

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUT BİNALARINDA ISITMA SİSTEMLERİNİN TASARIM
PARAMETRELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA YÜKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Didem DURU BAŞLI

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONUT BİNALARINDA ISITMA SİSTEMLERİNİN TASARIM
PARAMETRELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA YÜKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Didem DURU BAŞLI
(502131531)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502131531 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Didem DURU BAŞLI, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “KONUT BİNALARINDA ISITMA SİSTEMLERİNİN TASARIM PARAMETRELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA YÜKLERİNE ETKİSİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Alpin KÖKNEL YENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Suzi Dilara MANGAN
İstanbul Aydın Üniversitesi

Teslim Tarihi : **02 Mayıs 2016**
Savunma Tarihi : **09 Haziran 2016**





Canım Aileme,



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren ve tez çalışmamın tamamlanmasında emeğini ve desteğini bir gün bile esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL'a, İTÜ yürütücülüğünü üstlendiği Avrupa Birliği projesinde ekibine beni de dahil ederek eğitimin yanısıra profesyonel hayata dair müthiş tecrübeler edinmemi sağlayan çok değerli hocam Doç. Dr. Hatice SÖZER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimi almam konusundaki haklı ısrarları ile bugün bu tezi yazmış olmamdaki en büyük destekçim, gerek eğitim gerekse iş hayatımda yönlendirmelerine sonsuz güvendiğim, her adımımı danışmadan edemediğim en önemli bilgi kaynağım canım babam Mehmet Nezih DURU'ya, her anımı, tüm duygu ve düşüncelerimi sınırsızca paylaşabildiğim sırdaşım, pozitif enerjisiyle gücüme güç katanım, hayattaki en büyük huzur ve neşe kaynağım canım annem Hacer DURU'ya, yaşamımın onsuz geçen altı buçuk yılı sonunda hayata gözlerini açarak bazen kardeşim, bazen abim, kimi zaman ikizim ve her daim vazgeçilmezim olan, birkaç yıl sonra İTÜ'den alacağı lisans diplomasının ardına yüksek lisans diplomasının da çok yakışacağına emin olduğum canım kardeşim Kerem DURU'ya ve lisans hayatımın ilk gününden yüksek lisans hayatımın son gününe dek kampüse neredeyse benim kadar çok giriş yaparak fahri İTÜ'lü olmayı hakettiğine gönülden inandığım, can yoldaşım, hayat arkadaşım, diğer yarım Buğra BAŞLI'ya sonsuz teşekkürler.

Mayıs 2016

Didem DURU BAŞLI
(Çevre Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Yöntem	3
1.3 Hipotez	3
2. KONUTLARDA KULLANILAN ISITMA SİSTEMLERİ	5
2.1 Lokal Isıtma Sistemleri	5
2.2 Merkezi Isıtma Sistemleri	6
2.3 Bölgesel Isıtma Sistemleri.....	8
2.4 Güneş Enerjisi Sistemleri	8
3. KONUT BİNALARINDA ISITMA YÜKLERİNİ ETKİLEYEN TASARIM PARAMETRELERİ	11
3.1 Dış Çevreye İlişkin Tasarım Parametreleri	11
3.2 Yapma Çevreye İlişkin Tasarım Parametreleri	13
4. KONUT BİNALARINDA ISITMA SİSTEMLERİNİN TASARIM PARAMETRELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA YÜKLERİNE ETKİSİNE İLİŞKİN ÇALIŞMA	17
4.1 Isıtma Sistemlerine İlişkin Verilerin Belirlenmesi.....	17
4.2 Konut Binalarında Isıtma Yüklerini Etkileyen Tasarım Parametrelerine İlişkin Verilerin Belirlenmesi	20
4.3 Isıtma Yüklerinin Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması.....	23
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ.....	57

KISALTMALAR

CO₂	: Karbondioksit Gazı
SO	: Saydırlık Oranı
DBL ARG	: Argon gazı dolgulu çift cam
TRP ARG	: Argon gazı dolgulu üçlü cam





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Örnek bina için incelenen formlar.	20
Çizelge 4.2 : Dış duvar katmanlaşma detayı.	21
Çizelge 4.3 : Zemin katmanlaşma detayı.	22
Çizelge 4.4 : Üç farklı cam alternatifine ait özellikler.	23
Çizelge 4.5 : Gazbeton malzeme kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).	42
Çizelge 4.6 : Taş malzeme kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).	43
Çizelge 4.7 : Argon gazı dolgulu çift cam kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).	44
Çizelge 4.8 : Argon gazı dolgulu Low E özellikli çift cam kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).	45
Çizelge 4.9 : Argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).	45
Çizelge 4.10 : Güney cephede saydamlık oranı %30 ve %70 olan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).	47
Çizelge 4.11 : Tüm bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).	48



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 : Radyatörle (sağda) ve zeminden (solda) ısıtma sistemlerinin kurulumu..	19
Şekil 4.2 : R - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	24
Şekil 4.3 : R - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	24
Şekil 4.4 : R - 1:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	25
Şekil 4.5 : R - 1:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	25
Şekil 4.6 : R - 1:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	26
Şekil 4.7 : R - 1:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	26
Şekil 4.8 : R - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	27
Şekil 4.9 : R - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	27
Şekil 4.10 : R - 1:2 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	28
Şekil 4.11 : R - 1:2 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	28
Şekil 4.12 : R - 1:2 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	29
Şekil 4.13 : R - 1:2 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	29
Şekil 4.14 : R - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	30
Şekil 4.15 : R - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	30
Şekil 4.16 : R - 2:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	31
Şekil 4.17 : R - 2:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	31
Şekil 4.18 : R - 2:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	32
Şekil 4.19 : R - 2:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	32
Şekil 4.20 : Z - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	33
Şekil 4.21 : Z - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	33
Şekil 4.22 : Z - 1:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	34
Şekil 4.23 : Z - 1:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	34
Şekil 4.24 : Z - 1:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	35
Şekil 4.25 : Z - 1:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	35
Şekil 4.26 : Z - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	36
Şekil 4.27 : Z - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	36
Şekil 4.28 : Z - 1:2 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	37
Şekil 4.29 : Z - 1:2 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	37
Şekil 4.30 : Z - 1:2 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	38
Şekil 4.31 : Z - 1:2 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	38
Şekil 4.32 : Z - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	39
Şekil 4.33 : Z - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	39
Şekil 4.34 : Z - 2:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	40
Şekil 4.35 : Z - 2:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.....	40
Şekil 4.36 : Z - 2:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.....	41
Şekil 4.37 : Z - 2:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.....	41



KONUT BİNALARINDA ISITMA SİSTEMLERİNİN TASARIM PARAMETRELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA YÜKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Artan nüfus ve alınan iç göçler sebebiyle insanoğlunun en temel ihtiyacı olan barınmayı karşılayacak bina ve konut sayısı da hızla artış göstermiştir ve göstermeye de devam etmektedir. Türkiye’de nihai enerji tüketim oranları sektörler göre incelendiğinde sanayinin %37 lik pay ile birinci sırada olduğu görülmektedir. Binalar ise sanayi sektörünü %35 lik bir pay ile ikinci sıradan takip etmektedirler. Binaların enerji tüketim miktarları incelendiğinde ise bu oranlara paralel tüketim verileri elde edilmekte ve yıllar içerisinde tüketimin daimi artış içerisinde olduğu görülmektedir. Türkiye’de tüketilen toplam enerjinin üçte birinden fazlası, termal konforu sağlamak adına ısıtma ve soğutma ihtiyacını karşılamaya yönelik yapılan harcamalardır. 2008 yılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre binalar sektöründe yakıt olarak kullanımı en çok olan doğal gaz tüketimi %26 ile en yüksek paya sahiptir.

Binalar, diğer tüm sektörler kıyasla en uzun ömürlü ve yüksek miktarda enerji tüketen sektör olmaları sebebiyle enerji performansları ile bağlantılı yapılacak çeşitli düzenlemeler sonucu %30-50 oranında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. İklimsel konforun sağlanması amaçlanarak kurulan doğalgaz yakıtlı sistemler yalnızca enerji tüketimine sebep olmakla kalmayıp CO₂ salımına da yol açmaktadırlar. Bu tez çalışmasında artan nüfus sonucu sayısı çoğalan konut binalarında enerji tüketimi üzerinde en yüksek paya sahip olan ısıtma sistemleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında örnek bir bina üzerinde 180 farklı simülasyon yürütülmüş; bina ısıtma sistemlerinin bina formu, dış cephe malzemesi, pencere camı ve güney cephede saydamlık oranları gibi tasarım parametrelerine bağlı olarak ısıtma yüklerine etkisi araştırılmıştır. Isıtma sistemleri olarak radyatörle ısıtma ve zeminden ısıtma sistemleri ele alınmıştır. Tasarım parametrelerinin değerlendirilmesinde; bina formları olarak 3 farklı biçim faktörü (planda genişliğin derinliğe oranı) ele alınmıştır. Bina formlarını tanımlayan biçim faktörleri olarak 1:1, 1:2 ve 2:1 olmak üzere 3 alternatif ile, dış cephe malzemesi gazbeton ve taş olmak üzere 2 alternatif ile, pencere camı argon gazı dolgulu çift cam, argon gazı dolgulu low E özellikli çift cam ve argon gazı dolgulu üçlü cam olmak üzere 3 alternatif ile, güney cephede saydamlık oranları ise %30, %40, %50, %60 ve %70 olmak üzere 5 farklı alternatifle ele alınmıştır.

Araştırmalar sonucunda zeminden ısıtma sistemlerinin ısıtma yükünün radyatörle ısıtma sistemlerinin ısıtma yükünden daha az olduğu, bina formlarında ısıtma yükünün 1:1 formdan 1:2 forma geçişte arttığı ve 1:1 formdan 2:1 forma geçişte azaldığı tespit edilmiştir. Dış cephe malzemesi olarak gazbeton kullanımının taş malzeme kullanımına kıyasla ısıtma yükünü azalttığı sonucuna varılmıştır. Pencere camları karşılaştırıldığında ısıtma yükünü en çok azaltan cam tipi argon gazı dolgulu üçlü cam olmuştur. Argon gazı dolgulu üçlü camı, Low E özellikli argon gazı dolgulu çift cam ve yalnızca argon gazı dolgulu çift cam takip etmiştir. Güney

cephede saydamlık oranları incelendiğinde ise saydamlık oranı %30'dan %70'e doğru arttıkça ısıtma yükü düşmüştür.

Çalışma sonucunda sözkonusu tasarım parametrelerinin her biri ısıtma sistemleriyle bir arada değerlendirilmiş binanın ısıtma yükünü minimum değere yaklaştırmak ve CO₂ salım miktarını azaltmak hedeflenmiştir.

180 farklı simülasyondan alınan çıktılar doğrultusunda ısıtma yükünün en yüksek olduğu bina tipinin 4594,42 kWh değeri ile; radyatörlü ısıtma sistemiyle ısıtılan, güney cephesinde %30 saydamlık oranına sahip, argon gazı dolgulu çift cam pencere ve dış cephesinde taş malzeme bulunan 1:2 formlu bina olduğu görülmektedir. Yine tüm simülasyon çıktıları doğrultusunda ısıtma yükünün en düşük olduğu bina tipinin 2016,44 kWh değeri ile; zeminden ısıtma sistemiyle ısıtılan, güney cephesinde %70 saydamlık oranına sahip, argon gazı dolgulu üçlü cam pencere ve dış cephesinde gazbeton malzeme bulunan 2:1 formlu bina olduğu görülmektedir.

Bu bilgiler ışığında; bir binanın ısıtma sisteminde, güney cephedeki saydamlık oranında, dış cephe malzeme seçiminde, pencere camı özelliklerinde ve bina formunda yapılacak değişikliklerle binanın ısıtma yükü %56.11 düşürülerek yılda 2577,98 kWh azaltılabilmekte, CO₂ salımı da yıllık 387,58 kg düşürülebilmektedir.

EFFECT OF THE HEATING SYSTEMS ON HEATING LOADS IN RESIDENTIAL BUILDINGS CONSIDERING THE DESIGN PARAMETERS

SUMMARY

Increasing population and high rates of internal migration leads to higher residential building demand. When the final energy consumption ratio has identified according to different sectors in Turkey, industry seems to be at the first place with 37% from the total pie chart. Moreover, building sector catches it up with the ratio of 35% which does not seem to be less important than industry. Their consumed energy amounts are both seems close enough. When these ratios are considered in detail, another truth has come as the consumption amounts are keep growing in every single year eventhough their ratio from the pie seems to be the same.

The one third of this final consumption rate refers to use of the energy for the purpose of providing thermal comfort by required heating and cooling systems. According to the data obtained from Ministry of Energy and Natural Resources in 2008 data, natural gas founded as the most important and usable fuel type with usage rate of 26%.

Buildings with the longest lifecycle period within all sectors and by being nearly the number one for it's final energy consumption rate, any king of energy efficiency activity could lead for efficiency rates up to 30% to 50% easily.

Residential heating systems do not only cause huge energy consumption rates, but also increase emission rates of greenhouse gas by using natural gas as their main fuel resource and release carbondioxide gas to the atmosphere.

There are 4 main types of heating systems which are used in Turkey as;

- direct heating systems,
- indirect heating - central heating systems,
- district heating systems and
- solar heating systems.

Direct heating systems such as heating stoves and fireplaces were used mostly in the past years when there is no central heating system application. With the emerging technology, especially in the big cities of the country, central heating systems were started to be used. Radiator heating systems and the underfloor heating systems became the most commonly used systems within residential buildings. As the third type, district heating systems are also commonly used in both big and some small cities in the country. They are more suitable for buildings and building groups such as school campuses and hospitals. District heating systems have long return and supply pipes different than central systems only with a boiler unit and an internal heating distributer pipes for residence. Solar heating systems are more commonly used in the southern parts of the country. For solar heating systems, solar collector

units such as solar thermal collector panels and photovoltaic panels can be easily used especially on the roof tops of the residential buildings.

While considering different heating system types and their energy consumption rates, design parameters of the building should also be taken into account. Design parameters can be divided into 2 main categories as external environmental parameters and building design parameters. Within the external environmental parameters; climate, natural lighting and topographic conditions should be examined well before the evaluations. For the building design parameters; building placement, building form, building orientation and building envelope characteristics should be evaluated together with the building heating systems in order to achieve energy efficiency.

In scope of this dissertation study, most commonly used heating systems which are radiator heating systems and underfloor heating systems in Istanbul/Turkey has identified. Their classifications according to their usage frequency and fuel demand (which is natural gas most commonly) have examined. Design parameters of the residential building in terms of building form, building envelope characteristics, building window wall ratio as well as climatic and regional data of the project site has searched out.

In order to specify the optimum application of all the design parameters, a case study held with the case building model. Case building model has 100 m² floor area and 3 m floor height. In Designbuilder simulation program, 3 different buildings with the same area and volume were designed in 3 different forms. For each geometry, both radiator heating systems and underfloor heating systems are designed according to Turkish standards and simulated within the program.

Not only the building geometry has criticized in terms of heating loads, but also facade construction materials are evaluated by 2 different construction materials. Moreover, window-to-wall ratio from 30% to 70% is applied for southern façade in order to see how window-to-wall ratio effects the heating load of the residential building. When evaluating the window-to-wall ratio on the southern façade, three different types of glasses have criticised as well. They have chosen as double glazed argon filled glass, low E coated double glazed argon filled glass and triple glazed argon filled glass.

As a result, optimum combination of;

- Shape factors: 2:1, 1:1, 1:2
- Building envelope materials: Gas Concrete and Stone
- Window glass types: double glazed argon filled glass, lowE coated double glazed argon filled glass and triple glazed argon filled glass
- Window wall ratio: 30%, 40%, 50%, 60% and 70%
- Building heating systems: radiator heating systems and underfloor heating systems

have evaluated in terms of building heating loads and carbondioxide emissions.

In the scenarios, the building simulated with gas concrete material on the exterior wall requires less heating load compared to the building with stone material as a exterior wall. By using gas concrete an decrease of 19,52% in heating load can be achieved annually.

Different window glass properties affect the building heating loads significantly. The lowest heating load was achieved by triple glazed argon filled glass. According to the calculations done, the saving can reach up to 23,02% when window glass type is changed with triple glazed argon filled glass.

Increasing the value of window-to-wall ratio at the southern facade directly decreases the heating load of the building. While increasing this ratio from 30% to 70% heating load of a building can decrease by 35,05% which refers to 1304 kWh annually.

While changing the building from 1:2 to 1:1, the heating load of a building can decrease up to 16,36%. From 1:1 to 2:1, this load increases by 20,05%. Moreover, if the building form is changed from 1:2 to 2:1, heating load can be reduced by 32,53% which is equal to 1078,61 kWh.

During the simulations of various scenarios, it has been found out that the maximum decrease rate of 23,51% can be achieved while only by switching the radiator heating system with the underfloor heating system without changing any other parameter.

As a result of 180 different simulation outputs, the building with radiator heating system, 30% window-to-wall ratio at the southern facade, double glazed argon filled glass window, stone material at the envelope and 1:2 form is found out to be the building with highest heating load by 4594,42 kWh and 1449,17 kg CO₂ emission.

Against the building above, the building with underfloor heating system, 70% window wall-to-ratio at the southern facade, triple glazed argon filled glass window, gas concrete material at the envelope and 2:1 form is found out to be the building with the lowest heating load by 2016,44 kWh and 1061,42 kg CO₂ emission.

According to the results gathered by building simulation program outputs within this dissertation, it has understood that only by changing heating system, window-to-wall ratio, window glass type, form and the construction materials with more efficient alternatives, heating load of a building can be decreased up to 56,11% which is equal to 2577,98 kWh. Based on the calculation results, with a decrease of 56,11% in heating load, 387,58 kg of CO₂ emission can also be eliminated annually.

As a result, heating loads and CO₂ emissions can be reduced by basing on the heating systems and improving design parameters. In this study two heating systems have been analyzed, however more alternatives are still possible. In order to reach general results and provide optimum alternatives ensuring minimal energy load, different alternatives need to be improved and analyzed and cost factor should be taken into consideration.



1. GİRİŞ

Ülkemizde her geçen gün artan popülasyon ve alınan iç göçler sebebiyle insanoğlunun en temel ihtiyacı olan barınmayı karşılayacak bina ve konut sayısı da hızla artış göstermiştir ve göstermeye de devam etmektedir.

TÜİK verilerine göre 1990'da 56,5 milyon olan ülke nüfusu, yıllık binde 14,5 nüfus artış hızı ile 2009'da 72,5 milyon kişiye ulaşmıştır [1]. Bu sayının 2030 yılında 86,8 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir [2].

1990 yılında %52,9 olan kentleşme oranı 2008 yılında %74,9'a yükselirken TÜİK verilerine göre 2000 yılında 6.735.813 olan konut binası sayısı 2008 yılında 7.400.265'e çıkmıştır [1]. UNDP verilerine göre 2010- 2015 yılları arasında yıllık nüfus artışı % 1,2 oranına ulaşmıştır [2]. Bu durum konut ihtiyacının artmasını beraberinde getirmiştir [3].

Konut Müsteşarlığı'nın 2010 yılında hazırladığı "Kentsel Dönüşüm Projeleri, Problemler ve Uygulama Yöntemleri" konulu rapora göre yalnızca İstanbul için 2000-2010 yılları arasında konut ihtiyacı artışı 756.353 sayısına ulaşmıştır. İstanbul'da konut sayısı 2 milyon 291 bin 228'dir [4].

Türkiye'de nihai enerji tüketim oranları sektörlere bağlı incelendiğinde sanayinin %37'lik pay ile birinci sırada olduğu görülmektedir. Binalar ise sanayi sektörünü %35'lik bir pay ile ikinci sıradan takip etmektedirler. Sırayı %18 ile ulaştırma, %6 ile tarım sektörü takip etmektedir.

Sektörel bazda tüketim miktarları incelendiğinde ise oranlara paralel tüketim verileri elde edilmekte ve yıllar içerisinde tüketimin daimi artış içerisinde olduğu görülmektedir. Türkiye'de tüketilen toplam enerjinin üçte birinden fazlası, termal konforu sağlamak adına ısıtma ve soğutma ihtiyacını karşılamaya yönelik yapılan harcamalardır. 2008 yılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre binalar sektöründe yakıt olarak kullanımı en çok olan doğal gaz tüketimi %26 ile en yüksek paya sahiptir [1].

Konutlarda ısınma ihtiyacını karşılamak için en çok kullanılan yakıt doğalgaz; günümüzde birçok farklı ısıtma sisteme dahil olarak kullanıcı gereksinimlerini yerine getirebilmektedir.

Binalar, diğer tüm sektörlerle kıyasla en uzun ömürlü ve yüksek miktarda enerji tüketen sektör olmaları sebebiyle enerji performansları ile bağlantılı yapılacak çeşitli düzenlemeler sonucu %30-50 oranında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir [5].

İklimsel konforun sağlanması amaçlanarak kurulan doğalgaz yakıtlı sistemler yalnızca enerji tüketimine sebep olmakla kalmayıp CO₂ salımına da sebep olmaktadır. Bu sebeple binalarda ve dolayısıyla konutlarda sağlanacak her türlü enerji tasarrufu aynı zamanda karbondioksit salımının azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Dünyada enerji tüketimine bağlı karbondioksit (CO₂) salımı değerlendirildiğinde, 2008 – 2035 döneminde 30,2 milyar ton olan salım miktarının %43'lük bir artış ile 43,2 milyar tona yükseleceği öngörülmektedir [6].

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında, artan nüfus sonucu sayısı çoğalan konut binalarında enerji tüketimi üzerinde en yüksek paya sahip olan ısıtma sistemleri incelenecek ve tasarım parametreleri kapsamında bina için minimum ısıtma yüküne ulaşma ve CO₂ salım miktarını azaltma çalışmaları yürütülecektir.

Alt amaçlar,

- İstanbul'da konut binaları için ısıtma sistemlerinde sıklıkla uygulanan iki yöntemden hangisinin daha verimli olduğunun araştırılması,
- Bina formunun ve dış cephe malzemesinde yapılan değişikliklerin ısıtma yükü üzerindeki etkisinin belirlenmesi,
- Binalarda güney cephenin saydamlık oranının artırılmasının ve pencere camı malzemelerinde alternatiflerin kullanılmasının ısıtma yüküne etkisi incelenmesi

olarak ele alınmıştır.

1.2 Yöntem

Örnek konut üzerinde bina formu, güney cephede saydamlık oranı, pencere camı özellikleri ve dış cephe malzemesinin binanın ısıtma yükü üzerinde etkisi zeminden ısıtma ve radyatörle ısıtma sistemleri ile incelenmiştir. İnceleme, DesignBuilder enerji simulasyon programı kullanılarak İstanbul iklim verileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

1.3 Hipotez

Çalışmada; zeminden ısıtma sistemleri radyatörlü ısıtma sistemlerine kıyasla daha az ısıtma yüküne sebep olduğu, güney cephede saydamlık oranının artırılması binanın ısıtma yükünü düşürüleceği, bina formu ve bina kabuğu gibi tasarım parametreleri ile enerji verimli ısıtma sistemleriyle entegre edildiğinde binanın ısıtma yükü azaltılabildiği öngörülmüştür.



2. KONUTLARDA KULLANILAN ISITMA SİSTEMLERİ

Konutlarda iç havanın ısıtılması, soğutulması, tazelenmesi ve nem şartlarının yerine getirilmesi, iklimlendirme sistemleriyle sağlanabilen işlemlerdir. İklimlendirme; kapalı bir ortamın sıcaklık, nem, temizlik ve hava hareketini, insan sağlığı ve konforu açısından en uygun seviyelerde tutmak amacıyla ortamdaki havanın şartlandırılmasıdır. Konutlarda iklimlendirme çalışmalarının en önemli unsurlarından biri olan ısıtma sistemleri, soğuk hava koşullarının hakim olduğu dönemlerde, ortam sıcaklığının konfor değerleri aralığında tutulmasını sağlayan sistemlerdir.

Gelişmekte olan teknoloji ve beraberinde getirdiği farklı ısıtma sistemleri konutlarda iklimsel konforun optimum seviyelere ulaştırmayı amaçlamaktadır. Soba, kalorifer, güneş ışığı, şömine ve zeminden ısıtma sistemleri, geçmişten günümüze kullanılmış ve hala kullanılmakta olan ısıtma sistemleri arasında olan başlıca ısıtma seçeneklerindedir.

2.1 Lokal Isıtma Sistemleri

Sobalar ve şömineler, geçmişte yaygın bir biçimde kullanılmış ve günümüzde de kullanımı devam etmekte olan başlıca lokal ısıtma sistemlerindedir.

Sobalar, ülkemizde en geleneksel ve yaygın bir biçimde kullanılan ısıtma sistemlerinin başında gelmektedir. Türkiye'ye Avrupa'dan gelmiş, İstanbul, İzmir gibi büyük şehirlerde kullanılmaya başlamıştır. Soba ile ısınma sisteminin Tanzimat döneminde yaygınlaştığı bilinmektedir. İlerleyen yıllarda ise Rusya'da çalışan nüfusun beraberinde Rus sobaları getirmesi ile Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde de soba kullanımı giderek artmıştır.

Sobaların yeni kullanılmaya başladığı dönemlerde, yakıt olarak yalnızca odun kullanılıyorken, Zonguldak'ta taş kömürü yataklarının bulunup linyit üretiminin artmasıyla birlikte kömür sobası kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır.

Yapımında kullanılan maddelere ve içinde yakılan yakıtının türüne göre çeşitlilik gösteren sobalar, temel olarak içerisinde yanan yakıtın dumanının boru yoluyla

bacaya verildiği kapalı sistemlerdir. Türüne göre değişen oranlarda, ısıma ve konveksiyon yoluyla ısı verirler. Sobalar, binalarda istenilen yere kurulup yine istenildiği zaman kurulduğu yerden farklı bir yere taşınabilir. Kullanılan yakıt türüne göre soba çeşitleri katı yakıtlı sobalar, sıvı yakıtlı sobalar ve gaz yakıtlı sobalar olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Sobalar, içerisinde kullanılan katı ve sıvı yakıtların emisyonları sebebiyle hava kirliliğini olumsuz yönde etkilemektedirler. Ancak, doğalgazın henüz ulaşmadığı küçük yerleşim birimlerinde ve büyük şehirlerde de yer alan gecekondü bölgelerinde ısıtma sistemi olarak kömür yakıtla kullanılmaya devam etmektedir.

Şömineler ise, hem bina ısıtma sistemleri olarak hem de yemek pişirmek gibi amaçlarla içinde ateş yakılan bölmeye sahip mimari yapı öğelerindedir. Duvar kenarlarına tuğla veya taştan yapılarak içinde odun, kömür, vb katı yakıtların yakılmasıyla ısıtma amacına uygun çalışmaktadır. Şöminelerde de tıpkı sobalarda olduğu gibi yakıttan açığa çıkan dumanın bina içinden uzaklaştırılması baca sisteminin kurulması ile sağlanır. Sobalardan farklı olarak şöminelerde yer değişikliği yapmak mümkün değildir. Modern kültürde şömineler, yapıların içlerinde, en çok vakit geçirilen alanlarda bulunsa da ev dışında ya da avlularda da dekoratif amaçlarla kullanılabilir [7].

2.2 Merkezi Isıtma Sistemleri

Konutlarda ısınma ve sıcak su ihtiyacı için ısı üretimi, dağıtım ve tüketiminin tek bir merkezde meydana gelmesi, ısı tüketiminin ise bağımsız bölümlerde gerçekleşmesine merkezi ısıtma sistemleri adı verilir.

Bu bölümde Türkiye’de yaygın olarak kullanılan radyatörle ısıtma sistemleri ve zeminden ısıtma sistemleri ele alınmıştır.

Radyatörle ısıtma sistemleri

Radyatörle ısıtma sistemlerinde binayı ısıtmak için yakıt, kazanda yakılır. Kazanda elde edilen ısı, odalarda istenen sıcaklık derecesini sağlamak için, ısıtılan su aracılığıyla ısıtıcılara iletilir.

Radyatörler dökme dilimli çelik ve alüminyum radyatörler olabilmektedir. Dökme dilimli radyatörler, ayrı ayrı dilimlerin nipel ve contalar ile birleştirilmesiyle

gruplandırılarak oluşturulur. Dökme radyatörler, ömürleri uzun, su içeren hacimleri fazla, geç ısınıp geç soğuyan ısıtıcılardır. Dökme radyatörlere paralel olarak çelik radyatörler geliştirilmiştir. Daha ucuz, daha hafif ve dökme dilimli radyatörlere oranla çabuk ısınan ve çabuk soğuyan, kısa ömürlü ısıtıcılardır. Üretimleri dökme dilimli radyatörlere kıyasla daha kolaydır. Alüminyum radyatörler taşınma kolaylığı ve uzun ömürlü olabilme çabuk ısınıp çabuk soğuma özelliklerine sahiptir.

Zeminden ısıtma sistemleri

Zeminden ısıtma sistemine yönelik ilk fiili çalışmalar 1907 yılında İngiltere’de A. H. Barker tarafından yapılmış ve 1929 yılında Almanya’da Dr. Ing. Kollmer tarafından proje uygulamaları formülize edilmeye başlanmıştır. 1973–1974 yılı kışında meydana gelen petrol krizinden sonra ortaya çıkan enerji krizi, enerji kullanımında tasarruf sağlayacak çalışmalara hız verilmesini sağlamıştır [8].

Yüzey alanının genişletilip, sıcaklık farkının düşürülmesi yöntemiyle enerji tüketimini azaltan ve homojen ısı dağılımına olanak sağlayarak ortam konforunu arttıran zeminden ısıtma sistemleri, sulu ve elektrikli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Zeminden ısıtma sistemleri gelişen teknoloji sayesinde konvansiyonel sistemlere alternatif olarak günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Sistem, zemine yerleştirilen borulardaki (sulu sistem) ya da kablolardaki (elektrikli sistem) ısının, döşeme yüzeyinden iç ortama verilerek mekânın ısıtılmasını sağlamaktadır. Alternatif ısıtma sistemlerine kıyasla sistem içerisindeki akışkanı daha düşük sıcaklıkta çalıştırabilmektedir. Zeminden ısıtma sistemleri, radyatörle ısıtma sistemlerinde karşılaşılan zemin-tavan arasındaki sıcaklık farklarının neden olduğu problemleri önleyerek kullanıcıya avantaj sağlamaktadır [9].

Zeminden ısıtma sistemlerinin, zemin sensörlü ve dijital programlanabilir oda termostatları ile birlikte kurulması gerekmektedir. Termostatlar mekânın konfor seviyesinde tutulmasını sağlarken bina ısıtma yükünde gereksiz artışı da engellemektedir.

Sıcak sulu sistemler:

Sıcak sulu sistemlerde, duvara yerleştirilen radyatörler yerine zemin içerisinden su boruları geçirilir. Borulardan geçen su, ışınım yolu ile odayı ısıtır. Bu sayede taban daima sıcak olur, odadaki ısı değişikliği minimize edilmiş olur. Aynı prensiple borular içerisinden sıcak su yerine sıcak hava da dolaştırılabilir.

Elektrikli sistemler:

Elektrikli ısıtıcı kablolar da konutlarda ve işyerlerinde konforlu ısınma için ideal sistemlerdendir. Mevcut zemine uygulanabilen pratiklikteki bu sistem, mevcut binalara da uygulanabilmektedir. Elektrikli ısıtıcı kablolar, binanın tümünü zeminden ısıtabileceği gibi sadece banyo, mutfak, balkon gibi ıslak alan zeminlerine veya verimli ısıtılamayan tek bir oda içirisine de kurulabilir. Elektrikli ısıtıcı kabloların ömrü yaklaşık 50 yıldır [10].

2.3 Bölgesel Isıtma Sistemleri

Bölgesel ısıtma sistemleri, birden çok binanın ısı şebekesi yoluyla uzaktan ısıtılması prensibine dayalı sistemlerdir. Bölgesel ısıtma sistemleri, ısı üretim sistemi, ısı iletim ve dağıtım sistemi ve ısı kullanım sistemi olmak üzere 3 ana sistemden meydana gelmektedir [11].

Bölgesel ısıtma sistemleri özellikle okul ve hastane gibi bina gruplarının veya belirli kent bölümlerinin, mahallelerin ve sitelerin topluca ısı şebekesi boruları yardımıyla uzaktan ısıtılması için uygun sistemlerdir.

2.4 Güneş Enerjisi Sistemleri

Isıtma sistemi olarak güneş ışığından enerji elde eden prensiplerden de yararlanılabilir. Güneş ışığından elde edilen enerji, güneşin merkezinde hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile oluşan ısınım enerjisinin dünyaya ulaşmasıyla kullanılır.

Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar 1970 itibariyle hız kazanmış, teknolojik gelişmeler sayesinde ekonomik açıdan da avantaj sağlamıştır. Sürdürülebilirliği en yüksek temiz enerji kaynağı olarak kullanımı yaygınlaşmaya başlayan güneş enerjisi sistemleri, enerjiyi ışık ya da ısı enerjisi olarak direkt kullanabildiği gibi elektrik elde etmek amacıyla da kullanılabilir.

En yaygın kullanılan güneş enerjisi uygulamaları aşağıdaki gibidir;

- Düzlemsel güneş kolektörleri:

Evlerde sıcak su elde etmede kullanılan ülkemizde de çok yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. Güneş kolektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplayan

düzlemsel kollektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır [12].

- Vakum tüplü güneş enerjisi sistemleri:

Vakum tüplü güneş enerjisi kolektörleri; iç içe geçmiş 2 adet silindirik cam tüpün ısı yolu ile birbirine bağlanması ve bu işlem sırasında aradaki havanın alınması ile üretilir. Dış silindirik tüpün yüzeyine düşen güneş ışınları aradaki havasız ortamdan geçerek iç kısımdaki silindirik tüpün yüzeyinde absorbe edilmesi ile çalışır. Yalnızca ışınma yoluyla ısınan sistem suyu, dış hava sıcaklığından bağımsızdır.

- Yoğunlaştırıcı kollektör sistemler

Çanak veya kutu şeklinde yapılardır. Güneş enerjisi uygulamalarında daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için kullanılmaktadırlar. Yoğunlaştırıcı kollektör sistemlerin kullanımı, gelişmekte olan ülkelerde daha yaygındır [13].



3. KONUT BİNALARINDA ISITMA YÜKLERİNİ ETKİLEYEN TASARIM PARAMETRELERİ

3.1 Dış Çevreye İlişkin Tasarım Parametreleri

Fiziksel çevre tasarım parametreleri iklim, doğal ışık ve topografik koşullardan meydana gelmektedir.

İklim

İklim; hava sıcaklığı, nemlilik, ışıınım ve rüzgâr gibi elemanların değerlerinin bileşkesinden oluşmaktadır. Tasarımın dayandırıldığı karakteristik gün için güneş ışıınımı, hava sıcaklığı, hava nemliliği ve rüzgâr gibi iklim elemanlarına ait değerler gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenmelidir. ‘Gerçek atmosfer koşulları’ atmosferin yöresel bileşimini ve yöresel bulutluluk koşullarının gözetilerek tanımlanmış olan atmosfer koşullarıdır [14].

İklimsel konforun sağlanabilmesi için parametrelerin tamamı önceden belirlenmiş alt ve üst sınır değerler içerisinde uygun koşullar altında bulunmalıdır. Dış iklim elemanlarına ait bu değerler, ‘T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü arşivlerindeki ölçüm sonuçları derlenerek belirlenebilmektedir [15].

Güneş Işıınımı:

Yeryüzüne ulaşan güneş ışıınım şiddeti; atmosfer koşulları, güneş sabitesi, bulunan yerin deniz yüzeyinden olan yüksekliği, güneşin yükseliş açısı, güneşin azimut açısı ve güneşin geliş açısı gibi etkenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Güneş ışıınımı; havanın, toprağın ve çevredeki diğer cisimlerin ısınmalarına sebep olarak, sıcaklık yükselmeleri meydana getirmektedir.

Yükseliş açısı:

Güneş ışını ile güneş ışıınının yatay düzlem üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır.

Azimet açısı:

Güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümünün, güneyden veya kuzeyden yaptığı sapma açısıdır. Azimet açısı yatay düzlemde ölçülmektedir.

Hava sıcaklığı:

Gölgeye yerleştirilen ve ölçü gövdesi yeryüzünden belirli bir yükseklikte olan kuru termometrenin belirlediği değerdir. Günlük hava sıcaklığı değişimi, atmosfer koşullarına bağlıdır. Berrak atmosfer koşullarında, ışınım şiddeti yüksek ve aynı zamanda da atmosfere ışınım kaçması söz konusu olduğundan, günlük sıcaklık değişimi büyük olmaktadır. Kapalı atmosfer koşullarında ise, bulutlar, ışınım kaçmasını önlediklerinden sıcaklık değişimi küçük ölçüde meydana gelmektedir [16].

Nem:

Yeryüzündeki su birikintilerinin buharlaşması sebebiyle atmosferde sürekli olarak su buharı bulunmaktadır. Su buharının değişimi sıcaklık, rüzgâr, hava basıncı vb. olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Dış hava nemi, hacim içi bioklimatik konfor durumuna şu şekillerde etkili olmaktadır:

Dış havanın doğal vantilasyon sonucunda hacim içerisine katılmasıyla; hacim içine giren dış hava, iç hava ile karışarak onun özelliklerinde değişime sebep olmaktadır. Hacme eklenen su buharı, hacim içindeki havanın bağıl neminde artma ve sıcaklığında azalma meydana getirecektir [17].

Rüzgâr:

Atmosferik basınç farklılıkları, hava akımlarının oluşmasına neden olmaktadır. Atmosferik basınç farklılıklarına, yoğunluk farkları ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır. Hava akımlarının yönünü basınç bölgelerinin yeri, hızını da basınç farkı miktarı belirlemektedir.

Birim zamanda yapı kabuğundan içeri giren hava miktarı arttıkça, hacmin hava değişim sirkülasyonu ve bağlantılı olarak iç hava hızı artmaktadır. Aynı zamanda dış havanın hacim içi havasıyla karışım oranı büyümekte, iç hava sıcaklığı ve nemi dış hava koşullarına yakın değerlere ulaşmaktadır [16].

Doğal ışık

Binalar için, dış çevrede geçerli olan aydınlık koşulların yeterli olması durumlarında doğal aydınlatma sistemleri aydınlatma işlevi görmektedir. Binalar, tasarım sürecinden itibaren doğal ışık parametresi gözönünde bulundurularak tasarlanırsa, bina içerisinde aydınlık koşullar kolay bir şekilde sağlanabilmektedir. Dış aydınlık koşulları ifade eden parametre olarak çoklukla ‘dış yatay aydınlık düzeyi’ kullanılmaktadır [15].

Topografik koşullar

Bulunan bölgenin enlemi, bulunan bölgenin boylamı ve binanın deniz yüzeyinden olan yükseklikleri, topografik koşulları meydana getirmektedir.

Enlem açısı: yeryüzünde, ele alınan yüzeyin bulunduğu noktanın, ekvatora kuzey veya güney yönünde olan açısal uzaklığı,

Boylam açısı: yeryüzünde, ele alınan yüzeyin bulunduğu noktanın, başlangıç boylamına doğu veya batı yönünde olan açısidir [18].

3.2 Yapma Çevreye İlişkin Tasarım Parametreleri

İç ortam iklim koşullarının oluşumunda fiziksel çevre etkenlerinin binayı etkileme derecesi, yapma çevreye ait tasarım değişkenlerine bağlıdır. Yapma çevre tasarım parametreleri bina konumu, bina formu, bina yönlendirilmesi, bina aralıkları ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinden meydana gelmektedir. Söz konusu parametrelerin uygun aralıklar içerisinde bulunması binaların, tasarım süreçlerinden itibaren enerji etkin olarak oluşturulmalarını sağlamaktadır.

- Bina konumu

Bina konumu, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım parametresidir. Bu parametre,

- Yerey parçasının baktığı yön,
- Yerey parçasının eğimi,
- Yerey parçasının konumu ve
- Yerey parçasının örtüsü (veya güneş ışınımı yansıtma özelliği) gibi bir grup

alt parametreler bütünüdür.

Konutlarda iklimsel etkilerin optimizasyonunu hedefleyerek yapılan doğru konum belirlemesi, her türlü iklimlendirme sisteminin ve buna bağı olarak enerji tüketimlerinin minimuma indirilmesini sağlamaktadır [19].

Yerleşme bölgeleri için iklimsel etkilerin optimizasyonunu hedefleyerek yapılan doğru konum seçimi ise,

- Yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağı olarak enerji harcamalarının minimize edilerek hava kirliliğinin önlenmesine,

- Maksimum bina yoğunluğunu, insan sağlığından ödün vermeksizin sağlayarak arazinin rasyonel kullanımına,

- Bahçe ve şehir anlayışı çerçevesinde parklar, oturma-oyun terasları, spor alanları v.b gibi sağlıklı ve konforlu açık mekânların oluşturulmasına olanak sağlamaktadır [15].

- Bina formu

Hacmin yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, hacmi çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanını belirleyen değişkenlerdir. Hacmin taban alanı sabit kalsa bile, planda hacmin genişliğinin derinliğine oranı olarak tanımlanan biçim faktörü de kabuk elemanının yüzey alanının değişimini etkiler. Dış kabuğun iç yüzey sıcaklıkları diğer yüzeylerin sıcaklığından farklı olduğu için, kabuk alanının değişimi, ortalama sıcaklığın, kabuk elemanından geçen ısı miktarının ve iç hava sıcaklığının değişimine yol açar. Bu nedenle de mekânın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ve biçim faktörü, iklimsel konforu etkileyen yapma çevre parametreleri olarak kabul edilmektedir [16].

Tüm bu değişkenler, yapının dış atmosferik ve iç mekân konfor koşullarının düzenlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Doğal ısıtma ve soğutmanın sağlanması, istenmeyen ısınmanın önlenmesi ve bina ısı kayıpları, değişkenlerin oranlarıyla farklılık göstermektedir.

Kabuk alanı arttıkça ısı kayıpları çoğaldığından, aynı hacmi kaplayan en basit geometrik şekillerde ısı kaybı minimum seviyededir. O nedenle, Yüzey/Hacim (Y/H) oranı arttığında ısı kayıpları da artmaktadır.

Bina tasarımında; kabuk yüzey alanını küçülterek enerji kayıplarını azaltmak ve güney cephede açılacak pencerelerle güneş ışığından yararlanmayı maksimum

seviyeye çıkarmak gereklidir [20]. Binaların yapımında optimum form ve planlama kışın ısı kaybını minimuma, yazın ısı kazanımını minimuma indirmeyi amaçlamaktadır.

- Bina yönlendirmesi

Enerji açısından yönlendirme, güneş enerjisi kazancı, gün ışığından ve rüzgârın serinletici etkisinden yararlanma ile ilgilidir. Güneş ışınımı ve rüzgâr gibi dış iklime ait veriler, bina yönlendirmesine bağlı olarak değişim gösterirler. Dolayısıyla, güneş ışınımının ısıtıcı ve rüzgârın serinletici etkisi yöne veya binanın yönlendiriliş durumuna göre değişmektedir. Bu nedenle, güneş ışınımı ve rüzgâr bu değişken aracılığıyla iklimsel konfor gereksinmelerine bağlı olarak optimize edilebilmektedir [18]. Ayrıca, binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışınımı şiddeti ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarları da değişkenlik göstermektedir [21].

- Bina aralıkları

Binalar, aralarındaki mesafeye, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışınımı engelleri yaratabilirler. Bu nedenle güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmeyle yararlanma, binalar arasındaki açık mekânların ölçülerinin bir fonksiyonudur. Güneş ışınımı bir engele çarptığında engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısal durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş bir alan meydana gelmektedir. Güneş ışınımının cepheleri maksimum derecede etkilemesi istendiğinde bina aralıkları, komşu binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit ya da bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır. Güneşin gün boyunca cephelere göre açısal konumu yönleriye bağlı olarak değişim gösterdiğinden dolayı uygun bina aralıklarının da bina dizilerinin yönlendirilişlerine göre değişim göstermesi olağandır. Binanın dış cephesinin ne kadar direkt güneş ısı kazandığını belirlemek için, binanın diğer binalarla arasındaki uzaklıklar belirlenmelidir.

Binalar arasındaki uzaklıklar, binaların birbirlerinin güneş ışınımı kazançlarını ve yararlı rüzgâr etkilerini engellemeyecek şekilde belirlenmelidir. Binalar birbirleri için güneş engelleri olduğu gibi rüzgâr engelleri olarak da işlev görürler. İstenen iç rüzgâr hızının sağlanabilmesi açısından gerekli olan dış tasarım rüzgâr hızı, bina aralıklarına

bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bina aralıkları azaldıkça dış tasarım rüzgâr hızı da azalmaktadır [15].

- Bina Kabuğuna Ait Optik ve Termofiziksel Özellikler

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri, kabuğun birim alanından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımıyla kazanılan ve yitirilen ısı miktarlarının belirleyicisidir. Bina kabuğunun tanımı, kabuğun güneş ışınımına ilişkin

- Yutuculuk (a),
- Yansıtıcılık (r),
- Geçirgenlik (τ) gibi optik ve
- Toplam ısı geçirme katsayısı (U),
- Saydırlık oranı (SO),
- Zaman geciktirmesi ve
- Genlik küçültme faktörü gibi ana termofiziksel özellikleri ile yapılmaktadır.

Bina kabuğu, bu parametrelerin termofiziksel özellikleri nedeniyle, iç ve dış ortam arasındaki ısı alışverişini etkilediği için, iklimsel konfor açısından büyük önem taşımaktadır.

4. KONUT BİNALARINDA ISITMA SİSTEMLERİNİN TASARIM PARAMETRELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA YÜKLERİNE ETKİSİNE İLİŞKİN ÇALIŞMA

Çalışmanın amacı, konutlarda farklı ısıtma sistemlerinin ve tasarım parametrelerinin ısıtma yüklerine etkisini enerji simülasyonları arcalığı ile belirlemektir. Çalışmada, ısıtma sistemlerinde yapılan değişikliklerin, mimari tasarım parametrelerinde yapılan değişikliklerle birlikte değerlendirilerek binanın ısıtma yükleri üzerinde ne oranda bir etkiye sahip olduğunu kıyaslanmıştır. Isıtma yüklerinin azaltılması kadar karbondioksit salım miktarlarında sağlanacak azalış da değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmanın adımları aşağıdaki başlıklarla açıklanmıştır.

4.1 Isıtma Sistemlerine İlişkin Verilerin Belirlenmesi

Çalışmada iklimsel konfor koşulların tanımlanmasında TS 825 [22] ve ASHRAE standartları [23] temel alınmıştır. Çalışmada ele alınan konut için iklim verileri İstanbul için ele alınmıştır.

Isıtma sisteminin seçimi

Konut binalarında ısıtma sistemlerinin tasarım parametrelerine bağlı olarak ısıtma yüklerine etkisinin incelendiği bu çalışmada Türkiye’de yaygın olarak kullanılan iki ısıtma sistemi seçilmiştir. Bunlardan biri radyatörle ısıtma diğeri ise zeminden ısıtma sistemidir.

- Radyatörle ısıtma sistemi:

Türkiye’de birçok konutta hala yaygın kullanımda olan duvardan radyatörlü ısıtma sistemi, çalışma kapsamında ele alınan ilk ısıtma sistemidir. Radyatörle sıcak sulu ısıtma sistemlerinde, ısıtılacak binanın içerisine ısıtıcı yüzeyi geniş cihazlar yerleştirilmektedir. Günümüzde çok yaygın olarak kullanılan kaloriferli, sıcak sulu ısıtma sistemlerinde sıcak su, kazanda ısıtılarak, tercihen pencere önünde konumlandırılmış radyatörlere üstten giriş yapar ve alttan çıkışı gerçekleştirerek boru içerisinde tekrar kazana döner. Dönen su sıcaklığı, giden sıcak suya göre ortalama

20°C daha azdır. En düşük dış hava sıcaklığına göre maksimum 90°C sıcaklıkta su radyatöre girmekte ve 70°C'de radyatörden çıkmaktadır. Radyatörlerde üst bölge alta oranla çok daha yüksek sıcaklıktadır. Çünkü radyatöre üstten giren sıcak su, alt bölüme inene kadar sıcaklığı azalmakta, ısınıp odanın havasına vermektedir. Isıtılan hava bir akışkan olarak kabul edildiğinde, radyatör petekleri arasında alttan üste doğru ısınan hava yükselmekte, konveksiyonla ısı transferi gerçekleşmektedir. Radyatörlerin verdiği toplam ısının % 80'i konveksiyon, % 20'si de radyasyon yoluyla oda havasına geçiş yapmaktadır. Bu geçiş sırasında gerçekleşen hava akımı sayesinde binanın mevcut havası radyatör aracılığıyla istenilen sıcaklığa kadar ısıtılmış olmaktadır.

Radyatörlerin yerleştirilmesinde;

- İç duvarlar yerine pencere altında konumlandırılmasına,
- Duvardan minimum 5 cm ve tabandan 7 cm uzaklıkta olmasına
- Radyatörlerin önleri, yanları veya üstlerinin dekorasyon amacıyla kapatılmamasına
- Radyatör önünde engelleyici perdenin bulunmamasına ve
- Dış cephe yalıtımının ilgili standartlara uygun bir biçimde sağlanmasına dikkat edilmelidir.

Aksi takdirde verim açısından oldukça büyük kayıplar söz konusu olabilmektedir [24].

- Zeminden ısıtma sistemi:

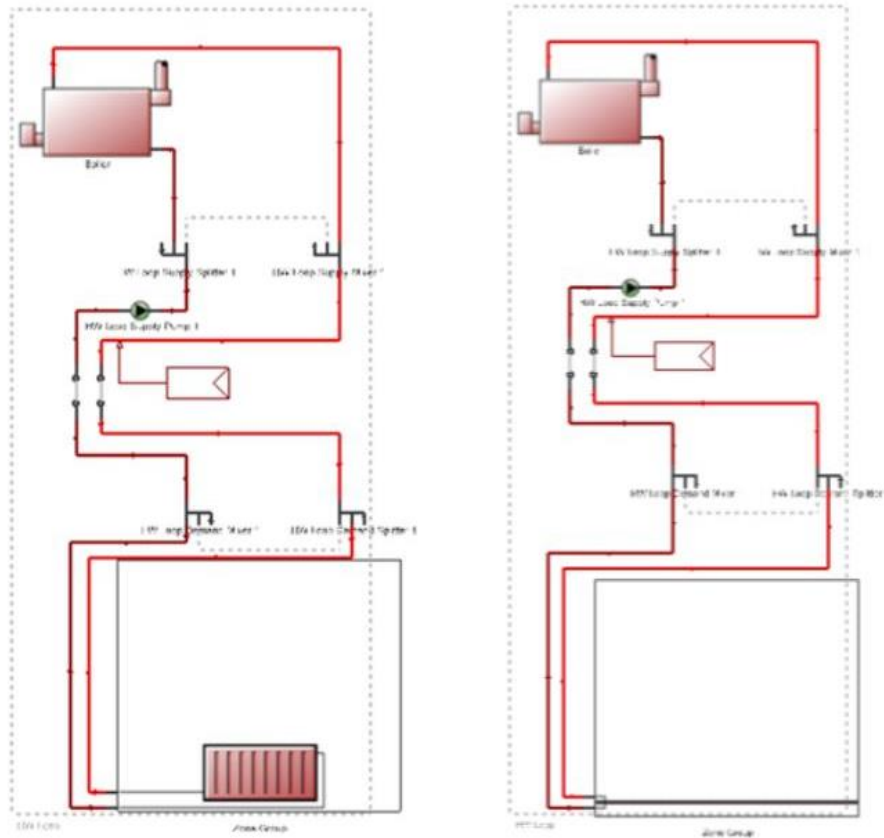
Radyatörlü ısıtma sistemlerine en önemli alternatif olarak kullanılmaya başlanmış olan zeminden ısıtma sistemleri ise çalışma kapsamında incelenmiş diğer alternatiftir. Özellikle yeni yapılan konut projelerinde sıklıkla tasarlanmaya başlanmış bu yeni mekanik sistem, alışlagelmiş radyatörle ısıtma sistemlerine güçlü bir alternatif olarak görülmektedir. Zeminden ısıtma sistemlerinde sıcak su boruları, döşeme biçimine ve boru aralığına göre döşendikten sonra her bir ağız kollektöre bağlanır. Kollektörün yeri, yerden ısıtma borusu döşenecek tüm mekânlara uygun uzaklıkta olacak şekilde tespit edilmelidir. Her bir grup ayrı bir vana ile kontrol edilir. Büyük bir mekân, birden fazla grupla ısıtılabilir. Bu çalışmada yürütülen simülasyonlar için 100 m² taban alanına sahip bina ele alınacaktır ve sistem tek bir

ısıtma grubu olarak oluşturulmuştur. Radyatörle ısıtma sistemleri için esas alınan 90°C su girişi, zeminden ısıtma sistemleri için maksimum 40°C giriş sıcaklığı olacak şekilde düşürülecektir.

Düşük sıcaklıkta çalışma prensibi sayesinde enerji verimliliği sağlayan zeminden ısıtma sistemlerinin farklı avantajları da aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir;

- Dekoratifdir, bina içinde görsel anlamda problem yaratmaz.
- Binanın kullanım alanını azaltmaz.
- Bina içerisinde homojen ısı dağılımına olanak sağlar, konforu yükseltir.
- Zemine döşenen ekstra tabaka sayesinde katlar arasında ısı ve ses yalıtımı sağlanır.
- Boruların servis ömrü işletme sıcaklığı ve basıncına göre 50 yıla kadar çıkabilmektedir.

Designbuilder simülasyon programı içerisinde kurulumu yapılmış olan ısıtma sistemlerine ait şemalar Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Radyatörle (sağda) ve zeminden (solda) ısıtma sistemlerinin kurulumu.

Isıtma sistemi yakıtının seçimi

Her iki sistem için de borularda dolaştırılacak olan sıcak su, yakıt olarak doğalgaz kullanan kazanlar tarafından ısıtıldığı kabul edilmiştir. Sistemlerin çalışma şartları birbirinden farklı da olsa yanıtıcı sonuçların gözlemlenmesini önlemek adına aynı özellikte yakıtlar kullanıldığı varsayılmıştır.

4.2 Konut Binalarında Isıtma Yüklerini Etkileyen Tasarım Parametrelerine İlişkin Verilerin Belirlenmesi

Fiziksel çevre tasarım parametreleri

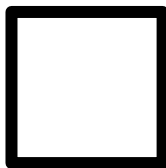
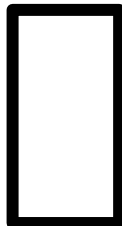

Fiziksel çevre tasarım parametreleri; iklim, doğal ışık ve topografik koşullardan meydana gelmektedir. Konut binalarında ısıtma sistemlerinin tasarım parametrelerine bağlı olarak ısıtma yüklerine etkisine ilişkin yapılan bu çalışmada fiziksel çevre tasarım parametrelerinin tamamı sabit (her bir alternatif için birebir aynı) tutulacaktır. Tüm senaryolar için ışınlım, sıcaklık, nem ve rüzgar değerleri DesignBuilder programına tanımlanmış İstanbul_Atatürk istasyonu verilerinden yararlanılarak simülasyonlara entegre edilecektir.

Yapma çevre tasarım parametreleri

- Bina Formu:

Çalışmada ele alınan binanın 100 metrekare taban alanı ve 3 metre yüksekliğe sahip olduğu varsayılmıştır. Örnek bina incelemesinde kullanılan bina formu alternatifleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Örnek bina için incelenen formlar.

Biçim faktörü (genişliğin derinliğe oranı)	Kare 1:1	Dikdörtgen 1:2	Dikdörtgen 2:1
Form			

Ele alınan bu örnek bina için simülasyonlar eş hacme sahip 3 farklı form alternatifi ile gerçekleştirilecektir. Bina formları Çizelge 4.1 'de görüldüğü gibi 3 farklı biçim faktörü (genişliğin derinliğe oranı) için ele alınmıştır.

- Bina Kabuğuna ait Optik ve Termofiziksel Özellikler:

Bina cephesinden kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının incelenebilmesi için dış duvarlara ait optik ve termofiziksel özellikler detaylıca belirlenmelidir. Bu çalışmada duvar katmanlaşmasının ve özelliklerinin tanımlanması TS 825 standardınca [22] belirlenmiş minimum değerlerin esas alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Dış duvar için iki farklı malzeme alternatifi değerlendirilmiş ve ısıtma yükü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında dış duvarda içten dışa doğru 1,5 cm alçı sıva, duvar malzemesi, 7 cm EPS yalıtımı ve 3 cm çimento sıva kullanılmıştır.

Duvar malzemesi olarak birim ağırlığı az ve çok olmak üzere iki farklı malzeme değerlendirmeye alınmıştır. İlk alternatif olarak 15 cm gazbeton malzeme, ikinci alternatif olaraksa 50 cm taş malzeme kullanılmıştır.

Dış duvar katmanlaşmasına ait detaylı bilgiler Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : Dış duvar katmanlaşma detayı.

Malzeme	Isı iletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	Kalınlık d (m)	Toplam Isı Geçirme Katsayısı U (W/m ² K)
Gazbeton Duvar	Çimento Sıva	0,030	0,301
	EPS Yalıtım	0,070	
	Gazbeton	0,150	
	Alçı sıva	0,015	
Taş Duvar	Çimento Sıva	0,030	0,464
	EPS Yalıtım	0,070	
	Taş duvar	0,500	
	Alçı sıva	0,015	

Zemin için iki farklı ısıtma sistemi için uygun olan zemin katmanlaşması oluşturulmuştur. Her iki sistem için de kullanılan malzeme çeşitlerine ve özelliklerine ait bilgiler Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 : Zemin katmanlaşma detayı.

	Malzeme	Isı iletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	Kalınlık d (m)	Toplam Isı Geçirme Katsayısı U (W/m ² K)
Zemin Döşemesi (Radyatörlü Isıtma Sistemi)	Blokaj	0,36	0,15	0,57
	Grobeton	2,50	0,12	
	Düzeltilme Şapı	1,40	0,05	
	EPS Yalıtım	0,04	0,25	
	Koruma Betonu	0,72	0,05	
	Ahşap Parke	0,14	0,01	
Zemin Döşemesi (Zeminden Isıtma Sistemi)	Blokaj	0,36	0,15	0,57
	Grobeton	2,50	0,12	
	Düzeltilme Şapı	1,40	0,05	
	EPS Yalıtım	0,04	0,25	
	Koruma Betonu	0,72	0,05	
	Isıtma sistemi boruları		0,05	
	Ahşap Parke	0,14	0,01	

Radyatörden farklı olarak zeminden ısıtma sisteminde ısıtma sistemi boruları içten ikinci katmana yerleştirilmiştir. Zemin döşeme özellikleri yukarıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Bina kabuğunu meydana getiren saydam bileşenlerinin optik ve termofiziksel özelliklerini belirlerken Türkiye'de kullanımı en çok tercih edilmeye başlanan çift camlı pencere sistemlerinin özellikleri kabul olarak alınmıştır. Pencere doğramaları ahşap olarak tanımlanmış ve farklı cam alternatifleriyle 3 ayrı senaryo oluşturulmuştur.

Birinci senaryoda 3mm/13mm argon dolgulu çift cam (DblArg), ikinci senaryoda 3mm/13mm argon dolgulu lowE kaplamalı çift cam (ArgLowE) ve üçüncü senaryoda ise 3mm/13mm argon dolgulu üçlü cam (TrpArg) 150 cm yükseklikte olacak şekilde kullanılmıştır. Saydam bileşenlerin bina üzerindeki etkileri dış cephenin saydamlık oranında yapılacak değişikliklerle incelenecektir. %30, %40, %50 %60 ve %70 saydamlık oranlarının her bina formu için inceleneceği çalışmada pencere açıklıkları ısıtma yükü açısından en kritik cephe olan güney cephe üzerinde farklı senaryolar oluşturacak şekilde değiştirilecektir. Saydamlık oranlarının değişimini daha sağlıklı inceleyebilmek adına doğu, batı ve kuzey cepheye ait saydamlık oranları %0 kabul edilmiştir.

Pencerelere ait özellikler Çizelge 4.4'te belirttikleri gibidir;

Çizelge 4.4 : Üç farklı cam alternatifine ait özellikler.

Pencere Camı	Kalınlık (cm)	U değeri (W/m²K)
Argon gazı dolgulu çift cam (Dbl Arg)	3-13-3	2,673
Low E kaplamalı Argon gazı dolgulu çift cam (Dbl Arg Low E)	3-13-3	1,370
Argon gazı dolgulu üçlü cam (Trp Arg)	3-13-3-13-3	1,734

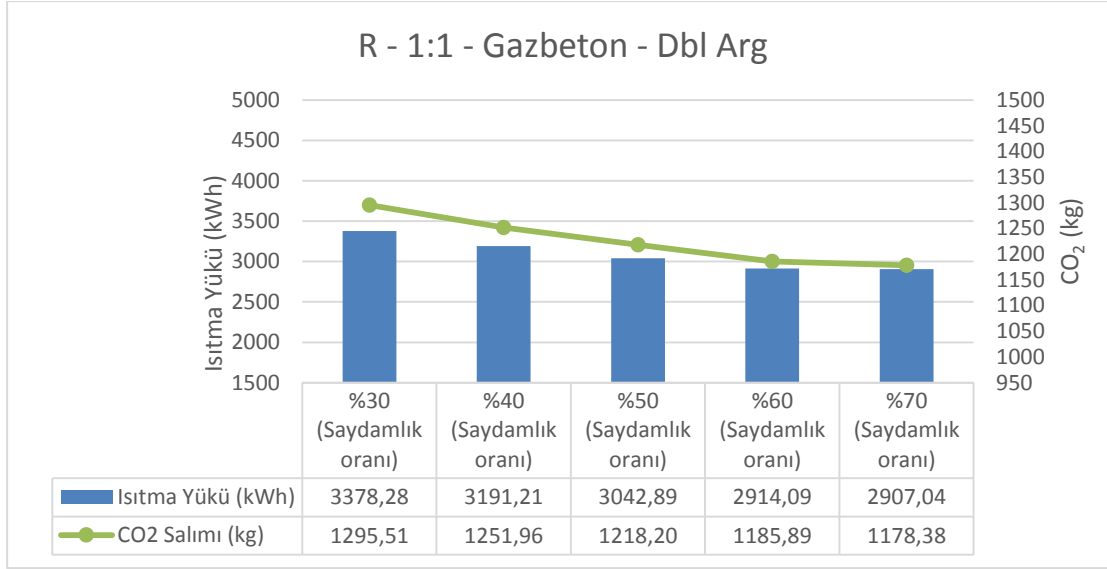
4.3 Isıtma Yüklerinin Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması

Geliştirilen farklı alternatifler için enerji simülasyonları sonucunda belirlenen ısıtma yükü değerleri (kWh) ve CO₂ salım miktarları (kg) karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Değerlendirmeler, her bir bina için tüm saydamlık oranlarını içeren 36 farklı grafik üzerinden gerçekleştirilmiştir.

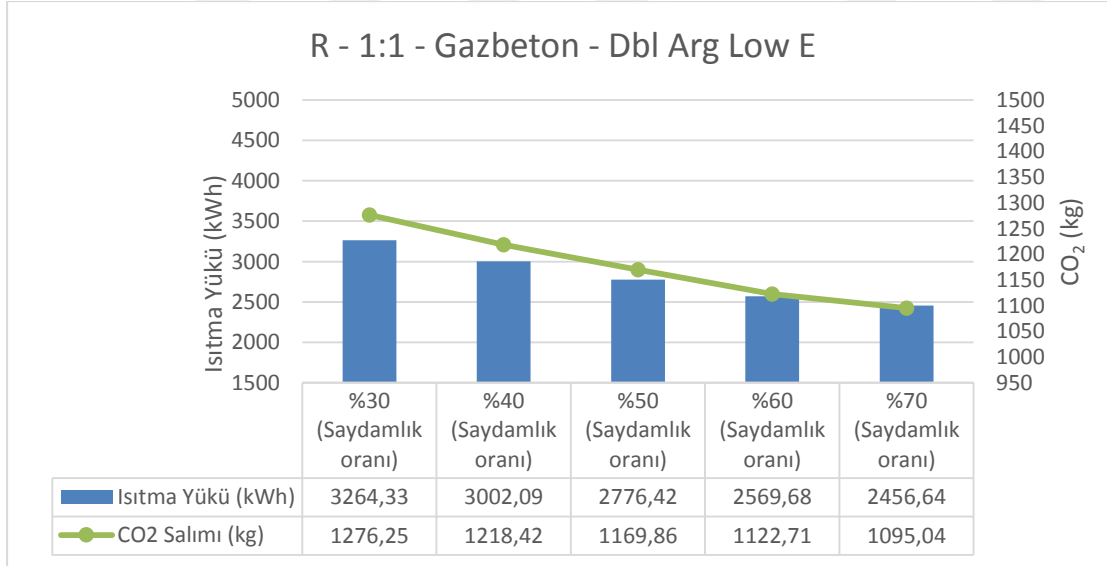
Tüm bina alternatiflerine ait çıktılar aşağıda belirttikleri gibidir;

- Radyatörle ısıtma sistemine sahip 1:1 formda binaya ait veriler Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



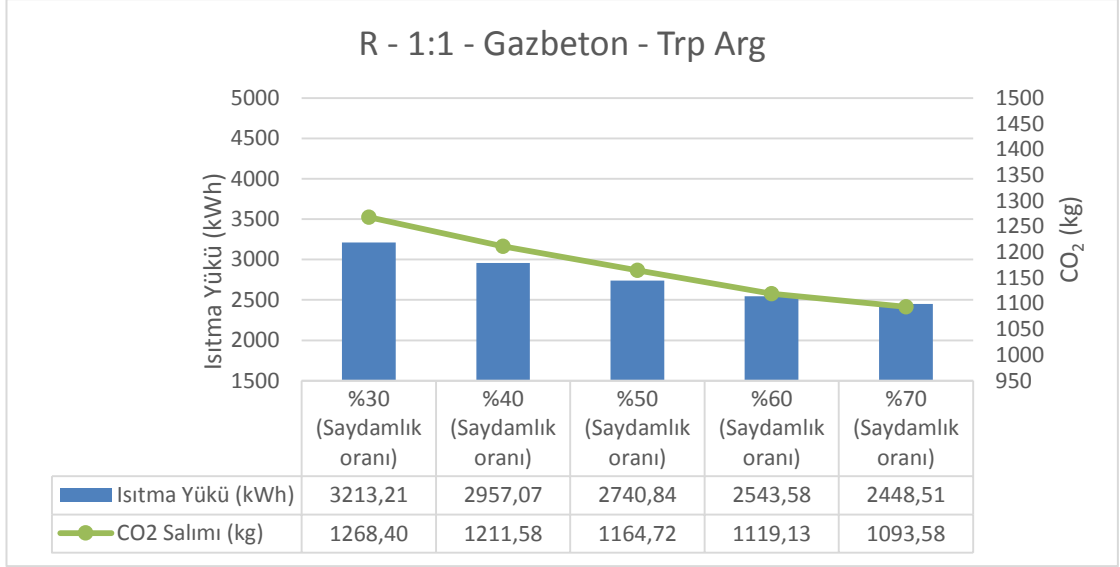
Şekil 4.2 : R - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Dış duvar malzemesinin 15 cm gazbeton olarak seçilmesi ve güney cephede argon gazı dolgulu çift cam kullanılması durumunda binanın ısıtma yükleri saydamlık oranlarına bağlı olarak 3378,28 kWh ile 2907,04 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise binanın ısıtma yüküyle doğru orantılı olarak değişmiş ve %30 saydamlık oranı için yıllık 1295,51 kg iken 1178,38 kg' a düşmüştür.



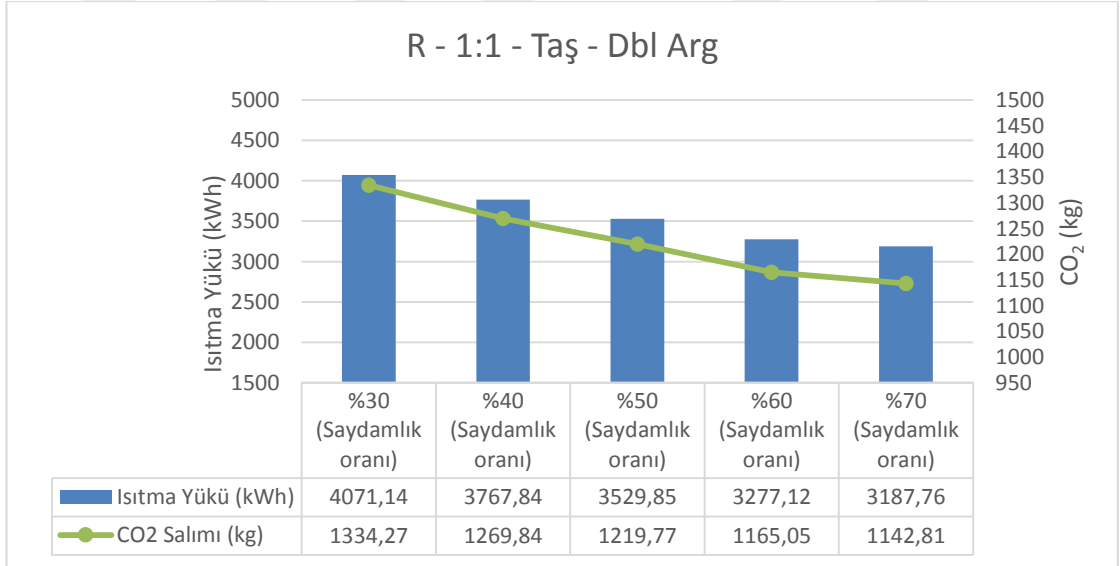
Şekil 4.3 : R - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

Dış duvar malzemesinin 15 cm gazbeton olarak seçilmesi ve güney cephede Low E özellikli argon gazı dolgulu çift cam kullanılması durumunda ısıtma yükü saydamlık oranlarına bağlı olarak 3264,33 kWh ile 2456,64 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise binanın ısıtma yüküyle doğru orantıda seyretmiş ve %30 saydamlık oranında yıllık 1276,25 kg iken 1095,04 kg' a düşmüştür.



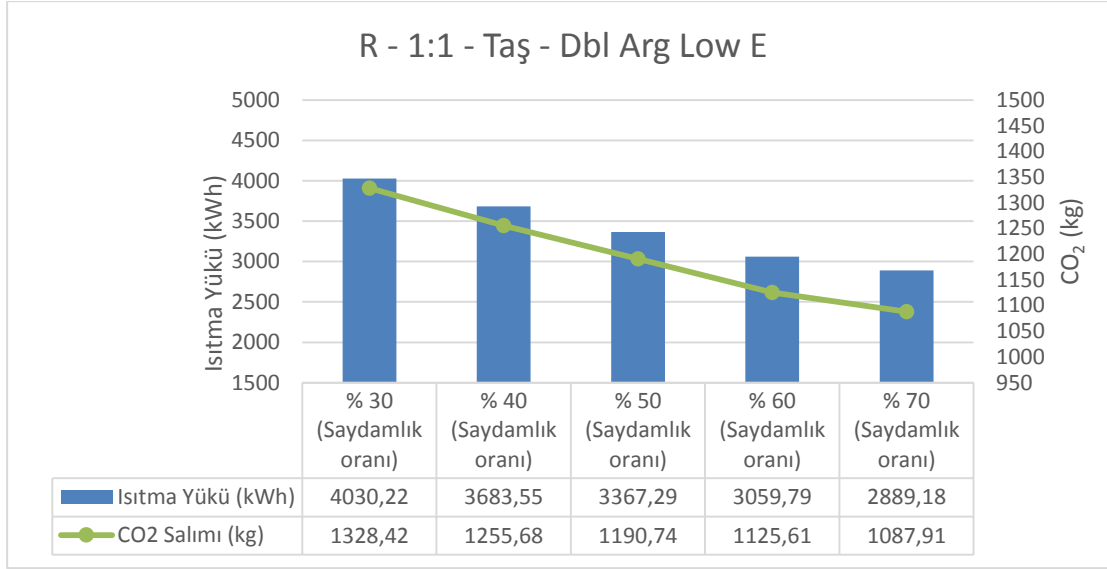
Şekil 4.4 : R - 1:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

Dış duvar malzemesinin 15 cm gazbeton olarak seçilmesi ve güney cephede argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılması durumunda ısıtma yükleri saydamlık oranlarına bağlı olarak 3213,21 kWh ile 2448,51 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise binanın ısıtma yüküyle doğru orantıda değişmiş ve %30 saydamlık oranında yıllık 1268,40 kg iken 11096,58 kg' a düşmüştür.



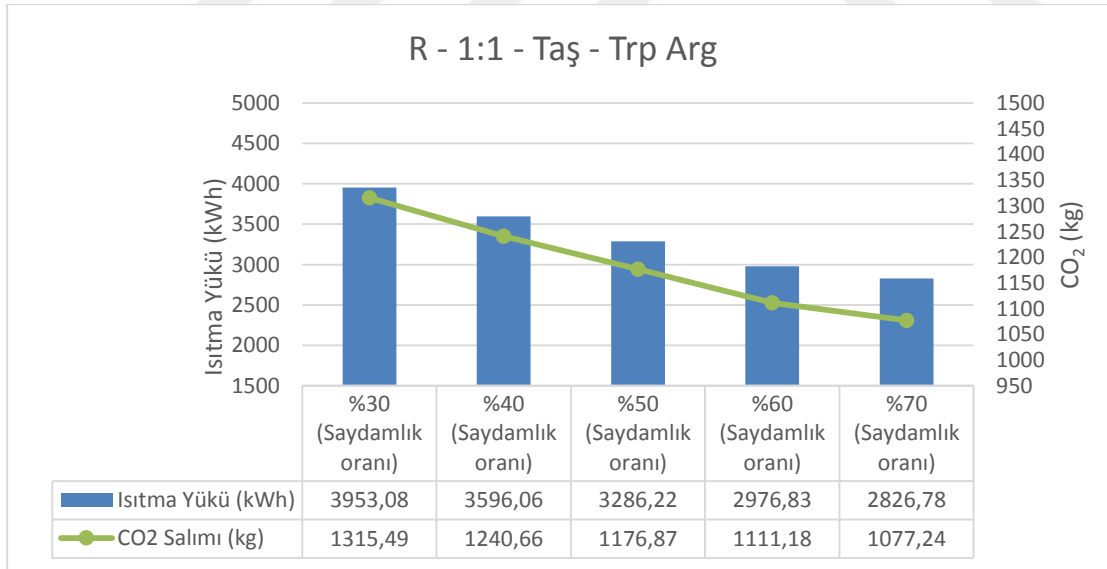
Şekil 4.5 : R - 1:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Gazbetona alternatif olarak seçilen 50 cm taş duvar malzemeli senaryoda binanın ısıtma yükü 4071,14 kWh ile 3187,76 kWh değerleri arasındadır. %30 ve %70 saydamlık oranları arasında binanın CO₂ salım değeri 191,46 kg azalış göstermiştir.



Şekil 4.6 : R - 1:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

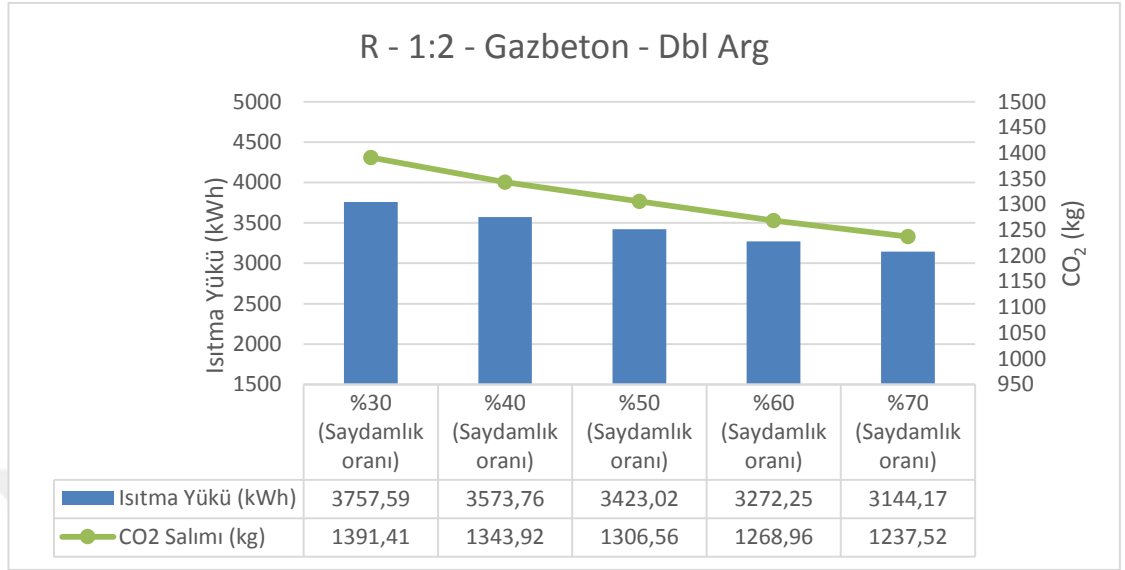
Dış duvar malzemesinin 50 cm taş olarak seçilmesi ve güney cephede Low E özellikli argon gazı dolgulu çift cam kullanılması durumunda ısıtma yükleri saydamlık oranlarına bağlı olarak 4030,22 kWh ile 2889,18 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise %30 saydamlık oranında yıllık 1328,42 kg iken %70 için 1087,91 kg değerine düşmüştür.



Şekil 4.7 : R - 1:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

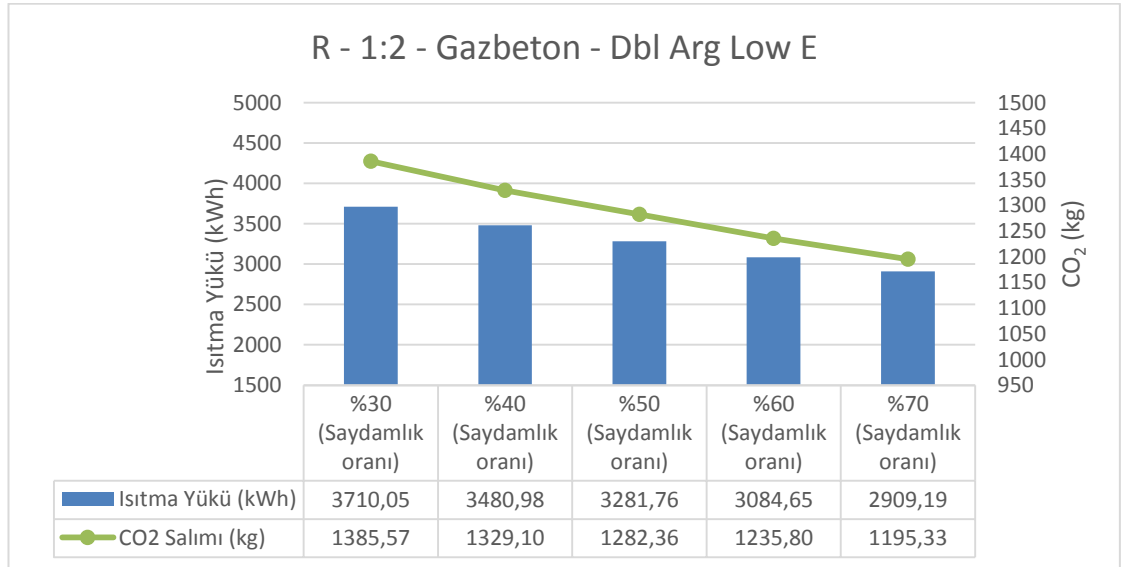
50 cm taş duvar kullanılarak oluşturulan dış duvar ile güney cephede argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılması durumunda binanın ısıtma yükleri saydamlık oranlarına bağlı olarak 3953,08 kWh ile 2826,78 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise %30 saydamlık oranında yıllık 1328,42 kg iken %70 saydamlık oranı sağlandığında 1087,91 kg' a düşmüştür.

- Radyatörle ısıtma sistemine sahip 1:2 formda binaya ait veriler Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.8 : R - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

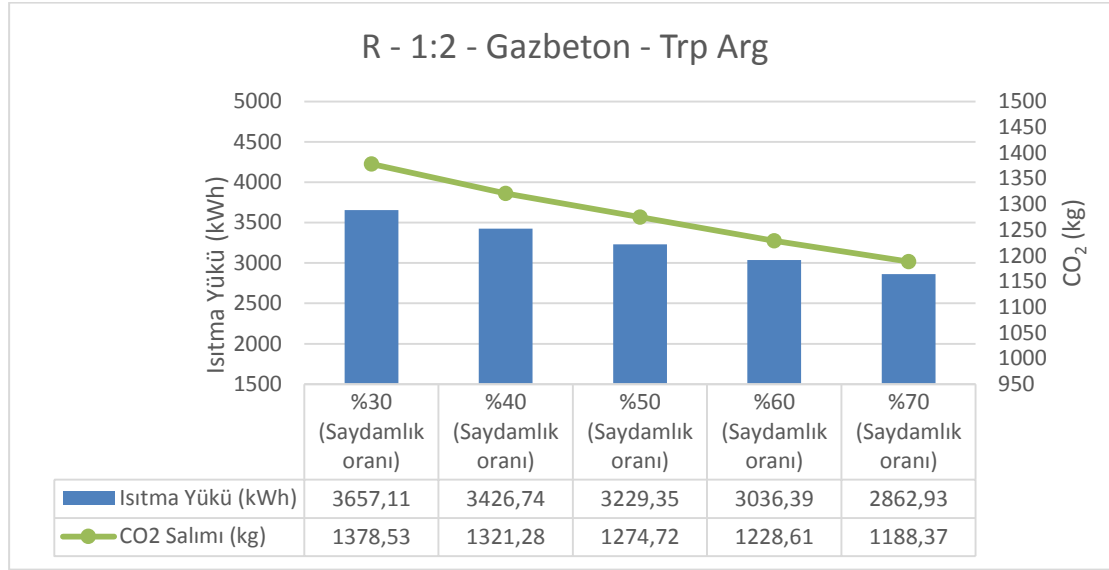
Duvar malzemesinin 15 cm gazbeton olarak seçildiği ve güney cephesinin argon gazı dolgulı çift cam olduğu 1:2 formlu binanın ısıtma yükleri %30 saydamlık oranı için 3757,59 kWh iken %70 saydamlık oranında 3144,17 kWh'tir. CO₂ salımı ise %30 saydamlık oranında yıllık 1391,41 kg iken 1237,52 kg' a düşmüştür.



Şekil 4.9 : R - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

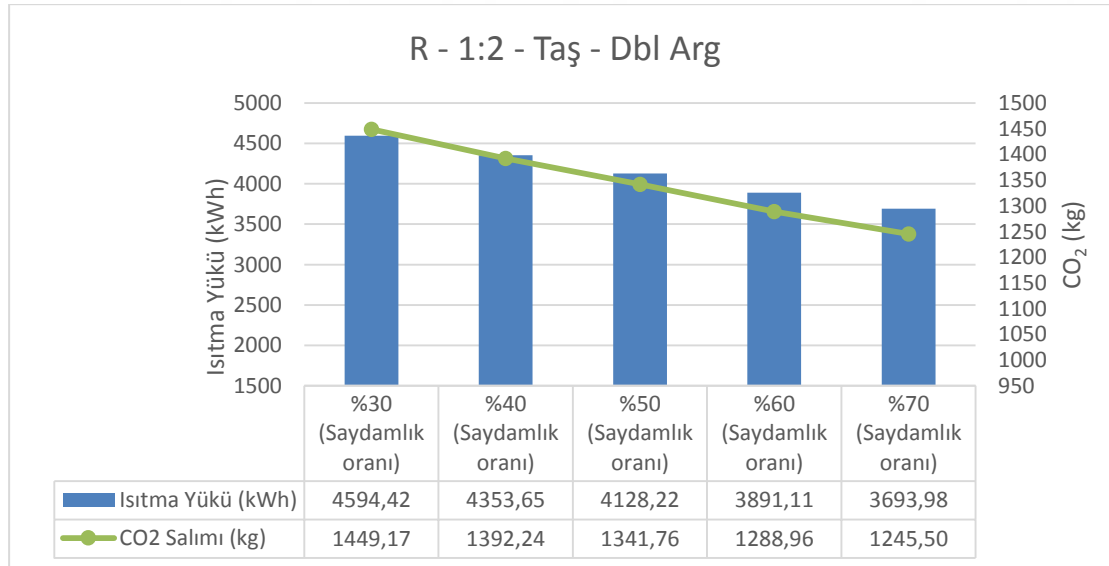
15 cm gazbeton katmanlı dış duvar ve LowE özellikli argon gazı dolgulı çift cam pencere seçimli binada yıllık ısıtma yükü %30 saydamlık oranı için 3710,05'tir. Bu

değer %70 saydamlık oranı için 2909,19 kWh değerine düşmüştür. Karbondioksit salım miktarı ise yıllık 19,02 kg azalmıştır.



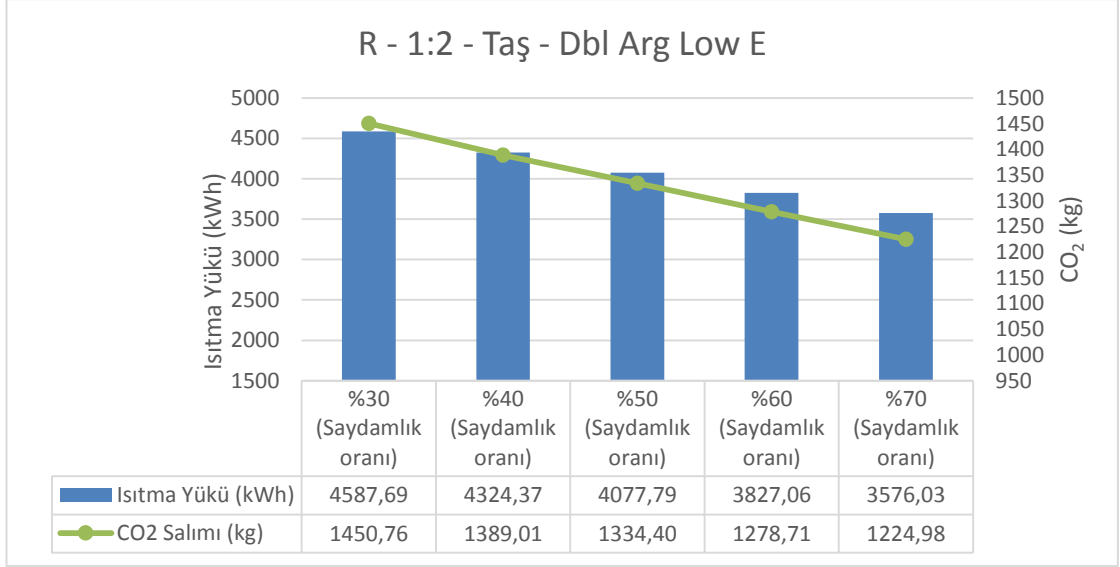
Şekil 4.10 : R - 1:2 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

Pencere için argon gazı dolgulu üçlü cam sisteminin seçildiği gazbeton duvar özelliklerine sahip binada ısıtma yükü 3657,11 kWh ile 2862,93 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise 19,02 kg azalmıştır.



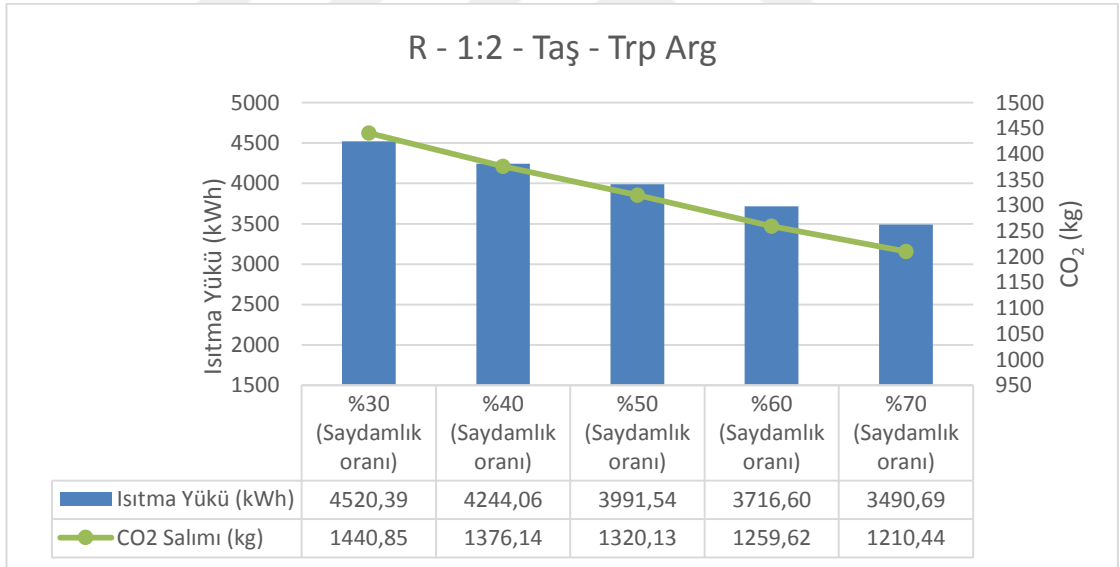
Şekil 4.11 : R - 1:2 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

50 cm taş duvar ve argon gazı dolgulu çift camlı bina senaryosunda ısıtma yükü 4594,42 kWh ile 3693,98 kWh değerleri arasındadır. %30 ve %70 saydamlık oranları arasında binanın CO₂ salım değeri 1449,17 kg'dan 1245,50 kg değerine düşmüştür.



Şekil 4.12 : R - 1:2 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

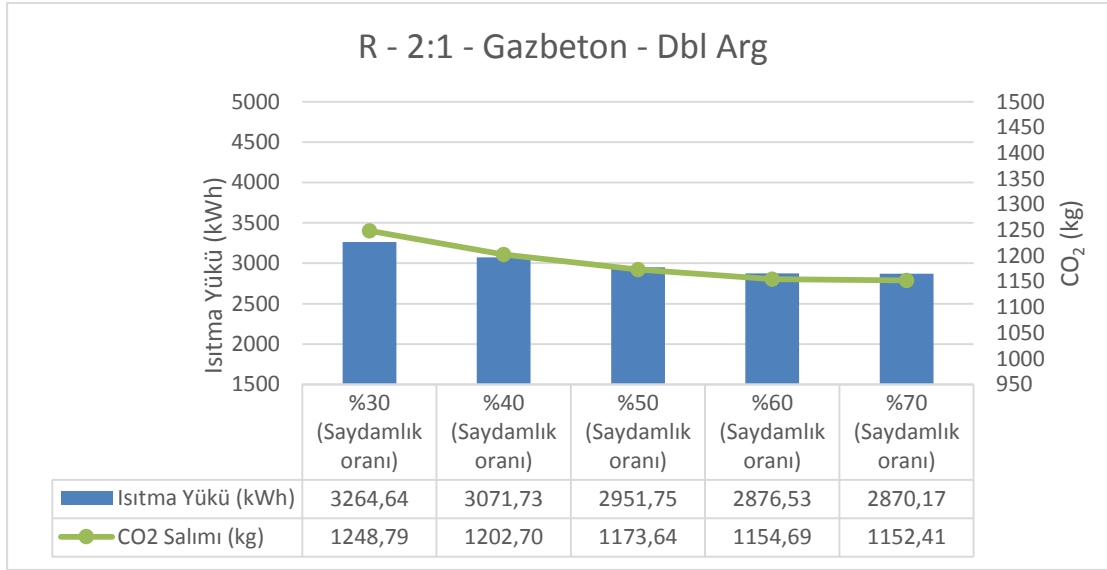
LowE özellikli argon gazı dolgulu çift cam pencere ve 50 cm taş duvar senaryosunda binanın ısıtma yükü 1011,66 kWh azalma göstermiştir. CO₂ salımı saydamlık oranının %30'dan %70'e çıkarılmasıyla yıllık 225,78 kg azalmıştır.



Şekil 4.13 : R - 1:2 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

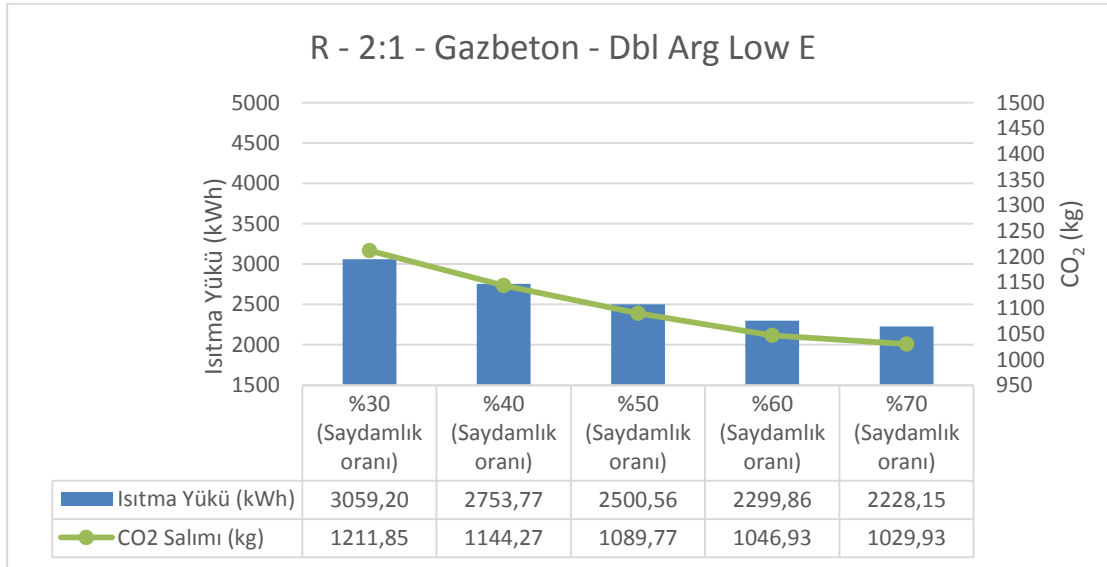
50 cm taş duvar kullanılarak oluşturulan dış duvar senaryosu ile güney cephede argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılması durumunda ısıtma yükleri saydamlık oranlarına bağlı olarak 1029,70 kWh azalma göstermiştir. CO₂ salımı ise %30 saydamlık oranında yıllık 1440,85 kg iken %70 saydamlık oranı sağlandığında 1210,44 kg' a düşmüştür.

- Radyatörle ısıtma sistemine sahip 2:1 formda binaya ait veriler Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da gösterilmiştir.



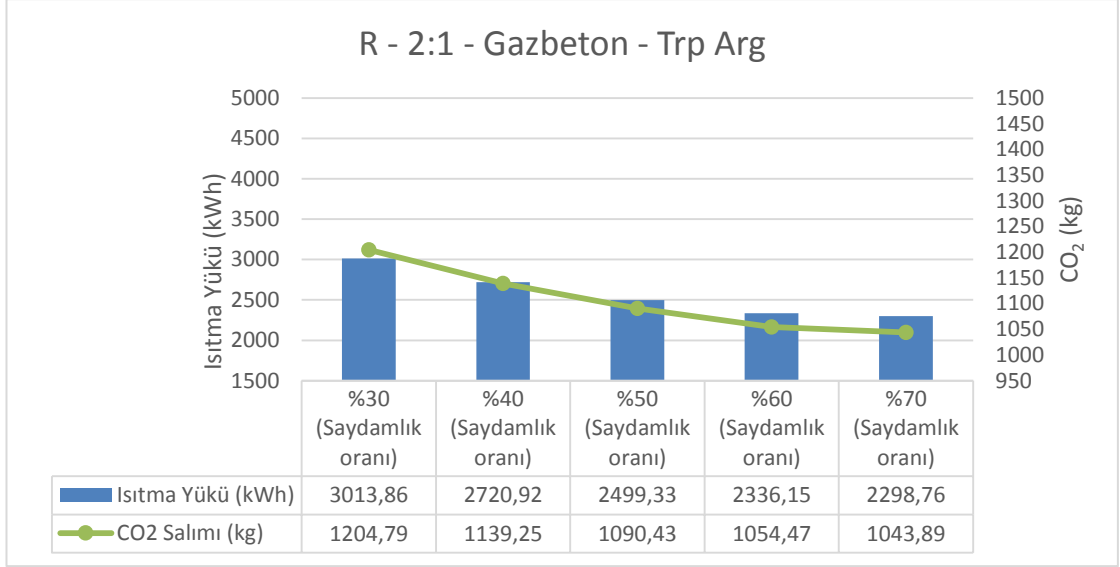
Şekil 4.14 : R - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Gazbeton duvar özellikleriyle argon gazı dolgulu çift cam pencerenin 2:1 form için değerlendirilmesi sonucu saydamlık oranının %30’dan %70’e çıkarılmasıyla, ısıtma yükünde 3,944 kWh azalış ve buna bağlı olarak, CO₂ salımında 96,38 kg azalış gözlemlenmiştir.



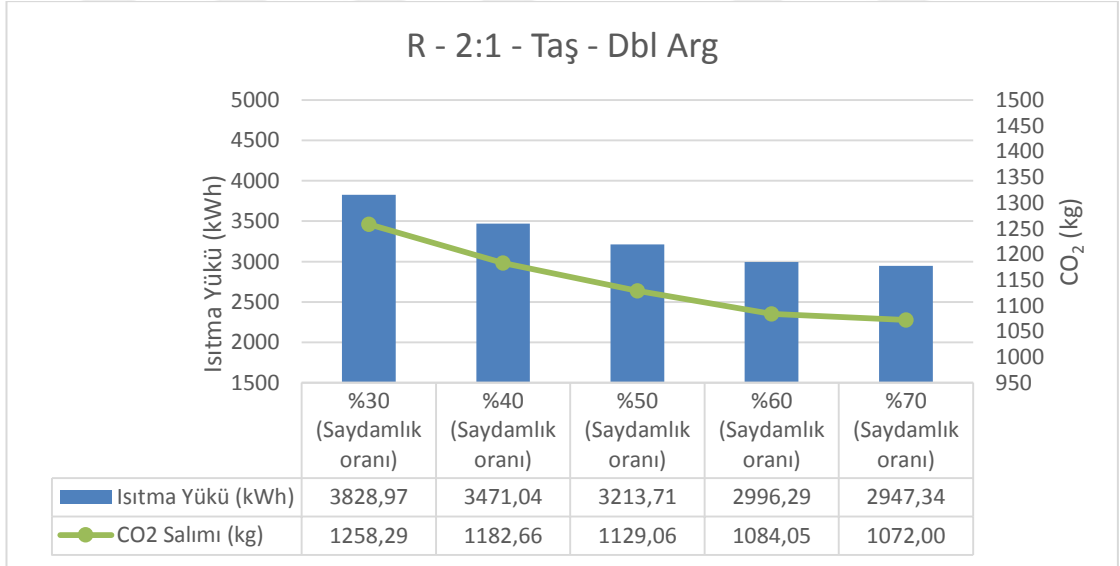
Şekil 4.15 : R - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

Yukarıdaki senaryo üzerinden yalnızca pencere camı değiştirilerek elde edilen binada ise ısıtma yükü 3059,20 kWh değerinden 2228,15 kWh değerine düşmüş, CO₂ salımı buna bağlı olarak 1211,85 kg’dan 1029,93 kg’a düşmüştür.



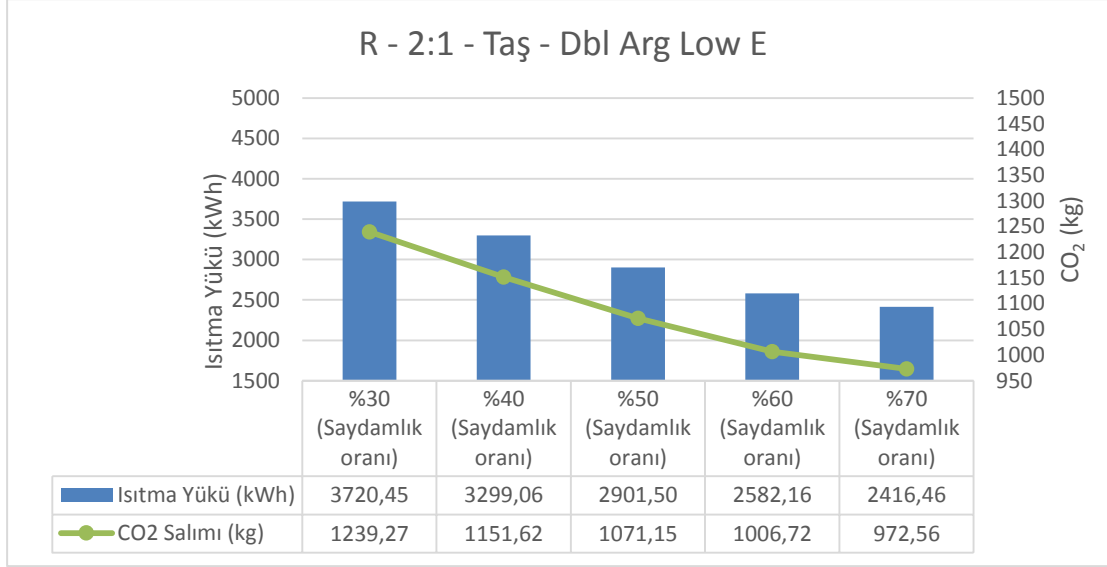
Şekil 4.16 : R - 2:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

Pencere için argon gazı dolgulu üçlü cam sisteminin seçildiği gazbeton duvar özelliklerine sahip 2:1 formda binada ısıtma yükü 3013,86 kWh ile 2298,76 kWh arasında değişim göstermiştir. Yine her alternatif için uygulanan %30 ve %70 saydamlık oranları bu bina için de uygulanmış CO₂ salımı %70 saydamlık oranında %30'a kıyasla 160,9 kg azalmıştır.



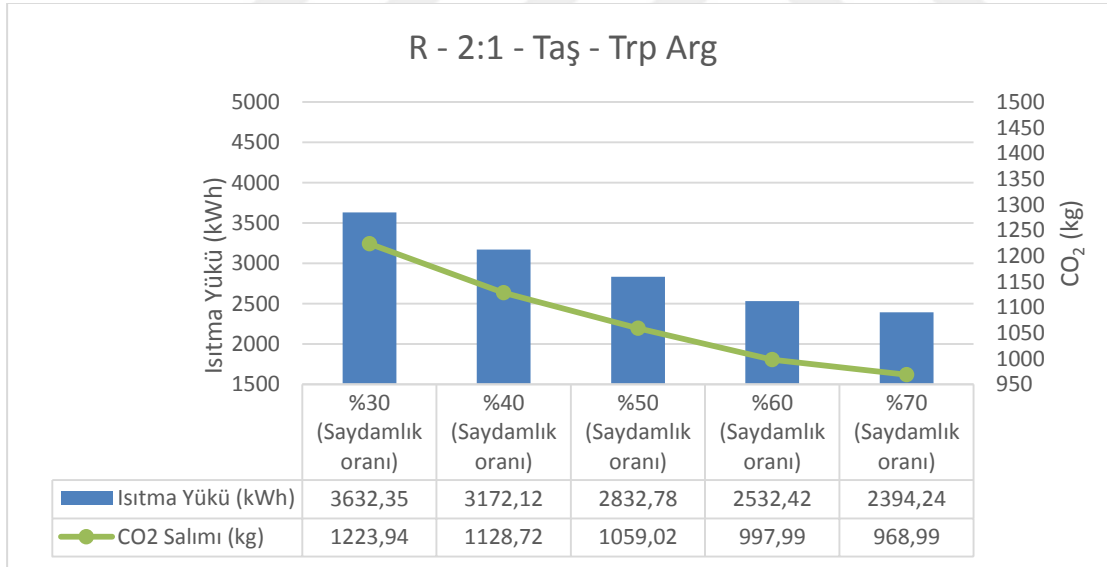
Şekil 4.17 : R - 2:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

50 cm taş duvar ve argon gazı dolgulu çift camlı bina senaryosunda ısıtma yükü 3828,97 kWh ile 2947,34 kWh değerleri arasındadır. CO₂ salımı saydamlık oranının %30'dan %70'e çıkmasıyla yıllık olarak 186,29 kg azalmıştır.



Şekil 4.18 : R - 2:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

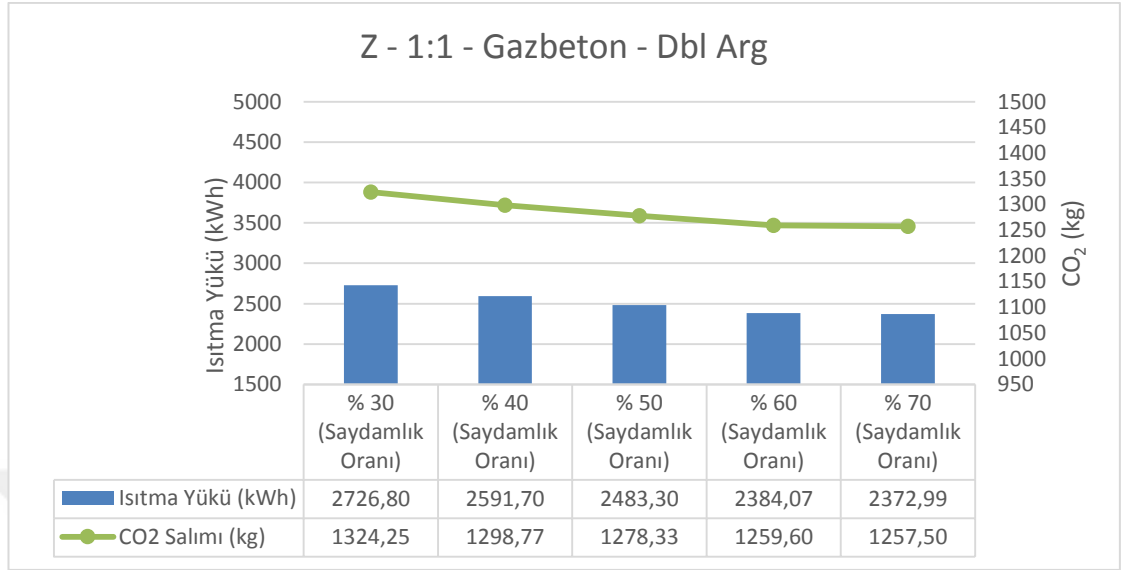
50 cm taş katmanlı dış duvar ve LowE özellikli argon gazı dolgulu çift cam pencereli binada yıllık ısıtma yükü %30 saydamlık oranı için 3720,45'tir. Bu değer %70 saydamlık oranı için 2416,46 kWh değerine azalmıştır. Karbondioksit salım miktarı yıllık 1239,27 kg'dan 972,56 kg'a düşmüştür.



Şekil 4.19 : R - 2:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

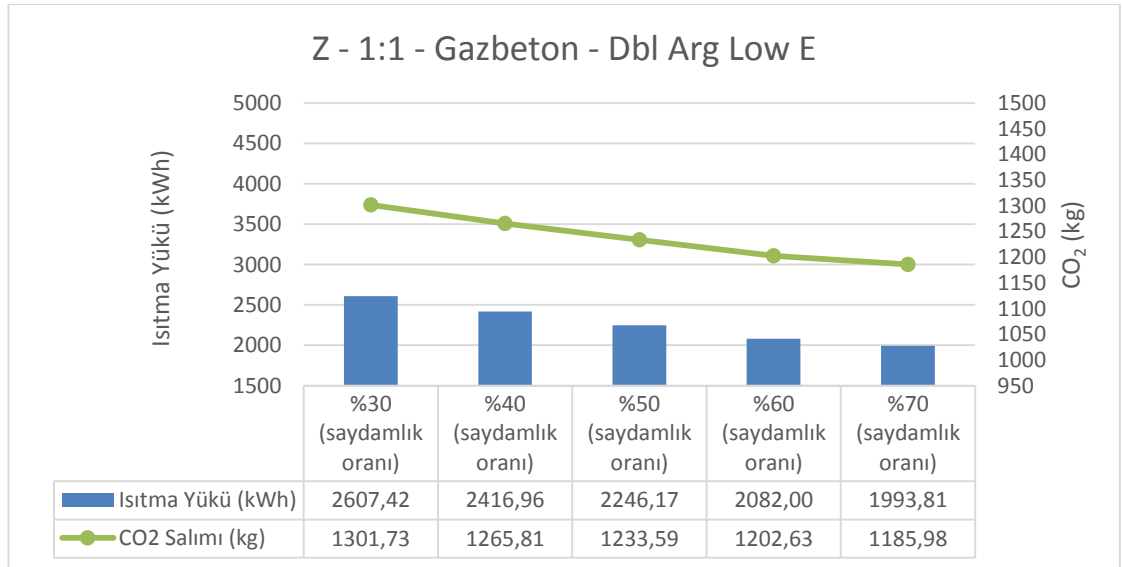
Argon gazı dolgulu üçlü cam sisteminin seçildiği taş duvar özelliklerine sahip 2:1 formulu binada ısıtma yükü 3632,35 kWh ile 2394,24 kWh arasında değişim göstermiştir. Yine her alternatif için uygulanan %30 ve %70 saydamlık oranları bu bina için de uygulanmış ve CO₂ salımının 254,95 kg azaldığı sonucuna varılmıştır.

- Zeminden ısıtma sistemine sahip 1:1 formda binaya ait veriler Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de gösterilmiştir.



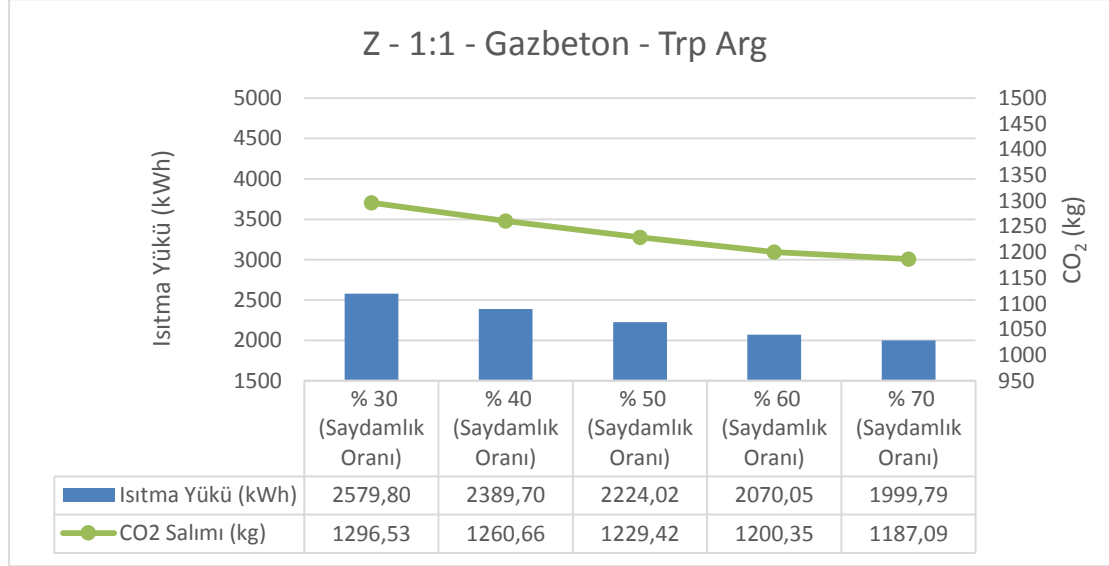
Şekil 4.20 : Z - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Dış duvar malzemesinin 15 cm gazbeton olarak seçilmesi ve güney cephede argon gazı dolgu çift cam kullanılması durumunda ısıtma yükleri %30 ile %70 arasında değişen saydamlık oranlarına bağlı olarak 2726,80 kWh ile 2372,99 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise binanın ısıtma yüküyle doğru orantıda değişmiş ve %30 saydamlık oranında yıllık 1324,25 kg iken %70 saydamlık oranında 1257,50 kg’ a düşmüştür.



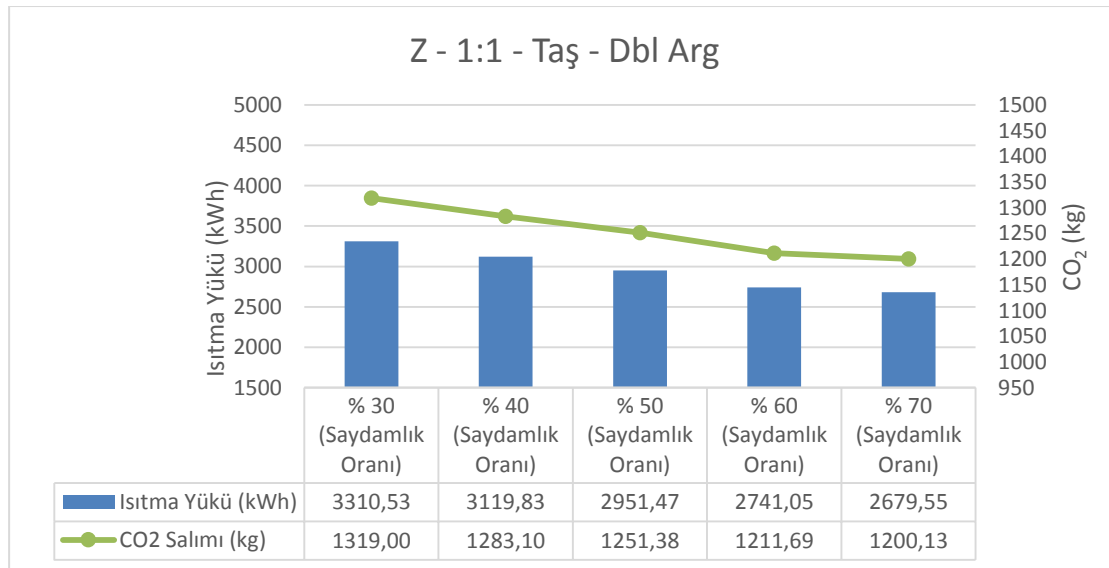
Şekil 4.21 : Z - 1:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

15 cm gazbeton içeren dış duvar malzemesinin seçilmesi ve güney cephede LowE özellikli argon gazı dolgulu çift cam pencere kullanılması durumunda ısıtma yükleri saydamlık oranlarına bağlı olarak 2607,42 kWh ile 1993,81 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise %30 saydamlık oranında yıllık 1301,73 kg iken %70 saydamlık oranında 1185,98 kg' a düşmüştür.



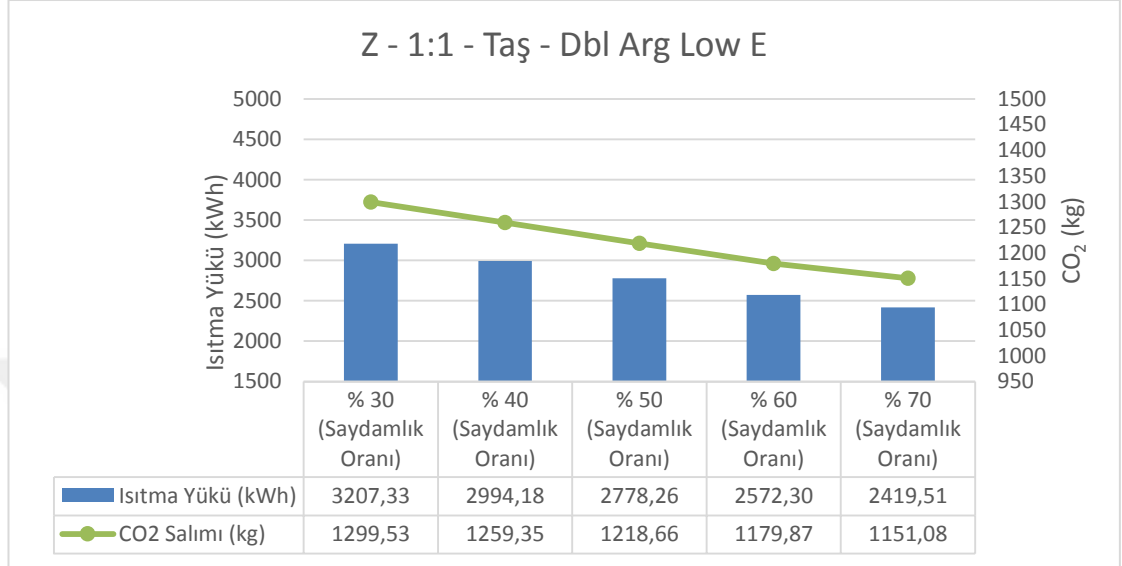
Şekil 4.22 : Z - 1:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

Argon gazı dolgulu üçlü cam sisteminin seçildiği gazbeton içerikli duvar özelliklerine sahip 1:1 formlu binada ısıtma yükü 2579,80 kWh ile 1999,79 kWh arasında değişim göstermiştir. %30 saydamlık oranı %70 saydamlık oranına çıkartıldığında CO₂ salımı 109,44 kg azalmıştır.



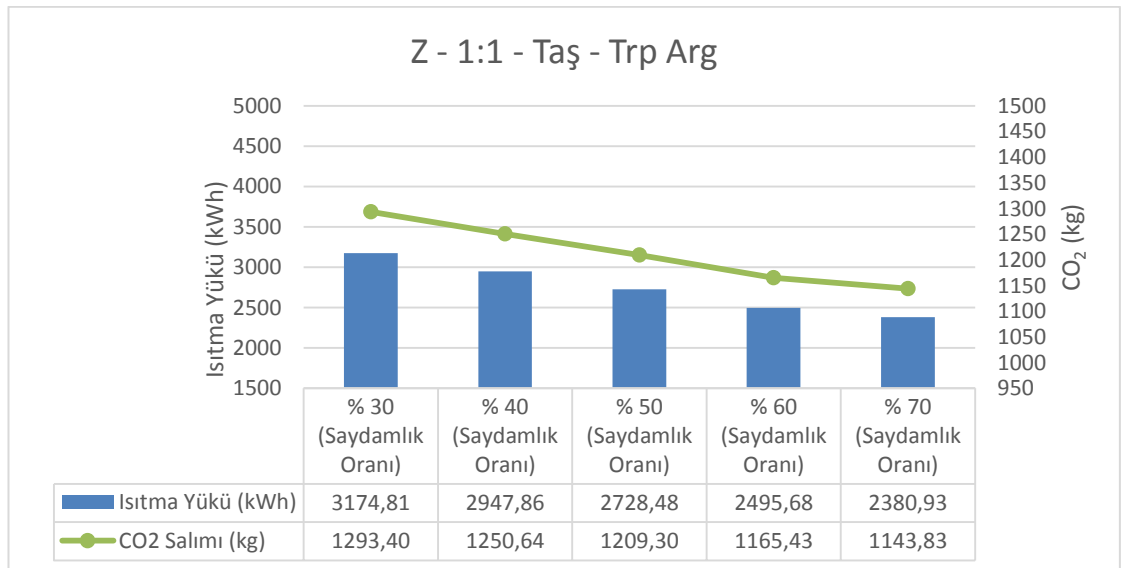
Şekil 4.23 : Z - 1:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Duvar malzemesinin 50 cm taş olarak seçildiği ve güney cephesinin Low E özellikli argon gazı dolgulu çift cam olduğu 1:1 formlu binanın ısıtma yükleri %30 saydamlık oranı için 3310,53 kWh iken %70 saydamlık oranında 2679,55 kWh'tir. CO₂ salımı %30'dan %70'e çıkarılan saydamlık oranıyla yıllık 118,87 kg düşüş göstermiştir.



Şekil 4.24 : Z - 1:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

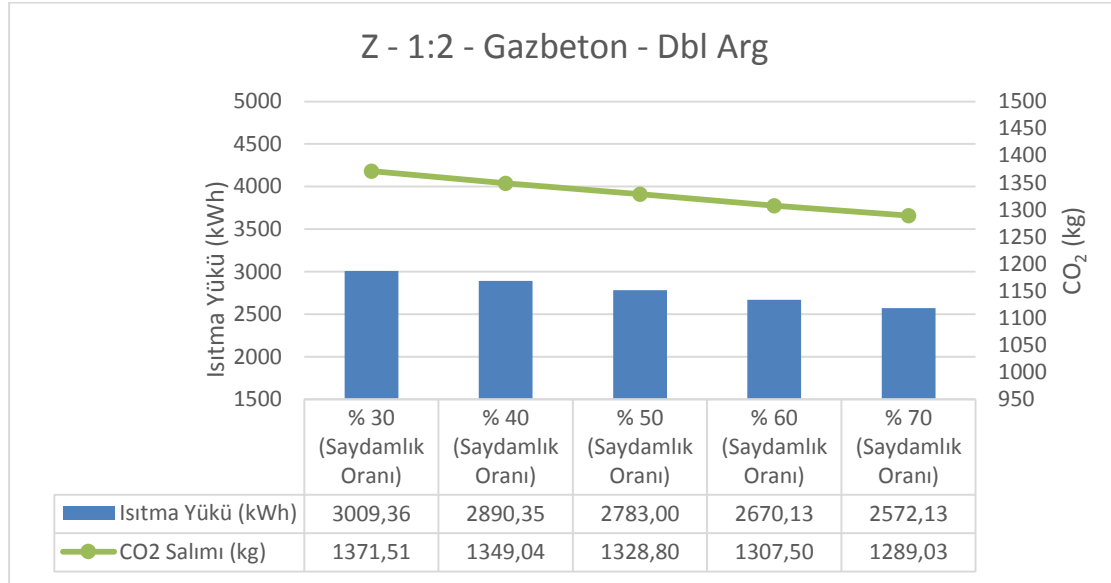
50 cm taş malzeme içerikli dış duvar malzemesinin seçilmesi ve güney cephede Low E özellikli ve argon gazı dolgulu çift cam kullanılması durumunda %30'dan %70'e çıkarılan saydamlık oranıyla ısıtma yükleri 787,82 kWh, CO₂ salımı ise 148,45 kg düşüş göstermiştir.



Şekil 4.25 : Z - 1:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

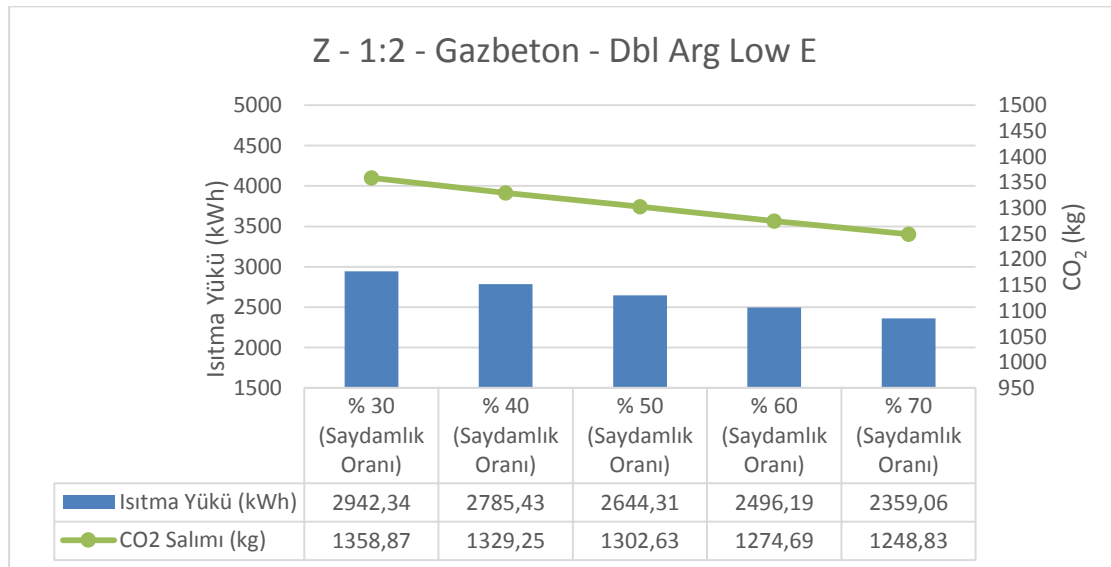
Argon gazı dolgulu üçlü cam sisteminin seçildiği taş malzeme içerikli duvar özelliklerine sahip binada ısıtma yükü %30 saydamlık oranından %70'e 793,88 kWh düşüş göstermiştir. CO₂ salımı ise 149,57 kg azalmıştır.

- Zeminden ısıtma sistemine sahip 1:2 formda binaya ait veriler Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30 ve Şekil 4.31'de gösterilmiştir.



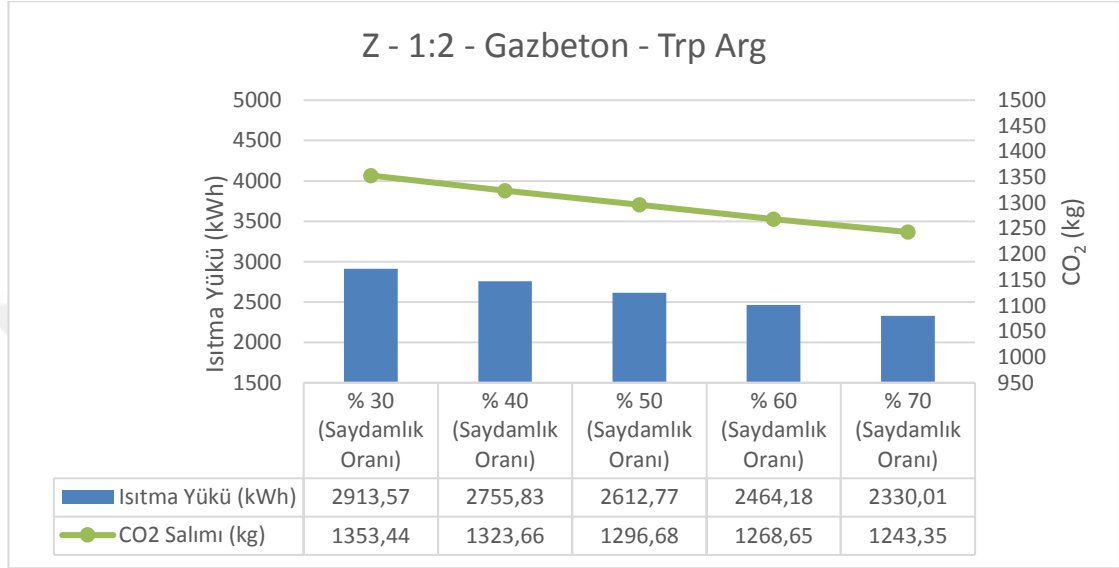
Şekil 4.26 : Z - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Dış duvar malzemesinin 15 cm gazbeton olarak seçilmesi ve güney cephede argon gazı dolgulu çift cam kullanılması durumunda ısıtma yükleri saydamlık oranının arttırılmasıyla 3009,36 kWh ile 2572,13 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salımı ise saydamlık oranının arttırılmasıyla yıllık 82,48 kg azalmıştır.



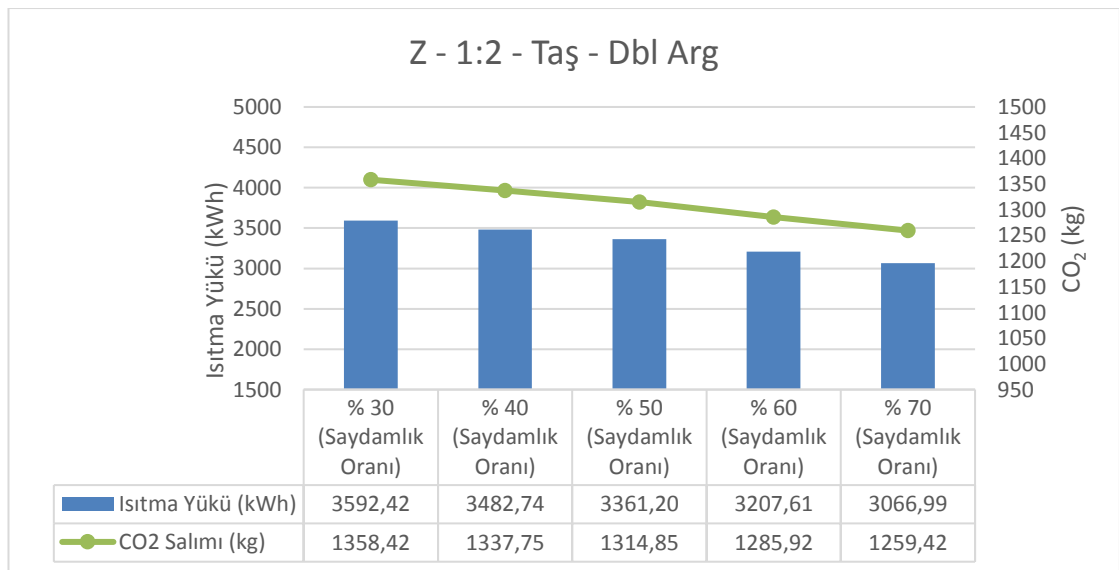
Şekil 4.27 : Z - 1:2 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

15 cm gazbeton malzeme içerikli dış duvar malzemesinin seçilmesi ve güney cephede argon gazı dolgulu LowE özellikli çift cam kullanılması durumunda ısıtma yükü saydamlık oranlarına bağlı olarak 2942,34 kWh'ten 2359,06 kWh değerine düşmüştür. CO₂ salımı ise %30 saydamlık oranından %70 saydamlık oranına geçişte yıllık olarak 110,04 kg düşüş göstermiştir.



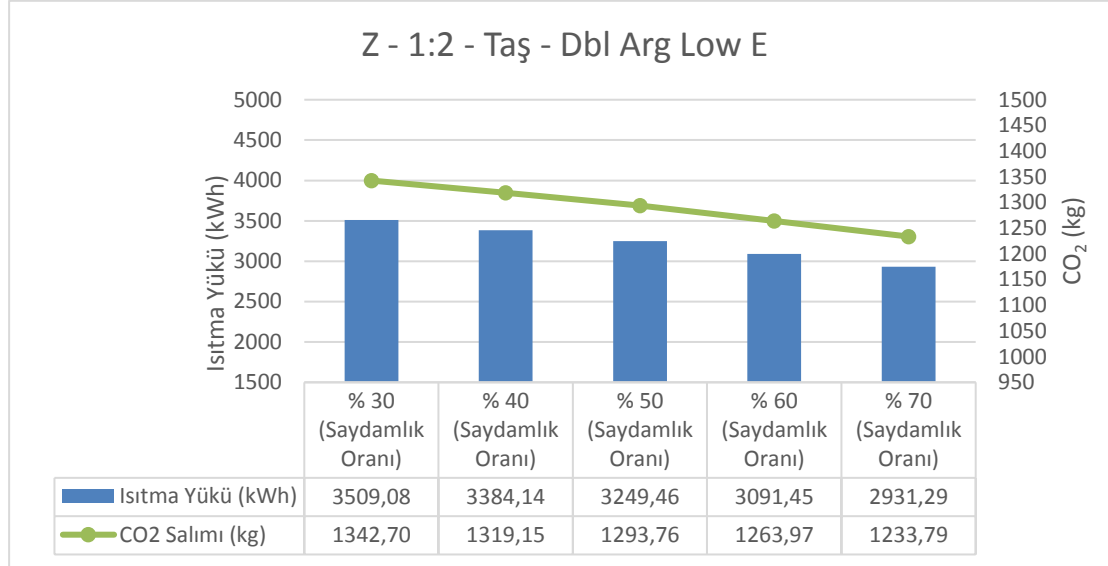
Şekil 4.28 : Z - 1:2 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

Argon gazı dolgulu üçlü cam sisteminin seçildiği gazbeton malzeme içerikli duvar özelliklerine sahip 1:2 formlu binanın ısıtma yükünün %30 saydamlık oranı için 2913,57 kWh ve %70 saydamlık oranı için 2330,01 kWh olduğu görülmüştür. CO₂ salımı yıllık olarak 1353,44 kg değerinden 1243,35 kg'a gerilemiştir.



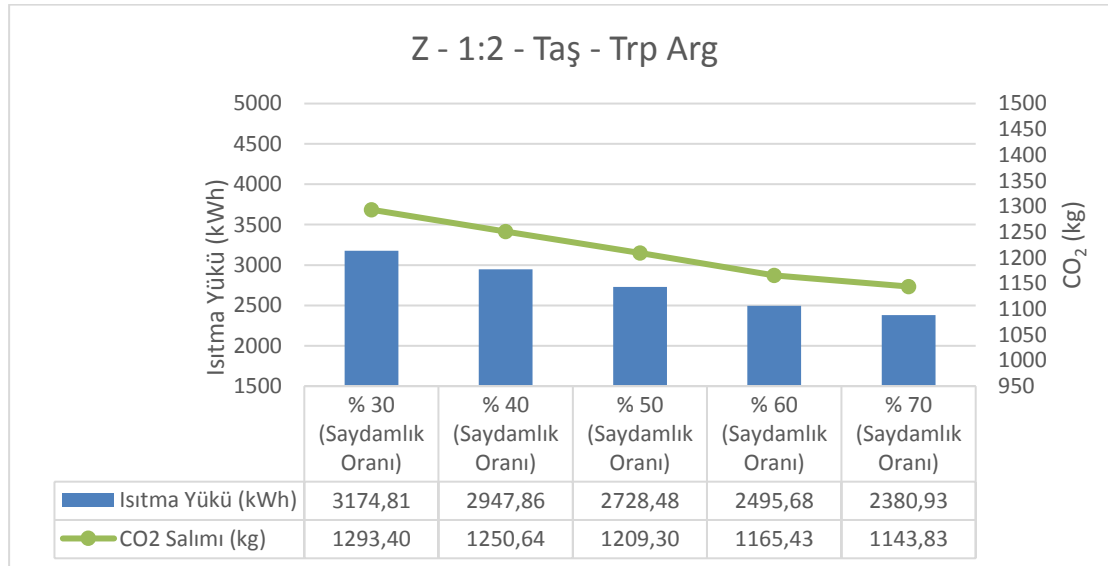
Şekil 4.29 : Z - 1:2 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Duvar malzemesinin 50 cm taş olarak seçildiği ve güney cephesinin argon gazı dolgulu çift cam olduğu binanın güney cephesindeki saydamlık oranının %30'dan %70'e yükselmesiyle ısıtma yükü 525,43 kWh, CO₂ salımı ise 99 kg azalmıştır.



Şekil 4.30 : Z - 1:2 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

50 cm taş malzeme içerikli dış duvar malzemesinin ve güney cephede argon gazı dolgulu LowE özellikli çift camın kullanıldığı binada ısıtma yükü, saydamlık oranının %30 oranından %70'e çıkarılmasıyla 577,79 kWh azalmıştır. Yıllık CO₂ salım değeri ise 108,91 kg düşüş göstermiştir.

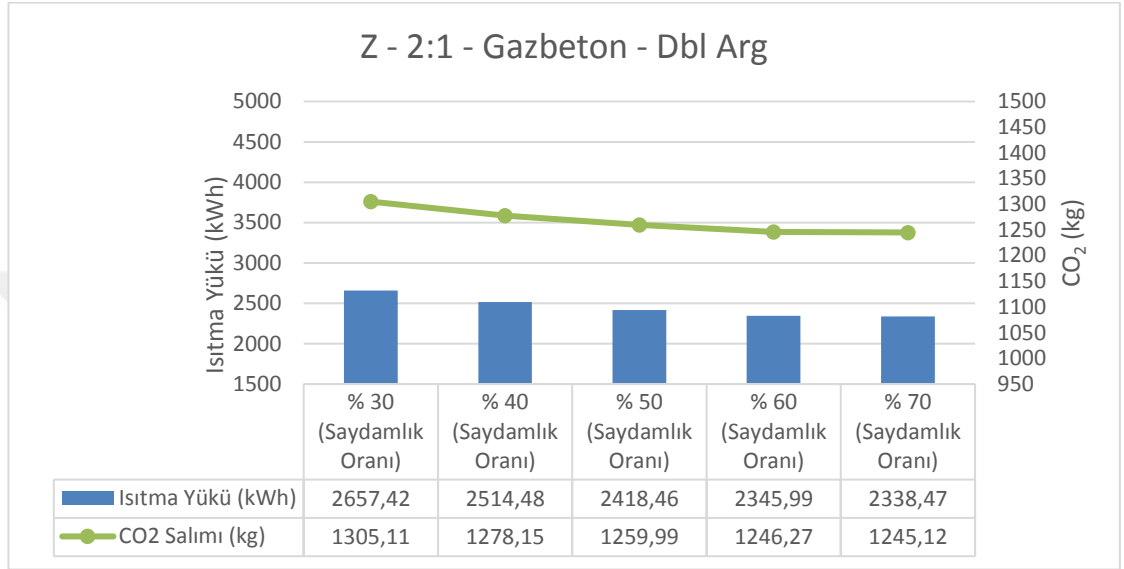


Şekil 4.31 : Z - 1:2 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

Dış duvar malzemesinin 50 cm taş olarak seçilmesi ve güney cephede argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılması durumunda binada ısıtma yükü, saydamlık oranlarına

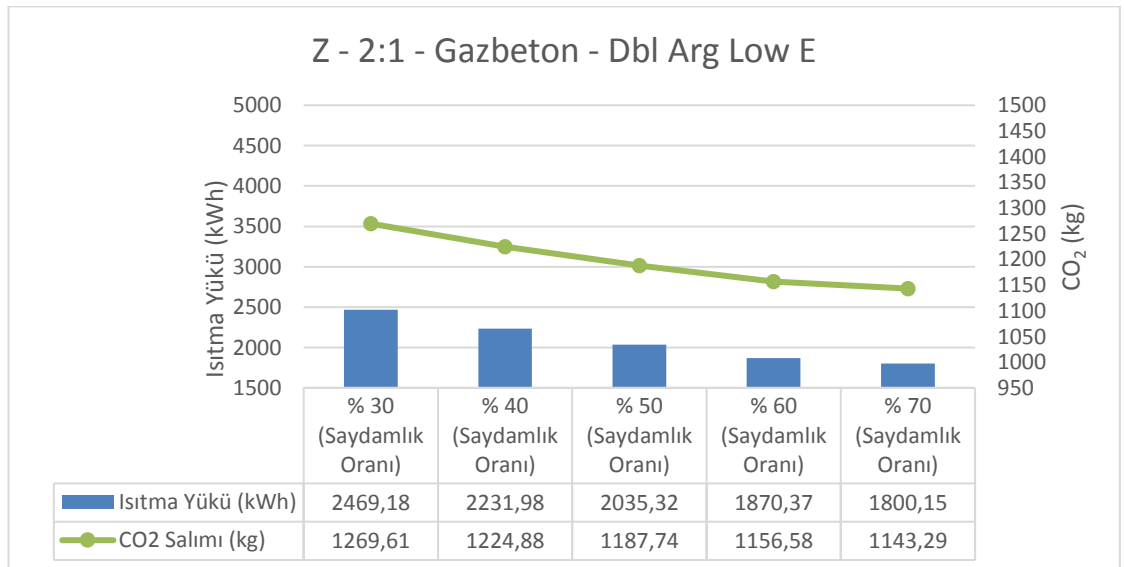
bağlı olarak 3174,81 kWh ile 2380,93 kWh arasında değişim göstermiştir. CO₂ salım miktarı %70 saydamlık oranında %30 saydamlık oranına kıyasla yıllık 149,57 kg azalmıştır.

- Zeminden ısıtma sistemine sahip 2:1 formda binaya ait veriler Şekil 4.32, Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35, Şekil 4.36 ve Şekil 4.37’de gösterilmiştir.



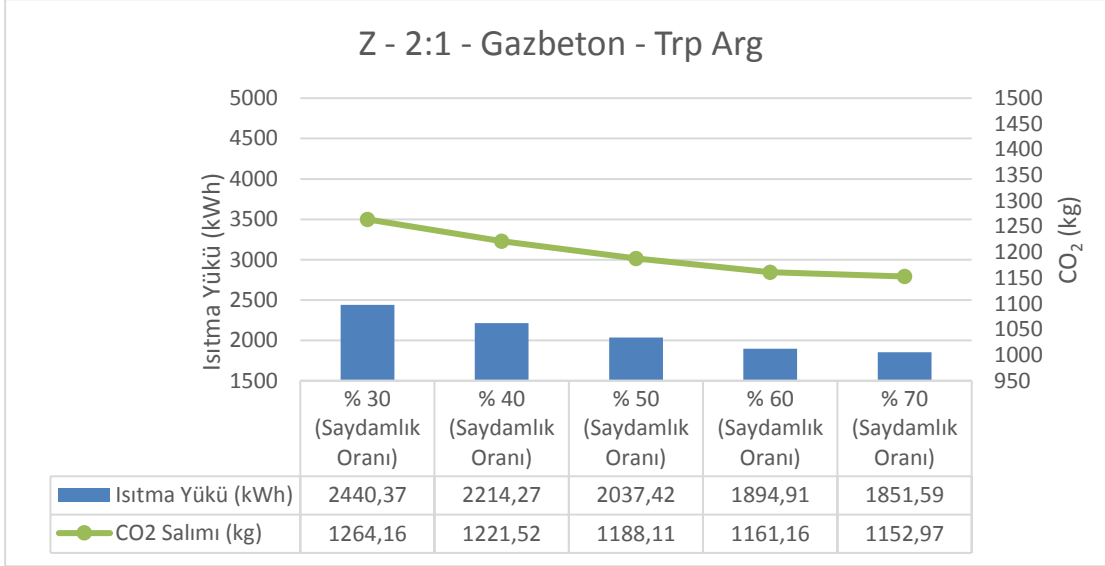
Şekil 4.32 : Z - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Çift kat argon gazı dolgulı cam sisteminin seçildiği gazbeton malzeme içerikli duvar özelliklerine sahip 2:1 formlu binada ısıtma yükü 2657,42 kWh ile 2338,47 kWh arasında değişim göstermiştir. %30 ve %70 saydamlık oranları bu bina için de uygulanmış ve CO₂ salımının yıllık olarak 60 kg azaldığı tespit edilmiştir.



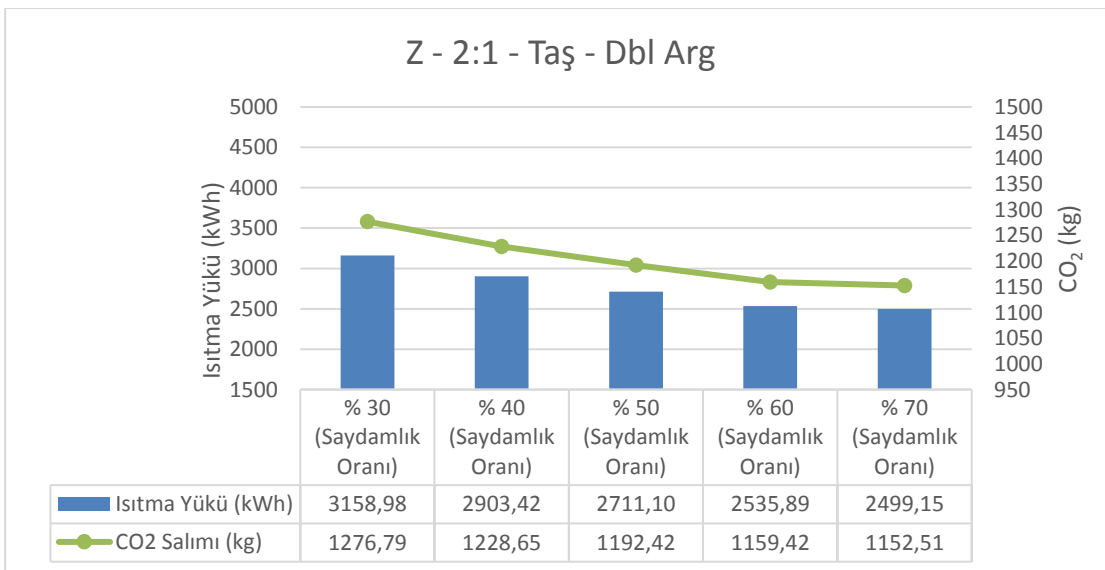
Şekil 4.33 : Z - 2:1 - Gazbeton - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

Duvar malzemesinin 15 cm gazbeton olarak seçildiği ve güney cephesinin LowE özellikli argon gazı dolgulu çift cam olduğu 2:1 formlu binanın ısıtma yükleri %30 saydamlık oranı için 2469,18 kWh iken %70 saydamlık oranında 1800,15 kWh'tir. CO₂ salım değeri %30 saydamlık oranı için yıllık 1269,61 kg iken %70 saydamlık oranı sağlandığında 1143,29 kg'a düşmüştür.



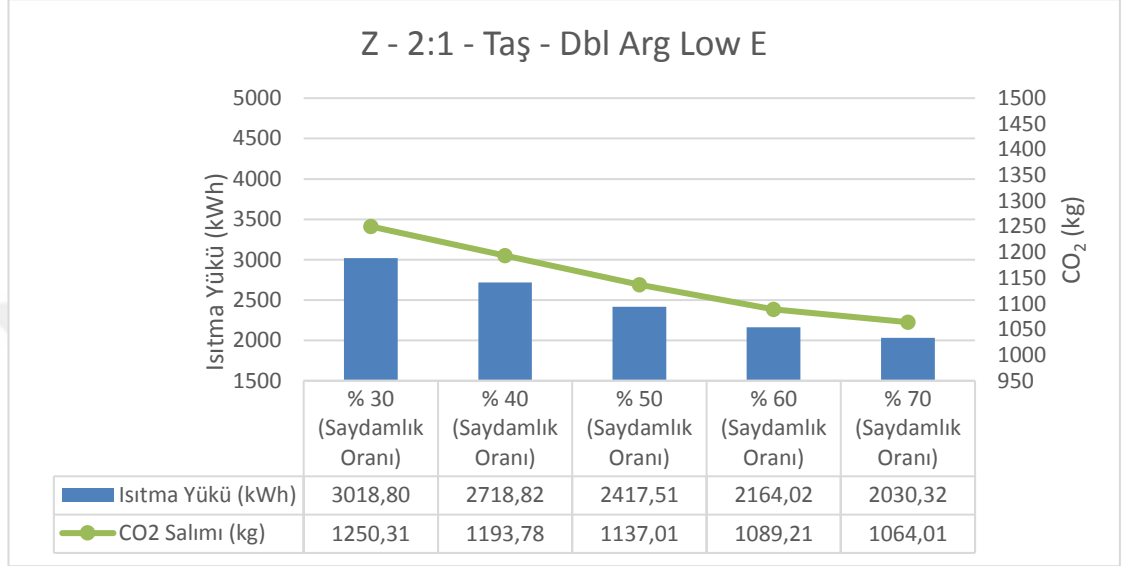
Şekil 4.34 : Z - 2:1 - Gazbeton - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

15 cm gazbeton dış cephe malzemeli ve güney cephede argon gazı dolgulu üçlü camlı binada ısıtma yükü 588,78 kWh düşüş göstermiştir. CO₂ salımı ise binanın ısıtma yüküyle doğru orantıda seyretmiş ve %70 saydamlık oranında %30 saydamlık oranına kıyasla yıllık 111,2 kg azalmıştır.



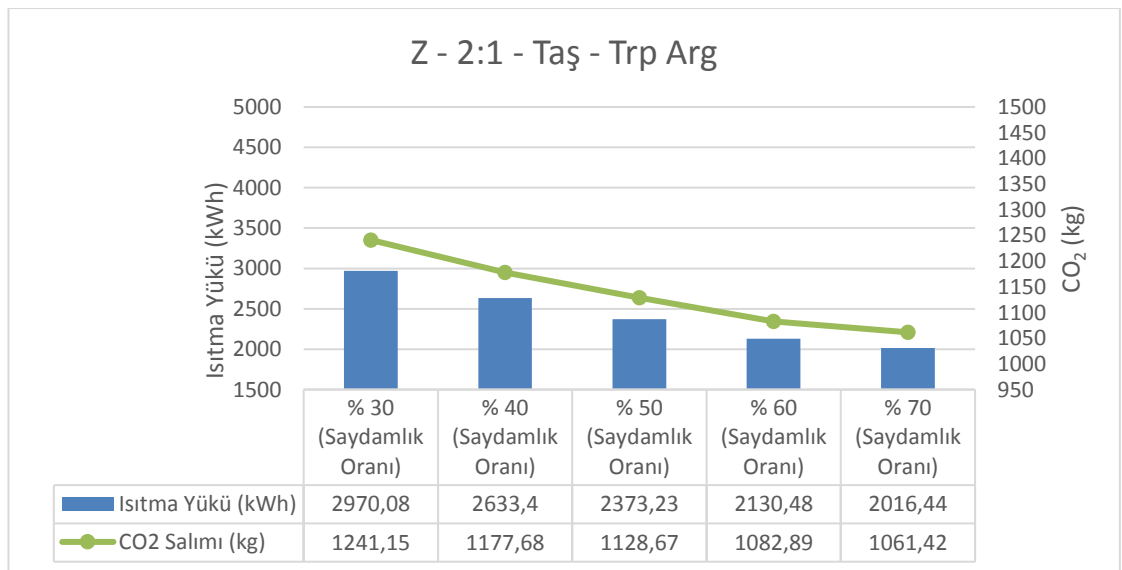
Şekil 4.35 : Z - 2:1 - Taş - Dbl Arg özellikli binaya ait veriler.

Çift kat argon gazı dolgulu cam sisteminin seçildiği 50 cm taş malzeme içerikli duvar özelliklerine sahip 2:1 formlu binada ısıtma yükü %30 saydamlık oranına sahipken 3158,98 kWh, %70 saydamlık oranına sahipken 2499,15 kWh olarak tespit edilmiştir. CO₂ salımı saydamlık oranı değişimiyle birlikte yıllık 124,28 kg azalmıştır.



Şekil 4.36 : Z - 2:1 - Taş - Dbl Arg Low E özellikli binaya ait veriler.

Dış cephe malzemesi 50 cm taş olan ve güney cephesinde argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılan binada ısıtma yükü 3018,80 kWh iken aynı şartlarda %70 saydamlık oranı sağlandığında 2030,32 kWh değerine düşmüştür. CO₂ salımı ise %70 saydamlık oranında %30 saydamlık oranına kıyasla yıllık 186,3 kg azalmıştır.



Şekil 4.37 : Z - 2:1 - Taş - Trp Arg özellikli binaya ait veriler.

Dış duvar malzemesinin 50 cm taş olarak seçilmesi ve güney cephede argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılması durumunda binada ısıtma yükü, saydamlık oranlarına bağlı olarak 2970,08 kWh ile 2016,44 kWh arasında değişim göstermiştir. %30 ile %70 arasında değişen saydamlık oranlarına bağlı olarak CO₂ salımı ise %70 saydamlık oranında %30'a kıyasla yıllık 179,73 kg azalmıştır.

Cephe Malzemelerinin Karşılaştırılması

Cephe malzemesi seçiminde iki farklı alternatif olarak kullanılan 50 cm taş duvar ve 15 cm gazbeton duvar, radyatörlü ve zeminden olmak üzere her iki ısıtma sistemi için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Gazbeton malzeme kullanılan bina alternatiflerine ait karşılaştırma Çizelge 4.5'de taş malzeme kullanılan bina alternatiflerine ait karşılaştırma ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5 : Gazbeton malzeme kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).

Isıtma Sistemi	Pencere Tipi	Form	Gazbeton				
			% 30 (Saydamlık oranı)	% 40 (Saydamlık oranı)	% 50 (Saydamlık oranı)	% 60 (Saydamlık oranı)	% 70 (Saydamlık oranı)
Radyatörle Isıtma Sistemi	Dbl Arg	1:1	3378,28	3191,21	3042,89	2914,09	2907,04
		1:2	3757,59	3573,76	3423,02	3272,25	3144,17
		2:1	3264,64	3071,73	2951,75	2876,53	2870,17
	Dbl Arg + Low E	1:1	3264,33	3002,09	2776,42	2569,68	2456,64
		1:2	3710,05	3480,98	3281,76	3084,65	2909,19
		2:1	3059,20	2753,77	2500,56	2299,86	2228,15
		1:1	3213,21	2957,07	2740,84	2543,58	2458,51
	Trp Arg	1:2	3657,11	3426,74	3229,35	3036,39	2862,93
		2:1	3013,86	2720,92	2499,33	2336,15	2298,76
		1:1	2726,80	2591,7	2483,30	2384,07	2372,99
Zeminden Isıtma Sistemi	Dbl Arg	1:2	3009,36	2890,35	2783,00	2670,13	2572,13
		2:1	2657,42	2514,48	2418,46	2345,99	2338,47
		1:1	2607,42	2416,96	2246,17	2082,00	1993,81
	Dbl Arg + Low E	1:2	2942,34	2785,43	2644,31	2496,19	2359,06
		2:1	2469,18	2231,98	2035,32	1870,37	1800,15
		1:1	2579,8	2389,7	2224,02	2070,05	1999,79
		1:2	2913,57	2755,83	2612,77	2464,18	2330,01
	Trp Arg	2:1	2440,37	2214,27	2037,42	1894,91	1851,59

Çizelge 4.6 : Taş malzeme kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).

Taş Duvar							
Isıtma Sistemi	Pencere Tipi	Form	%30 (Saydamlık oranı)	%40 (Saydamlık oranı)	%50 (Saydamlık oranı)	%60 (Saydamlık oranı)	%70 (Saydamlık oranı)
Radyatörle Isıtma Sistemi	Dbl Arg	1:1	4071,14	3767,84	3529,85	3277,12	3187,76
		1:2	4594,42	4353,65	4128,22	3891,11	3693,98
		2:1	3828,97	3471,04	3213,71	2996,29	2947,34
	Dbl Arg + Low E	1:1	4030,22	3683,55	3367,29	3059,79	2889,18
		1:2	4587,69	4324,37	4077,79	3827,06	3576,03
		2:1	3720,45	3299,06	2901,50	2582,16	2416,46
		1:1	3953,08	3596,06	3286,22	2976,83	2826,78
	Trp Arg	1:2	4520,39	4244,06	3991,54	3716,60	3490,69
		2:1	3632,35	3172,12	2832,78	2532,42	2394,24
		1:1	3310,53	3119,83	2951,47	2741,05	2679,55
Zeminden Isıtma Sistemi	Dbl Arg	1:2	3592,42	3482,74	3361,20	3207,61	3066,99
		2:1	3158,98	2903,42	2711,10	2535,89	2499,15
		1:1	3207,33	2994,18	2778,26	2572,30	2419,51
	Dbl Arg + Low E	1:2	3509,08	3384,14	3249,46	3091,45	2931,29
		2:1	3018,80	2718,82	2417,51	2164,02	2030,32
		1:1	3174,81	2947,86	2728,48	2495,68	2380,93
	Trp Arg	1:2	3495,10	3360,69	3215,27	3042,26	2874,37
		2:1	2440,37	2214,27	2037,42	1894,91	1851,59

Dış cephe katmanlarında taş malzeme yerine gazbeton malzemenin tercih edilmesi, binanın ısıtma yükünü düşürmede etkili olmaktadır.

- Radyatörle ısıtılan binanın dış cephe katmanlarında taş malzeme yerine gazbeton malzeme tercih edildiğinde, binanın ısıtma yükü 77,17 kWh ile 877,64 kWh arasında azaltılabilmektedir.
- Zeminden ısıtılan binanın dış cephe katmanlarında taş malzeme yerine gazbeton malzeme tercih edildiğinde ise, binanın ısıtma yükü 160,68 kWh ile 605,15 kWh arasında azaltılabilmektedir.
- Gazbeton malzemeli binada ısıtma sisteminin radyatörlü ısıtma sisteminden zeminden ısıtma sistemine geçirilmesi durumunda ısıtma yükü en az 428 kWh, en çok 767,71 kWh düşürülebilmektedir. Taş malzemeli binada ısıtma sisteminin aynı şekilde değiştirilmesiyle 377,80 kWh ile 1078,61 kWh arası ısıtma yükü düşüşü sağlanabilmektedir.

Pencere Camlarının Karşılaştırılması

Pencere camı seçiminde,

- Argon gazı dolgulu çift cam (DBL ARG) ,
- Argon gazı dolgulu Low E özellikli çift cam (DBL ARG + LOW E) ve
- Argon gazı dolgulu üçlü cam (TRP ARG)

alternatifleri, radyatörle ısıtma ve zeminden ısıtma sistemlerinin etkisi de gözönünde bulundurularak incelenmiştir.

Isıtma yükündeki değişime ait değerlendirmeler ilk olarak ısıtma sisteminde değişiklik olmaksızın; argon gazı dolgulu çift camdan argon gazı dolgulu Low E özellikli çift cama (DBL ARG -> DBL ARG + LOW E) geçiş için yapılmıştır. Aynı kıyaslama argon gazı dolgulu Low E özellikli çift camdan argon gazı dolgulu üçlü cama (DBL ARG + LOW E -> TRP ARG) geçiş ve argon gazı dolgulu çift camdan argon gazı dolgulu üçlü cama (DBL ARG -> TRP ARG) geçiş için tekrar edilmiştir. Sonrasında ise, cam değişimi olmaksızın yalnızca ısıtma sistemi farkıyla oluşan ısıtma yüklerinin cam çeşidine göre değerlendirilmesi yapılmıştır.

Karşılaştırmalı tablolar Çizelge 4.7, Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 4.7 : Argon gazı dolgulu çift cam kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).

DBL ARG CAM							
Isıtma Sistemi	Dış Duvar Malzemesi	Form	%30 (Saydamlık oranı)	%40 (Saydamlık oranı)	%50 (Saydamlık oranı)	%60 (Saydamlık oranı)	%70 (Saydamlık oranı)
Radyatörle Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	3378,28	3191,2	3042,89	2914,09	2907,04
		1:2	3757,59	3573,76	3423,02	3272,25	3144,17
		2:1	3264,64	3071,73	2951,75	2876,53	2870,17
	Taş	1:1	4071,14	3767,8	3529,85	3277,12	3187,76
		1:2	4594,42	4353,65	4128,22	3891,11	3693,98
		2:1	3828,97	3471,04	3213,71	2996,29	2947,34
Zeminden Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	2726,80	2591,70	2483,30	2384,07	2372,99
		1:2	3009,36	2890,35	2783,00	2670,13	2572,13
		2:1	2657,42	2514,48	2418,46	2345,99	2338,47
	Taş	1:1	3310,53	3119,83	2951,47	2741,05	2679,55
		1:2	3592,42	3482,74	3361,20	3207,61	3066,99
		2:1	3158,98	2903,42	2711,10	2535,89	2499,15

Çizelge 4.8 : Argon gazı dolgulu Low E özellikli çift cam kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).

DBL ARG + LOW E CAM							
Isıtma Sistemi	Dış Duvar Malzemesi	Form	%30 (Saydımlık oranı)	%40 (Saydımlık oranı)	%50 (Saydımlık oranı)	%60 (Saydımlık oranı)	%70 (Saydımlık oranı)
Radyatörle Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	3264,33	3002,09	2776,42	2569,68	2456,64
		1:2	3710,05	3480,98	3281,76	3084,65	2909,19
		2:1	3059,20	2753,77	2500,56	2299,86	2228,15
	Taş	1:1	4030,22	3683,55	3367,29	3059,79	2889,18
		1:2	4587,69	4324,37	4077,79	3827,06	3576,03
		2:1	3720,45	3299,06	2901,50	2582,16	2416,46
Zeminden Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	2607,42	2416,96	2246,17	2082,00	1993,81
		1:2	2942,34	2785,43	2644,31	2496,19	2359,06
		2:1	2469,18	2231,98	2035,32	1870,37	1800,15
	Taş	1:1	3207,33	2994,18	2778,26	2572,30	2419,51
		1:2	3509,08	3384,14	3249,46	3091,45	2931,29
		2:1	3018,80	2718,82	2417,51	2164,02	2030,32

Çizelge 4.9 : Argon gazı dolgulu üçlü cam kullanılarak oluşturulan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).

TRP ARG CAM							
Isıtma Sistemi	Dış Duvar Malzemesi	Form	%30 (Saydımlık oranı)	%40 (Saydımlık oranı)	%50 (Saydımlık oranı)	%60 (Saydımlık oranı)	%70 (Saydımlık oranı)
Radyatörle Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	3213,21	2957,07	2740,84	2543,58	2458,51
		1:2	3657,11	3426,74	3229,35	3036,39	2862,93
		2:1	3013,86	2720,92	2499,33	2336,15	2298,76
	Taş	1:1	3953,08	3596,06	3286,22	2976,83	2826,78
		1:2	4520,39	4244,06	3991,54	3716,60	3490,69
		2:1	3632,35	3172,12	2832,78	2532,42	2394,24
Zeminden Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	2579,80	2389,70	2224,02	2070,05	1999,79
		1:2	2913,57	2755,83	2612,77	2464,18	2330,01
		2:1	2440,37	2214,27	2037,42	1894,91	1851,59
	Taş	1:1	3174,81	2947,86	2728,48	2495,68	2380,93
		1:2	3495,10	3360,69	3215,27	3042,26	2874,37
		2:1	2970,08	2633,40	2373,23	2130,48	2016,44

Değerlendirmeye alınan üç farklı cam çeşidi arasından bina ısıtma yükünü azaltma etkisi en yüksek olan cam tipinin argon gazı dolgulu üçlü cam olduğu yapılan simülasyon sonuçlarında görülmektedir. Argon gazı dolgulu üçlü camdan sonra

ısıtma yükünü düşürmede etkili olan ikinci cam çeşidinin ise low E özellikli argon gazı dolgulu çift cam olduğu anlaşılmaktadır. Isıtma yüklerinin azaltılmasında etkisi en az görülen cam tipi ise argon gazı dolgulu çift cam olarak belirlenmiştir.

Isıtma sistemleri kapsamında karşılaştırma yapıldığında,

- Radyatörle ısıtılan bir binada argon gazı dolgulu çift camın, low E özellikli argon gazı dolgulu çift cam ile değiştirilmesi durumunda binanın ısıtma yükü 6,73 kWh ile 642 kWh arasında azalmaktadır. Aynı değişiklik zeminden ısıtılan binada uygulandığında ısıtma yükündeki düşüş 67,02 kWh ile 538,32 kWh arasında olmaktadır.
- Radyatörle ısıtılan bir binada low E özellikli argon gazı dolgulu çift camın argon gazı dolgulu üçlü cam ile değiştirilmesi durumunda binanın ısıtma yükü 1,23 kWh ile 126,94 kWh arasında azalmaktadır. Aynı değişiklik zeminden ısıtılan binada uygulandığında ısıtma yükündeki düşüş 13,88 kWh ile 85,42 kWh arasında olmaktadır.
- Güney cephede farklı saydamlık oranlarında bulunan pencerelerde camın argon gazı dolgulu çift cam yerine argon gazı dolgulu üçlü cama çevirilmesiyle radyatörle ısıtılan binanın ısıtma yükü 74,03 kWh ile 571,41 kWh değerleri arasında, zeminden ısıtılan binanın ısıtma yükü ise 95,79 kWh ile 486,88 kWh değerleri arasında değişim göstermektedir.
- Argon gazı dolgulu çift camın kullanıldığı bir binada ısıtma sistemlerinin radyatörle ısıtmadan zeminden ısıtmaya çevirilmesi sonucu binanın ısıtma yükünde 448,19 kWh ile 1002 kWh arası azalma sağlanabilmektedir.
- Low E özellikli argon gazı dolgulu çift cam kullanılan bir binada ısıtma sisteminin radyatörlüden zeminden ısıtmaya geçmesi durumunda binada ısıtma yükü 386,14 kWh ile 1078,61 kWh değerleri arasında azaltılabilmektedir.
- Argon gazı dolgulu üçlü camın kullanıldığı bir binada ısıtma sistemlerinin radyatörle ısıtma sisteminin zeminden ısıtma sistemi ile değiştirilmesi durumunda ise binanın ısıtma yükü en az 377,80 kWh, en fazla 1025,29 kWh düşüş gösterebilmektedir.

Saydamlık Oranlarının Karşılaştırılması

Pencere camı içi malzeme çeşitlerinin kıyaslanmasından sonra güney cephedeki saydamlık oranlarının da %30 ile %70 arasında değişimi incelenmiştir. Farklı

saydamlık oranlarının farklı ısıtma sistemlerine sahip binalar üzerindeki etkisini görmek için hazırlanan karşılaştırma tablosu Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 : Güney cephede saydamlık oranı %30 ve %70 olan bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).

Isıtma Sistemi	Dış Cephe Malzemesi	Form	Saydamlık oranı: % 30			Saydamlık oranı: %70		
			Dbl Arg	Dbl Arg + Low E	Trp Arg	Dbl Arg	Dbl Arg + Low E	Trp Arg
Radyatörle Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	3378,28	3264,33	3213,21	2907,04	2456,64	2458,51
		1:2	3757,59	3710,05	3657,11	3144,17	2909,19	2862,93
		2:1	3264,64	3059,20	3013,86	2870,17	2228,15	2298,76
	Taş	1:1	4071,14	4030,22	3953,08	3187,76	2889,18	2826,78
		1:2	4594,42	4587,69	4520,39	3693,98	3576,03	3490,69
		2:1	3828,97	3720,45	3632,35	2947,34	2416,46	2394,24
Zeminden Isıtma Sistemi	Gazbeton	1:1	2726,8	2607,42	2579,80	2372,99	1993,81	1999,79
		1:2	3009,36	2942,34	2913,57	2572,13	2359,06	2330,01
		2:1	2657,42	2469,18	2440,37	2338,47	1800,15	1851,59
	Taş	1:1	3310,53	3207,33	3174,81	2679,55	2419,51	2380,93
		1:2	3592,42	3509,08	3495,10	3066,99	2931,29	2874,37
		2:1	3158,98	3018,80	2970,08	2499,15	2030,32	2016,44

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda binanın güney cephesindeki saydamlık oranının artırılmasıyla bina ısıtma yükünde azalma meydana geldiği görülmektedir.

- Radyatörlü ısıtma sistemine sahip bir binada güney cephedeki saydamlık oranının %30 oranından %70 oranına çıkarılmasıyla en az 471,24 kWh ve en fazla 1303,99 kWh ısıtma yükü azaltılabilmektedir.
- Benzer değişiklik, zeminden ısıtılan bina üzerinde uygulandığında ısıtma yükündeki düşüş 353,81 kWh ile 988,48 kWh arasında olmaktadır.
- Güney cephesi %30 saydamlık değerine sahip bir binada ısıtma sisteminin radyatörlü ısıtmadan zeminden ısıtmaya geçirilmesi durumunda binanın ısıtma yükü 573,49 kWh ile 1078,61 değerleri arasında düşürülebilmektedir.
- Güney cephesi %70 saydamlık değerine sahip bir binada ısıtma sisteminin radyatörlü ısıtmadan zeminden ısıtmaya geçirilmesi durumunda binanın ısıtma yükü ise 377,80 kWh ile 644,74 kWh değerleri arasında düşürülebilmektedir.

Bina Formlarının Karşılaştırılması

100 m² taban alanına sahip 1:1, 1:2 ve 2:1 formlu üç bina için ısıtma yükleri incelenmekte olan iki farklı ısıtma sistemi üzerinde değerlendirmeye alınmıştır. Yüklere ve tasarruflara ait ayrıntılar Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11 : Tüm bina senaryolarına ait ısıtma yükleri (kWh).

Form		1:1			1:2			2:1			
Isıtma Sistemi	Dış Cephe Malzemesi	Saydamlık oranı (%)	dbl Arg	dbl Arg + low E	trp Arg	dbl Arg	dbl Arg + low E	trp Arg	dbl Arg	dbl Arg + low E	trp Arg
Radyatörle Isıtma Sistemi	Gazbeton	30	3378,28	3264,33	3213,21	3757,59	3710,05	3657,11	3264,64	3059,20	3013,86
		40	3191,21	3002,09	2957,07	3573,76	3480,98	3426,74	3071,73	2753,77	2720,92
		50	3042,89	2776,42	2740,84	3423,02	3281,76	3229,35	2951,75	2500,56	2499,33
		60	2914,09	2569,68	2543,58	3272,25	3084,65	3036,39	2876,53	2299,86	2336,15
		70	2907,04	2456,64	2458,51	3144,17	2909,19	2862,93	2870,17	2228,15	2298,76
	Taş	30	4071,14	4030,22	3953,08	4594,42	4587,69	4520,39	3828,97	3720,45	3632,35
		40	3767,84	3683,55	3596,06	4353,65	4324,37	4244,06	3471,04	3299,06	3172,12
		50	3529,85	3367,29	3286,22	4128,22	4077,79	3991,54	3213,71	2901,50	2832,78
		60	3277,12	3059,79	2976,83	3891,11	3827,06	3716,60	2996,29	2582,16	2532,42
		70	3187,76	2889,18	2826,78	3693,98	3576,03	3490,69	2947,34	2416,46	2394,24
Zeminden Isıtma Sistemi	Gazbeton	30	2726,80	2607,42	2579,80	3009,36	2942,34	2913,57	2657,42	2469,18	2440,37
		40	2591,70	2416,96	2389,70	2890,35	2785,43	2755,83	2514,48	2231,98	2214,27
		50	2483,30	2246,17	2224,02	2783,00	2644,31	2612,77	2418,46	2035,32	2037,42
		60	2384,07	2082,00	2070,05	2670,13	2496,19	2464,18	2345,99	1870,37	1894,91
		70	2372,99	1993,81	1999,79	2572,13	2359,06	2330,01	2338,47	1800,15	1851,59
	Taş	30	3310,53	3207,33	3174,81	3592,42	3509,08	3495,10	3158,98	3018,80	2970,08
		40	3119,83	2994,18	2947,86	3482,74	3384,14	3360,69	2903,42	2718,82	2633,40
		50	2951,47	2778,26	2728,48	3361,20	3249,46	3215,27	2711,10	2417,51	2373,23
		60	2741,05	2572,30	2495,68	3207,61	3091,45	3042,26	2535,89	2164,02	2130,48
		70	2679,55	2419,51	2380,93	3066,99	2931,29	2874,37	2499,15	2030,32	2016,44

Yapılan simülasyonlar sonucunda, ısıtma yükünün minimum olduğu bina formunun 2:1 olduğu görülmektedir. Isıtma yükleri açısından sıralama yapıldığında 2:1 bina formunu 1:1, 1:1 bina formunu ise 1:2 bina formu takip etmektedir.

- Radyatörlü sistemle ısıtılan bir binanın formu 1:1’den 2:1’e değiştirildiğinde ısıtma yükü 36,87 kWh ile 477,63 kWh arasında düşürülebilmektedir. Zeminden ısıtılan binalarda ise formun 1:1’den 2:1 forma değiştirilmesiyle ısıtma yükü minimum 34,52 kWh, maksimum 408,28 kWh azaltılabilmektedir.

- Binalarda form değişikiliğinin 1:2 formdan 1:1 forma doğru yapılması durumunda ise ısıtma y¼k¼, radyat¼rle ısıtılan binalarda 237,13 kWh ile 767,27 kWh arasında, zeminden ısıtılan binalarda ise 199,14 kWh ile 546,58 kWh arasında d¼ş¼r¼lebilmektedir.
- ısıtma y¼kleri arasındaki farkın en y¼ksek olduğu 1:2 bina formu ile 2:1 bina formu kıyaslandığıında, binanın 1:2 formdan 2:1 forma değiştirilmesiyle radyat¼rl¼ ısıtma sisteminde minimum 274 kWh, maksimum 1244,90 kWh, zeminden ısıtma sisteminde ise en az 233,66 kWh, en çok 927,43 kWh ısıtma y¼k¼ azaltılabilmektedir.
- 2:1 formlu binalarda ısıtma sisteminin radyat¼rl¼ ısıtmadan zeminden ısıtmaya değiştirilmesi durumunda bina ısıtma y¼k¼ 701,65 kWh azalmaktadır. Aynı değişiklik 1:1 formlu binada yapıldığında binanın ısıtma y¼k¼ 822,89 kWh azalırken, 1:2 formlu binada yapılan aynı değişim 1078,61 kWh ısıtma y¼k¼ azalışı sağlamaktadır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında İstanbul'daki konut binalarında sıklıkla kullanılan ısıtma sistemleri ile tasarım parametreleri göz önünde bulundurularak oluşturulan senaryolar için enerji simülasyonları aracılığı ile ısıtma yükleri karşılaştırılmıştır. Isıtma sistemlerine bağlı olarak binanın ısıtma yüklerinin yanı sıra binalarda CO₂ salımı da incelenmiştir.

Çalışmada 100 m² taban alanına sahip olduğu varsayılan örnek bir bina için;

- Binada radyatörlü ve zeminden ısıtma sistemlerinin uygulanması
- Binanın güney cephesinde saydamlık oranlarının %30'dan %70'e kadar değiştiği
- Dış cephe malzemesinde taş veya gazbeton malzeme kullanıldığı
- Bina formunun 1:1, 1:2 ve 2:1 biçim faktörlerine sahip olması
- Binada argon gazı dolgulu çift cam, LowE kaplamalı argon gazı dolgulu çift cam ve de argon gazı dolgulu üçlü cam sistemi içeren 3 farklı özellikte cam seçeneğinin kullanıldığı

varsayımlarına bağlı olarak DesignBuilder simülasyon programı aracılığıyla herbir senaryo için ısıtma yükleri ve CO₂ salımları belirlenerek karşılaştırılmıştır.

DesignBuilder programı yıllık, aylık ve saatlik ısıtma yükü hesaplayabilmekte ve kg cinsinden karbondioksit salım miktarını çıktı olarak verebilmektedir. Bu sayede oluşturulan her bir senaryo, bina için gerekli değerlendirmelerin tasarım aşamasında yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Oluşturulan senaryolar kapsamında 180 farklı simülasyon yapılmıştır. Simülasyon çalışmasının sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

- Senaryoların tümünde gazbeton kullanılan seçeneklerin ısıtma yükleri taş duvar kullanılan seçeneklere kıyasla daha düşük çıkmıştır. Taş malzeme yerine gazbeton malzeme kullanılarak binanın ısıtma yükünde %19,52 azalma sağlanabilmektedir.

- Pencereelerde cam çeşidinin değişimi ısıtma yüküne önemli ölçüde etkilemektedir. En düşük ısıtma yükü argon gazı dolgulu üçlü cam pencerede sağlanmaktadır. Pencere camı değişimiyle %23,02 oranında ısıtma yükü azalışı elde etmek mümkündür.
- Saydamlık oranlarının güney cephede arttırılması binanın ısıtma yüklerini azaltmada oldukça etkilidir. Binanın güney cephesindeki saydamlık oranı değeri %30'dan %70 mertebesine çıkarılarak ısıtma yükü üzerinde %35,05 düşüş sağlanabilmektedir.
- Binalarda yapılan form değişiklikleri incelendiğinde; 1:2 formdan 1:1 forma geçişle ısıtma yükünde %16,36 oranında azalma, 1:1 formdan 2:1 forma geçişle ısıtma yükünde %20,05 oranında azalma, 1:2 formdan 2:1 forma geçişle ise %32,53 oranında azalma görülebilmektedir.
- Tüm değişkenler sabit tutulup yalnızca ısıtma sistemlerinin değiştirilmesiyle bina ısıtma yükünde sağlanabilecek düşüş oranı %23,51 olmaktadır.

180 farklı simülasyondan alınan çıktılar doğrultusunda ısıtma yükünün en yüksek olduğu alternatifin 4594,42 kWh değeri ile; radyatörlü ısıtma sistemiyle ısıtılan, güney cephesinde %30 saydamlık oranına sahip, argon gazı dolgulu çift cam pencereli ve dış cephesinde taş malzeme bulunan 1:2 formlu bina olduğu görülmektedir. Yine tüm simülasyon çıktıları doğrultusunda ısıtma yükünün en düşük olduğu alternatifin 2016,44 kWh değeri ile; zeminden ısıtma sistemiyle ısıtılan, güney cephesinde %70 saydamlık oranına sahip, argon gazı dolgulu üçlü cam pencereli ve dış cephesinde gazbeton malzeme bulunan 2:1 formlu bina olduğu görülmektedir.

Ele alınan örnek binanın ısıtma sisteminde, güney cephedeki saydamlık oranında, dış cephe malzemesi seçiminde, pencere camı özelliklerinde ve bina formunda yapılacak değişikliklerle binanın ısıtma yükü %56,11 düşürülerek yılda 2577,98 kWh azaltılabilmekte, CO₂ salımı da yıllık 387,58 kg düşürülebilmektedir.

Sonuç olarak, binada ısıtma sistemi değişimi ve tasarım parametrelerinin değişimi ile ısıtma yüklerinin ve CO₂ salımı değerlerinin önemli ölçüde azaltılabileceği görülmektedir. Yapılan çalışma iki farklı ısıtma sistemi için gerçekleştirilmiştir. Daha genel sonuçlara ulaşabilmek için çalışmanın çok sayıda alternatif için yapılması ve maliyet faktörünün de ele alınması gereklidir. Bu açıdan, gelecekte

yapılabilecek bu tür çalışmalar için bu tez kapsamında ele alınan çalışma yönlendirici niteliktedir. Ülkemizde enerji harcamalarının önemli ölçüde binaların ısıtılması için harcadığı düşünüldüğünde bu tür çalışmaların ülke ekonomisi açısından önemi de gözönünde bulundurulmalıdır.





KAYNAKLAR

- [1]**Keskin, T.** (2010). *Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu* (Rapor No: 2. Taslak). Türkiye'nin İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planının Geliştirilmesi Projesi.
- [2]Url-1 < <http://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/countryinfo/>> date retrieved 29.04.2016.
- [3]İnşaat Mühendisleri Odası (2011). *Türkiye’de Konut Sorunu Ve Konut İhtiyacı Raporu*. İnşaat Mühendisleri Odası.
- [4]Url-2 < http://www.ibb.gov.tr/sites/ks/tr-TR/0-Istanbul-Tanitim/konum/Pages/Sayilarla_Istanbul.aspx> date retrieved 23.03.2016.
- [5]**Özyurt, G.** (2009). *Enerji Verimliliği, Binaların Enerji Performansı ve Türkiye’deki Durum*. ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- [6]Elektrik Mühendisleri Odası (2012). *Enerji Verimliliği Raporu*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası
- [7]Milli Eğitim Bakanlığı (2006). *İnşaat Teknolojisi – Şömine ve Barbekü*
- [8]Url-3 <<http://www.yerdenisi.com>> “Axem Thermofloor Yerden Isıtma Sistemleri”
- [9]**Doğan, V.** (2012) Döşemeden (Yerden) Isıtma Sistemlerinde Hesap Yöntemi, *Tesisat Mühendisliği*, 130, (s.41-50)
- [10]Milli Eğitim Bakanlığı (2012). Konutlarda İklimlendirme
- [11]**Durmaz, A.** (1995). Merkezi Şehir Ve Bölge Isıtma Sistemleri. II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, (pp.385-386). Türkiye: Gazi Üniversitesi, 10-14 Ekim.
- [12]Url-4 < <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/guneskollektor.html> > date retrieved 28.03.2016
- [13]Url-5 < <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html> > date retrieved 28.03.2016
- [14]**Oral, G. K., Akşit, Ş. F.** (2001). TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği'nin Konutlarda Isı Korunumu Açısından Değerlendirilmesi, Yalıtım Kongresi, Eskişehir.
- [15]**Berköz, E., Küçükdoğu M., Yılmaz Z., Kocaaslan G., ve diğerleri** (1995). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK-İNTAG 201, Araştırma Raporu İstanbul.
- [16]**Karagözlü, A.** (2006). *Konutlarda Enerji Giderlerinin Azaltılmasına Yönelik Bir Çalışma*, (Yüksek Lisans Tezi). İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

- [17]**Berköz, E.** (1969). *Biyoklimatik Konfor Yönünden Tavan Yüksekliğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Metod* (Doktora Tezi). İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [18]**Berköz, E.** (1983). *Güneş Işınımı Ve Yapı Dizaynı* (Profesörlük Tezi). İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, S:203-208
- [19]**Berköz, E. ve diğ.** (1995). *Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı*, TÜBİTAK.
- [20]**Uzun, T.** (1997). *Mimari Tasarıma Ekolojik Yaklaşım, Adana'da Bir Tasarım Denemesi* (Yüksek Lisans Tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, ADANA.
- [21]**Ak, F.** (1993). *Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Birimi Dizaynında Uygulanabilecek Bir Yaklaşım* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [22]**TS-825** (1999). *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [23]**ASHRAE, Standart 55-81** (1981). *Thermal Comfort Conditions For Human Occupancy*, American Society Of Heating Refrigerating And Air Conditioning Engineers. Atlanta.
- [24]Url -6 < http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/05039789e00a7c4_ek.pdf> date retrieved 01.05.2016.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Didem DURU BAŞLI
Doğum Tarihi ve Yeri : 10.09.1991 / İstanbul
E-posta : didemdurubasli@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

2013 – 2014 İstanbul Teknik Üniversitesi
Çevre Mühendisliği Bölümü Lisans Eğitimi
2012 – 2013 Milano Politeknik Üniversitesi
Erasmus Programı – Çevre ve Şehir Planlama Mühendisliği
2009 – 2012 İstanbul Teknik Üniversitesi
Çevre Mühendisliği Bölümü Lisans Eğitimi
2005 – 2009 Terakki Vakfı Okulları Özel Şişli Terakki Fen Lisesi
%100 Burslu

MESLEKİ DENEYİM:

2014 – 2017 İstanbul Teknik Üniversitesi – Enerji Enstitüsü
Proje Destekli Araştırma Görevlisi
Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı - CITYFiED (Replicable and Innovative Future Efficient Districts and Cities) Projesi
No. 609129
2014 ALTENSİS - Stajyer Çevre Mühendisi
Yeşil Bina Sertifikalandırma Sistemi (LEED)
2013 YENİ TEKNİK YAPI - Stajyer Çevre Mühendisi
Küçükçekmece Belediyesi - Şantiye
Yeşil Bina Sertifikalandırma Sistemi (BREEAM)
2012 ERKE Green Academy - Stajyer Çevre Mühendisi
Yeşil Bina Sertifikalandırma Sistemi (LEED)

YETKİNLİKLER:

2014 İş Güvenliği Uzmanlığı Sertifikası (C Sınıfı)
Zirve Eğitim & Uzman Grup OSGB