings have to be certificated until the year of 2017. Energy consumption level and greenhouse gas emission level for new buildings have to be at least "C" level. This obligation not only provides better living standarts for consumers but also reduces operating cost of buildings. In addition, the proportion of energy import which is a huge burden for national economy used in buildings will be decreased, and greenhouse gas emission will drop due to energy efficiency.

%7 mitigation target for year 2020 carbon emission will be limited 604 million tonne equivalent CO₂ comparing with 1990's emission level 127 million tonnes equivalent CO₂. Turkey, accade to international agreement requirements, mitigate green house gases voluntarily.

In the study, calculation of the consumption unit square meter per year instead of refence building should be used for energy performance certification class determined in legislation. Recomended total heat transfer coefficient in the standart should change in terms of;

- Building typology (education, hospital, hotel, office, residence)
- Different metrics such as; hospital and hotel (kWh/bed-year), office (kWh/m³year), education buildings (kWh/person-year) be limited with metrics. Existing building's heating loads calculating with suggested U values at TS 825 and it causes the capacity of mechanical and electrical systems to be higher in design.

- Heating loads should be calculated with lightening, cooling, ventilation loads taking into account the dynamic relations among them.
- Construction material and insulation material's heat transfer coefficient value should be defined with climate region's moisture and insulation values. Calculation results should be approximated to real situation. For example; rock wool has a different heat transfer coefficient value in İzmir which has hot and moisture climate and in Erzurum which has cold and dry climate.

Well-designed buildings' mechanical and electrical system cost will be lower and the fund allotted to them can be finance to renewable energy systems. If CO₂ emissions concentration is higher, it can't be acceptable in terms of sustainable development. Project designers have to analyse projects with dynamics simulation program. The results will show not only how the active systems work together but also the integration with building envelope.

1. GİRİŞ

Dünyanın coğrafi yapısından dolayı yaşam alanlarının kısıtlı olması ve yaşam için enerji gereksinimi bulunmaktadır. İnsanlık tarihinde enerji ihtiyacı köle olarak kullanılan insanlar ve evcilleştirilen hayvanlardan sağlanmasıyla başlar, sanayi devrimiyle birlikte karbon türevli yakıtlar kullanılır. Isı enerjisi elde etmek için kullanılan bu yakıtların yanması esnasında açığa çıkan sera gazları dünyadaki ısı dengesi bozmaktadır. Kutuplarda buzulların erimesi, mevsim sıcaklıklarının normalin üstünde seyretmesi, kısıtlı olan yaşam alanlarının sular altında kalması ve tarım ürünlerinden elde edilen verimin azalmasına sebep olmaktadır. Bahsettiğimiz gibi burada teknolojinin ilerlemesiyle bozulan bu denge yine teknolojinin yardımıyla önlenmeye çalışılmaktadır. Enerji kaynağı olarak tüketilen yakıtların daha verimli sistemlerde kullanılması, enerji ihtiyacının azaltılması, enerji tasarrufu gibi yaklaşımlar iklim değişikliğini önlemek ve farkındalığın artırılmasını amaçlamaktadır.

Türkiye'nin 2008 yılında 99 milyon ton eşdeğer petrol (TEP) birincil enerji kaynağı tüketimi bulunmaktadır. 1990 yılından 2008 yılına kadar olan dönemde enerji ihtiyacı %87 artmıştır. Enerji ihtiyacının %72'si yurtdışı kaynaklara bağlı tedarik edilmektedir. Başlıca ithal edilen enerji kaynakları petrol, doğalgaz ve kömürdür. Enerji arz güvenliği yönünden bakıldığında; ekonominin temel hammaddelerinden enerjinin dış kaynaklardan elde edilmesi ülkemiz adına gerek ekonomik rekabet gerekse de sürdürülebilirlik açısından risk yaratmaktadır. Bu kapsamda enerjinin etkin kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmesi kaçınılmazdır.

Türkiye 2004 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine ve 2009 yılında Kyoto Protokolüne taraf olmuştur. Sözleşmeye taraf olan ülkeler sera gazı salımlarını 1990'lı yıllar seviyesine indirmesi gerekmektedir. Türkiye sözleşmenin Ek-1 ülkeleri içinde yer almasına rağmen KP-26/C maddesine göre özel hükmü bulunmaktadır ve zorunlu sera gazı azaltımı hususunda taahhütü bulunmamaktadır. KP-26/C özel hükmünün hukuki tanımlaması net değildir. Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi gönüllü olarak küresel soruna yerel çözümler üretmek ve iklim değişikliğinin önlenmesi için; gelecekteki azaltım eylemlerini sektörel bazda belirlemiştir.

Enerji sektöründe %7'lik bir azaltım hedefiyle 1990'lı yıllardaki 127 milyon ton eşdeğer karbon salımına kıyasla 2020 yılı baz alındığında karbon salımını 604 milyon ton eşdeğer ile sınırlandırarak taraf olduğu uluslararası antlaşmalar gereği, gönüllü olarak sera gazı salımlarını azaltmayı taahhüt etmiştir. Birleşmiş Milletler'e sunulan 1.Ulusal Bildirime göre 373 milyon ton eşdeğer CO₂ salımı vardır. Bu salım 1990 yılı seviyelerinin %119 katıdır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışmanın çerçevesinde, yürürlükteki mevzuata uygun her iklim kuşağı için yaşam döngüsü maliyeti ve enerji verimliliği açısından optimum performans ile önlemler değerlendirilmektedir. Yaşam döngüsü maliyeti ve maliyet etkinliği açısından konut bina modellerinde maliyet etkin enerji verimliliğinin artırılmasının; ve nitelikli konut binaları üretme amacını desteklemek ve bilinçli konut arz-talep dengesini oluşturmak mümkün olmaktadır. Ülkemizde birçok toplu konut uygulamaları olduğu gibi, bu çalışmanın kapsamında geliştirilen yaklaşım uygulanabilir tasarım aşamasında yeni tasarlanan binalar, enerji ve maliyet verimliliği hakkında doğru kararlar uygulanabilir. Bu kararlar çok sayıda kullanıcıyı etkileyen toplu konut uygulamaları sırasında bir hata yapmayı engellemektir. Bu nedenle enerji ve maliyet etkin konutlar, sürdürülebilir konut ortamları oluşturmak mümkündür [1].

Bu sektörde ısıtma konforsuzluk bir sorundur. Bu çalışmada İran'da 2000 yılından önce yapılan iki tip okul yenilemesidir. Üç aşamalı bir işlem uygulanmıştır. Birincil aşamada mevcut bina enerji performansı değerlendirilmesi ve yenileme özellikleri, ikinci aşamada enerji simülasyonları ve geri ödeme sürelerine göre senaryoların optimizasyonu, üçüncü aşamada teknolojilerin uygulanması yapılmıştır. Enerji modellemesi ve geri ödeme süresi analizleri, uygulamalarda en çok verimlilik sağlamaktadır. Yapılan ölçümlerle hedeflenen enerji verimliliği ısıtma çevre ve enerji tüketimi gözlemlenmiştir. İlk ve son durumlar ele alındığında, birincil enerji tüketiminde %29,8 ile %38,2 arasında azaltım sağlanmıştır. Yapılan bu pilot çalışmanın sonuçları gelecekte yapılacak yenileme projeleri için bir karar verme sürecinin destekleyecektir. Sonuç olarak Tahran'daki iki eğitim binasında yapılan örnek durumların yenileme yapılmadan önceki enerji tüketimleri ve yenileme yapıldıktan sonraki enerji tüketimleri ve geri ödeme süreleri enerji faturalarındaki belirgin azalma, iç ortam kalitesinin artırılması, maliyetinin karşılanabilirliğini göstermektedir. Hesaplanan ısıtma, soğutma ve aydınlatma için harcanan birincil enerji kazanımları uygulanabilirliği göstermektedir. Farklı bina tipleri ve iklim bölgeleri için ilk yatırım maliyetlerinin daha düşük seviyelerde oluşabileceği göz

önünde bulundurulmalıdır. Eğitim binaları farkındalığı artırmak için iyi bir örnektir [2].

Ofislerde kullanılan geniş pencereler gün ışığından faydalanmayı sağlarken, aydınlatma ihtiyacı ve soğutma sistemleri arasında enerji tüketimi açısından bir denge kurulmasını gerektirir. Designbuilder yazılımında enerji simulasyonu yapılmak üzere bir ofis binası modeli kullanılmıştır. Sıcak iklim koşullarında binanın enerji tüketiminde ve görsel konforu üzerine bir araştırma yapılmıştır. Aydınlatma enerjisi ve soğutma enerjisi tüketimleri günışığı faktörü ve kamaşma indeksi parametreleri kullanılarak ofis binası için enerji performansı görsel performansla birlikte değerlendirilmiştir. Analizler düz renk çift cam camlamanın günışığı entegrasyonu, yıllık aydınlatma, soğutma ve toplam enerji tüketimi sırasıyla 70%, 8% and 14%, aynı bina modelinin günışığı entegrasyonu yapılmamış haline göre azaltılmıştır. Benzer olarak, ofis binaları için renkli çift camların ve gün ışığı entegrasyonu ile yıllık bina enerji tüketimlerinde %15 azalma sağlanmıştır. Low-E kaplamalı camlar ile yapılan gün ışığı entegrasyonu ile yıllık bina enerji tüketimi %16 azaltılarak, iç ortam kamaşması olmadan sağlanmıştır. Kamaşma kontrolü için kullanılan hareketli gölge elemanları günışığını kontrol etme yollarından biridir. Low-E kaplamalı camlar bina enerji tüketimini azaltırken ofis alanlarında görsel çevreyi iyileştirmektedir [3].

Birleşik Krallık'ta Manchester ve Londra'da beş farklı yapı sistemi için, basit tek katlı bina modeli ile iklim değişikliğinin etkilerini incelemiştir. 2011, 2020, 2050 and 2080 için enerji tüketimini gözden geçirmiştir. Simülasyon sonuçları, enerji tüketimlerini temel alarak yapı sistemlerinin davranışlarını ölçmüştür. Ahşap çerçeveli yapılar enerji tüketimi açısından en kötü performansa sahiptir. Yalıtımlı paneller genel olarak en iyi performansa sahiptir. Düşük veya yüksek termal kütleler avantaj veya dezavantaj olarak değerlendirilmemiştir. Sonuçlar Dodoo, Leif and Sathre tarafından soğuk iklim bölgesi İsveç için yaptıkları betonarme bina ve ahşap bina enerji talepleri ile kıyaslanmıştır. Yaptığı çalışmada soğuk iklim bölgeleri için termal kütleli sınırlayarak benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Buna ek olarak, bu çalışmanın prensibi iklim değişikliği ve onun etkilerinin yapı sistemleri seçiminde karar verilmesi ve tasarım öncesi aşamalarda simüle edilmesidir. Her ne kadar iklimin ısınmasıyla ısıtma yükleri azalırken soğutma yükleri artsa da, yapı sistemlerini davranışları ve performansları değişen koşullar altında aynı kalmaktadır [4].

Suudi Arabistanda'ki konut binalarında enerji performansını geliştirmek için çeşitli duyarlılık ve optimizasyon analizleri bina kabuğunu geliştirmek için araştırılmaktadır. Bina kabuğu için enerji ölçümü yapılan bu çalışmada duvar yalıtımı, tavan yalıtımı, dış duvarların ısıl kütlesi, pencere gölgelemeleri ve camlama tipleri çalışılmıştır.. Analizler Suudi Arabistan'da 5 farklı iklim bölgesi için uygulanmıştır. Optimizasyon yaklaşımı yaşam döngüsü maliyetine temellendirerek enerji kazanımlarını optimal ve maliyet etkin olarak enerji verimliliği ölçümleri yapılmıştır. Villa için yapılan optimizasyon ve genetik algoritmalar tüm beş yerleşkedeki elektrik oranlarının bina dış kabuğu sistem tasarımı çözümleri yapmışlardır. Yapılan çalışmanın çözümleri %36 oranında bir enerji kazanımı sağlanacağını göstermiştir. \$0.08/kWh sübvans edilen maliyetnacağı öngörölmüştür. Böylece enerji maliyetleri, ulusal petrol tüketimi, be yeni enerji santrallerinin yatırımları bu şekilde finanse edileceği çalışmada belirtilmiştir [5].

Isıl bina simölasyonu bir binanın enerji performansını değerlendirmek için güçlü bir araçtır. Simölasyonun bir binanın tasarım aşamasında entegre edilmesi tavsiye edilir. Bu aşamada, binanın tasarımını etkileyen parametreleri ve gerçek bina yerine tasarımı değiştirmek çok ucuz olduğu gibi tasarımını değiştirmek için daha çok fırsat vardır. Ayrıca çok sayıda senaryo uygulanabilir, sadece en uygun tasarımı fiziksel tasarımı elde etmek için değil, aynı zamanda operasyonel senaryolarda olabilir. Bununla birlikte; yenileme projesinde, planlama aşamasında, ısıl bina simölasyonu enerji tüketimi açısından daha iyi enerji performansı elde etmek ve yenileme için öneri sağlanmasında önemli bir rol oynar.

Yapılan çalışmada, ısıl bina simölasyonu farklı amaçlar için koşturulmuştur. Birinci durumda, yeni tasarlanan bina simölasyonu yapılmıştır. İkinci aşamada renovasyonu yapılan bir projedir. Simölasyon sonuçları genel olarak yüksek performanslı camlama malzemelerinin soğutma yükünü azalttığını göstermiştir. Aydınlatma sensörleri, verimli HVAC sistemleri ve içortam sıcaklık ayar noktaları bina enerji performansına etki eden parametrelerdir [6].

Bu çalışmada Dubai'de ikiz müstakil villa enerji performansını açısından analiz edilmiştir. Bina performansı 12 aylık faturalandırma ile enerji kullanımı ve detaylı yapı planları ve enfiltrasyon değerleri sunulan enerji modeli için ölçölmüştür. Designbuilder/energyplus için temel durum modeli yaklaşık olarak kalibre edilmiş, ve mevcut durumdaki dış yapı kabuğunun yenileme uygulamasında, dış yalıtım aralıkları için enerji ihtiyacı hesaplanmıştır. Yalıtım stratejileri tasarım aşamasında göz önüne

alınmıştır. Sonuçlar, yalıtımsız pencereleli tipik yalıtımlı blok yapıdaki ısı köprülerinin enerji tüketimini %24.5 oranında 50 mm EPS yalıtımlı prefabrik betona bloğa göre artırdığını göstermiştir.

Yalıtımlı pencerenin kullanıldığı temel durum model B'ye göre yalıtımsız pencerenin kullanıldığı model A'daki ısı köprülerinden %23 oranında enerji kazanımı sağladığı gözlemlenmiştir. En basit maliyet etkin alternatiftir. Temel durumdaki ısı köprülerinin etkisi yalıtımlı dış duvar kullanıldığında sadece %10,6 oranında enerji kazanımını geliştirmiştir. Eğer yenilenen temel binalarda 160mm kadar EPS malzemesi kullanıldığı takdirde %30'lara varan enerji azaltımı başarılmıştır.

Sadece ısı köprülerinin 50mm EPS ile yalıtılması ile %23 oranında kazanım sağlanmıştır. Camların iyileştirilmesi, iç ortam sıcaklığının birkaç derece düşük ayarlanması %20 oranında enerji tüketiminde azaltım sağlamıştır (kötü yalıtımlı yaklaşımda).

Burada sunulan sonuçlar sadece bir villa için ısı köprülerini değerlendirerek elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda sıcak ve nemli iklim bölgelerinde ısı köprülerine dikkat çekilmek istenmiştir. Kolay yapılabilen uygulamalar ile enerji kazanımları sağlamanın yolları vurgulanmıştır. Sıfır enerjili evler veya düşük enerjili evler tasarlamak çok dikkatli planlama ve detaylı tasarım gerektirmektedir. Mevcut bina stoğunun bu şekilde yenilenmesi imkansızdır. Buradaki hedef ısı köprülerini ve güneş kazanımlarını azaltmaktır [7].

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ENERJİ

3.1. İklim Değişikliği

Küresel ısınmanın yol açtığı iklim değişikliği; küresel boyutta olumsuz çevre ve sosyo-ekonomik değişimlere yol açacaktır. Türkiye, İklim değişikliğinin etkilerinin doğa ve insan yaşamını tehdit ettiğinin bilinciyle, iklim değişikliğine neden olan sera gazı salımlarının sınırlandırılması için iklim değişikliği ile mücadele gerekliliğinin farkındadır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) 2001 yılında Marakeş'te gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı'nda alınan 26/CP.7 sayılı kararı sonucunda, Türkiye'nin adı Sözleşmenin Ek-II listesinden silinmiş ve taraf ülkeler, Türkiye'yi diğer Ek-I ülkelerinden farklı bir konuma taşıyan özel koşullarını tanımaya davet edilmiştir. Bu kararın ardından, Türkiye BMİDÇS'ye 24 Mayıs 2004 tarihinde taraf olmuştur. Sözleşmeye taraf olmasının ardından Türkiye 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolüne taraf olmuştur [8].

Türkiye, Kyoto Protokolü kapsamında sera gazı salım azaltım hedefi bulunmamasına rağmen, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki, ulaştırma ve atık yönetimi düzenlemelerinin yaparak sera gazı azaltım çalışmalarında bulunmaktadır. Gönüllü karbon piyasasının yaygınlaştırılması ve zorunlu piyasalara entegrasyon konusunda aktif çaba sarf etmektedir.

21. Taraflar Konferansı (COP21) 2015 yılının Aralık ayında Paris'te gerçekleştirilecek olup, yeni bir uluslararası anlaşmanın sağlanması hedeflenmektedir. Anlaşmanın hedefi küresel ısınmadaki artışı 2°C altında tutmaktır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin sonuçları belirgindir ve devam etmektedir. Küresel ısınmadaki artışın 2°C 'nin üzerine çıkması dünya sistemi üzerinde büyük ölçekte değişikliklere sebep olacaktır [9].

3.1.1. Türkiye'nin iklim değişikliğini önleme çalışmaları

Türkiye'nin BMİDÇS kapsamındaki yükümlülükleri dikkate alınarak, iklim değişikliği ile mücadele çalışmalarının koordine edilmesi amacıyla 2001 yılında "İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK)" oluşturulmuştur. 2004, 2010 ve 2012 yıllarında yeniden yapılandırılan kurula ilgili kamu kuruluşlarının yanı sıra özel sektör ve sivil toplum temsilcileri de dâhil olmuştur. İklim değişikliği konusundaki en temel politika dokümanı, mülga ÇOB koordinasyonunda İDKK üyesi kurum ve kuruluşlarla beraber, ilgili tüm kamu kurumları, özel sektör temsilcileri, sivil toplum kuruluşları ve üniversitelerin etkin katılımı ile hazırlanan Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi'dir (İDES). 2010-2020 yıllarını kapsayan Strateji Belgesi, Mayıs 2010 tarihinde Yüksek Planlama Kurulu tarafından onaylanmıştır [10].

İklim değişikliği ile mücadelede rehberlik edecek olan Strateji Belgesi, BMİDÇS'nin "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar" ilkesi çerçevesinde, Türkiye'nin ulusal imkânları ve uluslararası finansman ve hibelerin ulaşılabilirliği ölçüsünde gerçekleştireceği azaltım, uyum, finansman ve teknoloji politikalarını içermektedir. İDES ve 9. Kalkınma Planı'nda hazırlanması öngörülen İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (İDEP), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın koordinasyonunda İDKK üyeleri ve geniş bir paydaş grubuyla birlikte hazırlanmış ve Temmuz 2011'de yayınlanmıştır. İDEP, strateji belgesinde yer alan hedefler ve eylemler için sera gazı salım kontrolü ve iklim değişikliğine uyum ana başlıkları altında sektörel alt eylemler sunmakta ve bunların hayata geçirilebilmesi ile ilgili olarak sorumlu kurum/kuruluşlar ve zamanlamayı tanımlamaktadır [11].

3.2. Enerji

Enerji, her devirde ihtiyaçtı, önceden enerji kaynağı köleler vardı, makineleşme sürecinde kömür, sanayileşme sürecinde petrol ve türevleri, nükleer enerji ve daha sonraları ise teknolojinin gelişmesiyle birlikte karbon türevli yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak çevrenin korunmasına çalışılmaktadır.

Türkiye jeopolitik konumu nedeniyle enerjiyi üreten ve tüketen ülkeler arasında bir köprü rolü üstlenirken, kuzeyde Ukrayna ve Rusya arasındaki Kırım'ın ilhakından doğan kriz ve güney ülkelerinde arap baharı olarak başlayan ve siyasi istikrarsızlıkların hala devam ettiği coğrafyada Türkiye'nin önemi artmıştır.

1973-1974 ve 1978-1979 petrol fiyatları artışlarının, enerjinin üretim sürecindeki rolünü ve enerjiye olan bağımlılığı göstermiştir. Sanayi devriminin gerçekleştiği süreçte enerji arz ve talep dengesi ülkelerin gelişmişliğini gösteren bir gösterge olarak değerlendirilmekteydi. Kişi başı enerji tüketimi verilerine göre gelişmiş ülke statüsü belirlenmekteydi.

Sanayi devriminin tamamlanması ve bilgi toplumu yolunda devinime uğrayan Dünya’da yeni gösterge tükettiğin enerji karşısında ne ürettiğin, ne elde ettiğimizdir. Günümüzde siyasetler tarafından kullanılan ağır sanayi alanında Avrupa’nın ilerisindeyiz sözü yaygındır. Çünkü gelişmiş ülkeler artık ağır sanayi yani demir çelik-otomotiv gibi sektörlerden çıkmıştır. Üretimini geliştirmekte olan ülkelerde yapmaktadır. Bu hem ekonomisine yük getirmemektedir, hem de enerji yoksunu Avrupa ülkelerinin enerji yoğun sektörlerle ekonomisini tehlike altında bırakmamaktadır [12].

3.2.1 Türkiye enerji politikası

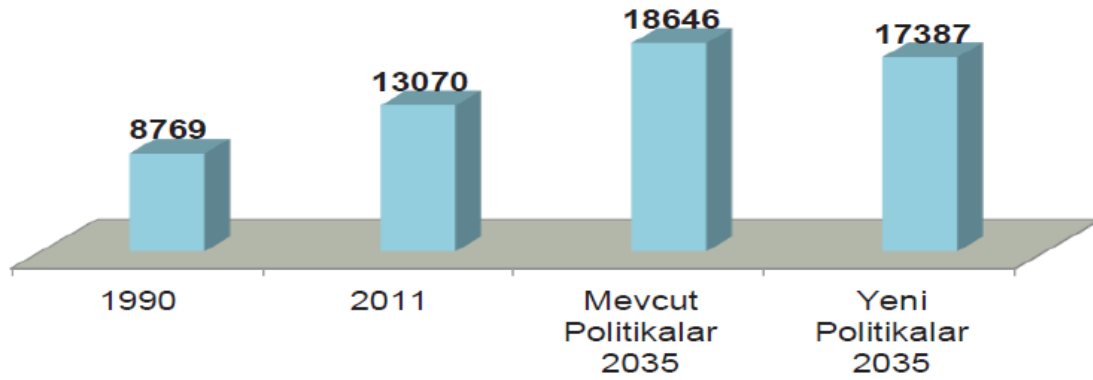
Enerjisinin %70 oranında ithalata bağlı olarak sağlayan Türkiye’nin enerji politikası tüm sektörleri etkilemektedir. Enerji politikalarının sürdürülebilir ve dışa bağımlılığı azaltması gerekmektedir. Dünya birincil enerji arzındaki gelişme çizelge 3.1’de verilmiştir. Günümüze kadar uygulanan politikalar mevcut enerji talebindeki artışları karşılama noktasında zorlanmaktadır. 1990’lı yıllardaki enerji ihtiyacının %50’si yerli kaynaklardan karşılanabilirken, 2000 yıllarda komşu ülkelerdeki siyasi istikrarsızlık enerji arzını risk altında bırakmıştır [13].

Çizelge 3.1: 1990-2011 Dünya Birincil Enerji Arzı Gelişimi (mtep) [14].

Ülke	1990	2011	Artış (%)
Çin	879	2 743	212
Hindistan	317	750	137
Türkiye	53	115	117
Brezilya	138	267	94
ABD	1915	2 189	14
Japonya	439	461	5
OECD	4 522	5 304	17
Dünya	8 769	13 070	49

Türkiye'nin enerji politikaları yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını en üst seviyeye çıkartmayı hedeflemeli ve bunun için gerekli teknolojik altyapıyı da teşvik etmelidir.

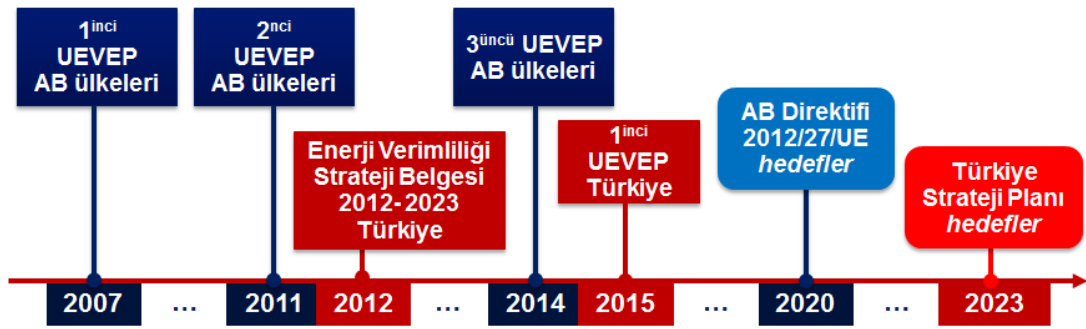
Türkiye'nin enerji politikası, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca, "sınırlı olan doğal kaynakları daha akılcı kullanarak, çevreye ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri minimum seviyeye indirmek, yeni kaynaklara ilaveten yeni teknolojilerle enerjiyi çeşitlendirmek, alternatif enerji kaynaklarını en faydalı şekilde hizmete sunarak ülkenin kalkınması ve refah artışı sağlayacak, daha temiz, daha güvenli, daha verimli, daha ucuz ve ticari açıdan ulaşılabilir ve sürdürülebilir enerji arzını sağlamak" şeklinde belirlenmiştir [15]. Mevcut politikaların yeni politikalar ile desteklenmesi gerekmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: 1990-2011 Yılları Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Projeksiyonu (mtep) [16].

2023 yılı itibarıyla Türkiye'nin GSYH'si başına tüketilen enerji miktarının (enerji yoğunluğu) en az %20 azaltılması hedeflenmektedir.

"Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı UEVEP" içeriğinde orta - uzun vadede ek enerji verimliliği hedefleri belirlemektedir. Avrupa Politikası ve başlıca Avrupa ülkelerinin inisiyatifi paralelinde Türkiye için sırasıyla 2030 ve 2050 yılı için önerilen enerji tüketimi azaltımı, Şekil 3.2'de UEVEP kapsamında hükme bağlanmıştır. UEVEP tarafından enerji yoğunluğunda 2030 itibarıyla %27'lik ve 2050 itibarıyla %50'lik bir azaltma hedefi önerilmektedir [17].



Şekil 3.2: Türkiye politikalar ve hedefler [18].

Bu çalışmamızda ana hedef; enerji tüketiminin bina sektöründeki yeri, birincil enerji kaynaklarının temel özellikleri kısıtlı olması, dünya coğrafyasında belirli bölgelerde bulunmasıdır. Türkiye gelişmekte olan bir ülke olarak enerji talebi her yıl artmaktadır. Enerji kaynakları ise talebi karşılamamaktadır. Enerjinin verimli ve tasarruflu kullanılması elzemdir.

Enerji ithalatı Türkiye'nin en büyük ithalat kalemidir. Enerjiyi ithal ederek üretim yapması ve ürettiği ürünü küreselleşen pazarda rekabete sokabilmesi başlı başına bir sorundur. Bu sorun ancak daha az enerji kullanarak ekonomik değeri yüksek ürün üretilmesidir. Bu da bilgi toplumunda teknolojiyi kullanan değil üreten ülke olmaktır.

3.2.2 Birincil enerji üretimi ve tüketimi

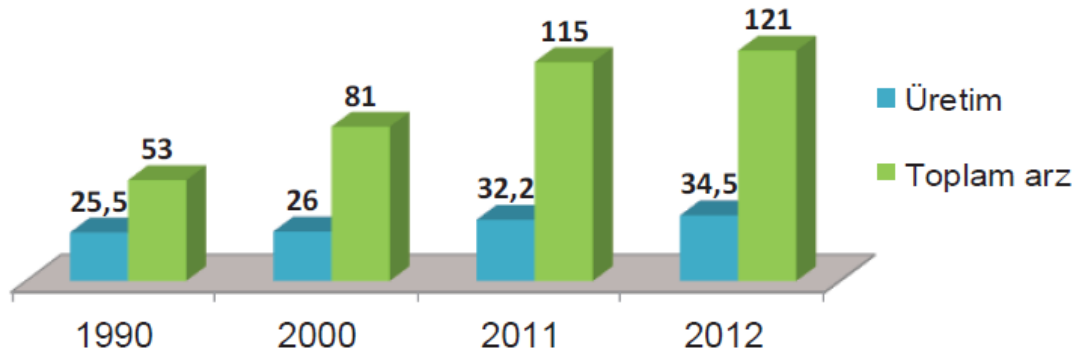
Nüfus artışı, kentsel gelişim ve sanayileşmeye paralel olarak dünya birincil enerji tüketimi de giderek artmaktadır. Enerji tüketiminin artmasına neden olan temel etkenlerin başında nüfus ve gelir artışı gelmektedir. Yapılan projeksiyonlar 2040 yılında dünya nüfusunun 9 milyara yükseleceğini göstermektedir. Bu durum, 2 milyar insana daha enerji arzı sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Öngörülen bu nüfus artışının %90'ından fazlasının OECD dışı ülkelere kaynaklanacağı ve söz konusu ülkelerin, gelişmekte olan sanayi ve kentleşmelerine bağlı olarak küresel gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) artışına %70 ve küresel enerji talep artışına %90'ın üzerinde katkı sağlayacağı öngörülmektedir [19].

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA)'nın farklı senaryolar için yapmış olduğu projeksiyonlara göre 13,3 milyar TEP olan dünya birincil enerji talebinin 2040 yılında; Mevcut enerji politikaları ile devam senaryosuna göre %50 oranında artışla 20 milyar TEP, - Yeni politikalar senaryosuna göre %37 oranında artış ile 18,3 milyar TEP, - Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporunda belirtilen atmosferdeki CO₂

konsantrasyonun 450 ppm olması durumundaki yüksek riskli senaryoya göre %17 oranında bir artışla 15,6 milyar TEP'e ulaşması beklenmektedir. Söz konusu senaryoların tamamına göre 2040 yılına kadar olan dönemde kömür ve petrolün paylarının nispeten % 4 azalmasına rağmen fosil yakıtlar hâkim kaynaklar olmaya devam edecektir. Dünya birincil enerji kaynaklarının %81'ini oluşturan fosil yakıtların 2040 yılındaki payı, mevcut enerji politikaları ile devam senaryosuna göre %79,5'e, yeni politikalar senaryosuna göre %74,5'e ve 450 ppm senaryosuna göre %59,5'e düşecektir [20].

Dünya birincil enerji tüketimi dikkate alındığında Çin ve Amerika ilk iki sırayı almakta ve bu iki ülkenin toplam birincil enerji tüketimi dünya tüketiminin yaklaşık %41'ine tekabül etmektedir. Birincil enerji tüketimi dikkate alındığında ülkemiz 19. sırada yer almaktadır. Bazı ülkelerin birincil enerji tüketimleri Şekil 3.3'de verilmiştir.

ÜLKE	2013	2014	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra
Çin	2898,1	2972,1	23,0%	1
ABD	2270,5	2298,7	17,8%	2
Rusya	689,9	681,9	5,3%	3
Hindistan	595,7	637,8	4,9%	4
Japonya	470,1	456,1	3,5%	5
Kanada	334,3	332,7	2,6%	6
Almanya	325,8	311,0	2,4%	7
Brezilya	288,9	296,0	2,3%	8
Güney Kore	270,8	273,2	2,1%	9
İran	244,0	252,0	1,9%	10
Suudi Arabistan	222,5	239,5	1,9%	11
Fransa	247,2	237,5	1,8%	12
Meksika	191,5	191,4	1,5%	13
Büyük Britanya	200,6	187,9	1,5%	14
Endonezya	169,6	174,8	1,4%	15
İtalya	157,9	148,9	1,2%	16
İspanya	133,9	133,0	1,0%	17
Güney Afrika	123,6	126,7	1,0%	18
Türkiye	120,3	125,3	1,0%	19
Avustralya	126,2	122,9	1,0%	20
Tayland	118,0	121,5	0,9%	21
Tayvan	111,0	112,0	0,9%	22
BAE	97,9	103,2	0,8%	23
Ukrayna	116,6	100,1	0,8%	24
Polonya	98,4	95,7	0,7%	25
TOPLAM	12.807,1	12.928,4	100,0%	

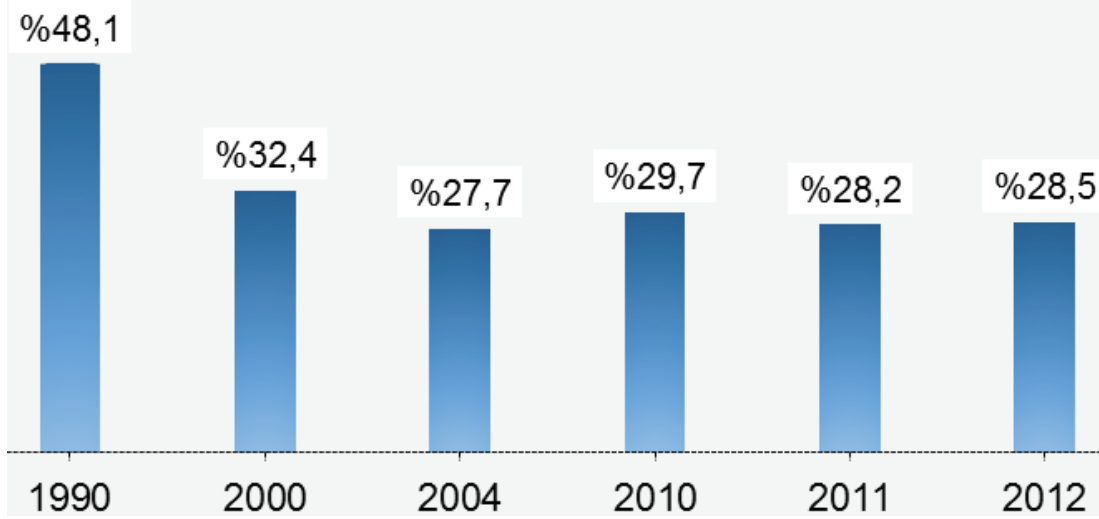


Şekil 3.3: 1990-2012 Yıllarında Türkiye Toplam Birincil Enerji Üretimi ve Arzı (binTEP) [21].

1990-2012 yılları arasındaki yirmi iki yılda toplam birincil enerji üretimi, %35 oranında artarak, 25.478 binTEP'ten 34.467 binTEP düzeyine yükselmiştir. Bu dönemdeki toplam birincil enerji arzı ise %128 veya 2,3 kat artmıştır [22].

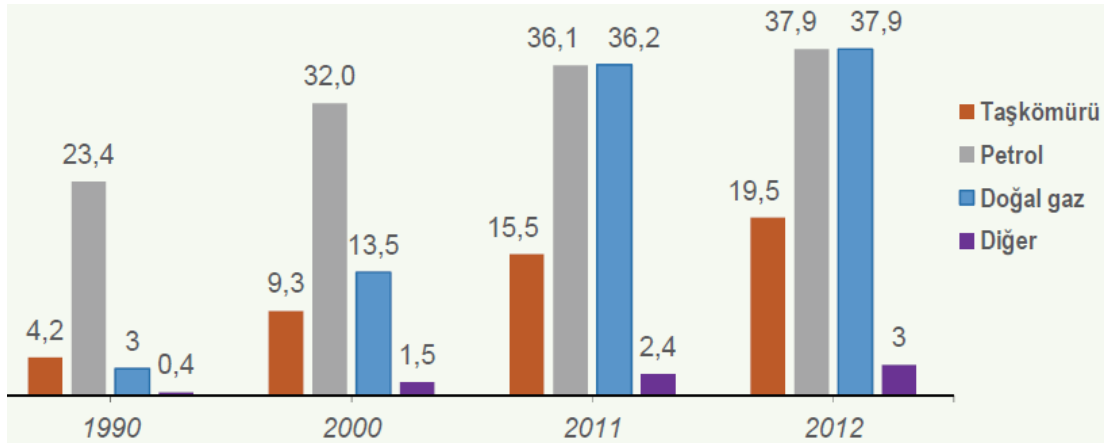
Üretimin toplam birincil enerji arzını karşılama oranı ise 1990 yılında %48 iken, 2000 yılında %32, 2011 yılında %28, 2012 yılında ise %28,5 olmuştur (Şekil 3.4). 1990-

2012 yılları arasında artan enerji talebini yurtiçi kaynaklar ile karşılama oranımız %20 azalmıştır [23].



Şekil 3.4: 1990-2012 Türkiye birincil enerji üretiminin arzını karşılama oranları [24].

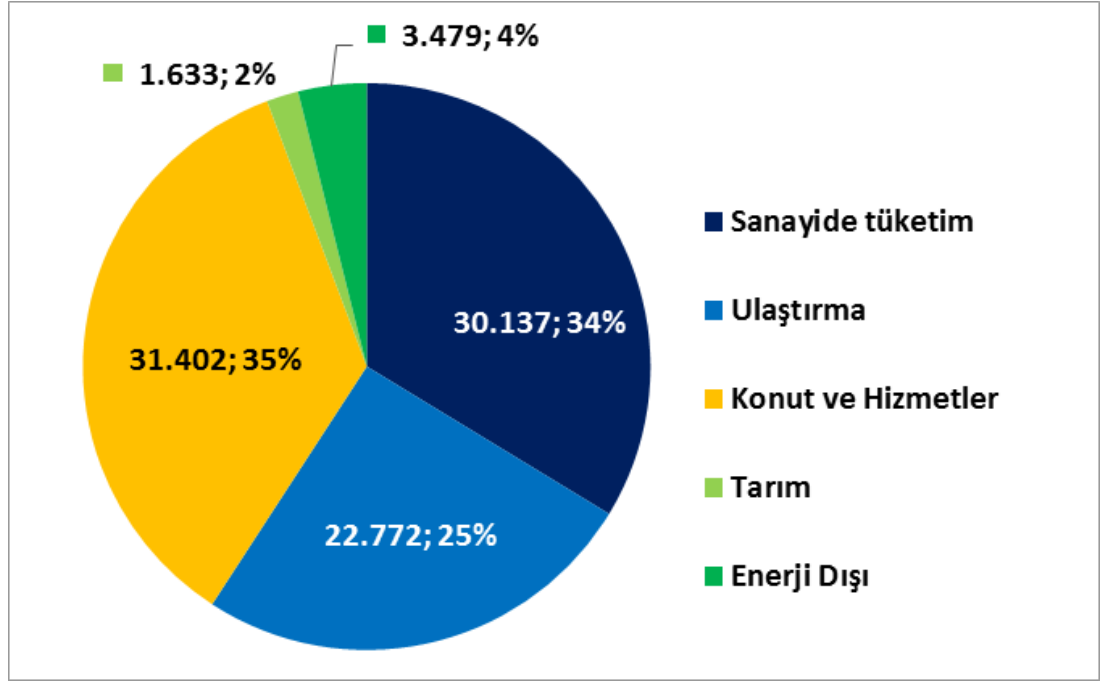
1990- 2012 yılları arasında giderek artan Türkiye enerji ithalatının, kaynaklar bazında gelişimi incelendiğinde; Doğalgazın artış miktarı geçen yirmi iki yılda yaklaşık 13 kat artarak 38 mtep'e yükseldiği görülür. Petrol ve doğal gazın son iki yıldaki ithalatları tep olarak bir birine yakın değerdedir (Şekil3.5).



Şekil 3.5: 1990-2012 Türkiye enerji ithalatında kaynakların miktarı (mtep) [25].

2012 yılında petrolün ithalatı, 1990 yılına göre, %62 oranında artarak 38 mtep olmuştur. Taşkömürü ithalatı ise 1990'da 4,2 mtep iken 2012 yılında yaklaşık 5 kat artarak 19,5 mtep düzeyine yükselmiştir. İthalatta diğer başlığı, petrokok ve elektrik olup petrokok tamamına yakını oluşturmaktadır. Petrokokun ithalatı, 1990 da 350

bin tep ten 2012 yılında 2.936 bin tep düzeyine yükselerek, son 22 yılda 8,4 kat artmıştır [26]. Sektörel bazda birincil enerji tüketimleri Şekil 3.6’da verilmiştir. Konut ve hizmet sektörü, sanayi sektörü ile birlikte enerji tüketiminin olduğu en büyük iki sektördür.



Şekil 3.6 : Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı genel enerji dengeleri tablosu [27].

3.2.3 Yenilenebilir enerji kaynakları

Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını, ifade eder [28].

Binalar tarafından yaratılan yenilenebilir enerji kaynakları, teknik olarak uygulanabilir ve ekonomik olarak yaşayabilir olduğu durumlarda, ısı veya elektrik enerjisi temini için kullanılabilir. Isıl çözümler, mekan veya su ısıtmak için güneş enerjisinden ısı kazançlarını elde etme, havalandırma için hâkim rüzgarları veya topraktan doğal ısıtma veya soğutma elde etmek için ısı pompaları kullanımı ve ısıtma için biyokütle kullanmayı içermektedir. Enerji üretim sistemleri, foto voltaik cihazlar ve küçük rüzgâr veya su türbinlerini içermektedir. Binalara yenilenebilir enerji kaynakları tümleştirilerek, binalar enerji tüketicilerinden, şebekelere enerji sağlayabilen güç üreticilerine dönüştürülebilmektedir [29].

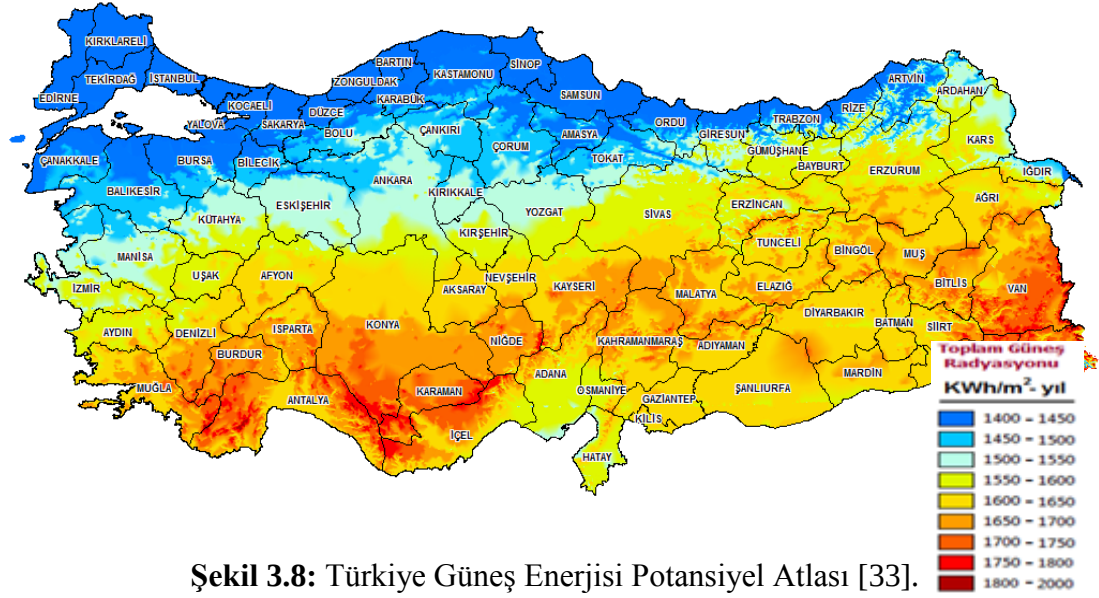
Bina enerji mevzuatı genelde bina sakinleri için düşük enerji tüketimiyle konfor sağlanması dahil olmak üzere, enerji hizmetlerinin geliştirilmesi için tasarlanmaktadır. Nihai amaç, binaları enerji tüketicisinden enerji üreticisine dönüştürmektir. Gelecekte, bina enerji mevzuatı, yaklaşık sıfır enerji tüketimini hedefleyecek ve tüm son kullanımları kapsayacaktır. Bu hedef, kapsamlı bütüncül yaklaşıma geçerek gerçekleştirilebilir ve bu yaklaşımda: (a) enerji talebi, “enerji yeterliliği” önlemleri ile azaltılır; (b) enerji tüketimi, söz konusu enerji talebini karşılayan verimli bina bileşenleri ve ekipmanı kullanılarak azaltılır; (c) ısı ve elektrik üretimi için yenilenebilir kaynaklar kullanılır, böylece binaların net enerji talebi azaltılır [30].

Yenilenebilir enerji kaynakları, çevredeki binalardan veya bölge ısıtma ve soğutma sistemlerinden de sağlanabilmektedir. Amaç, özellikle şebeke arzının güvenilir olmadığı ülkelerde, şebeke tabanlı enerji arzına olan ihtiyacı azaltmak ve gücü yedeklemektir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeli Şekil 3.7’de verilmiştir.

	HİDROLİK	RÜZGAR	GÜNEŞ	BİYOKÜTLE	JEOTERMAL
Kurulu Güç (MW)	23.640,9	3.629,7	40,2	288,2	404,9
Elektrik Üretimi (GWh)	40.396,1	8.385,4	-	1.171,2	2.249,9
Isı (Bin TEP)	-	-	795	***	4,99
2023 Hedefi (MW)	36000	20000	5000	1000	1000
Potansiyel	160 TWh/yıl	48000 MW	1500 kWh/m ² -yıl	20 Milyon TEP	31500 MWt 2000 MW

Şekil 3.7: Türkiye yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli [31].

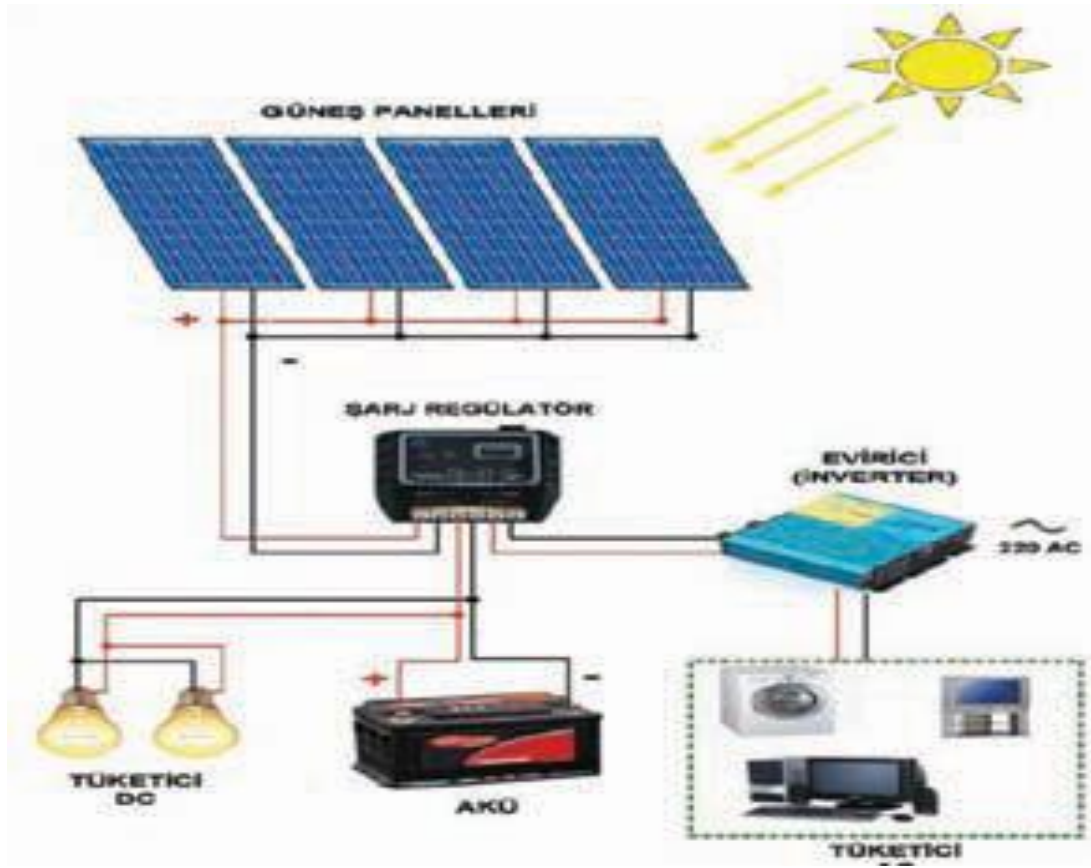
Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışıyım şiddeti 1311 kWh/m² olarak belirlenmiştir. Ülkemizde güneş enerjisi potansiyeli Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde en fazla, Karadeniz Bölgesi’nde ise en düşüktür. Güneşlenme süreleri dikkate alındığında Güney Anadolu Bölgesi’nin yılda 3015,8 saat ile en zengin bölgemiz olduğu Şekil 3.8’de görülmektedir [32].



Şekil 3.8: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası [33].

Avrupa ile kıyaslandığında Karadeniz bölgesi ile Almanya'nın güneş enerjisi potansiyeli birbirine yakındır.

Fotovoltaik Piller (Güneş pilleri), Artan sanayileşme ve konfor gereksinimleri, elektrik enerjisine olan talebi de arttırmıştır. Artan talep sonucu, aranan alternatif elektrik üretim yöntemlerinden biri de güneş pillerinden (fotovoltaik pillerden) yararlanmaktır. Fotovoltaik (photovoltaic) terimi, ışıktan gerilim üretilmesi anlamına gelir ve genellikle “PV” ile gösterilir. Enerjinin korunumu yasasına uygun olarak, ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır; ancak enerjiyi depolayamazlar. Eğer elektrik gece boyunca da kullanılmak isteniyorsa, devreye bir elektrik depolayıcı (akü) eklenmelidir (Şekil 3.9) [34].



Şekil 3.9: Pv paneli diagramı.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilebildiği gibi ısı enerjisi üretilerek sıhhi sıcaksu ve ısınma sistemlerinde kullanılabilir.

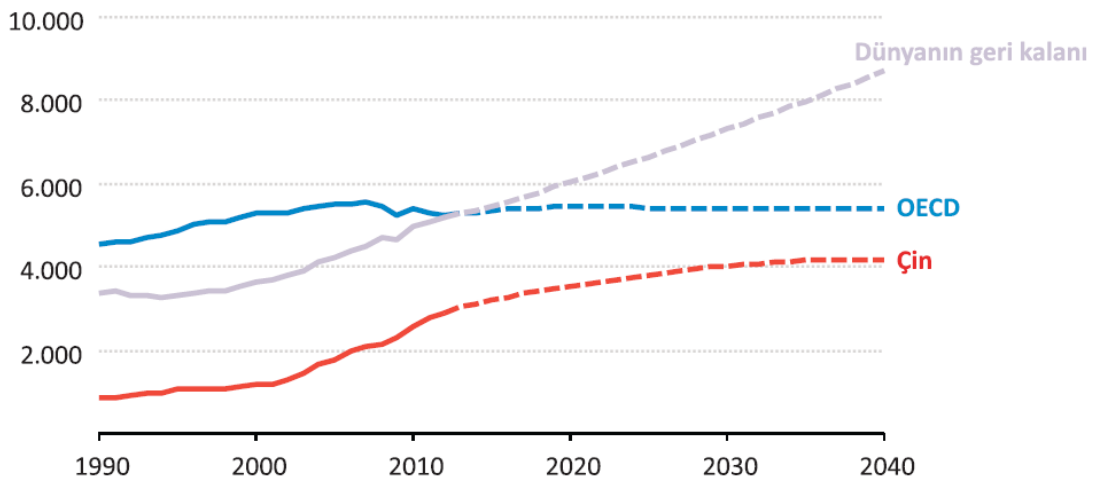
Güneş kolektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan kolektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır [35].

Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklarımız bakımından incelendiğinde Türkiye’de teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kwh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh olarak ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel 140 milyar kWh/yıl’dır. 2010 yılı itibariyle Türkiye hidrolik enerji potansiyelinin %37’lik kısmı işletmede, %15’lik kısmı özel teşebbüs tarafından yapımı sürdürülen projeler dahil olmak üzere inşa halindedir [36]. Mikro hidrolik barajlar, akan sudan (hidro) elektrik üretilmesidir. Mikro barajlar ile nehirlerden binalar için ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi üretilebilir. Rüzgâr türbinleri, binalarda kendi elektriğinizi küçük ölçekli rüzgâr türbinleri ile üretilebilir. Rüzgâr türbinleri rüzgârın gücünü kullanarak elektrikli ev aletleri ve aydınlatma elektrik ihtiyaçları karşılanabilir [37]. Mikro-kojenerasyon sistemleri, binanızı ısıtırken aynı

esnada elektrik enerjisinin üretildiği sistemlerdir. Aynı enerji kaynağını kullanarak elektrik üretilirken ısı üretimi de yapılır. Mikro kojenerasyon sistemleri için tipik oran 6:1 evsel uygulamalar içindir.

3.3. 2040 Yılı Enerji ve Sera Gazı Salımları Projeksiyonları

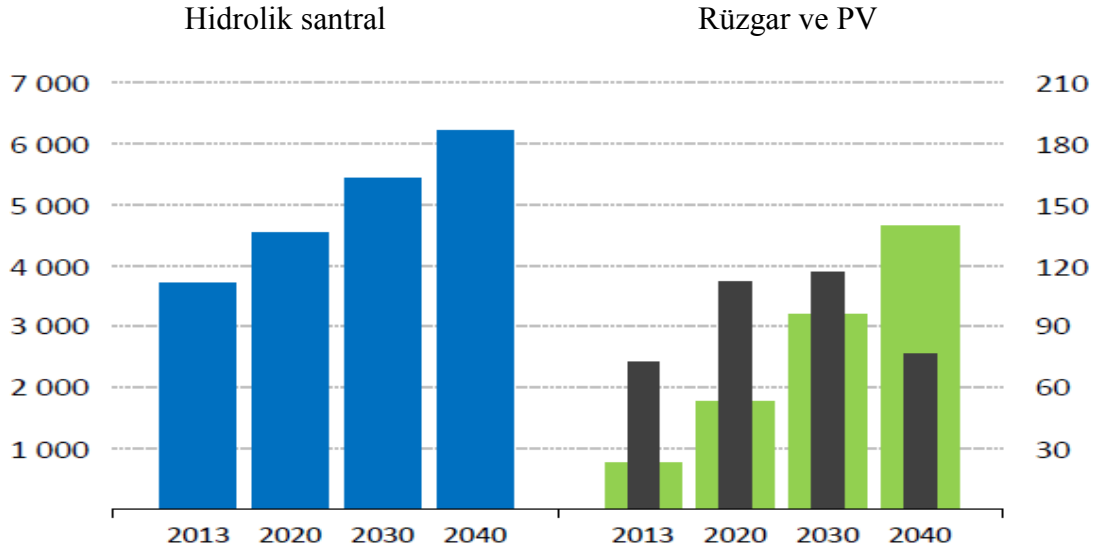
2040 yılı itibariyle enerji kaynakları dört kısma bölünecektir. Petrol, gaz, kömür ve düşük karbonlu kaynaklardır. Politika yapıcılar ve pazar geliştiriciler birincil enerji talebinde, fosil kaynakların payının 2040 yılına kadar üçte birine çekilmesi ve piyasaların beşte bir büyümesi ile enerji kaynaklı karbon salımlarının azaltılamayacağını belirtmektedir. Bu veriler dünyanın uzun dönemli küresel ortalama sıcaklığı 3,6°C üzerine çıkartacaktır. Hükümetler arası iklim değişikliği paneli tahminlerine göre artışı 2°C ile sınırlandırmak için uluslararası kararlaştırılmış hedefi tutturmak için çok çeşitli ve geniş iklim değişikliğini önleme uygulamaları hayata geçirilmelidir. 2014 yılından sonra gelecekte dünya 1000 gigaton CO₂ salımının fazlasını salımlayamaz. 2040 yılı itibariyle tüm bütçe merkez senaryo içinde kullanılır. Salımlar bu hedefe ulaşıldığında kesinlikle sıfırlanmayacaktır, sadece acil olarak enerji sistemi üzerinde daha güvenli bir yol çizilmelidir. 2015 yılı aralık ayında Paris'te düzenlenecek olan Birleşmiş Milletler iklim konuşmalarında ki kritik konudur [38]. Mevcut duruma göre 2040 yılında enerji talebi Şekil 3.10'da görülmektedir.



Şekil 3.10: Bölgesel dünya enerji talebi (mtep) [39].

Yenilenebilir enerji teknolojileri, küresel enerji arzı için düşük karbonlu kritik enerji kaynağıdır. Hızla düşen maliyetleri ve sürekli desteklenmesi, 2040 yılında toplam elektrik üretiminin yarısının yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesini

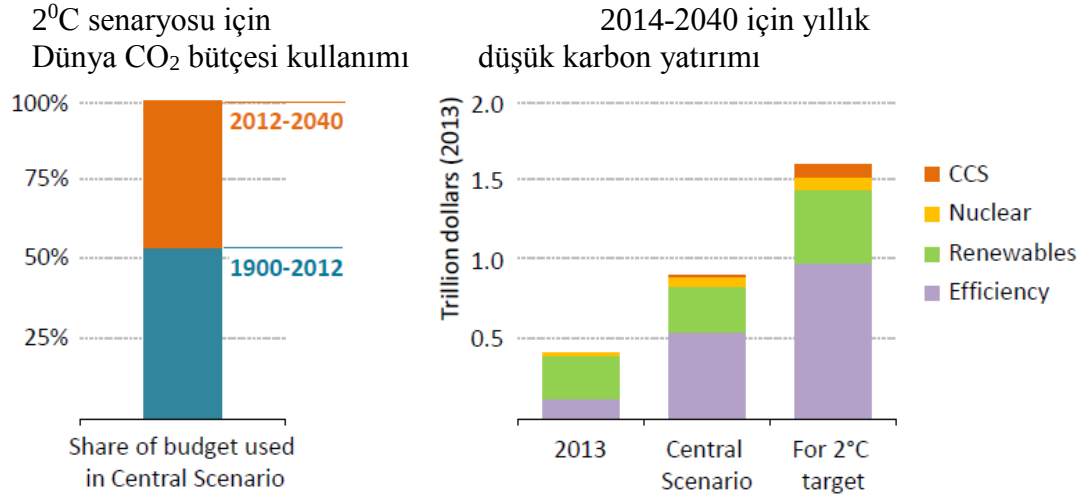
sağlayacaktır(Şekil 3.11). Aynı esnada biyoyakıtlar ile birlikte ısınmada kullanılmasıyla oran artacaktır. Güç üretimindeki yenilenebilir enerji payı çoğunlukla OECD ülkelerinde artmaktadır. OECD ülkelerinde yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki oranı %37 seviyelerine ulaşılmıştır [40].



Şekil 3.11:Yenilenebilir enerji kaynaklı enerji santralleri (TWh- milyar dolar) [41].

Bununla birlikte, OECD üyesi olmayan ülkelerde başta Çin olmak üzere, Hindistan, Latin Amerika ve Afrika yenilenebilir enerjiden elde edilen enerji üretimi artmıştır. Küresel olarak rüzgar gücü %34 ile en geniş gelişmeyi göstermiştir, hidrolik santraller %30 oranıyla takip etmektedir, ve güneş teknolojileri ise %18'lik bir paya sahiptir. Avrupa Birliği'nde rüzgar enerjisinden toplam elektrik ihtiyacının %20'si karşılanmaktadır. Japonya'da ise %37 oranında fotovoltaik paneller ile yaz dönemindeki pik yükler karşılanmaktadır [42].

+2°C senaryosu Enerji Teknoloji Perspektifine odaklanmıştır. İklim üzerine yapılan son bilimsel çalışmalar ortalama küresel ısınmanın +2°C ile sınırlandırılabilmenin %80 başarılabilirliğini göstermektedir(Şekil 3.12). Enerji kaynaklı CO₂ salımlarının 2050 yılı itibarıyla yarı yarıya kesilmesi hedefidir. Bu hedef enerji sektörü kaynaklı seragazi salımlarının azaltılmasıyla birlikte enerji dışı sektörlerde de azaltım sağlanarak hedef gerçekleştirilebilir. +2°C senaryosu 2035 yılı dünya enerji bakışı 50 senaryosunu da içermektedir.



Şekil 3.12: 2013 dolar kuru itibariyle merkez senaryo ve +2°C hedefi yıllık yatırımı (trilyon dolar) [43].

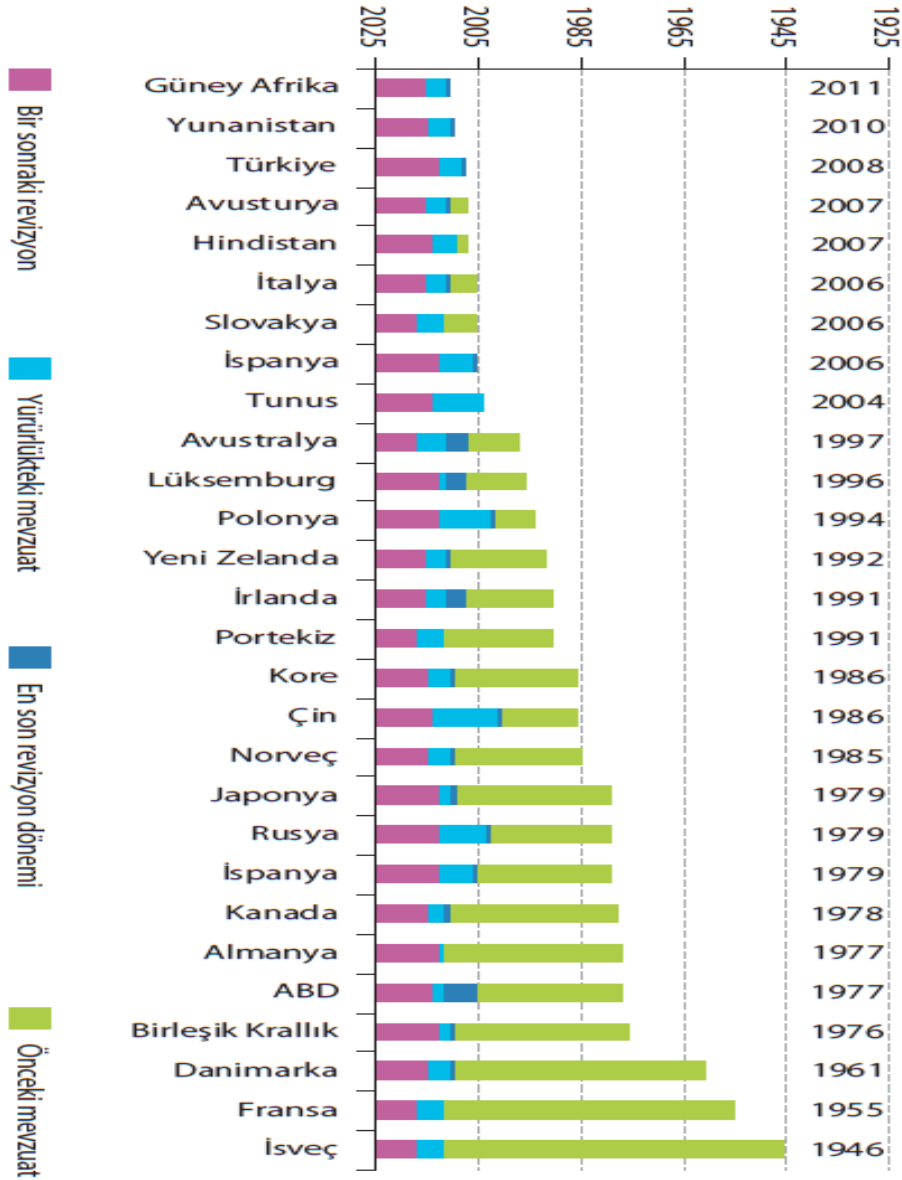
Hedeflenen 2°C senaryosunun gerçekleştirilmesi için 2013 yılı dolar bazlı hesaplanan düşük karbonlu yatırımların ortalama yıllık maliyetleri Şekil 2.14'te gösterilmektedir.

4. BİNA ENERJİ PERFORMANSI İLE İLGİLİ MEVZUATLAR

İnşaat için kurallar konulması yeni değildir; Babil’de Hamurabi kanunlarına (MÖ 1750) kadar uzanan geçmişe sahiptir. Hamurabi’nin çıkardığı 282 kanundan 6’sı, evlerin yapımına ilişkin kuralları ve bu kurallara uymayan yapı müteahhitlerine uygulanacak cezaları düzenliyordu [44].

Tarihsel olarak, bina düzenlemeleri genellikle yangın, salgın hastalık ve deprem gibi afetlere tepki olarak başlatılmıştır. Bu nedenle ilk binadüzenlemeleri, inşaat ve yangın güvenliği ile bina sakinlerinin sağlığı ile ilgili olmuştur. Yirminci yüzyılda hükümetler, enerji hükümlerini önce mevcut yapı mevzuatına eklemiş ve ardından, tipik olarak “bina enerji mevzuatı” olarak anılan ayrı belgeler biçiminde düzenlemeye başlamıştır.

Zaman içinde, bina enerji mevzuatı, ulusal önceliklere göre evrilmiştir. Isıl koşulları düzenlemeye yönelme, İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra ve soğuk iklimlerde zayıf yalıtımdan kaynaklanan sağlık sorunları nedeniyle başlamıştır (Şekil 4.1). 1960’larda, yaşam standartlarının yükselmesi ve daha iyi konfor düzeylerine olan talebin artması, yalıtım gereklerinde artışa yol açmıştır. 1973-1974 yıllarında yaşanan petrol krizi ve petrol bağımlılığını azaltma ihtiyacı, UEA üyesi ülkelerin, binalar için kullanılan enerji ithalatını azaltmak amacıyla bina enerji mevzuatı geliştirmelerinde katalizör olmuştur [45].



Şekil 4.1: Dünya binalarda enerji verimliliği mevzuat gelişimi [46].

İklim değişikliği endişeleri 1990’larda binalar için daha katı enerji gereklerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Günümüzde en gelişmiş bina enerji mevzuatları kısa, orta ve uzun vadede düşük enerjili ve düşük karbonlu bina stoku yaratmayı hedeflemektedir. Bazı ülkelerde “binalar için enerji standartları” , “binalarda ısı düzenlemeleri”, “binalarda enerji korunumu mevzuatı” veya “binalarda enerji verimliliği mevzuatı” olarak da bilinen bina enerji mevzuatı, hükümetlerin, bina sakinlerine rahat ve modern yaşam koşulları sağlarken, binaların enerji sektörü ve çevre üzerindeki baskısını sınırlamak için kullandıkları temel politika aracıdır. Etkin bina enerji mevzuatı, binaların enerji tüketimini azaltmak için tasarlanan bir dizi zorunlu gerekten oluşmaktadır ve son yirmi yılda UEA üyesi ülkelerde konut stokunun

toplam enerji tüketimini azaltmada etkili olmuştur. Meskenler için ortalama yıllık enerji tüketimi %22 (örneğin, Hollanda ve Almanya) ile %6 (örneğin, Güney Avrupa ülkeleri) kadar azaltılmıştır [47].

Enerji tasarruflarındaki bu farklılıklar, ülkelerin kendi mevzuatlarını tasarlarken kullandıkları farklı yaklaşımlardan kaynaklanmaktadır. Bina sektörü, birçok UEA üyesi ülkede birincil enerji tüketiminin %40'ından fazlasını oluşturmaktadır. Konut alt sektörü, küresel düzeyde en büyük enerji tüketicisi olmaya devam etmektedir ve konut dışı alt sektör, 1990'dan beri özellikle de gelişen ekonomilerde payını artırmaktadır. Binaların tükettiği büyük enerji payı dikkate alındığında, uzun vadeli küresel enerji güvenliğinin sağlanması için bu sektörün enerji performansının geliştirilmesi kritik önem taşımaktadır. Bu ilişki, doğal gaz tüketimi dinamikleri örneğiyle açıklanmaktadır. Doğal gaz, UEA üyesi ülkelerde yapı sektöründe ısıtma için kullanılan birincil enerji kaynağıdır ve yapı sektörü için kullanılan gaz ithalatı, birçok UEA ekonomisine ciddi bir yük getirmektedir. Sonuç olarak, yapılı çevrede verimsiz enerji kullanımı, enerji güvenliğini baltalamakta ve sürdürülebilir olmayan yakıtlara bağımlılığı artırmaktadır. Sera gazı salımları ve olumsuz sağlık etkileri gibi negatif sosyal ve çevresel etkilere de sahiptir. Toplumların karşı karşıya olduğu çeşitli zorlukların aşılmasına katkıda bulunmak için, binaların enerji tüketimini azaltmaya yönelik politika eylemine ihtiyaç duyulmaktadır [48].

Performans yaklaşımı, binaların enerji performansının bütüncül değerlendirmesine dayanan bütünleşik tasarım gerektirmektedir. Enerji gerekleri, binanın toplam enerji tüketimi için belirlenmektedir. Performans tabanlı bina enerji mevzuatının bazıları, bina bileşenleri ve ekipmanına ilişkin buyurgan gerekler de içermektedir. Performans yaklaşımı, farklı bileşenlerin etkileşimini dikkate alarak tasarruf potansiyelini optimize etmekte, mimarlar ve emlak müteahhitlerine, en verimli tasarımları ve teknolojik çözümleri seçme konusunda daha fazla özgürlük vermektedir [49]. Binaların uzun ömrü dikkate alındığında, on yıllarca kilitlenmiş kalabilecek yukarıda belirtilen yararlanılmayan tasarruflar olması riskini de azaltmaktadır.

4.1 Avrupa Birliği Binalarda Enerji Performansi Direktifi

Enerji tüketiminin yanısıra sera gazı salımlarının azaltılması için tüm sektörler içinde en maliyet etkin yollardan biri binalarda enerji verimliliğidir. Enerji sertifikalandırması binaların birbiriyle kıyaslanarak enerji tüketimi konusunda

tüketicilerde farkındalığı artırmaktadır. Tüketicilerde oluşan bu farkındalık, proje aşamasında binaların enerji verimli olarak inşa edilmesini gerektirmektedir.

Birçok durumda, sertifikasyon ve kazanımlar mevcut durum ve uzun dönemli bakıldığında üreticiye yansıyan ekonomik maliyetin çok üzerinde kazanım sağlamaktadır.

Değişimin, tüketicilerin kısa dönemli maliyetler yerine, uzun dönemli kazanımlara odaklanması gerekmektedir. Yatırımlarının geri dönüşüm sürelerinin belirtilmesi gereklidir ki, bu enerji verimliliğinin geliştirilmesini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini sağlar. Böylece, sertifikasyon enerji tüketiminde farkındalığın artırılmasına yardımcı olması ve pazarın bu taleplere optimum olarak cevap vererek enerji verimli binalar inşa edilmesi sebebiyle önemli bir politikadır. Sertifikasyon ve tamamlayıcı ölçümler kilit noktalardır. Sertifikasyon sürecinin oluşturulması maliyetlidir ve CO₂ salımlarının azaltımı, yakıt tüketiminde azalım, sağlık ve konfor şartlarının artırılması ve bu faydaların maliyet analizlerine aktarılması için ulusal düzeyde yönetsel kararlar alınmalıdır. Oluşturulan sertifikasyon sisteminin faydaları, sistem maliyetinin çok üstünde getirisi olacaktır. Sertifikasyonu yapılacak olan binalar için binanın yapı fiziği, mekanik ve elektrik sistemlerine ait verilerin toplanması gerekir.

Binalara ait veriler; binanın ısı, hava sızdırmazlığı özelliklerini de içermelidir. Isıtma tesisatı ve sıhhi sıcak su sistemi; bu mekanik tesisat ve sistemlerin yalıtım, dağıtım ve verimlilik özellikleri hesaplara katılmalıdır. İklimlendirme tesisatı iklim bölgelerine göre konfor ve sağlık şartlarının sağlanması için bina tipolojisine bağlı olarak kurulmalıdır. Havalandırma tesisatı ortamda taze hava ihtiyacının karşılanması için bina tipolojisi ve mekanın özelliğine göre standartlara uygun doğal veya mekanik olarak tasarlanır. Aydınlatma tesisatı (özellikle konut dışındaki binalarda) enerji tüketimin olduğu ana kalemlerdendir. Binanın bulunduğu dış mekân iklimi de dikkate alınacak şekilde, binaların konumu ve yönlenimi doğal aydınlatma, soğutma, ısıtma gibi temel parametreleri doğrudan etkilemektedir. Pasif güneş sistemleri ve oluşan fazla güneş ışınımı kamaşma önlemek için kullanılan gölgeleme elemanları tanımlanması gerekir.

Ayrıca aktif güneş sistemleri ve enerji ihtiyacının karşılandığı yenilenebilir enerji sistemleri, bileşik ısı ve güç sistemlerine ait veriler ile sertifikasyon sürecinde sürdürülebilirliğinde göz önünde bulundurulması gerekir.

Sertifikasyon sürecinde binaların enerji ihtiyaçları ve enerji tüketimlerinin doğru hesaplanabilmesi ve veritabanında toplanabilmesi açısından, bina tipolojileri a. Farklı türlerde, tek ailelik konutlar b. Apartman blokları c. Ofisler d. Eğitim yapıları e. Hastaneler f. Oteller ve restoranlar g. Spor yapıları h. Toptan ve perakende ticari hizmet binaları ı. Diğer türlerdeki, enerji tüketen yapılar tanımlanabilir. Sertifikasyon için kullanılacak olan metodoloji, ulusal veya bölgesel ölçekte kurulabilir; düzenli bir şekilde iklim verilerinin güncellenmesi ve sertifikasyonu yapacak olan uzmanlarca kolay anlaşılabilir olması şarttır. toplanan veriler ile yapılacak olan sertifikasyonun enerji tüketimlerine göre sera gazı salımlarını içermesi gerekir. Enerjinin verimli kullanılması ve sera gazı azaltımı ülkelerin iklim değişikliğini önlemek için yapmış oldukları çalışmalarda teşvik ve vergi indirimi gibi finansal mekanizalar için veri teşkil etmektedir.

4.2 Türkiye’de Bina Enerji Performansı Mevzuatı

Türkiye’de 2000 yılından önce inşa edilen binaların enerji verimliliği ve konfor şartlarından uzak olarak projelendirilmesi hem toplum sağlığı açısından hemde ülke ekonomisi açısından büyük bir zarar oluşturmaktadır. Mevcut bina stoğunun acilen verimli binalara dönüştürülmesi gerekmektedir. Yeni binaların ise Avrupa Birliği direktifleri ve ulusal mevzuat kapsamında projelendirilerek inşa edilmesi gerekir.

Sertifikasyon ve belgelendirme yapılacak olan binanın enerji tüketimlerini azaltması açısından en önemli politikadır.

4.2.1 Enerji verimliliği kanunu

Enerji Verimliliği Kanunu 02 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yayımlanan kanunun amacı ilk maddesinde “Bu Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.” yer alır. Kanunun 7. Maddesinin ç fıkrasında “Toplam inşaat alanı yönetmelikte belirlenen mesken amaçlı kullanılan binalarda, ticarî binalarda ve hizmet binalarında uygulanmak üzere mimarî tasarım, ısıtma, soğutma, ısı yalıtımı, sıcak su, elektrik tesisatı ve aydınlatma konularındaki normları, standartları, asgarî performans kriterlerini, bilgi toplama ve kontrol prosedürlerini kapsayan binalarda enerji performansına ilişkin usûl ve

esaslar, Türk Standartları Enstitüsü ve Genel Müdürlük ile müştereken hazırlanarak Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak bir yönetmelikle düzenlenir. Yönetmelik hükümlerine aykırı hareket edilmesi halinde ilgili idare tarafından yapı kullanma izni verilmez.” [50].

“d) Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak yönetmeliğe göre hazırlanan yapı projeleri kapsamında enerji kimlik belgesi düzenlenir. Enerji kimlik belgesinde binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgiler asgarî olarak bulundurulur. Belgede bulundurulması gereken diğer bilgiler ile belgenin yenilenmesine ve mevcut binalar da dâhil olmak üzere uygulamaya ilişkin usûl ve esaslar, Bakanlık ile müştereken hazırlanarak Bayındırlık ve İskân Bakanlığınca yürürlüğe konulacak yönetmelikle belirlenir. Mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı bin metrekareden az olan binalar için enerji kimlik belgesi düzenlenmesi zorunlu değildir.” hükmü gereğince yönetmeliğin ve enerji kimlik belgesinin oluşturularak bina sertifikasyonu yapılması gerektiği belirtilmiştir [50].

4.2.2 TS 825 Isı Yalıtımı Kuralları

Bu standard, binalarda net ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını hesaplama kurallarına ve binalarda izin verilebilir en yüksek ısıtma enerjisi değerlerinin belirlenmesine dairdir. Bu standardın amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standard hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir. Bu standard ayrıca aşağıdaki amaçlarla da kullanılabilir [50] :

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standardda açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek,
- Mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf tedbirlerinin sağlayacağı tasarruf miktarlarını belirlemek,
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek.

TS 825 standardı 8 Mayıs 2000 yılında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından Isı Yalıtım Yönetmeliği yayımlanarak zorunlu hale getirilen standardı tamamlayıcı olmuştur. İnşa edilen binaların 2000 yılından itibaren yalıtımlı olarak yapılması

zorunlu olmasına rağmen, gerek denetimsizlik gerekse de yalıtım malzemelerinin özelliklerini geçen sürede özelliğini yitirmesi nedeniyle Türkiye’deki binaların ancak 2010 yılından sonrası için mevzuata uygun olduğu kabul edilebilir. TS 825 Standardında ısıtma gün derecelere göre belirlenen 4 iklim bölgesi için tavsiye edilen $U(W/m^2K)$ değerleri Çizelge 3.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1: TS 825 Standardı tavsiye edilen toplam ısı geçiş katsayısı değerleri

	U_{Duvar}	U_{Taban}	U_{tavan}	U_p
	(W/m^2K)	(W/m^2K)	(W/m^2K)	(W/m^2K)
1. Bölge	0,80	0,50	0,80	2,80
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,60
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,60
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,40

4.2.3 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 5 Aralık 2008 tarih ve 27075 Sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliğinin amacı; dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, yerel şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak bir binanın enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama metodlarının belirlenmesini, birincil enerji ve CO₂ salımı açısından sertifikalandırılması, esaslı tadilat yapılacak olan mevcut binalar için enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı salımlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir [52].

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği mevcut ve yeni yapılacak binalarda; Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metodlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine, EKB (Enerji Kimlik Belgesi) düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere, Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına, Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel

tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine, ilişkin iş ve işlemleri kapsar. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin yayımlaması ile Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmıştır [51].

4.2.3.1 Enerji kimlik belgesi

Avrupa Birliği Direktifine göre; bir bina inşa edilirken, satılırken veya kiralanırken, enerji performansına ilişkin ayrıntılarını içeren bir sertifika sunulacaktır. Bu sertifika, yeni yapılar için doğrudan yapı sahibi tarafından edinilebilir veya mevcut yapılar için yapı sahibi tarafından gelecekteki yapı sahibi veya kiracısına sunulabilir. Sertifika, geçerlilik süresi 10 yıldır. Blokların içinde ayrı kullanım için tasarlanmış daireler veya birimler için sertifikalandırma işlemi, tüm yapı bloğu için ortak bir ısıtma sistemi olması halinde binanın tümü için veya örnek bir daire üzerinden tüm blok için geçerli olmak üzere yapılabilir. Binalar arasında karşılaştırma yapmanın mümkün olabilmesi için, enerji performansı sertifikasında güncel yasal standartlar ve baz alınacak sabit referans değerler bulunmalıdır. Bu sertifika aynı zamanda binada enerji performansının geliştirilmesi için yapılabilecek maliyet etkin yatırımlar konusunda öneriler de içermelidir. Hukuki bir dava süreci kapsamında sertifikaların nasıl değerlendirileceği, ulusal yasalarla düzenlenecektir [52].

Türkiye'de Enerji Verimliliği Kanunu gereğince, yeni binalarda 1 Ocak 2011 tarihinden önce inşa edilen binalar mevcut bina statüsünde kabul edilmiş olup 2 Mayıs 2017 tarihine kadar Enerji Kimlik Belgesi (EKB) almaları zorunludur(Şekil 4.2).

Binaların Enerji Kimlik Belgesi alabilmesi için, enerji performanslarının belirlenmesi gerekir. Binanın m² başına yıllık enerji tüketiminin belirlenmesi, enerji tüketimi ve kullanılan enerji kaynağına göre CO₂ salınımı hesaplanır. Hesaplanan değerler referans bina değerleri ile karşılaştırılır. Referans bina, inşa edilmesi planlanan bina ile aynı iklim bölgesinde ve aynı bina formuna sahip olan, standartlarda belirlenen kriterleri sağlayan binadır. Referans bina tüketimleri ile projelendirilen binanın tüketimlerinin karşılaştırılması sonucuna göre A-G arası bir enerji sınıfı ve CO₂ salım sınıfı BEP-TR yazılımı üzerinden hesaplanarak sertifikalandırılır.

Uygulama: uzmanlaşmış değerlendiriciler için eğitimlerin sağlanması, kamu ve sektörde farkındalığın artırılması, merkezi veri toplama için işletim sistemlerinin verimliliğinin artırılması, gözden geçirme ve bilgi dağıtımının yapılması gerekir.

Gözlemleme: sertifikasyon sisteminin performansının gözlemlenmesi için kalite kontrol sistemlerinin oluşturulması ve değerlendiricilerin desteklenmesinin sağlanması, sonuçlar ve çıktılar ile ilgili paydaşlarla iletişim halinde olunması gerekir.

Değerlendirme: hedeflerin gerçekleştirildiği ve sertifikasyon sisteminin başarılı uygulanmasının analiz edilmesi, ihtiyaç duyulan etkilerin artırılması, çevresel unsurları ve verimlilik değerlendirmeleri diğer politika ölçekleri ile ilişki sağlamalıdır.

5. BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA SİMULASYONU

Binanın enerji performansını hesaplayabilmek için DesignBuilder bina simülasyon programı kullanılmıştır. DesignBuilder bina modellemesinin yapıldığı; enerji, CO₂ salımı, mekanik sistemler, aydınlatma ve konfor şartlarına göre bina performansını raporlamak ve kontrol etmek için geliştirilmiş EnergyPlus hesaplama motorunu kullanan arayüz yazılım aracıdır.

EnergyPlus bina ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve diğer enerji akışlarını modellemek için Amerikan Enerji Bakanlığı (DOE) tarafından sürekli geliştirilmekte olan bina enerji simülasyonu programıdır. BLAST ve DOE-2'nin özellikleri ve yetenekleri üzerine oturtulmuştur ama aynı zamanda bir saatten az simülasyon zaman dilimleri, ısı transferi dengesi zon simülasyonu, çok zonlu havalandırma sistemleri, termal konfor ve fotovoltaik sistemler gibi birçok inovatif özelliklere de sahip bir programdır.

Enerji sertifikasının hazırlanabilmesi için, binanın tipolojisine göre ve enerji tüketen sistemlerinin enerji performansı değerlendirmesi yapılır. Uzman tarafından binanın karakteristikleri, yapı bileşen bilgileri ve enerji tüketen ve üreten sistemlerine ait veriler toplanır.

Bina formu, alanı, bina kabuğunun çevresi ile ısı dengesi, güneş ışıınımı ve gün ışığından faydalanma, hava geçirgenliği; sıhhi sıcak su kaynağı, havalandırma, iklimlendirme sistemleri ve kontrolleri; yakıt türü ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı; aydınlatma sistemleri ve ekipmanları değerlendirmeye katılması gerekir [53].

5.1 Enerji Değerlendirmesine Esas Bina Özellikleri

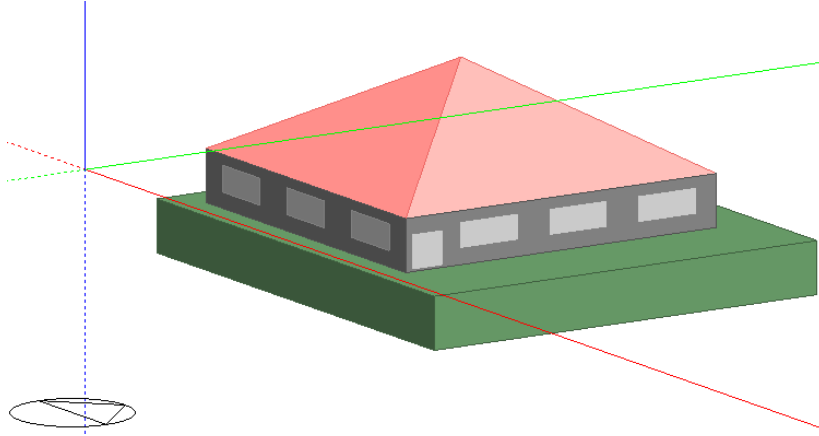
Analizi yapılacak olan bina $A_{\text{taban}} = 20 \times 20 \text{ m}^2$ alanında dikdörtgen formunda anaokuldur. Bina ayırık nizam olarak tasarlanmış ve binaya gölgeleme faktörü oluşturacak başka bir bina veya ağaç yoktur. Bina kabuğunu oluşturan opak ve saydam yapı bileşenlerinin ve mekanik sistemlerinde konfor koşullarını sağlaması için elde

edilen enerji tüketimleri incelenmiştir. designbuilder programının veritabanında yer alan İstanbul iklim verileri kullanılmıştır. Bina modelinin dış duvarının % 30'u pencere alanından oluşmaktadır. 2x2 m ebatlarında giriş kapısı tanımlanmıştır.



Şekil 5.1: Bina görseli.

Yazılımda modellenen bina, görselleştirme komutu ile farklı yapı bileşenleriyle tanımlanan kapı ve pencere detayları ile birlikte, çok zonlu yapılarda kesit olarak iç zonlar görülmektedir (Şekil 5.1). Bina modeli üzerinde değişiklik yapılmak istenildiğinde veya sistem tanımlamalarında görselleştirilmemiş model üzerinden çalışılır (Şekil 5.2). Yazılımın daha hızlı çalışmasını sağlar.



Şekil 5.2: Bina modeli.

5.1.1 Bina kabuğu, konumu ve özellikleri

Bina kabuğu, iç konfor şartlarının sağlanması ile dış ortam ve iç ortam arasındaki duvar, pencere, kapı, çatı gibi binanın fonksiyonelliğine göre yapı malzemeleri ile oluşturulmuş yapı sistemleridir.

Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'deki ok kuzeye yönüne göre bina oryantasyonu göstermektedir. Tasarımın ana parametrelerinden olan konum, güneş kazanımlarını, toplam ısıtma ve soğutma yüklerini, doğal aydınlatılan alanlara etki eder. Doğudan yükselen güneş, binanın gün boyunca doğu cephesini ısıtır. Güneş batı yönünden batarken uzun bir süre güney yüzeyi güneş ışınlamı altında kalır. Karşılıklı olarak güneş ışınlamı sabahları doğu cephesini, güneşin yörüngesinde ise batı ve güney cephelerini etkisi altına alır [54].

Bina çevresi dış ortam ile iç ortamı dış duvarlar, çatı ve zemin yüzeyleri ile ayırır. Temel fonksiyonu; bina çevresinin fonksiyonları arasında güvenlik, ısı ve iç ortam çevresel konfor kontrolünü sağlar. İlave olarak gün ışınlamı, dış ortam görüşü ve estetik katar.

Bina çevresi yapı bileşenleri ile dış ortam sıcaklığı ve serin iç ortam arasında ısı transfer yüzeyi oluşturduğu gibi, veya tam tersi iklim bölgesine bağlı binanın ısıtma ve soğutma yükü belirler. Bina çevresi özelliklerine bağlı olarak HVAC tasarımı ve iç ortam kalitesi tasarımı projelendirilir [55].

Bir iklimin sertliği derece-gün cinsinden hassasiyetle karakterize edilebildiğinden, derecegün yöntemi ile bir binanın ısıtma veya soğutma enerji ihtiyacını belirlemek mümkündür. Farklı bölgelerdeki farklı iklim koşulları ısıtma veya soğutma enerjisi ihtiyacını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Tüm dünyada özellikle ısıtma ve ısı yalıtımı uygulamaları için derece-gün sayıları kullanılarak coğrafik bölgelerden farklı olarak derece-gün bölgeleri tespit edilmektedir [56].

Modellenen binaya ait yapı sistemlerinin yapı bileşenlerinin ısı iletim katsayı (λ W/mK) değerleri ile ısı geçirgenlik katsayıları (U W/m²K) oluşmaktadır. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Standardı'nda Türkiye 4 farklı derece-gün bölgesine ayrılmıştır. Opak bileşenin enerji tüketimine etkisinin belirlenmesi için dış duvarın opak/saydam oranı %30 olarak belirlenmiştir. Derece-gün bölgeleri için tavsiye edilen U değerleri Çizelge 3.1'de belirtilmiştir. Simulasyonunu yapacağımız binanın dış opak yapı bileşenleri ve saydam yüzeyleri değiştirilerek standartta tavsiye edilen değerlerde kontrol edilmiştir. Saydam bileşen 3-13-3 çift cam seçilmiştir.

Çizelge 5.1’de yapı bileşenlerinin oluşturulduğu yapı malzemelerine ait yoğunluk ve ısı iletkenlik hesap değerleri verilmiştir. Bu hesap değerleri ile topla ısı geçiş katsayılar yapı bileşenleri için hesaplanarak; dış ortam iklim verilerinden alınan sıcaklık değerine göre iç ortam konfor sıcaklıklarınının sabit tutulması için ihtiyaç duyulan ısıtma, soğutma yükleri hesaplanır.

Çizelge 5.1: Simulasyonu yapılan bina modelinin dış duvar yapı bileşenlerinin ısı iletkenlik hesap değeri ve yoğunluğu.

	Isı iletim katsayısı (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)
Duvar		
alçı sıva	0,51	1120
gazbeton	0,24	750
taşyünü	0,038	40
çimento-kum harcı	0,72	1860
Zemin		
membran	1	700
donatılı beton	2,3	2321
taban/tavan çatı	0,41	1200
XPS	0,034	35
Tavan		
bitümlü örtü	0,23	1100
cam ünü	0,04	12
donatılı beton	2,27	2321
alçı sıva	0,04	1000
Pencere		
3-13-3 düz cam	2,716	
Low-E kaplamalı 3-13-3 düz cam	1,256	

Çizelge 5.2’de farklı yalıtım kalınlıkları ile oluşturulmuş dış duvar tanıları bulunmaktadır. Tek katlı müstakil binalarda duvar ve taban alanlarının ısıtma ve soğutmaya etkisini analiz etmek için 7 farklı duvar tipi oluşturulmuştur.

Çizelge 5.2: Simulasyonu yapılan bina modelinin dış duvar yapı bileşenleri ve toplam ısı geçiş katsayısı değerleri.

Duvar 1.durum	Duvar 2.durum	Duvar 3.durum	Duvar 4.durum	Duvar 5.durum	Duvar 6.durum	Duvar 7.durum
2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası
19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton
0 cm taşıyıcı	4 cm taşıyıcı	5 cm taşıyıcı	6 cm taşıyıcı	7 cm taşıyıcı	8 cm taşıyıcı	9 cm taşıyıcı
2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva
U(W/m ² K) 0,975	U(W/m ² K) 0,48	U(W/m ² K) 0,427	U(W/m ² K) 0,385	U(W/m ² K) 0,348	U(W/m ² K) 0,319	U(W/m ² K) 0,294

Taban için 3 farklı bileşen Şekil 5.3'te tanımlandığı gibi oluşturulmuştur. Tek katlı müstakil binalarda taban alanı duvar alanlarının toplamından genelde büyük olmaktadır. Tek katlı müstakil evlerin ortalama 150m²'dir. Nufusun %20'si tek katlı konutlarda oturmaktadır [58].

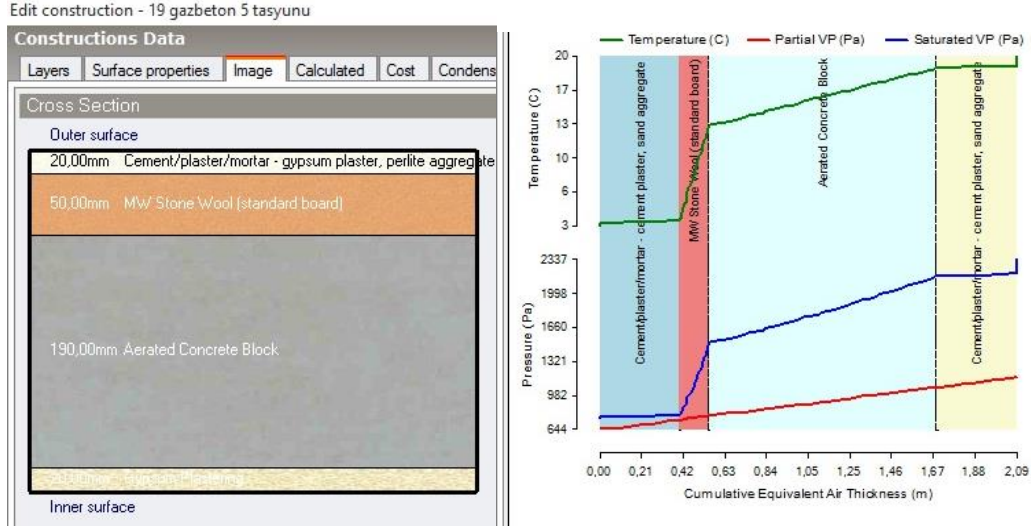
Taban		
1.durum	2.durum	3.durum
3 cm taban/tavan şap	3 cm taban/tavan şap	3 cm taban/tavan şap
1 cm XPS	2,3cm XPS	7,3 cm XPS
10,1 cm donatılı beton	10,1 cm donatılı beton	10,1 cm donatılı beton
1cm membran	1cm membran	1cm membran
U(W/m ² K)	U(W/m ² K)	U(W/m ² K)
1,5	1	0,4



Şekil 5.3 : Simulasyonu yapılan bina modelinin taban yapı bileşenleri ve toplam ısı geçiş katsayısı değerleri.

Modellenen bina tek katlı ve ayrıık nizam olarak projelendirildiğinden, toprak zemine temasından dolayı farklı taban ısı geçiş katsayısı değerlerine göre değerlendirme yapılmıştır.

Simulasyonu yapılacak bina modeli için Çizelge 5.1’de tanımlanmış olan yapı malzemeleri ile oluşturulan Çizelge 5.2’teki dış duvar ve Çizelge 5.3’teki taban yapı bileşenleri için design builder yazılımı koşturulmuştur. Şekil 5.4 duvar katmanlarını ve yoğuşmanın olmadığını göstermektedir.



Şekil 5.4: Designbuilder yazılımında oluşturulan yapı bileşeni 5 cm taş yünü kullanarak yalıtım yapılan opak bileşen ve yoğuşma analizi.

Toprak temaslı tabanın ısı etkisinin hesaplanabilmesi için designbuilder programında tanımlanan toprak yüzeyi sıcaklığı şekil 5.5’te verilmiştir.

itu tez 07.11.2015

Layout Location Region

Template **ISTANBUL/ATATURK**

Site Location >>

Site Details >

Elevation above sea level (m) 37.0

Exposure to wind 2-Normal >

Site orientation (°) 0

Ground >

Texture GranulatedGray453M

Surface Reflection >>

Monthly Temperatures >>

Deep Monthly Temperatures >>

Shallow Monthly Temperatures >

Jan (°C) 14.0

Feb (°C) 14.0

Mar (°C) 14.0

Apr (°C) 14.0

May (°C) 14.0

Jun (°C) 14.0

Jul (°C) 14.0

Aug (°C) 14.0

Sep (°C) 14.0

Oct (°C) 14.0

Nov (°C) 14.0

Dec (°C) 14.0

FCFactorMethod Monthly Temperatures >

FCFactorMethod ground temperatur... 1-Hourly weather file >

Sky >>

Water Mains Temperature >>

Precipitation >>

Site Green Roof Irrigation >>

Edit Visualise Heating design Cooling design Simulation CFD Daylighting Cost and Carbon

Şekil 5.5 Toprak yüzey sıcaklığı.

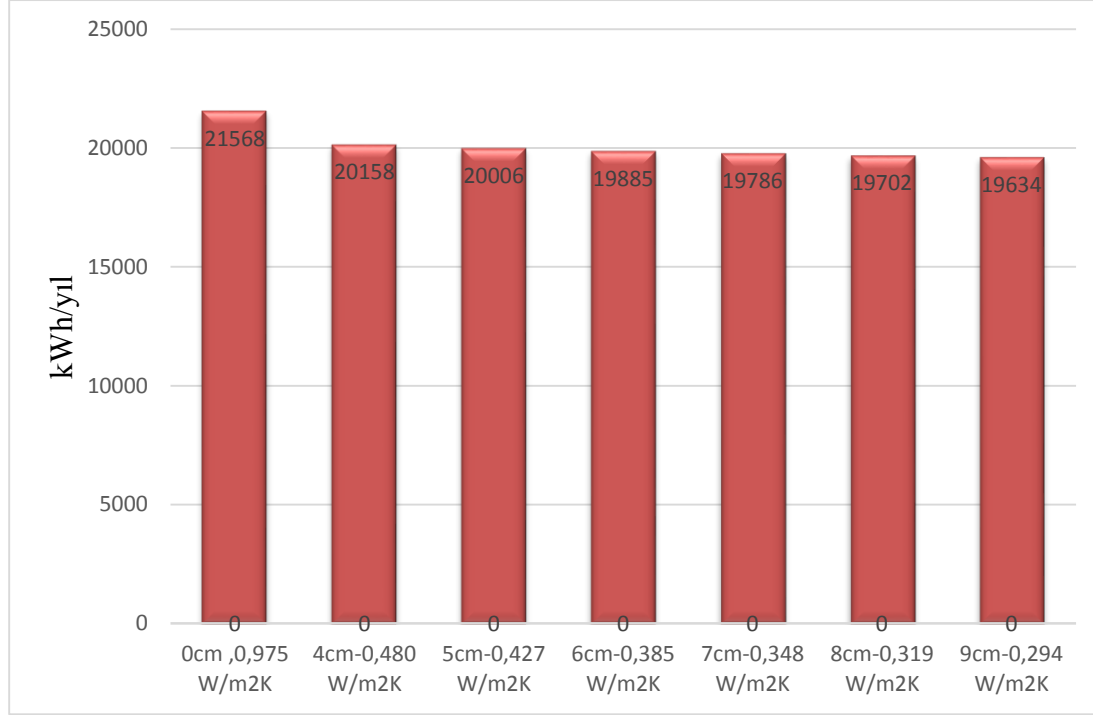
Derece-gün yönteminde bir binanın enerji ihtiyacı temelde, binanın iç ortam sıcaklığı ile ilgili denge noktası sıcaklığı ve binanın bulunduğu yerin dış hava sıcaklığı arasındaki fark ile doğru orantılıdır. Eğer binanın iç ortam sıcaklığı ve iç ısı kazançları sabit ise derece-gün yöntemlerinden elde edilen değerlerle, binanın ısıtma veya soğutma ihtiyacı için gerekli enerji iyi bir hassasiyetle tahmin edilebilir [57].

Çizelge 5.3: İstanbul ili için ısıtma gün derece sayısı-soğutma gün derece sayısı [57].

İstanbul denge noktası sıcaklığı	14 ⁰ C	16 ⁰ C	18 ⁰ C
Isıtma gün derece sayısı	1054	1433	1865
İstanbul denge noktası sıcaklığı	22 °C	24 °C	26 °C
Soğutma gün derece sayısı	159	47	6

5.1.1.1 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 0,4 W/m²K için enerji değişimleri

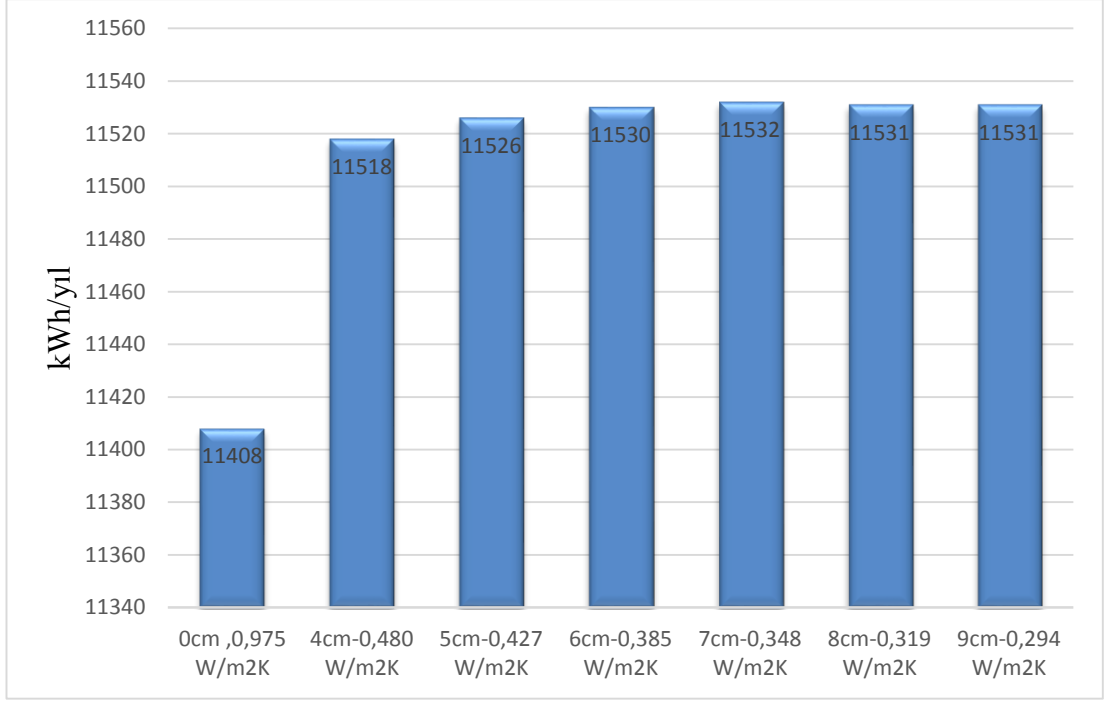
İstanbul ilinin bulunduğu ikinci bölge için TS 825 standardında tavsiye edilen $U_{\text{taban}} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ alınarak yapılan modellemede şekil 5.6 ve şekil 5.7'daki sonuçlar elde edilmiştir.



şekil 5.6: Isıtma enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(\text{W/m}^2\text{K})$ değerine göre değişimi.

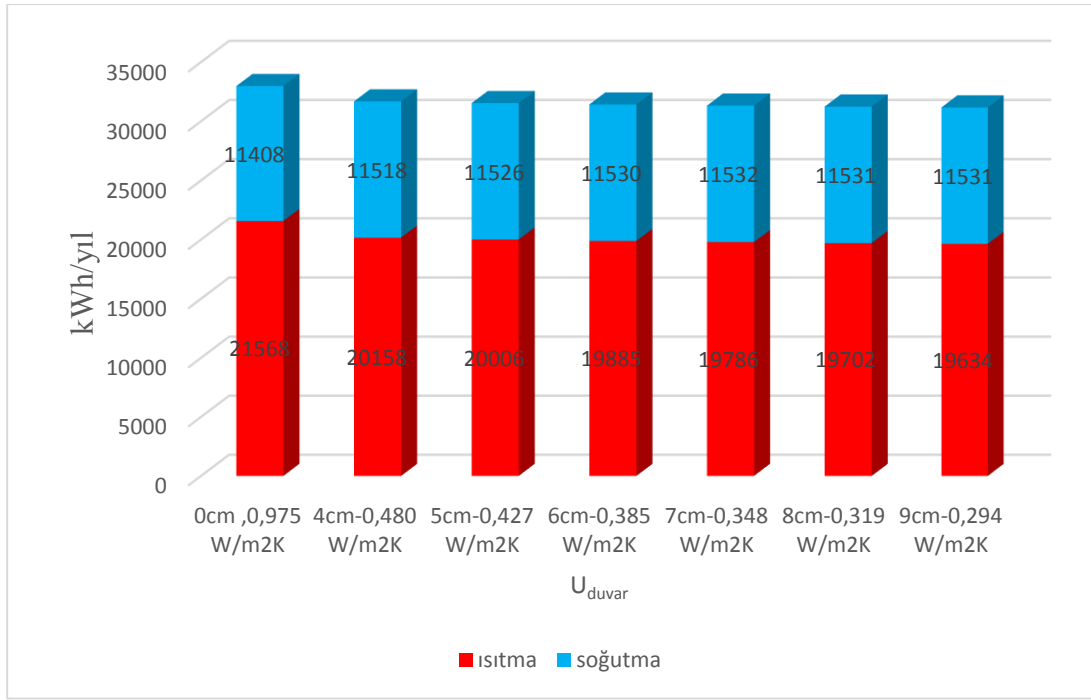
Duvarlarda bulunan yalıtım kalınlığı artırıldığında bina ısıtma ihtiyaında 0,480 W/m²K değerinden sonra maliyet etkin bir azalma gerçekleşmemektedir. Taban alanı (A_{taban}) 400 m²olan binanın, (A_{duvar}) 168 m² dış duvar opak bileşeni vardır. Bu sebeple yapılan yalıtımın bina ısıtmasına diğer yalıtım kalınlıklarında etki etmemektedir.

İstanbul ili için designbuilder yazılımının veritabanındaki bulunan iklim verileri kullanılarak yaptırılan koşturmada şekil 5.6'daki ısıtma enerjisi şekil 5.7'deki soğutma enerjisinden fazla çıkmıştır. İstanbul ili için ısıtma derece gün sayısı soğutma derece gün sayısından fazladır (izelge 5.3).



Şekil 5.7: Soğutma enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi.

Yıllık ısıtma ve soğutma enerjilerinin toplamı Şekil 5.8’de verilmiştir. Duvar yalıtım kalınlıkları arttıkça soğutma enerjisi artmaktadır. 4 cm yalıtım kalınlığından sonra sabit kalmaktadır. Soğutma enerjisi tek katlı müstakil binalarda enerji kaynağı olarak genellikle elektrik enerjisi ile sağlanmaktadır.



Şekil 5.8: Toplam enerjinin dış duvar opak bileşeninin $U(\text{W/m}^2\text{K})$ değerine göre değişimi.

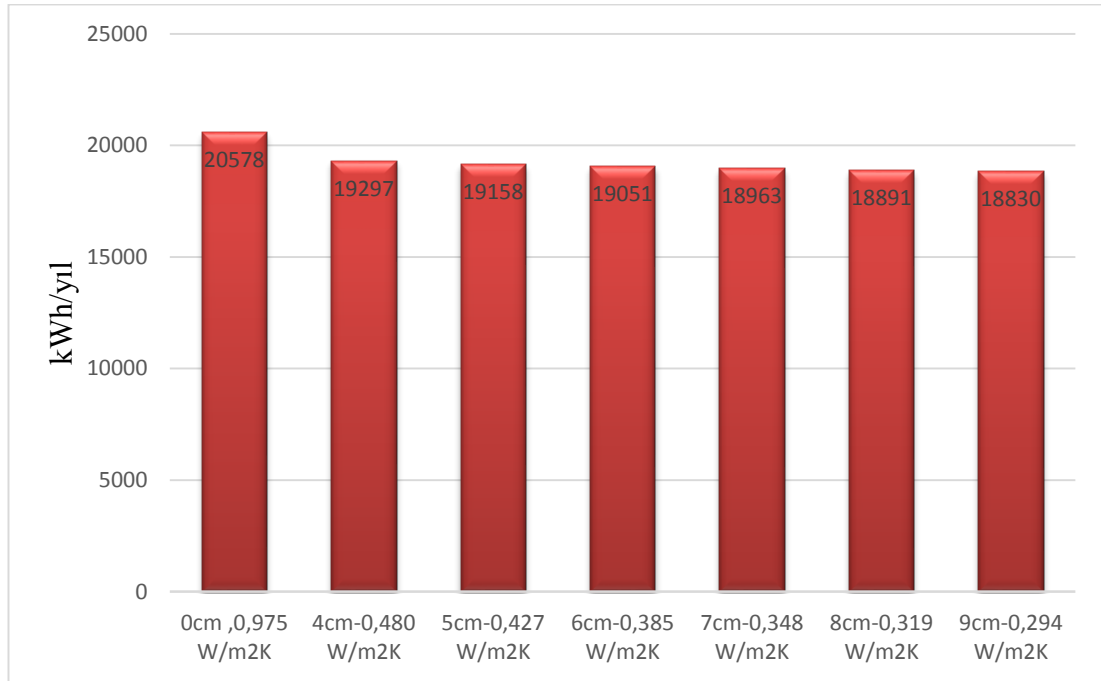
Tek katlı müstakil binanın tabanın standartlara uygun yalıtımlı olması durumunda; dış duvarların toplam ısı geçiş katsayısının değiştirilmesi 400 m² taban alanına sahip olan bina modelinde Çizelge 5.4’te belirtildiği gibi 4 cm yalıtımdan sonra enerji ihtiyacında maliyet etkin değişiklik olmamaktadır.

Çizelge 5.4: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri.

	1.durum	2.durum	3.durum	4.durum	5.durum	6.durum	7.durum
$U (\text{W/m}^2\text{K})$	0,975	0,480	0,427	0,385	0,348	0,319	0,294
Yalıtım	0cm	4cm	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm
Isıtma kWh/yıl	21568	20158	20006	19885	19786	19702	19634
Soğutma kWh/yıl	11408	11518	11526	11530	11532	11531	11531
Toplam kWh/yıl	32976	31676	31532	31415	31318	31233	31165
kWh/m ² yıl	82,4	79,2	78,3	78,5	78,3	78,1	77,9

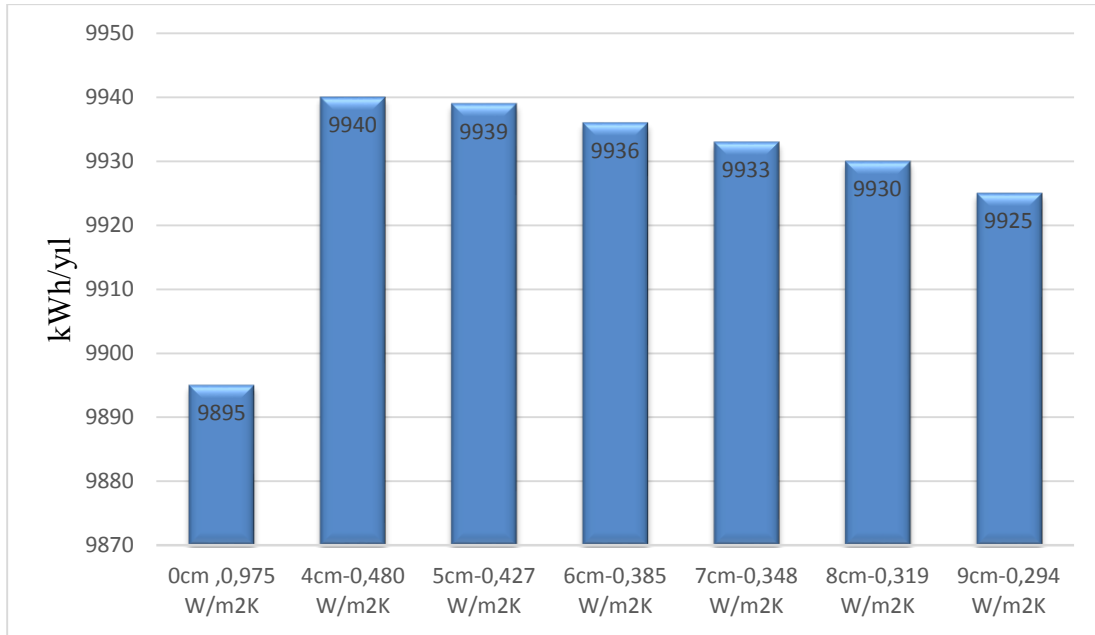
5.1.1.2 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 1 W/m²K için enerji değişimleri

Bina modelinin için $U_{\text{dışduvar}}$ değerleri izelge 5.3’de verilen yedi durum için simulasyon yapılmıştır. Isıtma enerjisi değişimi şekil 5.9’da, soğutma enerjisi değişimi şekil 5.10’da gösterilmiştir. Toprağa temaslı yalıtım uygulanmış tabanın toplam ısı geçiş katsayısı 0,4 W/m²K değeri ile kıyaslandığında ısıtma ve soğutma enerjisinde azalma gerçekleşmiştir. Tabaanın farklı yalıtım değerleri için yapılan analizde toprağa temaslı tabaanın yalıtım değeri kötüleştikçe enerji tüketiminde azalma meydana gelmektedir. Toprağın bir ısı kaynağı olarak değerlendirildiğinde yaz aylarında serinletici görev görürken, kış aylarında ısıtma enerjisine destek vermektedir. Tabaanın yalıtım değerinin kötüleştirilmesi topraktan ısı iletimini artırmaktadır. Toprak sıcaklığı ısıtma ve soğuta enerjisine olumlu etki sağlamaktadır.



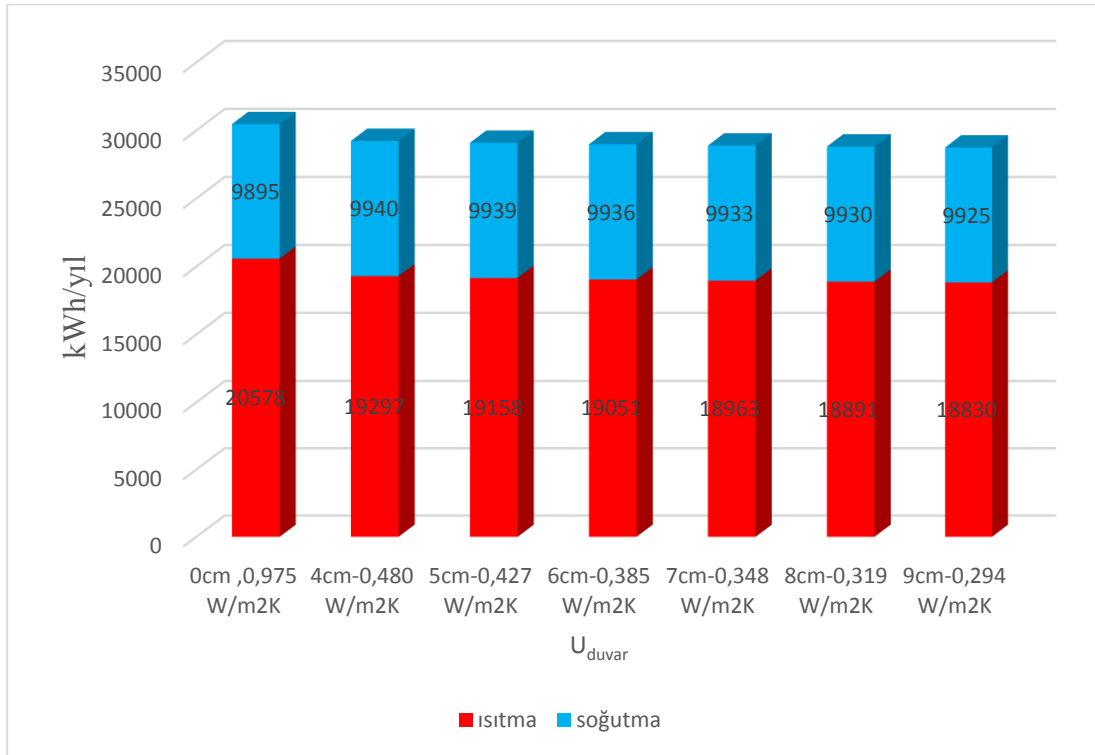
şekil 5.9: Isıtma enerjisinin dış duvar opak bileşeninin $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi.

Isıtma enerjisi 4 cm yalıtım kalınlığından sonra sabit kalmaktadır. Yalıtım kalınlıklarının artırılması ısıtma enerjisini azaltmamaktadır (şekil 5.9). Soğutma enerjisi yalıtım kalınlıklarının artışına bağlı olarak maliyet etkin bir azalma sağlamamaktadır şekil (10).



Şekil 5.10: Soğutma enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi.

Yalıtımın artırılması ısıtma ve soğutma enerji ihtiyacında önemli bir azalma sağlamamıştır. Taban alanı ile duvar alanı oranlandığında, ve toprak sıcaklığının zona etkisi düşünüldüğünde sonuçlar tasarımcılar için önemlidir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11: Toplam enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi

Tasarımcılar, tasarım yazılımlarını kullanarak m^2 tüketim değerleri üzerinden farklı parametreleri değiştirerek optimum değerleri yakalamalıdır(Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri

	1.durum	2.durum	3.durum	4.durum	5.durum	6.durum	7.durum
U (W/m^2K)	0,975	0,480	0,427	0,385	0,348	0,319	0,294
Yalıtım	0cm	4cm	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm
Isıtma kWh/yıl	20578	19297	119158	19051	18963	18891	18830
Soğutma kWh/yıl	9895	9940	9939	9936	9933	9930	9925
Toplam kWh/yıl	30473	29237	29097	28987	28896	28821	28755
kWh/ m^2 yıl	76,2	73,1	72,2	72,5	72,2	72,1	71,9

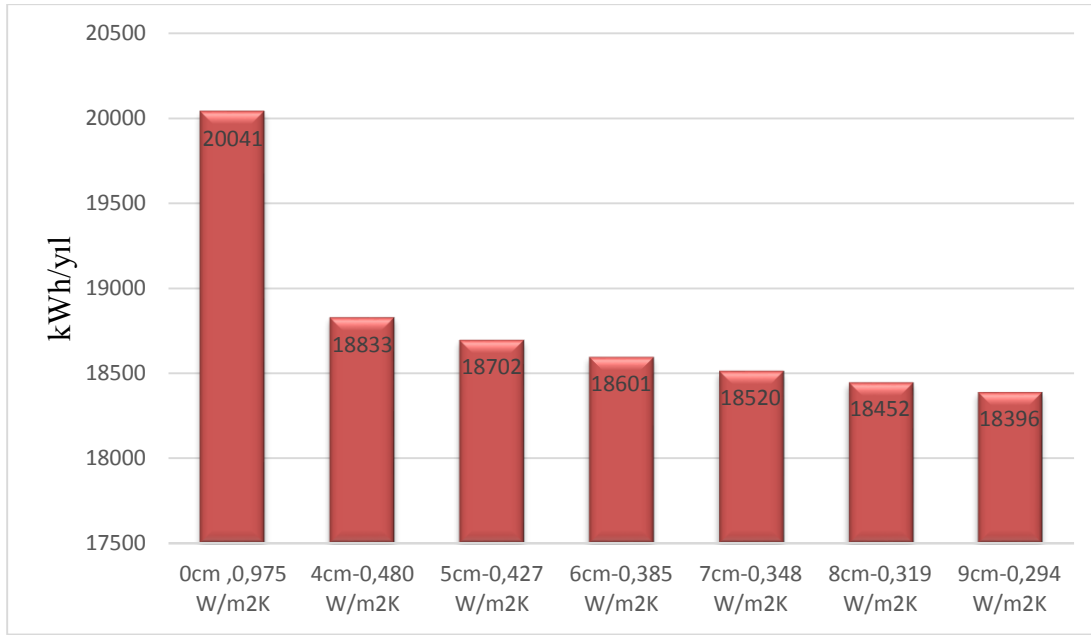
5.1.1.3 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 1,5 W/m²K için enerji değişimleri

$U_{\text{taban}}=1,5W/m^2K$ tasarlandığında ısıtma enerjisi Şekil 5.12’de ve soğutma enerjisi Şekil 5.13’de gösterilmektedir. Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6’daki değerlere göre yıllık ısıtma enerjisinde % 3’e yakın bir azalma olurken yıllık soğutma enerjisinde %7 azalma olmaktadır.

Çizelge 5.6: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri

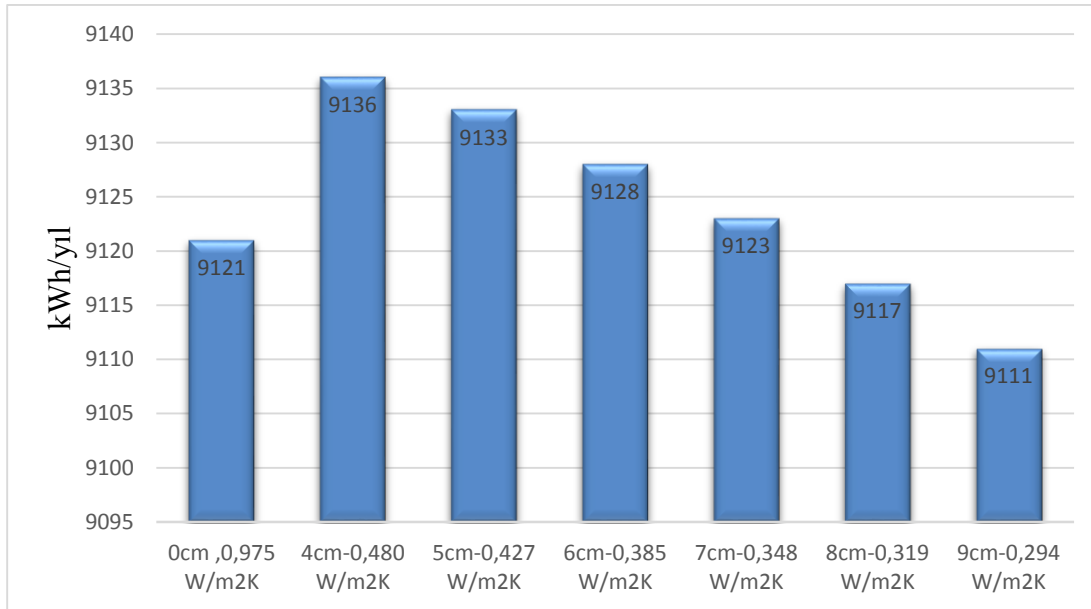
	1.durum	2.durum	3.durum	4.durum	5.durum	6.durum	7.durum
U (W/m^2K)	0,975	0,480	0,427	0,385	0,348	0,319	0,294
Yalıtım	0cm	4cm	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm
Isıtma kWh/yıl	20041	18833	18702	18601	18520	18452	18396
Soğutma kWh/yıl	9121	9136	9133	9128	9123	9117	9111
Toplam kWh/yıl	29162	27969	27636	27729	27643	27569	27507
kWh/ m^2 yıl	72,9	69,9	69,1	69,3	69,1	68,9	68,8

Taban yalıtımının olmadığı durumda ısıtma enerjisini azaltan bir etki göstermektedir. Duvar yalıtımının etkisi, yalıtımsız tabanda görülmektedir (Şekil 5.12).



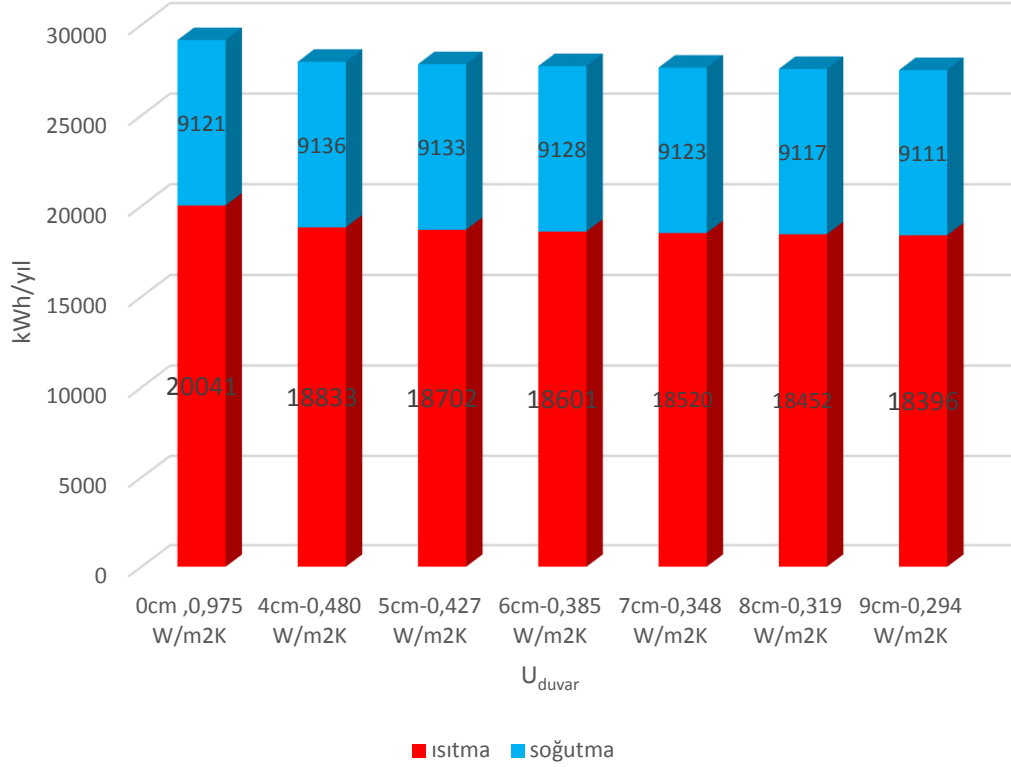
Şekil 5.12: Isıtma enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi.

Yalıtımsız taban ve yalıtımsız duvar soğutma enerjisinin düşük olduğu durumdur. Yalıtımlı duvarlar, güneşin radyasyon etkisi ile zonun soğutulmasını zorlaştırmaktadır (Şekil5.13).



Şekil 5.13: Soğutma enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi.

Yalıtımsız taban ve yalıtımsız duvar ile oluşturulan binanın toplam enerji ihtiyacı ile yalıtımın uygulandığı duvar ilişkili zon arasında önemli bir enerji kazanımı yoktur (Şekil 5.14).



Şekil 5.14: Toplam enerjisinin dış duvar opak bileşeni U(W/m²K) değerine göre değişimi.

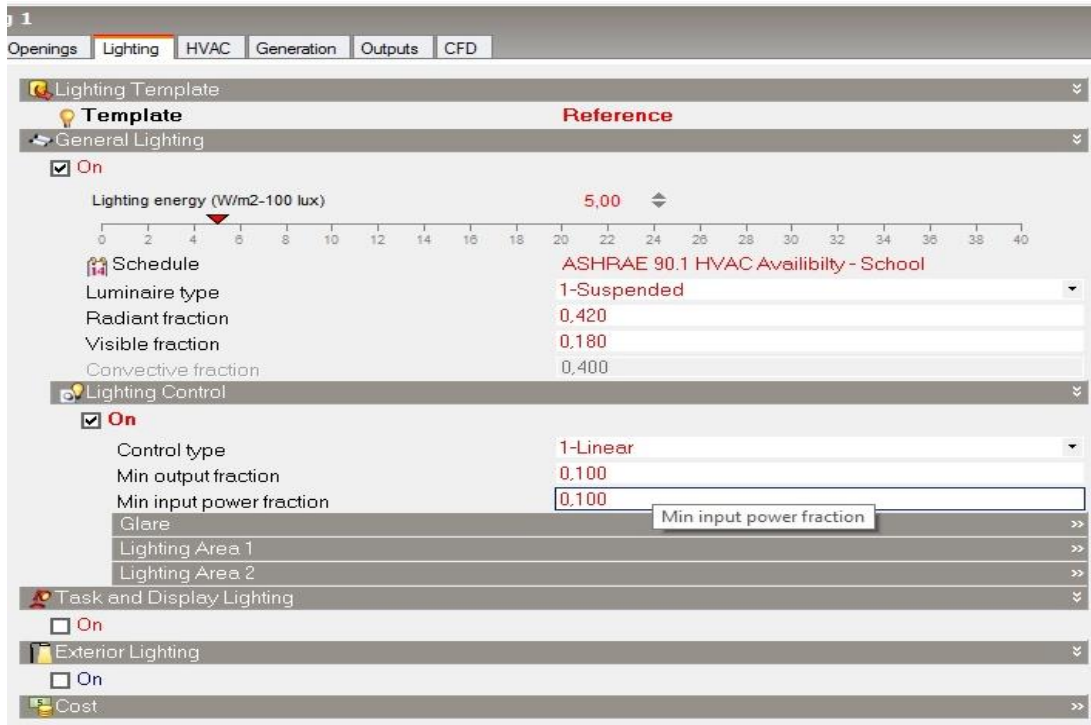
Tek katlı müstakil bina için yalıtım kalınlığı 5 cm olarak uygulandığında duvarın %30 oranında saydam bileşenden oluştuğu durum itibariyle; Soğutma enerjisi ve ısıtma enerjisinin maliyet etkin azaltılması için 5cm yalıtım kalınlığı (0,427 W/m²K) İstanbul ilinde müstakil tek katlı binalar için diğer yalıtım kalınlıklarına göre optimum çözümdür.

Pencere alanının %30 olarak alınması 400 m² taban alanına sahip olan binada toprağa temaslı tabanın; yaz aylarında TS 825 standardında tavsiye edilen taban ısı geçiş katsayısı 0,4 W/m²K değerine göre; 1 W/m²K değeri %16, 1,5 W/m²K değeri %23 doğal soğutma yaptığını göstermektedir.

Toprağa temaslı yalıtımsız taban yüzeyi ısıtma enerjisinin de standarda uygun toprağa temaslı yalıtımlı tabana göre %11 azaltmaktadır.

5.1.2 Aydınlatma sistemi

Bina tipolojisine bağılı olarak aydınlatma sistemleri aydınlık düzeyleri ve aydınlatma armatürleri belirlenir. Bina tasarımının aşamasında, aydınlatma için (pasif) doğal aydınlatma göz önünde bulundurulmalıdır. Aydınlatma yükü ve soğutma yükü arasında optimum değer sağlanmalıdır. Örneğin iş merkezi olarak kullanılacak bir binanın gün ışığından maksimum derecede faydalanılması için saydam yüzey alanı artırılması gerekirken, aynı esnada binanın soğutma yükünü artırmayacak gölgeleme elemanları ve saydam yüzey kaplamalarının tercihi yapılmalıdır(Şekil5.15).



Şekil 5.13: Aydınlatmanın designbuilder arayüzünde tanımlanması.

Birim alan başına 5 W yıllık enerji tüketimi yazılımın veri tabanında bulunan standartlara uygun aydınlatma düzeyi seçilerek modelleme yapılmıştır. Çalışma saatleri içerisinde doğrusal olarak aydınlatma kontrolü yapılmıştır.

İstanbul ili tek katlı müstakil bina için yapılan taban yalıtımları ve duvar yalıtımları sonucunda en az enerji tüketimi yalıtımsız toprak temaslı taban ve 4 cm yalıtım kalınlığına sahip duvar modeli olmuştur.

Bu model için saydam yüzey alanının dış duvar alanına oranı %30, %50 ve %70 olarak değiştirilmiş ve aydınlatma, soğutma ve ısıtma enerji tüketimleirndeki değişim incelenmiştir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7: Dış duvar saydam bileşen yüzdesinin enerji toplamına etkisi.

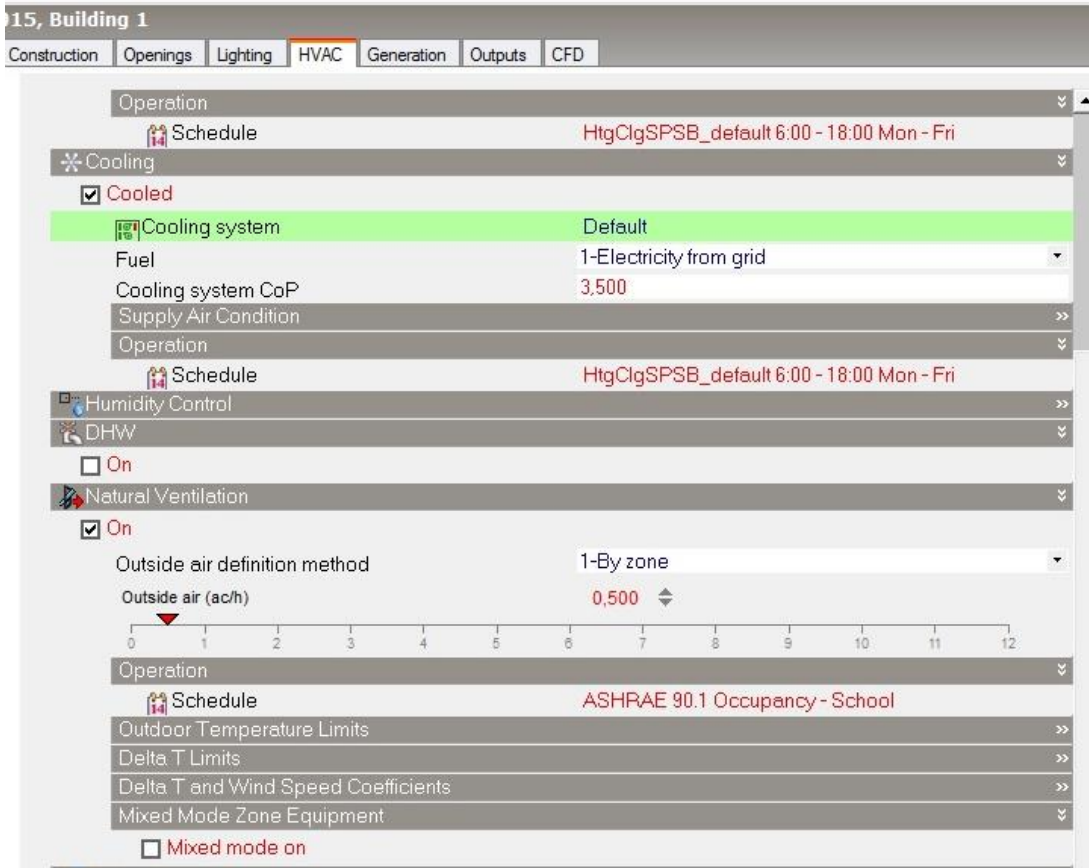
	Isıtma enerjisi kWh/yıl	Soğutma enerjisi kWh/yıl	Aydınlatma enerjisi kWh/yıl	Enerji toplamı kWh/yıl
1.durum %30 cam	24948	7239	9008	41195
2.durum %50 cam	23514	8599	8346	40459
2.durum %50 Low-E cam	22937	8210	8431	39578
3. durum %70 cam	23308	10083	7995	41386
3.durum %70 Low-E cam	22485	9525	8054	40064

En az enerji tüketimi %50 camlama yüzeyi ile elde edilmiştir. Isıtma enerjisinde %3 azalma, soğutma enerjisinde %5 azalma sağlanmıştır. Uygun camlama oranı ve cam seçimi ile modellenen binada duvar yalıtımına göre daha fazla kazanç sağlanmaktadır.

5.1.3 Mekanik sistemler

Bina kabuğu pasif tasarım kriterleri göz önünde bulundurularak enerji tüketmeden iç konfor şartlarını sağlamak için doğal aydınlatma, doğal havalandırma vb çözümler bulunduğu iklim koşullarına göre mekanik sistem tercihleri yapılır. Mekanik sistemler temel olarak havalandırma, soğutma, ısıtma, sıhhi sıcak su sistemleri olarak adlandırılır.

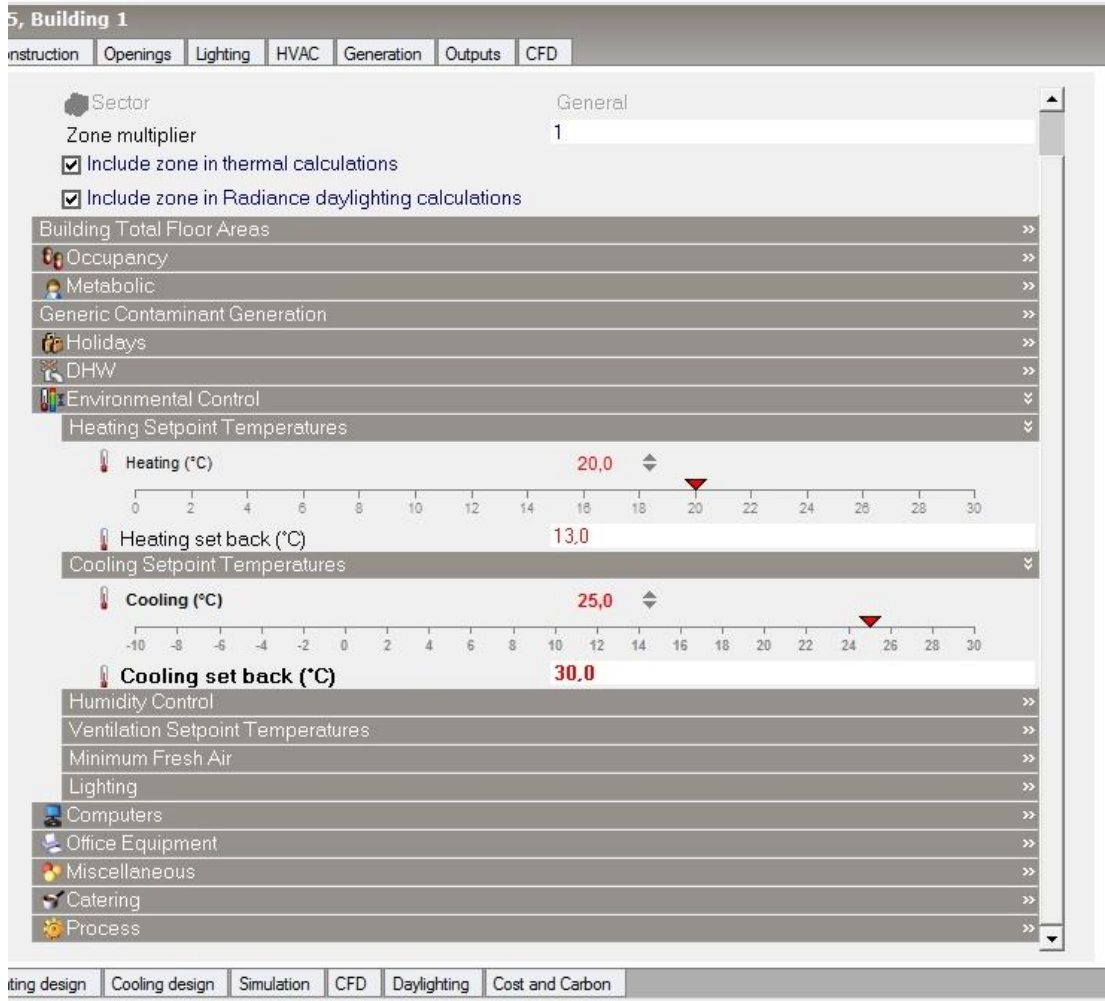
Havalandırma mevcut bina tipolojisine ve kişi sayısına bağlı olarak saatlik hava değişimlerinin sağlanması, ortamda bulunan kirli havanın taze hava ile değiştirilmesidir.



Şekil 5.14: Doğal havalandırmanın designbuilder arayüzünde tanımlanması.

İç hava kalitesi doğal havalandırma ile sağlanacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 5.16’te belirtildiği gibi hava değişimi saatte 0,5 ac/h olarak seçilmiştir.

Soğutma sistemleri, iç ortamın konfor tasarım sıcaklığını sağlamak için tasarlanır. Simulasyonu yapılan model bina için iç konfor sıcaklığı Şekil 5.17’da tanımlanan ısıtma için 20⁰C, soğutma için 25⁰C olarak alınmaktadır.



Şekil 5.15: Designbuilder arayüzünde ısıtma ve soğutma ayar ekranı.

Bina modelinin ısıtma ve soğutma ihtiyacı fan coil sistemi ile sağlanmaktadır. Şekil 5.18’de istemin kazan verimliliği %85 olan gaz yakıtlı yoğuşmalı kazan sistemi ile sağlanmaktadır. Soğutma sistemi COP değeri 3,5 alınmıştır.

Ayrıca sistem eğitim binası olarak sadece ısıtma yükü ve doğal havalandırma sayısı artırılarak mevcut eğitim binaları açısından değerlendirilmiştir.

HVAC templates Data	
General	Heating and Cooling
Heating	
☒ On	
Simple HVAC and Unitary Fuel	2-Natural Gas
Preheat (hr)	1.0
Simple	
Heating system CoP	0.85
Heating system type	1-Convective
Supply Air Condition	
Maximum supply air temperature (°C)	35.00
Maximum supply air humidity ratio (g/g)	0.016
Compact	
Boiler	Gas-fired condensing boiler
Heating coil CoP	0.85
Unitary distribution loss	5.00
Corresponding outdoor low temperature (°C)	-6.70
Min off-coil setpoint temperature (°C)	12.00
Corresponding outdoor high temperature (°C)	10.00
Cooling	
☒ Cooling On	
Precool (hr)	0.0
Simple	
Cooling system CoP	3.50
Supply Air Condition	
Minimum supply air temperature (°C)	12.00
Minimum supply air humidity ratio (g/g)	0.008
Compact	
Chiller	DOE-2 Centrifugal/5.50COP
Unitary cooling CoP	3.50
Unitary distribution loss	5.00
Cooling coil setpoint (°C)	14.00
Corresponding outdoor high temperature (°C)	26.70
Max off-coil setpoint temperature (°C)	18.00
Corresponding outdoor low temperature (°C)	15.60
Model data	

Şekil 5.18: Designbuilder arayüzünde ısıtma ve soğutma sistem özelliklerinin tanımlanması.

Mekanik sistemlerin çalışma saatleri Şekil 5.19’de gösterildiği gibi hafta içi 06:00-18:00 olarak tam yükte çalışması ve hafta içi diğer saatleride yarım yüke çalışma olarak programlanmıştır. Haftasonu ve diğer günlerde sistem komple kapatılmaktadır.

Schedules Data	
General	
General	
Name	HtgClgSPSB_default 6:00 - 18:00 Mon - Fri
Description	
Source	b.i.g. Bechtold
Category	ASHRAE 90.1-2007
Region	General
Schedule type	2-Compact Schedule
Profiles	
Schedule: Compact	
HtgClgSPSB_default	
Fraction,	
Through: 31 Dec,	
For: Weekdays SummerDesignDay WinterDesignDay,	
Until: 06:00,	0.5,
Until: 18:00,	1,
Until: 24:00,	0.5,
For: Weekends,	
Until: 24:00,	0,
For: AllOtherDays,	
Until: 24:00,	0 ;

Şekil 5.19: Designbuilder arayüzünde mekanik sistem çalışma saatleri.

6. BULGULAR

Designbuilder yazılımı ile modellenen binada sıcak iklim bölgesi için farklı U_{taban} değerlerine göre farklı U_{duvar} değerleri yazılımda koşturulmuştur. Bu bina modeli için yapılan koşturmelerde 400m^2 toprak temaslı taban alanı, 168m^2 dış duvar opak bileşeni ve 72m^2 dış duvar saydam yüzeyi vardır. Model binanın çatısı standartlara uygun $U_{\text{çatı}}=0,36\text{W/m}^2\text{K}$ olarak seçilmiştir. Yapılan koşturmelerde tek katlı müstakil bir binanın ılımlı nemli iklim koşullarında inşa edilmesi halinde taban alanı duvar alanından fazla olduğu için, toprak sıcaklığını ortama kazandırmaktadır. Yapılan bu tek katlı müstakil bina örneği için toprak sıcaklığı yaklaşık 15°C olduğu kabul edildiğinde ısıtma ve soğutma sisteminin yükünü azaltmaktadır. Toprak temaslı tabanın standartlara uygun olarak yalıtılması durumunda topraktan iklimlendirilen zona ısı geçmemektedir. Isıtma yükü ve soğutma yükü bu durumda artmaktadır. Kademeli olarak üç farklı duruma göre yapılan analizde standarda uygun durum $U_{\text{taban}} 0,4 \text{ W/mK}$ için yalıtılan model binada, yalıtımsız duruma $U_{\text{taban}} 1,5 \text{ W/mK}$ göre %21 soğutma yükü ve %8 ısıtma yükü artmıştır. $U_{\text{taban}} 1 \text{ W/mK}$ tasarlandığı zaman, ısıtma yükü yalıtımlı bina için %5, soğutma yükü ise % 14 artmıştır. Toplam enerji tüketimi % 8 artış göstermiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün ısıtma derece gün sayısı 15°C altındaki değerlere göre hesaplandığı göz önünde bulundurulursa ve toprak sıcaklığının 14°C olması ısıtma yükünü artırmamaktadır. Soğutma derece gün sayısı 22°C üstündeki sıcaklıklar için hesaplandığında 14°C toprak yüzey sıcaklığı soğutma yükünü azaltmaktadır. Yazılımın kullanılması esnasında birbirleriyle çalışan verilerin doğru tanımlanması gerekmektedir. Analizler sırasında çok farklı sonuçlar elde edilmiş, yapılan tasarım ve veri hataları düzeltilmiştir. Analizler esnasında yapılan tasarım ve veri hataları, uygulama esnasında geri dönülmez yatırım kararlarının verilmesine sebep olacaktır. Bu sebeple modellemelerin, projeyi tasarlayan ve yazılımı kullanabilen uzman kullanıcılar tarafından yapılması, projelerin enerji-maliyet-çevre-konfor parametrelerini karşılamasını sağlayacaktır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklim değişikliğinin temel sebebi karbon türevli yakıtlardır. Her geçen gün enerji talebi artmaktadır. Nihai enerjinin % 40'ı binalarda tüketilmektedir. UEA raporuna göre bina sektörü enerji ve CO₂ azaltımları yaşanabilir bir dünya için elzemdir. Bu sebeple bir binanın tasarım aşamasında yaşam boyu maliyetler göz önüne alındığında % 80'ini bina işletim maliyeti oluşturmaktadır. Enerji etkin bir bina yapımının ilk yatırım maliyetine etkisi toplam maliyetin %5'i geçmemektedir. Doğru tasarım standartları ve doğru malzeme seçimi işletme maliyetlerini azaltacaktır. Sıfır enerjili binalar için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı şarttır.

Bu çalışmada designbuilder programı kullanılarak saatlik iklim verileri ile dinamik bir analiz yapılmıştır. TS825 standardında verilen değerlerin tek katlı taban yüzeyi toprak temaslı bu bina modeli için doğru olmadığı görülmüştür. Saydam bileşenlerin; tek katlı müstakil anaokulu binası enerji tüketimine etkisi, İstanbul ili için enerji toplamına etki etmemektedir. Burda tasarımcı binanın kullanım amacına göre aydınlatma, ısıtma ve soğutma parametrelerinden hangisinin önceliği olduğuna karar vermelidir.

Tasarım öğretilerinin gelişen teknolojiye göre değiştirilmesi gerekmektedir. Soğuk iklim bölgelerinde doğru tasarlanan U(W/m²K) değerleri ile yapılan camlama yıllık toplam enerji ihtiyacını azaltabilmektedir.

Mevcut standartlarda yer alan U(W/m²K) değerleri ısıtma yükü göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Bilindiği üzere çoğu şehirde soğutma yükleri ısıtma yüklerinden fazladır. Elektrik enerjisi ile beslenen soğutma sistemlerinin, elektrik enerjisi dönüşüm katsayısından dolayı sera gazı salımları 3 kat daha fazladır.

Bina tasarımında; toplam ısı geçiş katsayısı değerleriyle birlikte,

- Bina tiplerine (eğitim,hastane,otel,ofis,konut)
- Farklı metriklere örneğin; hastane ve otel için (kWh/yatak-yıl) iş merkezleri için (kWh/m³yıl) eğitim kurumları için (kWh/kişi-yıl) tanımlanmalıdır. Mevcuttaki bina ısıtma yükü için tavsiye edilen U(W/m²K) değerleriyle

tasarlanan binalar işletme esnasında gereksiz yüksek kapasiteli mekanik ve elektrik sistemlerinin seçilmesine sebep olmaktadır.

- Isıtma yükü hesabının yanında aydınlatma, soğutma, havalandırma yüklerinin birbirleriyle birlikte dinamik ilişkisi kurulmalıdır.
- Yapı malzemelerinin ve yalıtım malzemelerinin iklim bölgelerindeki nem ve güneşlenme sürelerine göre farklı ısı iletkenlik değerlerinin tanımlanması gerekmektedir. Örneğin, taşıyıcı yalıtım malzemesi, İzmir gibi nemli-sıcak bölgedeki ve Erzurum gibi kuru-soğuk bölgedeki illerinde farklılaşacaktır.

Tüm Türkiye için bina tasarımlarında temel alınması gereken, (MEPS minimum energy performance standart) en az enerji performans standardı oluşturulması gerekmektedir. Bu standart kapsamında sadece ısıtma yükleri değil, binanın enerji ihtiyacı olan tüm parametreleri değerlendirilmelidir. Örneğin bir iş merkezinde çalışanlardan ve aydınlatmadan kaynaklı iç kazançlar kış aylarında soğutma yükü oluşturmaktadır. Doğru tasarlanacak binalarda yanlış kapasite seçimlerinden kaynaklanan cihaz maliyetlerindeki artış, yenilebilir enerji kaynaklarıyla desteklenen sistemlerin maliyetlerini de finanse edebilecektir. Yatırımcıların projelendirme esnasında; dinamik yazılımlar ile bina modelinin standartlara uygun iklim verileri kullanılarak analizlerini ve fizibilite etütlerini yaptırmaları konusunda farkındalığın artırılması gerekir. IPCC raporlarında CO₂ konsantrasyonunu daha fazla artması, sürdürülebilir yaşam açısından mümkün olmadığı belirtilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] **Mangan, Suzi Dilara, and Gül Koçlar Oral.** (2016)"Assessment of residential building performances for the different climate zones of Turkey in terms of life cycle energy and cost efficiency." *Energy and Buildings* 110: 362-376.
- [2] **Tahsildoost, Mohammad, and Zahra Sadat Zomorodian.** (2015) "Energy retrofit techniques: An experimental study of two typical school buildings in Tehran." *Energy and Buildings* 104: 65-72.
- [3] **Fasia, Mohammed Abdul, Ismail Mohammad Budaiwib.** (2015) Energy Performance of Windows in Office Buildings Considering daylight Integration and Visual Comfort in Hot Climates *Energy and Buildings* 108, 307–316.
- [4] **Sajjadiana, Seyed Masoud, John Lewisa ve Stephen Sharplesa.** (2015) Heating and Cooling Loads in High Performance Construction Systems- Will Climate Change Alter Design Decisions? *Engineering and Construction Procedia Engineering* 118, 498 – 506.
- [5] **Alaidroos, Alaa, and Moncef Krarti.** (2015) "Optimal design of residential building envelope systems in the Kingdom of Saudi Arabia." *Energy and Buildings* 86: 104-117.
- [6] **Andarini, Rahmi,** (2013)The Role of Building Thermal Simulation for Energy Efficient Building Design, *Conference and Exhibition Indonesia Renewable Energy & Energy Conservation, Indonesia EBTKE CONEX,*.
- [7] **Friess, Wilhelm Alexander, Kambiz Rakhshanb, Tamer A. Hendawib, Sahand Tajerzadehb.** Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy *Efficiency Energy and Buildings* 44 (2012), 26–32.
- [8] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi,9.
- [9] **Sabancı Üniversitesi,** “İklim Değişikliği ve Kalkınma Politikaları Nasıl Uyumlu Olarak Sürdürülebilir?, Istanbul Policy Center, Basın Bildirisi(2015), 1-2.
- [10] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.** (2013)Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi,11-12.
- [11] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2013). Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi,12.
- [12] **Dolanay, S. S. ve Uğur. L. O.** (2013). Enerji Politikasının Bir Unsuru Olarak Enerji Kaynaklarının Kullanımı (Türkiye – G. Kore Karşılaştırması), http://www.emo.org.tr/ekler/169db610b32686b_ek.pdf?tipi=2&turu=X..7 (10.11.2015)

- [13] **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi** (2014). Enerji Raporu 2013,3, <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/Enerji-Raporu-2013.pdf>, (07.09.2015).
- [14] **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi** (2014). Enerji Raporu 2013, 1990-2011 Dünya Birincil Enerji Arzı Gelişimi (mtep).
- [15] **Çağlar, Mehmet.** Türkiye 10. Enerji Kongresi Bildirileri, Dünya ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK),1.
- [16] 1990-2011 Yılları Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Projeksiyonu (mtep).
- [17] **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü** (2015). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı Taslağı, http://www.eie.gov.tr/duyurular_haberler/document/UEVEP_TASLAK.pdf, (15.09.2015),17.
- [18] Türkiye politikalar ve hedefler. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Bakanlik-Haberleri/Yeni-Turkiye-ve-2023-Enerji-Politikalari> (15.10.2015)
- [19] **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi** (2014). Enerji Raporu 2013,3, <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/Enerji-Raporu-2013.pdf>, (07.09.2015), 8-9.
- [20] **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi** (2014). Enerji Raporu 2013,3, <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/Enerji-Raporu-2013.pdf>, (07.09.2015), 8-9.
- [21] **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** 1990-2012 Yıllarında Türkiye Toplam Birincil Enerji Üretimi ve Arzı (binTEP), <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri> (05.10.2015)
- [22] **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2015). Dünya ve ülkemiz enerji ve tabii kaynaklar görünümü,3, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri>, (07.09.2015), 13-14.
- [23] **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi** (2014). Enerji Raporu 2013,3, <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/Enerji-Raporu-2013.pdf>, (07.09.2015), 12.
- [24] 1990-2012 Türkiye birincil enerji üretiminin arzını karşılama oranları. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri> (05.10.2015)
- [25] 1990-2012 Türkiye enerji ithalatında kaynakların miktarı (mtep). <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri> (05.10.2015)
- [26] **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** (2015). Mavi Kitap 2015, http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi+Kitap%2fMavi_kitap_2015.pdf, (07.09.2015), 11-16.
- [27] **T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı** genel enerji dengeleri tablosu. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> (19.09.2015)
- [28] **Çağlar, Mehmet.** Türkiye 10. Enerji Kongresi Bildirileri, Dünya ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK),1.

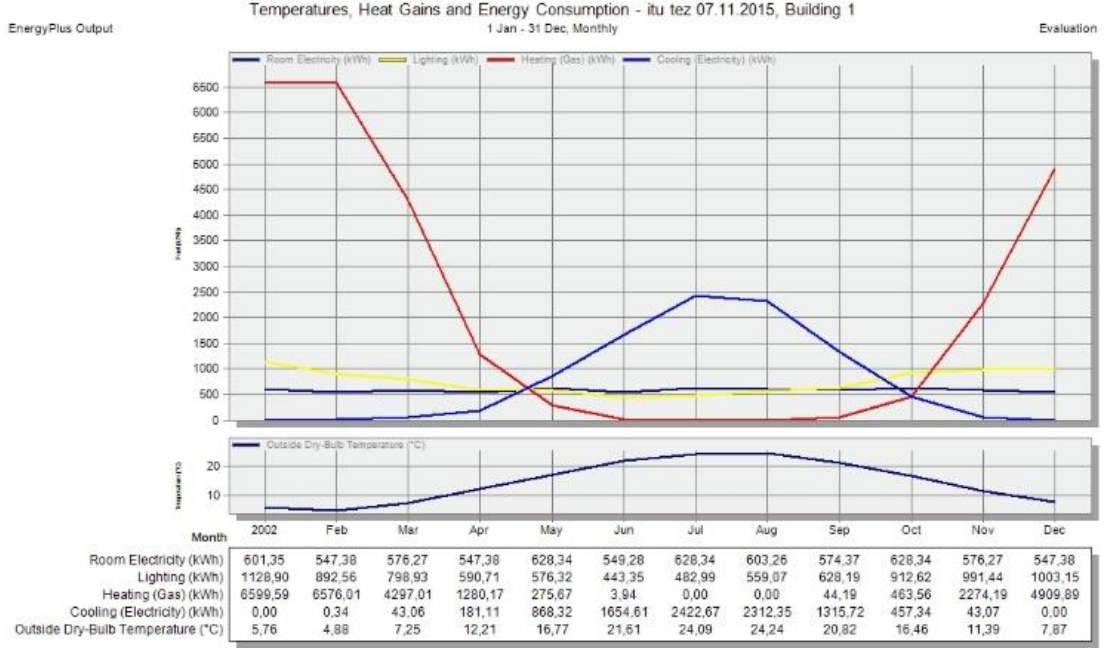
- [29] 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun
http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/document/yenilenebilir_enerji_kaynaklari_elektrik_enerjisi_uretimi_amacli_kullanimina_iliskin_kanun.pdf (10.09.2015)
- [30] **Laustsen, Mr. Jens.** Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings, International Energy Agency, 2008,11,http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Policy_Pathways_building_codes_Turkish.pdf, (27.10.2015).
- [31] Türkiye yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli. <http://www.eie.gov.tr/#> (01.11.2015)
- [32] **Özbalta, Necdet.** Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü, Güneş Enerjisi Potansiyeli Ve Uygulamalar, 1, <http://web.iyte.edu.tr/egetek/pages/links/energy/solarIzmir.html>, (10.11.2015)
- [33] Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası.
<http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> ,(15.11.2015)
- [34] **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,** Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli, 1, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx (01.09.2015)
- [35] **TMMOB,** Konya İl Koordinasyon Kurulu, Konya ve Civarının Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Selçuklu Belediyesi Muhtar ve Evlerinde Güneşten Elektrik Üretim Sistemi Uygulaması, 1. Konya Kent Sempozyumu, 26-27 Kasım 2011, 278.
- [36] **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü** (2015).Güneş Kollektörlü Sıcak Su Sistemleri, <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/guneskollektor.html> (15.10.2015).
- [37] **Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü** (2015). Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri, <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/guneskollektor.html> (15.10.2015).
- [38] **International Energy Agency** (2014). World Energy Outlook 2014, 1, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014ESTurkish.pdf>, (27.10.2015)
- [39] Bölgesel dünya enerji talebi (mtep), <http://www.iea.org/textbase/npsun/weo2014sum.pdf> (01.09.2015).
- [40] **International Energy Agency** (2014). World Energy Outlook 2014, 5, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014ESTurkish.pdf>, (27.10.2015)
- [41] Yenilenebilir enerji kaynaklı enerji santralleri (TWh- milyar dolar). <http://www.iea.org/textbase/npsun/weo2014sum.pdf> (01.09.2015).
- [42] **International Energy Agency** (2014). World Energy Outlook 2014, 5, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014ESTurkish.pdf>, (27.10.2015).

- [43] Yenilenebilir enerji kaynaklı enerji santralleri (TWh- milyar dolar), <http://www.iea.org/textbase/npsum/weo2014sum.pdf> (01.09.2015).
- [44] **Laustsen, Mr. Jens.** Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings, International Energy Agency, 2008,3. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Policy_Paths_building_codes_Turkish.pdf, (27.10.2015).
- [45] **Laustsen, Mr. Jens.** Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings, International Energy Agency,2008,19. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Policy_Paths_building_codes_Turkish.pdf, (27.10.2015).
- [47]] **Laustsen, Mr. Jens.** Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings, International Energy Agency,2008,11. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Policy_Paths_building_codes_Turkish.pdf, (27.10.2015).
- [48]] **Laustsen, Mr. Jens.** Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings, International Energy Agency,2008,8. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Policy_Paths_building_codes_Turkish.pdf, (27.10.2015).
- [49]] **Laustsen, Mr. Jens.** Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings, International Energy Agency,2008,9. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Policy_Paths_building_codes_Turkish.pdf, (27.10.2015).
- [50] **5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu**,T.C Resmi Gazete,26510, 02 Mayıs 2007
- [51] **Türk Standartları Enstitüsü**, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, 1-3, http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/cf3e258fbdf3eb7_ek.pdf, (19.09.2015).
- [52] **Bayındırlık ve İskan Bakanlığı**, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği. Resmi Gazete. Sayı 27075. 2008.
- [53] **Mimarlar Odası**, Binalarda Enerji Performansı Direktifi, Mart 2006, 5, <http://www.nemko.com.tr/direktif.pdf>, (01.10.2015).
- [54] **Arkesteijn, K. & Van Dijk, D.** (2010), Energy Performance Certification for New and Existing Buildings, EC Cense P156, EC, available at: www.iee-cense.eu.
- [55] **Liu, Y., Joseph, C.L., Tsang, C.L.** Energy Performance of Building Envelopes in Different Climate Zones in China. Applied Energy,2008.
- [56] **Ashrae.** (2010). AISI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2010, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc

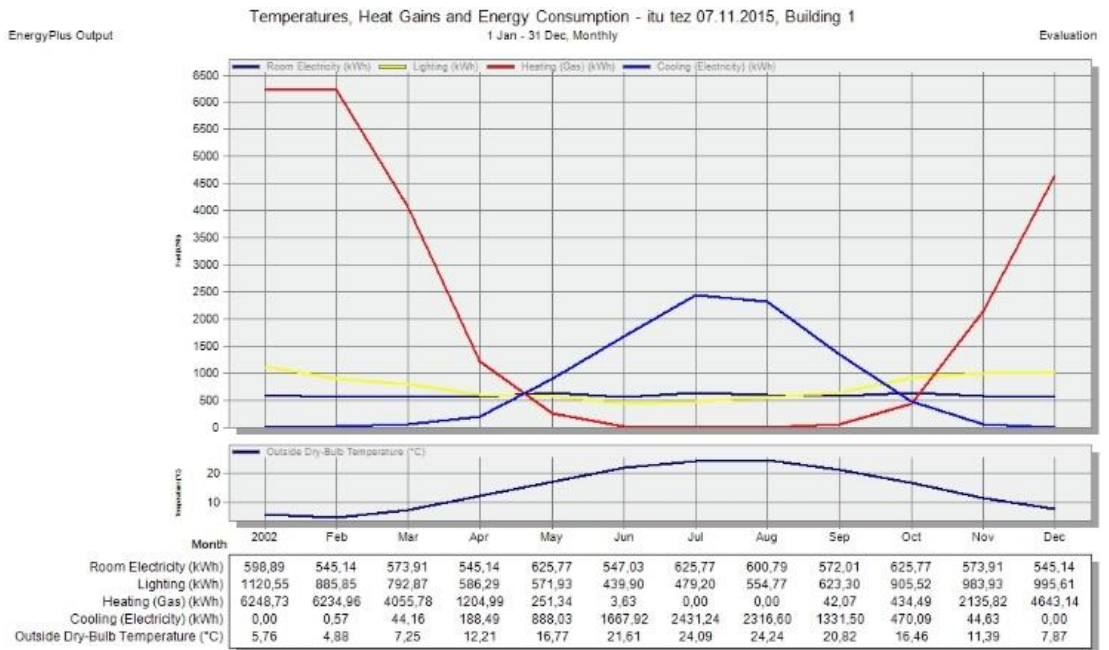
- [57] **Bulut, Hüsamettin, Orhan Büyükalaca, Tuncay Yılmaz** (2007). Türkiye İçin Isıtma Ve Soğutma Derece-Gün Bölgeleri ulıbtık'07 16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Kayseri, 30 Mayıs-2 Haziran.
- [58]**Türkiye İstatistik Kurumu**, Nüfus Ve Konut Araştırması Population and housing census 2011,242,
[http://www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=11&KITAP_ID=276,\(27.10.2015\)](http://www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=11&KITAP_ID=276,(27.10.2015))

EKLER

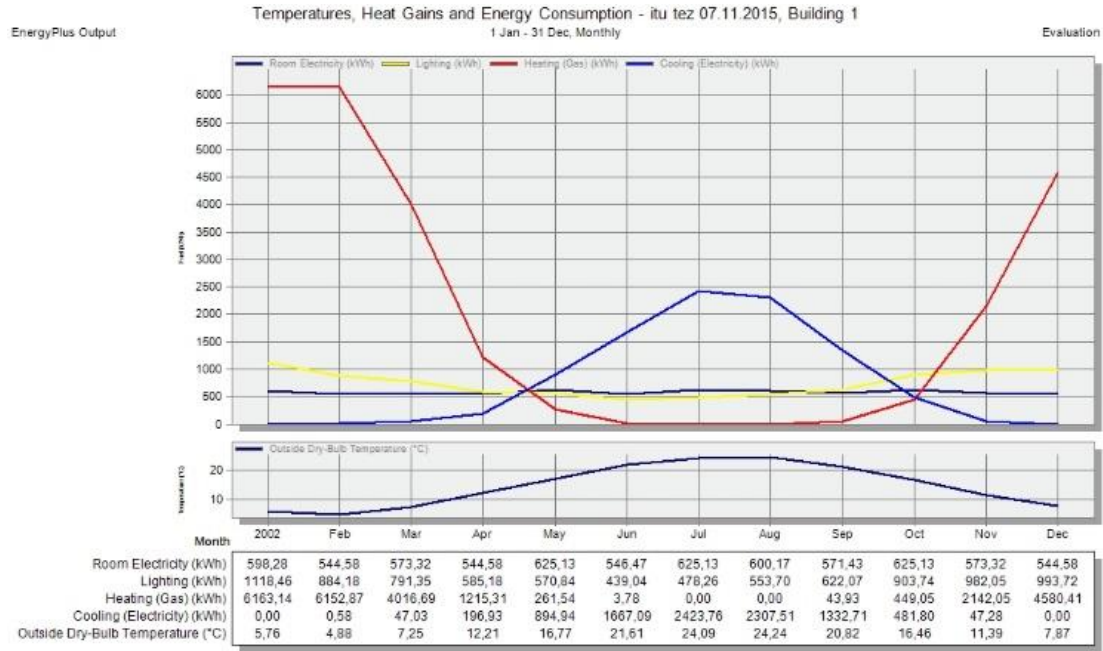
EK A: $U_{\text{pencere}} = 2,71$; $U_{\text{tavan}} = 0,36$; $U_{\text{taban}} = 0,4$ sabit U_{duvar} değişkenleri



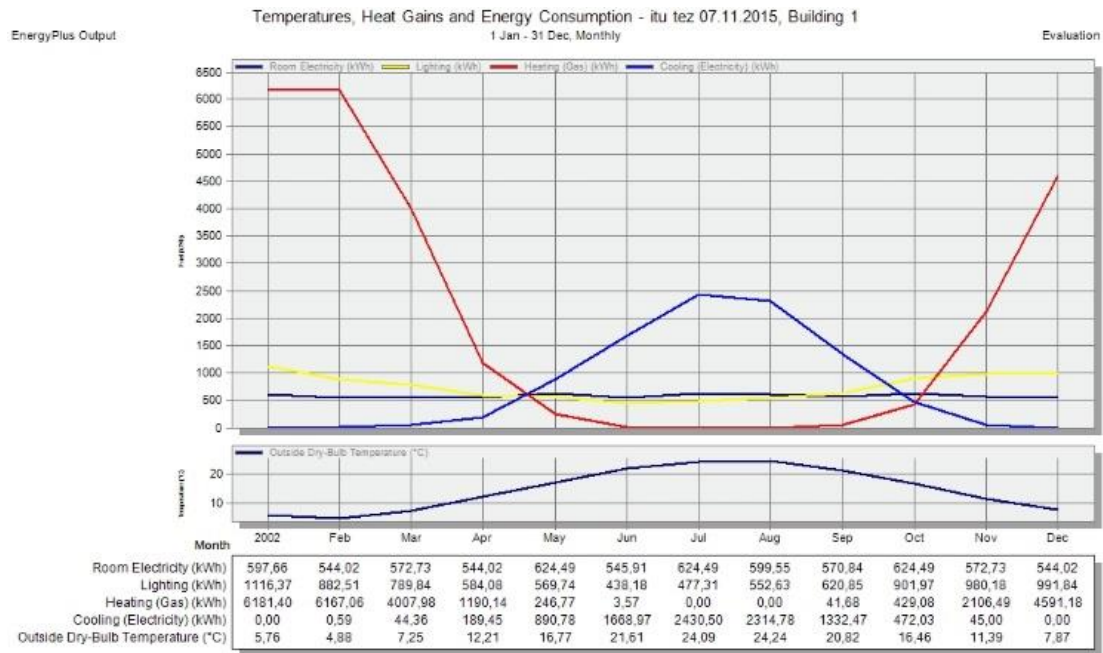
Şekil Ek A. 1: $U_{\text{duvar}} = 0,480(\text{W/m}^2\text{K})$ $Q_{\text{ısıtma}} = 26724 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 9298 \text{ kWh/yıl}$.



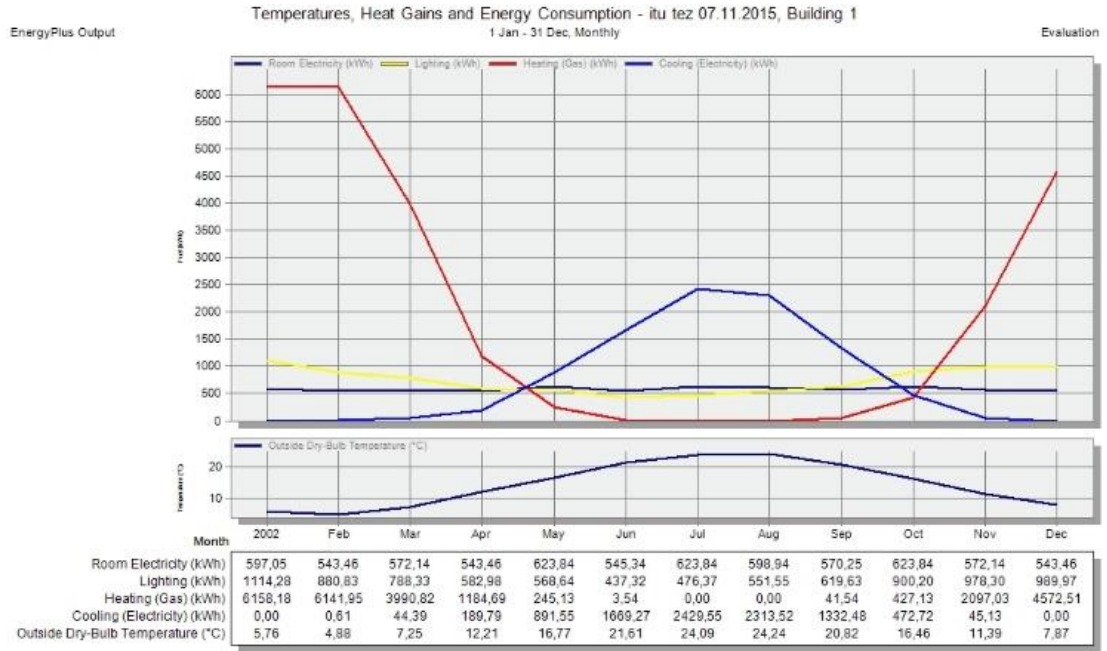
Şekil Ek A. 2: $U_{\text{duvar}} (\text{W/m}^2\text{K}) = 0,480$ $Q_{\text{ısıtma}} = 25254 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 9383 \text{ kWh/yıl}$.



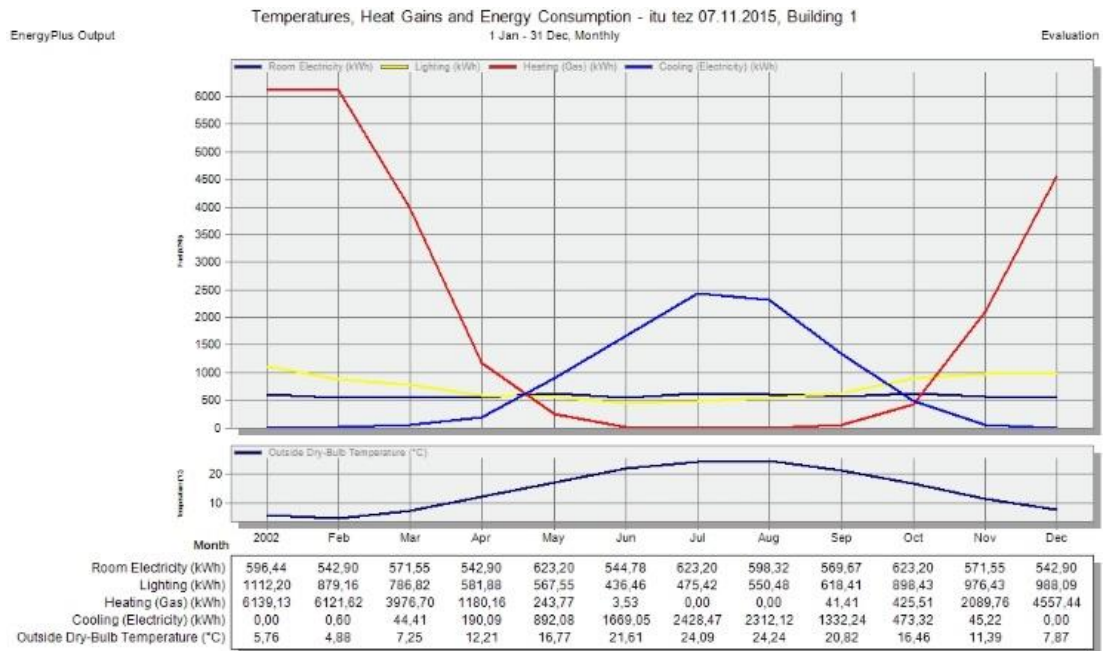
Şekil Ek A. 3: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,427$ $Q_{\text{ısıtma}} = 25092 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 9387 \text{ kWh/yıl}$.



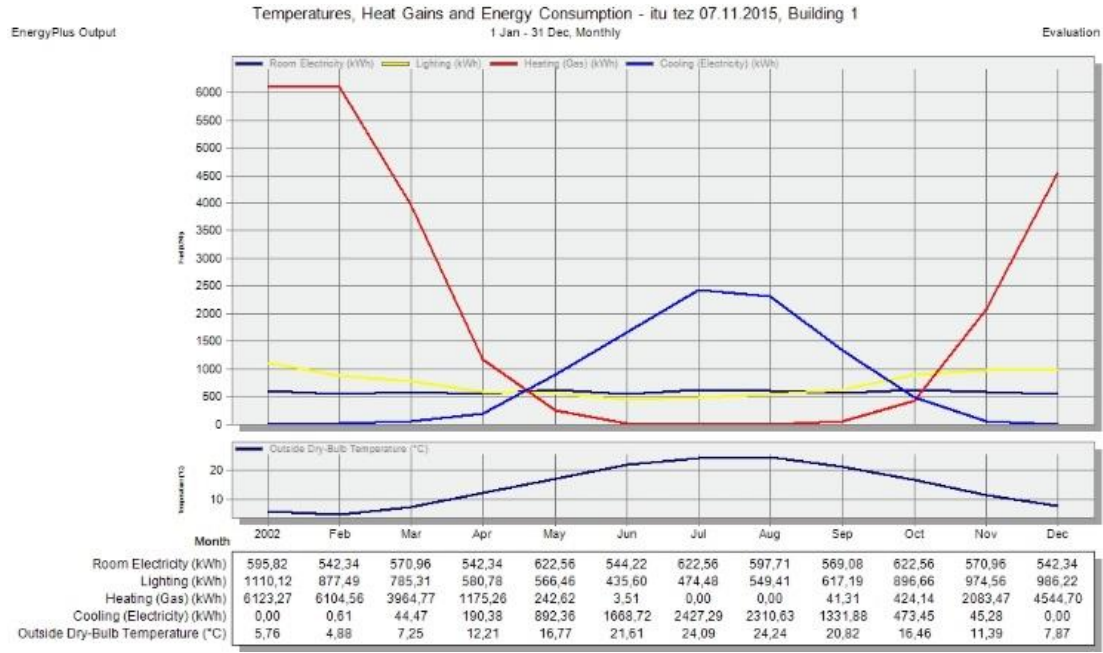
Şekil Ek A. 4: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,385$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24965 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 9388 \text{ kWh/yıl}$.



Şekil Ek A. 5: $U_{\text{duvar}} \text{ (W/m}^2\text{K)} = 0,348$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24862 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 9389 \text{ kWh/yıl}$.

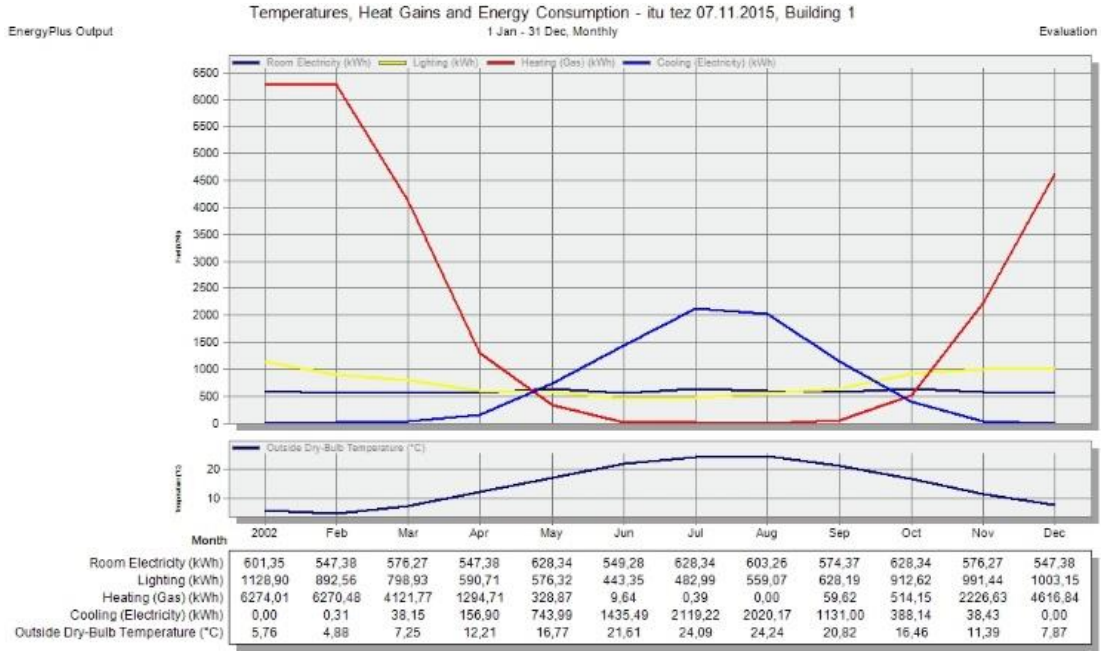


Şekil Ek A. 6: $U_{\text{duvar}} \text{ (W/m}^2\text{K)} = 0,319$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24779 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 9387 \text{ kWh/yıl}$.

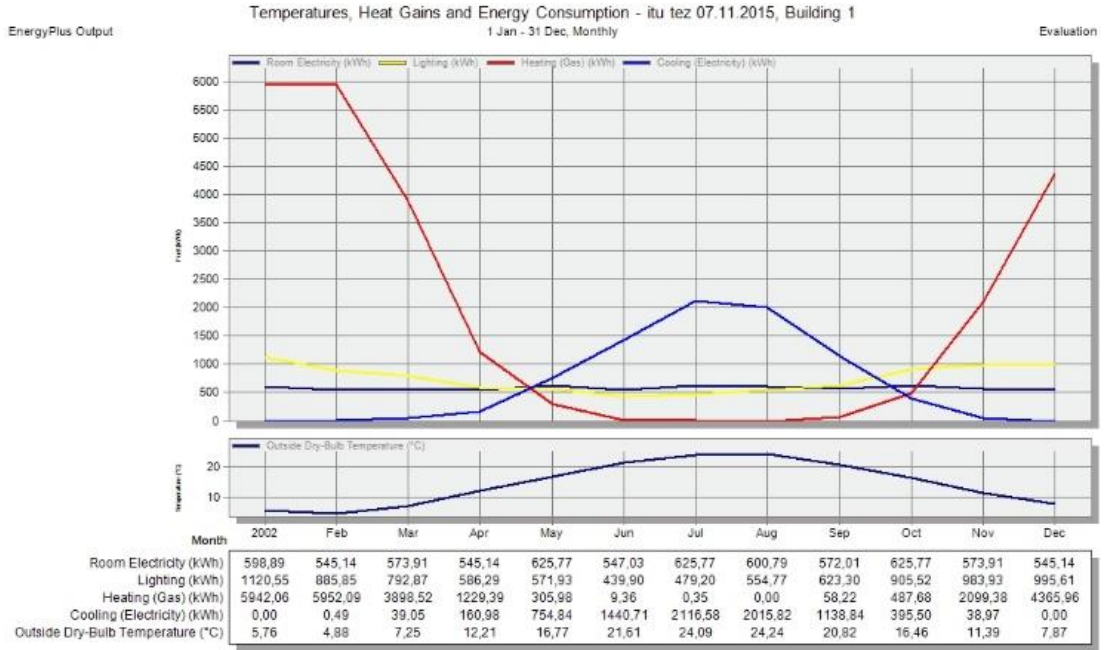


Şekil Ek A. 7: $U_{\text{duvar}} (\text{W/m}^2\text{K}) = 0,294$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24707 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 9385 \text{ kWh/yıl}$.

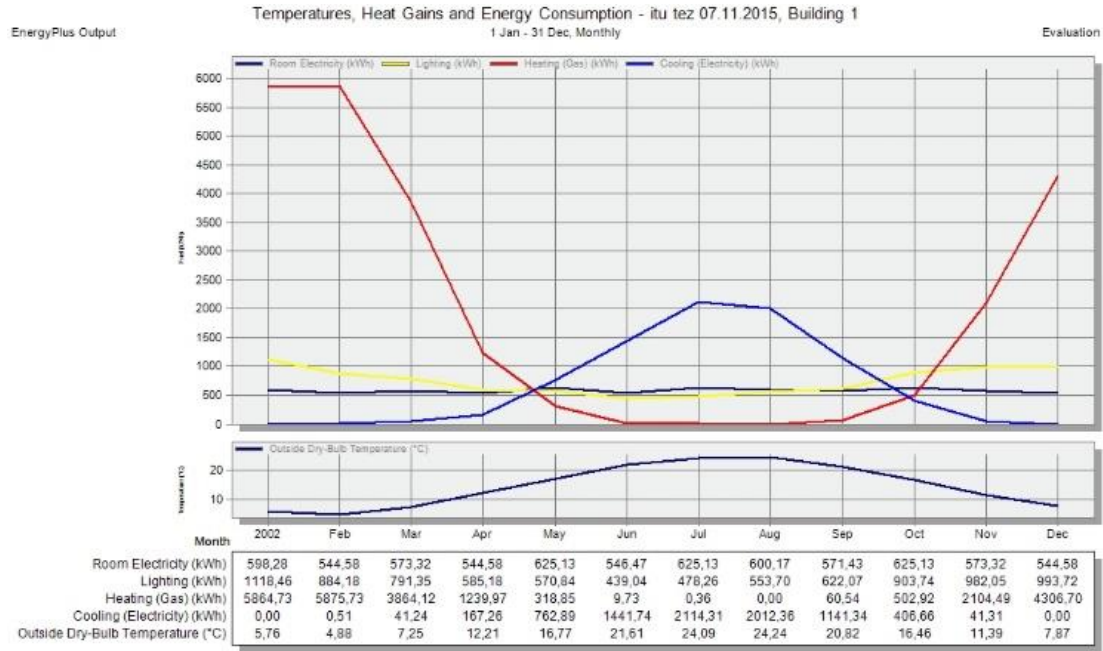
EK B: $U_{\text{pencere}} = 2,71$; $U_{\text{tavan}} = 0,36$ $U_{\text{taban}} = 1$ sabit U_{duvar} değışkenleri



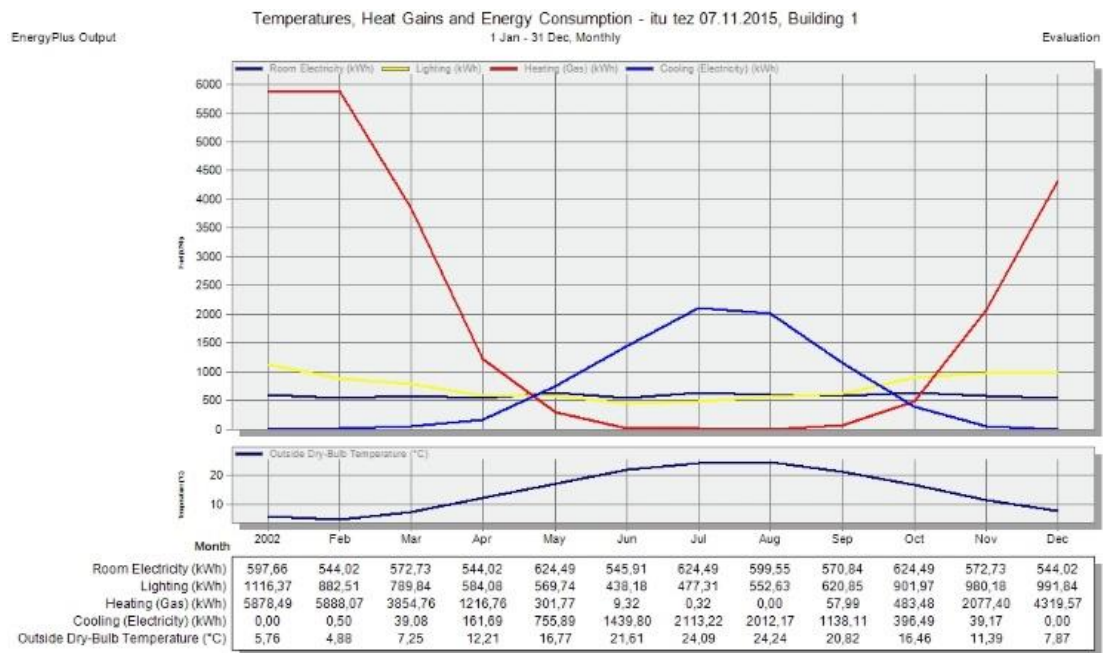
Şekil Ek B. 1: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,975$ $Q_{\text{ısıtma}} = 25717$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}} = 8071$ kWh/yıl.



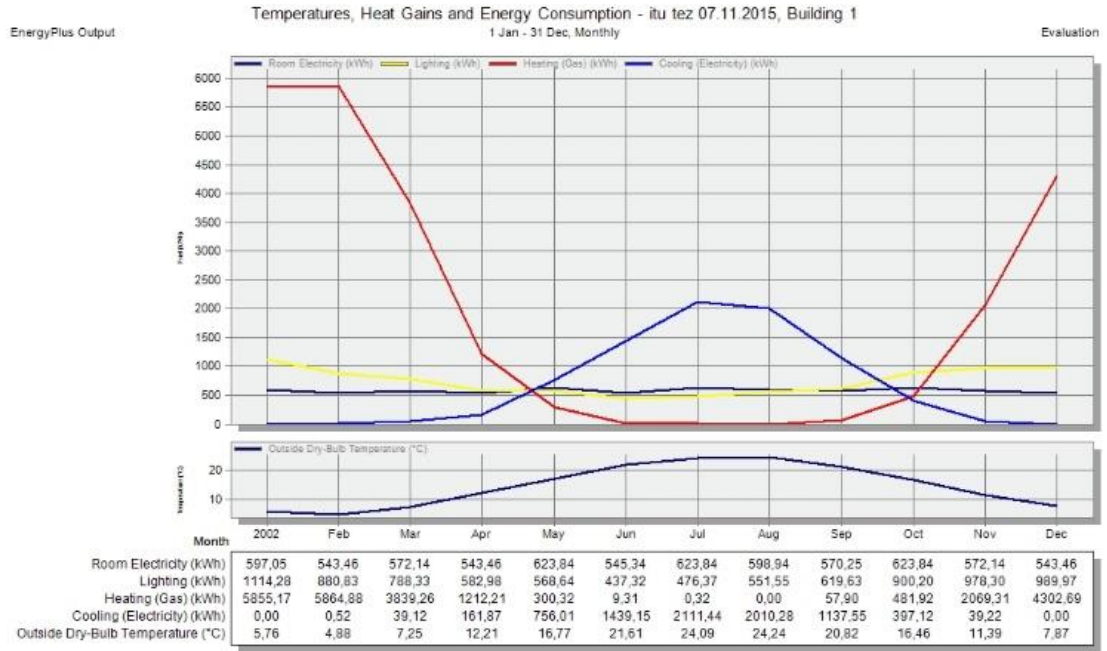
Şekil Ek B. 2: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,480$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24348$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}} = 8101$ kWh/yıl.



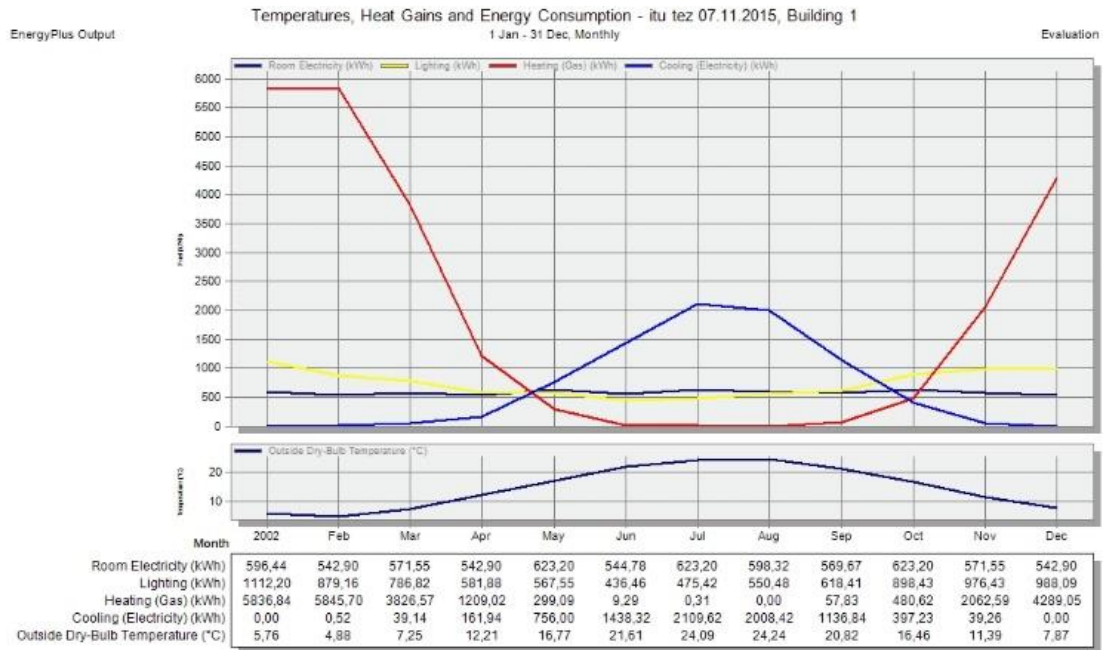
Şekil Ek B. 3: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,427$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24204 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 8099 \text{ kWh/yıl}$.



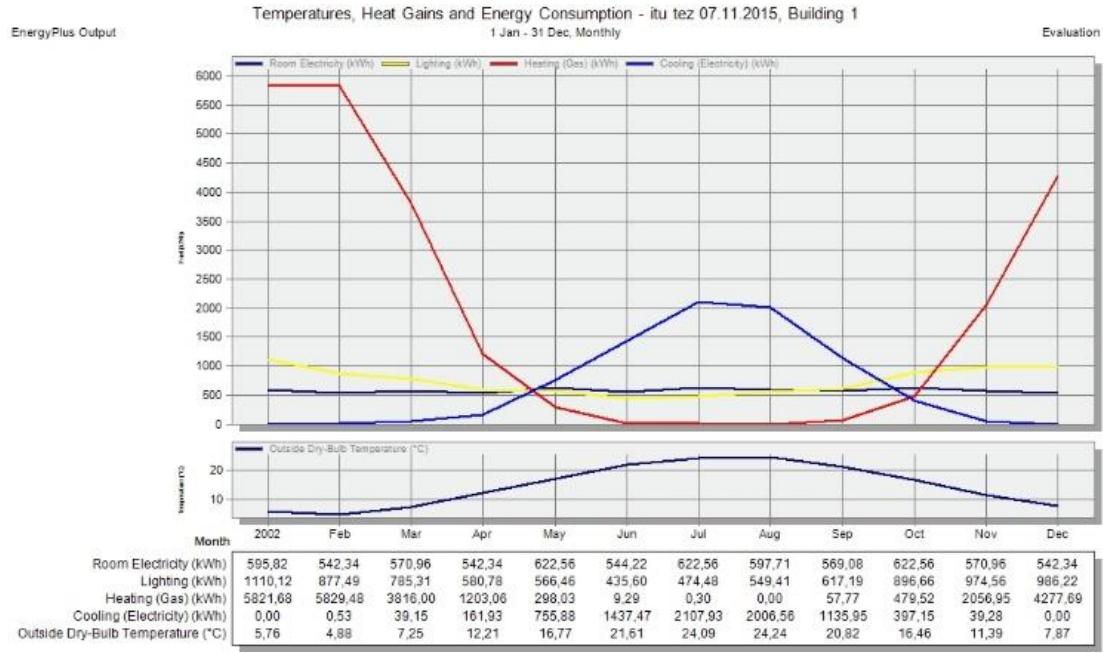
Şekil Ek B. 4: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,385$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24087 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 8096 \text{ kWh/yıl}$.



Şekil Ek B. 5: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,348$ $Q_{\text{ısıtma}}=23993$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}}=8092$ kWh/yıl.

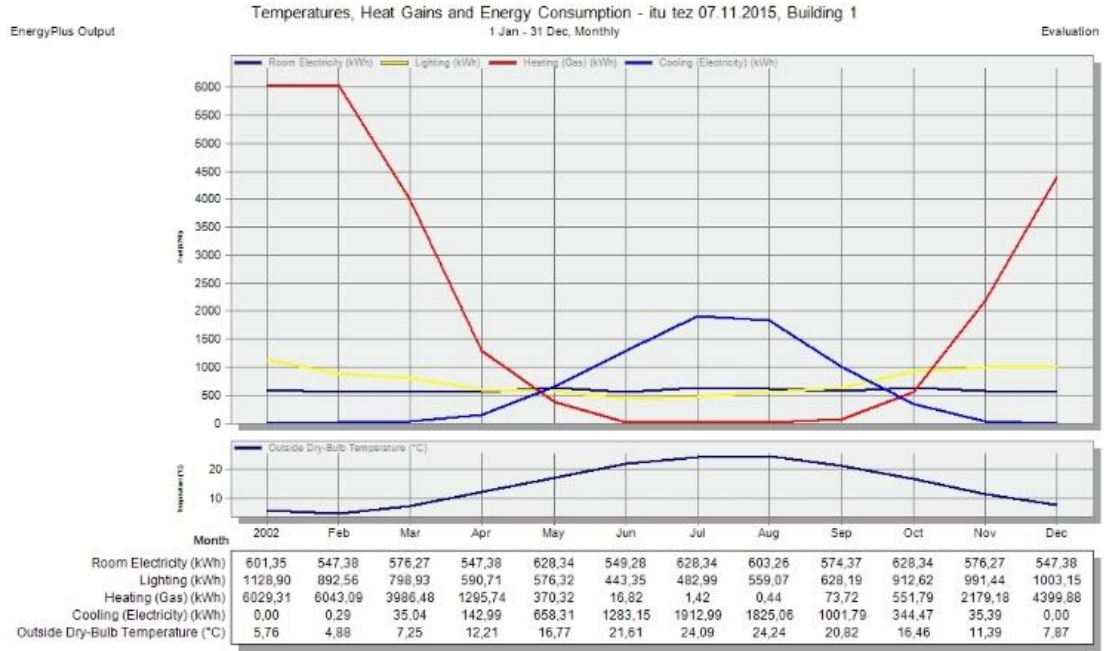


Şekil Ek B. 6: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,319$ $Q_{\text{ısıtma}}=23916$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}}=8087$ kWh/yıl.

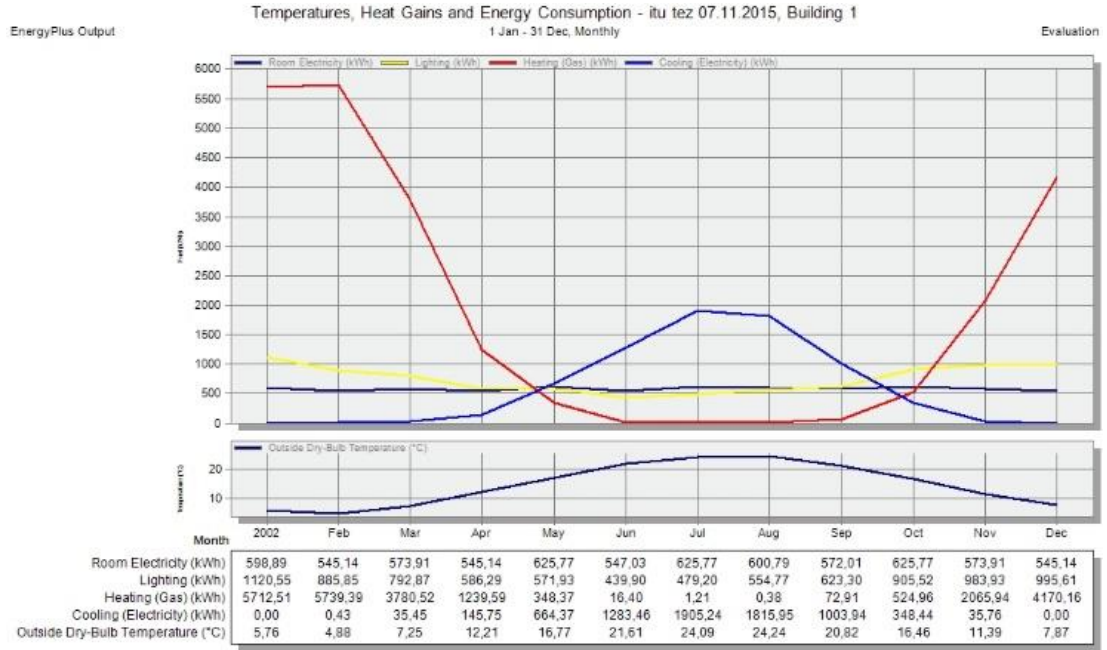


Şekil Ek B. 7: $U_{\text{duvar}} \text{ (W/m}^2\text{K)} = 0,294$ $Q_{\text{ısıtma}} = 23849 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 8081 \text{ kWh/yıl}$.

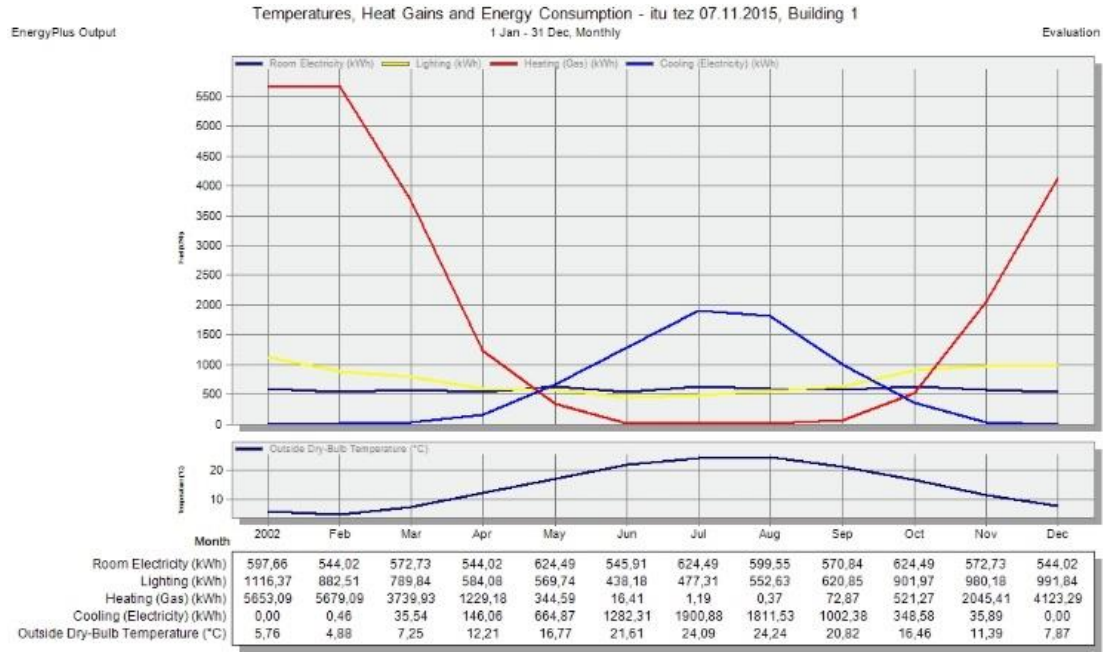
EK C: U pencere = 2,71; U tavan= 0,36 U taban = 1,5 sabit U duvar değişkenleri.



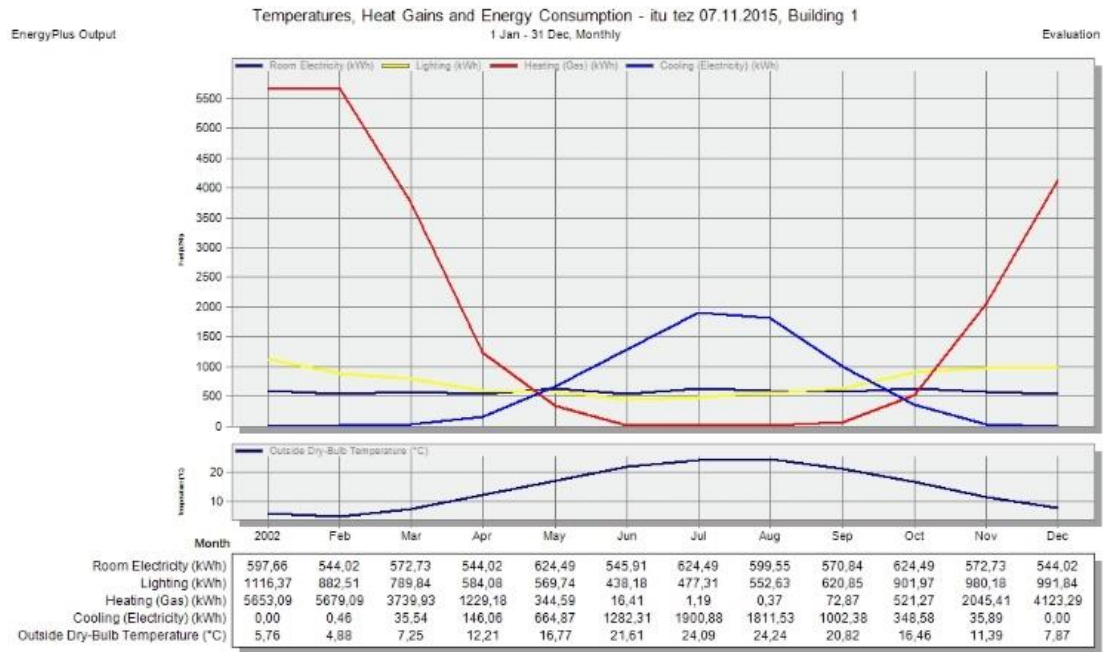
Şekil Ek C. 7: $U_{\text{duvar}} \text{ (W/m}^2\text{K)} = 0,975$ $Q_{\text{ısıtma}} = 24948 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 7239 \text{ kWh/yıl}$.



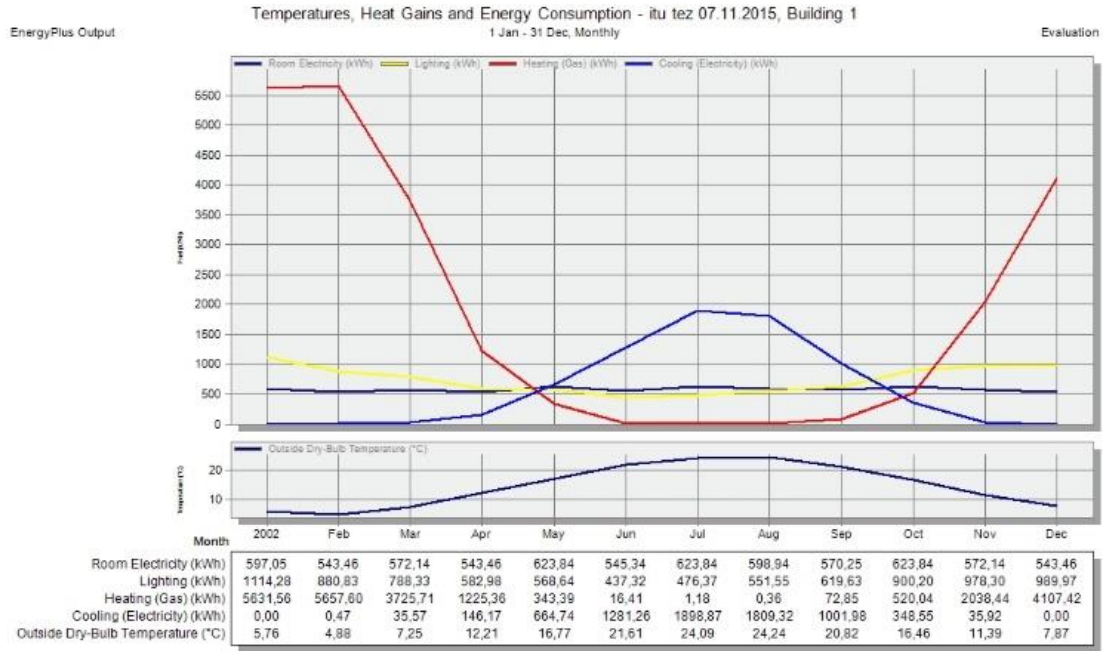
Şekil Ek C. 2: $U_{\text{duvar}} \text{ (W/m}^2\text{K)} = 0,480$ $Q_{\text{ısıtma}} = 23672 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 7238 \text{ kWh/yıl}$.



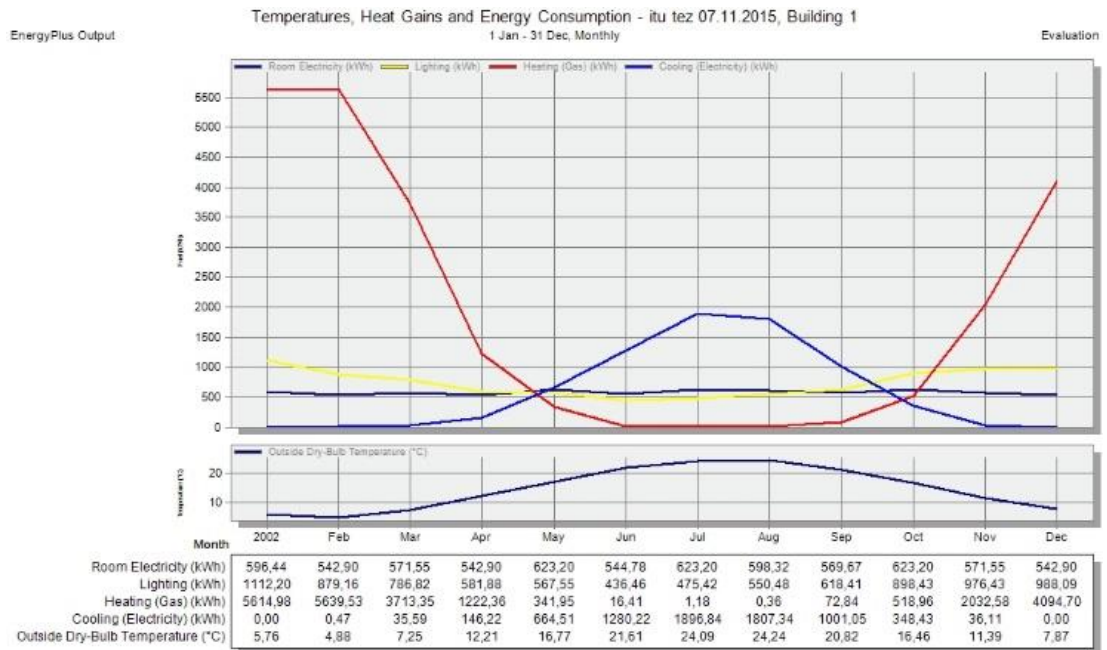
Şekil Ek C. 3: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,427$ $Q_{\text{ısıtma}} = 23533 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 7234 \text{ kWh/yıl}$.



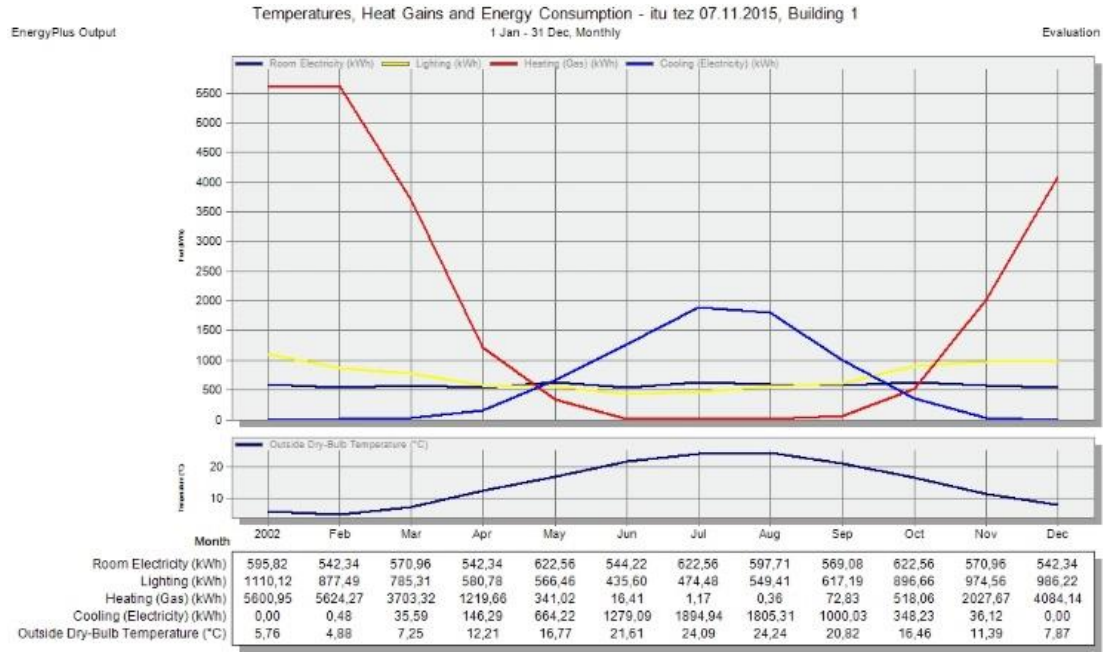
Şekil Ek C. 4: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,385$ $Q_{\text{ısıtma}} = 23426 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 7228 \text{ kWh/yıl}$.



Şekil Ek C. 5: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K)=0,348$ $Q_{\text{ısıtma}}=23340$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}}=7222$ kWh/yıl.

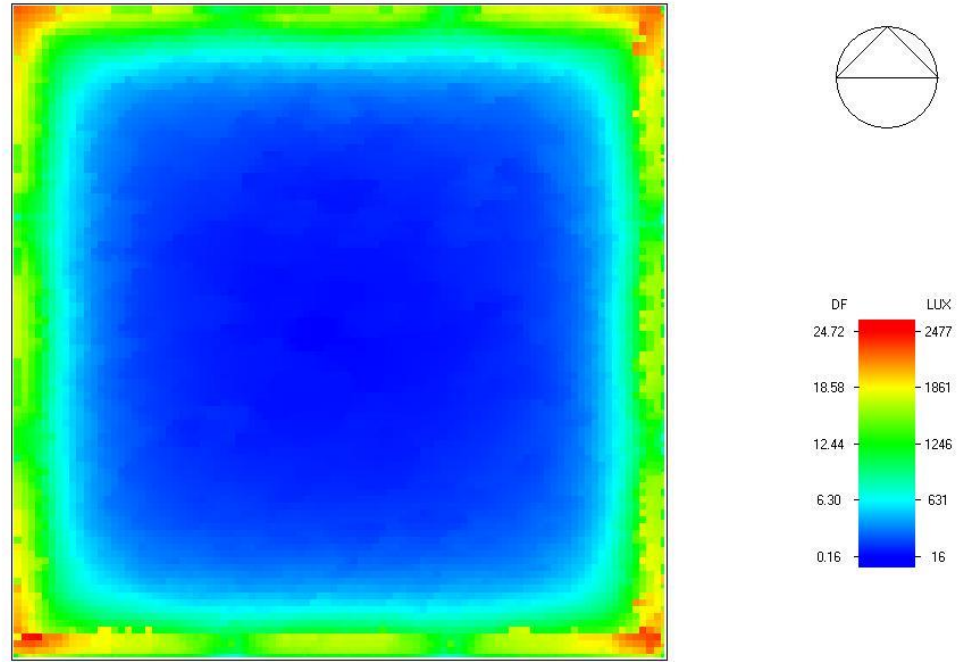


Şekil Ek C. 6: $U_{\text{duvar}} (W/m^2K) = 0,319$ $Q_{\text{ısıtma}}=23269$ kWh/yıl $Q_{\text{soğutma}}=7216$ kWh/yıl.

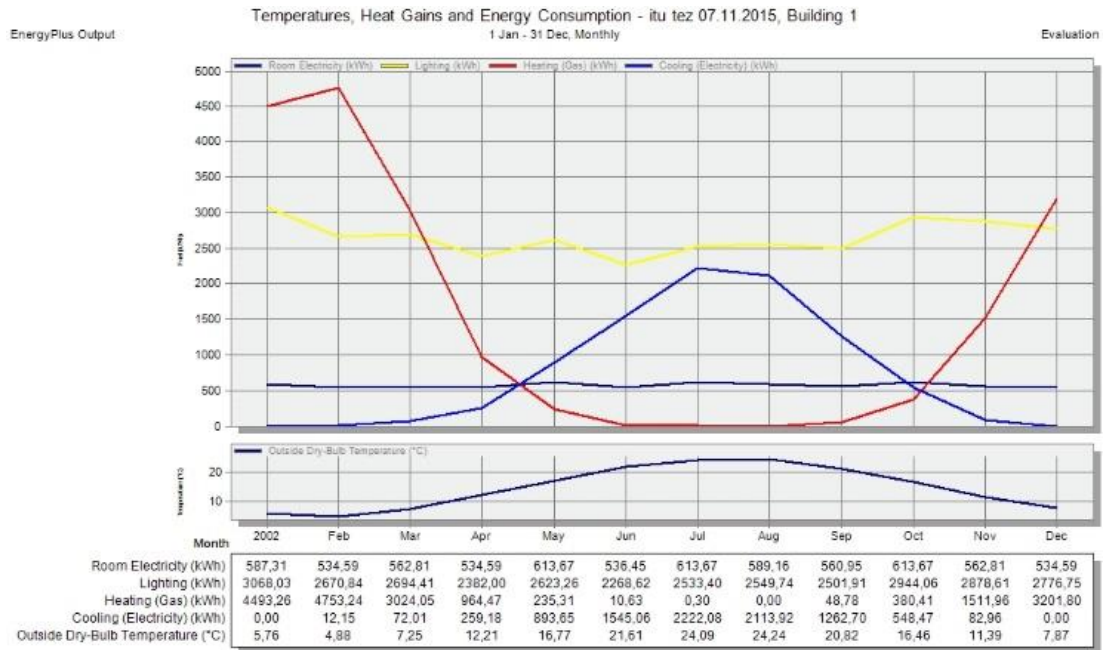


Şekil Ek C. 7: $U_{\text{duvar}} (\text{W/m}^2\text{K}) = 0,294$ $Q_{\text{ısıtma}} = 23209 \text{ kWh/yıl}$ $Q_{\text{soğutma}} = 7210 \text{ kWh/yıl}$.

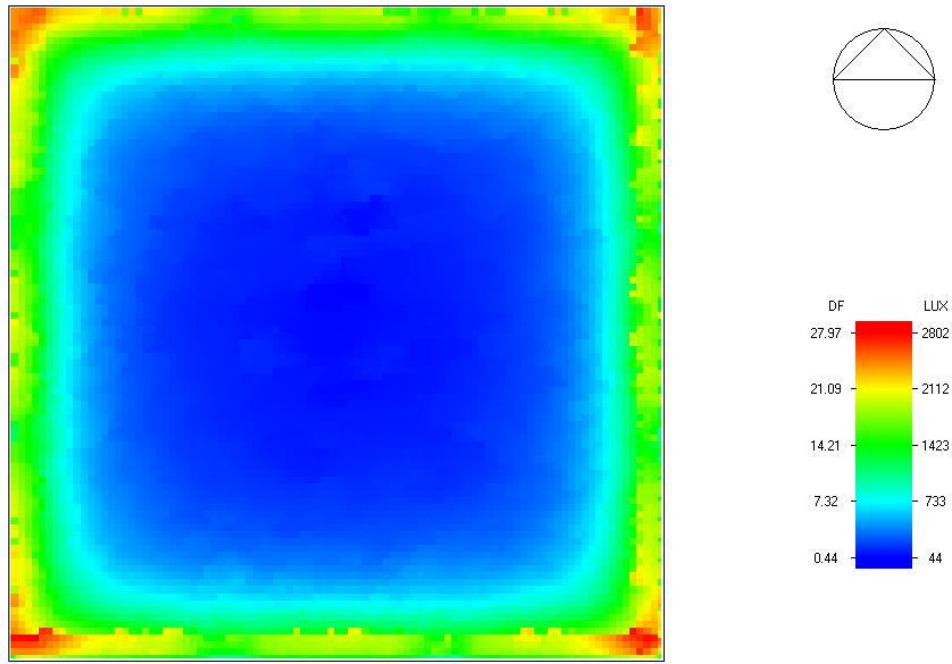
EK D: Dış duvar saydam bileşeninin değiştirilmesi sonucunda ısıtma ve soğutma enerjisi değişimleri



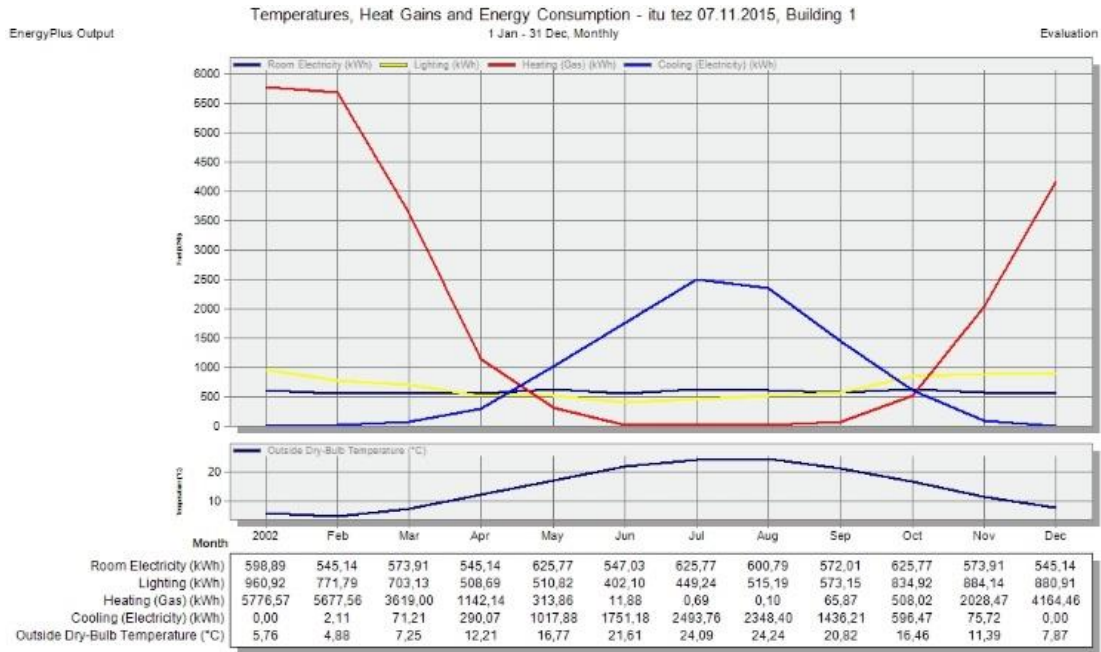
Şekil Ek D. 1: Bina dış duvarının saydam yüzeyinin %50 durumunda aydınlık düzeyi.



Şekil Ek D. 2: Dış duvarın saydam yüzey oranı %50 tasarlandığında yıllık enerji ihtiyacı



Şekil Ek D. 3: Bina dış duvarının saydam yüzeyinin %70 durumunda aydınlık düzeyi



Şekil Ek D. 4: Dış duvarın saydam yüzey oranı %70 tasarlandığında yıllık enerji ihtiyacı.

ÖZGEÇMİŞ



Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Ad-Soyad : Uygur KINAY
Doğum Tarihi ve Yeri : 23.08.1981 ESKİŞEHİR
E-posta : uygurkinay@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Makine Mühendisliği
Bölümü – 2004.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

Üniversitelerin (Marmara Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, Osmangazi Üniversitesi), meslek odalarının (MMO, EMO, TTMD), kamu kurumlarının (Belediyeler Birliği, İller Bankası A.Ş., ÇŞB, ETKB), Yeşil İş Zirvesi, Dünya Enerji Komitesi'nin eğitim, seminer ve konferanslarına eğitimci, konuşmacı olarak katılım sağlanmıştır.

2008 TPAO Yurtdışı eğitim bursu kazanılmıştır.