



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



OFİS CEPHE SİSTEMLERİNİN ISIL ENERJİ
PERFORMANSI VE MALİYET AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Pareen Ghaeib Hayder HAYDER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Ocak-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Pareen Ghaeib Hayder HAYDER tarafından hazırlanan “Ofis Cephe Sistemlerinin Isıl Enerji Performansı ve Maliyet Açısından Karşılaştırmalı Analizi” adlı tez çalışması 31/01/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Ayşegül TERCİ

.....

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Elif Tuğba YALAZ

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Betül HATİPOĞLU ŞAHİN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Pareen Ghaeib Hayder HAYDER

Tarih: 31.01.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OFİS CEPHE SİSTEMLERİNİN ISIL ENERJİ PERFORMANSI VE MALİYET AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Pareen Ghaeib Hayder HAYDER

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Elif Tuğba YALAZ

2024, 191 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Elif Tuğba YALAZ

Doç. Dr. Ayşegül TEREÇİ

Dr. Öğr. Üyesi Betül HATİPOĞLU ŞAHİN

Gün geçtikçe dünya genelinde enerjiye duyulan ihtiyaç artarken, bilinçsiz enerji tüketimi küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sorunların başlıca nedenlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji tüketiminde inşaat sektörü önemli bir paya sahiptir. Özellikle ofis yapıları günlük kullanım süreleri ve kullanıcı verimliliği bakımından enerji tüketiminin yoğun olduğu yapılardır. Bina kabuğunun en büyük yüzey alanını oluşturan cephe sistemleri binaların ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasında, enerji performansının iyileştirilmesinde etkili olurken bina maliyetinin de önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle cephe tasarımı, maliyeti ve binaların enerji performansı tasarım süreci itibarıyla birlikte ele alınmalıdır. Tez çalışması kapsamında “cephe sistemlerinin ısıl enerji performansı ve maliyeti” çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Literatür araştırması kapsamında cephe sistemleri, enerji etkin bina tasarımı ve maliyet konularıyla ilgili araştırma yapılmıştır. Cephe kavramı, cephe sistemlerinin sınıflandırılması, türleri ve performansları incelenmiştir. Enerji etkin bina tasarımı üzerinde etkili olan iklimsel parametreler, yapısal parametreler ve kullanıcıya ilişkin parametreler ele alınmıştır. Ardından maliyet konusuyla ilgili araştırma yapılmıştır. Yapılan literatür araştırmasının sonucunda ısıtma ve soğutma yüklerinin fazla olması nedeniyle ofis yapıları örneklem yapı türü olarak belirlenmiştir. Tez çalışmasında, cephe sistemlerinden tek kabuk cepheler, boşluklu duvarlar ve giydirme cephe sistemlerine odaklanılmıştır. Ofis cephe sistemlerinin farklı iklim bölgesindeki etkilerinin incelenmesi için ılımlı-nemli iklime sahip olan “İstanbul”, sıcak-nemli iklime sahip olan “Antalya” ve soğuk iklim bölgesine sahip olan “Erzurum” çalışma alanı olarak seçilmiştir. Örneklem ofis yapısına uygulanan cephe senaryolarının binanın ısıl enerji performansı üzerindeki etkisi DesignBuilder programında yapılan analizler aracılığıyla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Tez çalışması kapsamında iki (2) katlı merkezi çekirdekli örneklem bir ofis yapısı tasarlanmıştır. Önerilen üç cephe sistemine ait kırk bir (41) adet cephe senaryosu geliştirilmiştir. Ofis binası için önerilen cephe senaryolarının binanın aylık ve yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü üzerindeki etkisi İstanbul, Antalya ve Erzurum illeri için DesignBuilder programında hesaplanmıştır. Ardından cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında cephe sistemlerinin ısıl enerji performansı ve maliyetleri üç il için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, ofis binasında tüketilen ısıl enerji yüklerinin tercih edilen cephe sistemine ve kullanılan malzemelere bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmüştür. Aynı cephe senaryolarının farklı iklim bölgesinde uygulandığı durumlarda ise yapıda tüketilen enerji miktarının iklim koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmüştür. Betonarme kullanılan cephe senaryolarında en yüksek yıllık ısıtma ve soğutma yükleri ölçülürken, XPS uygulaması yapılan tuğla ve gazbeton cephe senaryolarında yıllık ısıtma ve soğutma yüklerinin azaldığı belirlenmiştir. Tek kabuk cephe ve boşluklu duvar senaryolarında en düşük ısıtma enerji yükleri gazbeton uygulanan senaryolarda ölçülürken, ısı yalıtımı uygulandığı durumlarda ısıl enerji performansının iyileştiği görülmüştür. En düşük cephe maliyetine sahip olan T1 senaryosu (sıva (2 cm) +

tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)) için en düşük yıllık toplam enerji yükü Antalya’da ölçülmüştür. Çalışma kapsamında önerilen cephe sistemlerinden en düşük ve en yüksek maliyete sahip olan senaryolarda Antalya ili için en düşük, Erzurum ili için ise en yüksek enerji yükü hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Benzetim programları, cephe performansı, cephe sistemleri, enerji etkin cephe sistemleri, ısıtma performansı, maliyet.



ABSTRACT

MS THESIS

COMPARATIVE ANALYSIS OF OFFICE FAÇADE SYSTEMS IN TERMS OF THERMAL ENERGY PERFORMANCE AND COST

Pareen Ghaeib Hayder HAYDER

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY**

THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ARCHITECTURE

Advisor: Asst. Prof. Elif Tuğba YALAZ

2024, 191 Pages

Jury

Asst. Prof. Elif Tuğba YALAZ

Assoc. Prof. Dr. Ayşegül TEREÇİ

Asst. Prof. Betül HATİPOĞLU ŞAHİN

While the need for energy is increasing worldwide day by day, unconscious energy consumption is one of the main causes of problems such as global warming and climate change. The construction sector has an important share in energy consumption. Especially office buildings are buildings where energy consumption is intense in terms of daily usage times and user efficiency. Façade systems, which constitute the largest surface area of the building envelope, are effective in reducing the heating and cooling loads of buildings, improving energy performance, and constitute an important part of the building cost. For this reason, façade design, cost and energy performance of buildings should be considered together in the design process. Within the scope of the thesis, "thermal energy performance and cost of façade systems" has been selected as the study area.

Within the scope of the literature review, research has been conducted on façade systems, energy-efficient building design and cost issues. The concept of façade, classifications, types and performances of façade systems are examined. Climatic parameters, building-related parameters and user-related parameters that are effective in energy-efficient building design are discussed. Then, research on the cost issue was conducted. As a result of the literature review, office buildings were determined as the sample building type due to their high heating and cooling loads. The thesis focuses on single skin façades, cavity walls and curtain wall systems. To examine the effects of office façade systems in different climate zones, "Istanbul" with a moderate climate, "Antalya" with a hot-humid climate and "Erzurum" with a cold climate were selected as study areas. The effects of the façade scenarios applied to the sample office building on the thermal energy performance of the building were comparatively evaluated through the analysis performed in the DesignBuilder program.

Within the scope of the thesis study, a two (2) story central core sample office building was designed. Forty-one (41) façade scenarios of the three proposed façade systems were developed. The impact of the proposed façade scenarios on the monthly and annual heating, cooling and total energy loads of the office building is calculated in the DesignBuilder program for Istanbul, Antalya and Erzurum provinces. Then, the initial investment costs of the façade scenarios were calculated. Within the scope of the study, the thermal energy performance and costs of façade systems were evaluated comparatively for three cities. In the study, it was observed that the thermal energy loads consumed in the office building vary depending on the preferred façade system and the materials used. In cases where the same façade scenarios are applied in different climate zones, it is seen that the amount of energy consumed in the building varies depending on the climatic conditions. While the highest annual heating and cooling loads were measured in the façade scenarios using reinforced concrete, it was determined that the annual heating and cooling loads decreased in the brick and aerated concrete façade scenarios with XPS application. In the single skin façades and

cavity wall scenarios, the lowest heating energy loads were measured in the scenarios where aerated concrete was applied, while thermal energy performance was found to improve in cases where thermal insulation was applied. For the "T1" scenario (plaster (2 cm) + brick (20 cm) + gypsum plaster (2 cm)), which has the lowest façade cost, the lowest total annual energy loads were measured in Antalya. For the scenarios with the lowest and highest cost of the façade systems proposed within the scope of the study, the lowest energy load was calculated for Antalya and the highest for Erzurum.

Keywords: Simulation programs, facade performance, facade systems, energy efficient facade systems, thermal energy performance, cost.



ÖNSÖZ

Bu çalışmamda bana deneyimleri ile değerli bilgileri aktaran, düzenli çalışmayı öğreten, bakış açısı azmiyle ve bilimsel çalışması ile yol gösteren tez danışmanım değerli Sayın Dr. Öğretim Üyesi Elif Tuğba Yalaz'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca bana desteklerini esirgemeyen, yardıma koşan, güven veren, fedakârlık yapan maddi manevi yanımda olan değerli anneme babama ve yüksek lisans yolumda her zaman yanımda olan destek veren yol arkadaşım kardeşim Ahmet'e sonsuz teşekkür ederim. Son olarak zor anlarımda yanımda olan, destek veren ve nasihatini esirgemediğim özellikle kardeşlerime ve yakın dostlarıma teşekkür ederim.

Pareen Ghaeib Hayder HAYDER
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	7
1.2. Amaç	8
1.3. Kapsam.....	8
1.4. Yöntem.....	9
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	11
2.1. Bina Kabuğu	11
2.1.1. Bina kabuğunun bileşenleri	12
2.1.1.1. Cephe	13
2.1.2. Cephe performansı.....	16
2.1.2.1. Taşıyıcılık performansı	17
2.1.2.2. Isıl performansı	18
2.1.2.3. Güneş ışığı (doğal aydınlatma) performansı	20
2.1.2.4. Rüzgâr	20
2.1.2.5. Doğal havalandırma	21
2.1.2.6. Su buharı/Nem performansı	22
2.1.2.7. Su geçirimsizlik	22
2.1.2.8. Hava geçirimsizlik	23
2.1.2.9. Yangın dayanımı	24
2.1.2.10. Gürültü kontrolü/akustik	24
2.1.3. Cephelerin Sınıflandırılması.....	25
2.1.3.1. Tek kabuk cepheler	27
2.1.3.2. Boşluklu duvar	29
2.1.3.3. Giydirme cepheler.....	30
2.1.3.4. Çift kabuklu cepheler	33
2.2. Enerji Etkin Bina Tasarımı	34
2.2.1. İklimsel parametreler	35
2.2.1.1. Güneş ışınımı	35
2.2.1.2. Rüzgâr	36
2.2.1.3. Dış hava sıcaklığı.....	36
2.2.1.4. Dış hava nemliliği.....	37
2.2.2. Yapıya ilişkin parametreler.....	37
2.2.2.1. Binanın yeri.....	37
2.2.2.2. Binanın yönü.....	38
2.2.2.3. Binanın diğer binalara göre konumu	38
2.2.2.4. Bina formu	38
2.2.2.5. Binanın optik ve termofiziksel özellikleri	39

2.2.3. Kullanıcıya ilişkin parametreler.....	39
2.2.3.1. Metabolizma düzeyi.....	40
2.2.3.2. Giysi türü	40
2.2.3.3. Kullanıcıya ilişkin diğer etmenler.....	40
2.3. Enerji Etkin Bina Kabuğu Maliyeti	41
2.4. Bölüm Sonucu.....	43
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	44
3.1. Çalışma Alanlarının Özellikleri	45
3.2. Örneklem Yapı Türü ve Özellikleri	47
3.3. Design Builder Programı	49
3.4. Çalışmada Kullanılan Cephe Senaryolarının Belirlenmesi.....	50
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	56
4.1. İstanbul İli Sonuçları.....	56
4.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları	56
4.1.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	56
4.1.1.2. Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	57
4.1.2. Boşluklu duvar cephe senaryolarının sonuçları.....	59
4.1.2.1. Boşluklu duvar senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	59
4.1.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması	60
4.1.3. Giydirmeye cephe senaryolarının sonuçları	62
4.1.3.1. Giydirmeye cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	62
4.1.3.2. Giydirmeye cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması	62
4.2. Antalya İli Sonuçları.....	63
4.2.1. Tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları	63
4.2.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	63
4.2.1.2. Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	64
4.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının sonuçları	66
4.2.2.1. Boşluklu duvar senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	66
4.2.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	67
4.2.3. Giydirmeye cephe senaryolarının sonuçları	69
4.2.3.1. Giydirmeye cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	69
4.2.3.2. Giydirmeye cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	69
4.3. Erzurum İli Sonuçları	70
4.3.1. Tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları.....	70
4.3.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	70

4.3.1.2. Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	71
4.3.2. Boşluklu duvar senaryolarının sonuçları	73
4.3.2.1. Boşluklu duvar senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	73
4.3.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	74
4.3.3. Giydirmce cephe senaryolarının sonuçları	76
4.3.3.1. Giydirmce cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması.....	76
4.3.3.2. Giydirmce cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması	76
4.4. Üç İl'e Ait Toplam Enerji Yüklerinin ve Maliyetlerinin Karşılaştırılması	77
4.4.1. İstanbul ili için tüm senaryoların yıllık toplam enerji yükleri ve maliyetleri...77	
4.4.2. Antalya ili için tüm senaryoların yıllık toplam enerji yükleri ve maliyetleri...80	
4.4.3. Erzurum ili için tüm senaryoların yıllık toplam enerji yükleri ve maliyetleri..83	
4.4.4. İstanbul ilinde senaryoların enerji ve maliyet durumunun karşılaştırması.... 86	
4.4.5. Antalya ilinde senaryoların enerji ve maliyet durumunun karşılaştırması 88	
4.4.6. Erzurum ilinde senaryoların enerji ve maliyet durumunun karşılaştırması...90	
4.5. Bölüm Sonucu	92
4.5.1. İstanbul ili sonuçları.....	92
4.5.2. Antalya ili sonuçları.....	95
4.5.3. Erzurum ili sonuçları.....	98
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	102
5.1. Sonuçlar	102
5.2. Öneriler	105
KAYNAKLAR	106
EKLER	117
EK-1 İstanbul ili için tek kabuk cephe senaryoların sonuçları	117
EK-2 İstanbul ili için boşluklu duvar senaryoların sonuçları	128
EK-3 İstanbul ili için giydirmce cephe senaryoların sonuçları	137
EK-4 Antalya ili için tek kabuk cephe senaryoların sonuçları	138
EK-5 Antalya ili için boşluklu duvar senaryoların sonuçları	149
EK-6 Antalya ili için giydirmce cephe senaryoların sonuçları	158
EK-7 Erzurum ili için tek kabuk cephe senaryoların sonuçları	159
EK-8 Erzurum ili için boşluklu duvar senaryoların sonuçları	170
EK-9 Erzurum ili için giydirmce cephe senaryoların sonuçları	179

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

kWh	: Kilowatt saat (Enerji Birimi)
°C	: Derece
%	: Yüzde
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
m	: Metre
sn	: Saniye
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
kg	: Kilogram

Kısaltmalar

TC	: Türkiye Cumhuriyeti
XPS	: Basınçla Çekilmiş Polistiren
EPS	: Genleştirilmiş Polistiren Sert köpük
U değeri	: Isı Geçirgenlik Katsayısı, (W/m ² K)
R değeri	: Isı Geçirgenlik Direnci, (m ² K/W)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
vb.	: ve benzeri
vd.	: ve diğerleri
TS	: Türk Standardı
URL	: Uniform Resource Loader (Tekdüzen Kaynak Bulucu)
YBM	: Yapı Bilgi Modelleme
BIM	: Building Information Modelling
HVAC	: Heating, Ventilation, and Air Conditioning
ASHRAE	: American Society Heating Refrigerating Air Conditioning Engineers
CO₂	: Karbondioksit
BIM	: Building Information Modeling
Örn.	: Örneğin

1. GİRİŞ

21. yüzyılda dünyadaki en önemli konulardan biri temiz ve sürdürülebilir enerjiye ulaşmaktır (Özdemir vd., 2017). Günümüzde bilinçsiz enerji tüketimi, sera gazı emisyonlarının artması, fosil yakıtların hızla tükenmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sorunların başlıca nedenlerinden biri haline gelmiştir. Teknoloji kullanımının artması, dünya genelinde yaşanan nüfus artışı, kullanıcıların konfor ihtiyaçlarının artması gibi durumlar enerji tüketimindeki artışta etkili olmaktadır (Kobalas, 2015). İnşaat sektörü dünyadaki enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir (Yaman, 2022). Küresel ısınmanın ve olumsuz etkilerinin azaltılması için özellikle binalardaki enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi, uygun malzeme ve teknolojilerin kullanılması ve yeni yapıların enerji etkin tasarım kriterlerine göre tasarlanması etkili olmaktadır (Özdemir vd., 2017).

Bina kabuğundaki ısı ve enerji akışına bağlı olarak enerji tüketimi artış göstermektedir. Bu nedenle “bina kabuğunun enerji performansı” literatürde yer alan önemli araştırma alanlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji etkin bina kabuğu tasarımı ile iç mekân konfor koşullarının sağlanması, yapılarda meydana gelen enerji tüketiminin ve enerji tüketim maliyetinin azaltılması sağlanmaktadır (Yaman, 2022). Doğru malzeme kullanımı, uygun yapı, kullanım ve bakım süreçleri ile bina kabuğunda enerji tasarrufunun sağlanması mümkündür (Nayak ve Prajapati, 2006). Bina kabuğunun enerji performansı, iç ortam konfor koşulları ve enerji tüketimi açısından entegre bir şekilde yapı elemanlarının (duvarlar, tavanlar, zeminler ve açıklıklar) ve servis sistemlerin (ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve iklimlendirme gibi) etkileşimine bağlıdır (Harputlugil vd., 2016).

Bina kabuğunda en büyük yüzey alanına sahip olan cephe sistemleri bina enerji performansının sağlanmasında kritik rol oynamaktadır. Enerji verimli cephe sistemleri yaz ve kış aylarındaki koşullara göre uyum göstererek, iç ve dış ortam arasındaki dengeyi sağlayarak çevre dostu tasarımlar oluşturmaktadır. Binaların enerji performansının karşılanması açısından cephe sistemlerinin tasarım süreci itibariyle dikkatli düşünülmesi gereklidir (Lakot, 2007). Binalarda harcanan enerjinin büyük çoğunluğu ısıtma ve soğutma yüküne bağlı olarak meydana gelmektedir. Isı yalıtımı uygulamaları, cephe sistemi ve malzemelerinin seçimi cephelerin enerji verimli tasarlanmasında etkili olmaktadır (Chasan, 2013).

Günümüzde enerji tüketiminde büyük paya sahip olan ofisler tasarım, inşaat ve işletme aşamaları dikkate alınarak tasarlanmakta olup inşaat malzemesi ve işletme maliyetinin yanı sıra binanın enerji tüketimi de hesaplanmaktadır (Ayçam, 2011). Ofis yapılarındaki kullanıcı verimliliği ve iç ortam konforu (ısı konforu, iç hava kalitesi, görsel konfor, vb.) arasında önemli bir ilişki vardır (Kaushik vd., 2020). Ofislerde kullanıcı konforunu sağlamak için ısıtma ve soğutmaya olan talep artmaktadır. Enerji tasarruflu ofis binalarına yönelik yenilikçi cephe sistemleri konforlu bir iç mekân ikliminin sağlanmasına katkıda bulunurken, tüketilen enerji maliyetinin azaltılmasına ve ofislerin enerji performansının artırılmasına da katkıda bulunmaktadır (Ayçam, 2011). Binaların enerji performansı yapı elemanlarının olduğu kadar kullanılan servis sistemlerinin özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Benzetim programları binaların enerji performansının belirlenmesi ve iyileştirilmesine yönelik önerilerin geliştirilmesi açısından etkili programlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Binaların enerji performansı ve benzetim programlarının kullanımıyla ilgili literatürde farklı çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Chan vd. (2009), “Investigation on Energy Performance of Double Skin Façade in Hong Kong” başlıklı makale çalışmasında Hong Kong'daki iklim koşullarında tipik bir ofis binasına uygulanan çift cidarlı cephenin enerji performansı değerlendirilmiştir. Çift cidarlı cephenin model önerisi yapılarak, modele ait veriler EnergyPlus programı aracılığıyla analiz edilerek cephenin enerji performansını değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, iç kabuk olarak tek şeffaf cam ve dış kabuk olarak çift yansıtıcı cam içeren çift cidarlı bir cephe sisteminin, geleneksel tek cidarlı cepheye kıyasla bina soğutma enerjisinde yıllık yaklaşık %26 tasarruf sağladığı görülmüştür.

Yılmaz (2009), “Farklı İklim Bölgelerinde Bir İlköğretim Tip Projesinin Enerji Etkin Geliştirilmesine Yönelik Uygulama Örneği” başlıklı tez çalışmasında, Türkiye'nin beş (5) farklı iklim bölgesinde, mevcut bir “ilköğretim tip projesinin” enerji analizleri DesignBuilder benzetim programı ile yapılmıştır. Binanın mevcut durumunun enerji giderleri hesaplanmıştır. Daha sonra oluşturulan üç cephe alternatifleri doğrultusunda binanın enerji (ısıtma, soğutma ve aydınlatma) giderleri hesaplanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda sağlanan enerji tasarrufları ile enerji etkin yatırım maliyetlerinin geri ödeme süreleri güncel olan birim fiyatlarına göre hesaplanmıştır.

Favoino vd (2014), “Towards An Ideal Adaptive Glazed Façade for Office Buildings” başlıklı makale çalışmasında gelecekteki uyarlanabilir camlı cephelerin potansiyelini değerlendirmek amacıyla, toplam birincil enerji tüketiminin en aza

indirilmesine dayalı, farklı reaksiyon sürelerine sahip camlı cephelerin ideal/optimum uyarlanabilir termo-optik performans aralığını tanımlamak için bir yöntem sunmuştur. Yöntem, üç farklı ılıman iklimde (Helsinki, Londra ve Roma), sabit pencere-duvar oranına sahip bir referans ofis odasına uygulanmıştır. Çalışmada aylık ve günlük termo-optik performansı belirlemek için bir yöntem önerilmiştir. Sonuç olarak, sunulan örnek olaylarda, aylık uyarlanabilirliğe sahip bir cam cephenin enerji tüketimini önemli ölçüde azaltabileceği gösterilmiştir. Ayrıca, günlük olarak uyarlanabilir bir cam cephe ile elde edilebilecek potansiyel enerji tasarrufunun ilk ölçümü sağlanmakta olup, bu da daha kısa bir reaksiyon süresinin mümkün olduğunu göstermektedir.

Serbest (2014), “Yerleşme Birimlerinin Enerji Korunumu Açısından Değerlendirilmesi: Halkalı Örneği” başlık tez çalışmasında, İstanbul Halkalı’da iki etaplı bir yerleşim birimi için farklı tasarım senaryoları oluşturulmuştur. Her senaryonun ısıtma ve soğutma enerji maliyetleri “Autodesk Ecotect Analysis” simülasyon programıyla hesaplanmıştır. Analiz sonuçları yerleşimin mevcut durum ile değişimi karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Ihara vd (2015), “Effect of Facade Components On Energy Efficiency in Office Buildings” başlıklı makale çalışmasında, ısıtma ve soğutma enerji gereksinimlerini azaltmak amacıyla Japonya'nın Tokyo kentindeki ofis binalarında enerji verimliliğiyle ilgili dört temel cephe özelliğinin etkileri araştırılmıştır. Çalışmada boyut ve şekil gibi bazı temel tasarım faktörleri dikkate alınmıştır. Opak kısımların güneş yansıtma oranının artmasının, güneş ısı kazanç katsayısının ve camın U-değerinin azalması nedeniyle ısıtma enerjisi talebi azalırken, soğutma enerjisi talebinde artış görülmüştür.

Kobalas (2015), “Mevcut Bir Konutun Enerji Etkin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma: Toki Afyon Tarımköy Örneği” başlıklı tez çalışmasında Afyon Sinanpaşa ilçesinde Tarımköy konut projelerinden biri çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Enerji etkin olması hedeflenen yapının enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik farklı yapı bileşenlerine ait alternatifler seçilmiştir. Entegre edilen pasif güneş sistemleri ile binanın enerji tüketimi incelenmiştir. DesignBuilder benzetim programı kullanılarak binanın yalıtımsız durumu ve geliştirilen öneriler doğrultusunda binanın yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam yükleri hesaplanarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Beytekin (2016), “Yapı Kabuğunun Enerji Etkinliği Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışması kapsamında örneklem yapının (Bursa Uludağ Üniversitesinde bulunan üç katlı mimarlık bölümü binasının) enerji ihtiyaçları

DesignBuilder programı kullanılarak hesaplanmıştır. “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardına” göre bina kabuğunun iyileştirilmesi sağlanmıştır.

İmik (2017), “Enerji Etkin Binaların Tasarımı” başlıklı tez çalışmasında, İnönü Üniversitesi kampüsünde 100 m² taban alanına sahip iki katlı ofis ve laboratuvarlardan oluşan binanın, mevcut bina referans bina olarak DesignBuilder v5 benzetim programı ile modellenmesi yapılmıştır. Ofis binasının enerji yüklerinin azaltılmasına yönelik pasif bina ölçütlerine uygun alternatifler oluşturulmuştur. Binanın enerji analizleri EnergyPlus v8.5 benzetim programı ile yapılmıştır. Analiz sonucunda binanın ısı kazanç ve kayıpları, enerji tüketimi, ilk yatırım maliyetleri, CO₂ üretimi ve ısıtma yükleri hesaplanmıştır.

Prieto vd (2017) “25 Years of Cooling Research in Office Buildings: Review for the Integration of Cooling Strategies into the Building Façade (1990–2014)” başlıklı makale çalışmasında, son yirmi beş yılın araştırma deneyimlerinin bir panoramasını sunarak, ofis binalarında düşük enerjili soğutma için cepheyle ilgili strateji ve sistemlerin geliştirilmesi tanımlayıcı yöntem ile tartışılmaktadır.

Slavković (2017), “Application of The Double Skin Façade in Rehabilitation of The Industrial Buildings in Serbia” başlıklı makale çalışmasında, binaların enerji performansının iyileştirilmesi, ısıtma ve soğutma enerjisinin tasarrufu amacıyla Sırbistan'daki endüstriyel tesislerin rehabilitasyonunda çift kabuk cephelerin çeşitli uygulama olanakları ele alınmıştır. Bu çalışma için Sırbistan'ın Novi Pazar şehrinde yer alan Raska tekstil fabrikasının endüstriyel tesisi model olarak alınmıştır. Çalışmada, çift kabuklu farklı cephe senaryoları doğu ve batı cephelerde uygulanmıştır. Çift kabuk cephenin ikinci/dış katmanı tek camlı giydirme cephe olarak kabul edilmiştir. Önerilen binanın enerji özellikleri Sırbistan'ın iklim parametrelerine ve binalarda enerji verimliliğine ilişkin yönetmelik ile EN standardına uygun olarak tanımlanan gerekli termal konfor parametrelerine dayalı olarak EnergyPlus ve DesignBuilder programları kullanılarak oluşturulmuştur.

Köksal (2018), “Enerji Etkinliği Açısından Bir İlköğretim Binasının Aktif ve Pasif Sistem Olarak Performansının Değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışmasında İstanbul ilinde yer alan bir ilköğretim binasının pasif ve aktif sistem kullanarak enerji analizleri gerçekleştirilmiştir. Isıtma enerjisi azaltılmasına yönelik farklı alternatifler oluşturulmuş ve DesignBuilder benzetim programı kullanılarak analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler ile referans binanın enerji etkinliğinin iyileştirilmesi amaçlanmış olup sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Planas vd (2018), “Effects of the Type of Facade on the Energy Performance of Office Buildings Representative of the City of Barcelona” başlıklı makale çalışmasında, Barselona'da inşa edilen sekiz ofis binasının enerji verimliliği analiz edilmiştir. Farklı cepheler modellenerek ofis binalarının enerji ve aydınlatma analizi “Tas Engineering” yazılımında yapılmıştır. Ofis binalarının şekli, cam alanı oranı, yalıtımı ve havalandırma derecesine göre ısı enerjisi ve aydınlatma analizleri yapılmıştır.

Bakkal (2019), “Eğitim Binalarında Çift Kabuk Cephe Sistemleri Kullanımlarına Bağlı Enerji Etkin İyileştirme Önerileri” başlıklı tez çalışmasında, Millî Eğitim Bakanlığının yirmi dört (24) derslikli lise binası projesinin enerji etkin iyileştirilmesine yönelik Samsun iklim koşullarına dayalı çift kabuk cephe bir senaryosu oluşturulmuştur. Binanın enerji analizleri DesignBuilder benzetim programı ile yapılarak yapının aydınlatma, ısıtma, soğutma ve yıllık enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin karşılaştırılması sonucunda en uygun çift kabuk cephe senaryosu ortaya konulmuştur.

Yılmaz ve Koçlar Oral (2019), “Bir Ortaokul Binasının Maliyet ve Enerji Etkin Yenilenmesi için Bir Yaklaşım” başlıklı makale çalışmasında, İstanbul iklim bölgesinde Şişli ve Beşiktaş'ta yer alan ilkokul ve ortaokul binaları veri toplamak için seçilmiştir. Seçilen örneklem bir ortaokul binasının EnergyPlus ile enerji modellemesi yapılarak ASHRAE standardına göre enerji modelinin kalibrasyonu yapılmıştır. Oluşturulan model üzerinden enerji senaryoları yaşam döngüsü maliyeti ile optimize edilerek mevcut binaların enerji ve maliyet açısından etkin yenilenmesine ilişkin bütüncül bir model sunulmuştur.

Anaç (2019), “Cephe gölgeleme elemanlarının ısıtma ve soğutma yükleri üzerine etkisi” başlıklı tez çalışmasında, bir ofis binası DesignBuilder benzetim programı ile modellenerek Türkiye'deki beş farklı iklim bölgesinde enerji analizleri yapılmıştır. Analizlerin sonucunda ısıtma ve soğutmada enerji yükleri tespit edilerek hareketli ve sabit gölgeleme elemanları uygulandığı durumlardaki enerji yüklerinin değişimi karşılaştırılmıştır.

Yardımcı ve Güneli (2019), “İstanbul'da Mevcut Bir Ofis Yapısının Enerji Etkin Tasarım Bağlamında Yenilenmesine Yönelik Bir Yaklaşım” başlıklı makale çalışmasında, İstanbul'da bir ofis yapısının mevcut hali ve binaya yeni yapı malzemeleri entegre edilerek DesignBuilder programında modellenmesi ve analizleri yapılmıştır. Analiz sürecinde enerji performansı üzerinden binanın enerji verimliliği incelenmiştir.

Göksal Özbalta ve Yıldız (2019), “Sıcak-Nemli İklimde Çift Kabuk Cephe Enerji Performansının İncelenmesi” başlıklı makale çalışmasında, İzmir Ege Üniversitesi Kampüsü’nde inşa edilen İnşaat Mühendisliği Bölümü binasının birinci ve ikinci katında bulunan ofislerin güney cephesi için çift kabuk cephe tasarlanarak ölçümler alınmıştır. Çift kabuk cephenin soğutma amaçlı enerji performanslarının araştırılmasına yönelik farklı U-değeri değerine sahip altı farklı cam seçeneği önerilmiştir. Ofislere ait tek ve çift kabuk cephelerinin ısı davranışlarının ölçüm sonuçları DesignBuilder benzetim programı ile hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çıldır ve Tokuç (2019), “İzmir’de Bir Ofis Binasının Konfor Standartlarına Ulaşmasında Yapı Kabuğunun Etkisinin Değerlendirilmesi” başlık bildiri çalışmasında, İzmir ilinde örneklem bir ofis binasının bina kabuğuna uygulanan dört farklı senaryo ile DesignBuilder programında analizleri yapılmış, sonuçlar neredeyse sıfır enerjili binaya ulaşma hedefleri doğrultusunda incelenmiştir. Çalışma kapsamında önerilen senaryoların yıllık soğutma ve ısıtma yükleri analiz edilmiştir.

Zhou vd (2019), “Investigating the Impact of Building’s Facade on the Buildings Energy Performance-A Case Study” başlıklı çalışmada, İngiltere'nin kuzeydoğusundaki bir ofis binasının ısı ve iç ortam performansları araştırılmıştır. Ofis binada iki senaryo önerisi üretilerek, opak kısmı doğal taş ve saydam kısmında cam kullanılarak U-değerleri üzerinden DesignBuilder programı aracılığıyla enerji tüketimi miktarı hesaplanmıştır. Cam ve doğal taşın U değerinin nispeten yüksek olmasının yüksek enerji tüketimine neden olduğu tespit edilmiştir. Pencere boyutları küçültüldüğünde ve U-değeri düşük olan duvar malzemeleri kullanıldığında, bir yıl içinde ısınma amaçlı enerji tüketiminin senaryo birde %33,9, senaryo ikide ise %45,7 oranında azaltılabileceği bulunmuştur.

Reisoğlu (2021), “Yapı Kabuğunda Enerji Etkinliğinde Pasif Yöntemlerin Benzetim Yoluyla İncelenmesi” başlıklı tez çalışmasında İstanbul’un Silivri ilçesinde yer alan tek katlı bir yapının üç pasif yöntem kullanılarak enerji yükleri DesignBuilder programı ile analiz edilmiştir.

Koç (2021), “Farklı İklim Bölgelerinde Yapı Kabuğunun Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım: Tip Eğitim Yapısı Örneği” başlıklı tez çalışmasında, Türkiye’de Millî Eğitim Bakanlığı’na ait olan mevcut bir adet yirmi dört (24) derslikli tip proje binasının enerji etkinliğinin iyileştirilmesine yönelik alternatifler oluşturulmuştur. Pasif sistem tasarımı ile enerji etkinliğin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. DesignBuilder benzetim programı ile modelleme yapılarak, iklim bölgelerine göre

yapının enerji ihtiyacı hesaplanmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek en uygun alternatif belirlenmiştir.

Çetin ve Dikmen (2022), “Bir Ofis Binasının Enerji Yüklerinin Çift Kabuklu Cephe Sistemi ve Güneş Kırıcılar ile Azaltılması” başlıklı makale çalışmasında, Antalya’da mevcut bir ofis binasının giydirme cephe sisteminin enerji yüklerinin azaltmasına yönelik cephelere ikinci kabuk ve güneş kırıcılarla eklenmiştir. DesignBuilder benzetim programı ile yapının mevcut durumuna ve denenen farklı senaryolara ait ısıtma ve soğutma enerji yükleri hesaplanarak sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Yıldırım (2022), “Yapı Bilgi Modelleme Sistemi ile Sürdürülebilir ve Enerji Tasarruflu Konut Tasarımı” başlık tez çalışmasında, bir konut binasının BIM yazılım programıyla (Autodesk Revit ve Green Building Studio entegrasyonu ile) binanın enerji performansını artırması için sekiz (8) parametre bina yönlendirilmesi, bina kabuğunun (duvar, çatı, pencere, ısı yalıtımı ve cephe saydamlık oranı), fotovoltaik panel ve aydınlatma” belirlenmiştir. Bu parametreler doğrultusunda seçenekler geliştirilmiş yüz doksan iki (92) senaryo oluşturulmuş ve BIM programı ile enerji analizleri hesaplanmıştır. Her parametre için en uygun senaryonun mevcut bina ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca, senaryoların ilk yatırım maliyetleri hesaplanarak yatırımların geri dönüş süreleri incelenmiştir. Sonuç olarak enerji tüketiminin (yakıt ve elektrik) (yıllık / yaşam boyu), maliyetin (yıllık / yaşam boyu), CO2 salınımı miktarı ve enerji kullanım yoğunluğuna göre binanın enerji performansı değerlendirilmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde yapı türünün, iklim bölgesinin ve cephe sisteminin binanın enerji performansı üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Yapıların enerji performanslarının belirlenmesi, iyileştirilmesine yönelik öneriler geliştirilmesi ve maliyet açısından değerlendirilmesinde benzetim programları etkin bir rol oynamaktadır. Yapı türüne ve bulunduğu iklim bölgesine uygun cephe tasarımları ile enerji ve maliyet açısından verimli yapı tasarımına ulaşmak mümkündür. Bu nedenle tez çalışması kapsamında ofis cephe sistemlerinin ısıl enerji performansı ve maliyet bakımından değerlendirilmesine karar verilmiştir.

1.1. Problem

Enerji etkin bina tasarımında bina kabuğunun özellikle de cephe sistemlerinin tasarımı etkili olmaktadır. Cepheler yapı maliyetinin yaklaşık %25’ini oluşturmaktadır. Bu anlamda cephe sistemlerinin maliyetinin ve binaların ısıtma ve soğutma yüklerinin

azaltılması üzerindeki etkisinin birlikte ele alınması hem enerji hem de maliyet açısından etkin yapı tasarımına ulaşmak açısından önemlidir.

Bu nedenle çalışmada problem alanı “cephe sistemlerinin binanın ısıtma ve soğutma enerjisi performansına etkisi” olmasına karar verilmiştir. Örneklem yapı olarak ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin yoğun olduğu ofis yapısı seçilmiş ve çalışma kapsamında oluşturulan cephe senaryolarının yapının ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri üzerine etkisi DesignBuilder programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Cephe sistemlerinde enerji ve maliyet önemli kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmada ısıtma ve soğutma ve toplam enerji yükleri, enerji tüketim maliyeti ve cephelerin ilk yatırım maliyeti arasındaki durumun karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine karar verilmiştir.

1.2. Amaç

Çalışmada, cephe sistemlerinde ve malzemelerinde yapılan değişikliklerin örneklem ofis binasının ısıtma ve soğutma enerjisi performansı üzerindeki etkisinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Cephe sistemleri ve malzemelerindeki değişimlerle birlikte örneklem binanın bulunduğu iklim bölgesinin değişiminin binanın ısıtma ve soğutma enerjisi performansı üzerindeki yansımalarının gözlenmesi çalışmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır. Ayrıca çalışmada, cephenin ilk yatırım maliyeti ve enerji tüketim maliyeti arasındaki ilişkiden yola çıkılarak yapı için uygun maliyetli ve ısıtma ve soğutma enerjisi performansı yüksek olan cephe sisteminin/malzemesinin seçilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

1.3. Kapsam

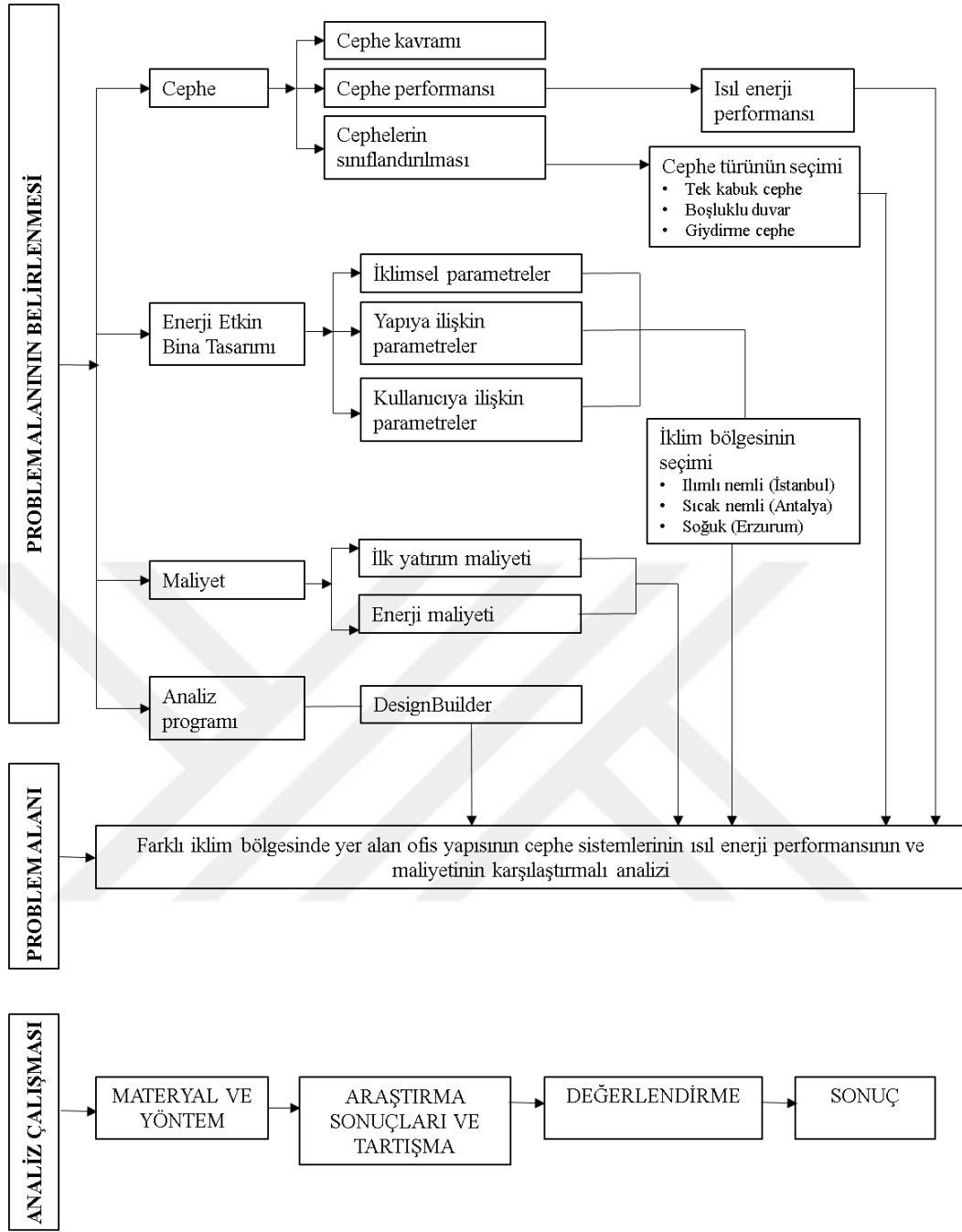
Cephe sistemlerinin maliyeti ve binanın ısıtma ve soğutma enerjisi performansı üzerindeki etkisi ofis yapısı üzerinden ele alınmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında öncelikle iki (2) katlı, merkezi çekirdek planlı 20 m x 20 m boyutlarında örneklem bir ofis yapısı tasarlanmıştır. Seçilen üç (3) farklı cephe türüne ait (tek kabuk, boşluklu duvar, giydirme cephe) kırk bir (41) adet cephe senaryosu oluşturulmuştur. Türkiye’de bulunan üç farklı iklim bölgesinde yer alan İstanbul (ılımlı-nemli), Antalya (sıcak-nemli) ve Erzurum (soğuk) illeri çalışma alanı olarak seçilmiştir. Seçilen üç il için önerilen cephe senaryoları örneklem ofis yapısı üzerinde uygulanarak ısıtma, soğutma ve toplam enerji yüklerindeki değişim aylık ve yıllık olarak DesignBuilder programı aracılığıyla hesaplanmış, sonuçlar her il için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının yayınlamış olduğu kitapçıktan ve alınan fiyat tekliflerinden faydalanarak önerilen cephe

sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında enerji yükü/maliyeti ve cephelerin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

1.4. Yöntem

Çalışmada temel olarak literatür araştırması ve analiz yöntemleri kullanılmıştır. Cephe sistemleri, bileşenleri, performansı, benzetim programları, enerji performansı ile enerji ve cephe maliyeti konularına ait literatür araştırması yapılmıştır. Konuyla ilgili Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezinde yer alan lisansüstü tez çalışmaları, ulusal ve uluslararası veri tabanlarında yayınlanan makaleler ve bildiriler, kitaplar ve internet kaynakları literatür araştırması kapsamında incelenmiştir.

Tez çalışması kapsamında oluşturulan cephe senaryolarının önerilen ofis yapısının enerji performansı üzerindeki etkisinin belirlenmesinde analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda analizler DesignBuilder programında gerçekleştirilmiş olup aylık ve yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükündeki değişimler hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarının ardından enerji birim fiyatları ve birim analiz fiyatlarından faydalanılarak, önerilen cephe senaryolarına ait örneklem yapının enerji tüketim maliyetleri ve cephelerin ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Enerji ve maliyet açısından elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Şekil 1.1'de çalışmanın akış şemasını göstermektedir.



Şekil 1.1. Çalışma akış şeması

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde çalışmanın amacına uygun olarak bina kabuğu ve bileşenleri, cephe kavramı, cephe sistemleri, bileşenleri, cephe sistemlerinin sağlanması gereken performans gereksinimleri, enerji etkin tasarım ölçütleri ve maliyet ile ilgili konularda literatür araştırması yapılmış ve yapılacak olan analiz çalışması için kavramsal bir altyapı oluşturulmuştur.

2.1. Bina Kabuğu

Bina kabuğu, iç ortam konfor koşullarını sağlayan, dış ortam ve iç ortam arasındaki duvar, pencere ve kapı/doğrama, çatı gibi yapı elemanlarından oluşan, binanın işlevine uygun yapı malzemelerinin yer aldığı yapı sistemi olarak adlandırılmaktadır. (Kınay vd., 2017). Bina kabuğu, kullanıcıları çevresel koşullara karşı korumakla görevli olup iç ortam ve dış ortam arasında bir filtre sağlayarak birçok performansın karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Keskin, 2012; Herzog vd, 2016). Bir ya da birden çok katman veya kabuktan oluşabilen bina kabuğunun sağlanması gereken işlevler bu bileşenler tarafından karşılanmaktadır. Bu işlevler;

- Görsel etkiler, medya aracı
- Mekanik koruma
- Yağmur suyuna karşı koruma,
- Rüzgâr geçirimsizlik,
- Buhar geçişinin önlenmesi ya da izin verilmesi
- Işık yayılımı ve yansımaları,
- Işık radyasyonunun ve ısı radyasyonunun yansıtılması
- Isı radyasyonunun emilimi,
- Elektromanyetik radyasyonun yansıtılması
- Sesin emilimi ve yansımaları
- Isı depolama
- Isı geçişinin azaltılması
- Yüklerin aktarımı
- Isının tahliyesi
- Su buharının emilmesi ve serbest bırakılması
- Güneş enerjisinin ısı ve elektrik enerjisine dönüştürülmesidir (Herzog vd. 2016).

Bina kabuğunun tasarımında çevresel, teknolojik, sosyal-kültürel, işlevsel ya da estetik faktörler gibi birçok belirleyici rol oynamaktadır. Çevresel faktörlerin içerisinde ısı, ışık, ses gibi fiziksel çevresel faktörler ağırlıklı olarak göz önünde bulundurulduğunda, çözüm önerisinin ısı, görsel ve akustik parametrelere bağlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bina kabuğunda ısı konfor iklimsel etmenlerin kontrolü ile sağlanırken, görsel konfor doğal aydınlatma, akustik konfor ise gürültü seviyelerinin kabul edilebilir düzeyde olmasıyla ifade edilmektedir (Koçlar Oral vd., 2004).

Opak ve saydam bileşenlerden oluşan bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri büyük önem taşımaktadır. Bu özellikler, bina kabuğundan kaybedilen veya kazanılan ısı miktarının, güneş ışınımının ve dış hava sıcaklığının etkisinin yanı sıra iç mekân iklim koşulları, yapay iklimlendirme ve ısıtma yüklerinin belirleyicileridir (Efe, 2009). Bina kabuğundan beklenen performansın gerçekleştirilmesi ve sürdürülmesi, meydana gelebilecek olan hasarların önlenmesiyle de doğrudan ilişkilidir. Örneğin bina kabuğunun ısı-nem performansı ile ilişkili olarak ısı kaybı, nem, küflenme, hava sızıntısı gibi hasarlarla karşılaşmaktadır. Bu hasarlar sistem performansı ve hizmet ömrü üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir bina tasarımı açısından bina ve yapı elemanlarının performansının ve yaklaşık hizmet ömrünün tahmin edilmesi önemli olmaktadır (Edis ve Kuş, 2014).

Bütünleşik tasarım sürecinde yer alan mühendis ve mimarlar ile yüksek performans sağlayan bina kabuğu tasarımının mümkün olduğu ifade edilmektedir. Tasarım ekibi uygun duvar ve çatı tasarımlarını geliştirir, pencere ve güneş kontrol elemanlarını doğru boyutlandırır ve konumlandırır ve bunun mümkün olabileceği görülmektedir. Bu sayede çevresel kontrolün daha iyi sağlanması ve istenmeyen durumların önüne geçilmesi mümkündür (Gibberd, 2009).

2.1.1. Bina kabuğunun bileşenleri

Bir bileşen, daha karmaşık bir öge oluşturmak için diğer öğelerle birleştirilebilen veya karıştırılabilen, bağımsız bir birim, alt sistem veya alt birim olarak üretilen bir yapının (veya başka bir inşa edilmiş varlığın) kurucu parçası olarak tanımlanmaktadır (Url-1, 2022). Bina kabuğu dış ortamla ilişkili olan duvar, açıklıklar (kapılar ve pencereler) ve çatı ile zeminle temas halinde olan döşeme ve duvar gibi bileşenlerden oluşmaktadır (Koç, 2021; Brock, 2005). Tez çalışma kapsamında cephe sistemleri detaylı olarak ele alınacaktır.

2.1.1.1. Cephe

Duvarlar mekânları sınırlandıran, iç mekân konfor koşullarını sağlayan ve yapıyı çevresel etmenlerden koruyan yapı elemanlarıdır (Berkin, 2021). Duvarlar genel olarak ortamları birbirinden ayıran düşey ya da düşeye yakın yapı elemanlarıdır (Toydemir vd., 2011). Duvar sistemlerinin taşıyıcılık, ayırıcılık, ısı, ses, nem ve suya karşı dayanım gibi performansları karşılaması beklenmektedir (Toydemir vd., 2011). Dış ortamdan etkiyen etmenlerle karşılaşan ilk yapı elemanı olan dış duvar sistemleri genel olarak iç kaplama, çekirdek, alt strüktür ve yalıtımlar, dış kaplama olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır (Toydemir vd., 2011). Zaman içerisinde yaşanan gelişmelerle birlikte dış duvar sistemlerini yerini cephe sistemlerine bırakmıştır.

Yapının en büyük yüzey alanını oluşturan cephe sistemleri hem yapının performansı hem de estetiğinin sağlanmasında etkili bir rol oynamaktadır (Brock, 2005). Tasarım sürecinde, cepheyi oluşturan katmanların ve malzemelerin günümüz teknolojisine uygun olarak seçilmesi beklenmektedir. Malzemelerin seçiminde fiziksel, estetik ve ekonomik beklentiler göz önünde bulundurulmaktadır (Brock, 2005). Cepheler iç ortam ve dış ortamı birbirinden ayırırken, kullanıcı konforunun sağlanmasında cephe malzemelerinin seçimi ve açıklıklarının boyutları önemli rol oynamaktadır (Yazıcıoğlu, 2006).

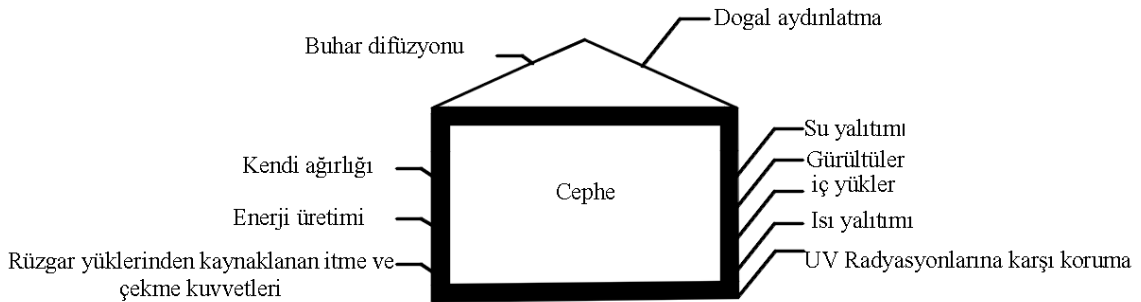
Yazıcıoğlu (2006) çalışmasında cephelerden beklenen özellikleri şu şekilde ifade etmektedir;

- Bariyer oluşturmak: Cepheler dış ortamdaki ısı, su ve rüzgâr gibi etmenlerin istenmeyen etkilerinin iç ortama iletmesini doğru yapı malzemelerinin seçimi yöntemiyle engellenmesini sağlamaktadır.
- Kontrol etmek: İç mekân konfor koşullarının oluşturulmasını ve sürdürülmesini kontrol etmesi beklenmektedir.
- Yüklere karşı dayanım: Binaya yatay ve düşey yönde etkiyen (rüzgâr vb. gibi) yükleri karşılamak, aynı zamanda üzerinde konumlandırılan bileşenlerin yüklerini taşımak ve bu yüklerin bina taşıyıcı sistemine güvenli bir biçimde aktarılmasını sağlamaktır.
- Estetik beklentiler: Cephe yapıyla ilgili ilk izlenimin sağlandığı alan olması nedeniyle görsel/estetik beklentilerin karşılanmasına dikkat edilmelidir (Yazıcıoğlu, 2006).

Benzer şekilde Knaack vd. (2007) cephe sisteminin sağlaması gereken işlevleri şu şekilde tanımlamaktadır;

- Binanın mimari görünümünü tanımlar,
- İçeriden ve dışarıdan görüş sağlar,
- Rüzgâr yüküne bağlı olarak oluşan çekme ve basınç kuvvetlerini absorbe eder,
- Kendi ağırlığının yanında diğer yapı bileşenlerinin ağırlığını taşır,
- Güneşe karşı koruma sağlarken aynı zamanda güneş ışığının binaya girmesine izin verir,
- Yağmur suyunun nüfuz etmesine karşı dayanıklı olup, iç ve dış ortam arasında nem geçişini dengeler,
- Sıcağa, soğuğa ve gürültüye karşı yalıtım sağlar ve enerji üretimine olanak sağlayabilir,
- Ayrıca uzun ömürlü, bakımı ve temizliği kolay olmalıdır (Knaack vd., 2007).

Şekil 2.1 cephenin üzerine etki eden çevresel etmenler karşısında sağlaması gereken performans gereksinimlerini göstermektedir. Bu gereksinimlerin cephe sisteminin tasarım süreci itibariyle dikkate alınması ve uygulamaya geçirilmesi beklenmektedir (Knaack vd., 2007).



Şekil 2.1. Cephenin sağlaması gereken gereksinimler (Knaack vd., 2007 kaynağından faydalanılarak yeniden çizilmiştir.)

Hem yapının performansı hem de estetiği üzerinde etkili olan cephenin, yapısal olarak güneş ışığı kazanımı, hava geçirimsizlik gibi performanslara sahip olması bina kabuğunun enerji verimliliğinin artmasına katkı sağlamaktadır. Yük taşıyan veya yük taşımayan cephe sistemleri birden fazla işlevi sağlamaktadır. Bu işlevlerin her biri

bağımsız olarak ele alınırken, çoklu işlevler birbiriyle alakalı olup birbirini etkilemektedir (Boswell, 2013). Her cephe sisteminin sahip olması gereken temel işlevler;

- Taşıyıcılık: Kendisinin ve üzerine etkiyen yüklerin desteklenmesini sağlamak,
- İklimsel koşullara dayanıklılık: Doğal unsurları dışarıda bırakmak,
- Enerji etkinlik: Enerji tüketiminin azaltılmasına katkı sağlamak,
- Yapısal hareketlere uyum sağlamaktır (Boswell, 2013).

Cephede yer alan pencere ve kapılar bina kabuğundaki açıklıkları ifade etmektedir. Pencere ve kapılar bir binada termal konfor ve ideal aydınlatma düzeyini sağlamaktadır. Ayrıca açıklıklar binada havalandırma ve görsel/estetik açıdan önemli rol oynamaktadır (Sharma, 2013). Pencere ve kapıların temel işlevi, iç ortamı dış ortamın olumsuz etkilerine karşı korumak ve kontrol etmektir. Pencere ve duvarlar doğru tasarlanmış olsa bile birleşim noktaları dış ortamdan gelen etkiler için zayıf noktalar oluşturabilmektedir (Ekinci, 2016). Bu nedenle doğru tasarım kadar sistemlerin doğru uygulanması da performansının sağlanması açısından önemlidir.

Pencere sistemlerinin performansının iyileştirilmesiyle birlikte yapıda kullanılan pencere sayısında artış sağlanmıştır. Ancak pencere sayısının artması aynı zamanda çerçeve miktarının artmasına bir başka ifadeyle opak alanlarda ısı geçişinin de artmasına neden olabilmektedir (Christian ve Kony, 2006). Duvarlara kıyasla pencerelerde meydana gelen ısı kaybı ve kazancı yaklaşık 20-30 kat daha fazla olmaktadır. Doğru pencere tasarımı ile ısıtma soğutma sistemlerinin kullanım maliyetinin makul seviyede tutulması mümkün olmaktadır (Sharma, 2013). Ching ve Shapiro (2014) çalışmasına atıfla Yüksel (2018) pencereleri doğal aydınlatma, manzara ve dış ortamla etkileşimi sağlayan boşluk olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle pencerelerde meydana gelebilecek kamaşma, hava geçirgenlik ve ısı kayıpları gibi sorunlara karşı doğru tasarlanması gerektiğini ifade etmektedir (Yüksel, 2018). Pencere yerleri, yönü ve boyutları iç mekânın kullanım amacıyla ilişkilidir. İç mekân aydınlık düzeyi ile pencere formu doğrudan ilişkilidir. Benzer biçimde açıklıkların yönü mekânın doğal havalandırılması ve iç iklimsel kontrolünün sağlanması açısından büyük öneme sahip olmaktadır (Knaack vd, 2014). Pencere uygulamalarında farklı malzeme kullanımı mevcuttur. Malzeme seçiminin pencere ve cephe tasarımı üzerinde etkisi bulunmaktadır (Knaack vd, 2014).

2.1.2. Cephe performansı

Bina kabuğu tasarımı, mimarlık ve mühendislik meslekleri ile performans ve estetik beklentiler arasında örtüşmeyi temsil etmektedir. Bu nedenle bina kabuğu hem binanın estetik görünümü hem de iç mekân konfor koşullarının sağlanması açısından bina tasarımında kilit bir rol oynarken bina maliyetinde ciddi bir orana sahiptir. Bina kabuğunun en büyük yüzeyini oluşturan cephe sistemleri ısı iletimi, hava ve nem hareketleri, gürültü, kirlenme, gün ışığı geçirimsizlik gibi bina performansının ve kullanıcı konfor koşullarının sağlanması üzerinde etkili olan çevresel etmenlere karşı gerekli performansın sağlanması hususunda önemli bir role sahiptir (Zamella ve Faraguna, 2014). Bu nedenle sürekli değişen iklim koşullarına maruz kalan cephe sistemleri üzerinde etkili olan çevresel faktörlere ilişkin veriler analiz edilerek kullanıcılara en uygun konfor koşullarını sağlanmalıdır (Chasan, 2013). Enerji verimli sistem tasarımı için enerji, kullanıcı konforu ve maliyetle doğrudan ilişkili olan cephe sistemlerine tasarım sürecinin başından itibaren gerekli özen gösterilmelidir (Ghaffarianhoseini vd., 2016). Cephe sistemlerinin maliyet ve performans açısından yapı üzerinde önemli bir role sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında cephe sistemlerinin performansı ele alınmıştır.

Literatürde bina kabuğunun performans gereksinimleri ile ilgili aşağıdaki kriterlerden bahsedilmektedir. Bunlar;

- Termal/Isıl performans gereksinimleri,
- Su geçirimsizlikle ilgili gereksinimler,
- İklimlendirme gereksinimleri,
- Akustik gereksinimler,
- Görsel gereksinimler,
- Yangından korunma gereksinimleri ve
- Yapısal gereksinimlerdir (Yiğit, 2021).

Tez çalışmasının literatür araştırması kapsamında cephe sistemlerinin performansı;

- Taşıyıcılık,
- Isıl,
- Aydınlatma,
- Rüzgâr dayanımı
- Havalandırma

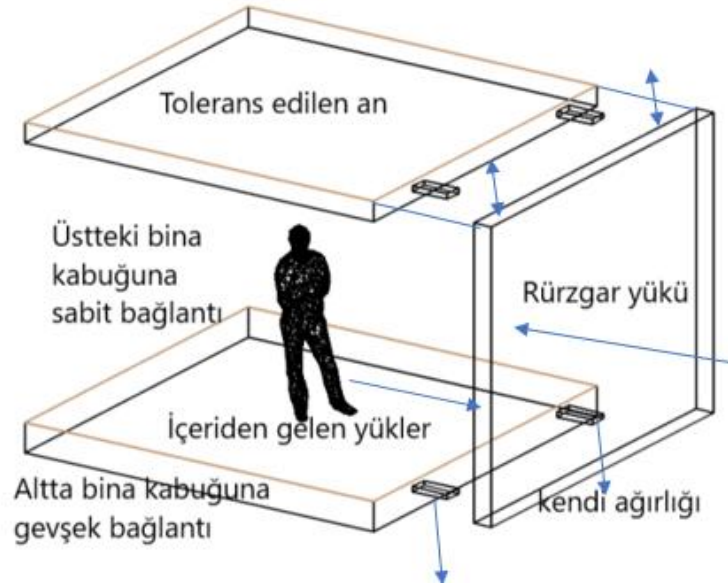
- Su buharı/Nem
- Su geçirimsizlik
- Hava sızdırmazlık
- Yangın dayanımı
- Gürültü başlıkları altında ele alınmıştır.

2.1.2.1. Taşıyıcılık performansı

Bir yapı elemanının işlevini yerine getirebilmesi ve yapının ihtiyacı olan diğer performans gereksinimlerini sağlamasının ilk yolu taşıyıcılık performansının sağlanmasına bağlıdır. Cephe sistemlerinin üzerine etkiyen yükler;

- Cephe bileşenlerinin kendi ağırlığı,
- Kar yükü,
- Rüzgâr yükü (itme ve çekme),
- Hareketli yükler, (insanların ve eşyaların hareket anında güçlü çarpma yükleri gibi yükler),
- Gerilme yükleridir (sıcaklık ve nem değişimlerine bağlı ortaya çıkan yükler) (Knaack vd., 2014).

Genel olarak cephe sistemlerinin üzerine etkiyen yüklere karşı dayanıklı olması ve bu yükleri bina taşıyıcı sistemine güvenli biçimde iletmesi beklenmektedir. Bu anlamda cephe sistemleri öncelikle üzerine etkiyen yatay (örn. Rüzgâr, deprem, vb.) ve düşey (örn. Kendi ağırlığı) yöndeki yüklere karşı dayanıklı olmalıdır. Ardından karşıladığı bu kuvvetleri binanın taşıyıcı sistemine iletmelidir. Birçok malzeme ve bileşenden oluşan cephe sistemlerinin bu yükleri karşılayabilmesi için bina taşıyıcı sistemi ile birleşim noktalarında güvenli bağlantılara sahip olmalıdır (Knaack vd., 2014). Şekil 2.2'de cephe sisteminde yük aktarım şemasını göstermektedir.



Şekil 2.2. Cephe sisteminde yük aktarım şeması (Knaack vd., 2014 kaynağından faydalanılarak yeniden çizilmiştir.)

2.1.2.2. Isıl performansı

Bina kabuğunda ısı iletim, taşınım ve ışıınım olmak üzere üç farklı şekilde yayılmaktadır. Enerji etkin binalarda binanın hizmet ömrü boyunca yazları ısı kazançlarının en az düzeyde olması, kışları ise ısı kazançlarının en iyi düzeyde olması beklenmektedir. Böylelikle yapıda harcanan ısıtma ve soğutma yüklerinin en aza indirilmesi amaçlanmaktadır (Sular, 2016). Opak ve saydam bileşenler iklimsel koşullara uygun seçilmelidir. Aynı zamanda opak ve saydam bileşenlerin birleşim noktaları tasarım için kritik noktalar olup ısı performansın sağlanması, enerjinin verimli kullanımı ve iç mekân konfor koşullarının sağlanması açısından büyük öneme sahiptir (Yarkın, 2017). Isıl performansın artırılmasında;

- Opak bileşenlerin ısı performansının artırılması; Bina kabuğunda ısı ve nem yalıtımının sağlanması konfor koşullarının sağlanması açısından önemlidir. Böylelikle kışın ısı kayıpları, yazın ısı kazançları önlenmekte, iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farklılıklarına rağmen iç mekân ısı konforu sağlanabilmektedir. Enerji tüketiminin azaltılması ve ısı konforunun sağlanması amacıyla yalıtım uygulamaları yapı tipine ve bölgeye göre farklılık göstermektedir. Isı yalıtım malzemelerinin ısı iletkenliğinin düşük olmasının yanında, dayanıklı, uzun ömürlü, çevreye zarar vermeyen ve ısı performans bakımından en iyi değere sahip olması beklenmektedir (Yarkın, 2017).

- Saydam bileşenlerin ısı performansının artırılması; Enerji etkin binalarda ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılmasının diğer yolu, saydam bileşenlerin ısı performanslarının artırılmasıdır. Saydam bileşenler ısı performansın yanında aydınlatma ve havalandırma açısından da önemli bir bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle optik ve ısı performansı iyi olan cam türlerinin tercih edilmesi ısı performansın sağlanması açısından önemlidir (Yarkın, 2017). Özellikle sıcaklık farklılıklarından dolayı dış mekân ile iç mekân arasındaki ısı transferinden kaynaklanan ısı kayıplarında pencereler önemli rol oynamaktadır. Doğramalarda (Çerçevelerde) ve camlarda tercih edilen malzemelerin iyileştirilmesiyle binalarda enerji tasarrufu sağlanabilir (Maçka, 2008).
- Opak ve saydam bileşenlerin kesişim noktalarında ısı performansının artırılması; Pencere ve duvar birleşimleri ısı performans açısından zayıf noktalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Opak ve saydam bileşenlerin doğru tasarımı kadar birleşim noktalarına da dikkat edilmelidir. Bu noktalarda özellikle ısı yalıtım uygulamalarının sürekliliğinin sağlanması önemlidir (Yarkın, 2017).
- Cephe sistemleri ile ısı performansın artırılması; Cephelerde kullanılan iç ve dış kaplama malzemelerinin doğru seçimi ile meydana gelebilecek temel problemlerin önüne geçilebilmektedir. Cephe sisteminin U değerinin iyileştirilmesi ısı performansın sağlanmasında etkili olmaktadır (Yarkın, 2017). Ayrıca gelişmiş cephe sistemlerinin tercih edilmesi binaların ısı performansının iyileştirilmesinde etkili olmaktadır (Knaack vd, 2007; Yarkın, 2017).
- Isı köprülerinin en aza indirilmesi; Trachte ve Deherde (2010) çalışmasına atıfla Yarkın (2017) farklı U değerine sahip malzemelerde oluşan kesintiler, yapı elemanı tasarımında kullanılan malzemelerdeki kalınlıkların değişiklik göstermesi ve yapı elemanlarının birleşim noktalarında zayıf birleşimlerin meydana gelmesi ısı köprülerinin oluşumuna neden olmaktadır (Yarkın, 2017). Isı köprülerinin önlenmesi yapıda oluşabilecek ısı kayıplarının önlenmesi ve ısı performansın sağlanması açısından önemlidir (Efe, 2009).

Isı performansın sağlanmasında etkili bir diğer konu malzeme seçimidir. Doğru malzeme seçimi ve malzemelerin U değerlerinin dikkate alınmasıyla oluşturulan

sistemler sayesinde ısı performansın iyileştirilmesi mümkündür (Koclar Oral ve Yılmaz, 2002; Natephra vd., 2018).

2.1.2.3. Güneş ışığı (doğal aydınlatma) performansı

Yenilenebilir enerjinin ana kaynağı olan güneş ışığı insan üzerindeki etkileriyle birlikte mimari tasarımın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu anlamda iç ve dış ortam arasında etkileşimi sağlayan cephe sistemleriyle doğrudan ilişkili olmaktadır. Güneş ışığı tasarım için önemli bir girdi oluşturmakla birlikte yapı için istenmeyen durumlara da neden olabilmektedir. Bu nedenle gün ışığının doğru kullanımı tasarım aşamasından itibaren dikkatli biçimde ele alınmalıdır (Öner, 2019). Güneş ışığı binanın doğal aydınlatılmasında etkili olup, pencere ve kapılar güneş ışığının kullanımında faydalanılan yapı elemanlarıdır (Yöndem, 2019).

Doğal aydınlatılan kamusal alanlarda kamaşma kontrolü ve enerji performansı arasında bir denge sağlanması gerekmektedir. Yalıtımlı/lamine Low-e camların kullanımı soğutma yükleri üzerinde etkili olarak yapının enerji tüketiminin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Boswell, 2013). Çalışma ortamına etkiyen güneş ışığı miktarını azaltmak için gölgelendirme sağlayan elemanlarından faydalanılabilmektedir (Bozkurt, 2013). Güneş kontrol elemanları görsel performansı tam anlamıyla kesmeden, iç mekânın gün ışığından yeterli biçimde faydalanmasını sağlayarak gereğinden fazla ısınma ve soğumaya engel olup yapının estetiği ve enerji performansı üzerinde etkili olmaktadır (Alemdağ, 2014). Bu elemanlar cephe sistemlerinde paneller arasına veya içten ve dıştan entegre edilerek uygulanabilmektedir (Alemdağ, 2014).

2.1.2.4. Rüzgâr

Atmosferdeki hava akımı neticesinde oluşan rüzgâr, dış ve iç mekân arasındaki açıklıklar vasıtasıyla bina üzerinde etkili olmaktadır. Rüzgâr, taşıyıcılık ve ısı performansın sağlanması üzerinde etkili olmakla birlikte hava durumuna ve konuma göre şiddeti ve yönü değişiklik gösterebilmektedir (Herzog vd., 2016). Rüzgâr yükü, normal yapılar için statik olması gereken ve yapı üzerinde yatay olarak etkileyen bir yük türüdür (Topçu, 2019).

Rüzgâr basıncı rüzgâr hızına ve yapı geometrisine bağlıdır. Rüzgâr hızı belirli bir yüksekliğe kadar artmakta ve daha sonra sabit kalmaktadır (Topçu, 2019). Bina yüksekliği arttıkça rüzgâr yüklerinin de arttığı bilinmektedir. Bu nedenle binaların rüzgâr yükü hesaplarının yapıya uygun biçimde yapılması gereklidir. Günümüzde Türkiye'de

geçerli olan TS 498 standardına göre rüzgâr hesabı ve tasarım rüzgâr yüklerinin belirlenmesi, yapısal taşıyıcı sistemde olan betonarme, çelik, ahşap, yığma gibi yapı malzemeleri ve cephe kaplama, cam gibi cephe elemanlarında rüzgâr hızı ile oluşan basınç dikkate alınarak kullanılmaktadır (Timurağaoğlu vd., 2018).

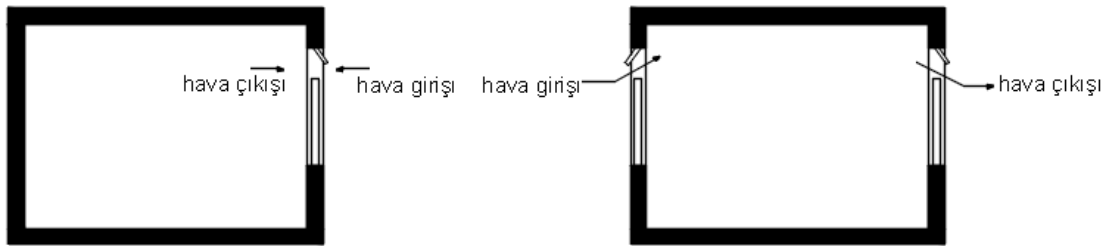
2.1.2.5. Doğal havalandırma

Doğal havalandırma yalnızca iç mekân ile dış hava arasındaki basınç farkına bağlıdır ve genellikle geleneksel pencere havalandırmasıyla yapılır (Knaack vd, 2007).

Binalarda doğal havalandırmanın rolü aşağıda sıralanmaktadır;

- Doğal havalandırma, binadaki soğutma yüklerinin azaltmasında önemli bir rol oynamaktadır.
- Bina içi ve çevresindeki doğal hava akışı, binalardaki iç hava kalitesini artırarak doğal havalandırma sağlamakta ve binanın ısıl konforunun sağlanmasında etkili olmaktadır (Kumar vd., 2021).

Pencereler ve kapılar doğal havalandırmanın sağlanmasında etkilidir. Doğal havalandırma gürültü miktarının ve rüzgâr hızının az olduğu bölgeler için uygun bir çözüm önerisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Gür, 2014). Duvarda bulunan (tek veya karşılıklı) açıklıklarda rüzgârla sağlanan havalandırmanın iki temel durumu şekil 2.3 'te gösterilmektedir.



Rüzgâr ile aynı açıklıktan doğal havalandırma dolaşımı

Rüzgâr ile çapraz doğal havalandırma akımı

Şekil 2.3. Rüzgârla sağlanan havalandırmanın iki temel durumu (Kumar vd., 2021 kaynağından faydalanılarak yeniden çizilmiştir.)

2.1.2.6. Su buharı/Nem performansı

Su buharı, su etmeni kadar problemlili bir alan olarak tanımlanabilmektedir (Straube, 2002). Nemle ilgili sorunların meydana gelmesine;

- Nem kaynağının olması,
- Nemin hareket edebileceği bir yol olması,
- Nem hareketine neden olan itici bir kuvvet olması ve
- Malzemelerin neme karşı duyarlı olması neden olmaktadır (Straube, 2002).

Binalarda bozulmanın en önemli sebeplerinden biri olması nedeniyle nem/su buharı tasarımcılar için önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Nem;

- Metal sistemlerde korozyon oluşumuna,
- Alçı ve ahşap gibi malzemelerde kimyasal bozulmalara,
- Beton, taş gibi malzemelerde donma-çözölmeye bağlı olarak hasarlara,
- Bitirmelerde renk değişimine,
- Yapısal bozulma, kırılma gibi sorunlara neden olan hacimsel değişikliklere,
- Mantar, küf, vb. strüktürel kapasiteyi ve görünümü etkileyen bozulmalara neden olabilmektedir (Straube, 2002).

Havada bulunan su buharı ısıyla birlikte bina kabuğunda sıcak taraftan soğuk tarafa doğru hareket etmektedir. Su buharının geçişi sırasındaki en önemli konu yoğuşmadır. Su buharının soğuk bir tabakaya çarparak yapı elemanı kesiti içerisinde yoğuşmaya uğraması istenmemektedir (Türkmen, 2016). Özellikle duvar sistemlerinde nem miktarının artması iletkenliğin artmasına bir başka ifadeyle ısı kaybına neden olmaktadır. Ayrıca malzemelerde oluşan problemlere bağlı olarak sistemin servis ömrü olumsuz etkilemektedir (Pukhkala vd., 2015). Uygun yalıtım malzemelerinin kullanımı ile nem kontrol altına alınmalıdır (Akıncı, 2019). Tasarım süreci itibariyle malzemelerde oluşabilecek sorunlar analiz edilmeli, yoğuşma riski ve oluşturabileceği sorunlara karşı gerekli önlemler alınmalıdır (Edis ve Kuş, 2014).

2.1.2.7. Su geçirimsizlik

Brookes (1998) çalışmasına atıfla Chasan (2013) çalışmasında cephelerin, dış ortamdan yağış yoluyla gelen sudan, zeminden gelen sudan ve iç ortamdan dış ortama hareket eden su buharının yoğuşması sonucu oluşan sudan etkilenmekte olduğunu ifade etmektedir. Bu sorunların oluşmaması için cephe tasarımında dikkat edilmesi gerekenler

ve suyun dış duvarlarda meydana getirdiği zararları en aza indirmek için alınabilecek bazı önlemler;

- Dış duvarlarda drenaj katmanı veya drenaj boşluğunun düzenlenmesi,
- Suyun geçmesini önleyecek gözenek yapısına sahip (kapalı gözenekli) malzeme kullanılması,
- Suyun geçmesine engel olunması için, duvara belirli aralıklarla su atım delikleri açılması gibi önlemler ele alınması gerekmektedir (Chasan, 2013).

2.1.2.8. Hava geçirimsizlik

Bir binada hava geçirimsizlik, duvarlar, çatılar, pencereler vb. yerlerdeki olası boşluklardan hava sızıntılarını azaltmak için kabuğun "sızdırmaz hale getirilmesi/mühürlenmesi" anlamına gelmektedir. Bu sayede konveksiyonla meydana gelen ısı transferini azaltılmaktadır. Bir binaya giren doğal hava akışı ne kadar az olursa, iç mekânda kullanıcıların ısı konforunu sağlamak için daha fazla mekanik havalandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Giuseppe, 2013). Bina kabuğunun ısıtma enerjisi performansında hava geçirimsizlik önemli bir parametredir (Keskin, 2012). Bina kabuğunda istenmeyen hava sızıntısının meydana gelmesi nedeniyle iç ortam konfor koşullarının sağlanmasında sorunlarla karşılaşmaktadır (Sular, 2016). Ayrıca ısı kayıp ve kazancına neden olarak binalarda tüketilen enerji miktarının ve dolayısıyla enerji maliyetinin artmasına neden olmaktadır (Sular, 2016). Doğrama sistemleri ısı köprülerinin oluşmasında ve hava sızdırmazlık konusunda önemli noktalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle dış duvar – doğrama birleşimleri, kasa – kanat birleşimleri ve cam – doğrama birleşimleri bu konuda zayıf noktalar oluşturmaktadır. Bu nedenle doğrama ve cam türlerinin doğru seçilmesine ve yapım sürecinde bu noktalara ilişkin detayların doğru biçimde uygulanmasına dikkat edilmelidir (Ekinci, 2016).

Efe (2009) çalışmasında, hava kaçış noktalarında oluşabilecek nem problemlerinin önüne geçilmesinde hava sızdırmazlık performansının önemli olduğunu ifade etmektedir. Isıl konforun bozulması ve yoğuşma gibi sorunlara neden olan hava sızdırmazlık konusu yapısal tasarım ölçeğinde dikkatlice ele alınmalıdır. Borer ve Harris (2001)'e göre Efe (2009) çalışmasında yapıdaki ısı kayıp veya kazancına ilişkin;

- Güneş ışınımı yoluyla ısı kazancı sağlanabileceği,
- Sıcaklık farkı sebebiyle,
- Hava hareketine bağlı olarak,
- İnfiltrasyon yoluyla oluşabileceğini ifade etmektedir (Efe, 2009).

2.1.2.9. Yangın dayanımı

Yanma, yanıcı maddenin yakıcı maddeyle birlikte meydana getirdiği kendini devam ettiren ekzotermik bir kimyasal zincirleme olayıdır. Yangın ise, kontrol dışı yanma ile oluşan kimyasal bir olaydır (İnce, 2016). Yangın;

- Yanıcı madde
- Oksijen
- Isı
- Kimyasal zincirleme reaksiyon olmak üzere dört temel unsurdan oluşmaktadır (İnce, 2016).

Yangın, cephe sisteminde yatay ve düşey doğrultuda yayılabilmektedir (Yaman ve Demirel, 2020). Alt katlarda meydana gelen yangın cephe vasıtasıyla üst katlara yayılabildiği gibi dışarıda meydana gelen bir yangın cephe yüzeyine sıçrayarak yayılabilmektedir (Altındaş ve Demirel, 2011). Yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları, otomatik söndürme sistemleri ve dış duvar dayanım süreleri gibi parametreler cephe tasarım sürecinde yangına dayanımı sağlamak için dikkatte alınmaktadır (Yaman ve Demirel, 2020). Alınan önlemler ile yangının yayılması önlenirken, kullanıcıların hızlı biçimde tahliye edilmesine olanak sağlanabilmektedir. Bu nedenle cephe tasarım sürecinde yangın güvenliği konusu ele alınmalıdır (Yaman ve Demirel, 2020).

Cephelerde yangın güvenliğinin sağlanması konusunda, hava geçirimsizlik performansı (Sular, 2016) ve kullanılan kaplama ve yalıtım malzemeleri etkili olmaktadır (Kılıç, 2022). Cephelerde kullanılan çeşitli kaplama malzemelerinin ve arkasında yer alan yalıtım tabakalarının yanıcılık sınıfı değerlendirilmelidir (Altındaş ve Demirel, 2011). Çift kabuk duvarlarda yer alan boşluk yangın ve zararlı gazların yayılmasına neden olabilmektedir. Bu sebeple yangının ve meydana gelen gazların yayılmasını önleyecek gerekli önlemler alınmalıdır (Özgünler vd., 2016). Giydirme cephe sistemlerinde yangının yayılmasını önlemek için yatay ve düşey doğrultuda yangın bariyerleri kullanılmalıdır (Yaman ve Demirel, 2020).

2.1.2.10. Gürültü kontrolü/akustik

Cepheleri etkileyen dış çevre koşullarından biri olan ses cephenin her iki tarafından gelebilmektedir. Ses, yapıda oluşan akustik köprülerden hızlıca geçebilmektedir. Bu nedenle binalarda ses yalıtımı dikkatli biçimde yapılmalıdır (Herzog vd, 2016). Belirli bir seviyenin üzerine çıkan ses gürültü olarak adlandırılmaktadır. Gürültü insan sağlığını ve verimini etkileyen bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu

nedenle iç ortam konfor koşullarının sağlanması için dış ortamdan iç ortam geçen gürültünün kontrol altına alınması gerekmektedir (Chasan, 2013).

2010 yılında Çevre ve Orman Bakanlığından yayınlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği amaçları;

- Kullanıcının ruh ve beden sağlığını sağlamak ve çevre gürültüsüne maruz kalmasını önlemek,
- Ses kaynağından yayılan gürültünün kontrol altına alınmasını sağlamak,
- Binalarda istenmeyen seslere karşı cephede gerekli önlemleri almak,
- Gürültü üreten ses kaynaklarına karşı önlem almak (Url -2, 2022).

Bina kabuğunun tasarımında ısı yalıtımı kadar ses yalıtımına da önem verilmelidir. Mümkün olduğunca ısı ve ses yalıtımının optimize edilmesini sağlayan malzemelerinin kullanımı ile iki performansın birlikte karşılanması sağlanabilmektedir (Khan ve Bhattacharjee, 2021).

2.1.3. Cephelerin Sınıflandırılması

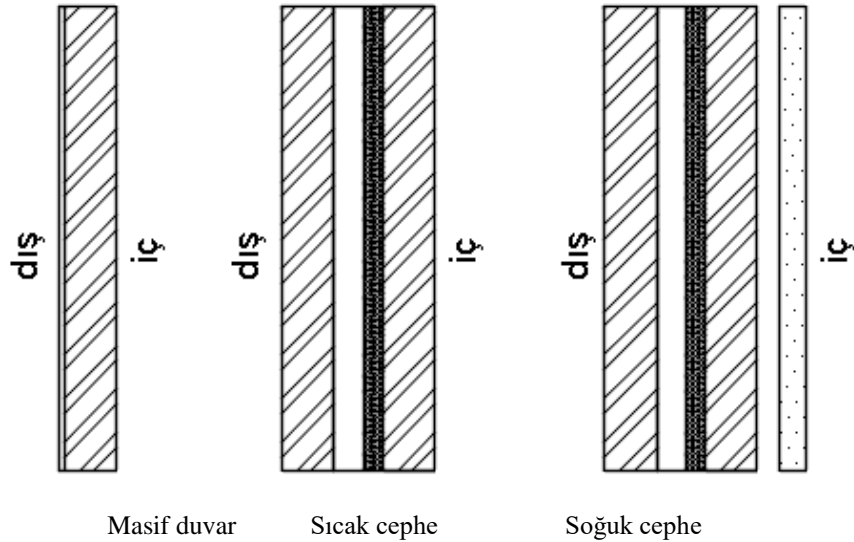
Lakot (2007)'a atıfla Kanan (2014) çalışmasında cephe sistemlerini form, fonksiyon ve estetik gibi temel kavramları bir araya getiren bir yapı elemanı olarak ifade etmektedir. Tarihsel gelişim süreci içinde kullanıcı ihtiyaçlarının ve beklentilerin değişimiyle birlikte cephe sistemlerinden beklenen performans gereksinimleri de değişim göstermiştir. Bu da yeni cephe sistemlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Kanan, 2014). Literatürde cephe sistemlerine ilişkin farklı ve benzer sınıflandırmalar bulunmaktadır. Yapısal açıdan bakıldığında cepheler temel olarak yük taşıyan ve taşımayan olarak sınıflandırılmaktadır (Herzog, 2016). Türkçü (2010)'a atıfla Yıldırım (2018) çalışmasında duvarları taşıyıcılık özelliğine göre; taşıyıcı olan ve olmayan, konumuna göre; iç ve dış, katman sayısına göre; tek tabakalı, iki tabakalı ve ısı yalıtımlı iki tabakalı (sandviç) duvar olmak üzere sınıflandırmaktadır (Yıldırım, 2018).

Herzog vd., (2016) cepheleri yapısal özelliklerine göre beş (5) başlık altında sınıflandırmaktadır. Bunlar;

- Taşıyıcı özelliğine göre,
 - Taşıyıcı olan
 - Taşıyıcı olmayan
- Katman sayısına göre,
 - Tek katmanlı

- Çok katmanlı
- Kabuk/cidar sayısına göre,
 - Tek kabuklu
 - Çok kabuklu
- Havalandırma özelliğine göre,
 - Boşluksuz
 - Boşluklu
- Prefabrikasyon özelliğine göre,
 - Düşük
 - Yüksek (Herzog vd., 2016).

Knaack vd. (2007) duvardan cepheye geçiş sürecini ele aldığı çalışmada duvarları masif duvarlar, yalıtım ve havalandırma tabakasının eklenmesiyle oluşan sıcak ve soğuk cepheler olarak ele almaktadır (Şekil 2.4). Ardından, iskelet yapım sistemleri ve taşıyıcılık kavramından başlayarak, duvarların bina taşıyıcı sisteminden ayrılmasıyla birlikte cephe kavramının ortaya çıkışından bahsetmektedir. Son olarak günümüzde gelişmelerle birlikte ortaya çıkan yenilikçi cephe sistemleri olan çift kabuk cepheler ve gelişmiş cephe teknolojilerini ele almaktadır (Knaack vd., 2007).



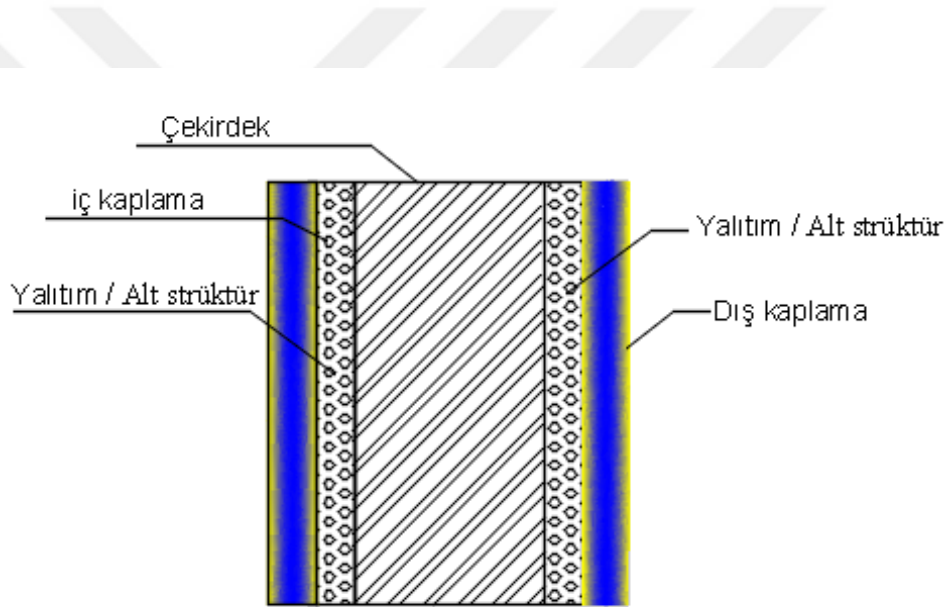
Şekil 2.4. Duvar kategorileri (Knaack vd., 2007 faydalanarak yeniden çizilmiştir).

Tez çalışmasının literatür araştırması kapsamında cephe sistemleri;

- Tek kabuk cepheler
- Boşluklu duvarlar
- Giydirme cepheler
- Çift kabuk cepheler başlıkları altında ele alınmıştır.

2.1.3.1. Tek kabuk cepheler

Duvarlar çekirdek, iç kaplama ve dış kaplamadan oluşmak üzere üç temel bileşenden meydana gelmektedir (Özmeral, 2006). Bu katmanların yanı sıra yalıtım /alt strüktür katmanı eklenebilmektedir. Şekil 2.5 'te duvar sistemini oluşturan temel katmanlar gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Duvarın temel katmanları tek kabuklu duvarların katmanları (Özmeral, 2006 kaynağından faydalanılarak yeniden çizilmiştir.)

Çekirdek/Gövde, duvarın taşıyıcı bileşenidir. Çekirdeğin temel görevi üzerine gelen yüklere karşı duvarın ayakta kalmasını sağlamaktır. Bunu dışında üzerine etki eden çevresel etkenlere karşı dayanıklılık sağlaması gereklidir. Ayrıca çekirdek üzerine gelen bileşenleri taşımakla yükümlüdür. Gövde malzemelerinin ısı geçirgenlik katsayısının değeri (U-değeri) fazla olduğunda, ısı yalıtım malzemesi eklenerek bir katman daha oluşturulması gerekmektedir. Duvar çekirdeğinin karşılaması gereken işlevler;

- Kendini ve üzerine gelecek yükleri taşıması,
- Isı depolama avantajı olması,

- Isı geçişini yeterli düzeyde engellemesi,
- Su geçirmezlik özeliğine sahip olması,
- Yoğuşmayı engellemesi,
- Buhar geçişine izin vermesi,
- Yangına dayanıklı olması,
- İç ve dış ortamı ayırması,
- Ses geçişini yeterince engellemesi şeklinde sıralanabilir (Uzun, 2008).

İç kaplama/bitirme iç mekânda yer alan kaplama bileşenidir. İç ortam koşullarına uygun seçilmeli ve estetik/görünüm olarak iç mekânla uyum sağlamalıdır. Toydemir vd. (2004) çalışmasına atıfla Uzun (2008) çalışmasında iç kaplamalardan beklenen görevleri;

- İstenilen yüzey sıcaklığını koruması,
- Buhar kesici olması,
- Kapalı ortamlarda nem dengeleyici vazifesi görmesi,
- Kuru ve düzgün bir yüzey olabilmesi,
- Çarpma ve darbeye dayanıklı olması olarak ifade etmektedir (Uzun, 2008).

Yalıtım/alt strüktür bileşenleri dış duvarın ihtiyacı olan yalıtım özelliklerinin sağlanması ve katmanların birbirine tutunması amacıyla kullanılan bileşenlerdir. Dış duvar sistemlerinden beklenen ısı, su, ses, vb. performansların karşılanması amacıyla uygun yalıtım malzemesi duvar sistemine katman olarak eklenebilmektedir. Alt strüktürler ise katmanlar için yüzey oluşturma ya da katmanların bir araya getirilmesinde kullanılmaktadır. Örneğin binaya uygulanan ısı yalıtımı soğuk kış aylarında düşük enerji ile ısınma sağlarken, sıcak yaz aylarında ise iç ortamın serin kalmasına katkı sağlamaktadır (Papadopoulos, 2005).

Dış kaplama/bitirme bileşeni dış ortamda yer alan duvarın bitirme bileşenidir. Dış ortam koşullarına uyumlu olmalı ve estetik olarak beklentileri karşılamalıdır. Dış ortamdan gelen etkilere karşı çekirdeği ve diğer katmanları korumakla yükümlüdür (Özmeral, 2006). Dış kaplamaların aşağıdaki özelliklere sahip olması beklenmektedir;

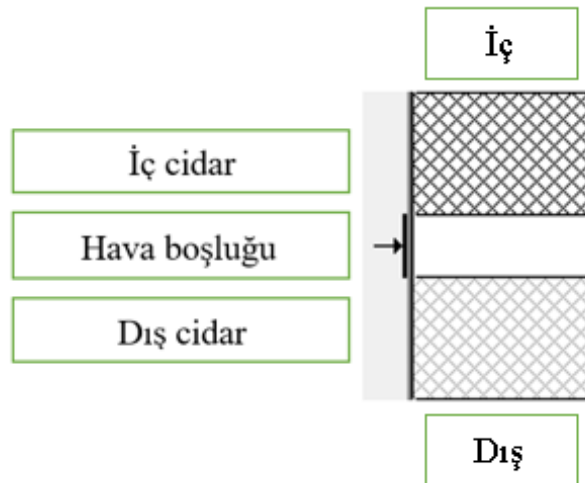
- Dış ortamdan etkiyen çevresel etkilere karşı dayanıklı olmalı (Özmeral, 2006),
- Isı değişimi nedeniyle zarar görmemeli,
- Güneş ışınlarının olumsuz etkilerinden etkilenmemeli,
- Üzerine etkiyen suyun hızlı biçimde uzaklaştırılmasını sağlamalı,
- Bakım onarım kolaylığına sahip olmalı,
- Estetik beklentileri karşılamalı (Uzun, 2008).

Hausladen vd. (2006) çalışmasına atıfla Kanan (2014) çalışmasında, tek kabuklu cepheler bina kabuklarının temel biçimidir. Binaya doğal aydınlatma ve havalandırma sağlayan, pencere açıklıklarına sahip taşıyıcı bir duvardan oluşmaktadır. Bu cephelere fonksiyonel unsurların eklenmesinin yanı sıra doğrudan bina için de enerji üretilmektedir. Bu cepheler maliyet açısından ekonomiktir ve restorasyonu kolaydır (Kanan, 2014).

Cephede kabuklar arasında bir hava tabakası yer alabilir. İstenilen işlevsel veya tasarım özelliklerine bağlı olarak dış hava koşullarına karşı koruma katmanı şeffaf, yarı saydam veya opak olabilir. Cephe tasarım sürecinde eklenen yeni katmanlar ve kabuklar ile cephe sistemlerinin performansı artırılabilir (Herzog vd, 2016).

2.1.3.2. Boşluklu duvar

Boşluklu duvar, sürekli hava boşluğu ile ayrılan iki paralel cidardan oluşturulan bir duvar sistemidir. Boşluklu duvarlar üç temel bileşenden oluşur; duvarın iç kısmını oluşturan iç cidar, duvarın dış kısmını oluşturan dış cidar, iki duvar arasındaki olan boşluktur. İki cidar arasındaki boşluğun boyutu 50 mm'den az ve 75 mm'den fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Bırakılan boşluk kapatılabilir ya da havalandırılabilir. Kapatılan (mühürlenmiş) tasarımlar ısı yalıtımı açısından daha uygun iken, havalandırılan tasarımlar yoğuşmanın önlenmesi (nem/su buharı performansı) açısından daha etkili sonuç sağlamaktadır. Boşluklu duvarın avantajları nem önleme ve ısı yalıtımı olarak tercih edilmektedir (Url-3, 2023). Şekil 2.6 'da boşluklu duvar oluşumunu göstermektedir.



Şekil 2.6. Boşluklu duvarın katmanları (yatay kesit) (Url 3, 2023-kaynağından faydalanılarak yeniden çizilmiştir.)

Tuğla duvarda düşey hava boşluğuna sahip olan boşluklu duvar sistemi fikri 19. yüzyılın başlarında ortaya çıkmış ve 20. yüzyılda gelişim göstermiştir. Dış cidar ve hava boşluğu yağmurun iç yüzeye nüfuz etmesini önlemekte ve iç cidar ise yükü döşemeye aktarmakla (taşıyıcılığı sağlamakla) görevlidir. Bu sayede iç yüzeyde bütüncül bir tabaka oluşturulurken, ısının iletilmesini önleyen bir yalıtım gibi davranış sergilemektedir (Emmitt ve Gorse, 2005).

Boşluklu duvarda oluşabilecek nemi ortadan kaldırabilmek için boşluğun tabanında veya pencerelerin üzerinde bulunan (weep hole) su drenajı kanalları ve havalandırma kanalları yapılmalıdır. Boşluklu duvarda kullanılacak bileşenler iklim ve coğrafya verilerine göre uygun yapı malzemeler seçilmelidir. Boşluklu duvarı oluşturan iki cidarın arasında ısı yalıtımlı katkı sağlayacak şekilde taş yünü ve cam yünü gibi yalıtım malzemeleri uygulanabilir (Berkin, 2021). Bu durum bırakılan boşluk ve kullanılan ısı yalıtımı sayesinde duvarın ısı performansını iyileştirilebildiğini göstermektedir. TS 825 (2009)'e göre hava boşluğu ısı direncinin bazı tipik değerleri çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Hava tabakalarının ısı geçirgenlik direnci hesap değerleri (TS 825, 2009)

Hava tabakasının			
Sıra No.	Durumu	Kalınlığı (d) mm	Isıl iletkenlik direnci (R) m ² K/W
1	Düşey	< 10	0,14
		–	
		11 – 20	0,16
		21 – 50	0,18
		51 – 100	0,17
		100 >	0,16
2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya)	< 10	0,14
		–	
		11 – 20	0,15
		20 >	0,16
3	Yatay (ısı akışı yukarıdan aşağıya)	< 10	0,15
		–	
		11 – 20	0,18
		20 >	0,21

2.1.3.3. Giydirme cepheler

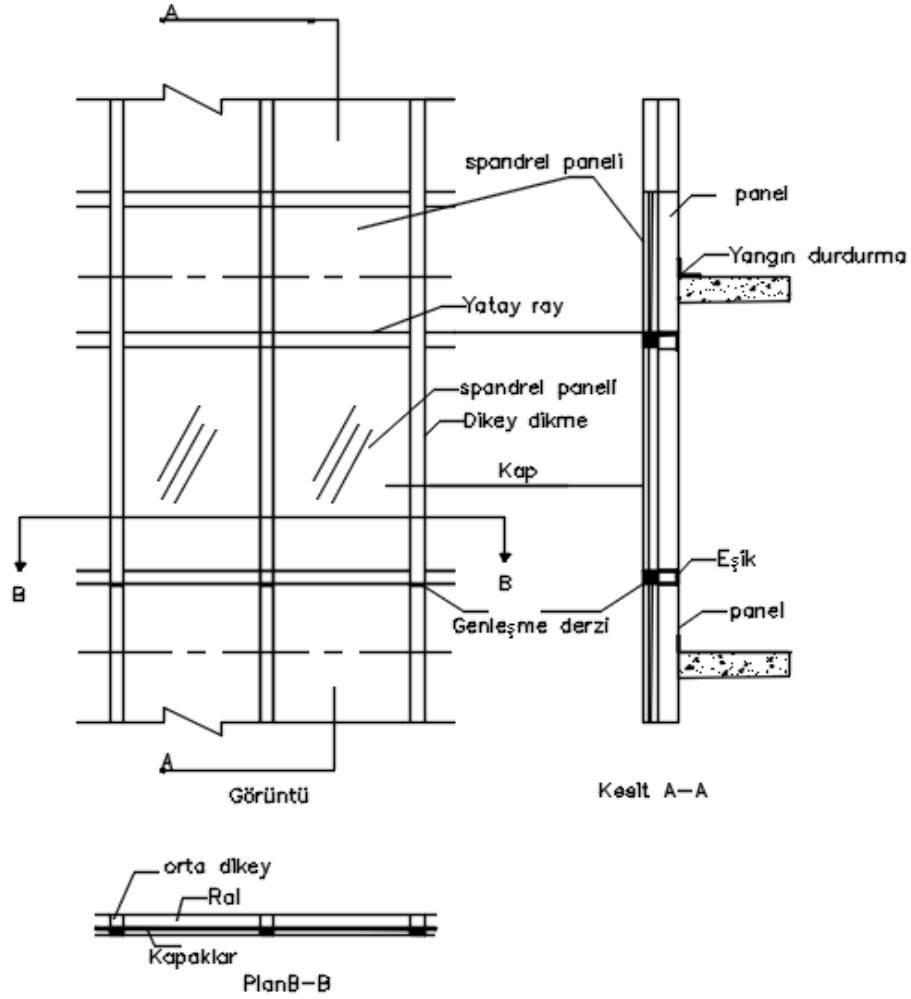
Giydirme cepheler bina taşıyıcı sisteminden ayrı olarak oluşturulan (Knaack, 2014), kendi yükünü ve üzerine etkileyen yatay yükleri bina taşıyıcı sistemine güvenli biçimde aktarılmasını sağlayan cephe türüdür (Yaman ve Demirel, 2020). Bina taşıyıcı sistemine asılan sistem, estetik beklentilere göre cam ya da başka bir kaplama malzemesi ile kaplanabilir (Knaack vd, 2014).

Giydirme cepheler temel olarak taşıyıcı bileşenler (alüminyum, çelik, vb.), dolgu bileşeni (cam, vb.), sızdırmazlık ve yalıtım bileşenleri ve ankraj gibi bileşenlerden meydana gelmektedir (CMHC, 2004). Bileşenler uygun toleranslar sağlanarak bir araya getirilmektedir (CMHC, 2004). Günümüzde özellikle cam giydirme cepheler estetik özellikleri ve karşıladıkları performans gereksinimleri nedeniyle sıkça tercih edilmektedir (Cuce vd. 2015).

Giydirme cepheler genel olarak çubuk ve panel sistemler olmak üzere iki farklı montaj türüne sahiptir. Bu sistemler kendi içinde kapaklı ve taşıyıcı silikonlu olarak iki farklı biçimde yapılabilmektedir (CMHC, 2004).

- Taşıyıcı bileşenler; Cepheye etkileyen yükü karşılayan ve ayakta kalmasını sağlayan bileşenlerdir. Akkaya (1995)'e atıfla Ademci (2000) taşıyıcı bileşenlerin alüminyum ve çelikten yapılabildiğini ifade etmektedir. Taşıyıcı bileşenler özel tespit elemanları yardımıyla bina taşıyıcı sistemine bağlanmaktadır. Taşıyıcı bileşenler arasında genleşmeye bağlı problemlerin oluşumunu engellemek için genleşme derzleri bırakılmaktadır (Ademci, 2000).
- Dolgu bileşenleri; Çerçeveyi dolduran, iç ortam ve dış ortam arasında performansın karşılanmasını sağlayan bileşenlerdir (Ademci, 2000; Tortu, 2006). Burada cephe sisteminin performansına uygun olarak farklı cam türleri ve cam üniteleri kullanılabilir (Ademci, 2000; Tortu, 2006). İç ve dış ortam arasında özellikle görsel iletişim kurulmasında ve iç mekânın aydınlatılmasında etkili olan bileşenlerdir (Ademci, 2000; Tortu, 2006). Döşeme alanlarında/parapet bölgesinde ısı performansının sağlanması için yalıtım malzemesi uygulanır. Bu nedenle bu alanlarda opak bileşenler tercih edilmektedir (Ademci, 2000).
- Tespit bileşenleri; Ankrajlar, cephe sisteminin bina taşıyıcı sistemine bağlanmasını sağlayan bileşenlerdir. Çevresel koşullara uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanmalı ve düzlem dışı hareketlere izin vermemelidir.

Giydirme cephe sistemlerinin bileşenleri ve temel terminolojileri Şekil 2.7'de gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Giydirme cephenin temel bileşenleri (CMHC, 2004 kaynağından faydalanılarak yeniden çizilmiştir)

Giydirme cephe sisteminin tasarımını ve seçimini etkileyen faktörler;

- Lokasyon, sismik, rüzgâr, akustik, hava veya iklim,
- Maliyet/bütçe (Tasarım, Kullanım, Boyut, Şekil, Maliyet),
- Mimari tasarımdır (Destek yapısı, yangın güvenliği, estetik) (CMHC, 2004).

Giydirme cephe sistemi birçok avantajı nedeniyle yüksek yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapıların enerji performansının iyileştirilmesine yönelik beklentilerin artmasıyla birlikte sistemlerin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Kullanılan dolgu ve taşıyıcı bileşenlerin ısı özellikleri özellikle sistemin ısı performansı açısından önemlidir (Bae vd., 2015).

2.1.3.4. Çift kabuklu cepheler

Çift cephe veya çift cidarlı/kabuklu cephe, ara boşlukta hava akışı sağlayacak şekilde yerleştirilen iki cidardan oluşan bir cephe sistemidir. Tipik olarak yalıtımlı cam üniteler iç kaplamayı oluşturur ve dış kaplama tek cam katmanlarından yapılmaktadır. Boşluğun havalandırılması doğal ya da mekanik olarak sağlanabilmektedir. Boşluk içindeki havalandırma tipinin yanı sıra, havanın kaynağı ve varış yeri çoğunlukla iklim koşullarına, kullanıma, konuma, binanın çalışma saatlerine ve HVAC stratejisine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Klein, 2013).

Çift kabuk cepheler, havalandırmanın yanında ses yalıtımının sağlanmasında etkili olmaktadır (Knaack vd., 2007). Çift cidarlı cephe, bir dış cephe, bir ara boşluk ve bir iç cepheden oluşmaktadır. Dış cephe katmanı (cam), hava koşullarına karşı koruma ve dış gürültüye karşı geliştirilmiş akustik yalıtım sağlar. Ayarlanabilir güneş kontrol elemanları (örn. jaluzi) iç mekanları yalıtım kaynaklı oluşan aşırı soğutma yüküne karşı korumak için iç yüzeye uygulanır. Çift cidarlı cepheler enerji tasarrufu ve konforlu bir iç ortam sağlama nedeniyle tercih edilen sistemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Ding vd., 2005). Çift cidarlı/kabuklu cepheler;

- Cephede oluşturduğu şeffaflık etkisi,
- İç ortam koşullarının iyileştirilmesine yönelik ihtiyaçlar,
- Gürültüye maruz kalan alanlarda gürültü kontrolü sağlama,
- Binaların kullanım aşamasında enerji tüketiminin azaltılmasına katkısı olması nedeniyle artan bir trende sahiptir (Gratia ve Herde, 2007).

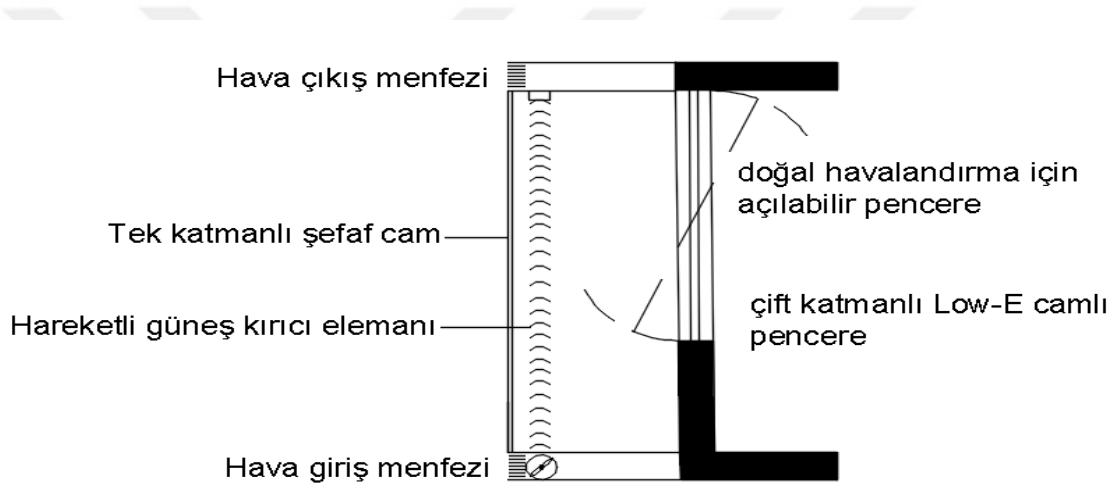
Çift cidarlı/kabuklu cepheler farklı türlere sahiptir. Bunlar;

- Kutu pencere tipi: Hava yalnızca bir cephe elemanı içerisinde dolaşır.
- Şaft tipi: Cephe boyunca dikey shaftlar halinde yükselir ve kendisiyle birlikte bitişik cephe elemanlarından dışarı atılır.
- Bina yüksekliğinde: Hava cephe elemanları arasındaki sınırsız boşlukta, bina yüksekliği boyunca hareket eder
- Koridor tipi: Hava, cepheler arasındaki boşlukta bir kat boyunca yatay olarak dolaşır (Knaack vd. 2007).

Çift kabuk cephe türlerinin hepsinde arada tampon bölge bulunur ve güneş kontrol elemanları bu alana yerleştirilir. Bu sayede dış etmenlere maruz kalmayan elemanlar iç yüzeyden kolayca kontrol edilebilmektedir. Sistem enerji tasarrufunun sağlanmasına imkân sağlarken (yaklaşık % 30-50) kabuklar arasındaki boşluk bakım-onarım kolaylığı

sağlamaktadır (Ayçam, 2011). İki cidar arasındaki hava boşluğunun genişliği 200 mm'den 2 m'ye kadar değişebilir (Chan vd., 2009). Çift kabuk cepheler;

- Opak bileşenler,
- Saydam bileşenler,
- Tespit bileşenleri,
- Taşıyıcı elemanlar,
- Güneş kontrol elemanları ve ventler vb.,
- Havalandırma boşluğu,
- Yürüme yolundan oluşmaktadır (Ayçam, 2011). Şekil 2.8'de çift kabuk cephe sisteminin kesitini göstermektedir.



Şekil 2.8. Çift kabuk cephe sisteminin kesiti (Oesterle ve Lutz (2001) çalışmasına atıfla Ayçam (2011) kaynağından faydalanılarak yeniden çizilmiştir.)

2.2. Enerji Etkin Bina Tasarımı

Enerji etkin bina tasarımı, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanarak yapıların çevreye verdiği zararı en aza indirmeyi aynı zamanda kullanıcılar için sağlıklı ve konforlu çevre oluşturmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Dikmen, 2011). Binaların enerji etkinlik performansı mimari tasarım sürecinde alınan kararlar doğrultusunda şekillenmektedir (Url-4, 2022). Binanın ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma yüklerinin belirlenmesinde tasarımcının almış olduğu kararlar önemli bir rol oynamaktadır. İklim bölgesine, konuma ve topografyaya uygun yerleşim, güneş, rüzgâr gibi çevresel etmenlerden doğru biçimde faydalanma ve yapı elemanlarının doğru tasarımı ile binalarda tüketilen enerji miktarının azaltılması mümkündür (Çakmanus, 2004).

Binaların ısı performansını mimar kontrolündeki tasarım değişkenleri ve güneş ışımasını, hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgâr yönü gibi iklimsel değişkenlere bağlıdır (Bouchlaghem, 2000). Binalarda ısı konfor ve enerji performansını etkileyen tasarım faktörleri iklimsel parametreler, yapıya ilişkin parametreler ve kullanıcıya ilişkin parametreler olmak üzere 3 başlık altında ele alınmaktadır.

Çizelge 2.2. Binalarda Isıl Konfor ve Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Faktörleri (Taşdemir, 2020; Efe, 2009; Koçlar Oral vd., 2004; Akın, 2019; Gazioğlu, 2012 kaynaklarından faydalanılarak oluşturulmuştur.)

Binalarda Isıl Konfor ve Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Faktörleri		
İklimsel Parametreler	Yapıya ilişkin parametreler	Kullanıcıya İlişkin Parametreler
Güneş ışıması/radyasyonu	Binanın yeri	Aktivite/Metabolizma düzeyi
Rüzgâr	Binanın formu	Giysi türü
Dış hava sıcaklığı	Binanın diğer binalara göre konumu	Kullanıcıya ilişkin etkenler
Dış hava nemi	Binanın yönelmesi	
	Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri	

2.2.1. İklimsel parametreler

İç mekânda kullanıcı konforunun sağlanabilmesi, dış çevreye ilişkin iklimsel faktörlerin doğru biçimde belirlenmesi ve dış çevre koşullarıyla uygun tasarımın yapılmasına bağlıdır (İmik, 2017). İklimsel veriler özellikle cephe ve çatı sistemlerinin tasarımında etkili olup yaz ve kış dönemlerinde ısı kaybı ve kazancı üzerinde etkilidir (Uslusoy Şenyurt ve Altın, 2014).

2.2.1.1. Güneş ışıması

Yeryüzünün en temiz olan yenilenebilir tükenmeyen enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi aslında bir ısıtma enerjisidir (URL-5, 2023).

Enerji Enstitüsü (2011) ve EPIA (2011) çalışmasına atıfla Topcu ve Türtük Yünel (2012), en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinin pasif yöntemle binaların ısıtılmasında, suyun ısıtılmasında ve elektrik üretiminde kullanılmakta olduğunu belirtmektedir. Pasif tasarımın önemli girdilerinden biri olan güneş ışıması, özellikle binadaki ısıtma yüklerinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Bina yüzeyine doğrudan ve dolaylı gelen toplam ışıma şiddeti elde edilen ısı kazancının miktarı üzerinde etkilidir (Işın, 2016). Güneş ışımasından elde edilen enerji

miktarı, coğrafi konum, mevsim, günün saati ve bulutluluk oranına göre değişiklik göstermektedir (Aydın, 2019).

2.2.1.2. Rüzgâr

Rüzgâr, güneş radyasyonu ve dünyanın dönüşü ile dünya yüzeyindeki kara ve su kütlelerinin farklı ısınmasının neden olduğu atmosferik basınç farkından dolayı havanın hareketidir. Bina kabuğundaki ısı iletimini etkileyerek ve hava sızıntısına neden olarak iç mekân konfor koşulları üzerinde etkili olan rüzgâr tasarımcılar için önemli bir tasarım etkenidir. Tasarım sürecinde;

- Soğuk bölgelerde rüzgârın sınırlandırılmalı,
- Nemli bölgelerde hafif/ılımlı,
- Sıcak ve kuru bölgelerde ise rüzgârın nemlendirme etkisinden faydalanılmalıdır

(Nayak ve Prajapati, 2006).

Jin (2016) ve Chen (2004) çalışmalarına atıfla Jin vd., (2017) planlama sürecinin ilk aşamalarında rüzgâr ve ısı konforun bina yerleşim düzeni ile olan ilişkisi dikkate alınarak kullanıcı için konforlu bir çevre oluşturulmalıdır. Rüzgârın olumlu ve olumsuz etkileri ısı konforun sağlanmasında etkilidir. Bu nedenle rüzgârın yönü ve şiddeti tasarım sürecinde iyi analiz edilmeli, bölgenin iklim özellikleri düşünülerek cephenin yüzey alanı, bina formu ve yerleşim düzeni planlanmalıdır (Kozoğlu, 2019).

2.2.1.3. Dış hava sıcaklığı

Dış hava sıcaklığı, binaların ısıtma ve soğutma dönemlerinin belirlenmesinde etkili faktörlerden birisidir (Işın, 2016). Dış hava sıcaklığı güneş ışınımının etkisine, ayrıca deniz seviyesine göre yüksekliğe bağlı olarak değişim göstermektedir (Aydın, M.A., 2019). Tasarım yapılacak yerin dünya üzerindeki konumu, güneşe olan mesafesi ve güneş ışınlarını alma açısı dış hava sıcaklığını etkileyen faktörlerdendir. Ayrıca bitki örtüsü de dış hava sıcaklığının değişimi üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle dış hava sıcaklığı ısı konforu etkileyen olumlu etkileri artıracak, olumsuz etkileri de azaltacak şekilde bina formunun, konumunun ve yönlendirilmesinin belirlenmesinde değerlendirilmelidir (Kozoğlu, 2019).

2.2.1.4. Dış hava nemliliği

Atmosferdeki su buharı miktarı olarak adlandırılan nem oranı sıcaklık, basınç ve rüzgâr gibi bazı faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yağış miktarı nem oranına göre değişim göstermektedir. Doğal havalandırmanın etkisiyle iç mekâna alınan temiz hava iç ortam nem durumunun değişimine neden olmaktadır (Duran, 2010). Dış hava nemliliğinin artması hissedilen sıcaklık değerinin de artmasına neden olurken, nemin az olması kuruluk etkisi yaratarak iç mekân konfor koşullarını olumsuz yönde etkilemektedir (Işın, 2016). Su ögesinin kullanımı ile nemin olumlu etkilerini artırmak mümkünken, olumsuz etkileri azaltmak için havalandırmadan faydalanılmaktadır. Özellikle neme bağlı olarak yapı elemanlarında meydana gelen yoğuşma sorununun azaltılması açısından iklim özelliklerine göre tasarım kararlarının alınması gerekmektedir (Kozoğlu, 2019).

2.2.2. Yapıya ilişkin parametreler

Enerji korunumunu etkileyen yapma çevreye ilişkin olan yapıya ilişkin parametreler binanın yeri ve konumu, eğim açısı, bitki örtüsü, bina yönü, binanın diğer binalara göre konumu, bina aralıkları, binanın formu ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri gibi parametreleri içermektedir.

2.2.2.1. Binanın yeri

Binanın yeri, özellikle hava kirliliğinin önlenmesinde etkili olan bir tasarım parametresi olup yerey parçasının yönü, eğimi, konumu ve bitki örtüsü bu parametre kapsamında etkili diğer etkenlerdir (Efe, 2009). Dış engellerin yönü ve boyutları, yansıyan güneş ışınımı miktarı, yakın çevreden gelen yansıma miktarı, toprak ve doğal bitki örtüsü yerleşim birimi ölçeğinde etkili tasarım parametreleridir (Koçlar Oral vd., 2004).

Mimari tasarımında yapının yer aldığı arazi önemli bir etkidir. Arazinin yönlendirilmesi, güneş ışınının geliş açısı, eğimi ve rüzgâr şiddeti gibi parametreler topoğrafyayı belirlemektedir (Keskin, 2012). Binaların yerleşimi, formu, yönlendiği ve birbirine göre konumları topoğrafya verileri doğrultusunda şekillenmektedir (Işın, 2016). Mimari tasarımda bitki örtüsünün doğru kullanılmasıyla gürültü ve hava kirliliği gibi sorunların önlenmesi, nem oranının dengelenmesi ve sıcaklığın azaltılması sağlanarak enerji bakımından verimli binalar tasarlamak mümkündür (Soysal, 2008). Tasarım sürecinde enerji analizleri yapılarak binanın yerleşim yeri üzerinde en uygun konumu

belirlenebilir. Bina yerleşimine ilişkin yapılan ön çalışmalar sayesinde güneş ışınımından faydalanma, gölge durumu, arazi koşulları, komşu binalar gibi faktörler bir arada değerlendirilerek yer ve form bakımından bina için en uygun seçimin yapılmasına yönelik değerlendirmeler yapılabilmektedir (Aydın, 2019).

2.2.2.2. Binanın yönü

Bina yönelimi, lokasyonu, boyutları, bina kabuğundaki açıklıkların yeri, sayısı ve boyutları binaların enerji tüketim miktarı üzerinde etkili olmaktadır (Aydın, 2019). Güneş ışınımı, rüzgâr hızı yönlerine göre değişiklik göstermektedir. Mevsimlere göre güneş ışınım miktarlarında meydana gelen değişim aynı zamanda binaların yön durumuna göre doğal aydınlatma düzeyini ve ısı kazancını etkilemektedir. Bu nedenle güneş ve rüzgârın etkilerinin dengeli kullanımı binanın yönlendirilmesiyle sağlanmalıdır (Sosyal, 2008).

2.2.2.3. Binanın diğer binalara göre konumu

Yapılan her bina mevcut binaların enerji etkinliği üzerinde rol oynamaktadır. Binanın diğer binalara göre konumu incelendiğinde (gün ışığı, rüzgâr, bina aralıkları ve ilişkisi) özellikle binalar birbirlerini gölgeleyerek güneş ışınımı kazancını düşürebilir ve birbirlerini engelleyerek rüzgâr etkisini azaltabilir. Aynı zamanda bir araya gelerek ısı adası etkisini oluşturabilirler ya da bu etkilerin hepsini bir arada gerçekleştirebilirler. Bu nedenle tasarım kararlarının alınması sürecinde komşu binaların durumu incelenmeli ve meydana gelebilecek olumsuz etkilerin azaltılması sağlanmalıdır (Işın, 2016).

Tasarım sürecinde binalar arasındaki mesafeler ve bina yükseklikleri dikkate alınarak pasif iklimlendirme bakımından güneş ve rüzgârdan en iyi faydayı sağlayacak tasarımlar tercih edilmelidir. Güneşten faydalanma bakımından bina aralıkları, gölge durumu arazi eğimi gibi faktörler dikkate alınırken, rüzgârdan kaynaklı ısı kayıplarını önlemek için hâkim rüzgâr yönüne ve hızına göre bina aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir (Soysal, 2008). Alınan doğru tasarım kararları sayesinde gün ışığından faydalanma düzeyinin artırılarak, yapay aydınlatma kullanımının azaltılması sağlanabilmektedir (Ateş, 2018).

2.2.2.4. Bina formu

Bina formu, yükseklik ve biçim gibi yapıya ilişkin olan geometrik değişkenlere bağlı olarak ifade edilen ve binanın enerji performansını belirleyen çok önemli bir parametredir (Yılmaz, 2006). Yılmaz vd. (1999) çalışmasına atıfla Koçlar Oral ve Yılmaz

(2002) binanın uzunluğu ve derinliğine göre oranı, bina yüksekliği ve çatı tipi gibi özelliklere bağlı olarak tanımlanabilen bina formunu özellikle binanın toplam ısı kaybı bakımından önemli parametrelerden biri olarak tanımlamaktadır. U değeri, bina kabuğunun opak ve şeffaf bileşenlerinin birim alanı boyunca yapılarıdaki ısı kaybını belirlemektedir. Bu nedenle bina kabuğunun U değeri bina formuna göre belirlenmelidir (Koçlar Oral ve Yılmaz, 2002).

Mekâna ait boyutsal özellikler kapsamında derinlik ve tavan yüksekliği değerlendirilmektedir. Binaların formu, en-boy-yükseklik oranları enerji ve konfor bakımından etkili parametrelerdir. Mekâna ait en, boy ve yükseklik değişimleri hacmi etkilemektedir. Tavan yüksekliğinin artması mekân içerisinde farklı kotlarda sıcaklık değişimine sebep olurken bu durum iç mekânda konfor ya da konforsuzluk durumunun oluşumuna neden olabilmektedir (Aydın, 2019).

2.2.2.5. Binanın optik ve termofiziksel özellikleri

Bina kabuğunda ısı transfer oranı büyük ölçüde duvar malzemelerinin termofiziksel özelliklerine bağlıdır (Jannat vd., 2020). Givoni'ye göre Jannat vd (2020) çalışmasında, malzemelerin termofiziksel özelliklerinin iç hava sıcaklığını ve ısıtma veya soğutma talebini belirlediğinden, malzemelerin termal davranışı hem mekanik kontrol sisteminin varlığında hem de yokluğunda bina sakinlerinin konfor koşulları üzerinde çok güçlü bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir (Jannat vd., 2020).

Açıklıklar binaların enerji performansında etkili olmaktadır. İklimsel durumlar göz önünden bulundurularak bina kabuğundaki opak ve saydam (duvar-pencere oranı) oranına dikkat edilmelidir. Açıklıklar tasarım değişkeni olarak çalışmalarda ele alınmakta olup güneş kontrolünün sağlanmasında ve ısı kayıp ve kazancının sağlanmasında etkilidir (Bouchlaghem, 2000). Bina kabuğundaki opak ve saydam bileşenlerin U değerleri, opak bileşenlerin genlik küçültme faktörü ve zaman geciktirmesi ile opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları bina kabuğunun ısıl performansını etkileyen fiziksel özelliklerdir (Yılmaz, 2006).

2.2.3. Kullanıcıya ilişkin parametreler

Kullanıcıların yaşı, cinsiyeti, alışkanlıkları, giysi türleri, kişi sayısı ve mekânı kullanım süreleri gibi parametreler bina enerji performansı üzerinde etkili olmaktadır (Aydın, 2019). Kullanıcıya ilişkin parametreler, metabolizma düzeyi, giysi türü,

aktivitesi, mekândaki konumu ve duruşu ve fizyolojik gibi parametrelere göre ele alınmaktadır.

2.2.3.1. Metabolizma düzeyi

Mekânlarda ısı üreten cihazların yanında kullanıcıların metabolizma düzeyleri iç mekân ısı konforu üzerinde etkili olmaktadır. İç mekân ısı konfor şartlarının kullanıcıları rahatsız etmemesi, fiziksel ve psikolojik olarak olumsuz etkilememesi esas alınmalıdır. Ortam sıcaklığı, nem durumu, hava akımının yanı sıra yapılan işin niteliği, giysi özellikleri, yaş ve cinsiyet, beslenme, fiziki durum ve sağlık durumu ısı konforu etkileyen etmenlerdendir. Ayrıca kullanıcıların mekân içindeki aktivite düzeyleri, yapılan eylem türüne göre ortaya çıkan metabolizma hızlarıyla ilişkili olup (Aydın, 2019) ASHRAE (2009)'a göre Taşdemir (2020) kullanıcıların ürettiği ısı miktarının değişmesinin ısı konfor koşullarının değişmesinde etkili olduğunu ifade etmektedir.

Aktivite düzeyi ise kullanıcıların oksijenle ve besinle ürettikleri enerjiyi harcarken, kullanılmış metabolizma düzeyleri ile ilişkili bir parametredir. Bu enerji harcanırken eylem türlerine göre aktivite düzeyleri değişiklik göstermektedir (Közoğlu, 2019).

2.2.3.2. Giysi türü

Giysi türü kullanıcıların iç ve dış çevre arasında gerçekleşen ısı transfer miktarını etkileyen parametrelerdendir (Aydın, 2019; Közoğlu, 2019). Giysilerin yalıtım dirençlerinin değişmesi iç mekân ısı konforu da etkilemektedir (Aydın M.A., 2019). Yılmaz (1988)'e göre giysi türü iç mekân konfor koşullarının sağlanması için harcanan ısıtma ve soğutma enerjisi üzerinde de etkili olmaktadır (Taşdemir, 2020).

2.2.3.3. Kullanıcıya ilişkin diğer etmenler

Kullanıcının havaya alışamama durumu, kullanıcının sağlık durumu, cinsiyeti, yaşı, tükettiği gıdalara bağlı olarak ısı konfor şartlarında değişiklik görülebilmektedir (Taşdemir, 2020).

Fizyolojik değişkenler, Koçlar Oral (1998) çalışmasına atıfla Gazioğlu (2002) çalışmasında, deri sıcaklığı, ortalama vücut sıcaklığı, kalp atışı gibi objektifler, terleme miktarı ve termal duygu/hissediş gibi sübjektif değişkenler fizyolojik değişkenler olarak tanımlanmaktadır (Gazioğlu, 2002).

Kullanıcının mekândaki konumu duruşu ve yönü, kapalı bir mekânda kullanıcıdan gelen radyasyon belli miktarda ısı alışverişine neden olmaktadır. Bu miktar, kullanıcının

ayakta veya oturarak pozisyonuna ve konumuna göre değişmektedir. Kullanıcı ve çevre yüzeyler arasındaki açı faktörü kullanıcının mekân içindeki konumunun bir göstergesi olup, kapalı hacim içerisinde kullanıcının konforunu etkileyen en önemli değişkenlerden biridir (Manioğlu, 2002).

2.3. Enerji Etkin Bina Kabuğu Maliyeti

Maliyet, bir malın, hizmeti yapmak veya satmak için yapılan masrafların tümüdür. Maliyet analizi, bir malın, hizmetin maliyetinin belirlenmesini ve incelenmesini sağlayan bir analiz hesaplaması işlemidir (URL-6, 2023). Bina maliyeti ise tasarım, uygulama ve işletme aşamalarını içeren ilk karar aşamaları ile bunun sonucunda ortaya çıkan bina üretim sürecini kapsayan maliyetlerin toplamıdır (Manioğlu, 2002). Bina maliyetini oluşturan temel unsurlar ilk yatırım maliyeti, işletim maliyeti, bakım-onarım maliyeti, yenileme maliyetleri olarak ifade edilebilmektedir (Çakır, 2020).

Enerji maliyetleri ısıtma, soğutma, aydınlatma ve havalandırma maliyetleri ile tanımlanmaktadır. Hizmet kalitesini ve yaşam standardını korurken üretim miktarını azaltmadan enerji tüketimini azaltmak enerji verimliliği olarak tanımlanmaktadır. Enerji verimliliği, enerji maliyetleri ve enerji miktarı ile doğrudan ilişkilidir (Ertan Tatlı, 2006).

Erken tasarım aşamalarında binanın ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma açısından enerji maliyetlerinin yanında inşaatta kullanılan yapı malzemeleri, cephe, tavan ve zemin kaplamaları maliyet hesabına dâhil edilmektedir. Bir bina tasarlanırken finansal maliyetlerin hesaplanması, binanın yıl boyunca tüketilmesi için ihtiyaç duyduğu enerjinin maliyetinin azaltılmasına etki edecek şekilde inşaat ve yapım malzemesi seçiminde alınan kararlara yön veren bir tasarım aracı haline gelmiştir. Günümüzde binalarda yapım maliyeti ve enerji maliyeti gibi konuların tasarım sürecinde düşünülmesi büyük önem taşımaktadır. İnşaat maliyetleri açısından, bina üretiminde şantiyede oluşan maliyetler üç guruba sınıflandırmak üzere aşağıda sıralanmaktadır;

- Malzeme maliyetleri,
- İşgücü maliyetleri,
- Araç veya makine tesis maliyetleri olarak belirlenmektedir (Manioğlu, 2002).

Günümüzde mevcut farklı enerji kaynaklarının verimli şekilde kullanılması en önemli konulardan biridir. Enerji tüketiminde büyük paya sahip olan binalarda tüketilen toplam enerjinin en büyük kısmı binaların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Tasarım sürecinde binalara ait enerji konusunun doğru değerlendirilememesi yapılarda tüketim

miktarının gereğinden fazla olmasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda mimarların farklı iklim koşullarına göre binaların enerjiye ihtiyaçlarını daha verimli kullanılabilmesi için ve iç mekândaki iklim konforunu etkileyen değişkenlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu sayede binanın ömrü boyunca tüketileceği enerji miktarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Gazioğlu, 2012).

Enerji etkin bina tasarım optimizasyonu, mimarların daha yüksek enerji verimliliğine ve daha iyi genel performansa sahip binalar tasarlamasına yönelik hedeflenmektedir. Yıllık enerji tüketimini azaltmak tasarım yapmanın hedeflerinin yanı sıra, CO₂ emisyonlarını azaltmak ve yaşam döngüsü maliyetlerini en aza indirmek tasarım hedefleri vardır (Shi vd., 2016). Bina tasarım aşamasında en az enerji yükünü sağlayan seçeneğin tercih edilmesi, mevcut yapıların enerji performanslarının iyileştirilmesi daha verimli ve enerji tüketim maliyeti bakımından daha etkili tasarımlara ulaşmada etkili olacaktır (Koçlar Oral ve Manioğlu, 2010).

Gülten ve Aksoy (2007) Türkiye’de binalarda tüketilen ısıtma enerjisi oranının yüksek olması nedeniyle binalarda yalıtım uygulamalarının yapılarak enerji tüketimlerinin ve maliyetlerinin azaltılmasının sağlanabileceğini vurgulamaktadır. Türkiye’de üretilen enerjinin yaklaşık %35’i binalarda tüketilmektedir. Binalarda tüketilen enerjinin yaklaşık %65’i ısıtma, soğutma ve havalandırma amacıyla tüketilmekte olup bina kabuğunda alınan önlemler ile %50’ye yakın enerji tasarrufu sağlamak mümkündür (Yaman vd., 2015).

Binalarda yapılan yalıtım uygulamaları ile ısı kazanç/kayıplarının azaltılarak enerji tasarrufu sağlanması ve çevrenin korunması mümkündür (Bostancıoğlu, 2010). Binalarda yalıtım malzemesi ve malzeme kalınlığı, enerji etkin bina tasarımında büyük rol oynamaktadır. Bina kabuğunda kullanılan yalıtım malzemelerin kalınlığının belirlenmesinde enerji ve yapım maliyeti ile yalıtım kalınlığı arasında optimizasyon yapılarak en uygun kalınlığın belirlenmesi hedeflenmektedir (Aydın ve Bıyıkoğlu, 2019). Yalıtım uygulamalarının yanı sıra Susorova vd (2013) binalarda pencere geometrisi parametrelerinin pencere duvar oranı, pencere yönü ve genişlik-derinlik oranının optimize edilmesinin ofis yapıları özelinde tüm iklim bölgeleri için yaklaşık %14 oranında bir enerji tasarrufu sağladığını ifade etmektedir.

Enerji etkin tasarım, mimari tasarım aşamasından başlayarak, malzeme seçimi ve servis sistemlerinin seçimi gibi kapsamlı bir araştırmayı içermektedir. Bu nedenle enerji etkin tasarım kavramı çevresel ve ekonomik açıdan bir arada ele alınmalıdır (Ferit Çetintaş ve Yılmaz, 2015).

2.4. Bölüm Sonucu

Binanın en büyük yüzey alanını oluşturan cephe sistemleri yapının çevresel etkilere karşı korunmasında ve iç mekân kullanıcı konforunun sağlanmasında önemli bir role sahiptir. Binaların ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılarak ısıtma enerjisi performansının sağlanmasına etkili rol oynayan cephe sistemlerinin tasarımı kadar ilk yatırım maliyeti de tasarım sürecinde dikkate alınmalıdır. Ayrıca tasarım aşamasında yapılan enerji analizleri ile yapıların enerji tüketimlerinin önceden belirlenmesi ve alternatifler geliştirilerek yapıya ve iklime en uygun cephe sisteminin seçilmesi mümkün olmaktadır. Bu aşamada kullanılan benzetim programları cephe sistemlerinin binanın enerji tüketimine ve enerji maliyetine etkisinin yanı sıra sistemlerin ilk yatırım maliyetleri hakkında bilgi edinilmesine ve sonuçların bir arada değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır. Yapılan literatür araştırmasının sonucunda “cephe sistemlerinin ısıtma enerjisi performansı ve ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesine” karar verilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bina kabuğu iç ortam konfor koşullarının sağlanması açısından binanın en etkili bölümünü oluşturmaktadır. Bina performansını etkileyen bina kabuğunun karşılaması gereken birçok işlev bulunmaktadır. Bina kabuğu genel olarak cephe, çatı ve doğramalar gibi iç ortam ve dış ortamı birbirinden ayıran temel yapı elemanlarından oluşmaktadır. Cephe sistemleri yapıda en büyük yüzey alanına sahip olan binaların görünümü ve performansı üzerinde etkili yapı elemanlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında bina kabuğunun bileşenlerinden cephe sistemlerine odaklanılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde cephe sistemleri, cephe sistemlerinin performansı ve cephe sistemlerinin sınıflandırılması ele alınmıştır. Literatürde yapılan sınıflandırmalardan yola çıkılarak çalışma kapsamında cephe sistemlerinden tek kabuk cepheler, giydirme cepheler, boşluklu duvarlar ve çift kabuk cepheler detaylı biçimde incelenmiştir. Ardından cephe sistemlerinin bina enerji performansı ve maliyeti konularıyla ilişkisi ele alınmıştır. Bu kapsamda enerji etkin bina kabuğu olarak cephe sistemlerinin özellikleri incelenmiştir.

Yapı türleri üzerine yapılan incelemelerin sonucunda, gün içindeki kullanım süreleri de düşünüldüğünde çalışmalarda özellikle ofis yapılarına odaklanılmıştır. Bu nedenle tez çalışması kapsamında “iki (2) katlı örneklem bir ofis yapısı” ele alınmıştır. Günümüzde binaların enerji performansı ve enerji maliyeti en önemli konular arasında yer almaktadır. Cephe sistemlerinin bina enerji performansı üzerindeki etkisinin belirlenmesinde cephe sistemleri ve malzemeleri, binanın konumu, yönlendirilmesi ve yörenin iklimi, vb. dikkate alınmaktadır. Cephe sistemlerinin bina ısı enerji performansı üzerine etkisinin belirlenmesi için tez çalışması kapsamında “41 adet cephe senaryo önerisi” oluşturulmuştur. Örneklem yapı için önerilen cephe senaryolarının farklı iklim bölgelerindeki durumlarının incelenmesine karar verilmiştir. Bu nedenle Türkiye’de sıcak, ılımlı ve soğuk olmak üzere üç farklı iklim bölgesinde çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda sıcak-nemli iklim bölgesinde yer alan “Antalya”, soğuk iklim bölgesinde yer alan “Erzurum” ve ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan “İstanbul” illeri çalışma alanı olarak seçilmiştir. Örneklem ofis yapısının ve önerilen cephe senaryolarının modellenmesi, binaya ait tüm enerji yükü analizlerinin yapılması, enerji ve yapı maliyetlerin hesaplanması ve Türkiye’de farklı iklim bölgelerinde yer alan illere ait iklim verilerine ulaşılabilmesi nedeniyle analizlerin “DesignBuilder” programı aracılığıyla yapılmasına karar verilmiştir. Program aracılığıyla senaryolara ilişkin aylık

ve yıllık ısıtma ve soğutma yükleri ile yıllık toplam enerji yükleri hesaplanmıştır. Çalışmanın devamında cephe sistemlerinin ilk maliyetlerinin ve tüketilen enerji miktarına bağlı olarak enerji harcama maliyetlerinin belirlenmesine karar verilmiştir. Yaklaşık cephe maliyetlerinin hesaplanmasında “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan "2023 bayındırlık inşaat birim fiyatları (2023/2 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları) ve 2023/2 inşaat fiyat genel analizleri (1-Temmuz-2023 tarihinden geçerli)” dosyalarında yer alan yapı malzemelerinin birim fiyatları esas alınmıştır (Url-7, 2023). Örnekleme yapıya ilişkin enerji maliyetinin belirlenmesinde “TÜİK” Türkiye İstatistik Kurumu sayfasında yayılan elektrik birim fiyat bilgisi esas alınmıştır (Url-8, 2023).

Yukarıda bahsedilenler doğrultusunda çalışma konusunun “Türkiye’de üç farklı iklim bölgesinde yer alan örnekleme ofis yapısına entegre edilen farklı cephe sistemlerinin ısıtma enerji performansı ve maliyet açısından DesignBuilder programı aracılığıyla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine” karar verilmiştir.

3.1. Çalışma Alanlarının Özellikleri

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türkiye İklim Sınıflandırmasına göre, Türkiye’de Akdeniz iklimi, Karadeniz iklimi, Yarı-Nemli Marmara iklimi, Step iklimi ve Karasal Doğu Anadolu iklimi olmak üzere beş farklı iklim bölgesi bulunmaktadır (Url-9, 2023). Koçlar Oral (2010)’in çalışmasında ise Türkiye’deki iklim bölgeleri sıcak-nemli, sıcak-kuru, ılımlı-nemli, ılımlı-kuru ve soğuk iklim bölgeleri olarak tanımlanmaktadır (Koçlar Oral, 2010). Çalışma kapsamında farklı katmanlardan/malzemelerden oluşturulan öneri cephe senaryolarının, farklı iklim bölgelerinde binanın ısıtma performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi açısından Koçlar Oral (2010)’a göre Türkiye’de üç farklı iklim bölgesinde (sıcak, soğuk, ılımlı) yer alan üç (3) adet şehir seçilmiştir. DesignBuilder programında iklim verilerine ulaşılan;

- Ilımlı-nemli iklim bölgesinde İstanbul,
- Sıcak-nemli iklim bölgesinde Antalya,
- Soğuk iklim bölgesinde Erzurum illeri çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

İstanbul, Marmara bölgesinde yer alan Türkiye’nin en önemli kentlerinden biridir. Asya ve Avrupa kıtalarını birleştiren İstanbul, Karadeniz ile Akdeniz iklimi arasında bir geçiş iklimine sahip olup Marmara bölgesinin en yoğun yağış alan şehirlerinden biridir. İstanbul ilinin iklimi ılımandır. Yazları sıcak ve nemli, kışları ise soğuk yağışlı ve bazen karlıdır (Url-10, 2023). Yıl boyu en düşük sıcaklık -9.0°C , en yüksek sıcaklık 40.6°C ,

ortalama güneşlenme süresi (saat) 1.0, ortalama yağışlı gün sayısı ise 116.4 gündür. Günlük toplam en yüksek yağış miktarı 136.1 mm, günlük en hızlı rüzgâr 20.8 m/sn ve kar yüksekliği 41 cm olarak tanımlanmaktadır (Url-11, 2023).

Çizelge 3.1. İstanbul iline ait iklimsel veriler (Url-11, 2023).

İSTANBUL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1950-2022)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.7	6.9	8.4	12.8	17.6	22.2	24.6	24.6	21.1	16.6	12.5	8.9	15.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.5	10.2	12.2	17.3	22.3	26.9	29.5	29.6	25.8	20.6	16.0	11.7	19.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4.1	4.2	5.4	9.2	13.6	18.0	20.4	20.7	17.6	13.7	9.8	6.4	11.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	0.9	0.5	1.2	1.5	1.2	1.3	1.3	1.6	1.1	0.3	0.5	0.7	1.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	16.61	14.17	12.72	10.22	7.65	5.54	3.54	3.65	5.59	9.61	11.39	15.74	116.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	89.7	70.5	63.1	47.5	32.6	27.9	22.5	24.6	40.5	66.7	76.0	99.3	660.9
Ölçüm Periyodu (1950-2022)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.4	23.4	28.6	33.3	36.4	38.9	40.6	40.1	39.6	33.5	27.2	25.0	40.6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6.8	-9.0	-5.6	0.2	4.8	9.8	13.6	14.3	7.7	2.5	-2.0	-4.2	-9.0

Antalya, Akdeniz Bölgesi'nin batısında yer alan Türkiye'nin beşinci büyük ilidir. Antalya ili güneyde Akdeniz, kuzeyde ise denize paralel Toros Dağları ile çevrilidir. Yazları sıcak, kışları soğuk ve yağışlı bir iklime sahiptir (Url-12, 2023). Yıl boyu en düşük sıcaklık -4.6°C , en yüksek sıcaklık 45.0°C , ortalama güneşlenme süresi (saat) 8.2, ortalama yağışlı gün sayısı 73.6 gündür. Günlük toplam en yüksek yağış miktarı 331.5 mm, günlük en hızlı rüzgâr 43.2 m/sn ve kar yüksekliği 5 cm olarak tanımlanmaktadır (Url-13, 2023).

Çizelge 3.2. Antalya iline ait iklimsel veriler (Url-13, 2023).

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1930-2022)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	10.0	10.7	12.9	16.4	20.6	25.3	28.5	28.4	25.3	20.6	15.5	11.7	18.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	14.9	15.6	17.9	21.4	25.7	30.7	34.2	34.1	31.2	26.6	21.3	16.7	24.2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	6.0	6.4	8.0	11.2	15.3	19.6	22.8	22.8	19.5	15.3	10.8	7.7	13.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	5.1	5.8	6.7	8.0	9.8	11.4	11.8	11.3	9.8	7.9	6.3	4.9	8.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.57	10.53	8.61	6.49	5.17	2.55	0.54	0.56	1.72	5.49	7.45	11.91	73.6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	234.9	151.8	91.7	49.3	32.4	11.0	4.5	4.4	17.1	71.5	129.5	256.8	1054.9
Ölçüm Periyodu (1930-2022)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23.9	26.7	28.6	36.4	41.7	44.8	45.0	44.8	42.5	41.2	33.0	25.4	45.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.3	-4.6	-1.6	1.4	6.7	11.1	14.8	13.6	10.3	4.9	0.0	-1.9	-4.6

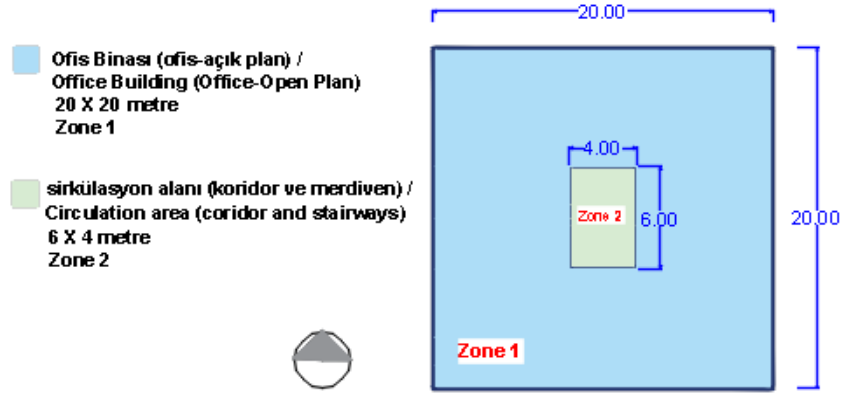
Erzurum, bir bölümü Karadeniz Bölgesinde, diğer bölümlüde Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Türkiye'nin en soğuk ve en yüksek illerinden biridir. Erzurum ili, Türkiye'nin batı ve orta bölgelerine göre en yüksek rakıma sahiptir. Kuzeyde Doğu Karadeniz Dağları'nın uzantıları olan Rize Dağları ile sınırlanmıştır. Erzurum ilinde sert kara iklim hüküm sürmektedir. Kışlar çok soğuk ve karlı, yazlar çok sıcak ve kurak geçmektedir (Url-14, 2023). Yıl boyu en düşük sıcaklık -0.5°C , en yüksek sıcaklık 12.0°C , ortalama güneşlenme süresi (saat) 7.0, ortalama yağışlı gün sayısı 121.6 gündür. Günlük toplam en yüksek yağış miktarı 70.8 mm, günlük en hızlı rüzgâr 30.6 m/sn ve kar yüksekliği 110 cm olarak tanımlanmaktadır (Url-15, 2023).

Çizelge 3.3. Erzurum iline ait iklimsel veriler (Url-15, 2023)

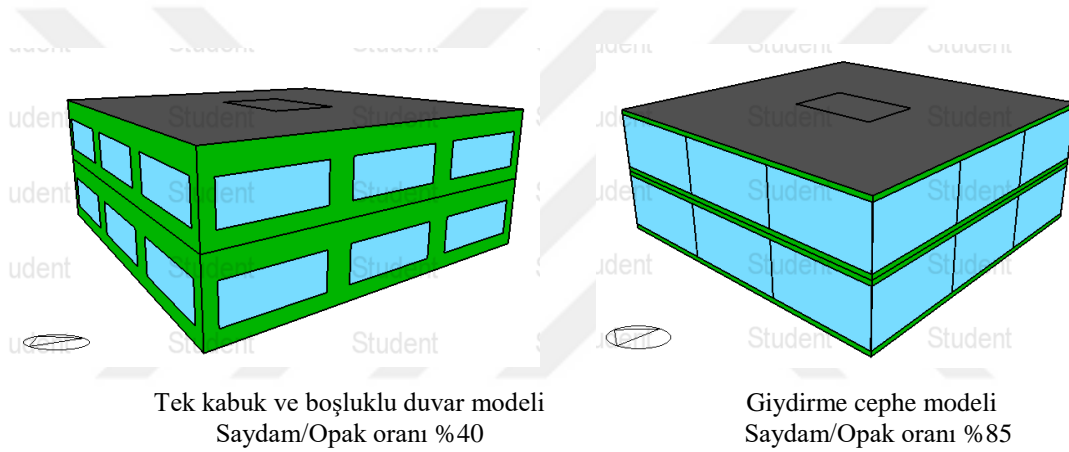
ERZURUM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1929-2022)													
Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	-9.1	-7.6	-2.4	5.4	10.7	14.9	19.2	19.5	14.8	8.2	1.2	-5.8	5.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	-4.0	-2.3	2.6	11.0	16.9	21.8	26.6	27.3	22.7	15.2	6.9	-0.9	12.0
Ortalama En Düşük Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	-13.9	-12.5	-7.1	0.0	4.3	7.3	11.1	11.2	6.4	1.7	-3.8	-10.2	-0.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.3	4.4	5.2	6.4	8.0	10.2	11.3	10.7	9.1	6.9	4.9	3.2	7.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.09	11.02	12.38	13.73	16.03	10.99	6.66	5.24	5.13	9.53	9.19	10.63	121.6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	21.6	25.9	35.4	54.5	72.6	48.5	26.8	17.9	24.2	47.1	32.9	21.9	429.3
Ölçüm Periyodu (1929-2022)													
En Yüksek Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	8.0	10.6	21.4	26.5	29.6	32.7	35.6	36.5	33.3	27.0	20.7	14.0	36.5
En Düşük Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	-36.0	-37.0	-33.2	-22.4	-7.1	-5.6	-1.8	-1.1	-6.8	-14.1	-34.3	-37.2	-37.2

3.2. Örneklem Yapı Türü ve Özellikleri

Yapılan literatür araştırmasının sonucunda örneklem yapı türü ofis olarak belirlenmiştir. Gün içinde uzun süreli aktif kullanıma sahip olması yapı türünün seçiminde etkili olmuştur. Örneklem ofis binası açık ofis tipinde ortadan çekirdekli olarak tasarlanmıştır. 20 x 20 metre boyutlarında ve 4 x 6 metre boyutlarında merkezi çekirdekli olarak tasarlanan iki katlı ofis binasının kat yüksekliği 4 metredir. Ofis çalışma saatleri aralığı, hafta sonları ve tatil günleri haricinde 07.00-19.00 saatleri arası olarak belirlenmiştir. Ofis binasının plan şeması şekil 3.1'te ve perspektifi şekil 3.2'te gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Örneklem ofis binası plan şeması



Şekil 3.2. Örneklem ofis binası üç boyutlu modeli

Gameiro da Silva (2010) çalışmasına atıfla Örkmez (2012) çalışmasında TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Türk Standardı ve ASHRAE Standartlarıyla uyumlu olarak ofis binasının konforlu hissettiren ortalama iç sıcaklık değerini (24°C) olarak belirtilmiştir (Örkmez, 2012). Çalışmada alınan değerler çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. Fanger (1970) çalışmasına atıfla Örkmez (2012) çalışmasında ofis binasının ortalama iç sıcaklık değerleri

Bina Tipi	Kategori	Konforlu Hissettiren İç Ortam Operatif Sıcaklığı (C°)	
		Isıtma Mevsimi	Soğutma Mevsimi
Ofis	1	21-23	24

Yapılan incelemelerin sonucunda tez çalışması kapsamında örneklem ofis binasının iç ortam hava sıcaklığı için ısıtma başlangıç sıcaklığı 19°C, soğutma başlangıç sıcaklığı 24°C olarak belirlenmiştir.

3.3. Design Builder Programı

DesignBuilder, yeni ve mevcut binaların çevresel performansını hızlı bir şekilde değerlendirmesine yardımcı olan yüksek kaliteli, kullanımı kolay simülasyon yazılımlarından biridir. YBM (Yapı Bilgi Modelleme – Building Information Modelling (BIM)) programlarından içe aktarılan ya da programda oluşturulan modeller aracılığıyla enerji, konfor, HVAC, doğal aydınlatma, maliyet ve tasarım optimizasyonu vb. analizlerin çeşitli yönetmelikler ve sertifikasyon standartlarına uygun olarak bütünlük performans analizi sağlamaktadır (Url-16, 2023).

Çalışmada DesignBuilder programında İstanbul, Antalya ve Erzurum illeri için 2022 yılına ait tanımlanmış olan iklim verileri kullanılmıştır. Örneklem ofis yapısına ilişkin programa girilen veriler çizelge 3.5’te gösterilmektedir.

Çizelge 3.5. DesignBuilder programına girilen veriler

Sekme	Ayarlar	Ayar Tipi	Detaylı Ayarlamaları
Etkinlik (Activity)	Kalıp (Template)	Ofis Binası Ofis-Açık Plan (Office Building Office-Open Plan)	Tatil günleri Türkiye Cumhuriyeti’nin 2022 yılının tatil günleri = 12 gün. Ortalama iç ortam hava sıcaklığının = 19°C – 24 °C.
	Kullanım/Doluluk (Occupancy)	Ofis-AçıkKapalı-Doluluk (Office-OpenOff-Occupancy)	Metabolik Faktörü = 1.00 Kişi başına düşen alan (m ² /kişi) = 18.58.
	Ofis Ekipmanları (Office Equipment)	Ofis-AçıkKapalı-Ekipmanlar (Office-OpenOff- Equipment Programlamak (schedule))	Kompakt programı tipi olarak ofis çalışma saatleri aralığı haftasonları ve tatiller hariç 07:00 – 19:00 saatler arası.
HVAC (Isıtma, Havalandırma, İklimlendirme)	Kalıp (Template)	Fan Coil Ünitesi (4 borulu) Hava soğutmalı soğutucu (Fan Coil Unit (4-pipe) Air cold chiller)	
	Isıtma (Heating)	Ofis-Açık Kapalı-Isıtma (Office-OpenOff-Heat)	şebekeden sağlanan elektrik
	Soğutma (Cooling)	Ofis-Açık Kapalı-Soğutma (Office-OpenOff-Cool)	şebekeden sağlanan elektrik
	Merkezi sıcak su sistemi DHW	Merkezi sıcak su sistemi (DHW/Domestic Hot Water)	şebekeden sağlanan elektrik ile sadece anlık sıcak su
	Mekanik havalandırma	Dış hava tanımlama yöntemi (Outside air definition method)	kişi başına minimum temiz hava
Aydınlatma (Lighting)	Kalıp (Template)	Ortak alan, ofis açık planı 8,7 W/ m ² (Common Space, Office-Open Plan 8.7 W/m ²)	

Örnekleme ofis yapısı için önerilen cephe senaryolarının yaklaşık maliyet hesapları için “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan "2023 bayındırlık inşaat birim fiyatları ve 2023/2 inşaat fiyat genel analizlerinden (1-Temmuz-2023 tarihinden geçerli)” faydalanılarak DesignBuilder programına birim fiyat girişi yapılmıştır (Url-7, 2023).

3.4. Çalışmada Kullanılan Cephe Senaryolarının Belirlenmesi

Örnekleme ofis yapısında tek kabuk cephe, boşluklu duvar ve giydirme cephe sistemleri ele alınmıştır. Oluşturulan senaryolarda genel olarak cepheyi oluşturan transparan/şeffaf kısımların (pencereler) malzemesi sabit tutularak opak kısımlarda (duvar/cephe) kullanılan malzemelerde (örneğin; duvar gövde malzemesi, ısı yalıtım malzemesi, hava boşluğu kalınlığı) değişiklik yapılmıştır. Giydirme cephe senaryosu önerisinde alüminyum-cam giydirme cephe sistemi tercih edilmiştir. Önerilen cephe senaryolarının opak ve saydam kısımlarda kullanılan yapı malzemeleri ve hava tabakası genişliklerine ilişkin bilgiler şu şekildedir;

- Tek kabuk cephe sisteminde,
 - Cephenin opak kısımlarında (duvar gövdesi/çekirdek) tuğla, gazbeton, betonarme kullanılmıştır.
 - Cephenin saydam kısımlarında (cam ünitelerinde) Low-e kaplamalı çift cam ünitesi (6mm cam -12 mm argon -6 mm cam) seçilmiştir.
 - Cephenin saydam/opak oranı % 40 seçilmiştir.
 - Isı yalıtım malzemesi olarak EPS, XPS ve taş yünü kullanılmıştır.
- Boşluklu duvar cephe sisteminde;
 - Cephenin opak kısımlarında (duvar gövdesi/çekirdek) tuğla, gazbeton, betonarme kullanılmıştır.
 - Cephenin saydam kısımlarında (cam ünitelerinde) Low-e kaplamalı çift cam ünitesi (6mm cam -12 mm argon -6 mm cam) seçilmiştir.
 - Cephenin saydam/opak oranı % 40 seçilmiştir.
 - Isı yalıtım malzemesi olarak EPS, XPS ve taş yünü kullanılmıştır.
 - Hava boşluğu/hava tabakası genişliği 2.5 cm ve 5 cm olarak seçilmiştir. Designbuilder programında hava katmanı (air layer) 2.5 ve 5 cm olarak tanımlanmıştır. Verilen bu iki hava katmanının ısı direnç değerlerinin (thermal resistance) birbirinden farklı olması ve bu değişikliğin duvarın ısı performansını etkileyeceği düşünülerek değerler çalışma kapsamında senaryolara dahil edilmiştir.

- Giydirme cephe sisteminde alüminyum-cam giydirme cephe sistemi tercih edilmiştir;
 - Cephenin taşıyıcı profillerinde alüminyum tercih edilmiştir.
 - Cephenin saydam kısımlarında (cam ünitelerinde) Low-e kaplamalı çift cam ünitesi (6mm cam -12 mm argon -6 mm cam) seçilmiştir.
 - Cephenin saydam/opak oranı % 85 seçilmiştir.
 - Isı yalıtım malzemesi olarak XPS kullanılmıştır.

Cephe senaryolarında opak ve saydam kısımlarında kullanılan malzeme ve boşluklara ilişkin bilgiler çizelge 3.6. 'da ifade edilmektedir.

Çizelge 3.6. Cephe senaryolarında kullanılan malzemeler (tablonun formunu düzenledim, bilginiz olsun. Daha derli toplu oldu).

Cephe Sistemi	Duvar Gövde Malzemeleri	Isı Yalıtım Malzemeleri	Hava Tabakası Genişliği	Cam Tipi
Tek kabuk cephe	Tuğla Gazbeton Betonarme	XPS EPS Taş yünü		Low-E kaplamalı çift cam ünitesi (6mm cam-12mm Argon-6mm cam)
Boşluklu duvar	Tuğla Gazbeton Betonarme	XPS EPS Taş yünü	5 cm 2.5 cm	Low-E kaplamalı çift cam ünitesi (6mm cam-12mm Argon-6mm cam)
Giydirme cephe	Alüminyum taşıyıcı profiller	XPS		Low-E kaplamalı çift cam ünitesi (6mm cam-12mm Argon-6mm cam)

Tüm cephe senaryolarında cam tipi (Low-E kaplamalı çift cam ünitesi 6mm cam-12mm Argon-6mm) sabit tutulmuştur. Cam/duvar oranındaki değişim tek kabuk cephe ve boşluklu duvar için %40, giydirme cephe için %85 olarak belirlenmiştir. Cephe sistemlerine göre pencere boyutları ve cam oranlarına ilişkin bilgiler çizelge 3.7'de detaylı olarak gösterilmektedir.

Çizelge 3.7. Cephe sistemlerine göre pencere boyutları ve cam oranları (çizelgenin formatını düzenledim, bilginiz olsun. Daha derli toplu oldu)

Cephe Tipi	Cam Oranı	Pencere Boyutları	Görünüş
Tek kabuklu	Saydam/opak oranı (% 40)	Genişlik = 3m Yükseklik = 2m Eşik/parapet yüksekliği = 0.8m	
Boşluklu duvar	Saydam/opak oranı (% 40)	Genişlik = 3m Yükseklik = 2m Eşik/parapet yüksekliği = 0.8m	
Giydirme cephe	Saydam/opak oranı (% 85)	Genişlik = 2m Yükseklik = 3m Eşik/parapet yüksekliği = 0.3m	

Tez çalışması kapsamında önerilen üç farklı cephe türüne ilişkin kırk bir (41) adet senaryo “S” oluşturulmuştur (Çizelge 3.8, Çizelge 3.9, Çizelge 3.10). Senaryolar oluşturulurken duvar çekirdeğinin, ısı yalıtımının ve hava boşluğunun değişimi esas alınmıştır. Bu doğrultuda senaryolar ve değişkenler için bir kodlama sistemi oluşturulmuştur. “T” harfi tek kabuk cephe sistemi, “B” harfi boşluklu duvar sistemi ve “G” harfi giydirme cephe sistemini temsil etmektedir. Harflerin yanında bulunan numaralar ise aynı cephe sistemi içerisindeki farklı katmanlaşma durumlarını ifade etmektedir. Oluşturulan cephe senaryoları örneklem yapı üzerinde Antalya, İstanbul ve Erzurum illeri için uygulanarak, yapının ısıtma, soğutma ve toplam ısıl enerji yükündeki değişim incelenmiştir. Ardından maliyet ve ısıl enerji performansı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Tek kabuk cephe için oluşturulan yirmi bir (21) adet senaryo çizelge 3.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.8. Tek kabuk cephe (T) senaryoları

S. No.	Cephe Senaryoları (Katmanlar dıştan içe sıralanmıştır.)
T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T2	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T4	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T5	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T6	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T7	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T8	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T9	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T10	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T11	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T12	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)
T13	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T14	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T15	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T17	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T18	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T20	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
T21	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)

Boşluklu duvar için oluşturulan on sekiz (18) adet senaryo çizelge 3.9'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.9. Boşluklu duvar (B) senaryoları

S.No.	Cephe Senaryoları (Katmanlar dıştan içe sıralanmıştır.)
B1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B2	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B3	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B5	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B6	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B8	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B9	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B10	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B12	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B13	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B14	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B15	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B16	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B17	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)
B18	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)

Giydirme cephe için oluşturulan iki (2) adet senaryo çizelge 3.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.10. Giydirme cephe (G) senaryoları

S. No.	Cephe Senaryoları (Katmanlar dıştan içe sıralanmıştır.)
G1	Hafif Giydirme Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir. (Alüminyum + XPS + Alüminyum)
G2	Hafif Giydirme Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir. (Alüminyum + XPS + Alçı Levha)

Çizelge 3.11'de malzemelere ilişkin birim fiyatlar verilmektedir. DesignBuilder programının maliyet bölümünde birim fiyatlar tanımlanırken programda yer alan metrekare (m²), metreküp (m³) ve kilogram (kg) ölçü birimleri esas alınmıştır.

Çizelge 3.11. Cephe senaryolarında kullanılan malzemelerin birim fiyatları

Poz No.	Malzeme	Birim (m ² , m ³ , Kg)	Malzeme birim Fiyatı (TL)
15.220.1002	“100 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (200 x 100 x 200 mm) ile duvar yapılması”	m ²	315,75TL
15.220.1006	“200 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (250 x 200 x 250 mm) ile duvar yapılması”	m ²	437,89TL
15.225.1004	“10 cm kalınlığındaki teçhizatsız gazbeton duvar blokları ile duvar yapılması (gazbeton tutkalı ile) (2,50 N/mm ² ve 400 kg/m ³)”	m ²	326,99TL
15.225.1010	“20 cm kalınlığındaki teçhizatsız gazbeton duvar blokları ile duvar yapılması (gazbeton tutkalı ile) (2,50 N/mm ² ve 400 kg/m ³)”	m ²	528,10TL
Piyasa fiyat teklifi	Betonarme (Kalıp, Demir, Beton)	m ²	2500TL
15.341.2101 10.310.1512	“XPS, 5 cm kalınlıkta yüzeye dik çekme mukavemeti en az 200 kPa Ekstrüde Polistren levhalar (XPS) ile duvarlarda içten ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması”	m ²	474,56 TL
15.341.1021 10.310.1311	“EPS, 5 cm kalınlıkta yüzeye dik çekme mukavemeti en az 100kPa (TR100) grafit/karbon esaslı (EPS) ekspande polistren levhalar ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması”	m ²	391,64 TL
15.341.3001 10.310.1101	“Taşyünü, 5 cm kalınlıkta yüzeye dik çekme mukavemeti en az 7,5kPa (TR7,5) taşyünü levhalar ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (Mantolama)”	m ²	462,41 TL

Çizelge 3.11'in devamı gösterilmektedir.

Poz No.	Malzeme	Birim (m ² , m ³ , Kg)	Malzeme birim Fiyatı (TL)
15.280.1013	“Makina alçısı ile duvarlara 20 mm kalınlığında tek kat alçı sıva yapılması (Beton, tuğla vb. yüzeylere)”	m ²	199,78
15.275.1105	“350 kg çimento dozlu harçla tek kat ince sıva yapılması”	m ²	185,08TL
15.530.1776	“Alçı levha ile tek iskeletli giydirmeye duvar yapılması (Tek Duvar C 50 profil- 60 cm aks aralığı) (12,5 mm tek kat standart alçı levha ile)”	m ²	349,28
10.200.2001	Alüminyum profilleri	Kg	92TL
15.470.1418	“PVC ve alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 12 mm ara boşluklu ilk camı güneş ve ısı kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi takılması”	m ²	1.057,96TL

DesignBuilder programında ısıtma ve soğutma sistemleri için elektrik enerjisi tercih edilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) internet sayfasında yayınlanan elektrik birim fiyat bilgisi esas alınmıştır (Url-8 ,2023). Çizelge 3.12’de belirtildiği üzere “Yapılarda I. dönemde 1 kWh elektrik için ortalama 139,1 kuruş” birim fiyat bilgisine göre toplam enerji yükü maliyeti hesaplanmıştır.

Çizelge 3.12. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yapılarda bir dönemde verilen elektrik birim fiyatları (Url-8 ,2023)

	Elektrik ortalama birim fiyatları, I. Dönem: Ocak-Haziran, 2022 (Kuruş / kWh)				Bir önceki döneme göre değişimi (%)	
	2020		2021			2022
	II.Dönem	I.Dönem	II.Dönem	I.Dönem		
Sanayi	57.3	65.0	96.8	217.4	124.6	
Konut	73.5	79.5	90.4	139.1	53.9	

Elektrik ortalama birim fiyatı, sanayi ve konut tüketicilerinin altı aylık dönemde, tüm vergiler dahil olmak üzere, 1 kWh elektrik için ödediği ortalama değeri.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde örneklem yapı için oluşturulan cephe senaryolarının İstanbul, Antalya ve Erzurum illeri için DesignBuilder programı aracılığıyla hesaplanan aylık (ısıtma, soğutma ve toplam) enerji yükü ve yıllık (ısıtma, soğutma ve toplam) enerji yükü miktarları verilmiştir. Oluşturulan çizelgelerde her bir cephe senaryosunun maliyetine ilişkin değerler hesaplanmıştır. Her il için cephe türlerine ait sonuçlar kendi içinde ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

4.1. İstanbul İli Sonuçları

İstanbul ilinde, örneklem ofis binasına uygulanan üç farklı cephe sistemine ait (tek kabuklu cephe, boşluklu duvar ve giydirme cephe) kırk bir (41) adet senaryonun DesignBuilder programı ile hesaplanan ısıtma ve soğutma enerji yükü sonuçları değerlendirilmiştir.

4.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları

Örneklem yapı üzerinde uygulanan yirmi bir (21) adet tek kabuk cephe senaryosuna ait ısıtma ve soğutma enerji yükleri İstanbul ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-1' de çizelge Ek-1.1 ile çizelge Ek-1.21 arasında verilmiştir.

4.1.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Tek kabuk cephe senaryolarının DesignBuilder programında İstanbul ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.1'de gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Temmuz ve Ağustos aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında T3 senaryosunda 18167.17 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Aralık ayında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Temmuz ayında T7 senaryosunda 8409.23 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Ekim ayında T12 senaryosunda 1813.55 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ocak ayında T3 senaryosunda 18167.17 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. İstanbul ilinin tek kabuk cephe senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yükü		Aylık Soğutma Yükü		Toplam Aylık Enerji Yükleri	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Ekim	En Yüksek [kWh] Ocak
Tek kabuklu Cephe	T1	0	15681.85	0	7625.18	2031.22	15681.85
	T2	0	12709.41	0.11	8090.41	1992.74	12714.59
	T3	0	18167.17	0	7350.45	2128.18	18167.17
	T4	0	11425.9	0.07	8381.95	1889.45	11431.14
	T5	0	11733.78	0	8321.28	1882.05	11737.76
	T6	0	11675.3	0.01	8332.6	1883.09	11679.50
	T7	0	11150.94	1.24	8409.23	1999.72	11163.22
	T8	0	11336.1	0.99	8368.82	1992.11	11347.27
	T9	0	11301.96	1.04	8377.5	1993.39	11313.33
	T10	0	11509.44	0	8387.75	1822.35	11511.16
	T11	0	11873.76	0	8323.32	1813.75	11874.75
	T12	0	11813.63	0	8313.61	1813.55	11814.71
	T13	0	11435.67	0.17	8346.84	1895.21	11441.95
	T14	0	11746.21	0.05	8286.66	1888.97	11751.08
	T15	0	11687.71	0.07	8298.04	1889.75	11692.82
	T16	0	11159.43	1.33	8387.61	1995.00	11172.01
	T17	0	11342.63	1.06	8350.45	1989.07	11354.09
	T18	0	11309.41	1.1	8357.35	1989.85	11321.06
	T19	0	11525.09	0	8367.39	1831.91	11527.93
	T20	0	11890.51	0	8301.59	1824.18	11892.23
	T21	0	11820.51	0	8314.56	1825.12	11822.42

4.1.1.2. Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Tek kabuk cephe senaryolarının DesignBuilder programında İstanbul ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri Çizelge 4.2'de gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü T7 senaryosunda 46851.92 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise T3 senaryosunda 80429.17 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü T3 senaryosunda 28680.96 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise T7 senaryosunda 36336.27 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam

enerji yükü ise T16 senaryosunda 83118.73 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü T3 senaryosunda 109110.13 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.2. İstanbul ilinin tek kabuk cephe senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	68353.98	30657.83	99011.81
T2	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	54199.07	34021.65	88220.72
T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	80429.17	28680.96	109110.13
T4	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	47858.46	35672.24	83530.7
T5	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	49303.71	35211.92	84515.63
T6	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	49029.77	35296.65	84326.42
T7	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	46851.92	36336.27	83188.19
T8	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	47710.84	36028.06	83738.9
T9	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	47550.84	36089.97	83640.81
T10	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	48078.6	35378.29	83456.89
T11	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	49775.53	34876.09	84651.62
T12	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	49508.98	34864.06	84373.04
T13	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	47952.8	35559.01	83511.81
T14	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	49399.91	35101.43	84501.34
T15	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	49126.62	35186.45	84313.07
T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	46886.82	36231.91	83118.73
T17	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	47737.95	35941.73	83679.68
T18	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	47583.2	35994.21	83577.41
T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	48218.78	35373.24	83592.02
T20	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	49923.19	34864.07	84787.26
T21	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	49594.63	34961.86	84556.49

4.1.2. Boşluklu duvar cephe senaryolarının sonuçları

Örnekleme yapı üzerinde uygulanan on sekiz (18) adet boşluklu duvar senaryosuna ait ısı enerjisi (ısıtma ve soğutma) yükleri İstanbul ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-2' de çizelge Ek-2.1 ile çizelge Ek-2.18 arasında verilmiştir.

4.1.2.1. Boşluklu duvar senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Boşluklu duvar senaryolarının DesignBuilder programında İstanbul ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.3'te gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Temmuz ve Ağustos aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında B17 senaryosunda 11634.24 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Aralık ayında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Temmuz ayında B7 senaryosunda 8439.46 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Ekim ayında B17 senaryosunda 1834.82 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ocak ayında B17 senaryosunda 11636.91 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.3. İstanbul ilinin boşluklu duvar senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yükü		Aylık Soğutma Yükü		Toplam Aylık Enerji Yükleri	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Ekim	En Yüksek [kWh] Ocak
Boşluklu Duvar	B1	0	11293.26	0.31	8410.53	1904.90	11300.51
	B2	0	11540.32	0.15	8369.71	1900.28	11546.43
	B3	0	11494.58	0.17	8377.37	1900.77	11500.88
	B4	0	11167.71	1.37	8418.78	2002.43	11180.59
	B5	0	11359.44	1.11	8386.27	1998.26	11371.24
	B6	0	11324.42	1.15	8392.27	1998.53	11336.39
	B7	0	11323.75	0	8439.46	1842.73	11327.55
	B8	0	11586.23	0	8396.84	1835.93	11589.06
	B9	0	11536.73	0	8404.56	5417.17	11539.72
	B10	0	11323.33	0.28	8405.57	1904.10	11330.43
	B11	0	11584.58	0.13	8362.47	1899.46	11590.49
	B12	0	11536	0.15	8370.57	1899.95	11542.11
	B13	0	11191.49	1.33	8414.77	2001.71	11204.23

Çizelge 4.3'in devamı gösterilmektedir.

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yüğü		Aylık Soğutma Yüğü		Toplam Aylık Enerji Yüğüleri	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Ekim	En Yüksek [kWh] Ocak
Boşluklu duvar	B14	0	11392.82	1.06	8380.68	1997.56	11404.43
	B15	0	11356.05	1.11	8386.98	1997.83	11367.85
	B16	0	11355.89	0	8434.28	1841.70	11359.56
	B17	0	11634.24	0	8389.13	1834.82	11636.91
	B18	0	11581.52	0	8397.57	1835.78	11584.36

4.1.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Boşluklu duvar senaryolarının DesignBuilder programında İstanbul ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma, soğutma ve toplam ısıtma enerji yükleri Çizelge 4.4'te gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü B4 senaryosunda 46910.11 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise B11 senaryosunda 48615.53 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü B17 senaryosunda 35447.47 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise B4 senaryosunda 36407.6 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji yükü ise B7 senaryosunda 83094.13 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü B11 senaryosunda 84196.98 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.4. İstanbul ilinin boşluk duvar senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları "B" (Katmanlar dıştan içe sıralanmıştır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]
B1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47264.01	35971.32	83235.33
B2	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48409.62	35639.95	84049.57
B3	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48196.73	35700.48	83897.21
B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	46910.11	36407.6	83317.71

Çizelge 4.4'in devamı gösterilmektedir.

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları "B" (Katmanlar dıştan içe sıralanmıştır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]
B5	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47799.17	36142.26	83941.43
B6	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47636.22	36189.6	83825.82
B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47234.36	35859.77	83094.13
B8	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48458.64	35509.82	83968.46
B9	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48229.34	35573.59	83802.93
B10	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47403.36	35930.32	83333.68
B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48615.53	35581.45	84196.98
B12	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48388.46	35645.41	84033.87
B13	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47020.37	36374.2	83394.57
B14	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47953.96	36096.53	84050.49
B15	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47782.42	36146.17	83928.59
B16	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	47382.41	35816.69	83199.1
B17	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48680.81	35447.47	84128.28
B18	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	48436.42	35515.28	83951.7

4.1.3. Giydirmce cephe senaryolarının sonuçları

Örneklem yapı üzerinde uygulanan iki (2) adet giydirmce cephe senaryosuna ait ısıtma ve soğutma yükleri İstanbul ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-3' de çizelge Ek-3.1 ile çizelge Ek-3.2 arasında verilmiştir.

4.1.3.1. Giydirmce cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Giydirmce cephe senaryolarının DesignBuilder programında İstanbul ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.5'te gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Temmuz ve Ağustos aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında G1 senaryosunda 6577.55 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Aralık ayında G1 senaryosunda 234.76 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Temmuz ayında G2 senaryosunda 12709 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Ekim ayında G2 senaryosunda 4105.65 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ocak ayında G1 senaryosunda 7033.79 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.5. İstanbul ilinin giydirmce cephe senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yüğü		Aylık Soğutma Yüğü		Toplam Aylık Enerji Yüğü	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Ekim	En Yüksek [kWh] Ocak
Giydirmce Cephe	G1	0	6577.55	234.76	12662.2	4081.60	7033.79
	G2	0	6558.55	238.79	12709	4105.65	7021.59

4.1.3.2. Giydirmce cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Giydirmce cephe senaryolarının DesignBuilder programında İstanbul ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.6'da gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü G2 senaryosunda 24813.26 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise G1 senaryosunda 24896.93 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü G1 senaryosunda 65619.44 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji

yükü ise G2 senaryosunda 65954.59 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji yükü ise G1 senaryosunda 90516.37 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü G2 senaryosunda 90767.85 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.6. İstanbul ilinin giydirmeye cephe senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Giydirme Cephe Senaryoları “G” (Katmanlar dıştan içe sıralanmıştır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
G1	G1 Hafif Giydirmeye Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 1995 regs)	24896.93	65619.44	90516.37
G2	Hafif Giydirmeye Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs)	24813.26	65954.59	90767.85

4.2. Antalya İli Sonuçları

Antalya ilinde, örneklem ofis binasına uygulanan üç farklı cephe sistemine ait (tek kabuklu cephe, boşluklu duvar ve giydirmeye cephe) kırk bir (41) adet senaryonun DesignBuilder programı ile hesaplanan ısı enerjisi (ısıtma ve soğutma) yükü sonuçları değerlendirilmiştir.

4.2.1. Tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları

Örneklem yapı üzerinde uygulanan yirmi bir (21) adet tek kabuk cephe senaryosuna ait ısı enerjisi (ısıtma ve soğutma) yükleri Antalya ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-4’ de çizelge Ek-4.1 ile çizelge Ek-4.21 arasında verilmiştir.

4.2.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Tek kabuk cephe senaryolarının DesignBuilder programında Antalya ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.7’de gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Haziran, Ağustos ve Eylül aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında T3 senaryosunda 5730.48 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Ocak ayında T3 senaryosunda 201.82 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Ağustos ayında T10 senaryosunda 10646.43 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Aralık ayında T10 senaryosunda

2727.68 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ağustos ayında T10 senaryosunda 10646.43 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.7. Antalya ilinin tek kabuk cephe senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yükü		Aylık Soğutma Yükü		Toplam Aylık Enerji Yükleri	
		En Düşük [kWh] Haziran, Ağustos ve Eylül	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Ocak	En Yüksek [kWh] Ağustos	En Düşük [kWh] Aralık	En Yüksek [kWh] Ağustos
Tek kabuklu Cephe	T1	0	4799.17	284.67	10244.51	2888.70	10244.51
	T2	0	3670.74	444.76	10370.25	3016.71	10370.25
	T3	0	5730.48	201.82	10282.34	2880.28	10282.34
	T4	0	3117.29	484.19	10588.77	2801.89	10588.77
	T5	0	3235.45	461.24	10555.96	2862.14	10555.96
	T6	0	3213.13	465.41	10562.04	2850.62	10562.04
	T7	0	3075.42	552.3	10546.86	2868.81	10546.86
	T8	0	3145.65	537.53	10519.74	2903.33	10519.74
	T9	0	3132.41	540.24	10526.16	2896.67	10526.16
	T10	0	3108.83	441.71	10646.43	2727.68	10646.43
	T11	0	3246.57	415.81	10618.2	2799.85	10618.20
	T12	0	3230.24	418.78	10596.99	2791.55	10596.99
	T13	0	3115.9	489.8	10551.43	2806.94	10551.43
	T14	0	3232.39	466.76	10523.68	2866.12	10523.68
	T15	0	3210.32	470.95	10529.06	2854.78	10529.06
	T16	0	3071.22	552.04	10521.11	2863.03	10521.11
	T17	0	3140.29	537.53	10500.95	2897.29	10500.95
	T18	0	3127.64	540.05	10504.82	2890.66	10504.82
	T19	0	3107.51	452.99	10635.83	2746.27	10635.83
	T20	0	3242.93	426.61	10613.47	2814.79	10613.47
	T21	0	3216.99	431.52	10618.32	2801.45	10618.32

4.2.1.2. Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Tek kabuk cephe senaryolarının DesignBuilder programında Antalya ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri Çizelge 4.8’de gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü T10 senaryosunda 10259.46 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise

T3 senaryosunda 19983.41 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü T3 senaryosunda 50467.05 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise T7 senaryosunda 58669.29 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji yükü ise T12 senaryosunda 67624.09 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü T3 senaryosunda 70450.46 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.8. Antalya ilinin tek kabuk cephe senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (katmanlar dıştan içe sırlanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	16663.79	52239.66	68903.45
T2	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	12669.51	55931.72	68601.23
T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	19983.41	50467.05	70450.46
T4	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10433.25	57879.1	68312.35
T5	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10856.29	57312.28	68168.57
T6	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10776.08	57416.44	68192.52
T7	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10478.79	58669.29	69148.08
T8	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10730.9	58284.24	69015.14
T9	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10682.63	58363.48	69046.11
T10	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10259.46	57590.61	67850.07
T11	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10748.63	56980.49	67729.12
T12	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	10693.47	56930.62	67624.09
T13	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10450.23	57776.36	68226.59
T14	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10866.21	57237.34	68103.55
T15	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10786.8	57337.53	68124.33
T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10463.29	58543.9	69007.19
T17	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10713.23	58194.37	68907.6
T18	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10666.75	58257.53	68924.28

Çizelge 4.8'in devamı gösterilmektedir.

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (katmanlar dıştan içe sırlanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme(10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10282.43	57670.66	67953.09
T20	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10758.65	57090.7	67849.35
T21	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	10666.2	57202.93	67869.13

4.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının sonuçları

Örnekleme yapı üzerinde uygulanan on sekiz (18) adet boşluklu duvar senaryosuna ait ısı enerjisi (ısıtma ve soğutma) yükleri Antalya ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-5' de çizelge Ek-5.1 ile çizelge Ek-5.18 arasında verilmiştir.

4.2.2.1. Boşluklu duvar senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Boşluklu duvar senaryolarının DesignBuilder programında Antalya ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.9'da gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Haziran, Ağustos ve Eylül aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında B11 senaryosunda 3155.37 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Ocak ayında B17 senaryosunda 449.73 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Ağustos ayında B7 senaryosunda 10668.24 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Aralık ayında B7 senaryosunda 2703.31 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ağustos ayında B7 senaryosunda 10668.24 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.9. Antalya ilinin boşluklu duvar senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Isıtma Yükü		Soğutma Yükü		Toplam Yıllık Yük	
		En Düşük [kWh] Haziran, Ağustos ve Eylül	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Ocak	En Yüksek [kWh] Ağustos	En Düşük [kWh] Aralık	En Yüksek [kWh] Ağustos
Boşluklu Duvar	B1	0	3049.33	505.03	10598.25	2775.63	10598.25
	B2	0	3139.33	487.46	10583.16	2821.37	10583.16
	B3	0	3122.54	490.54	10586.16	2812.49	10586.16
	B4	0	3061.08	556.53	10563.65	2861.27	10563.65
	B5	0	3131.19	542.53	10551.19	2896.91	10551.19
	B6	0	3118.07	544.94	10553.46	2889.73	10553.46
	B7	0	3018.68	472.15	10668.24	2703.31	10668.24
	B8	0	3115.09	453.18	10651.97	2751.09	10651.97
	B9	0	3096.99	456.57	10656.47	2741.85	10656.47
	B10	0	3060.2	502.82	10596.47	2781.03	10596.47
	B11	0	3155.37	484.3	10580.57	2829.65	10580.57
	B12	0	3137.57	487.56	10583.81	2820.02	10583.81
	B13	0	3069.67	554.72	10562.14	2865.46	10562.14
	B14	0	3143.3	540.07	10549.09	2903.24	10549.09
	B15	0	3129.6	542.58	10551.56	2895.71	10551.56
	B16	0	3030.29	469.79	10666.56	2708.69	10666.56
	B17	0	3132.43	449.73	10649.49	2759.74	10649.49
	B18	0	3113.19	453.37	10652.4	2749.91	10652.40

4.2.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Boşluklu duvar senaryolarının DesignBuilder programında Antalya ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma, soğutma ve toplam ısıtma enerji yükleri Çizelge 4.10'da gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü B7 senaryosunda 9980.02 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise B14 senaryosunda 10730.51 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü B17 senaryosunda 57695.22 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise B4 senaryosunda 58828.66 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji yükü ise B17 senaryosunda 68075.56 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü B4 senaryosunda 69259.86 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.10. Antalya ilinin boşluk duvar senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları "B" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
B1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10218.12	58279.4	68497.52
B2	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10540.15	57895.41	68435.56
B3	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10479.18	57965.57	68444.75
B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10431.2	58828.66	69259.86
B5	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10686.46	58523.94	69210.4
B6	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10638	58577.85	69215.85
B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	9980.02	58178.1	68158.12
B8	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10319.63	57768.22	68087.85
B9	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10254.76	57843.21	68097.97
B10	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10256.74	58231.94	68488.68
B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10597.72	57827.68	68425.4
B12	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10532.8	57901.8	68434.6
B13	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10462.16	58790.14	69252.3
B14	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10730.51	58471.13	69201.64
B15	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10679.76	58527.96	69207.72
B16	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10020.42	58127.77	68148.19
B17	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10380.34	57695.22	68075.56
B18	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	10312.43	57774.73	68087.16

4.2.3. Giydirmce cephe senaryolarının sonuçları

Örneklem yapı üzerinde uygulanan iki (2) adet giydirmce cephe senaryosuna ait ısıtma ve soğutma yükleri Antalya ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-6' da çizelge Ek-6.1 ile çizelge Ek-6.2 arasında verilmiştir.

4.2.3.1. Giydirmce cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Giydirmce cephe senaryolarının DesignBuilder programında Antalya ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.11'de gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Haziran, Ağustos ve Eylül aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında G1 senaryosunda 1150.21 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Ocak ayında G1 senaryosunda 2561.69 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Ağustos ayında G2 senaryosunda 13027.68 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Aralık ayında G1 senaryosunda 3711.98 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ağustos ayında G2 senaryosunda 13027.68 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.11. Antalya ilinin giydirmce cephe senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yüğü		Aylık Soğutma Yüğü		Toplam Aylık Enerji Yüğüleri	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Ekim	En Yüksek [kWh] Ocak
Giydirmce Cephe	G1	0	1150.21	2561.69	12990.31	3711.98	12990.31
	G2	0	1144.67	2580.87	13027.68	3728.60	13027.68

4.2.3.2. Giydirmce cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Giydirmce cephe senaryolarının DesignBuilder programında Antalya ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.12'de gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü G2 senaryosunda 3721.6 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise G1 senaryosunda 3737.81 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü G1 senaryosunda 91522.3 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise G2 senaryosunda 91903.7 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji yükü

ise G1 senaryosunda 95260.11 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü G2 senaryosunda 95625.3 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.12. Antalya ilinin giydirmeye cephe senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Giydirme Cephe Senaryoları "G" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
G1	Hafif Giydirmeye Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 1995 regs)	3737.81	91522.3	95260.11
G2	Hafif Giydirmeye Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs)	3721.6	91903.7	95625.3

4.3. Erzurum İli Sonuçları

Erzurum ilinde, örneklem ofis binasına uygulanan üç farklı cephe sistemine ait (tek kabuklu cephe, boşluklu duvar ve giydirmeye cephe) kırk bir (41) adet senaryonun DesignBuilder programı ile hesaplanan ısı enerjisi (ısıtma ve soğutma) yükü sonuçları değerlendirilmiştir.

4.3.1. Tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları

Örneklem yapı üzerinde uygulanan yirmi bir (21) adet tek kabuk cephe senaryosuna ait ısı enerjisi (ısıtma ve soğutma) yükleri Erzurum ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-7' de çizelge Ek-7.1 ile çizelge Ek-7.21 arasında verilmiştir.

4.3.1.1. Tek kabuk cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Tek kabuk cephe senaryolarının DesignBuilder programında Erzurum ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.13'te gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Temmuz ve Ağustos aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında T3 senaryosunda 28980.15 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Aralık ve Ocak ayında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Temmuz ayında T19 senaryosunda 8724.85 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Mayıs ve Ekim ayında T3 senaryosunda

2766.88 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ocak ayında T3 senaryosunda 28980.15 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.13. Erzurum ilinin tek kabuk cephe senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yükü		Aylık Soğutma Yükü		Toplam Aylık Enerji Yükleri	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık ve Ocak	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Mayıs, Ekim	En Yüksek [kWh] Ocak
Tek kabuklu Cephe	T1	0	25439.87	0	8179.21	2825.46	25439.87
	T2	0	20972.54	0	8490.05	3003.33	20972.54
	T3	0	28980.15	0	8015.88	2766.88	28980.15
	T4	0	19015.77	0	8715.09	2903.55	19015.77
	T5	0	19507.12	0	8672.27	2896.08	19507.12
	T6	0	19414.87	0	8680.24	2897.04	19414.87
	T7	0	18550.54	0	8720.85	3035.78	18550.54
	T8	0	18842.33	0	8690.77	3027.86	18842.33
	T9	0	18789.63	0	8697.71	3029.26	18789.63
	T10	0	19194.79	0	8722.56	2825.75	19194.79
	T11	0	19765.27	0	8679.46	2817.85	19765.27
	T12	0	19655.91	0	8660.84	2815.54	19655.91
	T13	0	18997.68	0	8697.28	2909.25	18997.68
	T14	0	19487.24	0	8655.79	2902.44	19487.24
	T15	0	19395.48	0	8663.69	2903.32	19395.48
	T16	0	18542.1	0	8706.26	3028.11	18542.10
	T17	0	18833.4	0	8679.59	3022.01	18833.40
	T18	0	18780.79	0	8684.62	3022.77	18780.79
	T19	0	19164.07	0	8724.85	2841.65	19164.07
	T20	0	19740.55	0	8681.61	2834.66	19740.55
	T21	0	19630.81	0	8690.31	2835.80	19630.81

4.3.1.2. Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Tek kabuk cephe senaryolarının DesignBuilder programında Erzurum ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.14'te gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü T16 senaryosunda 62897.38 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise T3 senaryosunda 105207.89 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji

yükü T3 senaryosunda 29782.24 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise T7 senaryosunda 35858.38 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji yükü ise T16 senaryosunda 98675.39 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü T3 senaryosunda 134990.13 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.14. Erzurum ilinin tek kabuk cephe senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	90895.11	31219.47	122114.58
T2	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	72799.34	33905.15	106704.49
T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	105207.89	29782.24	134990.13
T4	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	64476.86	35345.36	99822.22
T5	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	66462.41	34953.09	101415.5
T6	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	66089.51	35025.25	101114.76
T7	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	62948.29	35858.38	98806.67
T8	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	64124.4	35590	99714.4
T9	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	63909.33	35645	99554.33
T10	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	64936.24	35159.25	100095.49
T11	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	67261.69	34739.87	102001.56
T12	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	66860.5	34703.05	101563.55
T13	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	64416.81	35267.55	99684.36
T14	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	66390.39	34886.61	101277
T15	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	66018.59	34957.45	100976.04
T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	62897.38	35778.01	98675.39
T17	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	64067.26	35530.28	99597.54
T18	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	63855.26	35575.35	99430.61

Çizelge 4.14'in devamı gösterilmektedir.

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]
T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme(10 cm) + alçı sıva (2 cm)	64848.09	35168.47	100016.56
T20	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	67164.76	34751.45	101916.21
T21	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	66721.82	34831.74	101553.56

4.3.2. Boşluklu duvar senaryolarının sonuçları

Örnekleme yapı üzerinde uygulanan on sekiz (18) adet boşluklu duvar senaryosuna ait ısı enerjisi (ısıtma ve soğutma) yükleri Erzurum ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-8' de çizelge Ek-8.1 ile çizelge Ek-8.18 arasında verilmiştir.

4.3.2.1. Boşluklu duvar senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Boşluklu duvar senaryolarının DesignBuilder programında İstanbul ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.15'te gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Temmuz ve Ağustos aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında B17 senaryosunda 19337.48 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Aralık ve Ocak ayında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Temmuz ayında B7 senaryosunda 8787.39 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Ekim ayında B17 senaryosunda 2841.11 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ocak ayında B17 senaryosunda 19337.48 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.15. Erzurum ilinin boşluklu duvar senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yükü		Aylık Soğutma Yükü		Toplam Aylık Enerji Yükleri	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık ve Ocak	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Ekim	En Yüksek [kWh] Ocak
Boşluklu Duvar	B1	0	18769.76	0	8751.17	2920.14	18769.76
	B2	0	19160.33	0	8725.21	2915.48	19160.33
	B3	0	19088.64	0	8730.38	2915.77	19088.64
	B4	0	18552.46	0	8741.34	3040.16	18552.46
	B5	0	18856.42	0	8720.25	3036.77	18856.42
	B6	0	18801.27	0	8724.23	3036.92	18801.27
	B7	0	18841.58	0	8787.39	2848.46	18841.58
	B8	0	19261.84	0	8761.17	2842.16	19261.84
	B9	0	19183.8	0	8766.12	2843.01	19183.80
	B10	0	18817.41	0	8748.08	2919.33	18817.41
	B11	0	19230.2	0	8720.69	2914.67	19230.20
	B12	0	19154.17	0	8726.15	2914.96	19154.17
	B13	0	18590.34	0	8738.77	3039.53	18590.34
	B14	0	18909.23	0	8716.67	3036.14	18909.23
	B15	0	18851.29	0	8720.84	3036.27	18851.29
	B16	0	18892.49	0	8784.21	2847.56	18892.49
	B17	0	19337.48	0	8756.48	2841.11	19337.48
	B18	0	19254.6	0	8761.72	2841.97	19254.60

4.3.2.2. Boşluklu duvar senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Boşluklu duvar senaryolarının DesignBuilder programında Erzurum ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.16’te gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü B4 senaryosunda 62849.16 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise B17 senaryosunda 65432.3 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü B17 senaryosunda 35270.57 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise B4 senaryosunda 35975.8 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji yükü ise B4 senaryosunda 98824.96 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü B17 senaryosunda 100702.87 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.16. Erzurum ilinin boşluklu duvar senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları "B" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Isıtma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Soğutma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
B1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	63406.2	35646.95	99053.15
B2	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	64957.38	35377.77	100335.15
B3	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	64671.72	35427.36	100099.08
B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	62849.16	35975.8	98824.96
B5	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	64054.49	35757.48	99811.97
B6	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	63834.46	35796.73	99631.19
B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	63462.84	35604.38	99067.22
B8	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	65131.54	35320.83	100452.37
B9	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	64820.7	35372.81	100193.51
B10	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	63595.29	35613.65	99208.94
B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	65235.05	35330.56	100565.61
B12	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	64931.49	35382.92	100314.41
B13	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	62998.51	35948.39	98946.9
B14	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	64264.2	35720.08	99984.28
B15	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	64032.46	35761.23	99793.69
B16	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	63665.19	35569.55	99234.74
B17	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	65432.3	35270.57	100702.87
B18	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	65101.75	35325.58	100427.33

4.3.3. Giydirme cephe senaryolarının sonuçları

Örneklem yapı üzerinde uygulanan iki (2) adet giydirme cephe senaryosuna ait ısıtma ve soğutma yükleri Erzurum ili için hesaplanmıştır. Analiz sonuçları EK-9' da çizelge Ek-9.1 ile çizelge Ek-9.2 arasında verilmiştir.

4.3.3.1. Giydirme cephe senaryolarının aylık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Giydirme cephe senaryolarının DesignBuilder programında Erzurum ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.17'de gösterilmektedir. En düşük aylık ısıtma enerji yükü Temmuz ve Ağustos aylarında 0 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık ısıtma enerji yükü ise Ocak ayında G1 senaryosunda 6577.55 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık soğutma enerji yükü Aralık ve Ocak aylarında G1 senaryosunda 234.76 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık soğutma enerji yükü ise Temmuz ayında G2 senaryosunda 12709 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük aylık toplam enerji yükü Nisan ayında G2 senaryosunda 4105.65 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek aylık toplam enerji yükü ise Ocak ayında G1 senaryosunda 7033.79 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.17. Erzurum ilinin giydirme cephe senaryolarının aylık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Cephe Sistemi	Senaryo No.	Aylık Isıtma Yüğü		Aylık Soğutma Yüğü		Toplam Aylık Enerji Yüğüleri	
		En Düşük [kWh] Temmuz ve Ağustos	En Yüksek [kWh] Ocak	En Düşük [kWh] Aralık ve Ocak	En Yüksek [kWh] Temmuz	En Düşük [kWh] Nisan	En Yüksek [kWh] Ocak
Giydirme Cephe	G1	0	6577.55	234.76	12662.2	4081.60	7033.79
	G2	0	6558.55	238.79	12709	4105.65	7021.59

4.3.3.2. Giydirme cephe senaryolarının yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması

Giydirme cephe senaryolarının DesignBuilder programında Erzurum ili için yapılan analiz sonuçlarına göre senaryolara ait ölçülen yıllık ısıtma soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.18'de gösterilmektedir. En düşük yıllık ısıtma enerji yükü G2 senaryosunda 33336.68 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık ısıtma enerji yükü ise G1 senaryosunda 33466.85 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık soğutma enerji yükü G1 senaryosunda 56696.1 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık soğutma enerji yükü ise G2 senaryosunda 56978.93 kWh olarak ölçülmüştür. En düşük yıllık toplam enerji

yükü ise G1 senaryosunda 90162.95 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü G2 senaryosunda 90315.61 kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.18. Erzurum ilinin giydirme cephe senaryolarının yıllık toplam enerji yükü sonuçlarının karşılaştırılması

Senaryo No.	Giydirme Cephe Senaryoları "G" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Soğutma Enerji Yükü [kWh]	Yıllık Toplam Isıtma Enerjisi [kWh]	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]
G1	Hafif Giydirme Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 1995 regs)	33466.85	56696.1	90162.95
G2	Hafif Giydirme Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs)	33336.68	56978.93	90315.61

4.4. Üç İl'e Ait Toplam Enerji Yüklerinin ve Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Oluşturulan senaryoların İstanbul, Antalya ve Erzurum illeri için enerji yükleri ve enerji maliyetleri hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan cephe senaryolarının maliyetleri hesaplanmıştır. Oluşturulan senaryolara ait yıllık toplam enerji yükleri, enerji maliyetleri ve cephe maliyetleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

4.4.1. İstanbul ili için tüm senaryoların yıllık toplam enerji yükleri ve maliyetleri

İstanbul ili tek kabuk cephe senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.19'da gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan T3 senaryosunun yükü 109110.13 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 151772.1908 TL'dir. Toplam cephe maliyeti ise 1,378,625 TL'dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan T16 senaryosunun yükü 83118.73 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 115618.1534 TL'dir. Toplam cephe maliyeti ise 851,983 TL'dir.

Çizelge 4.19. İstanbul ilinin tek kabuklu cephe senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti [TL]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	99011.81	137725.4277	586,775
T2	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	88220.72	122715.0215	621,415
T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	109110.13	151772.1908	1,378,625
T4	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	83530.7	116191.2037	769,005
T5	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	84515.63	117561.2413	737,164
T6	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	84326.42	117298.0502	764,339
T7	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	83188.19	115714.7723	803,646
T8	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	83738.9	116480.8099	771,804
T9	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	83640.81	116344.3667	798,980
T10	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	83456.89	116088.534	1,560,856
T11	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	84651.62	117750.4034	1,529,014
T12	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	84373.04	117362.8986	1,556,189
T13	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	83511.81	116164.9277	843,351
T14	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	84501.34	117541.3639	811,510
T15	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	84313.07	117279.4804	838,686
T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	83118.73	115618.1534	851,983
T17	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	83679.68	116398.4349	820,142
T18	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	83577.41	116256.1773	847,318
T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	83592.02	116276.4998	2,520,856
T20	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	84787.26	117939.0787	2,489,014
T21	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	84556.49	117618.0776	2,516,189

İstanbul ili boşluklu duvar senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.20’de gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan B11 senaryosunun yükü 84196.98 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 117117.9992 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 744,800 TL’dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan B7 senaryosunun yükü 83094.13 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 115583.9348 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 1,616,484 TL’dir.

Çizelge 4.20. İstanbul ilinin boşluklu duvar senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları “B” (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
B1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83235.33	115780.344	777,732
B2	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	84049.57	116912.9519	745,890
B3	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83897.21	116701.0191	773,067
B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83317.71	115894.9346	782,049
B5	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83941.43	116762.5291	750,207
B6	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83825.82	116601.7156	777,382
B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83094.13	115583.9348	1,616,484
B8	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83968.46	116800.1279	1,584,642
B9	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83802.93	116569.8756	1,611,818
B10	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83333.68	115917.1489	776,642
B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	84196.98	117117.9992	744,800
B12	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	84033.87	116891.1132	771,977
B13	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83394.57	116001.8469	780,958

Çizelge 4.20'in devamı gösterilmektedir.

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları "B" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
B14	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	84050.49	116914.2316	749,116
B15	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83928.59	116744.6687	776,292
B16	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83199.1	115729.9481	1,615,394
B17	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	84128.28	117022.4375	1,583,552
B18	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83951.7	116776.8147	1,610,728

İstanbul ili giydirmeye cephe senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.21'de gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan G2 senaryosunun yükü 90767.85 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 126258.0794 TL'dir. Toplam cephe maliyeti ise 803,206 TL'dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan G1 senaryosunun yükü 90516.37 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 125908.2707 TL'dir. Toplam cephe maliyeti ise 918,245 TL'dir.

Çizelge 4.21. İstanbul ilinin giydirmeye cephe senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Giydirmeye Cephe Senaryoları "G" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
G1	Lightweight Curtain wall İolated to 1995 regs / Hafif Giydirmeye Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90516.37	125908.2707	918,245
G2	Lightweight Curtain wall İolated to 2000 regs / Hafif Giydirmeye Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90767.85	126258.0794	803,206

4.4.2. Antalya ili için tüm senaryoların yıllık toplam enerji yükleri ve maliyetleri

Antalya ili tek kabuk cephe senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.22'de gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan T3 senaryosunun yükü 70450.46 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 97996.58986 TL'dir. Toplam cephe maliyeti

ise 1,378,625 TL'dır. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan T12 senaryosunun yükü 67624.09 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 94065.10919 TL'dır. Toplam cephe maliyeti ise 1,556,189 TL'dır.

Çizelge 4.22. Antalya ilinin tek kabuklu cephe senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	68903.45	95844.69895	586,775
T2	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	68601.23	95424.31093	621,415
T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	70450.46	97996.58986	1,378,625
T4	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	68312.35	95022.47885	769,005
T5	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	68168.57	94822.48087	737,164
T6	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	68192.52	94855.79532	764,339
T7	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	69148.08	96184.97928	803,646
T8	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	69015.14	96000.05974	771,804
T9	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	69046.11	96043.13901	798,980
T10	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	67850.07	94379.44737	1,560,856
T11	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	67729.12	94211.20592	1,529,014
T12	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	67624.09	94065.10919	1,556,189
T13	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	68226.59	94903.18669	843,351
T14	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	68103.55	94732.03805	811,510
T15	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	68124.33	94760.94303	838,686
T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	69007.19	95989.00129	851,983
T17	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	68907.6	95850.4716	820,142
T18	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	68924.28	95873.67348	847,318
T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	67953.09	94522.74819	2,520,856
T20	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	67849.35	94378.44585	2,489,014
T21	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	67869.13	94405.95983	2,516,189

Antalya ili boşluklu duvar senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.23’de gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan B4 senaryosunun yükü 69259.86 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 96340.46526 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 782,049 TL’dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan B17 senaryosunun yükü 68075.56 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 94693.10396 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 1,583,552 TL’dir.

Çizelge 4.23. Antalya ilinin boşluklu duvar senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları “B” (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
B1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68497.52	95280.05032	777,732
B2	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68435.56	95193.86396	745,890
B3	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68444.75	95206.64725	773,067
B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	69259.86	96340.46526	782,049
B5	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	69210.4	96271.6664	750,207
B6	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	69215.85	96279.24735	777,382
B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68158.12	94807.94492	1,616,484
B8	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68087.85	94710.19935	1,584,642
B9	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68097.97	94724.27627	1,611,818
B10	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68488.68	95267.75388	776,642
B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68425.4	95179.7314	744,800
B12	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68434.6	95192.5286	771,977
B13	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	69252.3	96329.9493	780,958
B14	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	69201.64	96259.48124	749,116
B15	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	69207.72	96267.93852	776,292
B16	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68148.19	94794.13229	1,615,394
B17	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68075.56	94693.10396	1,583,552
B18	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68087.16	94709.23956	1,610,728

Antalya ili giydirmce cephe senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.24’de gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan G2 senaryosunun yükü 95625.3 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 133014.7923 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 803,206 TL’dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan G1 senaryosunun yükü 95260.11 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 132506.813 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 918,245 TL’dir.

Çizelge 4.24. Antalya ilinin Giydirmce cephe senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Giydirmce Cephe Senaryoları “G” (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
G1	Lightweight Curtain wall Insulated to 1995 regs / Hafif Giydirmce Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	95260.11	132506.813	918,245
G2	Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs / Hafif Giydirmce Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	95625.3	133014.7923	803,206

4.4.3. Erzurum ili için tüm senaryoların yıllık toplam enerji yükleri ve maliyetleri

Erzurum ili tek kabuk cephe senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.25’de gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan T3 senaryosunun yükü 134990.13 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 187771.2708 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 1,378,625 TL’dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan T16 senaryosunun yükü 98675.39 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 137257.4675 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 851,983 TL’dir.

Çizelge 4.25. Erzurum ilinin tek kabuklu cephe senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları “T” (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	122114.58	169861.3808	586,775
T2	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	106704.49	148425.9456	621,415
T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	134990.13	187771.2708	1,378,625
T4	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	99822.22	138852.708	769,005
T5	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	101415.5	141068.9605	737,164

Çizelge 4.25'in devamı gösterilmektedir.

Senaryo No.	Tek Kabuklu Cephe Senaryoları "T" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
T6	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	101114.76	140650.6312	764,339
T7	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	98806.67	137440.078	803,646
T8	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	99714.4	138702.7304	771,804
T9	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	99554.33	138480.073	798,980
T10	çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	100095.49	139232.8266	1,560,856
T11	çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	102001.56	141884.17	1,529,014
T12	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	101563.55	141274.8981	1,556,189
T13	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	99684.36	138660.9448	843,351
T14	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	101277	140876.307	811,510
T15	çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	100976.04	140457.6716	838,686
T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	98675.39	137257.4675	851,983
T17	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	99597.54	138540.1781	820,142
T18	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	99430.61	138307.9785	847,318
T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme(10 cm) + alçı sıva (2 cm)	100016.56	139123.035	2,520,856
T20	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	101916.21	141765.4481	2,489,014
T21	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)	101553.56	141261.002	2,516,189

Erzurum ili boşluklu duvar senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.26'da gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan B17 senaryosunun yükü 100702.87 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 140077.6922 TL'dir. Toplam cephe maliyeti ise 1,583,552 TL'dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan B4 senaryosunun yükü 98824.96 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 137465.5194 TL'dir. Toplam cephe maliyeti ise 782,049 TL'dir.

Çizelge 4.26. Erzurum ilinin boşluklu duvar senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Boşluklu Duvar Senaryoları "B" (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
B1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99053.15	137782.9317	777,732
B2	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100335.15	139566.1937	745,890
B3	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100099.08	139237.8203	773,067
B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	98824.96	137465.5194	782,049
B5	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99811.97	138838.4503	750,207
B6	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99631.19	138586.9853	777,382
B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99067.22	137802.503	1,616,484
B8	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100452.37	139729.2467	1,584,642
B9	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100193.51	139369.1724	1,611,818
B10	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99208.94	137999.6355	776,642
B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100565.61	139886.7635	744,800
B12	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100314.41	139537.3443	771,977
B13	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	98946.9	137635.1379	780,958
B14	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99984.28	139078.1335	749,116
B15	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99793.69	138813.0228	776,292
B16	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99234.74	138035.5233	1,615,394
B17	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100702.87	140077.6922	1,583,552
B18	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100427.33	139694.416	1,610,728

Erzurum ili giydirmce cephe senaryolarına ait yapılan analizlerin sonucunda yıllık toplam enerji yükü, yıllık enerji maliyeti ve toplam cephe maliyetleri çizelge 4.27’de gösterilmektedir. En yüksek yıllık toplam enerji yüküne sahip olan G2 senaryosunun yükü 90315.61 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 125629.0135 TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 803,206 TL’dir. En düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan G1 senaryosunun yükü 90162.95 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 125416.6635TL’dir. Toplam cephe maliyeti ise 918,245 TL’dir.

Çizelge 4.27. Erzurum ilinin giydirmce cephe senaryolarının toplam yıllık enerji yükleri ve maliyetlerinin sonuçları

Senaryo No.	Giydirmce Cephe Senaryoları “G” (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
G1	Lightweight Curtain wall İnsulated to 1995 regs / Hafif Giydirmce Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90162.95	125416.6635	918,245
G2	Lightweight Curtain wall İnsulated to 2000 regs / Hafif Giydirmce Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90315.61	125629.0135	803,206

4.4.4. İstanbul ilinde senaryoların enerji ve maliyet durumunun karşılaştırması

İstanbul ili için yapılan tüm analizlerinin sonucunda her bir cephe türüne ait (T, B, G) en düşük ve en yüksek maliyetli senaryolar, en düşük ve en yüksek yıllık toplam ısı enerji yüküne sahip olan senaryolar ve enerji maliyetleri Çizelge 4.28’de gösterilmektedir. Çalışmada;

- Cephe senaryoları yıllık toplam enerji yüklerine göre karşılaştırıldığında T3 senaryosu en yüksek yıllık toplam ısı enerji yükü 109110.13 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 151772.1908 TL, cephe maliyeti ise 1,378,625 TL olarak hesaplanmıştır. B7 senaryosu ise en düşük yıllık toplam ısı enerji yükü 83094.13 kWh iken, yıllık toplam enerji maliyeti 115583.9348 TL, cephe maliyeti ise 1,616,484 TL olarak hesaplanmıştır.
- Cephe senaryoları maliyetlerine göre karşılaştırıldığında en yüksek cephe maliyetine sahip olan T19 senaryosu 2,520,856 TL iken, yıllık toplam enerji maliyeti 116276.4998 TL ve yıllık toplam ısı enerji yükü 83592.02 kWh olarak hesaplanmıştır. En düşük cephe maliyetine sahip olan T1 senaryosu 586,775 TL

iken, yıllık toplam enerji maliyeti 137725.4277 TL ve yıllık toplam ısısal enerji yükü 99011.81 kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.28. İstanbul ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan enerji yükü/maliyet karşılaştırmaları

	Yük/ Maliyet	Yük Seviyesi	S. No.	Senaryo katmanları (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti [TL]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk	Enerji yüküne göre	En düşük	T16	çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	83118.73	115618.1534	851,983
		En yüksek	T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	109110.13	151772.1908	1,378,625
	Cephe maliyeti ne göre	En düşük	T1	çimento (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	99011.81	137725.4277	586,775
		En yüksek	T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme(10 cm) + alçı sıva (2 cm)	83592.02	116276.4998	2,520,856
Boşluklu duvar	Enerji yüküne göre	En düşük	B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ iç sıva (2 cm)	83094.13	115583.9348	1,616,484
		En yüksek	B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ iç sıva (2 cm)	84196.98	117117.9992	744,800
	Cephe maliyeti ne göre	En düşük	B11	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	84196.98	117117.9992	744,800
		En yüksek	B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	83094.13	115583.9348	1,616,484
Giydirme cephe	Enerji yüküne ve Cephe maliyeti ne göre		G1	Lightweight Curtain wall Insulated to 1995 regs / Hafif Giydirme Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90516.37	125908.2707	918,245
			G2	Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs / Hafif Giydirme Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90767.85	126258.0794	803,206

4.4.5. Antalya ilinde senaryoların enerji ve maliyet durumunun karşılaştırması

Antalya ili için yapılan tüm analizlerinin sonucunda her bir cephe türüne ait (T, B, G) en düşük ve en yüksek maliyetli senaryolar, en düşük ve en yüksek yıllık toplam ısı enerjisi yüküne sahip olan senaryolar ve enerji maliyetleri Çizelge 4.29'da gösterilmektedir. Çalışmada;

- Cephe senaryoları yıllık toplam enerji yüklerine göre karşılaştırıldığında G2 senaryosu en yüksek yıllık toplam ısı enerjisi yükü 95625.3 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 133014.7923 TL, cephe maliyeti ise 803,206 TL olarak hesaplanmıştır. T12 senaryosu ise en düşük yıllık toplam ısı enerjisi yükü 67624.09 kWh iken, yıllık toplam enerji maliyeti 94065.10919 TL, cephe maliyeti ise 1,556,189 TL olarak hesaplanmıştır.
- Cephe senaryoları maliyetlerine göre karşılaştırıldığında en yüksek cephe maliyetine sahip olan T19 senaryosu 2,520,856 TL iken, yıllık toplam enerji maliyeti 94522.74819 TL ve yıllık toplam ısı enerjisi yükü 67953.09 kWh olarak hesaplanmıştır. En düşük cephe maliyetine sahip olan T1 senaryosu 586,775 TL iken, yıllık toplam enerji maliyeti 95844.69895 TL ve yıllık toplam ısı enerjisi yükü 68903.45 kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.29. Antalya ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan enerji yükü/maliyet karşılaştırmaları

	Yük/ Maliyet	Yük Seviyesi	S. No.	Senaryo katmanları (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti [TL]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk	Enerji yüküne göre	En düşük	T12	çimento sıva (2 cm) + Taşyünü (5cm) + betonarme (20 cm) + sıva (2 cm)	67624.09	94065.10919	1,556,189
		En yüksek	T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	70450.46	97996.58986	1,378,625
	Cephe maliyeti ne göre	En düşük	T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	68903.45	95844.69895	586,775
		En yüksek	T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme(10 cm) + alçı sıva (2 cm)	67953.09	94522.74819	2,520,856
Boşluklu duvar	Enerji yüküne göre	En düşük	B1 7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68075.56	94693.10396	1,583,552
		En yüksek	B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	69259.86	96340.46526	782,049
	Cephe maliyeti ne göre	En düşük	B1 1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	68425.4	95179.7314	744,800
		En yüksek	B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ iç sıva (2 cm)	68158.12	94807.94492	1,616,484
Giydirme cephe	Enerji yüküne ve Cephe maliyeti ne göre		G1	Lightweight Curtain wall İsulated to 1995 regs / Hafif Giydirme Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	95260.11	132506.813	918,245
			G2	Lightweight Curtain wall İsulated to 2000 regs / Hafif Giydirme Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	95625.3	133014.7923	803,206

4.4.6. Erzurum ilinde senaryoların enerji ve maliyet durumunun karşılaştırması

Erzurum ili için yapılan tüm analizlerinin sonucunda her bir cephe türüne ait (T, B, G) en düşük ve en yüksek maliyetli senaryolar, en düşük ve en yüksek yıllık toplam ısı enerjisi yüküne sahip olan senaryolar ve enerji maliyetleri Çizelge 4.30'da gösterilmektedir. Çalışmada;

- Cephe senaryoları yıllık toplam enerji yüklerine göre karşılaştırıldığında T3 senaryosu en yüksek yıllık toplam ısı enerjisi yükü 134990.13 kWh, yıllık toplam enerji maliyeti 187771.2708 TL, cephe maliyeti ise 1,378,625 TL olarak hesaplanmıştır. G1 senaryosu ise en düşük yıllık toplam ısı enerjisi yükü 90162.95 kWh iken, yıllık toplam enerji maliyeti 125416.6635 TL, cephe maliyeti ise 918,245 TL olarak hesaplanmıştır.
- Cephe senaryoları maliyetlerine göre karşılaştırıldığında en yüksek cephe maliyetine sahip olan T19 senaryosu 2,520,856 TL iken, yıllık toplam enerji maliyeti 139123.035 TL ve yıllık toplam ısı enerjisi yükü 100016.56 kWh olarak hesaplanmıştır. En düşük cephe maliyetine sahip olan T1 senaryosu 586,775 TL iken, yıllık toplam enerji maliyeti 169861.3808 TL ve yıllık toplam ısı enerjisi yükü 122114.58 kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.30. Erzurum ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan enerji yükü/maliyet karşılaştırmaları

	Yük/ Maliyet	Yük Seviyesi	S. No.	Senaryo katmanları (Katmanlar dıştan içe sıralanmaktadır)	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Yıllık toplam enerji maliyeti [TL]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk	Enerji yüküne göre	En düşük	T16	çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) +sıva (2 cm)	98675.39	137257.4675	851,983
		En yüksek	T3	çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	134990.13	187771.2708	1,378,625
	Cephe maliyetine göre	En düşük	T1	çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)	122114.58	169861.3808	586,775
		En yüksek	T19	çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme(10 cm) + alçı sıva (2 cm)	100016.56	139123.035	2,520,856
Boşluklu duvar	Enerji yüküne göre	En düşük	B4	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	98824.96	137465.5194	782,049
		En yüksek	B1 7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100702.87	140077.6922	1,583,552
	Cephe maliyetine göre	En düşük	B1 1	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	100565.61	139886.7635	744,800
		En yüksek	B7	tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)	99067.22	137802.503	1,616,484
Giydirme cephe	Enerji yüküne ve Cephe maliyetine göre		G1	Lightweight Curtain wall İolated to 1995 regs / Hafif Giydirme Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90162.95	125416.6635	918,245
			G2	Lightweight Curtain wall İolated to 2000 regs / Hafif Giydirme Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir	90315.61	125629.0135	803,206

4.5. Bölüm Sonucu

Tez çalışması kapsamında farklı cephe sistemlerinin ısı (ısıtma ve soğutma) enerji tüketimleri ve maliyetleri oluşturulan örneklem yapı üzerinde farklı iklim bölgeleri için DesignBuilder programında analiz edilmiş ve sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

4.5.1. İstanbul ili sonuçları

İstanbul ili için üç cephe sisteminde yapılan yıllık enerji analizleri sonucunda;

- Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma yükü T7 senaryosunda 46851.92 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü T3 senaryosunda 80429.17 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü T3 senaryosunda 28680.96 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü T7 senaryosunda 36336.27 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam ısıtma enerjisi yükleri incelendiğinde en düşük toplam enerji yükü T16 senaryosunda 83118.73 kWh iken cephe maliyeti 851.983 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam ısıtma enerjisi yükü T3 senaryosunda 109110.13 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 1,378,625 TL olarak hesaplanmıştır.
- Boşluklu duvar senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma enerjisi yükü B4 senaryosunda 46910.11 kWh, en yüksek yıllık ısıtma yükü B11 senaryosunda 48615.53 kWh, ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü B17 senaryosunda 35447.47 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü B4 senaryosunda 36407.6 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam ısıtma enerjisi yükleri incelendiğinde en düşük toplam enerji yükü B7 senaryosunda 83094.13 kWh iken cephe maliyeti 1,616,484 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam ısıtma enerjisi yükü B11 senaryosunda 84196.98 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 744.800 TL olarak hesaplanmıştır.
- Giydirmeli cephe senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma yükü G2 senaryosunda 24813.26 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü G1 senaryosunda 24896.93 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü G1 senaryosunda 65619.44 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü G2 senaryosunda 65954.59 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam ısıtma enerjisi yükleri

incelendiğinde en düşük toplam ısıtma enerji yükü G1 senaryosunda 90516.37 kWh iken cephe maliyeti 918,245 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam ısıtma enerji yükü G2 senaryosunda 90767.85 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 803.206 TL olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.31’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.31. İstanbul ilinin yıllık ısıtma, soğutma ve toplam yıllık yüklerin en düşük ve en yüksek senaryoların yükleri

	Yük Seviyesi	Yıllık ısıtma yükleri [kWh]	Yıllık soğutma yükleri [kWh]	Toplam yıllık enerji yükleri [kWh]
Tek kabuk cephe	En düşük	T7 46851.92	T3 28680.96	T16 83118.73
	En yüksek	T3 80429.17	T7 36336.27	T3 109110.13
Boşluklu duvar	En düşük	B4 46910.11	B17 35447.47	B7 83094.13
	En yüksek	B11 48615.53	B4 36407.6	B11 84196.98
Giydirme cephe	En düşük	G2 24813.26	G1 65619.44	G1 90516.37
	En yüksek	G1 24896.93	G2 65954.59	G2 90767.85

İstanbul ili için üç cephe sistemlerinde yapılan yıllık toplam enerji analiz yükleri karşılaştırıldığında, en düşük yıllık toplam enerji yükü B7 senaryosunda 83094.13 kWh ise cephe maliyeti 1,616,484 TL olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü T3 senaryosunda 109110.13 kWh ise cephe maliyeti 1,378,625 TL olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.32’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.32. İstanbul ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan enerji yükü/maliyet karşılaştırmaları

	Yük Seviyesi	Senaryo No.	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk cephe	En düşük	T16	83118.73	851,983
	En yüksek	T3	109110.13	1,378,625
Boşluklu duvar	En düşük	B7	83094.13	1,616,484
	En yüksek	B11	84196.98	744,800
Giydirme cephe	En düşük	G1	90516.37	918,245
	En yüksek	G2	90767.85	803,206

İstanbul ili için üç cephe sisteminin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında,

- Tek kabuklu cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde en düşük cephe maliyetine (586,775 TL) sahip olan T1 Senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 99011.81 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (2,520,856 TL) sahip olan T19 Senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 83592.02 kWh olarak ölçülmüştür.
- Boşluklu duvar cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde en düşük cephe maliyetine (744,800 TL) sahip olan B11 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 84196.98 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (1,616,484 TL) sahip olan B7 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 83094.13 kWh olarak ölçülmüştür.
- Giydirme cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde en düşük cephe maliyetine (803,206 TL) sahip olan G2 Senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 90767.85 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (918,245 TL) sahip olan G1 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 90516.37 kWh olarak ölçülmüştür.

En düşük cephe maliyeti T1 senaryosunda 586,775 TL ise yıllık toplam enerji yükü 99011.81 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyeti T19 senaryosunda 2,520,856 TL, yıllık toplam enerji yükü 83592.02 kWh olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.33'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.33. İstanbul ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan cephe maliyetine göre karşılaştırmaları

	Maliyet durumu	Senaryo No.	Yıllık Toplam Enerji Yüğü [kWh]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk cephe	En düşük	T1	99011.81	586,775
	En yüksek	T19	83592.02	2,520,856
Boşluklu duvar	En düşük	B11	84196.98	744,800
	En yüksek	B7	83094.13	1,616,484
Giydirme cephe	En yüksek	G1	90516.37	918,245
	En düşük	G2	90767.85	803,206

4.5.2. Antalya ili sonuçları

Antalya ili için üç cephe sisteminde yapılan yıllık enerji analizleri sonucunda;

- Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma yükü T10 senaryosunda 10259.46 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü T3 senaryosunda 19983.41 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü T3 senaryosunda 50467.05 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü T7 senaryosunda 58669.29 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam enerji yükleri incelendiğinde en düşük toplam ısı enerjisi yükü T12 senaryosunda 67624.09 kWh iken cephe maliyeti 1,556,189 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam ısı enerjisi yükü T3 senaryosunda 70450.46 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 1,378,625 TL olarak hesaplanmıştır.
- Boşluklu duvar senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma B7 yükü senaryosunda 9980.02 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü B14 senaryosunda 10730.51 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü B17 senaryosunda 57695.22 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü B4 senaryosunda 58828.66 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam ısı

enerji yükleri incelendiğinde en düşük toplam ısıtma enerji yükü B17 senaryosunda 68075.56 kWh iken cephe maliyeti 1,583,552 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam ısıtma enerji yükü B4 senaryosunda 69259.86 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 782,049 TL olarak hesaplanmıştır.

- Giydirmce cephe senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma yükü G2 senaryosunda 3721.6 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü G1 senaryosunda 3737.81 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü G1 senaryosunda 91522.3 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü G2 senaryosunda 91903.7 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam enerji yükleri incelendiğinde en düşük toplam ısıtma enerji yükü G1 senaryosunda 95260.11 kWh iken cephe maliyeti 918,245 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam ısıtma enerji yükü G2 senaryosunda 95625.3 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 803,206 TL olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.34'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.34. Antalya ilinin yıllık ısıtma, soğutma ve toplam yıllık yüklerin en düşük ve en yüksek senaryoların yükleri

	Yük Seviyesi	Yıllık ısıtma yükleri [kWh]	Yıllık soğutma yükleri [kWh]	Toplam yıllık enerji yükleri [kWh]
Tek kabuk cephe	En düşük	T10 10259.46	T3 50467.05	T12 67624.09
	En yüksek	T3 19983.41	T7 58669.29	T3 70450.46
Boşluklu duvar	En düşük	B7 9980.02	B17 57695.22	B17 68075.56
	En yüksek	B14 10730.51	B4 58828.66	B4 69259.86
Giydirme cephe	En düşük	G2 3721.6	G1 91522.3	G1 95260.11
	En yüksek	G1 3737.81	G2 91903.7	G2 95625.3

Antalya ili için üç cephe sistemlerinde yapılan yıllık toplam enerji analiz yükleri karşılaştırıldığında, en düşük yıllık toplam enerji yükü T12 senaryosunda 67624.09 kWh

ise cephe maliyeti 1,556,189 TL olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü G2 senaryosunda 95625.3 kWh ise cephe maliyeti 803,206 TL olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.35'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.35. Antalya ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan enerji yükü/maliyet karşılaştırmaları

	Yük Seviyesi	Senaryo No.	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk cephe	En düşük	T12	67624.09	1,556,189
	En yüksek	T3	70450.46	1,378,625
Boşluklu duvar	En düşük	B17	68075.56	1,583,552
	En yüksek	B4	69259.86	782,049
Giydirme cephe	En düşük	G1	95260.11	918,245
	En yüksek	G2	95625.3	803,206

Antalya ili için üç cephe sisteminin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında,

- Tek kabuklu cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde, en düşük cephe maliyetine (586,775 TL) sahip olan T1 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 68903.45 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (2,520,856 TL) sahip olan T19 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 67953.09 kWh olarak ölçülmüştür.
- Boşluklu duvar cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde, en düşük cephe maliyetine (744,800 TL) sahip olan B11 senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 68425.4 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (1,616,484 TL) sahip olan B7 senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 68158.12 kWh olarak ölçülmüştür.
- Giydirme cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde, en düşük cephe maliyetine (803,206 TL) sahip olan G2 senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 95625.3 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe

maliyetine (918,245 TL) sahip olan G1 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 95260.11 kWh olarak ölçülmüştür.

En düşük cephe maliyeti T1 senaryosunda 586,775 TL ise yıllık toplam enerji yükü 68903.45 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyeti T19 senaryosunda 2,520,856 TL ise yıllık toplam enerji yükü 67953.09 kWh olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.36'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.36. Antalya ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan cephe maliyetine göre karşılaştırmaları

	Maliyet durumu	Senaryo No.	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk cephe	En düşük	T1	68903.45	586,775
	En yüksek	T19	67953.09	2,520,856
Boşluklu duvar	En düşük	B11	68425.4	744,800
	En yüksek	B7	68158.12	1,616,484
Giydirme cephe	En yüksek	G1	95260.11	918,245
	En düşük	G2	95625.3	803,206

4.5.3. Erzurum ili sonuçları

Erzurum ili için üç cephe sisteminde yapılan yıllık enerji analizleri sonucunda;

- Tek kabuk cephe senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma yükü T16 senaryosunda 62897.38 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü T3 senaryosunda 105207.89 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü T3 senaryosunda 29782.24 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü T7 senaryosunda 35858.38 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam ısıtma enerjisi yükleri incelendiğinde en düşük toplam ısıtma enerjisi yükü T16 senaryosunda 98675.39 kWh iken cephe maliyeti 851,983 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam enerji yükü T3 senaryosunda 134990.13 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 1,378,625 TL olarak hesaplanmıştır.

- Boşluklu duvar senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma B4 yükü senaryosunda 62849.16 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü B17 senaryosunda 65432.3 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü B17 senaryosunda 35270.57 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü B4 senaryosunda 35975.8 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam enerji yükleri incelendiğinde en düşük toplam enerji yükü B4 senaryosunda 98824.96 kWh iken cephe maliyeti 782,049 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam ısıtma enerji yükü B17 senaryosunda 100702.87 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 1,583,552 TL olarak hesaplanmıştır.
- Giydirmeye cephe senaryolarının yıllık toplam ısıtma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık ısıtma yükü G2 senaryosunda 33336.68 kWh, en yüksek yıllık ısıtma enerjisi yükü G1 senaryosunda 33466.85 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam soğutma yükleri incelendiğinde en düşük yıllık soğutma yükü G1 senaryosunda 56696.1 kWh, en yüksek yıllık soğutma enerjisi yükü G2 senaryosunda 56978.93 kWh ölçülmüştür. Yıllık toplam enerji yükleri incelendiğinde en düşük toplam ısıtma enerji yükü G1 senaryosunda 90162.95 kWh iken cephe maliyeti 918,245 TL olarak hesaplanmıştır. En yüksek yıllık toplam enerji yükü G2 senaryosunda 90315.61 kWh ölçülmüş, cephe maliyeti ise 803,206 TL olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.37’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.37. Erzurum ilinin yıllık ısıtma, soğutma ve toplam yıllık yüklerin en düşük ve en yüksek senaryoların yükleri

	Yük Seviyesi	Yıllık ısıtma yükleri [kWh]	Yıllık soğutma yükleri [kWh]	Toplam yıllık enerji yükleri [kWh]
Tek kabuk cephe	En düşük	T16 62897.38	T3 29782.24	T16 98675.39
	En yüksek	T3 105207.89	T7 35858.38	T3 134990.13
Boşluklu duvar	En düşük	B4 62849.16	B17 35270.57	B4 98824.96
	En yüksek	B17 65432.3	B4 35975.8	B17 100702.87
Giydirme cephe	En düşük	G2 33336.68	G1 56696.1	G1 90162.95
	En yüksek	G1 33466.85	G2 56978.93	G2 90315.61

Erzurum ili için üç cephe sistemlerinde yapılan yıllık toplam enerji analiz yükleri karşılaştırıldığında, en düşük yıllık toplam enerji yükü G1senaryosunda 90162.95 kWh ise cephe maliyeti 918,245 TL olarak ölçülmüştür. En yüksek yıllık toplam enerji yükü T3 senaryosunda 134990.13 kWh ise cephe maliyeti 1,378,625 TL olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.38’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.38. Erzurum ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan enerji yükü/maliyet karşılaştırmaları

	Yük Seviyesi	Senaryo No.	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuk cephe	En düşük	T16	98675.39	851,983
	En yüksek	T3	134990.13	1,378,625
Boşluklu duvar	En düşük	B4	98824.96	782,049
	En yüksek	B17	100702.87	1,583,552
Giydirme cephe	En düşük	G1	90162.95	918,245
	En yüksek	G2	90315.61	803,206

Erzurum ili için üç cephe sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri karşılaştırıldığında,

- Tek kabuklu cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde, En düşük cephe maliyetine (586,775 TL) sahip olan T1 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 122114.58 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (2,520,856 TL) sahip olan T19 Senaryosunun yıllık toplam enerji yükü 100016.56 kWh olarak ölçülmüştür.
- Boşluklu duvar cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde, En düşük cephe maliyetine (744,800 TL) sahip olan B11 senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 100565.61 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (1,616,484 TL) sahip olan B7 senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 99067.22 kWh olarak ölçülmüştür.
- Giydirme cephe senaryolarının ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde, En düşük cephe maliyetine (803,206 TL) sahip olan G2 senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 90315.61 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyetine (918,245 TL) sahip olan G1 senaryosunun yıllık toplam ısı enerjisi yükü 90162.95 kWh olarak ölçülmüştür.

En düşük cephe maliyeti T1 senaryosunda 586,775 TL ise yıllık toplam enerji yükü 122114.58 kWh olarak ölçülmüştür. En yüksek cephe maliyeti T19 senaryosunda 2,520,856 TL ise yıllık toplam enerji yükü 100016.56 kWh olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.39'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.39. Erzurum ilinde cephe senaryoları en yüksek/en düşük olan cephe maliyetine göre karşılaştırmaları

	Maliyet durumu	Senaryo No.	Yıllık Toplam Enerji Yükü [kWh]	Toplam Cephe Maliyeti [TL]
Tek kabuklu cephe	En düşük	T1	122114.58	586,775
	En yüksek	T19	100016.56	2,520,856
Boşluklu duvar	En düşük	B11	100565.61	744,800
	En yüksek	B7	99067.22	1,616,484
Giydirme cephe	En yüksek	G1	90162.95	918,245
	En düşük	G2	90315.61	803,206

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Dış ortam ve iç ortam arasında önemli bir etkiye sahip olan bina kabuğu tasarımcılar için yapı performansı açısından büyük öneme sahiptir. Bina kabuğunun en büyük yüzeyini oluşturan cephe sistemleri ısı iletimi, hava ve nem hareketleri, su geçirimsizlik, güneş ışığı gibi bina performansının ve iç ortamda kullanıcı konfor koşullarının sağlanmasından sorumludur. Binalarda ilk karşılaşılan bileşen olan cephe sistemleri form, fonksiyon ve estetik gibi temel özellikleri bir araya getirmekle yükümlüdür. Enerji konusu dünya genelinde önemli bir sorun olmakta birlikte binaların enerji tüketiminde cephe sistemleri büyük rol oynamaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde cephe sistemleri performans açısından önemli olduğu kadar bina maliyeti üzerinde de önemli paya sahiptir. Bu nedenle cephe sistemlerinin performansı ve maliyeti binalarla ilgili çalışılması gereken önemli alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan tez çalışmasının sonucunda;

Tek kabuk cephelerde,

- Çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan T3 senaryosu, üç ilde de yıllık toplam ısıtma ve yıllık toplam enerji yükü bakımından en yüksek değere sahip senaryo olarak belirlenmiştir. Yıllık toplam soğutma yükü açısından ise en düşük enerji yüküne sahip olarak belirlenmiştir.
- Çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan T7 senaryosu, üç ilde de yıllık toplam soğutma yükü bakımından en yüksek değere sahip senaryo olarak belirlenmiştir. Aynı senaryonun İstanbul ilinde ise en düşük yıllık ısıtma yüküne sahip olduğu belirlenmiştir.
- Çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan T12 senaryosu ise analiz yapılan üç il içerisinde Antalya ili için en düşük yıllık toplam enerji yüküne sahip olan senaryo olarak belirlenmiştir.

Boşluklu duvarlarda;

- Tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan B4 senaryosu İstanbul ilinde yıllık ısıtma

yükü en düşük, yıllık soğutma yükü en yüksek yüke sahip senaryo olarak belirlenmiştir. Antalya ilinde ise yıllık toplam soğutma ve yıllık toplam yükü yüksek senaryo olarak belirlenmiştir. Erzurum ilinde aynı cephe senaryosu yıllık toplam ısıtma ve yıllık toplam enerji yükleri en düşük, yıllık toplam soğutma enerji yükü ise yüksek senaryo olarak belirlenmiştir.

- Tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan B7 senaryosu İstanbul ilinde yıllık toplam enerji yükü en düşük senaryo olarak belirlenmiştir. Aynı senaryo Antalya ili için en düşük yıllık ısıtma yüküne sahip olarak belirlenmiştir.
- Tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan B11 senaryosu İstanbul ilinde yıllık toplam ısıtma ve yıllık toplam enerji yükleri en düşük senaryo olarak belirlenmiştir. Aynı senaryo Antalya ili için yıllık toplam ısıtma yükü en yüksek senaryo olarak belirlenmiştir.
- Tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm) katmandan oluşan B17 senaryosu İstanbul ilinde yıllık toplam soğutma yükü en düşük senaryo olarak belirlenmiştir. Aynı senaryo Antalya ilinde yıllık toplam soğutma ve yıllık toplam enerji yükleri en düşük yüke sahip senaryo olarak belirlenmiştir. Erzurum ilinde ise yıllık toplam ısıtma ve yıllık toplam yükü en yüksek, yıllık soğutma yükü ise en düşük senaryo olarak belirlenmiştir.

Giydirme cephe sistemlerinde;

- Alüminyum + XPS + Alüminyum giydirme cam sisteminden oluşan G1 senaryosu üç ilde de yıllık toplam ısıtma enerji yükü yüksek, yıllık toplam soğutma ve yıllık toplam enerji yükü bakımından en düşük senaryo olarak belirlenmiştir.
- Alüminyum + XPS + Alçı Levha giydirme cam sisteminden oluşan G2 senaryosu üç ilde de yıllık toplam ısıtma enerji yükü en düşük, yıllık toplam soğutma ve yıllık toplam enerji yükü bakımından en yüksek senaryo olarak belirlenmiştir.

Cephe senaryolarında kullanılan katmanların, saydam/opak oranının cephe sisteminin performansı üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Farklı iklim bölgesinde aynı cephe senaryosunun uygulandığı durumlarda, iklim koşullarına bağlı olarak yapıda

tüketilen ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü miktarları değişiklik gösterebilmektedir. Bu nedenle iklim koşullarına uygun cephe sistemi ve katmanlaşmanın tercih edilmesi ile binaların ısı enerji performansının iyileştirilmesi mümkündür.

Maliyet ve enerji yükü bakımından üç ildeki durum incelendiğinde,

- Çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan en düşük cephe maliyetine sahip T1 senaryosunun ilk yatırım maliyeti 586,775 TL iken, örneklem yapıda harcanan toplam enerji yükü İstanbul'da 99011.81 kW/h, Antalya'da 68903.45 kW/h, Erzurum'da ise 122114.58 kW/h olarak ölçülmüştür.
- Çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm) katmanlarından oluşan en yüksek cephe maliyetine sahip T19 senaryosunun ilk yatırım maliyeti 2,520,856 TL iken, örneklem yapıda harcanan toplam enerji yükü İstanbul'da 83592.02 kW/h, Antalya'da 67953.09 kW/h, Erzurum'da ise 100016.56 kW/h ölçülmüştür.

En düşük ve en yüksek maliyete sahip olan cephe senaryoları üç il içerisinde Antalya ili için en düşük enerji yükü sonuçlarını sağlarken, Erzurum için en yüksek enerji yükü sonuçlarına sahip olduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan yapı malzemelerinin ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi incelendiğinde;

- Betonarme gövdenin tercih edildiği cephe senaryolarında ısıtma enerji yükü artarken, tuğla tercih edilen senaryolarda ise ısıtma enerji yükünde azalma meydana geldiği görülmüştür.
- Tuğla ve gazbeton gövdenin üzerine XPS uygulaması yapıldığında ısı enerji performansının iyileştiği görülmüştür.

Sonuç olarak çalışmada ofis yapılarında uygulanan cephe sistemlerinin binanın ısı enerji performansı üzerinde etkili olduğu kadar binaların bulunduğu iklim bölgelerinin de binanın enerji tüketimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. İklim bölgesi ve yapıya uygun cephe sistemi ve katmanlaşmasının tercih edilmesi sürecinde enerji performansı kadar cephe maliyeti de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle binalardaki enerji tüketim miktarları, enerji tüketim maliyetleri ve cephe sistemlerinin ilk maliyetleri birlikte değerlendirilmeli ve bu durum göz önünde bulundurularak bina için en uygun saydam/opak oranının, cephe türünün, katmanlaşmanın, malzeme kalınlıklarının ve hava boşluğunun tercih edilmesi gereklidir.

5.2. Öneriler

Yapılan çalışmada örneklem ofis yapısına uygulanan farklı cephe senaryolarının maliyetleri ve binanın ısıtma enerjisi performansına etkisi üç farklı iklim bölgesi için DesignBuilder programı aracılığıyla ortaya konulmuştur. İlerleyen çalışmalarda cephe senaryolarının artırılması ve farklı iklim bölgesi için çalışma yapılabileceği düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda yapı için en uygun cephenin seçiminde ısıtma enerjisi performansı ve cephe maliyeti üzerinden optimizasyon çalışması yapılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Ademci, K.T., 2000, Alüminyum giydirmeye cephelerde su ve nem problemleri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s.2-5.
- Akın, C. T. ve Kaplan, S., 2019, Enerji kimlik belgelerinin enerji etkin mimari tasarım kriterleri açısından değerlendirilmesi, *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 10 (1), 373-384, s.337.
- Akinci, H. T., 2019. Nem kontrolünün yapı fiziğindeki ve yaşam alanlarındaki etkilerinin enerji verimliliği açısından incelenmesi, *14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 137-138.
- Alemdağ, E. L., 2014, Enerji etkin tek tabakalı cephelerde güneş kontrolü, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 144, 9.
- Altındaş, S. ve Demirel, F., 2011, Dış cephelerde yangından korunma önlemleri, *Tüyak 2011 Yangın Ve Güvenlik Sempozyumu Ve Sergisi*, 354, 281-287, 281-283-284.
- Anaç, M., 2019, Cephe gölgeleme elemanlarının ısıtma ve soğutma yükleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Konya *Teknik Üniversitesi* Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- Ateş, Ö., 2018, Aydınlatma enerjisi tasarrufu amacıyla bina kabuğu saydamlık oranlarının yazılım aracılığıyla belirlenmesi ve değerlendirilmesi–Eskişehir Örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi*, İstanbul, 33-34-35.
- Ayçam, İ., 2011, Enerji etkin ofis binalarında gelişmiş cephe sistemlerinin incelenmesi, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bina Fiziği Sempozyumu*, İzmir, 1593-1609, 1593-1598-1599.
- Aydın, M.A., 2019, Enerji harcamalarının azaltılmasını hedefleyen yerleşme dokusu tasarım parametrelerinin bım aracılığı ile optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 8-9-10.
- Aydın, N. ve Bıykoğlu, A., 2019, Türkiye’de konut tipi binaların ısıtma yükü altında ömür maliyet analizi yöntemi ile optimum yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi, *Politeknik Dergisi*, 22 (4), 901-911, s.901.
- Aydın, U., 2019, Yapı bilgi modelleme ve enerji performans yazılımları bütünleşmesinin erken mimari tasarıma etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 8-9-11.
- Bae, M.J., Oh, J.H. ve Kim, S.S., 2015, The effects of the frame ratio and glass on the thermal performance of a curtain wall system, *Energy Procedia*, 78: 2488 – 2493, s.2488.

- Bakkal, S., 2019, Eğitim binalarında çift kabuk cephe sistemleri kullanımlarına bağlı enerji etkin iyileştirme önerileri, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Berkin, G., 2021, Mimarlıkta malzeme ve detay, *YEM Yayın*, İstanbul, 54-62.
- Beytekin, H.E., 2016, Yapı kabuğunun enerji etkinliği açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Bostancıoğlu, E., 2020, Konutlarda duvar ve çatı yalıtımlarının bina kabuğu, ısıtma enerjisi ve yaşam dönemi maliyetleri üzerindeki etkisi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 135-147.
- Boswell, C. K., 2013, Exterior Building Enclosures Design Process and Composition for Innovative Facades, *John Wiley & Sons, New Jersey*. 3, 397-398.
- Bouchlaghem, N., 2000, Optimising the design of building envelopes for thermal performance, *Automation in Construction*, 10, 101–112, s.102-103.
- Bozkurt, A. ,2013, Yirmibirinci yüzyıl halk kütüphanelerinde aydınlatma tasarımı ve teknolojik gelişmelerin iç mekâna yansımaları açısından değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-151, s.56.
- Brock, L., 2005, Designing the exterior Wall: An architectural guide to the vertical envelope, *John Wiley & Sons*, chapter one, 3-5-10.
- Chan, A.L.S., Chow, T.T., Fong, Z. ve Lin, K.F., 2009, Investigation on energy performance of double skin façade in Hong Kong, *Energy and Buildings*, 41(11), 1135–1142, s.1135.
- Chasan, S., 2013, Dış cephe bitirme sistemlerinde ısı yalıtımının sıcaklık ve nem performansına etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne, 1-28-32.
- Christian, J.F. ve Kosny, J., 2006, Thermal Performance and Wall Ratings, *Oak Ridge National Laboratory*, 1-13. <https://web.ornl.gov/sci/buildings/docs/Thermal-Performance-and-Wall-Ratings.pdf>. [Ziyaret tarihi: 15 Ocak 2023].
- CMHD, 2004, Glass and metal curtain walls, Best practice guide building technology, *Canada*, 1-257, 22-41-45.
- Cuce, E., Riffati, S. B. ve Young, C., 2015, Thermal insulation, power generation, lighting and energy saving performance of heat insulation solar glass as a curtain wall application in Taiwan: A comparative experimental study, *Energy Conversion and Management*, 96, 31–38.

- Çakır, S.R., 2020, Konutlarda tasarım parametrelerinin yıllık enerji maliyeti ve ilk yatırım maliyeti açısından değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s.12.
- Çakmanus, İ., 2004, Enerji verimli bina tasarım yaklaşımı, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 84, 20-27, 21.
- Çetin, H.G ve Dikmen, N., 2022, Bir ofis binasının enerji yüklerinin çift kabuklu cephe sistemi ve güneş kırıcılar ile azaltılması, *Online Journal of Art and Design*, 10 (4), 130-139.
- Çıldır, A.S. ve Tokuç, A., 2019, İzmir'de bir ofis binasının konfor standartlarına ulaşmasında yapı kabuğunun etkisinin değerlendirilmesi, *14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 126-136.
- Dikmen, Ç. B., 2011, Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi, *Journal of Polytechnic*, 14 (2), 121-134.
- Ding, W., Hasemi, y. and Yamada, T., 2005, Natural ventilation performance of a double-skin façade with a solar chimney, *Energy and Buildings*, 37 (4), 411-418.
- Duran, Ö., 2010, Evaluation of the design parameters in the settlement scale related to regional climatic data, Yüksek Lisans Tez, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s.31.
- Edis, E. ve Kuş, H., 2014. Bina kabuğunun nemsal-ısıll performansının bilgisayar benzetimi ile belirlenmesi, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 29 (2), 311-320, 311-316.
- Efe, A. 2009, Pasif güneş evlerinde bina kabuğu sistemi tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 34-281.
- Ekinci, S., 2016. Alüminyum ve pvc doğrama pencerelerin duvar, lento, denizlik birleşim detayları ve sorunları, *8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 2– 3 Haziran 2016 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi*, İstanbul, 175-184, 176.
- Emmitt, S. ve Gorse, C.A, 2005. Barry's Introduction to Construction of Buildings. Blackwell Publishing, *handbook*, 2nd edition, s.213.
- Ertan Tatlı, G., 2006, Çift kabuk cephelerin ekonomik etkinliğini yaşam dönemi maliyeti analiziyle irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi FEN Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.43.
- Favoinoa, F., Jinb, Q. ve Overenda, M., 2014, Towards an ideal adaptive glazed façade for office buildings. *Energy Procedia*, 62, 289 – 298.
- Ferit Çetintaş, K ve Yılmaz, Z., 2015, Konut binalarının yaşam dönemindeki enerji tüketimi ve yaşam dönemi maliyetinin hesaplanması, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 1411-1425, 1412.

- Gazioğlu, A., 2012, enerji etkin bina tasarımında ısıtma enerjisi harcamalarını azaltmaya yönelik bir iyileştirme çalışması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6-7.
- Ghaffarianhoseini A., Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., Tookey, J., HinWaLi, D. and Kariminia, S., 2016, Exploring the advantages and challenges of double-skin façades (DSFs), *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1052–1065, 1063.
- Gibberd, J., 2009, Green building handbook for south africa chapter: Building envelope and water conservation, *CSIR Built Environment*, 3.
- Giuseppe. E., 2013, *Nearly zero energy buildings and proliferation of microorganisms-a current issue for highly insulated and airtight building envelopes*, Heidelberg: Springer, Chapter one, 2.
- Göksal Özbalta, T. ve Yıldız, Y., 2019, Sıcak-nemli iklimde çift kabuk cephe enerji performansının incelenmesi (1), *Metu Jfa*, 36(1), 137-156.
- Gratia, E. and Herde, A., 2007, The most efficient position of shading devices in a double-skin facade, *Energy and Buildings*, 39: 364–373, 12.
- Gülten, A. ve Aksoy, U.T., 2007, Farklı yakıt türlerine göre dış duvar sistem alternatiflerinin enerji maliyetinin incelenmesi, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 2 (1), 39-48, s.49.
- Gür V. N., 2014, Nefes alan yapı kabukları, 7. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, Yıldız Teknik Üniversitesi, sürdürülebilir çatı ve cephe sistemleri, İstanbul, 2.
- Harputlugil, G.U., 2016, Enerji verimli bina tasarım stratejileri, *Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi*, bölüm bir, 1-40, 6. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/mesleki hizmetler/ustmenu/ustmenu845.pdf>. [Ziyaret tarihi: 3 Ekim 2023].
- Herzog, T., Krippner, R. and Lang, W., 2016, Facade construction manual, second edition, *Germany*, 18-23-24-59.
- Ihara, T., Gustavsen, A. and Jelle, B.P., 2015, Effect of facade components on energy efficiency in office buildings, *Applied Energy*, 158, 422–432.
- Işın, A., 2016, Konut ve yerleşmelerin ön tasarımında enerji etkinliğine ilişkin bir model önerisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 30-31.
- İmik, E., 2017, Enerji etkin binaların tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 49.
- İnce, A., 2016, Dış cephelerde yangın güvenliği. https://www.abdurrahmanince.net/Dis_Cepheler.pdf. [Ziyaret tarihi: 10 Haziran 2023].

- Jannat, N., Hussien, A., Abdullah, B. ve Cotgrave, A., 2020, A Comparative Simulation Study of the Thermal Performances of the Building Envelope Wall Materials in the Tropics, *Sustainability*, 12 (4892), 1-26, 21.
- Jin, H., Liu, Z., Jin, Y., Kang, J., Liu, J., 2017, The Effects of residential area building layout on outdoor wind environment at the pedestrian level in severe cold regions of china, *Sustainability*, 9 (2310), 1-18, 2.
- Kanan, 2014, Enerji verimli yapı kabuğunun yangın anındaki davranışı: Cephe yangınları, 7. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3 - 4 Nisan 2014 Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş-İstanbul*, 1-314, 193.
- Kaushik, A., Arif, M., Tumula, P. and Ebohon, O. J., 2020, Effect of thermal comfort on occupant productivity in office buildings: Response surface analysis, *Building and Environment*, 180 (107021), 1-9, 1.
- Keskin, T., 2012, Yapı kabuğunda enerji etkin iyileştirmeye yönelik güneş ısı kazanç faktörü ve hava sızdırmazlık parametrelerinin incelenmesi-Edirne örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne, s.8-11.
- Khan, N.A. ve Bhattacharjee, B., 2021, Thermal and noise insulation performance interaction of building envelope during building simulation optimization in tropical climates, *Building and Environment*, 200, 107948.
- Kılıç, A., 2022, Cephe kaplamaları ve cephe yangın güvenliği, *Yangın ve Güvenlik*, 152,1. https://www.yangin.org/dosyalar/cephe_yanginlari_ve_yonetmelik.pdf. [Ziyaret Tarihi: 12 Haziran 2023].
- Kınay, U., Böke, Y.E. ve Keskin, G., 2017, Bina kabuğundaki opak ve saydam bileşenlerin enerji tüketimine etkisinin analizi, 13. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, Türkiye, 585-598, 587.
- Klein, T., 2013, Integral façade construction: Towards a new product architecture for curtain walls, *Architecture and the built environment*, island, 1-298, 37.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M. and Auer, T., 2007, Façades principles of construction, 1. Basım, *Birkhäuser, Germany*, 1-137, 14-36-37-93.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M. ve Auer, T., 2014, Façades principles of construction kitabı, 2. Basım, *Germany*, 1-133, 12-13-27-38-39-47-48-100.
- Kobalas, D.G., 2015, Mevcut bir konutun enerji etkin geliştirilmesine yönelik bir çalışma: Toki Afyon Tarımköy örneği, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1.
- Koç, E., 2021, Biyonik mimarlığın bina kabuk sistemlerinde kullanımı, *Kto Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya, 8.
- Koç, H.B., 2021, Farklı iklim bölgelerinde yapı kabuğunun enerji etkin iyileştirilmesine yönelik bir yaklaşım: tip eğitim yapısı örneği, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

- Koçlar Oral, G. ve Yılmaz, Z., 2002, The limit U values for building envelope related to building form in temperate and cold climatic zones, *Istanbul Technical University, Building and Environment*, 37(11), 1173 – 1180.
- Koçlar Oral, G. Yener, A.K. ve Bayazit, N. T., 2004, Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions, *Building and Environment*, 39(3), 281 – 287.
- Koçlar Oral, G., 2010, Güneş enerjisi ve yapı, *TMMOB Mimarlar Odası Diyarbakır Şubesi*, Diyarbakır, 72.
- Köksal, T., 2018, Enerji etkinliği açısından bir ilköğretim binasının aktif ve pasif sistem olarak performansının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Közoğlu, H.G., 2019, Geleneksel sille evleri'nde enerji etkin mimari çözümlerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya, 10-11-12.
- Kumar, R., Farhan, H.A., Nayak, S., Paswan, M., and Achintya vd., 2021, Building design on wind driven natural ventilation with different simulation air model, *Materials today: Proceedings*, 46(15), 6770–6774.
- Lakot, E., 2007, Ekolojik ve sürdürülebilir mimarlık bağlamında enerji etkin çift kabuklu bina cephe tasarımlarının günümüz mimarisindeki yeri ve performansı üzerine analiz çalışması, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, V.
- Maçka, S., 2008, Türkiye iklim bölgelerine göre enerji etkin pencere türlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 131.
- Manioğlu, G., 2002, Isıtma enerjisi ekonomisi ve yaşam dönemi maliyeti açısından uygun bina kabuğu ve işletme biçimi seçeneğinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 5-14.
- Manioğlu, G., ve Koçlar Oral, G., 2010, Ekolojik yaklaşımda iklimle dengeli cephe tasarımı, *5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe yerleşkesi Buca – İzmir*, 257-266, 259-260.
- Natephra, W., Yabuki, N. ve Fukuda, T., 2018, Optimizing the evaluation of building envelope design for thermal performance using a BIM-based overall thermal transfer value calculation, *Building and Environment*, 136, 128-145, 128.
- Nayak, J.K. and Prajapati, J.A., 2006, Handbook on energy conscious buildings, *Indian Institute of Technology, Bombay and Solar Energy Centre, Ministry of Non-conventional Energy Sources*, 1-397, 9.

- Öner, D., 2019, Uyum gösteren gölgeleme bileşenlerinin parametrik tasarım araçlarıyla performans değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 32.
- Örkmez, A. S., 2012, Çift kabuk cephe sistemlerinde ısı konforunun değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 66.
- Özdemir, A., Pınarlık, M. ve Ercan, E., 2017, Sürdürülebilir binalar için dünyada uygulanan devlet teşvikleri ve uygulamaların incelenmesi, *Türk Bilim Araştırma Vakfı TÜBAV Bilim*, 10 (1), 52-60, 52-53.
- Özgünler, M., Özgünler, S. A. ve Arpacıoğlu, Ü., 2016, Sürdürülebilir Binaların Çatı ve Cephelerinde Oluşan Yangın Risklerinin Analizi, 8. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 2-3 Haziran 2016 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fındıklı-İstanbul*, 21-30, 26.
- Özmeral, F., 2006, Dış cephe tasarımında plastik esaslı kompozit malzeme kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, Sakarya, 1-107, 27-28.
- Papadopoulos, A.M., 2005, State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments, *Energy and Buildings*, 37(1), 77-86.
- Planas, C., Cuerva, E. and Alavedra, P., 2018, Effects of the type of facade on the energy performance of office buildings representative of the city of Barcelona, *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 3325-3334.
- Prieto, A., Knaack, U., Klein, T. and Auer, T., 2017, 25 Years of cooling research in office buildings: Review for the integration of cooling strategies into the building façade (1990-2014), *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 89-102.
- Pukhkala, V., Tanic, M., Vatin, N. and Murgul, V., 2015, Studying humidity conditions in the design of building envelopes of "passive house" (in the case of serbia), *Procedia Engineering*, 117, 859-864.
- Reisoğlu, Y.E., 2021, Yapı kabuğunda enerji etkinliğinde pasif yöntemlerin benzetim yoluyla incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
- Serbest, S., 2014, Yerleşme birimlerinin enerji korunumu açısından değerlendirilmesi: halkalı örneği, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 99.
- Sharma, S.K., 2013, Zero energy building envelope components: A review, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 3(2), 662-675.
- Shi, X., Tian, Z., Chen, W., Si, B. and Jin, X., 2016, A review on building energy efficient design optimization from the perspective of architects, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 872-884, s.882.

- Slavković, B.P., 2017, Application of the double skin façade in rehabilitation of the industrial buildings in Serbia, *Thermal Science*, 21 (6B), 2945-2955.
- Soysal, S., 2008, Konut binalarında tasarım parametreleri ile enerji tüketimi ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 35-36-42-44.
- Straube, J. F., 2002, Moisture in Buildings, *ASHRAE Journal*, 15-19.
- Sular, N., 2016, Bina kabuğunun dış duvar bileşeninde olası hava sızıntısının alan çalışması ile belirlenmesi ve değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 7-8-9.
- Susorova, I., Tabibzadeh, M., Rahman, A., Clack, H. L. and Mahjoub Elnimeiri ,2013, The effect of geometry factors on fenestration energy performance and energy savings in office buildings, *Energy and Buildings*, 57 (0), 6–13.
- Taşdemir, İ.A., 2020. Farklı iklim bölgelerinde yapı kabuğunda ısı kütlenin bina enerji etkinliğine ve ısı konforuna olan etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 5.
- Timurağaoğlu, M.O., Doğançün, A. ve Almahdi, F., 2018, Yapılar için rüzgâr yüklerinin ve rüzgâr kaynaklı hasarların değerlendirilmesi, *Published in 2ND International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management (ISHAD2018 Sakarya Turkey)*, 16059: 344-353, 344.
- Topcu, C. ve Türtük Yünel, D., 2012, Yenilenebilir enerji araştırma raporu, *Çukurova Kalkınma Ajansı*, 1-41, 24.
- Topçu, A., 2019, Betonarme II, yapılara etkiyen karakteristik yükler ve yük analizi, ders notları, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi*, 141-160, 154.
- Tortu, Ş.Ş., 2006, Alüminyum giydirmeye cephelerde ısı performans durabilite ilişkisinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 8.
- Toydemir, N. Gürdal, E. ve Tanaçan, L., 2011, Yapı elemanı tasarımında malzeme, *Literatür yayınları*, İstanbul, 151.
- TS 825, 2009, Binalarda ısı yalıtım kuralları, Thermal insulation requirements for buildings, *Türk Standardları Enstitüsü*, ICS 91.120.10, s.10.
- Türkmen, M., 2016, Bina kabuğunda ısı yalıtımı uygulamalarının yapısal performansı ve etkinliğinin İstanbul'da bir alan çalışması ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 6-28.
- Uslusoy Şenyurt, S. ve Altın, M. ,2014 , Enerji etkin tasarımın çatı ve cephelere yansımaları, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s.2.

- Uzun, 2008, Bims blok ile örülen dış duvarların yapısal performansının değerlendirilmesi üzerine bir alan araştırması, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 7-8.
- Yaman, B., 2022, Performans tabanlı parametrik ve adaptif bina kabuğu, tasarım önerisi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, Xv.
- Yaman, M. ve Demirel, F., 2020, Cephelerde yangın güvenlik önlemleri ve mevzuatların karşılaştırmalı analizi, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 2(1), 88-108.
- Yaman, Ö., Şengül, O., Selçuk, H., Çalıkluş, O., Kara, İ., Erdem, Ş. ve Özgür, D., 2015, Binalarda ısı yalıtımı ve ısı yalıtım malzemeleri, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 487, 62-75, 62-63.
- Yardımcı, S. ve Güneli, Z., 2019, İstanbul’da Mevcut Bir Ofis Yapısının Enerji Etkin Tasarım Bağlamında Yenilenmesine Yönelik Bir Yaklaşım, *Kent Akademisi Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi*, 12(3), 600-617.
- Yarkın, S.A., 2017, Mevcut binalarda yenileme çalışmalarının enerji verimliliği yaklaşımları çerçevesinde etkinliği ve uygulanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, 31-32-45-49-51-52-54-58-59.
- Yazıcıoğlu, F., 2006, İstanbul’da konut binalarının dış duvarları’ndaki sistem ve malzeme seçimleri ile yapıım teknikleri, 3. *Ulusal Çatı Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi*, İstanbul, 1-7, 1-2.
- Yıldırım, E., 2018, Dış duvarların operasyonel ve gömülü enerji bağlamında çevresel sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi, İstanbul’dan otel binası örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yıldırım, M., 2022, Yapı bilgi modelleme sistemi ile sürdürülebilir ve enerji tasarruflu konut tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *Firat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, 109.
- Yılmaz, Y. ve Koçlar Oral, G., 2019, Bir ortaokul binasının maliyet ve enerji etkin yenilenmesi için bir yaklaşım (An approach for cost and energy efficient retrofitting of a lower secondary school building), *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34(1), 393-407.
- Yılmaz, Y., 2009, Farklı iklim bölgelerinde bir ilköğretim tip projesinin enerji etkin geliştirilmesine yönelik uygulama örneği, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, xvii.
- Yılmaz, Z., 2006, Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Ankara, Sayı: 91, 9.
- Yiğit, Ç. K., 2021, Analyzing the sustainability of primary schools’ external walls within the scope of life cycle assessment in Turkey and developing new details for

improving, Yüksek lisans tezi, *Istanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 30.

Yöndem, İ.A., 2019, Ankara'daki müze örneklerinde aydınlatma yöntemleri ve önleyici koruma yöntemi olarak ışığın denetimi, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü*, Ankara, 40.

Yüksel, Ç.Y., 2018, Dış gölge elemanın pencere boyutlarıyla bağlantılı gölgeleme veriminin araştırılması, 9. *Ulusal Çatı & Cephe Konferansı*, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 4.

Zamella, G. and Faraguna, A., 2014, Evolutionary optimization of façade design: A new approach for the design of building envelopes, *Springer-Verlag*, London, 1. https://books.google.iq/books?id=1ku6BAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. [Ziyaret tarihi: 20 Mayıs 2022].

Zhou, J., Nazi, W.I.W.M., Wang, Y. and Roskilly, A., 2019, Investigating the impact of buildings façade on the buildings energy performance-a case study, *Energy Procedia*, 158, 3144-3155.

İNTERNET KAYNAKLARI

URL-1 Designing Buildings, 2022. Building Component. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building_component [Ziyaret Tarihi: 28 Kasım 2022].

URL-2 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100604-5.htm>. [Ziyaret tarihi: 18 Şubat 2023].

URL-3 <https://dailycivil.com/cavity-wall-purpose-advantages-and-construction-process/> [Ziyaret tarihi: 23 Şubat 2023].

URL-4 <https://www.ekoyapidergisi.org/enerji-etkin-bina-tasarim-stratejisi> 17 [Ziyaret tarihi: 06 Aralık 2022].

URL-5 <https://www.solarrelax.com/gunes-enerjisi-nedir> [Ziyaret Tarihi: 13 Şubat 2024].

URL-6 <https://mak.baskent.edu.tr/kw/upload/506/dosyalar/MAK400-iciN-oRNEK-MALİYET-ANALiZi.pdf> [Ziyaret tarihi: 15 Aralık 2023].

URL-7 Erişim Adresi: <https://yfk.csb.gov.tr/birim-fiyatlar-i-100468> [Ziyaret tarihi: 20 Kasım 2023].

URL-8 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Elektrik-ve-Dogal-Gaz-Fiyatlari-I-Donem>. [Ziyaret Ocak-Haziran-2022-45567#:~:text=Konutlarda%2C%201%20kWh%20elektrik%20i%C3%A7in,ortalama%20139%2C1%20kuru%C5%9F%20oldu [Ziyaret tarihi: 15 Aralık 2023].

- URL-9 T.C. Çevre ve orman bakanlığı devlet meteoroloji işleri genel müdürlüğü,
Türkiye iklim sınıflandırması.
<https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/sss/iklmsiniflandirmalariturkiye.pdf>
[Ziyaret tarihi: 05 Aralık 2023].
- URL-10 https://istanbul.afad.gov.tr/kurumlar/istanbul.afad/PDF-Dosyalar/irap_istanbul.pdf [Ziyaret tarihi: 29 Kasım 2023].
- URL-11 <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=%C4%B0STANBUL/FLORYA> Erişim tarihi: 17 Aralık 2023].
- URL-12 https://antalya.afad.gov.tr/kurumlar/antalya.afad/Tasarim/IRAP/Antalya-IRAP_2022.pdf [Ziyaret tarihi: 29 Kasım 2023].
- URL-13 <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA> [Ziyaret tarihi: 17 Aralık 2023].
- URL-14 https://erzurum.afad.gov.tr/kurumlar/erzurum.afad/IRAP/Erzurum_IRAP.pdf
Erişim tarihi: 30 Kasım 2023].
- URL-15 <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ERZURUM> [Ziyaret tarihi: 17 Aralık 2023].
- URL-16 <https://designbuilder.co.uk/about-us> [Ziyaret tarihi: 20 Kasım 2023].

EKLER**EK-1 İstanbul ili için tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları****Çizelge EK-1.1.** İstanbul ili T1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T1 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	15681.85	0	15681.85
Şubat	15241.21	21.74	15262.95
Mart	11077.35	83.31	11160.66
Nisan	3179.45	827.02	4006.47
Mayıs	769.56	2971.38	3740.94
Haziran	62.82	6546.01	6608.83
Temmuz	0	7625.18	7625.18
Ağustos	0	7232.61	7232.61
Eylül	122.57	4385.47	4508.04
Ekim	1222.3	808.92	2031.22
Kasım	7506.16	156.19	7662.35
Aralık	13490.71	0	13490.71
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	68353.98	30657.83	99011.81

Çizelge EK-1.2. İstanbul ili T2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T2 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	12709.41	5.18	12714.59
Şubat	12245.51	43.33	12288.84
Mart	8627.89	172.91	8800.8
Nisan	2325.6	1131.19	3456.79
Mayıs	543.12	3536.37	4079.49
Haziran	39.31	7096.64	7135.95
Temmuz	0	8090.41	8090.41
Ağustos	0	7691.47	7691.47
Eylül	89.25	4931.15	5020.4
Ekim	899.4	1093.34	1992.74
Kasım	5883.11	229.54	6112.65
Aralık	10836.47	0.11	10836.58
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	54199.07	34021.65	88220.72

Çizelge EK-1.3. İstanbul ili T3 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T3 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18167.17	0	18167.17
Şubat	17837.49	10.7	17848.19
Mart	13209.86	44.78	13254.64
Nisan	3939.9	649.34	4589.24
Mayıs	983.31	2628.48	3611.79
Haziran	79.69	6214.39	6294.08
Temmuz	0	7350.45	7350.45
Ağustos	0	6971.56	6971.56
Eylül	147.74	4061.54	4209.28
Ekim	1494.49	633.69	2128.18
Kasım	8844.7	116.03	8960.73
Aralık	15724.82	0	15724.82
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	80429.17	28680.96	109110.13

Çizelge EK-1.4. İstanbul ili T4 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T4 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11425.9	5.24	11431.14
Şubat	10995.41	46.87	11042.28
Mart	7579.35	202.74	7782.09
Nisan	1876.35	1206.78	3083.13
Mayıs	390.39	3777.15	4167.54
Haziran	23.21	7356.14	7379.35
Temmuz	0	8381.95	8381.95
Ağustos	0	8002.73	8002.73
Eylül	52.61	5227.99	5280.60
Ekim	677.35	1212.1	1889.45
Kasım	5134.73	252.51	5387.24
Aralık	9703.15	0.07	9703.22
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47858.46	35672.24	83530.7

Çizelge EK-1.5. İstanbul ili T5 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T5 / çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11733.78	3.98	11737.76
Şubat	11299.65	43.61	11343.26
Mart	7828.83	188.1	8016.93
Nisan	1960.25	1168.64	3128.89
Mayıs	414.14	3699.74	4113.88
Haziran	25.61	7280.01	7305.62
Temmuz	0	8321.28	8321.28
Ağustos	0	7941.48	7941.48
Eylül	56.45	5153.7	5210.15
Ekim	709.56	1172.49	1882.05
Kasım	5301.23	238.91	5540.14
Aralık	9974.21	0	9974.21
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49303.71	35211.92	84515.63

Çizelge EK-1.6. İstanbul ili T6 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T6/ çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11675.3	4.2	11679.50
Şubat	11242.33	44.18	11286.51
Mart	7781.89	190.71	7972.60
Nisan	1943.68	1175.53	3119.21
Mayıs	409.27	3713.82	4123.09
Haziran	25.25	7294.09	7319.34
Temmuz	0	8332.6	8332.60
Ağustos	0	7952.93	7952.93
Eylül	55.71	5167.53	5223.24
Ekim	703.39	1179.7	1883.09
Kasım	5269.78	241.36	5511.14
Aralık	9923.15	0.01	9923.16
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49029.77	35296.65	84326.42

Çizelge EK-1.7. İstanbul ili T7 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T7 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11150.94	12.28	11163.22
Şubat	10723.45	59.01	10782.46
Mart	7385.58	246.37	7631.95
Nisan	1878.96	1324.53	3203.49
Mayıs	417.83	3916.12	4333.95
Haziran	26.58	7460.36	7486.94
Temmuz	0	8409.23	8409.23
Ağustos	0	8020.04	8020.04
Eylül	65.33	5307.26	5372.59
Ekim	710.14	1289.58	1999.72
Kasım	5029.74	290.24	5319.98
Aralık	9463.38	1.24	9464.62
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	46851.92	36336.27	83188.19

Çizelge EK-1.8. İstanbul ili T8 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T8/ çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11336.1	11.17	11347.27
Şubat	10902.75	56.68	10959.43
Mart	7531.23	235.75	7766.98
Nisan	1928.34	1297.42	3225.76
Mayıs	431.94	3865.49	4297.43
Haziran	27.81	7411.08	7438.89
Temmuz	0	8368.82	8368.82
Ağustos	0	7978.72	7978.72
Eylül	67.87	5258.6	5326.47
Ekim	730.25	1261.86	1992.11
Kasım	5129.39	281.5	5410.89
Aralık	9625.16	0.99	9626.15
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47710.84	36028.06	83738.9

Çizelge EK-1.9. İstanbul ili T9 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T9 / çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11301.96	11.37	11313.33
Şubat	10870.03	57.11	10927.14
Mart	7504.23	237.66	7741.89
Nisan	1918.42	1302.44	3220.86
Mayıs	429.2	3875.31	4304.51
Haziran	27.56	7421.14	7448.70
Temmuz	0	8377.5	8377.50
Ağustos	0	7987.65	7987.65
Eylül	67.34	5268.5	5335.84
Ekim	726.27	1267.12	1993.39
Kasım	5110.62	283.13	5393.75
Aralık	9595.2	1.04	9596.24
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47550.84	36089.97	83640.81

Çizelge EK-1.10. İstanbul ili T10 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T10 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11509.44	1.72	11511.16
Şubat	11094.61	37.61	11132.22
Mart	7659.41	173.95	7833.36
Nisan	1846.74	1127.75	2974.49
Mayıs	355.08	3694.56	4049.64
Haziran	20.78	7297.24	7318.02
Temmuz	0	8387.75	8387.75
Ağustos	0	8017.45	8017.45
Eylül	41.99	5220.39	5262.38
Ekim	634.34	1188.01	1822.35
Kasım	5129.6	231.86	5361.46
Aralık	9786.61	0	9786.61
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48078.6	35378.29	83456.89

Çizelge EK-1.11. İstanbul ili T11 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T11/ çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11873.76	0.99	11874.75
Şubat	11454.62	34.3	11488.92
Mart	7954.74	159.02	8113.76
Nisan	1943.13	1085.4	3028.53
Mayıs	381.98	3608.69	3990.67
Haziran	22.89	7212.94	7235.83
Temmuz	0	8323.32	8323.32
Ağustos	0	7953.16	7953.16
Eylül	45.71	5138.07	5183.78
Ekim	669.67	1144.08	1813.75
Kasım	5324.62	216.12	5540.74
Aralık	10104.44	0	10104.44
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49775.53	34876.09	84651.62

Çizelge EK-1.12. İstanbul ili T12 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T12 / çimento sıva (2 cm) + Taşyünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11813.63	1.08	11814.71
Şubat	11391.75	34.68	11426.43
Mart	7906.78	160.99	8067.77
Nisan	1930.46	1089.55	3020.01
Mayıs	379.08	3612.75	3991.83
Haziran	22.77	7208.78	7231.55
Temmuz	0	8313.61	8313.61
Ağustos	0	7942.54	7942.54
Eylül	45.56	5135.69	5181.25
Ekim	666.71	1146.84	1813.55
Kasım	5297.98	217.55	5515.53
Aralık	10054.27	0	10054.27
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49508.98	34864.06	84373.04

Çizelge EK-1.13. İstanbul ili T13 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T13/ çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11435.67	6.28	11441.95
Şubat	10994.9	49.3	11044.20
Mart	7567.87	207.54	7775.41
Nisan	1887.81	1223.11	3110.92
Mayıs	403.98	3772.46	4176.44
Haziran	23.1	7356.73	7379.83
Temmuz	0	8346.84	8346.84
Ağustos	0	7960.92	7960.92
Eylül	56.29	5187.23	5243.52
Ekim	700.38	1194.83	1895.21
Kasım	5163.65	253.59	5417.24
Aralık	9719.15	0.17	9719.32
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47952.8	35559.01	83511.81

Çizelge EK-1.14. İstanbul ili T14 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T14 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11746.21	4.87	11751.08
Şubat	11299.9	45.69	11345.59
Mart	7816.18	192.09	8008.27
Nisan	1972.02	1183.51	3155.53
Mayıs	426.7	3694.95	4121.65
Haziran	25.34	7282.48	7307.82
Temmuz	0	8286.66	8286.66
Ağustos	0	7899.88	7899.88
Eylül	59.85	5114.8	5174.65
Ekim	733	1155.97	1888.97
Kasım	5328.84	240.49	5569.33
Aralık	9991.87	0.05	9991.92
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49399.91	35101.43	84501.34

Çizelge EK-1.15. İstanbul ili T15 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T15 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11687.71	5.11	11692.82
Şubat	11242.47	46.33	11288.80
Mart	7769.33	194.82	7964.15
Nisan	1955.86	1190.68	3146.54
Mayıs	422.27	3709.25	4131.52
Haziran	25.02	7296.29	7321.31
Temmuz	0	8298.04	8298.04
Ağustos	0	7911.59	7911.59
Eylül	59.14	5128.36	5187.50
Ekim	726.69	1163.06	1889.75
Kasım	5297.65	242.84	5540.49
Aralık	9940.48	0.07	9940.55
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49126.62	35186.45	84313.07

Çizelge EK-1.16. İstanbul ili T16 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T16 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11159.43	12.58	11172.01
Şubat	10720.98	59.65	10780.63
Mart	7378.6	246.68	7625.28
Nisan	1879.13	1326.2	3205.33
Mayıs	421.23	3905.03	4326.26
Haziran	25.96	7454.27	7480.23
Temmuz	0	8387.61	8387.61
Ağustos	0	7993.53	7993.53
Eylül	66.09	5279.76	5345.85
Ekim	718.94	1276.06	1995.00
Kasım	5044.09	289.19	5333.28
Aralık	9472.37	1.33	9473.70
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	46886.82	36231.91	83118.73

Çizelge EK-1.17. İstanbul ili T17 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T17 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11342.63	11.46	11354.09
Şubat	10899.52	57.22	10956.74
Mart	7523.83	236.01	7759.84
Nisan	1928.15	1299.07	3227.22
Mayıs	435.32	3856.21	4291.53
Haziran	27.15	7408.2	7435.35
Temmuz	0	8350.45	8350.45
Ağustos	0	7955.65	7955.65
Eylül	68.56	5235.03	5303.59
Ekim	738.6	1250.47	1989.07
Kasım	5141.28	280.91	5422.19
Aralık	9632.89	1.06	9633.95
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47737.95	35941.73	83679.68

Çizelge EK-1.18. İstanbul ili T18 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T18 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11309.41	11.65	11321.06
Şubat	10867.22	57.63	10924.85
Mart	7497.43	237.88	7735.31
Nisan	1919	1303.82	3222.82
Mayıs	432.8	3864.98	4297.78
Haziran	26.93	7416.53	7443.46
Temmuz	0	8357.35	8357.35
Ağustos	0	7962.71	7962.71
Eylül	68.08	5243.22	5311.30
Ekim	734.86	1254.99	1989.85
Kasım	5123.61	282.34	5405.95
Aralık	9603.86	1.1	9604.96
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47583.2	35994.21	83577.41

Çizelge EK-1.19. İstanbul ili T19 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T19 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11525.09	2.84	11527.93
Şubat	11101.29	42.39	11143.68
Mart	7632.03	184.79	7816.82
Nisan	1865.52	1162.86	3028.38
Mayıs	380.07	3715.78	4095.85
Haziran	21.35	7324.86	7346.21
Temmuz	0	8367.39	8367.39
Ağustos	0	7993.5	7993.50
Eylül	47.48	5178.9	5226.38
Ekim	665.36	1166.55	1831.91
Kasım	5177.49	233.39	5410.88
Aralık	9803.08	0	9803.08
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48218.78	35373.24	83592.02

Çizelge EK-1.20. İstanbul ili T20 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T 20 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11890.51	1.72	11892.23
Şubat	11463.64	38.67	11502.31
Mart	7926.43	168.14	8094.57
Nisan	1963.88	1118.82	3082.70
Mayıs	406.76	3627.61	4034.37
Haziran	23.81	7241.71	7265.52
Temmuz	0	8301.59	8301.59
Ağustos	0	7927.88	7927.88
Eylül	51.14	5097.44	5148.58
Ekim	701.84	1122.34	1824.18
Kasım	5369.99	218.15	5588.14
Aralık	10125.2	0	10125.20
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49923.19	34864.07	84787.26

Çizelge EK-1.21. İstanbul ili T21 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T21 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11820.51	1.91	11822.42
Şubat	11394.23	39.34	11433.57
Mart	7869.95	171.23	8041.18
Nisan	1944.57	1127.08	3071.65
Mayıs	401.49	3644.34	4045.83
Haziran	22.88	7257.68	7280.56
Temmuz	0	8314.56	8314.56
Ağustos	0	7940.87	7940.87
Eylül	50.42	5113.21	5163.63
Ekim	694.44	1130.68	1825.12
Kasım	5332.79	220.97	5553.76
Aralık	10063.32	0	10063.32
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	49594.63	34961.86	84556.49

EK-2 İstanbul ili için boşluklu duvar senaryolarının sonuçları

Çizelge EK-2.1. İstanbul ili B1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B1 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11293.26	7.25	11300.51
Şubat	10855.67	51.56	10907.23
Mart	7445.06	217.56	7662.62
Nisan	1840.02	1253.64	3093.66
Mayıs	389.69	3837.06	4226.75
Haziran	21.93	7435.26	7457.19
Temmuz	0	8410.53	8410.53
Ağustos	0	8023.24	8023.24
Eylül	54.12	5250.22	5304.34
Ekim	682.29	1222.61	1904.90
Kasım	5084.59	262.07	5346.66
Aralık	9597.4	0.31	9597.71
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47264.01	35971.32	83235.33

Çizelge EK-2.2. İstanbul ili B2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B2 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11540.32	6.11	11546.43
Şubat	11098.48	48.7	11147.18
Mart	7640.52	205.08	7845.60
Nisan	1904.25	1222.86	3127.11
Mayıs	407.51	3779.25	4186.76
Haziran	23.15	7384.51	7407.66
Temmuz	0	8369.71	8369.71
Ağustos	0	7981.33	7981.33
Eylül	56.92	5198.01	5254.93
Ekim	707.91	1192.37	1900.28
Kasım	5215.2	251.87	5467.07
Aralık	9815.36	0.15	9815.51
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48409.62	35639.95	84049.57

Çizelge EK-2.3. İstanbul ili B3 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B3 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11494.58	6.3	11500.88
Şubat	11053.55	49.2	11102.75
Mart	7604.29	207.25	7811.54
Nisan	1891.99	1228.23	3120.22
Mayıs	404.07	3789.72	4193.79
Haziran	22.91	7393.94	7416.85
Temmuz	0	8377.37	8377.37
Ağustos	0	7989.21	7989.21
Eylül	56.38	5207.66	5264.04
Ekim	702.99	1197.78	1900.77
Kasım	5190.79	253.67	5444.46
Aralık	9775.17	0.17	9775.34
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48196.73	35700.48	83897.21

Çizelge EK-2.4. İstanbul ili B4 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B4 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11167.71	12.88	11180.59
Şubat	10732.4	60.13	10792.53
Mart	7376.06	248.64	7624.70
Nisan	1873.55	1336.15	3209.70
Mayıs	419.11	3928.72	4347.83
Haziran	25.58	7496.92	7522.50
Temmuz	0	8418.78	8418.78
Ağustos	0	8023.37	8023.37
Eylül	65.77	5305.52	5371.29
Ekim	718.54	1283.89	2002.43
Kasım	5045.09	291.24	5336.33
Aralık	9486.29	1.37	9487.66
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	46910.11	36407.6	83317.71

Çizelge EK-2.5. İstanbul ili B5 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B5/ tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11359.44	11.8	11371.24
Şubat	10919.9	57.75	10977.65
Mart	7526.58	238.12	7764.70
Nisan	1924.09	1310.11	3234.20
Mayıs	433.55	3882.82	4316.37
Haziran	26.74	7457.39	7484.13
Temmuz	0	8386.27	8386.27
Ağustos	0	7989.96	7989.96
Eylül	68.33	5264.52	5332.85
Ekim	739.1	1259.16	1998.26
Kasım	5146.26	283.24	5429.50
Aralık	9655.18	1.11	9656.29
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47799.17	36142.26	83941.43

Çizelge EK-2.6. İstanbul ili B6 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B6 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11324.42	11.97	11336.39
Şubat	10885.81	58.15	10943.96
Mart	7499.05	239.93	7738.98
Nisan	1914.56	1314.58	3229.14
Mayıs	430.9	3890.98	4321.88
Haziran	26.51	7464.48	7490.99
Temmuz	0	8392.27	8392.27
Ağustos	0	7996.16	7996.16
Eylül	67.81	5271.91	5339.72
Ekim	735.1	1263.43	1998.53
Kasım	5127.67	284.6	5412.27
Aralık	9624.4	1.15	9625.55
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47636.22	36189.6	83825.82

Çizelge EK-2.7. İstanbul ili B7 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B7 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11323.75	3.8	11327.55
Şubat	10895.56	45.14	10940.70
Mart	7456.82	197.46	7654.28
Nisan	1799.8	1201.04	3000.84
Mayıs	359.54	3796.65	4156.19
Haziran	19.8	7414.62	7434.42
Temmuz	0	8439.46	8439.46
Ağustos	0	8063.13	8063.13
Eylül	45.1	5252.52	5297.62
Ekim	641.25	1201.48	1842.73
Kasım	5068.45	244.46	5312.91
Aralık	9624.28	0	9624.28
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47234.36	35859.77	83094.13

Çizelge EK-2.8. İstanbul ili B8 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B8 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11586.23	2.83	11589.06
Şubat	11157.41	42.33	11199.74
Mart	7667.61	184.96	7852.57
Nisan	1867.04	1169.53	3036.57
Mayıs	378.46	3734.92	4113.38
Haziran	21.03	7360.17	7381.20
Temmuz	0	8396.84	8396.84
Ağustos	0	8019.42	8019.42
Eylül	47.59	5196.47	5244.06
Ekim	666.78	1169.15	1835.93
Kasım	5208.15	233.23	5441.38
Aralık	9858.32	0	9858.32
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48458.64	35509.82	83968.46

Çizelge EK-2.9. İstanbul ili B9 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B9 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11536.73	2.99	11539.72
Şubat	11108.71	42.82	11151.53
Mart	7628.29	187.14	7815.43
Nisan	1854.22	1175.11	3029.33
Mayıs	374.91	3746.17	4121.08
Haziran	20.8	7370.16	7390.96
Temmuz	0	8404.56	8404.56
Ağustos	0	8027.59	8027.59
Eylül	47.1	5206.83	5253.93
Ekim	661.87	1174.99	1836.86
Kasım	5181.95	235.22	5417.17
Aralık	9814.76	0	9814.76
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48229.34	35573.59	83802.93

Çizelge EK-2.10. İstanbul ili B10 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B10 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11323.33	7.1	11330.43
Şubat	10885.23	51.2	10936.43
Mart	7468.75	215.95	7684.70
Nisan	1847.87	1249.73	3097.60
Mayıs	391.82	3829.88	4221.70
Haziran	22.08	7429.03	7451.11
Temmuz	0	8405.57	8405.57
Ağustos	0	8018.18	8018.18
Eylül	54.51	5243.81	5298.32
Ekim	685.3	1218.8	1904.10
Kasım	5100.39	260.79	5361.18
Aralık	9624.1	0.28	9624.38
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47403.36	35930.32	83333.68

Çizelge EK-2.11. İstanbul ili B11 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B11 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11584.58	5.91	11590.49
Şubat	11142.07	48.19	11190.26
Mart	7675.55	202.89	7878.44
Nisan	1915.79	1217.48	3133.27
Mayıs	410.66	3769.06	4179.72
Haziran	23.91	7375.48	7399.39
Temmuz	0	8362.47	8362.47
Ağustos	0	7973.94	7973.94
Eylül	57.4	5188.76	5246.16
Ekim	712.39	1187.07	1899.46
Kasım	5238.77	250.05	5488.82
Aralık	9854.41	0.13	9854.54
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48615.53	35581.45	84196.98

Çizelge EK-2.12. İstanbul ili B12 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B12 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11536	6.11	11542.11
Şubat	11094.32	48.71	11143.03
Mart	7636.94	205.18	7842.12
Nisan	1902.75	1223.13	3125.88
Mayıs	407.02	3780.11	4187.13
Haziran	23.11	7385.48	7408.59
Temmuz	0	8370.57	8370.57
Ağustos	0	7982.28	7982.28
Eylül	56.82	5198.97	5255.79
Ekim	707.18	1192.77	1899.95
Kasım	5212.65	251.94	5464.59
Aralık	9811.67	0.15	9811.82
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48388.46	35645.41	84033.87

Çizelge EK-2.13. İstanbul ili B13 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B13 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11191.49	12.74	11204.23
Şubat	10755.65	59.82	10815.47
Mart	7394.76	247.29	7642.05
Nisan	1879.88	1332.78	3212.66
Mayıs	420.99	3922.92	4343.91
Haziran	25.72	7491.96	7517.68
Temmuz	0	8414.77	8414.77
Ağustos	0	8019.27	8019.27
Eylül	66.07	5300.4	5366.47
Ekim	720.99	1280.72	2001.71
Kasım	5057.58	290.21	5347.79
Aralık	9507.24	1.33	9508.57
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47020.37	36374.2	83394.57

Çizelge EK-2.14. İstanbul ili B14 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B14 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11392.82	11.61	11404.43
Şubat	10952.65	57.34	11009.99
Mart	7552.82	236.3	7789.12
Nisan	1932.91	1305.62	3238.53
Mayıs	435.93	3874.9	4310.83
Haziran	26.95	7450.54	7477.49
Temmuz	0	8380.68	8380.68
Ağustos	0	7984.23	7984.23
Eylül	68.78	5257.48	5326.26
Ekim	742.65	1254.91	1997.56
Kasım	5163.84	281.85	5445.69
Aralık	9684.62	1.06	9685.68
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47953.96	36096.53	84050.49

Çizelge EK-2.15. İstanbul ili B15 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B15 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11356.05	11.8	11367.85
Şubat	10916.71	57.76	10974.47
Mart	7523.79	238.19	7761.98
Nisan	1922.82	1310.31	3233.13
Mayıs	433.14	3883.46	4316.60
Haziran	26.7	7457.98	7484.68
Temmuz	0	8386.98	8386.98
Ağustos	0	7990.73	7990.73
Eylül	68.22	5265.2	5333.42
Ekim	738.45	1259.38	1997.83
Kasım	5144.26	283.27	5427.53
Aralık	9652.26	1.11	9653.37
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47782.42	36146.17	83928.59

Çizelge EK-2.16. İstanbul ili B16 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B16 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11355.89	3.67	11359.56
Şubat	10927.2	44.77	10971.97
Mart	7482.24	195.87	7678.11
Nisan	1807.82	1197.07	3004.89
Mayıs	361.79	3789.03	4150.82
Haziran	19.95	7407.97	7427.92
Temmuz	0	8434.28	8434.28
Ağustos	0	8057.85	8057.85
Eylül	45.39	5245.68	5291.07
Ekim	644.24	1197.46	1841.70
Kasım	5085.27	243.04	5328.31
Aralık	9652.61	0	9652.61
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	47382.41	35816.69	83199.1

Çizelge EK-2.17. İstanbul ili B17 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B17 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11634.24	2.67	11636.91
Şubat	11204.71	41.82	11246.53
Mart	7705.77	182.79	7888.56
Nisan	1879.37	1163.99	3043.36
Mayıs	381.86	3723.97	4105.83
Haziran	21.26	7350.39	7371.65
Temmuz	0	8389.13	8389.13
Ağustos	0	8011.6	8011.60
Eylül	48.04	5186.45	5234.49
Ekim	671.39	1163.43	1834.82
Kasım	5233.41	231.25	5464.66
Aralık	9900.75	0	9900.75
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48680.81	35447.47	84128.28

Çizelge EK-2.18. İstanbul ili B18 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B18 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11581.52	2.84	11584.36
Şubat	11152.93	42.34	11195.27
Mart	7663.88	185.09	7848.97
Nisan	1865.65	1169.89	3035.54
Mayıs	378.01	3735.86	4113.87
Haziran	21	7361	7382.00
Temmuz	0	8397.57	8397.57
Ağustos	0	8020.28	8020.28
Eylül	47.51	5197.45	5244.96
Ekim	666.16	1169.62	1835.78
Kasım	5205.51	233.34	5438.85
Aralık	9854.25	0	9854.25
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	48436.42	35515.28	83951.7

EK-3 İstanbul ili için giydirmce cephe senaryolarının sonuçları

Çizelge EK-3.1. İstanbul ili G1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

G1 / Hafif Giydirmce Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain Wall Insulated to 1995 regs)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	6577.55	456.24	7033.79
Şubat	6171.76	449.76	6621.52
Mart	3560.92	1581.43	5142.35
Nisan	666.14	4095.98	4762.12
Mayıs	94.13	7618.06	7712.19
Haziran	0.95	11429.82	11430.77
Temmuz	0	12662.20	12662.20
Ağustos	0.01	12189.17	12189.18
Eylül	20.3	9582	9602.30
Ekim	267.85	3813.75	4081.60
Kasım	2335.84	1506.26	3842.10
Aralık	5201.49	234.76	5436.25
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	24896.93	65619.44	90516.37

Çizelge EK-3.2. İstanbul ili G2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

G2 / Hafif Giydirmce Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	6558.55	463.04	7021.59
Şubat	6151.37	456.02	6607.39
Mart	3546.14	1600.5	5146.64
Nisan	663.2	4127.84	4791.04
Mayıs	94.02	7662.6	7756.62
Haziran	0.99	11479.2	11480.19
Temmuz	0	12709	12709
Ağustos	0.01	12234.03	12234.04
Eylül	20.52	9624.05	9644.57
Ekim	266.87	3838.78	4105.65
Kasım	2327.47	1520.75	3848.22
Aralık	5184.12	238.79	5422.91
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	24813.26	65954.59	90767.85

EK-4 Antalya ili için tek kabuk cephe senaryolarının sonuçları

Çizelge EK-4.1. Antalya ili T1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T1 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	4799.17	284.67	5083.84
Şubat	3893.15	374.9	4268.05
Mart	2502.86	1010.57	3513.43
Nisan	731.92	2545.13	3277.05
Mayıs	94.6	4379.49	4474.09
Haziran	2.31	8045.96	8048.27
Temmuz	0.01	9922.72	9922.73
Ağustos	0	10244.51	10244.51
Eylül	0	8769.68	8769.68
Ekim	136.23	4451.62	4587.85
Kasım	1039	1849.7	2888.70
Aralık	3464.53	360.69	3825.22
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	16663.79	52239.66	68903.45

Çizelge EK-4.2. Antalya ili T2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T2 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3670.74	444.76	4115.50
Şubat	2961.89	594.04	3555.93
Mart	1859.65	1409.2	3268.85
Nisan	561.11	3012.5	3573.61
Mayıs	67.46	4926.76	4994.22
Haziran	0.62	8453.31	8453.93
Temmuz	0.01	10076.87	10076.88
Ağustos	0	10370.25	10370.25
Eylül	0	9008.69	9008.69
Ekim	111.53	4869.7	4981.23
Kasım	798.18	2218.53	3016.71
Aralık	2638.32	547.13	3185.45
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	12669.51	55931.72	68601.23

Çizelge EK-4.3. Antalya ili T3 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T3 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	5730.48	201.82	5932.30
Şubat	4681.21	252.44	4933.65
Mart	3066.99	792.4	3859.39
Nisan	853.25	2286.58	3139.83
Mayıs	114.64	4067.7	4182.34
Haziran	3.4	7846.09	7849.49
Temmuz	0.01	9909.28	9909.29
Ağustos	0	10282.34	10282.34
Eylül	0	8710.36	8710.36
Ekim	148.04	4208.46	4356.50
Kasım	1232.28	1648	2880.28
Aralık	4153.11	261.58	4414.69
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	19983.41	50467.05	70450.46

Çizelge EK-4.4. Antalya ili T4 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T4 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3117.29	484.19	3601.48
Şubat	2471.42	660.65	3132.07
Mart	1477.26	1517.94	2995.20
Nisan	435.36	3181.42	3616.78
Mayıs	43.29	5198.18	5241.47
Haziran	0	8725.44	8725.44
Temmuz	0.01	10244.57	10244.58
Ağustos	0	10588.77	10588.77
Eylül	0	9219	9219.00
Ekim	75.36	5061.46	5136.82
Kasım	622.74	2386.12	3008.86
Aralık	2190.51	611.38	2801.89
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10433.25	57879.1	68312.35

Çizelge EK-4.5. Antalya ili T5 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T5 / çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3235.45	461.24	3696.69
Şubat	2568.26	631.25	3199.51
Mart	1545.93	1466.53	3012.46
Nisan	454.4	3113.7	3568.10
Mayıs	46.23	5120.83	5167.06
Haziran	0	8661.6	8661.60
Temmuz	0.01	10210.8	10210.81
Ağustos	0	10555.96	10555.96
Eylül	0	9172.33	9172.33
Ekim	79.46	5001.66	5081.12
Kasım	648.34	2332.43	2980.77
Aralık	2278.21	583.93	2862.14
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10856.29	57312.28	68168.57

Çizelge EK-4.6. Antalya ili T6 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T6 / çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3213.13	465.41	3678.54
Şubat	2549.73	636.66	3186.39
Mart	1532.87	1475.86	3008.73
Nisan	450.76	3126.03	3576.79
Mayıs	45.66	5135.14	5180.80
Haziran	0	8673.44	8673.44
Temmuz	0.01	10216.99	10217.00
Ağustos	0	10562.04	10562.04
Eylül	0	9180.99	9180.99
Ekim	78.78	5012.66	5091.44
Kasım	643.43	2342.29	2985.72
Aralık	2261.69	588.93	2850.62
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10776.08	57416.44	68192.52

Çizelge EK-4.7. Antalya ili T7 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T7 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3075.42	552.3	3627.72
Şubat	2465.53	735.3	3200.83
Mart	1498.2	1657.52	3155.72
Nisan	458.01	3329.07	3787.08
Mayıs	50.51	5297.42	5347.93
Haziran	0	8761.71	8761.71
Temmuz	0.01	10241.24	10241.25
Ağustos	0	10546.86	10546.86
Eylül	0	9232.42	9232.42
Ekim	89.53	5155.19	5244.72
Kasım	651.65	2481.4	3133.05
Aralık	2189.93	678.88	2868.81
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10478.79	58669.29	69148.08

Çizelge EK-4.8. Antalya ili T8 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T8/ çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3145.65	537.53	3683.18
Şubat	2522.68	715.77	3238.45
Mart	1538.87	1622.2	3161.07
Nisan	469.56	3284.47	3754.03
Mayıs	52.37	5247.57	5299.94
Haziran	0	8719.15	8719.15
Temmuz	0.01	10216.91	10216.92
Ağustos	0	10519.74	10519.74
Eylül	0	9200.02	9200.02
Ekim	91.67	5115.27	5206.94
Kasım	667.52	2444.86	3112.38
Aralık	2242.56	660.77	2903.33
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10730.9	58284.24	69015.14

Çizelge EK-4.9. Antalya ili T9 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T9 / çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3132.41	540.24	3672.65
Şubat	2511.81	719.37	3231.18
Mart	1531.07	1628.75	3159.82
Nisan	467.28	3293.06	3760.34
Mayıs	52	5257.55	5309.55
Haziran	0	8728.25	8728.25
Temmuz	0.01	10222.95	10222.96
Ağustos	0	10526.16	10526.16
Eylül	0	9207.5	9207.50
Ekim	91.17	5123.51	5214.68
Kasım	664.33	2452	3116.33
Aralık	2232.53	664.14	2896.67
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10682.63	58363.48	69046.11

Çizelge EK-4.10. Antalya ili T10 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T10 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3108.83	441.71	3550.54
Şubat	2446.06	618.99	3065.05
Mart	1446.18	1441.77	2887.95
Nisan	416.41	3092.29	3508.70
Mayıs	37.71	5152.47	5190.18
Haziran	0	8720.85	8720.85
Temmuz	0.01	10264.96	10264.97
Ağustos	0	10646.43	10646.43
Eylül	0	9249.18	9249.18
Ekim	64.13	5030.92	5095.05
Kasım	587.44	2356.02	2943.46
Aralık	2152.68	575	2727.68
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10259.46	57590.61	67850.07

Çizelge EK-4.11. Antalya ili T11 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T11 / çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3246.57	415.81	3662.38
Şubat	2558.38	584.87	3143.25
Mart	1524.94	1385.32	2910.26
Nisan	438.29	3017.3	3455.59
Mayıs	40.94	5066.73	5107.67
Haziran	0	8652.61	8652.61
Temmuz	0.01	10232.47	10232.48
Ağustos	0	10618.2	10618.20
Eylül	0	9201.38	9201.38
Ekim	68.04	4965.03	5033.07
Kasım	615.68	2296.68	2912.36
Aralık	2255.78	544.07	2799.85
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10748.63	56980.49	67729.12

Çizelge EK-4.12. Antalya ili T12 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T12 / çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3230.24	418.78	3649.02
Şubat	2544.15	588.84	3132.99
Mart	1515.75	1391.12	2906.87
Nisan	436.28	3020.81	3457.09
Mayıs	40.77	5065.97	5106.74
Haziran	0	8642.55	8642.55
Temmuz	0.01	10213.95	10213.96
Ağustos	0	10596.99	10596.99
Eylül	0	9185.68	9185.68
Ekim	68.02	4960.97	5028.99
Kasım	613.68	2297.98	2911.66
Aralık	2244.57	546.98	2791.55
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10693.47	56930.62	67624.09

Çizelge EK-4.13. Antalya ili T13 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T13 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3115.9	489.8	3605.70
Şubat	2470.51	660.71	3131.22
Mart	1477.75	1523.88	3001.63
Nisan	431.85	3196.11	3627.96
Mayıs	42.96	5192.48	5235.44
Haziran	0	8713.84	8713.84
Temmuz	0.01	10228.24	10228.25
Ağustos	0	10551.43	10551.43
Eylül	0	9199.49	9199.49
Ekim	77.8	5043.16	5120.96
Kasım	636.94	2366.78	3003.72
Aralık	2196.5	610.44	2806.94
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10450.23	57776.36	68226.59

Çizelge EK-4.14. Antalya ili T14 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T14 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3232.39	466.76	3699.15
Şubat	2565.85	631.99	3197.84
Mart	1545.55	1471.98	3017.53
Nisan	450.13	3129.66	3579.79
Mayıs	45.89	5117.21	5163.10
Haziran	0	8654.43	8654.43
Temmuz	0.01	10198.52	10198.53
Ağustos	0	10523.68	10523.68
Eylül	0	9159.47	9159.47
Ekim	80.79	4985.92	5066.71
Kasım	662.73	2314.43	2977.16
Aralık	2282.87	583.25	2866.12
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10866.21	57237.34	68103.55

Çizelge EK-4.15. Antalya ili T15 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T15 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3210.32	470.95	3681.27
Şubat	2547.65	637.27	3184.92
Mart	1532.49	1481.38	3013.87
Nisan	446.58	3141.84	3588.42
Mayıs	45.31	5131.22	5176.53
Haziran	0	8665.65	8665.65
Temmuz	0.01	10204.21	10204.22
Ağustos	0	10529.06	10529.06
Eylül	0	9167.11	9167.11
Ekim	80.13	4996.53	5076.66
Kasım	657.76	2324.07	2981.83
Aralık	2266.54	588.24	2854.78
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10786.8	57337.53	68124.33

Çizelge EK-4.16. Antalya ili T16 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T16 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3071.22	552.04	3623.26
Şubat	2460.8	730.91	3191.71
Mart	1493.35	1653.57	3146.92
Nisan	453.44	3326.54	3779.98
Mayıs	49.83	5287.12	5336.95
Haziran	0	8749.74	8749.74
Temmuz	0.01	10228.62	10228.63
Ağustos	0	10521.11	10521.11
Eylül	0	9216.55	9216.55
Ekim	89.85	5138.02	5227.87
Kasım	656.48	2464.97	3121.45
Aralık	2188.32	674.71	2863.03
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10463.29	58543.9	69007.19

Çizelge EK-4.17. Antalya ili T17 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T17 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3140.29	537.53	3677.82
Şubat	2517.51	712.15	3229.66
Mart	1534.23	1619.55	3153.78
Nisan	465.05	3283.86	3748.91
Mayıs	51.69	5240.35	5292.04
Haziran	0	8711.57	8711.57
Temmuz	0.01	10208.54	10208.55
Ağustos	0	10500.95	10500.95
Eylül	0	9189.32	9189.32
Ekim	92.2	5102.01	5194.21
Kasım	672.21	2431.29	3103.50
Aralık	2240.03	657.26	2897.29
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10713.23	58194.37	68907.6

Çizelge EK-4.18. Antalya ili T18 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T18 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3127.64	540.05	3667.69
Şubat	2507.01	715.47	3222.48
Mart	1526.63	1625.5	3152.13
Nisan	462.85	3291.45	3754.30
Mayıs	51.33	5248.81	5300.14
Haziran	0	8718.6	8718.60
Temmuz	0.01	10212.33	10212.34
Ağustos	0	10504.82	10504.82
Eylül	0	9194.42	9194.42
Ekim	91.73	5108.44	5200.17
Kasım	669.21	2437.31	3106.52
Aralık	2230.32	660.34	2890.66
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10666.75	58257.53	68924.28

Çizelge EK-4.19. Antalya ili T19 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T19 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3107.51	452.99	3560.50
Şubat	2440.54	625.91	3066.45
Mart	1444.22	1459.68	2903.90
Nisan	411.88	3137.24	3549.12
Mayıs	37.37	5171.8	5209.17
Haziran	0	8739.63	8739.63
Temmuz	0.01	10269.72	10269.73
Ağustos	0	10635.83	10635.83
Eylül	0	9243.36	9243.36
Ekim	67.03	5019.93	5086.96
Kasım	605.5	2336.63	2942.13
Aralık	2168.35	577.92	2746.27
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10282.43	57670.66	67953.09

Çizelge EK-4.20. Antalya ili T20 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T20 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3242.93	426.61	3669.54
Şubat	2550.15	592.59	3142.74
Mart	1521.19	1401.76	2922.95
Nisan	432.1	3063.61	3495.71
Mayıs	40.35	5088.05	5128.40
Haziran	0	8676.48	8676.48
Temmuz	0.01	10242.38	10242.39
Ağustos	0	10613.47	10613.47
Eylül	0	9204.76	9204.76
Ekim	70.61	4956.28	5026.89
Kasım	633.46	2277.72	2911.18
Aralık	2267.82	546.97	2814.79
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10758.65	57090.7	67849.35

Çizelge EK-4.21. Antalya ili T21 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T21/çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3216.99	431.52	3648.51
Şubat	2528.87	598.85	3127.72
Mart	1506.08	1412.54	2918.62
Nisan	428.17	3077.51	3505.68
Mayıs	39.75	5104.21	5143.96
Haziran	0	8688.92	8688.92
Temmuz	0.01	10248.09	10248.10
Ağustos	0	10618.32	10618.32
Eylül	0	9212.64	9212.64
Ekim	69.8	4968.6	5038.40
Kasım	627.86	2288.94	2916.80
Aralık	2248.66	552.79	2801.45
Yıllık Toplam	10666.2	57202.93	67869.13
Yükler [kWh]			

EK-5 Antalya ili için boşluklu duvar senaryolarının sonuçları

Çizelge EK-5.1. Antalya ili B1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B1 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3049.33	505.03	3554.36
Şubat	2418.81	678.47	3097.28
Mart	1441.29	1559.85	3001.14
Nisan	421.03	3247.22	3668.25
Mayıs	41.19	5251.48	5292.67
Haziran	0	8774.84	8774.84
Temmuz	0.01	10275	10275.01
Ağustos	0	10598.25	10598.25
Eylül	0	9254.99	9254.99
Ekim	75.57	5097.99	5173.56
Kasım	622.81	2408.72	3031.53
Aralık	2148.07	627.56	2775.63
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10218.12	58279.4	68497.52

Çizelge EK-5.2. Antalya ili B2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B2 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3139.33	487.46	3626.79
Şubat	2492.82	655.91	3148.73
Mart	1493.44	1519.46	3012.90
Nisan	435.14	3197.18	3632.32
Mayıs	43.49	5195.61	5239.10
Haziran	0	8733.87	8733.87
Temmuz	0.01	10257.97	10257.98
Ağustos	0	10583.16	10583.16
Eylül	0	9230.67	9230.67
Ekim	78.09	5057.96	5136.05
Kasım	642.97	2369.66	3012.63
Aralık	2214.86	606.51	2821.37
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10540.15	57895.41	68435.56

Çizelge EK-5.3. Antalya ili B3 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B3 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3122.54	490.54	3613.08
Şubat	2478.86	659.88	3138.74
Mart	1483.45	1526.62	3010.07
Nisan	432.43	3206.14	3638.57
Mayıs	43.04	5205.95	5248.99
Haziran	0	8741.63	8741.63
Temmuz	0.01	10261.35	10261.36
Ağustos	0	10586.16	10586.16
Eylül	0	9235.3	9235.30
Ekim	77.55	5065.11	5142.66
Kasım	639.06	2376.65	3015.71
Aralık	2202.24	610.25	2812.49
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10479.18	57965.57	68444.75

Çizelge EK-5.4. Antalya ili B4 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B4 tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3061.08	556.53	3617.61
Şubat	2454.21	735.18	3189.39
Mart	1489.31	1665.8	3155.11
Nisan	450.69	3349.2	3799.89
Mayıs	49.36	5312.73	5362.09
Haziran	0	8788.07	8788.07
Temmuz	0.01	10267.13	10267.14
Ağustos	0	10563.65	10563.65
Eylül	0	9261.4	9261.40
Ekim	89.3	5167.47	5256.77
Kasım	655.4	2482.04	3137.44
Aralık	2181.83	679.44	2861.27
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10431.2	58828.66	69259.86

Çizelge EK-5.5. Antalya ili B5 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B5 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3131.19	542.53	3673.72
Şubat	2512.27	716.97	3229.24
Mart	1531.4	1633.19	3164.59
Nisan	462.47	3309.62	3772.09
Mayıs	51.23	5269.29	5320.52
Haziran	0	8755.84	8755.84
Temmuz	0.01	10253.58	10253.59
Ağustos	0	10551.19	10551.19
Eylül	0	9241.9	9241.90
Ekim	91.71	5136.46	5228.17
Kasım	671.75	2450.87	3122.62
Aralık	2234.42	662.49	2896.91
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10686.46	58523.94	69210.4

Çizelge EK-5.6. Antalya ili B6 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B6 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3118.07	544.94	3663.01
Şubat	2501.36	720.13	3221.49
Mart	1523.44	1638.79	3162.23
Nisan	460.18	3316.54	3776.72
Mayıs	50.87	5277.09	5327.96
Haziran	0	8761.75	8761.75
Temmuz	0.01	10256.06	10256.07
Ağustos	0	10553.46	10553.46
Eylül	0	9245.49	9245.49
Ekim	91.21	5141.88	5233.09
Kasım	668.57	2456.31	3124.88
Aralık	2224.31	665.42	2889.73
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10638	58577.85	69215.85

Çizelge EK-5.7. Antalya ili B7 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B7 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3018.68	472.15	3490.83
Şubat	2373.62	647.51	3021.13
Mart	1396.13	1502.11	2898.24
Nisan	398.77	3193.49	3592.26
Mayıs	35.49	5236.59	5272.08
Haziran	0	8799.66	8799.66
Temmuz	0.01	10308.52	10308.53
Ağustos	0	10668.24	10668.24
Eylül	0	9288.13	9288.13
Ekim	64.94	5077.98	5142.92
Kasım	588.08	2384.71	2972.79
Aralık	2104.3	599.01	2703.31
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	9980.02	58178.1	68158.12

Çizelge EK-5.8. Antalya ili B8 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B8 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3115.09	453.18	3568.27
Şubat	2452.13	623.4	3075.53
Mart	1450.65	1459.19	2909.84
Nisan	413.52	3140.04	3553.56
Mayıs	37.63	5176.46	5214.09
Haziran	0	8756.07	8756.07
Temmuz	0.01	10291.8	10291.81
Ağustos	0	10651.97	10651.97
Eylül	0	9262.8	9262.80
Ekim	67.67	5034.31	5101.98
Kasım	608.08	2342.75	2950.83
Aralık	2174.84	576.25	2751.09
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10319.63	57768.22	68087.85

Çizelge EK-5.9. Antalya ili B9 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B9 / (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3096.99	456.57	3553.56
Şubat	2437.23	627.71	3064.94
Mart	1440.34	1466.88	2907.22
Nisan	410.73	3149.71	3560.44
Mayıs	37.22	5187.5	5224.72
Haziran	0	8763.95	8763.95
Temmuz	0.01	10294.23	10294.24
Ağustos	0	10656.47	10656.47
Eylül	0	9267.04	9267.04
Ekim	66.69	5042.39	5109.08
Kasım	604.06	2350.39	2954.45
Aralık	2161.47	580.38	2741.85
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10254.76	57843.21	68097.97

Çizelge EK-5.10. Antalya ili B10 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B10 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3060.2	502.82	3563.02
Şubat	2427.72	675.62	3103.34
Mart	1447.3	1554.78	3002.08
Nisan	422.72	3240.97	3663.69
Mayıs	41.46	5244.62	5286.08
Haziran	0	8769.87	8769.87
Temmuz	0.01	10272.97	10272.98
Ağustos	0	10596.47	10596.47
Eylül	0	9252.05	9252.05
Ekim	75.88	5093.01	5168.89
Kasım	625.33	2403.84	3029.17
Aralık	2156.11	624.92	2781.03
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10256.74	58231.94	68488.68

Çizelge EK-5.11. Antalya ili B11 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B11 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3155.37	484.3	3639.67
Şubat	2506.09	651.96	3158.05
Mart	1502.77	1512.3	3015.07
Nisan	437.65	3188.33	3625.98
Mayıs	43.88	5185.74	5229.62
Haziran	0	8726.66	8726.66
Temmuz	0.01	10255.15	10255.16
Ağustos	0	10580.57	10580.57
Eylül	0	9226.38	9226.38
Ekim	78.54	5050.81	5129.35
Kasım	646.49	2362.76	3009.25
Aralık	2226.91	602.74	2829.65
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10597.72	57827.68	68425.4

Çizelge EK-5.12. Antalya ili B12 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B12 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3137.57	487.56	3625.13
Şubat	2491.22	656.13	3147.35
Mart	1492.17	1519.87	3012.04
Nisan	434.75	3197.79	3632.54
Mayıs	43.41	5196.68	5240.09
Haziran	0	8734.86	8734.86
Temmuz	0.01	10258.59	10258.60
Ağustos	0	10583.81	10583.81
Eylül	0	9231.27	9231.27
Ekim	77.98	5058.38	5136.36
Kasım	642.36	2370.14	3012.50
Aralık	2213.31	606.71	2820.02
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10532.8	57901.8	68434.6

Çizelge EK-5.13. Antalya ili B13 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B13 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3069.67	554.72	3624.39
Şubat	2461.27	732.85	3194.12
Mart	1494.42	1661.61	3156.03
Nisan	452.1	3344.16	3796.26
Mayıs	49.58	5307.29	5356.87
Haziran	0	8784.08	8784.08
Temmuz	0.01	10265.46	10265.47
Ağustos	0	10562.14	10562.14
Eylül	0	9258.98	9258.98
Ekim	89.58	5163.54	5253.12
Kasım	657.35	2478.06	3135.41
Aralık	2188.2	677.26	2865.46
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10462.16	58790.14	69252.3

Çizelge EK-5.14. Antalya ili B14 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B14 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3143.3	540.07	3683.37
Şubat	2522.29	713.78	3236.07
Mart	1538.64	1627.52	3166.16
Nisan	464.48	3302.77	3767.25
Mayıs	51.55	5261.81	5313.36
Haziran	0	8750.32	8750.32
Temmuz	0.01	10251.27	10251.28
Ağustos	0	10549.09	10549.09
Eylül	0	9238.56	9238.56
Ekim	92.03	5130.92	5222.95
Kasım	674.51	2445.47	3119.98
Aralık	2243.69	659.55	2903.24
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10730.51	58471.13	69201.64

Çizelge EK-5.15. Antalya ili B15 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B15 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3129.6	542.58	3672.18
Şubat	2510.82	717.12	3227.94
Mart	1530.25	1633.4	3163.65
Nisan	462.07	3310.04	3772.11
Mayıs	51.16	5270	5321.16
Haziran	0	8756.51	8756.51
Temmuz	0.01	10253.88	10253.89
Ağustos	0	10551.56	10551.56
Eylül	0	9242.33	9242.33
Ekim	91.59	5136.75	5228.34
Kasım	671.18	2451.18	3122.36
Aralık	2233.09	662.62	2895.71
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10679.76	58527.96	69207.72

Çizelge EK-5.16. Antalya ili B16 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B16 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3030.29	469.79	3500.08
Şubat	2383.02	644.5	3027.52
Mart	1402.63	1496.76	2899.39
Nisan	400.52	3186.87	3587.39
Mayıs	35.74	5229.22	5264.96
Haziran	0	8794.34	8794.34
Temmuz	0.01	10306.4	10306.41
Ağustos	0	10666.56	10666.56
Eylül	0	9284.97	9284.97
Ekim	65.26	5072.62	5137.88
Kasım	590.43	2379.54	2969.97
Aralık	2112.49	596.2	2708.69
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10020.42	58127.77	68148.19

Çizelge EK-5.17. Antalya ili B17 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B17 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3132.43	449.73	3582.16
Şubat	2466.32	619.1	3085.42
Mart	1460.48	1451.6	2912.08
Nisan	416.14	3130.54	3546.68
Mayıs	38.01	5165.73	5203.74
Haziran	0	8748.25	8748.25
Temmuz	0.01	10288.66	10288.67
Ağustos	0	10649.49	10649.49
Eylül	0	9258.16	9258.16
Ekim	67.73	5026.49	5094.22
Kasım	611.68	2335.27	2946.95
Aralık	2187.55	572.19	2759.74
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10380.34	57695.22	68075.56

Çizelge EK-5.18. Antalya ili B18 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B18/ tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	3113.19	453.37	3566.56
Şubat	2450.49	623.7	3074.19
Mart	1449.48	1459.74	2909.22
Nisan	413.17	3140.79	3553.96
Mayıs	37.57	5177.46	5215.03
Haziran	0	8756.89	8756.89
Temmuz	0.01	10292.15	10292.16
Ağustos	0	10652.4	10652.40
Eylül	0	9263.33	9263.33
Ekim	67.58	5034.95	5102.53
Kasım	607.57	2343.39	2950.96
Aralık	2173.36	576.55	2749.91
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	10312.43	57774.73	68087.16

EK-6 Antalya ili için giydirmce cephe senaryolarının sonuçları

Çizelge EK-6.1. Antalya ili G1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

G1 / Hafif Giydirmce Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir / Lightweight Curtain wall Insulated to 1995 regs			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	1150.21	2561.69	3711.90
Şubat	898.03	3148.94	4046.97
Mart	571.38	4733.92	5305.30
Nisan	133.41	6225.91	6359.32
Mayıs	7.06	8025.46	8032.52
Haziran	0	11047.85	11047.85
Temmuz	0.01	12528.04	12528.05
Ağustos	0	12990.31	12990.31
Eylül	0	12632.35	12632.35
Ekim	18.49	8708.71	8727.20
Kasım	244.96	5921.37	6166.33
Aralık	714.24	2997.74	3711.98
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	3737.81	91522.3	95260.11

Çizelge EK-6.2. Antalya ili G2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

G2 / Hafif Giydirmce Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	1144.67	2580.87	3725.54
Şubat	893.69	3172.46	4066.15
Mart	567.93	4767.75	5335.68
Nisan	134.06	6260.83	6394.89
Mayıs	7.39	8062.02	8069.41
Haziran	0	11086.48	11086.48
Temmuz	0.01	12564.87	12564.88
Ağustos	0	13027.68	13027.68
Eylül	0	12670.21	12670.21
Ekim	18.89	8741.24	8760.13
Kasım	244.47	5951.19	6195.66
Aralık	710.49	3018.11	3728.60
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	3721.6	91903.7	95625.3

EK-7 Erzurum ili için tek kabuk cephe senaryoların sonuçları

Çizelge EK-7.1. Erzurum ili T1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T1 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	25439.87	0	25439.87
Şubat	17671.8	0	17671.80
Mart	10427.74	44.36	10472.10
Nisan	4567.91	228.35	4796.26
Mayıs	910.06	1915.4	2825.46
Haziran	87.94	6252.98	6340.92
Temmuz	1.13	8179.21	8180.34
Ağustos	0	8134.88	8134.88
Eylül	58.25	5023.22	5081.47
Ekim	1694.25	1373.3	3067.55
Kasım	9293.74	67.78	9361.52
Aralık	20742.4	0	20742.40
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	90895.11	31219.47	122114.58

Çizelge EK-7.2. Erzurum ili T2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T2 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	20972.54	0	20972.54
Şubat	14085.8	0.76	14086.56
Mart	8001.3	103.89	8105.19
Nisan	3379.74	421	3800.74
Mayıs	665.8	2337.53	3003.33
Haziran	63.85	6804.3	6868.15
Temmuz	0.02	8490.05	8490.07
Ağustos	0	8384.4	8384.40
Eylül	43.46	5490.89	5534.35
Ekim	1310.63	1719.9	3030.53
Kasım	7296.01	152.42	7448.43
Aralık	16980.17	0	16980.17
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	72799.34	33905.15	106704.49

Çizelge EK-7.3. Erzurum ili T3 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T3 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	28980.15	0	28980.15
Şubat	20545.1	0	20545.10
Mart	12352.76	15.64	12368.40
Nisan	5581.91	146.8	5728.71
Mayıs	1097.94	1668.94	2766.88
Haziran	111.02	5942.21	6053.23
Temmuz	2.34	8015.88	8018.22
Ağustos	0	8012.78	8012.78
Eylül	68.45	4760.31	4828.76
Ekim	1989.71	1183.74	3173.45
Kasım	10823.87	35.94	10859.81
Aralık	23654.64	0	23654.64
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	105207.89	29782.24	134990.13

Çizelge EK-7.4. Erzurum ili T4 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T4 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19015.77	0	19015.77
Şubat	12514.72	0.73	12515.45
Mart	6950.27	123.24	7073.51
Nisan	2808.26	483.75	3292.01
Mayıs	504.13	2483.98	2988.11
Haziran	41.11	7133.01	7174.12
Temmuz	0	8715.09	8715.09
Ağustos	0	8615.8	8615.80
Eylül	21.05	5738.09	5759.14
Ekim	1034.22	1869.33	2903.55
Kasım	6332.38	182.35	6514.73
Aralık	15254.94	0	15254.94
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64476.86	35345.36	99822.22

Çizelge EK-7.5. Erzurum ili T5 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T5 / çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19507.12	0	19507.12
Şubat	12899.87	0.4	12900.27
Mart	7212.82	110.63	7323.45
Nisan	2927.27	454.99	3382.26
Mayıs	532.35	2427.22	2959.57
Haziran	43.66	7057.16	7100.82
Temmuz	0	8672.27	8672.27
Ağustos	0	8574.39	8574.39
Eylül	23.43	5672.84	5696.27
Ekim	1078.97	1817.11	2896.08
Kasım	6556.6	166.08	6722.68
Aralık	15680.33	0	15680.33
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	66462.41	34953.09	101415.5

Çizelge EK-7.6. Erzurum ili T6 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T6 / çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19414.87	0	19414.87
Şubat	12827.61	0.45	12828.06
Mart	7163.61	112.85	7276.46
Nisan	2904.73	460.24	3364.97
Mayıs	527.19	2437.54	2964.73
Haziran	43.17	7071.28	7114.45
Temmuz	0	8680.24	8680.24
Ağustos	0	8582.17	8582.17
Eylül	22.96	5684.93	5707.89
Ekim	1070.38	1826.66	2897.04
Kasım	6514.33	168.88	6683.21
Aralık	15600.65	0	15600.65
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	66089.51	35025.25	101114.76

Çizelge EK-7.7. Erzurum ili T7 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T7 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18550.54	0	18550.54
Şubat	12159.38	2.8	12162.18
Mart	6722.8	163.72	6886.52
Nisan	2777.54	557.08	3334.62
Mayıs	523.43	2615.85	3139.28
Haziran	47.49	7191.82	7239.31
Temmuz	0	8720.85	8720.85
Ağustos	0	8598.47	8598.47
Eylül	29.55	5815.95	5845.50
Ekim	1071.01	1964.77	3035.78
Kasım	6188.82	227.06	6415.88
Aralık	14877.73	0	14877.73
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	62948.29	35858.38	98806.67

Çizelge EK-7.8. Erzurum ili T8 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T8 / çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18842.33	0	18842.33
Şubat	12388.16	2.41	12390.57
Mart	6875.46	153.68	7029.14
Nisan	2846.83	538.46	3385.29
Mayıs	539.89	2577.15	3117.04
Haziran	49.19	7142.1	7191.29
Temmuz	0	8690.77	8690.77
Ağustos	0	8568.4	8568.40
Eylül	31.24	5772.7	5803.94
Ekim	1098.37	1929.49	3027.86
Kasım	6321	214.83	6535.83
Aralık	15131.92	0	15131.92
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64124.4	35590	99714.4

Çizelge EK-7.9. Erzurum ili T9 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T9 / çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18789.63	0	18789.63
Şubat	12346.69	2.47	12349.16
Mart	6847.41	155.46	7002.87
Nisan	2833.78	541.88	3375.66
Mayıs	536.69	2584.58	3121.27
Haziran	48.86	7152.39	7201.25
Temmuz	0	8697.71	8697.71
Ağustos	0	8575.5	8575.50
Eylül	30.87	5781.72	5812.59
Ekim	1093	1936.26	3029.26
Kasım	6296.35	217.04	6513.39
Aralık	15086.04	0	15086.04
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	63909.33	35645	99554.33

Çizelge EK-7.10. Erzurum ili T10 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T10 / çimento sıva (2 cm) + XPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19194.79	0	19194.79
Şubat	12650.57	0	12650.57
Mart	7068.53	100.92	7169.45
Nisan	2793.34	436.16	3229.50
Mayıs	489.02	2399.2	2888.22
Haziran	34.51	7121.18	7155.69
Temmuz	0	8722.56	8722.56
Ağustos	0	8657.82	8657.82
Eylül	15.13	5718.95	5734.08
Ekim	982.76	1842.99	2825.75
Kasım	6335.63	159.47	6495.10
Aralık	15371.96	0	15371.96
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64936.24	35159.25	100095.49

Çizelge EK-7.11. Erzurum ili T11 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T11 / çimento sıva (2 cm) + EPS (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19765.27	0	19765.27
Şubat	13103.44	0	13103.44
Mart	7381.48	88.21	7469.69
Nisan	2933.92	404.34	3338.26
Mayıs	520.37	2337.1	2857.47
Haziran	37.17	7038.99	7076.16
Temmuz	0	8679.46	8679.46
Ağustos	0	8617.78	8617.78
Eylül	17.43	5647.8	5665.23
Ekim	1033.23	1784.62	2817.85
Kasım	6598.46	141.55	6740.01
Aralık	15870.92	0	15870.92
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	67261.69	34739.87	102001.56

Çizelge EK-7.12. Erzurum ili T12 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T12 / çimento sıva (2 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (20 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19655.91	0	19655.91
Şubat	13020.96	0	13020.96
Mart	7330.13	89.99	7420.12
Nisan	2914.55	408.08	3322.63
Mayıs	517.58	2339.6	2857.18
Haziran	36.89	7033.44	7070.33
Temmuz	0	8660.84	8660.84
Ağustos	0	8598.16	8598.16
Eylül	17.48	5641.62	5659.10
Ekim	1027.9	1787.64	2815.54
Kasım	6558.37	143.68	6702.05
Aralık	15780.74	0	15780.74
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	66860.5	34703.05	101563.55

Çizelge EK-7.13. Erzurum ili T13 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T13 / çimento sıva çimento (2 cm) + tuğla (10 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18997.68	0	18997.68
Şubat	12510.33	0.94	12511.27
Mart	6894.35	127.07	7021.42
Nisan	2812.15	488.67	3300.82
Mayıs	501.23	2493.26	2994.49
Haziran	44.36	7105.42	7149.78
Temmuz	0	8697.28	8697.28
Ağustos	0	8588.99	8588.99
Eylül	20.65	5719.04	5739.69
Ekim	1046.77	1862.48	2909.25
Kasım	6334.56	184.41	6518.97
Aralık	15254.73	0	15254.73
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64416.81	35267.55	99684.36

Çizelge EK-7.14. Erzurum ili T14 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T14 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + EPS (5cm) +tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19487.24	0	19487.24
Şubat	12897.89	0.59	12898.48
Mart	7154.85	114.14	7268.99
Nisan	2930.18	459.75	3389.93
Mayıs	528.69	2435.37	2964.06
Haziran	46.96	7030.93	7077.89
Temmuz	0	8655.79	8655.79
Ağustos	0	8551.92	8551.92
Eylül	22.83	5656.42	5679.25
Ekim	1089.21	1813.23	2902.44
Kasım	6553.46	168.48	6721.94
Aralık	15679.08	0	15679.08
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	66390.39	34886.61	101277

Çizelge EK-7.15. Erzurum ili T15 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T15 / çimento sıva (2 cm) + tuğla (10 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19395.48	0	19395.48
Şubat	12825.08	0.65	12825.73
Mart	7105.89	116.41	7222.30
Nisan	2907.22	465.07	3372.29
Mayıs	523.43	2445.98	2969.41
Haziran	46.46	7044.94	7091.40
Temmuz	0	8663.69	8663.69
Ağustos	0	8559.02	8559.02
Eylül	22.4	5668.15	5690.55
Ekim	1081.01	1822.31	2903.32
Kasım	6512.09	171.23	6683.32
Aralık	15599.52	0	15599.52
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	66018.59	34957.45	100976.04

Çizelge EK-7.16. Erzurum ili T16 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T16 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18542.1	0	18542.10
Şubat	12157.99	2.83	12160.82
Mart	6691.78	163.5	6855.28
Nisan	2773.59	556.04	3329.63
Mayıs	518.22	2612.94	3131.16
Haziran	48.76	7172.22	7220.98
Temmuz	0	8706.26	8706.26
Ağustos	0	8582.56	8582.56
Eylül	28.23	5800.29	5828.52
Ekim	1072.44	1955.67	3028.11
Kasım	6187.02	225.73	6412.75
Aralık	14877.25	0	14877.25
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	62897.38	35778.01	98675.39

Çizelge EK-7.17. Erzurum ili T17 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T17 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18833.4	0	18833.40
Şubat	12387.07	2.46	12389.53
Mart	6844.49	153.61	6998.10
Nisan	2842.27	537.57	3379.84
Mayıs	534.81	2575.16	3109.97
Haziran	50.39	7125.83	7176.22
Temmuz	0	8679.59	8679.59
Ağustos	0	8557.88	8557.88
Eylül	29.78	5760.83	5790.61
Ekim	1098.67	1923.34	3022.01
Kasım	6316.33	214.01	6530.34
Aralık	15130.05	0	15130.05
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64067.26	35530.28	99597.54

Çizelge EK-7.18. Erzurum ili T18 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T18 / çimento sıva (2 cm) + gazbeton (10 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18780.79	0	18780.79
Şubat	12345.69	2.52	12348.21
Mart	6816.92	155.31	6972.23
Nisan	2829.63	540.82	3370.45
Mayıs	531.72	2581.86	3113.58
Haziran	50.08	7134.39	7184.47
Temmuz	0	8684.62	8684.62
Ağustos	0	8562.59	8562.59
Eylül	29.48	5768.08	5797.56
Ekim	1093.68	1929.09	3022.77
Kasım	6292.65	216.05	6508.70
Aralık	15084.61	0	15084.61
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	63855.26	35575.35	99430.61

Çizelge EK-7.19. Erzurum ili T19 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T19 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19164.07	0	19164.07
Şubat	12636.49	0.08	12636.57
Mart	6977.49	107.48	7084.97
Nisan	2797.85	449.09	3246.94
Mayıs	481.69	2435.52	2917.21
Haziran	39.34	7110.16	7149.50
Temmuz	0	8724.85	8724.85
Ağustos	0	8633.96	8633.96
Eylül	15.25	5709.24	5724.49
Ekim	1006.42	1835.23	2841.65
Kasım	6353.37	162.86	6516.23
Aralık	15376.1	0	15376.10
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64848.09	35168.47	100016.56

Çizelge EK-7.20. Erzurum ili T20 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T20 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19740.55	0	19740.55
Şubat	13092.99	0	13092.99
Mart	7284.8	93.66	7378.46
Nisan	2936.54	415.81	3352.35
Mayıs	512.4	2371.15	2883.55
Haziran	42.01	7027.48	7069.49
Temmuz	0	8681.61	8681.61
Ağustos	0	8595.93	8595.93
Eylül	17.35	5640.23	5657.58
Ekim	1054.43	1780.23	2834.66
Kasım	6609.2	145.34	6754.54
Aralık	15874.5	0	15874.50
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	67164.76	34751.45	101916.21

Çizelge EK-7.21. Erzurum ili T21 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

T21 / çimento sıva (2 cm) + betonarme (10 cm) + Taşyünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19630.81	0	19630.81
Şubat	13005.89	0	13005.89
Mart	7225.97	96.06	7322.03
Nisan	2909.65	421.93	3331.58
Mayıs	506.38	2383.29	2889.67
Haziran	41.49	7043.55	7085.04
Temmuz	0	8690.31	8690.31
Ağustos	0	8603.7	8603.70
Eylül	16.93	5653.67	5670.60
Ekim	1045.08	1790.72	2835.80
Kasım	6559.99	148.52	6708.51
Aralık	15779.61	0	15779.61
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	66721.82	34831.74	101553.56

EK-8 Erzurum ili için boşluklu duvar senaryolarının sonuçları

Çizelge EK-8.1. Erzurum ili B1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B1 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18769.76	0	18769.76
Şubat	12317.98	1.21	12319.19
Mart	6750.86	135.71	6886.57
Nisan	2745.94	507.06	3253.00
Mayıs	483.82	2540.2	3024.02
Haziran	42.87	7177.97	7220.84
Temmuz	0	8751.17	8751.17
Ağustos	0	8654.43	8654.43
Eylül	18.85	5782.6	5801.45
Ekim	1019.4	1900.74	2920.14
Kasım	6210.12	195.85	6405.97
Aralık	15046.61	0	15046.61
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	63406.2	35646.95	99053.15

Çizelge EK-8.2. Erzurum ili B2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B2 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19160.33	0	19160.33
Şubat	12624.27	0.91	12625.18
Mart	6951.93	124.99	7076.92
Nisan	2836.93	484.72	3321.65
Mayıs	504.41	2496.49	3000.90
Haziran	44.88	7125.48	7170.36
Temmuz	0	8725.21	8725.21
Ağustos	0	8634.36	8634.36
Eylül	20.4	5739.1	5759.50
Ekim	1051.67	1863.81	2915.48
Kasım	6379.42	182.72	6562.14
Aralık	15383.14	0	15383.14
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64957.38	35377.77	100335.15

Çizelge EK-8.3. Erzurum ili B3 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B3 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19088.64	0	19088.64
Şubat	12567.57	0.96	12568.53
Mart	6914.9	126.76	7041.66
Nisan	2819.98	488.64	3308.62
Mayıs	500.72	2504.33	3005.05
Haziran	44.49	7135.44	7179.93
Temmuz	0	8730.38	8730.38
Ağustos	0	8638.47	8638.47
Eylül	20.08	5747.22	5767.30
Ekim	1045.58	1870.19	2915.77
Kasım	6348.13	184.96	6533.09
Aralık	15321.61	0	15321.61
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64671.72	35427.36	100099.08

Çizelge EK-8.4. Erzurum ili B4 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B4 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18552.46	0	18552.46
Şubat	12158	2.95	12160.95
Mart	6672.08	165.84	6837.92
Nisan	2765.08	560.41	3325.49
Mayıs	514.15	2631.79	3145.94
Haziran	48.64	7206.24	7254.88
Temmuz	0	8741.34	8741.34
Ağustos	0	8630.95	8630.95
Eylül	27.19	5833.19	5860.38
Ekim	1066.25	1973.91	3040.16
Kasım	6167.68	229.21	6396.89
Aralık	14877.62	0	14877.62
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	62849.16	35975.8	98824.96

Çizelge EK-8.5. Erzurum ili B5 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B5 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18856.42	0	18856.42
Şubat	12395.3	2.59	12397.89
Mart	6826.85	156.12	6982.97
Nisan	2835.46	542.2	3377.66
Mayıs	530.88	2596.34	3127.22
Haziran	50.36	7164.72	7215.08
Temmuz	0	8720.25	8720.25
Ağustos	0	8614.28	8614.28
Eylül	28.65	5798.85	5827.50
Ekim	1092.57	1944.2	3036.77
Kasım	6298.12	217.91	6516.03
Aralık	15139.89	0	15139.89
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64054.49	35757.48	99811.97

Çizelge EK-8.6. Erzurum ili B6 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B6 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18801.27	0	18801.27
Şubat	12352.35	2.65	12355.00
Mart	6798.55	157.74	6956.29
Nisan	2822.35	545.36	3367.71
Mayıs	527.69	2602.56	3130.25
Haziran	50.02	7172.35	7222.37
Temmuz	0	8724.23	8724.23
Ağustos	0	8617.5	8617.50
Eylül	28.35	5805.11	5833.46
Ekim	1087.52	1949.4	3036.92
Kasım	6274.16	219.84	6494.00
Aralık	15092.21	0	15092.21
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	63834.46	35796.73	99631.19

Çizelge EK-8.7. Erzurum ili B7 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B7 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18841.58	0	18841.58
Şubat	12367.61	0.27	12367.88
Mart	6783.94	117.39	6901.33
Nisan	2708.27	473.2	3181.47
Mayıs	459.17	2490.13	2949.30
Haziran	37.59	7194.87	7232.46
Temmuz	0	8787.39	8787.39
Ağustos	0	8708.2	8708.20
Eylül	13.29	5780.68	5793.97
Ekim	972.61	1875.85	2848.46
Kasım	6192.71	176.4	6369.11
Aralık	15086.05	0	15086.05
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	63462.84	35604.38	99067.22

Çizelge EK-8.8. Erzurum ili B8 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B8 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19261.84	0	19261.84
Şubat	12696.69	0.08	12696.77
Mart	7003	106.46	7109.46
Nisan	2805.96	448.62	3254.58
Mayıs	480.72	2444.13	2924.85
Haziran	39.45	7139.39	7178.84
Temmuz	0	8761.17	8761.17
Ağustos	0	8688.15	8688.15
Eylül	14.76	5734.4	5749.16
Ekim	1006.31	1835.85	2842.16
Kasım	6374.86	162.57	6537.43
Aralık	15447.96	0	15447.96
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	65131.54	35320.83	100452.37

Çizelge EK-8.9. Erzurum ili B9 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B9 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (5 cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19183.8	0	19183.80
Şubat	12635.51	0.11	12635.62
Mart	6962.22	108.37	7070.59
Nisan	2787.55	453.04	3240.59
Mayıs	476.63	2452.43	2929.06
Haziran	39.09	7149.69	7188.78
Temmuz	0	8766.12	8766.12
Ağustos	0	8691.97	8691.97
Eylül	14.47	5742.97	5757.44
Ekim	999.87	1843.14	2843.01
Kasım	6340.78	164.97	6505.75
Aralık	15380.79	0	15380.79
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64820.7	35372.81	100193.51

Çizelge EK-8.10. Erzurum ili B10 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B10 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + XPS (5cm) + tuğla (10 cm)+ alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18817.41	0	18817.41
Şubat	12355.33	1.17	12356.50
Mart	6775.42	134.27	6909.69
Nisan	2756.94	504.23	3261.17
Mayıs	486.29	2534.73	3021.02
Haziran	43.11	7171.6	7214.71
Temmuz	0	8748.08	8748.08
Ağustos	0	8652.07	8652.07
Eylül	19.02	5777.27	5796.29
Ekim	1023.24	1896.09	2919.33
Kasım	6230.68	194.15	6424.83
Aralık	15087.83	0	15087.83
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	63595.29	35613.65	99208.94

Çizelge EK-8.11. Erzurum ili B11 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B11 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19230.2	0	19230.20
Şubat	12679.19	0.86	12680.05
Mart	6988.17	123.17	7111.34
Nisan	2853.24	480.76	3334.00
Mayıs	508.12	2488.8	2996.92
Haziran	45.23	7116.25	7161.48
Temmuz	0	8720.69	8720.69
Ağustos	0	8630.9	8630.90
Eylül	20.67	5731.42	5752.09
Ekim	1057.41	1857.26	2914.67
Kasım	6409.49	180.45	6589.94
Aralık	15443.32	0	15443.32
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	65235.05	35330.56	100565.61

Çizelge EK-8.12. Erzurum ili B12 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B12 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + Taş yünü (5cm) + tuğla (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19154.17	0	19154.17
Şubat	12618.92	0.91	12619.83
Mart	6948.69	125.04	7073.73
Nisan	2835.24	484.91	3320.15
Mayıs	503.91	2497.09	3001.00
Haziran	44.82	7126.79	7171.61
Temmuz	0	8726.15	8726.15
Ağustos	0	8635.22	8635.22
Eylül	20.34	5740.02	5760.36
Ekim	1050.94	1864.02	2914.96
Kasım	6376.47	182.81	6559.28
Aralık	15377.99	0	15377.99
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64931.49	35382.92	100314.41

Çizelge EK-8.13. Erzurum ili B13 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B13 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + XPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18590.34	0	18590.34
Şubat	12187.52	2.9	12190.42
Mart	6691.27	164.54	6855.81
Nisan	2773.71	558.07	3331.78
Mayıs	516.17	2627.28	3143.45
Haziran	48.84	7201.09	7249.93
Temmuz	0	8738.77	8738.77
Ağustos	0	8628.94	8628.94
Eylül	27.36	5828.92	5856.28
Ekim	1069.41	1970.12	3039.53
Kasım	6183.54	227.75	6411.29
Aralık	14910.35	0	14910.35
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	62998.51	35948.39	98946.9

Çizelge EK-8.14. Erzurum ili B14 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B14 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5 cm) + EPS (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18909.23	0	18909.23
Şubat	12436.65	2.54	12439.19
Mart	6853.95	154.5	7008.45
Nisan	2847.65	539.08	3386.73
Mayıs	533.75	2590.24	3123.99
Haziran	50.65	7157.59	7208.24
Temmuz	0	8716.67	8716.67
Ağustos	0	8611.47	8611.47
Eylül	28.89	5792.94	5821.83
Ekim	1097.07	1939.07	3036.14
Kasım	6320.8	215.99	6536.79
Aralık	15185.55	0	15185.55
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64264.2	35720.08	99984.28

Çizelge EK-8.15. Erzurum ili B15 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B15/ tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + Taş yünü (5cm) + gazbeton (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18851.29	0	18851.29
Şubat	12391.26	2.59	12393.85
Mart	6824.15	156.18	6980.33
Nisan	2833.85	542.38	3376.23
Mayıs	530.39	2596.75	3127.14
Haziran	50.29	7165.61	7215.90
Temmuz	0	8720.84	8720.84
Ağustos	0	8614.85	8614.85
Eylül	28.58	5799.5	5828.08
Ekim	1091.75	1944.52	3036.27
Kasım	6295.51	218	6513.51
Aralık	15135.37	0	15135.37
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	64032.46	35761.23	99793.69

Çizelge EK-8.16. Erzurum ili B16 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B16 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + XPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	18892.49	0	18892.49
Şubat	12407.62	0.24	12407.86
Mart	6810.69	116	6926.69
Nisan	2719.99	470.16	3190.15
Mayıs	461.73	2484.42	2946.15
Haziran	37.81	7188.12	7225.93
Temmuz	0	8784.21	8784.21
Ağustos	0	8705.8	8705.80
Eylül	13.46	5775.05	5788.51
Ekim	976.64	1870.92	2847.56
Kasım	6214.75	174.62	6389.37
Aralık	15130.01	0	15130.01
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	63665.19	35569.55	99234.74

Çizelge EK-8.17. Erzurum ili B17 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B17 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + EPS (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19337.48	0	19337.48
Şubat	12756.08	0.05	12756.13
Mart	7042.59	104.59	7147.18
Nisan	2823.63	444.25	3267.88
Mayıs	484.58	2435.99	2920.57
Haziran	39.77	7129.48	7169.25
Temmuz	0	8756.48	8756.48
Ağustos	0	8684.59	8684.59
Eylül	15.02	5726.14	5741.16
Ekim	1012.36	1828.75	2841.11
Kasım	6407.77	160.25	6568.02
Aralık	15513.01	0	15513.01
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	65432.3	35270.57	100702.87

Çizelge EK-8.18. Erzurum ili B18 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

B18 / tuğla (10 cm) + hava boşluğu (2.5cm) + Taş yünü (5cm) + betonarme (10 cm) + alçı sıva (2 cm)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	19254.6	0	19254.60
Şubat	12690.99	0.08	12691.07
Mart	6999.21	106.58	7105.79
Nisan	2804.03	448.93	3252.96
Mayıs	480.24	2444.77	2925.01
Haziran	39.4	7140.44	7179.84
Temmuz	0	8761.72	8761.72
Ağustos	0	8688.65	8688.65
Eylül	14.71	5735.23	5749.94
Ekim	1005.5	1836.47	2841.97
Kasım	6371.42	162.72	6534.14
Aralık	15441.65	0	15441.65
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	65101.75	35325.58	100427.33

EK-9 Erzurum ili için giydirmce cephe senaryolarının sonuçları

Çizelge EK-9.1. Erzurum ili G1 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

G1 / Hafif Giydirmce Cephe 1995 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 1995 regs)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11435.55	26.59	11462.14
Şubat	6179.06	336.72	6515.78
Mart	2920.52	1262.1	4182.62
Nisan	1064.33	1980.05	3044.38
Mayıs	119.28	5078.39	5197.67
Haziran	7.01	10262.05	10269.06
Temmuz	0	11698.1	11698.10
Ağustos	0	10865.31	10865.31
Eylül	1.34	9033.92	9035.26
Ekim	356.11	4681.84	5037.95
Kasım	2642.43	1382.31	4024.74
Aralık	8741.24	88.74	8829.98
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	33466.85	56696.1	90162.95

Çizelge EK-9.2. Erzurum ili G2 senaryosunun aylık ve yıllık enerji yükü miktarı

G2 / Hafif Giydirmce Cephe 2000 yönetmeliğine göre izole edilmiştir (Lightweight Curtain wall Insulated to 2000 regs)			
Aylar	Aylık Isıtma Yükü [kWh]	Aylık Soğutma Yükü [kWh]	Aylık Toplam Enerji Yükleri [kWh]
Ocak	11398.57	27.32	11425.89
Şubat	6152.8	342.9	6495.70
Mart	2905.6	1278.54	4184.14
Nisan	1055.93	1999.59	3055.52
Mayıs	119.01	5112.32	5231.33
Haziran	7.19	10306.01	10313.20
Temmuz	0	11739.43	11739.43
Ağustos	0	10904.35	10904.35
Eylül	1.48	9072.64	9074.12
Ekim	354.92	4708.51	5063.43
Kasım	2630.2	1396.43	4026.63
Aralık	8710.99	90.88	8801.87
Yıllık Toplam Yükler [kWh]	33336.68	56978.93	90315.61