



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**UYUM GÖSTEREN (ADAPTİF) CEPHELER:
HAREKETLİ GÜNEŞ KONTROL
ELEMENLARININ ISIL ENERJİ
PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Gül Şerife GEDİRİ GÖKÇEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

**Haziran-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UYUM GÖSTEREN (ADAPTİF) CEPHELER: HAREKETLİ GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARININ ISIL ENERJİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Gül Şerife GEDİRİ GÖKÇEN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Elif Tuğba Yalaz

2023, 139 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Elif Tuğba YALAZ

Prof. Dr. İkbâl ÇETİNER

Doç. Dr. Ayşegül TEREÇİ

Dünya genelinde enerjiye duyulan ihtiyacın ve kontrolsüz kaynak tüketiminin artması iklim değişikliği, küresel ısınma, hava ve su kirliliği, yenilenemeyen enerji kaynaklarının yok olması, doğal çevrenin tahribatı ve ekolojik dengenin bozulması gibi birçok problemi beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilirlik, ortaya çıkan olumsuz durumların önlenmesi ve yavaşlatılmasına yönelik çözümleri içeren ve birçok alanda etkili olan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının en etkili olduğu alanlardan biri de inşaat sektörüdür. Binalar tasarım sürecinden başlayarak yaşam döngüsü içinde dünyada harcanan enerji ve kaynak tüketiminin büyük bir bölümünden sorumludur. Bu nedenle yapılarda enerji tüketiminin kontrol altına alınması ve enerjinin etkin biçimde kullanılması önemli bir konu haline gelmektedir. Bina kabuğunun en geniş yüzeyini oluşturan cephe sistemleri yapıların çevresel etmenlere karşı dayanımı, iç mekânda kullanıcı konforunun sağlanması ve yapıda enerjinin etkin kullanımı açısından en önemli yapı elemanı olarak yeni arayışların olduğu bir çalışma alanı olmaktadır. Bu arayışların sonucunda ortaya çıkan kavramlardan birisi de son yıllarda yaygınlaşan uyum gösteren (adaptif) cepheler olmuştur. Uyum gösteren cepheler, iç ve dış ortamdaki gelen etkilere karşı cevap oluşturarak binanın performansının, kullanıcı konforunun ve enerji tasarrufunun sağlanmasında etkili olmaktadır. Literatürde farklı isim karşımıza çıkan ve üzerinde çalışılan güncel bir konu olması nedeniyle uyum gösteren cephe sistemleri çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Tez çalışması kapsamında cephe kavramından başlayarak, cephe sistemlerinin tarihsel gelişimi, performans gereksinimleri, sınıflandırmaları ve cephe türleri incelenmiştir. Cephe sistemleri uyum gösteren ve uyum göstermeyen olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır. Uyum gösteren cephe sistemlerinin tarihsel gelişim süreci, performans gereksinimleri, sınıflandırmaları, türleri ve tanımlamaları üzerine araştırmalar yapılmıştır. Yapılan literatür araştırması ve incelenen örneklerin sonucunda uyum gösteren cephe sistemleri için tez kapsamında öneri bir sınıflandırma tablosu oluşturulmuştur. Ardından literatürde yer alan otuz beş (35) adet uyum gösteren cephe örneği oluşturulan öneri sınıflandırma tablosuna göre değerlendirilmiştir. Yapılan literatür araştırması ve örnek incelemesinin sonucunda uyum gösteren cephelerin en çok tercih edildiği yapı türlerinden birinin “ofis” olduğu belirlenmiştir. Özellikle “güneş” etmenine göre tasarımın ön plana çıktığı ve cephe hareketleri incelendiğinde ise “kayma, katlanma” hareketlerinin sıklıkla uygulandığı görülmüştür. Bu nedenle çalışma kapsamında Antalya’da yer alan çok katlı bir ofis yapısının cephesine uygulanan hareketli güneş kontrol elemanlarının yapının enerji performansı üzerindeki etkisinin DesignBuilder programı aracılığıyla değerlendirilmesine karar verilmiştir. On (10) katlı ve giydirme cepheli bir ofis yapısı örneklem bina olarak tasarlanmış olup güney cephesinde dört (4) parçadan oluşan hareketli güneş kontrol elemanı önerilmiştir. Yatayda ve düşeyde konumlanarak manuel olarak 15’er derecelik açılarla kayma ve katlanma hareketi yapabilen bu modülün yapının ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükü üzerindeki etkisi yapılan analizler yardımıyla değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, basit bir hareket prensibine sahip olarak tasarlanan cephe elemanının her ay için farklı konumlarına bakılmış ve en verimli olduğu durumlar değerlendirilmiştir. Cephede güneş kontrol elemanlarının uygulanması durumunda yapıda ihtiyaç duyulan enerji miktarının azaldığı görülmüştür. Antalya’da yer alan ofis yapısının özellikle soğutma için harcadığı enerji miktarının fazla olduğu belirlenmiştir. Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül gibi Antalya’nın en sıcak olduğu aylarda güneş kontrol elemanlarının ofisin soğutma yükü ihtiyacının azaltılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda güneş kontrol elemanının her ay için en yüksek verim sağladığı konumlarda kullanıldığında yıllık enerji tüketimini oldukça etkili bir biçimde azalttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Cephe, Uyum gösteren (Adaptif) cephe, DesignBuilder, Enerji etkin cephe tasarımı, Hareketli güneş kontrol elemanı.



ABSTRACT

MS THESIS

ADAPTIVE FAÇADES: THERMAL ENERGY PERFORMANCE EVALUATION OF KINETIC SOLAR CONTROL ELEMENTS

Gül Şerife GEDİRİ GÖKÇEN

**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

2023, 139 Pages

Jury

Asst. Prof. Elif Tuğba YALAZ

Prof. Dr. İkbal ÇETİNER

Assoc. Prof. Dr. Ayşegül TEREÇİ

The increase in the need for energy and uncontrolled consumption of resources worldwide brings many problems such as climate change, global warming, air and water pollution, destruction of non-renewable energy resources, destruction of the natural environment and deterioration of the ecological balance. Sustainability is a concept that includes solutions to prevent and slow down emerging negative situations and is effective in many areas. One of the areas where the concept of sustainability is most effective is the construction sector. Buildings are responsible for a large part of the energy and resource consumption in the world during their life cycle, starting from the design process. Therefore, controlling energy consumption in buildings and using energy efficiently has become an important issue. Façade systems, which constitute the largest surface of the building envelope, are an up-to-date study area and are the most important building element in terms of the resistance of buildings against environmental factors, providing user comfort in the interior space and efficient use of energy in the building. One of the concepts that emerged as a result of these searches has been the adaptive façades that have become widespread in recent years. Adaptive façades are effective in ensuring the performance of the building, user comfort and energy saving by responding to the effects from the internal and external environment. Adaptive façade systems have been chosen as the field of study since it is a current subject that is referred to with various names in the literature.

Within the scope of the thesis, starting from the concept of façade, the historical development of façade systems, performance requirements, classifications and types of façades are examined. Façade systems are categorized under two main headings: adaptive and non-adaptive. Research has been conducted on the historical development process, performance requirements, classifications, types and definitions of adaptive façade systems. As a result of the literature review and examples examined, a proposed classification table for adaptive façade systems was developed in the scope of the thesis. Then, thirty-five (35) examples of adaptive façade systems in the literature were analyzed according to the proposed classification table. As a result of the literature review and sample analysis, it was determined that "office" is one of the building types where adaptive façades are the most preferred. It has been observed that the design is especially emphasized according to the "sun" factor and when the façade movements are examined, it is seen that "sliding, folding" movements are frequently applied. For this reason, within the scope of the study, it was decided to evaluate the effect of kinetic solar control elements applied on the façade system of a multi-storey office building in Antalya on the energy performance of the building via DesignBuilder program. A ten (10) storey office building with curtain wall was designed as a case building and a kinetic solar control element consisting of four (4) parts was proposed on the south façade. The effect

of this module, which can manually slide and fold in horizontal and vertical directions at 15 degrees angles, on the heating, cooling and total energy loads of the building has been evaluated with the help of analysis.

As a result of the study, different positions of the kinetic solar control element, which is designed with a simple movement principle, were examined for each month and the most efficient positions were evaluated. It was seen that the amount of energy required in the building decreased in case of the application of solar control elements on the façade. It has been determined that the amount of energy consumed by the office building in Antalya is high, especially for cooling. It has been concluded that solar control elements are effective in reducing the required cooling load of the office during the hottest months of Antalya such as June, July, August and September. In line with the data obtained, it is seen that the solar control element reduces the annual energy consumption quite effectively when it is used at the locations where it provides the highest efficiency for each month.

Keywords: Façade, Adaptive façades, DesignBuilder, Energy efficient façade design, Kinetic solar control element.



ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca kıymetli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, süreç boyunca desteğini esirgemeyen ve benim için bir rehber olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Elif Tuğba YALAZ'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Beni sevgiyle yetiştiren, bugünüme ulaşmamı sağlayan, bu zorlu süreçte desteklerini hiç esirgemeyen, hayatım boyunca yol göstericilerim olan canım annem Hatice GEDİRİ'ye ve canım babam Murat GEDİRİ'ye, süreç boyunca desteğini ve sevgisini esirgemedi hep yanımda olan sevgili eşim Tuğrul GÖKÇEN'e sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca bu süreçte beni hep destekleyen arkadaşlarıma da çok teşekkür ederim.

Son olarak çalışmamı 06/02/2023 tarihinde yaşanan Kahramanmaraş Pazarcık merkezli depremde hayatını kaybedenlere ve depremzedelere ithaf ediyorum.

Gül Şerife GEDİRİ GÖKÇEN
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	9
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	10
1.3. Çalışmanın Yöntemi.....	11
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	14
2.1. Cephe	14
2.1.1. Tarihsel süreçte cepheler ve cephe malzemeleri.....	15
2.1.2. Cephe performans kriterleri	17
2.1.3. Cephelerin sınıflandırılması ve türleri	20
2.2. Uyum Gösteren (Adaptif) Cepheler	25
2.2.1. Uyum gösteren cephelerin gelişim süreci	26
2.2.2. Uyum gösteren cephe türleri.....	27
2.2.3. Uyum gösteren cephelerin performans gereksinimleri.....	41
2.2.4. Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması	44
2.2.5. Uyum gösteren cephe performansının değerlendirilmesi, benzetim ve analiz programları.....	47
2.3. Uyum Gösteren Cepheler İçin Öneri Sınıflandırma Tablosu	48
2.4. Bölüm Sonucu.....	53
3. UYUM GÖSTEREN CEPHE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ.....	54
3.1. Uyum Gösteren Cephe Örneklerinin İncelenmesi	55
3.1.1. Arap Dünya Enstitüsü	56
3.1.2. Milwaukee Sanat Müzesi	56
3.1.3. B2 Evi	56
3.1.4. Fünf Höfe	56
3.1.5. Pittsburgh Çocuk Müzesi (Articulated Cloud)	56
3.1.6. Planetarium City of Arts and Science, Valencia (Valensiya Opera Binası).	57
3.1.7. Aalen Üniversitesi Ek Yapısı.....	57
3.1.8. Kiefer Teknik	57
3.1.9. Carabanchel Sosyal Konutları	57

3.1.10. GreenPix: Zero Energy Media Wall	58
3.1.11. Altis Belém Oteli	58
3.1.12. Media-TIC	58
3.1.13. Brisbane Havaalanı	58
3.1.14. Köln Oval Ofisler.....	58
3.1.15. Friedrichstrasse Ofis Binası	59
3.1.16. Kuggen.....	59
3.1.17. Nursing Home Meidling	59
3.1.18. Marthashof Berlin	59
3.1.19. M9-C Binası.....	60
3.1.20. Okyanus Pavyonu	60
3.1.21. RMIT Tasarım Merkezi	60
3.1.22. Al-Bahar Kuleleri	60
3.1.23. Leawood Spekülatif Ofisi	61
3.1.24. Algeahouse.....	61
3.1.25. Sharifi-Ha Evi	61
3.1.26. Agc Glass Europe Merkez Ofisi	61
3.1.27. SDU Kampüsü	62
3.1.28. Hazza Bin Zayed Stadyumu	62
3.1.29. Vitacon Itaim Binası	62
3.1.30. Kil Çatılı Ev	62
3.1.31. Ma Vie La	63
3.1.32. Congres Scentrum.....	63
3.1.33. Bund Finans Merkezi.....	63
3.1.34. 312 Vista Ofis Kulesi.....	63
3.1.35. 4 Arkadaş İçin Apartman	63
3.2. Örneklerin Değerlendirilmesi	64
3.3. Bölüm Sonucu.....	78
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	80
4.1. Çalışma Alanı ve İklim Özellikleri	81
4.2. Benzetim ve Analiz Programlarının Belirlenmesi	84
4.3. Yapının Türünün ve Özelliklerinin Belirlenmesi	85
4.4. Hareketli Güneş Kontrol Elemanı Önerisinin Geliştirilmesi.....	87
5. BULGULAR.....	89
5.1. Enerji Yüğü Değişimi	89
5.2. Güneş Kontrol Elemanlarının Konumuna Göre Aylık Enerji Yüğülerinin Değişimi	103
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	119
6.1. Sonuçlar	119
6.2. Öneriler	126
7. KAYNAKLAR	127

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
(Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği)

COST: European Cooperation in Science and Technology (Avrupa Bilim ve Teknoloji
İşbirliği)

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

ETFE: Etylen Tetra Fluoro Etylen (Etilen Tetra Fluoro Etilen)

PV: Photovoltaic (Fotovoltaik)

BIPV: Building-Integrated Photovoltaics (Cepheye Entegre Fotovoltaik Sistem)

CETP: Cam Elyaf Takviyeli Plastik (Glass Fiber Reinforced Polymers)

m: Metre

m²: Metrekare

mm: Milimetre

cm: Santimetre

cm²: Santimetrekare

kWh: Kilowatt saat

kWh/m²: Kilowatt saat/metrekare

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Sürdürülebilirlik ilişkili temel kavramların hiyerarşisi	2
Şekil 1.2. Sürdürülebilir tasarım ve kirliliğin önlenmesinin kavramsal çerçevesi	2
Şekil 1.3. Tez akış şeması.....	12
Şekil 1.4. Materyal ve Yöntem akış şeması.....	13
Şekil 2.1. Knaack ve diğ. (2007)'nin cephelerin gelişimini değerlendirdiği temel başlıklar.....	16
Şekil 2.2. Cephe kavramının tarihsel süreçte değişimi.....	17
Şekil 2.3. Cephe gereksinimleri.....	18
Şekil 2.4. Cephe gereksinimleri.....	19
Şekil 2.5. Cephe gereksinimleri.....	20
Şekil 2.6. Cephelerin sınıflandırılması	22
Şekil 2.7. Uyum gösterme durumlarına göre cepheler	25
Şekil 2.8. Mike Davies'in çok değerlikli duvar eskizi	27
Şekil 2.9. Uyum gösteren cephe sıfatları ve tanımlamaları	28
Şekil 2.10. Aktif Cepheler (Active Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	29
Şekil 2.11. Gelişmiş Cepheler (Advanced Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	31
Şekil 2.12. Biyomimetik Cepheler (Biomimetic or Bio-inspired Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	32
Şekil 2.13. Kinetik Cepheler (Kinetic Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar ..	33
Şekil 2.14. Akıllı Cepheler (Intelligent Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	34
Şekil 2.15. Etkileşimli Cepheler (Interactive Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	35
Şekil 2.16. Hareketli Cepheler (Movable Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	36
Şekil 2.17. Tepki Veren Cepheler (Responsive Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	37
Şekil 2.18. Akıllı Cepheler (Smart Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	38
Şekil 2.19. Değiştirilebilir Cepheler (Switchable Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	39
Şekil 2.20. Dönüştürülebilir Cepheler (Transformable Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar	40
Şekil 2.21. Uyum gösteren cephelerin rolü	43
Şekil 2.22. Cephenin işlevi ve uyum gösterme kriterleri ilişkisi.....	43
Şekil 2.23. Uyum gösteren cepheler için kavramsal matris	45
Şekil 2.24. Uyum gösteren cephe sınıflandırılması	47
Şekil 2.25. Uyum gösteren cephe sınıflandırılması	47
Şekil 2.26. Uyum gösteren cepheler için sınıflandırma tablosu önerisi	52
Şekil 3.1. İncelenen yapı örneklerinin yapım yıllarına göre dağılım grafiği.....	70
Şekil 3.2. İncelenen yapı örneklerinin ülkelere göre dağılım grafiği	70
Şekil 3.3. İncelenen yapı örneklerinin yapı türlerine göre dağılım grafiği.....	71
Şekil 3.4. İncelenen yapı örneklerinin iklim bölgelerine göre dağılım grafiği.....	72
Şekil 3.5. İncelenen yapı örneklerinin kullanım nedenlerine göre dağılım grafiği	73
Şekil 3.6. İncelenen yapı örneklerinin etkenlerine göre dağılım grafiği	73
Şekil 3.7. İncelenen yapı örneklerinin hareket görünürlüğüne göre dağılım grafiği.....	74
Şekil 3.8. İncelenen yapı örneklerinin hareket eden parçalarına göre dağılım grafiği ...	74
Şekil 3.9. İncelenen yapı örneklerinin tepki biçimlerine göre dağılım grafiği.....	75

Şekil 3.10. İncelenen yapı örneklerinin hareket şekli/ değişim türlerine göre dağılım grafiği.....	76
Şekil 3.11. İncelenen yapı örneklerinin enerji üretimine göre dağılım grafiği.....	76
Şekil 3.12. İncelenen yapı örneklerinin hareket mekanizmasına göre dağılım grafiği ..	77
Şekil 3.13. İncelenen yapı örneklerinin hareket sürelerine göre dağılım grafiği	77
Şekil 3.14. İncelenen yapı örneklerinin malzeme türlerine göre dağılım grafiği	78
Şekil 4.1. Türkiye iklim bölgeleri haritası	82
Şekil 4.2. Antalya ili ortalama sıcaklık verileri	82
Şekil 4.3. Antalya ili ortalama yağış verileri	83
Şekil 4.4. Antalya ili ortalama güneşlenme verileri	83
Şekil 4.5. DesignBuilder yeni proje oluşturma ve konum belirleme.....	84
Şekil 4.6. DesignBuilder çizim ekranı	85
Şekil 4.7. Örneklem yapı plan şeması	85
Şekil 4.8. Örneklem binanın özellikleri.....	86
Şekil 4.9. Örneklem bina görseli (DesignBuilder ile modellenmiştir)	87
Şekil 4.10. Güneş kontrol elemanı hareket şeması	88
Şekil 5.1. Ocak ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	103
Şekil 5.2. Ocak ayı toplam enerji yükünün güneş kontrol elemanı durumlarına göre değişimi.....	104
Şekil 5.3. Şubat ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	104
Şekil 5.4. Şubat ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi	105
Şekil 5.5. Mart ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	106
Şekil 5.6. Mart ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi	106
Şekil 5.7. Nisan ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	107
Şekil 5.8. Mayıs ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	107
Şekil 5.9. Haziran ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	108
Şekil 5.10. Temmuz ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	108
Şekil 5.11. Ağustos ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	109
Şekil 5.12. Eylül ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	109
Şekil 5.13. Ekim ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	110
Şekil 5.14. Kasım ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	111
Şekil 5.15. Kasım ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	111
Şekil 5.16. Aralık ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	112
Şekil 5.17. Aralık ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.....	112

Şekil 5.18. Aylara göre en düşük ve en yüksek toplam enerji yükü değişimi grafiği .. 117



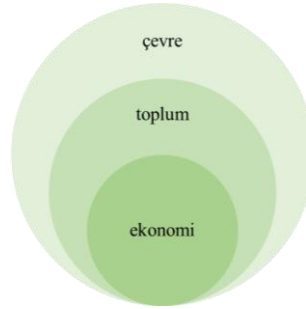
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Cephelerin sınıflandırılması	24
Çizelge 2.2. Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması çizelgesi.....	44
Çizelge 2.3. Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması çizelgesi.....	46
Çizelge 2.4. Benzetim programları ve eklentileri çizelgesi.....	48
Çizelge 3.1. Çalışma kapsamında önerilen uyum gösteren cephe sınıflandırma tablosu	54
Çizelge 3.2. Örneklerin Sınıflandırma Tablosuna Göre İncelenmesi.....	65
Çizelge 5.1. Güneş kontrol elemanı olmadığında aylık enerji yükleri	90
Çizelge 5.2. Güneş kontrol elemanı düşeyde 15 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	91
Çizelge 5.3. Güneş kontrol elemanı düşeyde 30 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	92
Çizelge 5.4. Güneş kontrol elemanı düşeyde 45 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	93
Çizelge 5.5. Güneş kontrol elemanı düşeyde 60 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	94
Çizelge 5.6. Güneş kontrol elemanı düşeyde 75 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	95
Çizelge 5.7. Güneş kontrol elemanı düşeyde 90 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	96
Çizelge 5.8. Güneş kontrol elemanı yatayda 15 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	97
Çizelge 5.9. Güneş kontrol elemanı yatayda 30 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	98
Çizelge 5.10. Güneş kontrol elemanı yatayda 45 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	99
Çizelge 5.11. Güneş kontrol elemanı yatayda 60 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	100
Çizelge 5.12. Güneş kontrol elemanı yatayda 75 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	101
Çizelge 5.13. Güneş kontrol elemanı yatayda 90 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri	102
Çizelge 5.14. Soğutma yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri (kWh).....	114
Çizelge 5.15. Isıtma yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri (kWh)	115
Çizelge 5.16. Toplam enerji yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri	116
Çizelge 5.17. Toplam enerji yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri (kWh)	118

1. GİRİŞ

Dünya’da enerji tüketimi ve enerjiye olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde enerji verimliliği ve alternatif enerji kaynaklarına ilişkin arayışlar sürmekte olup enerji tüketiminin kontrol altına alınması ve çevreye verdiği zararın en aza indirilmesi için çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Aydın, 2019). Özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrasında hızla artan nüfusun ihtiyaçları doğrultusunda üretilen yapı stoku ve endüstriyel gelişmeler sonucunda, doğal dengelerin göz ardı edildiği bir düzen ortaya çıkmıştır. 1960’lı yılların sonuna gelindiğinde ise süregelen kontrolsüz düzenin etkisiyle ekolojik dengenin bozulmaya başladığı tespit edilmiştir (Özmehmet, 2008). Dünyadaki bu enerji tüketiminin yaklaşık %45-50’lik kısmından binalar sorumludur (Hawken ve diğ., 1999; Dixon, 2010). Binaların yapım teknolojileri ve kullanıcıların alışkanlıklarına bağlı olarak binaların kullanım sürecinde ortaya çıkan enerji israfı ile çevreye verilen zarar artmaktadır (Anbarcı ve diğ., 2012). Binaların da büyük bir paya sahip olduğu aşırı üretim ve tüketim ortamı birçok çevresel sorunu beraberinde getirmiştir. Bu sorunların önlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarla birlikte yeni kavramlar ortaya çıkmıştır. “Sürdürülebilir Kalkınma” bu kavramlardan biridir. Kalkınma bir önceki duruma göre değişiklik ya da ondan uzaklaşma hareketini öneren dinamik bir kavram olarak ifade edilmektedir (Oakley ve Garforth, 1985). Torunoğlu (2004) ise kalkınma kavramını, klasik kapitalist düzende sınırsız üretim ve tüketim döngüsüne dayandırılmaktadır. Buna göre insan kalkınmada bir dişli görevi görmektedir. Köken olarak korumak anlamına gelen sürdürülebilirlik kavramı ise Muscoe (1995)’e göre toplum tarafından tam anlaşılammaktadır. “Sürdürülebilirlik” ve “Kalkınma” kavramları birbirini besleyerek “sürdürülebilir kalkınma” olgusunun tanımını ortaya koymaktadır (Muscoe, 1995). Sürdürülebilir kalkınma kavramının pek çok farklı tanımı olsa da 1987 yılında yayınlanan Burtland raporuna göre gelecek nesillerin ihtiyaçlarının göz ardı edilmeden bugünün ihtiyaçlarının karşılanabilmesi sürdürülebilir bir kalkınma sağlamaktadır (WCED report, 1987; Tıraş, 2012). Başka bir tanımda ise “Çevre değerlerinin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açmayacak biçimde akılcı yöntemlerle, bu günkü ve gelecek kuşakların hak ve yararları da göz önünde bulundurularak kullanılması ilkesinden özveride bulunmaksızın, ekonomik gelişmenin sağlanması” (Keleş ve Hamamcı, 1998) olarak ifade edilmiştir (Tıraş, 2012). Ruckelshaus (1989)’a göre ise sürdürülebilirlik ekolojinin kapsadığı alan içinde kalkınma ve ekonomik büyümenin karşılıklı etkileşim sağlayarak

oluşturduğu kavramdır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik, ekonomi-toplum-çevre olmak üzere üç temel bileşenle ilişki kurmaktadır (Özmehmet, 2008) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Sürdürülebilirlik ilişkili temel kavramların hiyerarşisi (Barnard ve Elliott, 2015)

Sürdürülebilirlik arayışı, mimari tasarım yaklaşımlarını da etkilemiş ve yeni kavramların oluşmasına zemin hazırlamıştır. Şekil 1.2’de ifade edildiği gibi sürdürülebilir mimari bazı temel ilkelere dayanmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998). Bunlar;

1. Hali hazırda bulunan kaynakların verimli kullanımının sağlanması,
2. Yaşamın devamlılığının sağlanması,
3. Tasarımda kullanıcı konforunun artırılması,
4. Yapının inşası ve kullanım sürecinde atıkların geri dönüştürülebilir olmasıdır (Çiğın ve Yamaçlı, 2020).

Aynı zamanda sürdürülebilir mimari tasarım, üretim teknolojilerinde yeni arayışları zorunlu kılmaktadır (Altın ve Orhon, 2014).



Şekil 1.2. Sürdürülebilir tasarım ve kirliliğin önlenmesinin kavramsal çerçevesi (Kim ve Rigdon, 1998; Çiğın ve Yamaçlı, 2014 kaynaklarından referans alınarak orijinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir)

Sürdürülebilirliğin geniş bir kavram olması nedeniyle uygulamalarda farklı ölçeklerde ele alınabilmektedir. Sürdürülebilir mimari yerel malzeme kullanımı, fiziki çevreye uyum, geleneksel yapıların kendisinden ve bina kabuğundan faydalanma, enerjiyi üretebilme ve koruyabilme, kaynakları doğru kullanma, minimum düzeyde bakım gerektiren yapı malzemelerinden yararlanma ve ileri teknolojiyi uygulayabilme gibi konularla ele alınmaktadır. Sürdürülebilir mimari konusunda enerji etkin tasarım, çevre/doğa ile uyumlu yapı tasarımı, ekolojik mimari ve akıllı yapı tasarımı gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır (Dikmen, 2011). Enerji etkin yapılar;

- Tasarımın ilk aşamasından itibaren alınan tedbirler ile daha az enerji tüketme ihtiyacı duyan,
- İhtiyacı olan enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabilen,
- Gereken enerjiyi verimli bir şekilde kullanan ve bu enerjiden en az atığı oluşturabilen yapılar olarak tanımlanabilir (Ulukavak Harputlugil, 2016)

Çevre ile sürekli etkileşim halinde olan bina kabuğu, konfor koşullarının sağlanmasına yönelik iklimsel ve tasarımsal kurgularda önemli bir yere sahiptir. Dolayısıyla bina kabuğunun alt bileşeni olan çatı ve cephe enerji etkin tasarım ölçütlerini karşılayacak işlevlere sahip olmalıdır. Bu işlevler, ısı yalıtımı, doğal aydınlatma, doğal havalandırma, yenilenebilir enerji kullanımı ve güneş kontrolü vb. şeklinde sıralanabilir (Uslusoy Şenyurt ve Altın, 2014).

Bina kabuğu, iç ve dış ortamı ayıran, iç ortamda ihtiyaç duyulan konfor koşullarını ve güvenliği sağlayan ve sürdüren, çevresel etmenlerin kontrolünü sağlayan yapı elemanıdır. Bir başka ifadeyle iç ve dış ortam arasındaki dengeyi sağlamaktadır (Herzog ve diğ., 2014). Tanımdan anlaşıldığı üzere yapının çevre ile temas yüzeyi en büyük yapı elemanı olan cephe (Tokatlı, 2021; Özdemir, 1996), bina performansı ve kullanıcı konforunun sağlanması, sürdürülebilirlik ve enerjinin etkin kullanımı konularında da önemli bir yere sahiptir (Uslusoy Şenyurt ve Altın, 2014).

Cephe kavramı, farklı tanımlamalara sahip olup tarih boyunca mimarlar için önemli bir tartışma alanı olmuştur. Zamanla gelişen ve değişen çevre faktörü, enerji kaygısı, küresel krizler cephe kavramına yeni yaklaşımları da beraberinde getirmiştir (Sönmez, 2013). Cepheler bina ölçeğinde çevresel faktörlerle doğrudan temas eden en geniş yapı birimi olması nedeniyle bu yaklaşımlardan fazlasıyla etkilenmiştir. Ayrıca kullanıcı konforunun sağlanması, çevresel etmenlere dayanım ve çevresel değişimlere uyum gösterme gibi parametreler de cephe tasarım sürecine dahil edilmektedir (Gür ve Aygün, 2009). Tarihsel süreç içerisinde birçok cephe sistemi ortaya çıkmış ve

geliştirilmiştir. En iyi performansın sağlanmasına yönelik arayışlar günümüzde de devam etmektedir.

Çağın en büyük sorunlarından biri olan iklim krizi birçok alanda olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Örneğin, yenilenemeyen/fosil yakıt kullanımı, çevreye zararlı gazların yayılması dünyadaki sıcaklık değerinin git gide yükselmesine ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Akyüz, 2019). Yapılar enerji tüketimi ve sera gazlarının oluşumunda önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle yapılarda enerji tüketimini azaltmak ve ortaya çıkan yeni koşullara uyum göstermek önemli kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Castro-Lacouture ve diğ., 2009).

“Adaptation (Adaptasyon-Uyum gösterme)” kavramı pek çok alanda farklı tanımlamalara sahiptir. Dobzhansky (1968) adaptasyon kavramını, organizmanın çevresel faktörlere genetik ve fizyolojik olarak uyum sağlaması olarak açıklamıştır. Yapı ölçeğinde ise adaptasyon kavramı, değişken koşulların sistem ya da yöntem aracılığıyla yapıya yeni bir boyut kazandırmasıdır (Yılmaz, 2006). Çevresel etkenlere adapte olabilme ve enerji etkin tasarım yapabilme arzusu “Adaptive Facade” yani “Uyum Gösteren Cephe” kavramını ortaya çıkarmıştır. Uyum gösteren cephe sistemleri, yapının bulunduğu konuma ve iklim koşullarına adapte olarak enerji verimliliği sağladığı için önemli çözüm yöntemlerinden biri olmuştur (Karaağaç, 2020). Uyum gösteren cephelerin adaptasyon biçimi insan derisini anımsatmaktadır (Romano, 2011). Rogers (1979), uyum gösteren cephelerin temelde sinir sistemi gibi çalışan bir kontrol mekanizmasına sahip olduğunu, bu sayede kontrol edilebildiğini ve çevresel koşullara tepki oluşturabildiğini ifade etmektedir (Romano, 2011). Yapılan tanımdan hareketle uyum gösteren cephelerin organik bir sistem kurguladıkları sonucuna ulaşmak mümkündür (Romano, 2011).

Literatürde uyum gösteren cephe sistemleriyle ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Knaack ve diğ. (2007) “Façades Principles of Construction” adlı çalışmalarında cephe kavramı çeşitli alt başlıklar kapsamında değerlendirmiştir. Cephe kavramında uyum gösteren cephelerin yeri ve tarihsel süreci, performans kriterleri ve çevresel etkileri ele alınmıştır. Çalışma kapsamında uyum gösteren cepheler, diğer cephe türleri ve çıkış noktaları ile birlikte ele alındıkları için kapsamlı bir tanım üretilmiştir.

Loonen ve diğ. (2015) “Design for Façade Adaptability: Towards A Unified and Systematic Characterization” başlıklı çalışmalarında uyum gösteren cephelerin sınıflandırılmasını detaylı olarak ele almış ve tasarımda sağlanması gereken parametreler ortaya koyulmuştur.

Başaran tarafından 2015 yılında yapılmış olan “Kinetik Gölgeleme Elemanları Entegre Edilmiş Bir Binanın Enerji Etkinliğinin Arttırılması” başlıklı yüksek lisans tezinde hareketli yapı bileşenleriyle birlikte kinetik mimarlık kavramı ele alınmıştır. Çalışma kapsamında Ankara’da 8 katlı bir ofis yapısının cephesinde yatay hareketli güneş kontrol elemanları kullanılarak yapının enerji performansındaki değişim incelenmiştir.

Aelenei ve diğ. (2016) “Adaptive Façade: Concept, Applications, Research Questions” başlıklı çalışmalarında, uyum gösteren cephelerin tanımlarından yola çıkarak niteliklerinin belirlenmesini hedefleyen bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada uyum gösteren cephelerin farklı türleri birlikte ele alınarak çevresel faktörlere verdikleri tepkiler değerlendirilmiştir.

Kürkdamar tarafından 2016 yılında yapılan “Biyo Adaptif Cephe Elemanları” başlıklı yüksek lisans tezinde fotobiyoreaktör kökenli uyum gösteren cepheler ele alınmış ve bunların sonucunda cephe önerisi geliştirilmiştir.

Atawula 2016 yılında yaptığı “Bioinspired Kinetic Architecture and Adaptive Component Design Proposal” başlıklı yüksek lisans çalışmasında bitki gözeneklerinden yola çıkarak kullanıcı konforunu arttırmaya yönelik kinetik ve uyarlanabilir bir sistem yaklaşımı ortaya koymuştur. Önerisinin etkinliğini Grassopher programı aracılığıyla analiz etmiştir.

Başaran (2016), “Medya Cepheleri ve Mimarlık İlişkisinin İncelemesi” başlıklı yüksek lisans tezinde giderek yaygınlaşan medya cephe uygulamalarının mimariyi dönüştürmesi avantajları ve dezavantajlarıyla birlikte ele alınmıştır.

Kasaboğlu (2016) yapmış olduğu “Kinetik Mimarlık Kavramının Örneklerle İrdelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde uyarlanabilen ve dönüşebilen kinetik mimarlığı öncelikle kavramsal olarak daha sonrasında ise yerel ve uluslararası örneklerle değerlendirmiştir.

Başarır ve Altun (2017) “A Classification Approach for Adaptive Facades” çalışmasında literatürden ve örnekler üzerinden oluşturdukları altlık yardımıyla kendi sınıflandırma matrislerini oluşturmuşlardır.

Romano ve diğ. (2018) “What is An Adaptive Façade? Analysis of Recent Terms and Definitions from An International Perspective” başlıklı çalışmalarında uyum gösteren cephe kavramını ayrıntılı olarak değerlendirmiştir. Bu kapsamda uyum gösteren cepheler ile ilgili literatürde yer alan kavramlar ve tanımlamalar ele alınmıştır.

Çakır Aydoğan (2018) “Ses Verileri Etkileşimli Dinamik Adaptif Bir Cephe Önerisi Sound Shield” başlıklı yüksek lisans tezinde cepheden uyum gösteren cepheye

kadar olan süreci ele alarak uyum gösteren cepheleri gruplandırmıştır. Mevcut bir yapı sketch up programı üzerinden yeniden modellenmiştir. Ses etkileşimli uyum gösteren cephe önerisini oluşturdukları model üzerinden Odeon programı aracılığı ile analiz etmiştir.

Yenerkol (2018) yapmış olduğu “Yenilikçi Prefabrike Cephe Sistemlerinin İncelenmesi ve Yeni Bir Cephe Sistemi Önerisi” başlıklı yüksek lisans tezinde prefabrike cephelerin gelişim süreçlerini, uygulamalarını ve türlerini ele almıştır. Yapmış olduğu çalışmada uyarlanabilir prefabrike bir cephe önerisi tasarlayarak uygulama biçimlerini analiz etmiştir.

Böke ve diğ. (2019) “Superposition Matrix for The Assessment of Performance-Relevant Adaptive Façade Functions” çalışmasında uyum gösteren cephelerin sınıflandırılmasını ve çevresel etkenlerle ilişkisini detaylı bir biçimde ele almış ve tasarımı sağlanması gereken parametreleri değerlendirmiştir.

Öner (2019) tarafından hazırlanan “Uyum Gösteren Gölgeleme Bileşenlerinin Parametrik Tasarım Araçlarıyla Performans Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde uyum gösteren cephe kavramı tarihsel ve sistemsel olarak ele alınmıştır. Mevcut projelerin incelenmesi ve literatür çalışmalarının ortaya konulmasının ardından alternatif uyum gösteren cephe (gölgeleme bileşeni) önerisi ortaya konulmuştur. Önerinin modellenmesi ve analizi için Grasshopper programı seçilmiştir. Bu program içerisine entegre olabilen DIVA ve Archsim eklentileri ile öneri analizi gerçekleştirilmiştir.

Matinpour tarafından 2019 yılında yapılan “İslami Geometrik Örüntülerin Kinetik Yüzey Oluşturma Potansiyelleri Üzerinde Bir Deneme” başlıklı yüksek lisans tezinde mimari cephe oluşturmanın öneminden yola çıkarak kinetik yüzeylere yoğunlaşmıştır. Kinetik bir yüzey önerisi için bir açıdan tessellasyon olan İslami geometrik örüntülerden faydalanmıştır. Çalışmada, İslami geometrik formlardan bazılarının kinetik yüzey oluşturmak için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Muhammedova (2019) “Enerji Verimliliği ve İç Mekan Konfor Koşullarını Geliştirmek İçin Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinin Entegrasyonu İçin Bir Yaklaşım: Yurt Odası Vaka Çalışması” başlıklı yüksek lisans tezinde uyum gösteren cepheleri ele almıştır. DesignBuilder programı aracılığıyla İstanbul’da bir yurt odası için geliştirdiği uyum gösteren cephe önerisinin aydınlatma, ısıtma ve soğutma başlıklarına göre enerji analizlerini gerçekleştirmiştir.

Kılıç Kızıltaş (2019) tarafından yapılan “Fotovoltaik Sistemler ve Güneşe Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinin Enerji Etkinlik Yönünden Değerlendirilmesi” yüksek

lisans tezinde güneş etkenine bağı olarak tasarlanan uyum gösteren cepheler ve fotovoltaiik sistemler detaylı bir biçimde ele alınmıştır. Çalışmada tasarım kriterleri belirlenmiş, cephe sistemlerin gelişmişlik düzeyi değerlendirilmiştir.

Anaç tarafından 2019 yılında yapılan “Cephe Gölgeleme Elemanlarının Isıtma ve Soğutma Yükleri Üzerine Etkisi” başlıklı yüksek lisans tezinde farklı iklim bölgelerinde yer alan 5 il özelinde sabit ve hareketli gölgeleme elemanlarının yapının ısı performansına katkısı değerlendirilmiştir. Analizler DesignBuilder programında gerçekleştirilmiştir.

Ergin (2019), “Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinde Güncel Yaklaşımlar ve Akıllı Malzemelerin Kullanımı” başlıklı yüksek lisans tezinde uyarlanabilir cephe sistemlerini ve bu sistemlerde kullanılan akıllı malzemeleri geniş bir çerçevede ele almıştır.

Çavuş tarafından 2019 yılında yapılan “Learning from Folding for Design in Kinetic Structures in Architecture” başlıklı yüksek lisans tezinde kinetik yapıları katlanma biçimlerine göre ele almış ve katlanmalarını uygun olarak ifade edebilmenin, sınıflandırabilmenin yöntemlerini ortaya koymaya çalışmıştır.

Alyasiri (2020) “Advanced Architecture Design Strategy Based on Biomimicry Towards High-Performance Design in High-Rise Buildings” isimli yüksek lisans tezinde çevresel uyumu biyomimikri tabanlı sağlayan gelişmiş cephe sistemlerini ele almıştır. Elde ettiği veriler ışığında biyomimikri temalı bir cephe sistemi önerisi geliştirmiştir. Dubai, Bağdat, Doha şehirlerinin iklim verilerine göre cephe önerisinin analizini gerçekleştirmiştir.

Karaağaç (2020) “Uyum Gösteren Cepheler: Bir Meta Analizi” isimli çalışmada uyum gösteren cepheleri her yönüyle ele almayı hedeflemiştir. Uyum gösteren cephelerin tarihçesine, tanımlamalarına, mevcut örneklerine, sınıflandırma kriterlerine, temel parametrelerine, analiz ve modelleme programlarına, konu ile ilgili kaynakların dağılımına çalışmasında yer vermiştir.

Karakoç (2021) tarafından yapılan “Çevresel Performans Odaklı Adaptif Cephe Modülü İçin Akıllı Sistem Tasarımı” başlıklı doktora çalışmasında akıllı ve adaptif cephelerde kontrol edilme sürecinde yaşanan çatışmalara yönelik çözüm önerisi olması hedeflenen bir sistem tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem İstanbul koşullarında test edilerek değerlendirilmiştir.

Kars (2021) “Biyomimikri Destekli İnteraktif Cephe Bileşen Tasarım Önerisi” başlıklı yüksek lisans tezinde biyomimikri ve kinetik mimarlık kavramlarını ele almıştır. Çalışmada, Kars’ın iklim koşullarına göre doğadan esinlenen 3 farklı cephe bileşeni

örneği tasarlanmıştır. Bu bileşenlerin ısı performansına olumlu katkı sağlaması hedeflenmiştir. Yapılan öneriler Revit Dynamo ile modellenmiş, Energy Optimization ve Insight eklentileri ile analiz edilmiştir.

Kızılörenli (2021) “Responsive Façade Designs Based on Tessellation Method” başlıklı yüksek lisans tezinde tepkisel cepheler ele alınmıştır. Bu kapsamda tepkisel cephelerin sistematik bir analizi yapılmış ve ardından tesselasyon yöntemiyle tepkisel cepheler tasarlanmıştır. Tasarlanan cepheler için gün ışığı analizi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Musa (2021) “Varsayımsal Bir Hücre Tipi Ofis İçin Farklı Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinin Günışığı ve Enerji Performansının Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde 8 farklı tipte uyum gösteren cephe tipi önerilmiş ve bu öneriler Rhino, Grasshopper, Energy Plus ve DIVA yazılımları ile analiz edilmiştir.

Koç (2021) “Farklı İklim Bölgelerinde Yapı Kabuğunun Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım: Tip Eğitim Yapısı Örneği” isimli yüksek lisans tez çalışmasında, farklı iklim bölgelerinde yer alan 5 farklı ilde yapı kabuğunun enerji performansını DesignBuilder programı ile analiz etmiştir.

Engin (2022) “Kinetik Cephe Sistemlerinin Yapı Performansına Günışığı, Kamaşma ve Enerji Performansı Üzerindeki Etkileri” başlıklı yüksek lisans tezinde öncelikle kinetik cepheler için bir sınıflandırma yöntemi oluşturmayı hedeflemiştir. Daha sonrasında belirlenen kriterler doğrultusunda değişen kinetik cepheler Grasshopper ortamında analiz edilmiştir.

Kocağa (2022) “Çevresel Performans Odaklı Adaptif Cephe Sistemlerinin İncelenmesi” yüksek lisans tezinde sistem ve yapı bileşenlerinin bir araya gelerek doğru işleyen bir uyum gösteren cephe oluşturabilmesi için gereken performans kriterlerini belirlemiştir.

Sarısayın (2022) “Yayılabılır Makas Mekanizmalar İle Üretilmiş Yeni Bir Kinetik Güneş Kırıcı” başlıklı yüksek lisans tezinde literatürden yola çıkarak yenilikçi bir güneş kırıcı sistemi önerisi yapmıştır. Modellemesi Rhinoceros programında yapılan önerinin İzmir iklim koşulları için gün ışığı analizleri Grasshopper’s Ladybug ve Honeybee eklentileri ile gerçekleştirilmiştir.

Ulular (2022) “Kinetic Facades for Maximizing Human Comfort and Increasing Space Use Efficiency in Highly Glazed Building Interiors” isimli yüksek lisans tezinde Ankara ilinde var olan bir mekân üzerinden sabit güneş kırıcı ve kinetik cephe oluşturarak Honeybee ve Ladybug ile ısı ve aydınlatma analizlerini gerçekleştirmiştir.

Polat (2023) “Mimari Tasarımda Doğadan İlham Alan Strateji: Biyomimikri ve Kinetik Mimarlık Yaklaşımlarının Ara Kesitinde İklim Duyarlı Çalışmaların İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde doğanın çevreyle sağladığı uyumu mimari kapsamda değerlendirip kinetik mimari ve biyomimikri kavramlarını birlikte ele almıştır. Bu yönde farklı kabuk tasarımı önerileri geliştirerek avantaj ve dezavantajlarına değinmiştir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde farklı form, malzeme, özellik ve parametrelere göre tasarlanabilen uyum gösteren cepheler sürdürülebilir mimari tasarım yaklaşımları için etkili bir çözüm yolu oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında enerji kullanımı ve çevresel koşullara uyum gösterebilme özelliğine sahip olan uyum gösteren cephe kavramı ele alınmıştır.

1.1. Problem

Tasarım süreçlerinde yere ve ihtiyaca karşı çözümler üretmek mimarlık için temel kaygılardan biri olmuştur. Bu noktada çağın ve teknolojinin getirmiş olduğu yenilikler süreci olumlu etkilemiştir (Karaağaç, 2020). Malzeme ve yapım tekniği her tasarım için özelleşerek yapıya yeni bir kimlik kazandırmaktadır. Fakat bu yenilikler, getirmiş olduğu avantajlara ek olarak yapım maliyetlerinin artmasına neden olabilmektedir. Artan maliyetler, yapım ve kullanım aşamasındaki öngörülemeyen riskleri azaltmayı gerektirmiş ve inşa öncesi sürecin önemini arttırmıştır. Buna bağlı olarak yapım aşamasında karşılaşılabilecek sorunların engellenmesi ve kullanım sırasında yüksek verimliliğin sağlanması için arayışlara girilmiştir (Öner, 2019). Uyum gösteren cepheler, arayışlar sonucunda ortaya çıkan çözümlerden biri olmuştur. Bu cepheler yapılara enerji verimliliği sağlayabildikleri, çevresel koşullara ve kullanıcı ihtiyaçlarına cevap oluşturabildikleri için önemli bir noktada yer almaktadır (Altın ve Orhon, 2016).

Çalışmada, uyum gösteren cephelerin öneminden başlayarak tarihsel gelişimi, tanımları ve güncel yaklaşımları kapsayan literatür araştırması yapılmıştır. Elde edilen verilerden yola çıkılarak uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması yeniden ele alınmış ve örnek incelemesi yapılmıştır. Yapılan literatür araştırmasında temel anlamda şu sorulara cevap aranmıştır (Öner, 2019; Aelenei ve diğ., 2018);

- 1- Cephe nedir, tarihsel süreçte nasıl tanımlanmıştır?
- 2- Cephelerin performans kriterleri nelerdir?
- 3- Enerji etkin tasarımda cephenin önemi nedir?
- 4- Uyum gösteren cephe nedir (tanımları ve türleri)?

- 5- Uyum gösteren cephelerin gelişim süreci nasıl ilerlemiştir?
- 6- Uyum gösteren cephelerin tasarım kriterleri ve performans gereklilikleri nelerdir?
- 7- Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılma yaklaşımlarında hangi parametreler değerlendirilmiştir?
- 8- Uyum gösteren cephe örneklerinin özellikleri ve uyum gösterme düzeyleri nelerdir?
- 9- Uyum gösteren cephelerin modellenmesi ve analizinde kullanılan programlar/yazılımlar nelerdir?

Tez çalışmasının literatür kısmında bahsedilen soruların katkısıyla uyum gösteren cepheler anlaşılmalı ve değerlendirilmeye çalışılmıştır. Yapılan literatür araştırması sonucunda uyum gösteren cephe sistemlerinde de yaygın olarak uygulanan “hareketli güneş kontrol elemanlarının bina performansı üzerine etkisi” problem alanı olarak belirlenmiştir. Belirlenen problem alanı doğrultusunda çalışmanın materyal yöntem kısmında şu sorulara cevap aranmıştır:

- 1- Analiz yapılacak bölge ve örneklem yapının türü seçilirken nelere dikkat edilmelidir?
- 2- Hareketli güneş kontrol elemanı tasarımı nasıl olmalıdır?
- 3- Analizde kullanılacak program ve değerlendirilecek olan performans kriteri ne olmalıdır?
- 4- Tasarlanan cephe elemanın yapının performansına katkısı nedir?

Yukarıdaki sorulara cevap aranan bu çalışmanın uyum gösteren cephelerin ve hareketli güneş kontrol elemanlarının yapı performansına etkisinin anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tez çalışmasında, uyum gösteren cephe örneklerinden ve literatür araştırmasından yola çıkılarak uyum gösteren cephelerin tasarım ölçütleri ve sınıflandırmalarına ilişkin bir öneri geliştirilmesi amaçlanmaktadır. İncelenen örneklerin, oluşturulan öneri sınıflandırma tablosuna göre değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Yapılan vaka çalışması ile çalışma kapsamında önerilen hareketli güneş kontrol elemanın bina performansı üzerindeki etkisinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Çalışma kapsamında bir vaka çalışması yapılmıştır. Literatürde incelenen örneklerden yola çıkılarak yapı türü çok katlı ve dört cephesi şeffaf ofis olarak

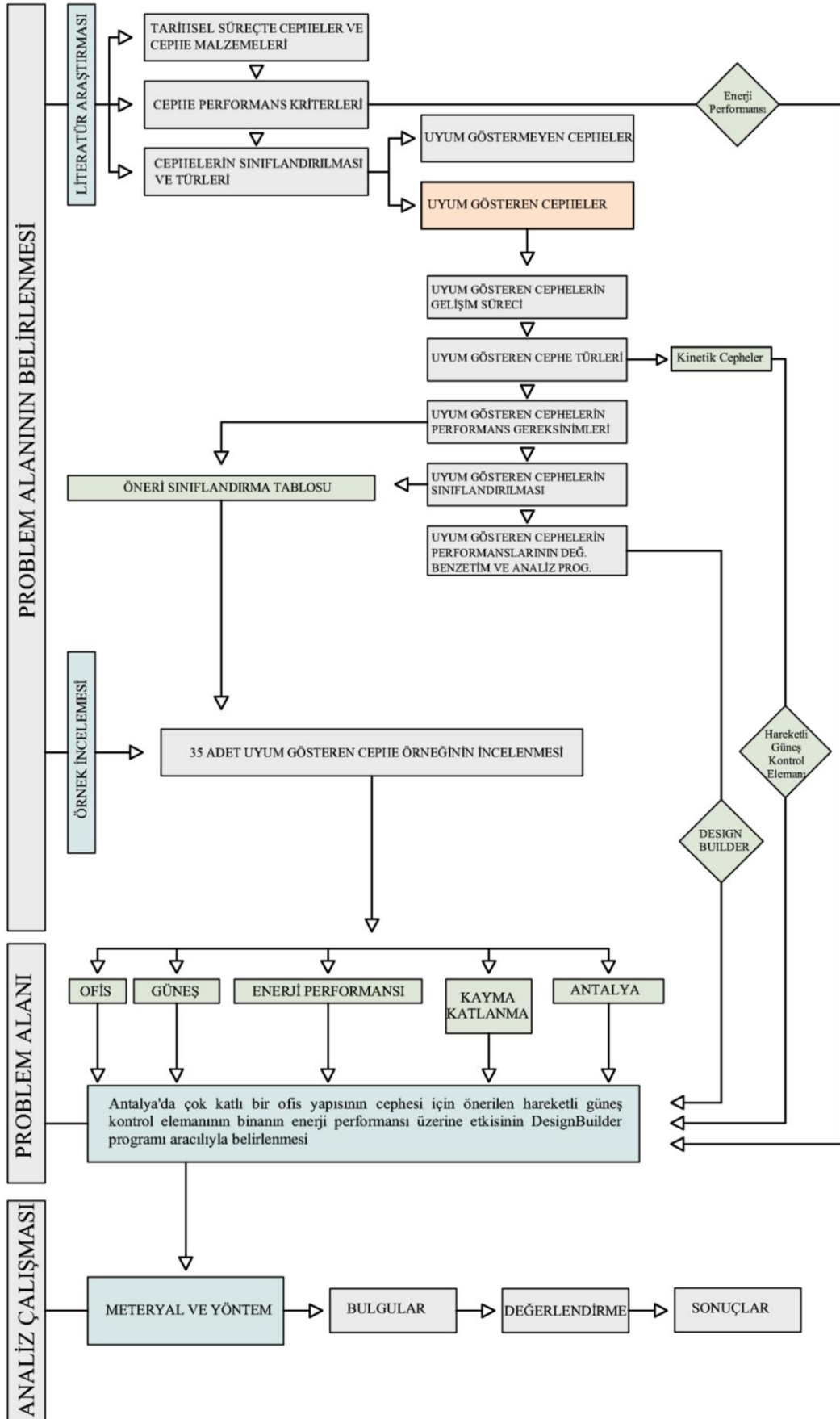
belirlenmiştir. Kentin iklimsel koşulları, güneşlenme süresi ve özellikle binaların soğutma yükü ihtiyacı düşünülerek çalışma alanı Antalya olarak seçilmiştir. Analizler yapılırken 2022 yılının iklim verileri dikkate alınmıştır. Analiz için aylık veriler dikkate alınmıştır. Analizde kullanılacak olan hareketli güneş kontrol elemanının tasarımında çalışma yapılan örnek incelemesinden faydalanılmıştır.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

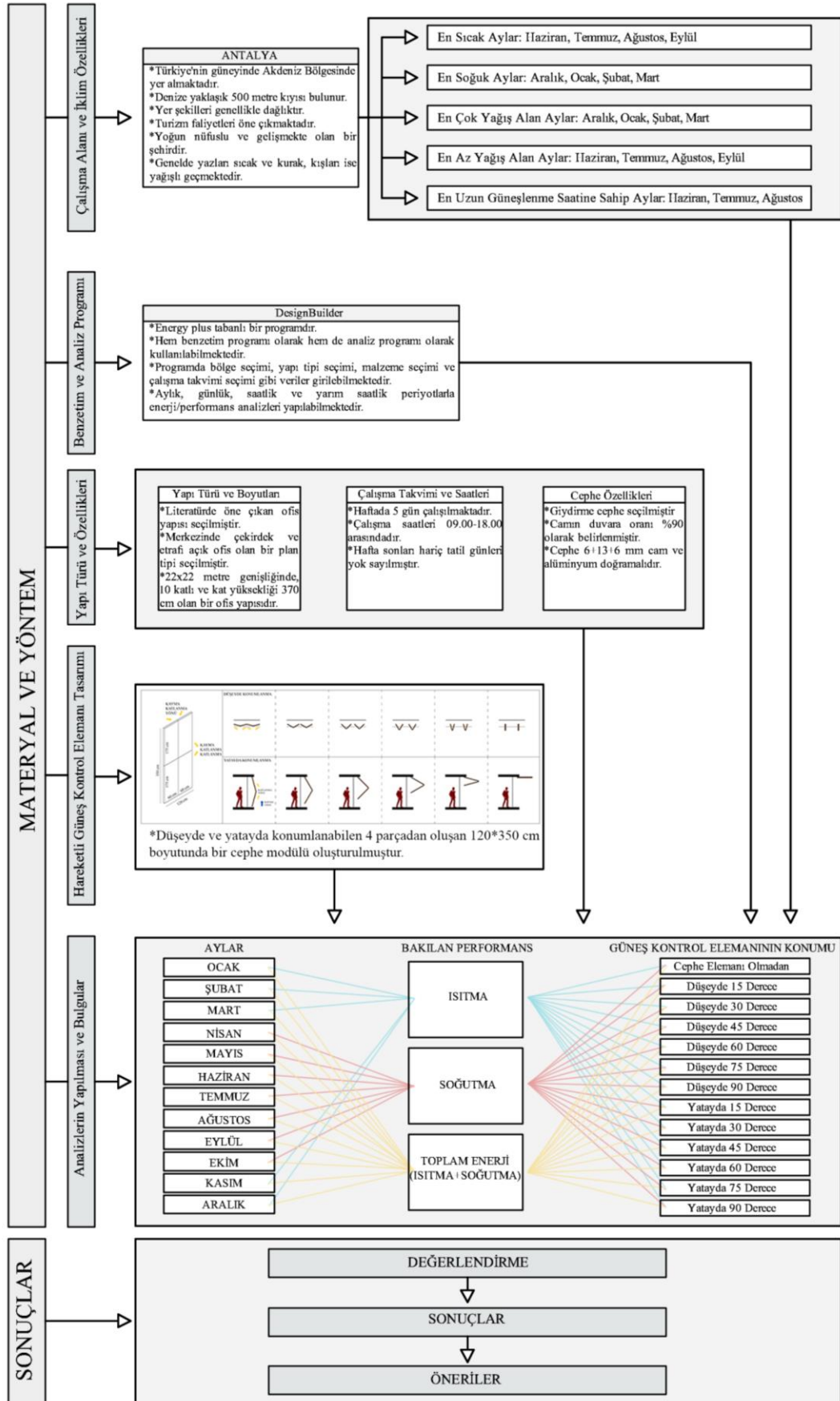
Çalışmanın yöntemi temel olarak literatür araştırması, örnek incelemesi ve analiz çalışmasına dayanmaktadır. Literatür araştırması kapsamında ulusal ve uluslararası makaleler, ulusal ve uluslararası bildiriler, Yüksek Öğretim Kurulu ulusal tez merkezi sisteminde yer alan tezler, uluslararası tezler, kitaplar, uluslararası projeler, uluslararası ölçekte çalışmalarını sürdüren iletişim ağları ve onların yayınları incelenmiştir. Yapılan literatür araştırmasında öncelikle cephe ve uyum gösteren cephe kavramları ele alınmıştır. Cephe ve uyum gösteren cephe sistemlerine ilişkin literatürde yer alan tanımlamalar, tarihsel gelişim süreçleri, sınıflandırmaları ve tasarım ölçütlerine ilişkin bilgiler ele alınmaktadır. Uyum gösteren cephe sistemlerinin tasarım ve analiz sürecinde etkili olan programlar araştırılmıştır. Literatürde yer alan uyum gösteren cephe örneklerinin tasarım ölçütleri ve sınıflandırmalarından yola çıkılarak, tez çalışması kapsamında uyum gösteren cephe sistemleri için bir sınıflandırma tablosu önerisi geliştirilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında literatür araştırmasından elde edilen veriler ile Dünya’da yer alan uyum gösteren cephelere ait uygulama örnekleri kronolojik olarak incelenmiştir. İncelenen örnekler çalışma kapsamında önerilen sınıflandırma tablosuna göre analiz edilmiş, ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışmanın üçüncü kısmında Antalya’da yer alan çok katlı bir ofis yapısının cephesine hareketli bir güneş kontrol elemanı tasarlanarak bu elemanın binanın enerji performansı üzerine etkisi DesignBuilder programı aracılığıyla analiz edilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde ileride yapılacak çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.



Şekil 1.3. Tez akış şeması



Şekil 1.4. Materyal ve Yöntem akış şeması

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde cephe ve uyum gösteren (adaptif) cephe kavramlarından bahsedilmektedir. Öncelikle cephe kavramı, cephenin performans gereksinimleri ve cephe türleri açıklanmıştır. Çalışma kapsamında uyum gösteren cephe sistemlerine yoğunlaşılmaktadır. Uyum gösteren cephe sistemlerinin tarihsel gelişim süreçleri, sistemlere ilişkin tanımlar, performans gereksinimleri ve sınıflandırmaları bu kapsamda ele alınmıştır.

2.1. Cephe

Yapılar; temel, duvar, döşeme, çatı ve açıklıklar gibi temel elemanlardan oluşmaktadır. Bu elemanlar, yapının sahip olması gereken taşıyıcılık, mekânsal ve çevresel etkileşim, kullanıcı konforu, enerji tasarrufu, görsel etkileşim gibi işlevlere göre ele alınmaktadır (Orbay, 2019). Bahsedilen işlevler yapının mekânsal ve çevresel faktörlerine göre farklılık göstermektedir. Çevresel faktörler genellikle yapının fiziksel performansı üzerinde etkili olmaktadır. Yapının enerjiyi etkin kullanmasını, depolamasını ve üretmesini etkileyen çevresel faktörler, en geniş alana sahip yapı elemanı olan cepheler ile doğrudan ilişki kurmaktadır. Bu noktada literatürde yer alan ve geleneksel hale gelmiş tanımlamayla cephe, genel olarak taşıyıcılık, çevre kontrolü, olumlu görsel etkileşim, tasarım amacını yerine getiren, iç ve dış ayrımını sağlayan bir katman olarak ifade edilmektedir (Başarır, 2019).

Mimari tasarım yaklaşımlarında cephe, kentsel boşlukta binayı tanımlayan katman olarak ele alınmakta ve bu hassasiyetle tasarımlar oluşturulmaktadır. Yapılan her bir cephe elemanının mekân ve kent algısına etkisi olmasının yanında binanın yapısal performansı ve enerji etkinliğinin sağlanması konusunda da önemli etkileri bulunmaktadır (Knaack ve diğ., 2007). Doğan Hasol'un mimarlık sözlüğünde cephe, binanın sokak düzeyinde görünüşü veya yapıya sonsuzdan bir bakış olarak tanımlanmaktadır (Hasol,1988). Bir başka tanımlamada ise cephe iç ve dış ortamları birbirinden ayıran, filtre oluşturan katman olarak nitelendirilmiştir (Herzog ve diğ., 2014). Cephe kavramı mimari izmler ve tarihsel döngüler içerisinde farklı ifadelerle bürünse de temel anlamıyla bina görünüşü anlamını hep korumuştur (Krier, 1992).

Bina performansı açısından çok etkili olan cepheler yapıyı estetik ve form açısından tamamlayan önemli bir yapı elemanıdır. Estetik, karmaşıklık düzeyi, kullanılan malzemeler ve kaplamalar, projenin büyüklüğü konumu gibi birçok faktöre bağlı olan

cephe sistemleri toplam yapı maliyetinin yaklaşık %15-20'sini oluşturmaktadır. Hem maliyet hem de yapının performansı üzerindeki etkisi dikkate alındığında cephe sistemlerinin doğru tasarlanması ve uygulanması büyük önem taşımaktadır (Kragh, 2011).

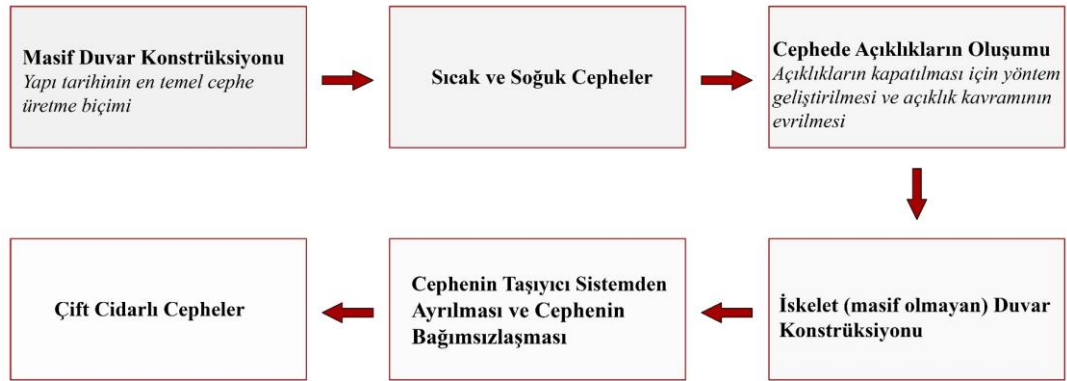
2.1.1. Tarihsel süreçte cepheler ve cephe malzemeleri

İnsanlığın yıllar içerisinde mimarlığa bakış açısı değişmiş ve gelişmiştir. Özellikle yerleşik hayata geçiş sürecinin başlaması ile barınma mekânları insanlar için önemli olmuştur (Herzog ve diğ., 2004). İnşaat sektöründe yaşanan bu değişimler cephe sistemlerini doğrudan etkilemiş ve zaman içerisinde cephe sistemlerinde kullanılan malzemeler ve yapım teknolojileri de gelişim göstermiştir (Orbay, 2019). Cephe kavramının önemini Tanyeli (1997)'ye atıfla Güvenli (2006), yapı yüzeyini şekillendirebilme ve tasarlayabilme kaygısının “ilkel” denebilecek çağlardan itibaren var olduğunu ifade etmektedir. Bu kaygının varlığıyla dönemler, coğrafyalar, malzemeler değişse bile mimari üretim biçiminde daima bir arayış olmuştur. Tarih boyunca cephe tanımdan tasarıma kadar birçok konuda değişime uğramıştır. Cephelerin şeffaflık ve opaklık düzeyleri ise geçmişten günümüze dönüşmeye ve tartışma konusu olmaya devam etmiştir. Bu değişimler sadece korunmayı temel alan basit cephe tasarımlarından teknolojin kullanıldığı aktif ara yüzlere kadar devam etmiş ve etmektedir (Karaaslan, 2019).

Mısır mimarlığından güncel mimarlık dünyasına kalan eserler genel anlamda ölümlerini gömme ve ölüm sonrası yaşamlarına hazırlanma kaygıları ile oluşturulmuştur (Roth, 2019). Yapıların yerel malzeme ve tekrar eden düzenle üretilen cepheleri, yapıyı çevrelemek üzerine temel bir mantıkla kurgulanmıştır. Yüzlerce yıl aynı ifade diliyle üretilen bu cepheler, değişime karşı bir direniş olmuştur (Roth, 2019). Yunan mimarisi ise her kullanım alanında farklı çözümler üretmiş ve her dönem gelişmeye devam etmiştir. Temel anlamda korunmak öncelikli amaç olmuştur. Planlı bir oluşuma sahip Yunan şehirleri, özellikle kamu yapıları ve tapınaklarda incelikli tasarımlara yönelmiştir. Tapınak mimarisine bakıldığında cephelerde gösteriş ve ritmik düzen ön plana çıkmıştır. Farklı form ve işlenmişlikte sütunlar ve sütun başlıkları yapıların önemli birer parçası olmuştur (Roth, 2019). Roma mimarlığı sağlamlık (Dirlik, 2017), hızlı üretim (Ekinci ve diğ., 2012; Saner, 2005) ve fonksiyonellik gibi temel kavramlar üzerine inşa edilmiştir. Yunan mimarlığına benzer bir biçimde kamu ve dini yapılar daha özel olarak kurgulanmıştır (Roth, 2019). Cephelerde ritim ve düzen kaygısının, yerel malzemelerin

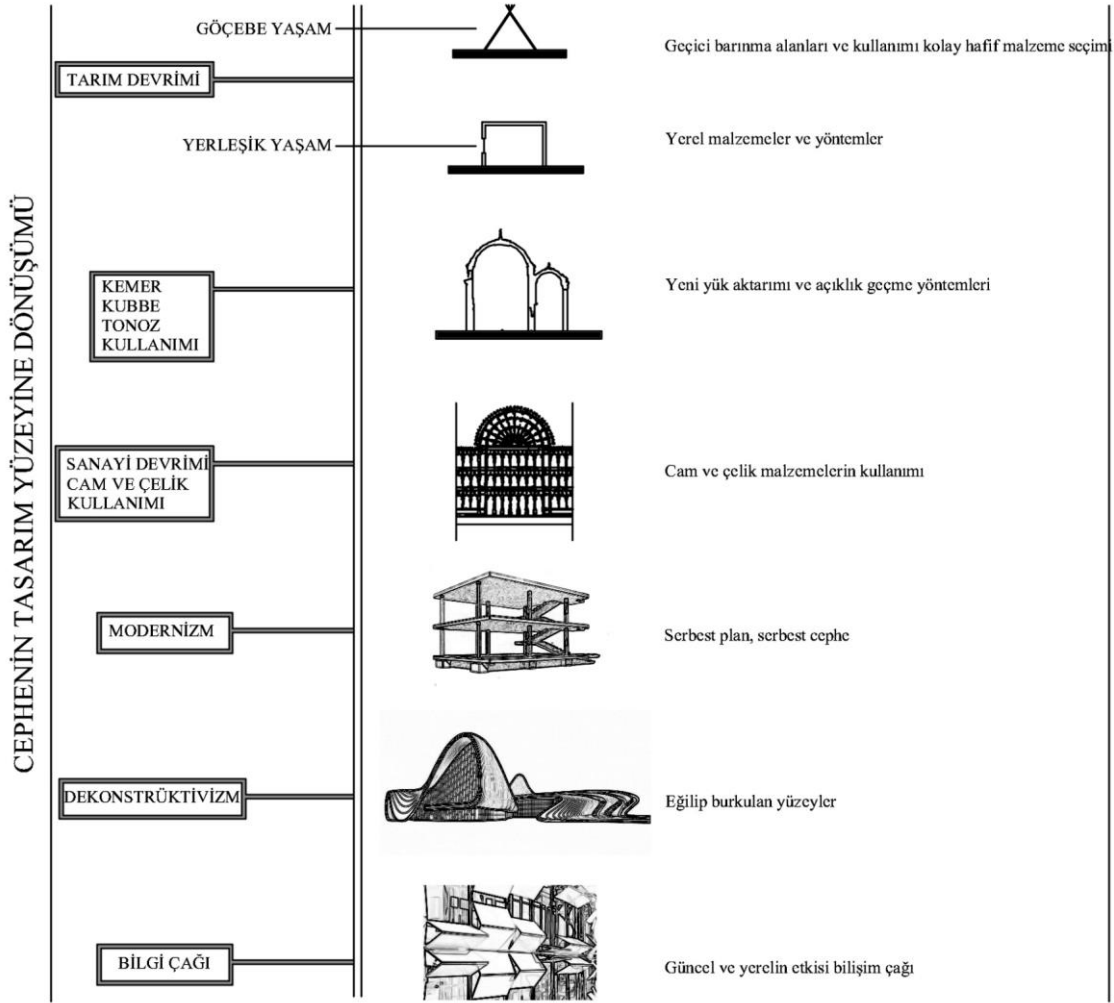
ve coğrafi koşulların etkisi açıkça görülmüştür. Sanayi devrimine kadar süren Bizans, Ortaçağ, Gotik, Rönesans, Barok ve Rokoko mimarlıklarında da benzer arayışlar sürmüştür ve cephe mimarisi dönüşmüştür (Roth, 2019). Sanayi devrimi sonrasında her alanda görülen gelişmeler ve değişimler mimarlığa da yansımış ve mimarlar cephede görsel aşırılıkları reddederek strüktürel özellikleri ön plana çıkararak, süslemeden uzak bir üsluba yönelmiştir (Roth, 2019). Yirminci yüzyılın başlarında mimarların karşısına daha önce tasarlamadıkları ve devrimin getirmiş olduğu büyük ölçekli yapı ihtiyaçları çıkmıştır. Örneğin tren istasyonları, kapalı halk pazarları bu yapılardan bazılarıdır. Bu yapılarla birlikte yeni yapı yöntemleri ve cam, dövme ve dökme demir gibi yapı malzemeleri kullanıma sunulmuştur. Cam ve çeliğin cephe üretiminde kullanılmaya başlamasıyla beraber gelişim hızlanmıştır (Roth, 2019).

Knaack ve diğ. (2007) ise cephenin masif duvardan, gelişmiş cephelere kadar olan değişimi altı ana başlık altında incelemiştir. Bu başlıkları ele alırken kronolojik bir dönüşümü açıklamayı değil başlıkların birbirleri ile ilişkisini ve temel mantığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Buna göre masif duvarlar, soğuk ve sıcak cepheler, sonrasında havalandırma ve ışıklandırma için şekillenen cephe açıklıkları, yapı yükünü hafifleten ve masif olmayan iskelet duvarlar, cephenin taşıyıcı sistemden ayrılması ve son olarak çift cidarlı cephelerin oluşturulması şeklinde ele almıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Knaack ve diğ. (2007)'nin cephelerin gelişimini değerlendirdiği temel başlıklar

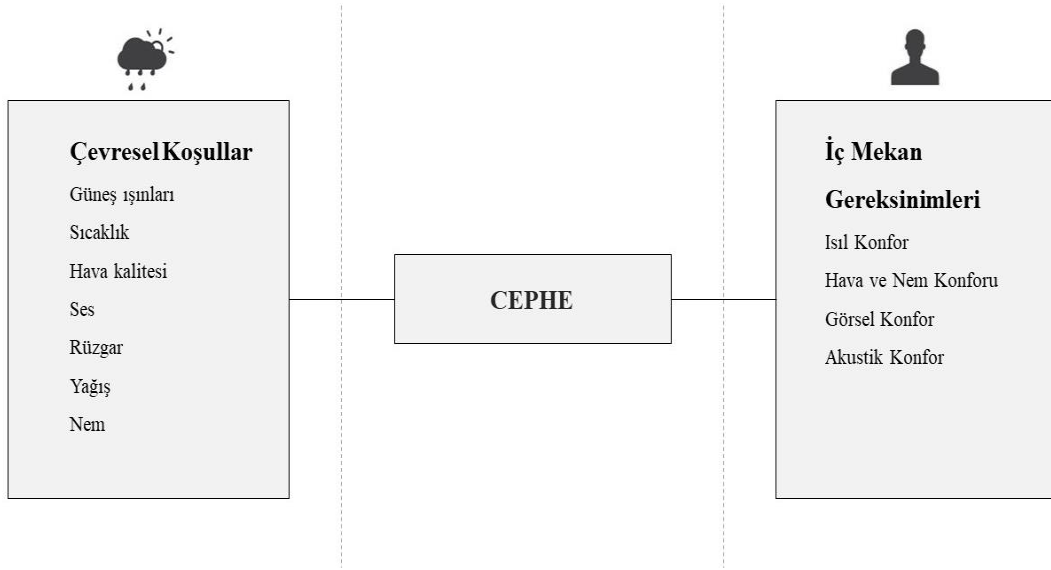
Bu gelişim çeşitli akımların etkisiyle ve farklı cephe nizamlarının denenmesiyle gelişmeye devam ederek güncel halini almıştır. Sadece barınma amaçlı üretilen yapı cephelerinden, yüksek teknolojili üretim ve malzeme etkisindeki gelişmiş cephelere kadar süren bir değişim söz konusu olmuştur. Şekil 2.2'deki grafikte malzemenin zamana göre değişimi ifade edilmiştir (Karaaslan, 2019).



Şekil 2.2. Cephe kavramının tarihsel süreçte değişimi (Karaaslan, 2019 kaynağından referans alınarak orijinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir)

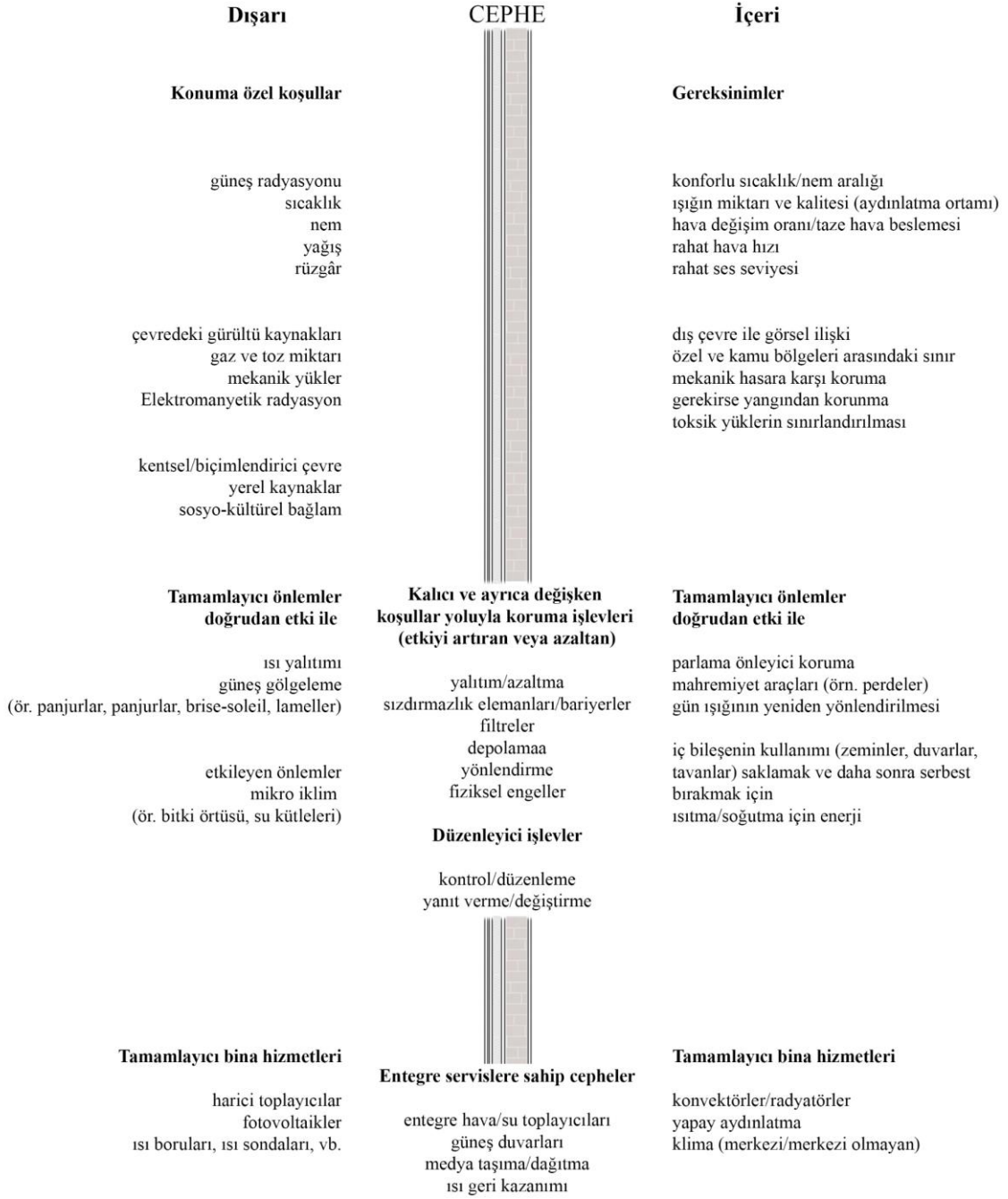
2.1.2. Cephe performans kriterleri

Yapısal tasarım kaygıları tarih boyunca mimarlıkla iç içe olmuş ve çeşitli arayışlarla tasarımın temelde neye dayandığı sorgulanmıştır. Vitruvius, “De Architectura” kitabında tasarımı “sağlamlık, kullanılabilirlik, estetik” olmak üzere üç temel bileşene dayandırmıştır. Bu tanım bazı bölgelerde “kullanılabilirlik, süreklilik, güzellik” olmuştur. Vitruvius’a göre bir tasarımdan beklenen temel şartlar sağlamlığıyla ve kalıcılığıyla zaman karşısında uzun süre yıpranmadan kalabilmesi, kullanılabilirlik ve işlevselliğiyle kullanıcı ihtiyacına doğru çözüm üretebilmesi, son olarak ise bir mimarlık objesinin yaratıldığı için kaçınılmaz olan estetik görüntüyü sağlayabilmesidir (Orbay, 2019).



Şekil 2.4. Cephe gereksinimleri (Böke ve diğ., 2019 kaynağından referans alınarak orjinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir)

Herzog ve diğ. (2004)' e göre cephe bir filtreleme ve ayırıcı tabaka olmanın yanı sıra iç mekândan ve çevreden gelen ya da etki eden birçok koşula cevap vermelidir. Dışarıdan gelen güneş radyasyonu, sıcaklık, nem, yağış, rüzgâr, gürültü, gaz, toz, mekanik yükler gibi etkenlere karşı önlem almalı ve cevap oluşturmalıdır. İç mekânda ise konfor seviyesini arttırmalı, çevre ile ilişki kurmalı, bir sınır oluşturmalı ve etkenlere karşı önlem almalıdır (Şekil 2.5). Genel olarak bakıldığında tüm araştırmacıların bahsettiği başlıklar birbirleriyle en temel anlamda örtüşmektedir.



Şekil 2.5. Cephe gereksinimleri (Herzog ve diğ., 2004 kaynağından referans alınarak orijinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir)

2.1.3. Cephelerin sınıflandırılması ve türleri

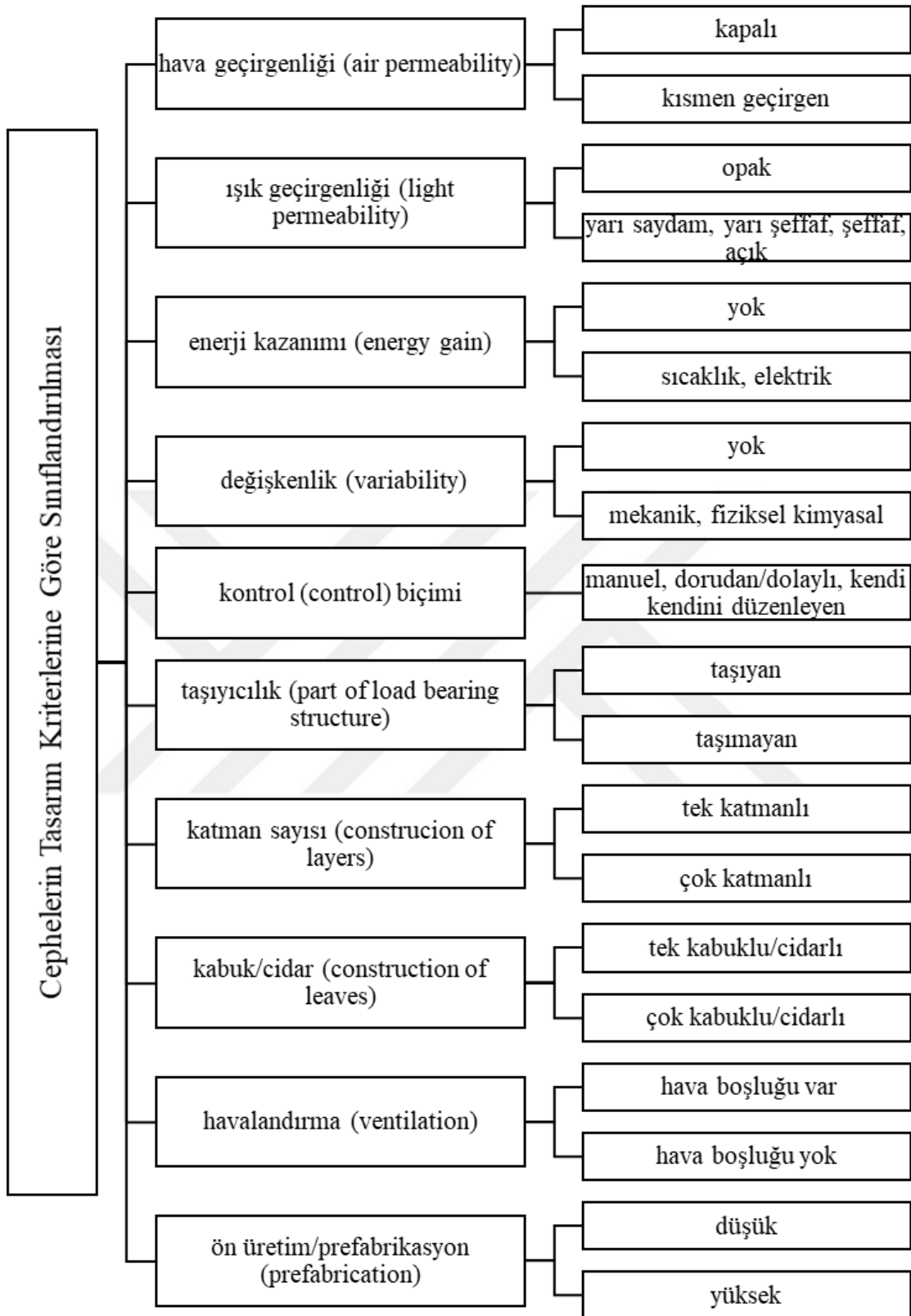
Tarih boyunca bina yapımında kerpiç, taş ve tuğla gibi bakımı kolay ve durabilitesi yüksek malzemeler tercih edilmiştir. Dönemlerin getirmiş olduğu yapım teknolojileri ve insan ihtiyaçlarının değişmesi ile yeni malzeme ve cephe türleri ortaya çıkmıştır (Orbay, 2019). Literatürde yer alan kaynaklar incelendiğinde, cephe

sistemlerine ilişkin sistemlerine ilişkin malzemelerine göre, katmanlarına göre, şekillerine/formuna göre, vb. birçok farklı sınıflandırmaya rastlanmaktadır.

Knaack ve diğ., (2007) cephe türlerini malzemeyi, malzemenin gelişim/değişim sürecini ve cephenin şeffaflığını esas alan bir sınıflandırma kapsamında değerlendirmiştir. Cepheleer masif duvardan başlayarak sınıflandırılmıştır. İnşa etmesi kolay, temelde dış etkilerden koruması amaçlanan, temin edilmesi kolay ve kullanıma hazır halde bulunan (doğrudan doğadan bulunan veya hazır inşaat malzemeleri) taş ve tuğla gibi malzemeleri masif duvar (solid wall) olarak nitelendirmiştir. Duvar katmanlaşmasında ısı yalıtım malzemesinin varlığına ve cephedeki konumuna göre cepheleeri sıcak cephe (warm façades) ve soğuk cephe (cold façade) olarak isimlendirmiştir. Cephe şeffaflığının arttığı ve masif duvarların giderek azaldığı dönemdeki cepheleeri ise ayrıca ele almıştır. Pencerede tek çerçeve ve cam kullanıldığı durumdaki cepheleeri, iki katmanlı tasarlanan ve ilk akıllı cephe sayılabileceğini ifade ettiği kutu pencereleeri cepheleeri, yalıtımlı veya çift kat cam kullanılan cepheleeri, hafif iskelet üzerine örtü kullanılan (çadır) cepheleeri, ahşap iskeletin ve yerel dolgu malzemelerinin kullanıldığı yarı ahşap cepheleeri, taşıyıcı sistemin belli olduğu ve geniş camların kullanıldığı cepheleeri, girişlerin ve boşlukların kullanıldığı cepheleeri, giydirme cepheleeri, çift camlı ve koridorlu cepheleeri, kısmen çift kat cepheleeri, entegre cepheleeri gelişim sıralarına göre değerlendirmiştir.

Orbay (2019), yapmış olduğu çalışmada cepheleeri malzeme kullanımlarına göre taş kullanılan cepheleer, tuğla kullanılan cepheleer, ahşap kullanılan cepheleer, cam kullanılan cepheleer ve farklı nitelikteki camlar, betonarme kullanılan cepheleer olarak ayrı ayrı ele almıştır. Sonrasında cepheleerin taşıyıcılık durumunu taşıyıcı cepheleer ve taşıyıcı olmayan cepheleer (giydirme cepheleer ve türleeri) başlıkları altında değerlendirmiştir.

Herzog ve diğ. (2004) ise cepheleeri tasarım kriterlerine göre; hava geçirgenliğine (air permeability) göre, ışık geçirgenliğine (light permeability) göre, enerji kazanımına (energy gain) göre, değişkenliğine (variability) göre, kontrol (control) biçimine göre, taşıyıcılığına (part of load bearing structure) göre, katman sayısına (construcion of layers) göre, kabuk/cidar (construction of leaves) sayısına göre, havalandırma durumuna (ventilation) göre, ön üretim/prefabrikasyon (prefabrication) durumuna göre olmak üzere on temel başlık altında sınıflandırmaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Cephelelerin sınıflandırılması (Herzog ve diğ., 2004 kaynağından referans alınarak orjinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir)

Gaspar ve diğ. (2016), cephelerin sınıflandırılırken malzeme esaslı, katman esaslı veya taşıyıcılık esaslı gibi özelleşmiş başlıklar altında değerlendirildiklerini belirterek tüm cepheler için genel bir sınıflandırma önerisi geliştirmişlerdir. Sınıflandırma önerisi için 154 adet bina analiz edilmiş, uzman görüşü alınmış ve sınıflandırmanın doğruluğu test edilmiştir. Enerji konusuna değinmeden yapılan genel bir çalışmanın sonucunda sınıflandırmayı dört (4) temel düzeyde ele almışlardır;

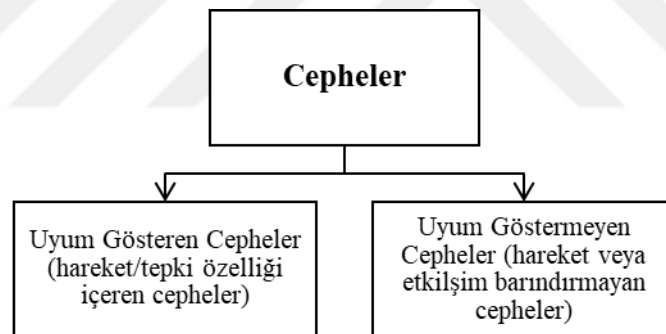
1. Cephe katmanlarının sayısı
 - a. Tek cidarlı cephe (single skin),
 - b. Çift cidarlı cephe (double skin),
2. Hava boşluğunun varlığı ve niteliği
 - a. Hava boşluğu olmadan (without air cavity),
 - b. Dışardan havalandırılmalı hava boşluğu ile (with external ventilated air cavity),
 - c. İçerden havalandırılmalı hava boşluğu ile (with internal ventilated air cavity),
 - d. Havalandırmasız hava boşluğu ile (with nonventilated air cavity)),
3. Yalıtımın varlığı ve katmandaki yeri
 - a. Yalıtımsız (without insulation),
 - b. Dışardan yalıtım (external),
 - c. İçerden yalıtım (internal),
4. Dış duvar kaplamasının durumu
 - a. Kaplanmış (faced),
 - b. Sürekli kaplama (continuous covering),
 - c. Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering).

Bahsedilen ana ve alt başlıklara göre oluşturulan matris sonucunda 23 farklı cephe türünün ortaya çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 2.1)

Çizelge 2.1. Cephelerin sınıflandırılması (Gaspar ve diğ., 2016)

Katman Sayısı (Number of skin)	Hava Boşluğu (Air cavity)	Yalıtım (Insulation)	Duvar Kaplaması (Wall covering)
Tek cidarlı cephe (Single Skin)	Hava boşluğu olmadan (without air cavity)	Yalıtımsız (Without insulation)	Kaplanmış (faced)
			Sürekli kaplama (continuous covering)
			Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
	Dışardan havalandırılmalı hava boşluğu ile (With external ventilated air cavity)	Dışardan yalıtım (External)	Sürekli kaplama (continuous covering)
		Yalıtımsız (Without insulation)	Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
Çift cidarlı cephe (Double skin)	Hava boşluğu olmadan (without air cavity)	İçerden yalıtım (internal)	Kaplanmış (faced)
			Sürekli kaplama (continuous covering)
			Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
	Dışardan Havalandırılmalı hava boşluğu ile (With external ventilated air cavity)	Yalıtımsız (Without insulation)	Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
		İçerden yalıtım (internal)	Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
	İçerden Havalandırılmalı hava boşluğu ile (With internal ventilated air cavity)	Yalıtımsız (Without insulation)	Kaplanmış (faced)
			Sürekli kaplama (continuous covering)
			Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
	İçerden yalıtım (internal)	Yalıtımsız (Without insulation)	Kaplanmış (faced)
			Sürekli kaplama (continuous covering)
			Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
	Havalandırmasız Hava Boşluğu ile (With nonventilated air cavity)	Yalıtımsız (Without insulation)	Kaplanmış (faced)
			Sürekli kaplama (continuous covering)
			Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)
		İçerden yalıtım (internal)	Yalıtımsız (Without insulation)
Sürekli kaplama (continuous covering)			
Sürekli olmayan kaplama (non-continuous covering)			

Cephelerin sınıflandırılmasına ilişkin yapılan literatür araştırmasında farklı sınıflandırma yöntemleri ile karşılaşılmış olsa da bu sınıflandırmalar genellikle özel bir alanı ele almaktadır. Genel bir sınıflandırma yapıldığı durumlarda ise temel parametreler dikkate alınmıştır. Cepheler kendi içlerinde sınıflandırılırken uyum gösteren cepheler net olarak ayrıştırılmamıştır. Uyum gösteren cepheler kendi ana başlığı içerisinde yapılan sınıflandırmalarla değerlendirilmiştir. Fakat yapılan araştırmalar doğrultusunda cepheleri uyum gösterme durumlarına göre sınıflandırmak mümkündür. Uyum gösteren cepheler temel anlamda çevresine dinamik bir şekilde cevap verebilen cephelerdir. Değişen hava koşullarına, kullanıcılara göre form/şekil alabilirler (Altın ve Orhon, 2016). Çalışma kapsamında çevresel ve mekânsal etkenler ile etkileşim içerisinde olan, gözle görülebilen veya görülemeyen hareketleri gerçekleştiren cepheler “Uyum Gösteren Cepheler (hareket/tepki özelliği içeren cepheler)” başlığı altında yer almıştır. Herhangi bir hareket veya etkileşim barındırmayan cepheler ise “Uyum Göstermeyen Cepheler” olarak ele alınmıştır (Şekil 2.7). Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde “Uyum Gösteren Cepheler” ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.



Şekil 2.7. Uyum gösterme durumlarına göre cepheler

2.2. Uyum Gösteren (Adaptif) Cepheler

Binalar, yaptığı enerji tüketimi ve doğal kaynak tahribatı ile birlikte bölgenin su ve hava kalitesini etkilemektedir. Bu etkiyle beraber iklim değişikliği ise kaçınılmaz olmaktadır (Vyas ve diğ., 2014). Anakentler (Metropoller), Dünya'nın yaklaşık %2'sini kaplamasına rağmen bu kentlerde tüketilen enerji miktarı %75 civarındadır (Uygun, 2012). İnsanların tükettiği yenilenemeyen enerji kaynaklarının neredeyse yarısı yapılaşmadan kaynaklanmaktadır. İnsanlar barınmak, çalışmak, sosyalleşmek ve seyahat etmek için yapılara ihtiyaç duymaktadır. Özellikle anakent düzeyindeki kentlerde, gerekli bu yapı ihtiyacı ve çeşitli gereksinimler doğrultusunda doğa dönüştürülüp

yıpratılmaktadır (Dixon, 2010). Bahsedilen anaketlerde insanların vaktinin büyük bir bölümünü kapalı alanlarda geçirdiği ve bundan kaynaklı artan yapılaşmanın getirdiği koşullara bağlı olarak, enerji verimliliğini hedefleyen tasarım yaklaşımlarının önemi ortaya çıkmıştır (World Energy Outlook, 2012; Aelenei ve diğ., 2016).

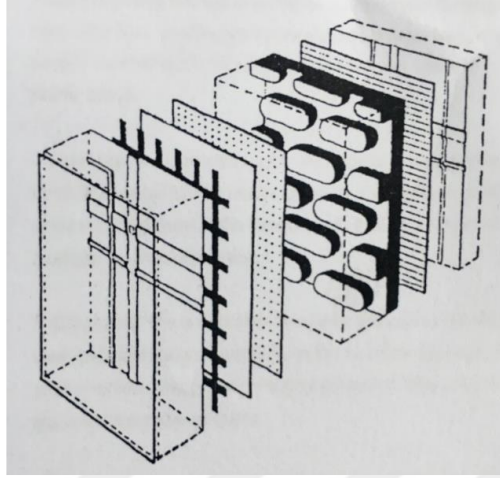
Önceki bölümde de bahsedildiği üzere, iç ve dış ortam arasında dengeyi sağlaması, yapının çevre ile temas eden en geniş yüzey alanına sahip olması nedeniyle cepheler yapı açısından büyük önem taşımaktadır (Herzog ve diğ., 2014; Tokatlı, 2021; Özdemir, 1996). Cephelerin bu önemi ve işlevi, bina enerji verimliliği yaklaşımlarında cepheyi çözülmesi gereken bir konuma getirmektedir (Kanan ve diğ., 2015). İç ve dış ortam koşullarına/etkenlerine göre gerçek zamanlı değişim sağlayarak yapıda ekonomiyi ve enerji verimliliğini sağlayan uyum gösteren cepheler bahsedilen cephe çözümlerinden biri olmuştur (Aelenei ve diğ., 2016). Uyum gösteren cepheler, üzerine gelen etkenlerden ihtiyacı kadar faydalanırken geri kalanına karşı koruma sağlayarak konfor ve enerji verimliliği sağlamaktadır (Romano, 2011).

2.2.1. Uyum gösteren cephelerin gelişim süreci

Temel anlamda çevre koşullarına uyum ve kullanıcı konforunu en yüksek seviyede sağlamayı hedefleyen uyum gösteren cepheler tarihsel süreçte bu isimle anılmasa da karşımıza çıkmaktadır. Çoğunlukla hava şartlarına/çevresel koşullara göre şekillendikleri için uyum gösteren cephelerin temeli geleneksel çözümlere dayandırılmaktadır. Örneğin pencerelerdeki kepenklerin ısı kaybını önleyecek bir biçimde kullanılması uyum gösteren cephenin temel kaynaklarından biri olarak gösterilmektedir (Knaack ve diğ., 2007, Gosztonyi ve diğ., 2018).

Cephede cam kullanımının zaman içerisinde artması ile birlikte kışın soğuk havayı yazın sıcak havayı kontrol etmek güçleşmiştir. Yapıyı şeffaflaştırma arzusu ve iç mekân konforunu dengeleme kaygısı ile cephe kavramında yeni arayışlar ve çözümler ortaya koyulmuştur (Fortmayer ve Linn, 2014). Cephelerin hem estetik görünebilmesi hem de yapının kendi mikro iklimasını yaratabilmesi amacıyla ikincil bir kabuk üretme kavramı ortaya çıkmıştır. Buna göre rüzgâr iki katman arasında kalan havayı soğutarak binanın soğumasını sağlayacak, güneş ise iki katman arasında kalan havayı ısıtarak yapının ısı konforunu arttırması sağlanacaktır. Bir süreliğine bu yaklaşım cephe teknolojilerinin gelişimine öncülük etmiştir. Mike Davies, bu sırada çok değerlikli duvar kavramını ortaya atmış ve bu terim akıllı cepheler için yol gösterici olmuştur. Bu teoriye göre cam elemanında bulunan birçok işlevsel katman ile güneş ve ısıdan korunma

sağlamak, güncel koşullara göre işlevini otomatik olarak ayarlamak esas alınmıştır (Şekil 2.8) (Knaack ve diğ., 2007).



Şekil 2.8. Mike Davies'in çok değerlikli duvar eskizi (Knaack ve diğ., 2007)

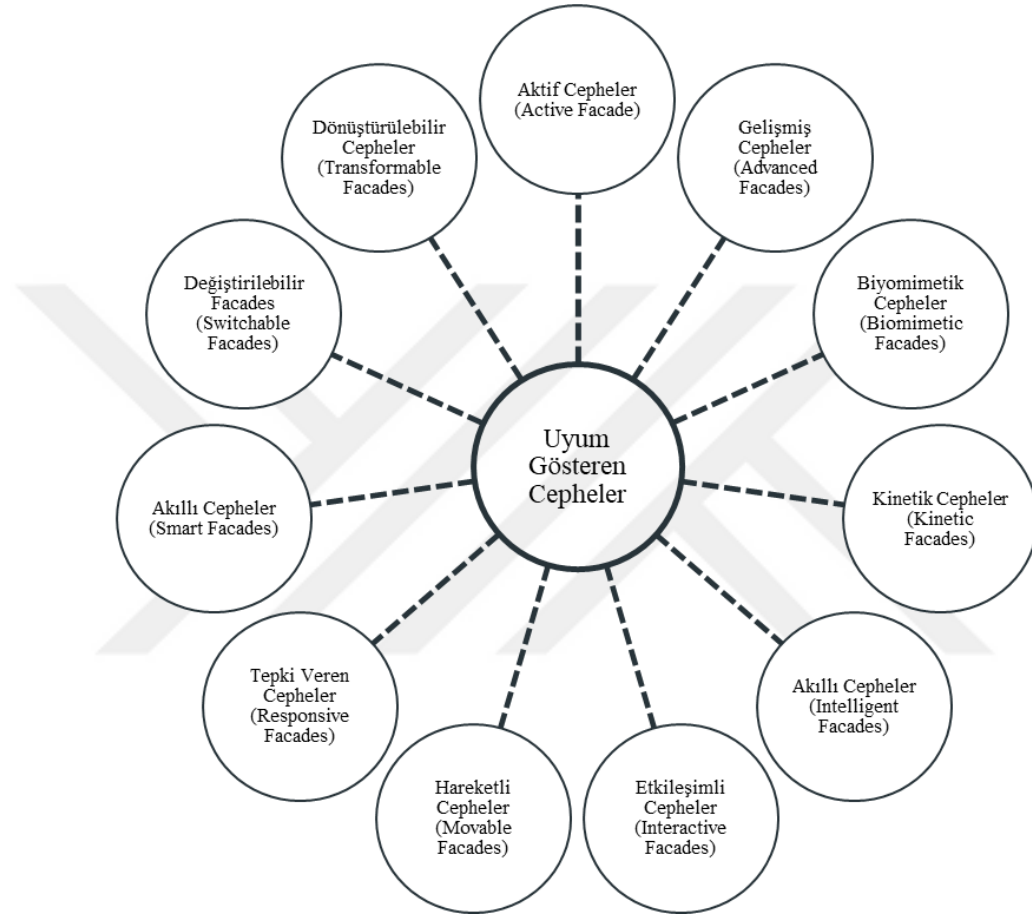
Binanın yaşayan bir organizma olarak görülmesi, değişen teknoloji ve mimari kaygılar ile ortaya çıkan bu arayışlar uyum gösteren cephe kavramına öncülük etmiştir. Ayrıca cephenin yapı ölçeğinde kapladığı alanın büyüklüğü, iç mekân konforu üzerindeki etkisi, kullanıcı gereksinimlerinin karşılanması yönündeki beklentiler ve yapıdaki enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin sürdürülebilirlik kavramıyla bir araya gelmesi uyum gösteren cepheler üzerinde etkili olmuştur.

2.2.2. Uyum gösteren cephe türleri

Günümüzde de gelişmeye devam eden uyum gösteren cepheler yeniliklerle birlikte farklı özelliklere sahip olması nedeniyle ortak bir tanımlamayla ifade edilememektedir. Uyum gösteren cephelerin özelliklerine bağlı olarak literatürde farklı sıfatlar ve tanımlara rastlanmaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle uyum gösteren cephelere ilişkin literatürde yer alan tanımların incelenmesi ve uyum gösteren cephe kavramının kapsamlı olarak ele alınması amaçlanmaktadır.

Romano ve diğ. (2018) tarafından yapılan “What is an Adaptive Facade Analysis of Recent Terms and Definitions from An International Perspective” başlıklı çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen tanımlamalar doğrultusunda uyum gösteren cephe türleri ve başlıkları ele alınmıştır. Buna göre “Aktif Cepheler (Active Facade)”, “Gelişmiş Cepheler (Advanced Facade)”, “Biyomimetik Cepheler (Biomimetic or Bio-inspired Facade)”, “Kinetik Cepheler (Kinetic Facade)”, “Akıllı Cepheler (Intelligent Facade)”,

“Etkileşimli Cepheler (Interactive Facade), “Hareketli Cepheler (Movable Facade), “Tepki Veren Cepheler (Responsive Facade)”, “Akıllı Cepheler (Smart Facade)”, “Değiştirilebilir Cepheler (Switchable Facade)”, “Dönüştürülebilir Cepheler (Transformable Facade)” olmak üzere farklı uyum gösteren cephe kavramlarının tanımlarına yer verilmiştir (Şekil 2.9) (Romano ve diğ. 2018).



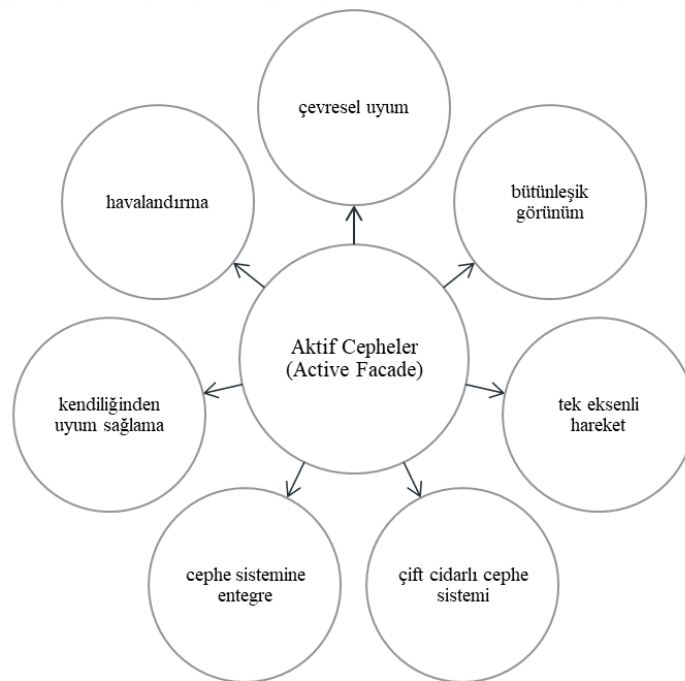
Şekil 2.9. Uyum gösteren cephe sınıfları ve tanımlamaları (Romano ve diğ., 2018 çalışmasından uyarlanmıştır)

Yapılan literatür araştırmalarında uyum gösteren cephe türlerine ilişkin benzer isimlendirmelerle karşılaşmıştır. Çalışma kapsamında literatürde bahsedilen on bir (11) farklı türden yola çıkılarak uyum gösteren cephelere ait farklı tanımlamalar irdelenmiştir.

Aktif Cepheler (Active Facades):

Ochoa ve Capeluto (2008)’in yapmış oldukları çalışmada aktiflik kavramını, iç mekân ve çevre koşullarındaki değişimlere göre kendi kendini ayarlayabilen ve cephe

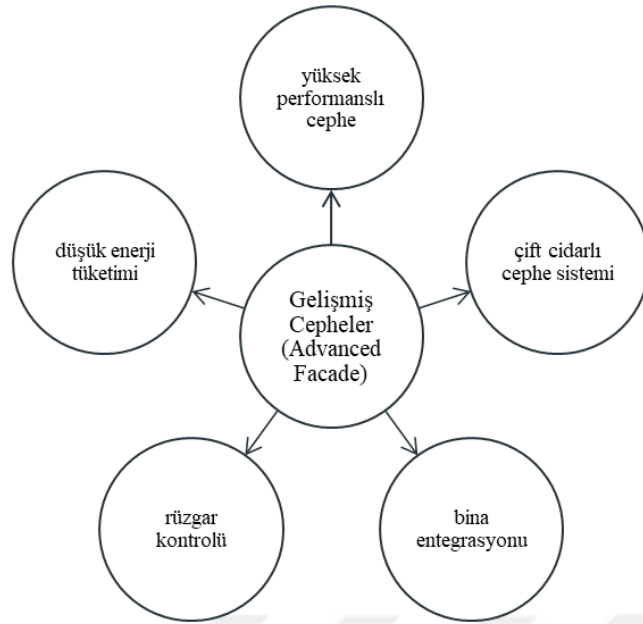
elemanlarını entegre eden sistemler olarak tanımlanmıştır. Bu sayede aktif cephelerin enerji tüketimini azaltması ve konfor koşullarını sağlaması amaçlanmaktadır. Ayrıca bu sistemin manuel ya da otomatik olması fark etmeksizin karmaşık ve özel teknolojilere ihtiyaç duymadan uyum sağlayabilmesi gerektiğini de eklemiştir. Khaki ve Abad (2015) aktif cepheleri temel anlamda çift cidarlı/kabuklu cepheler olarak ele alırken, yapının bir ya da birden çok katını şeffaf/transparan katmanla örten cephe olarak tanımlamıştır. Altan ve diğ. (2009)'a ait çalışmada ise aktif cephenin bina boyunca hava akışını desteklemek üzere kurgulanan bir sistem olduğunu ve etkili olmasını sağlamak için özellikle güney yönüne bakması gerektiğini vurgulamaktadır. Liang ve diğ. (2020) aktif cephelerin bina kabuğunda termal iyileşme sağlayabildiğine değinmişlerdir. İncelenen aktif cephe örnekleri ve literatürde yer alan tanımlamalar göz önüne alındığında aktif cephelerin genel anlamda tek eksenli/eksensiz hareket ettiğini ve bütünlük bir görünüme sahip olduğunu söylemek mümkündür. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak aktif cephe özelinde belirlenen anahtar kelimeler/kavramlar şekil 2.10'da belirtilmiştir. Aktif cephelerin yüksek bir teknoloji ya da karmaşık bir sistem gerektirmeden kendiliğinden uyum sağlaması beklenmektedir. Cephe sisteminde yer alan hareketli birimler kapandığında dış kabukta bütünlük bir görünüm oluşmaktadır.



Şekil 2.10. Aktif Cepheler (Active Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Ochoa ve Capeluto, 2008; Khaki ve Abad, 2015; Altan ve diğ., 2009; Liang ve diğ. 2020 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Gelişmiş Cepheler (Advanced Facades):

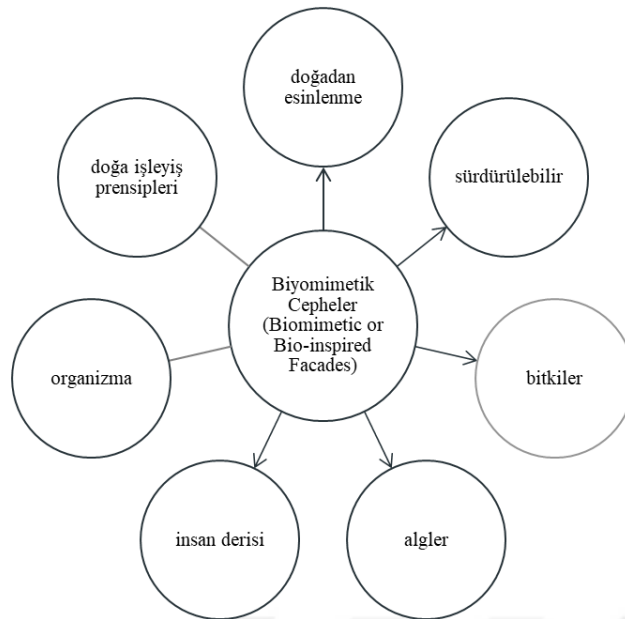
Gelişmiş cepheler, Ad ve diğ. (2011)'e göre bir yapının ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gereksinimlerine katkı ve enerji kullanımında verimlilik sağlayabilen, iç konforu arttırabilen ve çevresel koşullardan yapıyı koruyan katman olarak ifade edilmiştir. Bunların yanında diğer enerji etkin cephe türlerinden gelişmiş cepheleri ayıran en önemli etkenin, tepki verebilen yapı elemanlarının uygulanması ve bunların gelişmiş kontrol ile birlikte bina servis sistemleri ve enerji sistemleri ile bütünlenmesi olduğu belirtilmiştir (Ad ve diğ, 2011; Romano ve diğ, 2018). Gadelhak (2013), gelişmiş cepheleri yüksek performanslı cepheler olarak nitelendirmiştir. Doğal gün ışığından faydalanma, havalandırma, güneş ısını yönetme ve görsel iletişimin sağlanmasına yönelik farklı stratejilerin tasarımcı tarafından cepheye entegre edilebileceğini ifade etmektedir (Gadelhak, 2013; Ceylan, 2019). Thomas ve Thomas (2019,) yapmış olduğu çalışmada aktif ya da akıllı bina tasarımı için bütünleşik yaklaşımın kullanılmasının yatırım maliyetinin mekanik sistemlerden cephe sistemlerine aktarılmasına imkân sağlarken, yapının işletim maliyetinin de düşmesini sağladığını ifade etmektedir. Bu sayede yüksek performanslı ve düşük enerjili tasarımlara ulaşılmasını sağlamaktadır. İncelenen örnekler ve literatürde yer alan çalışmalar değerlendirildiğinde, gelişmiş cephelerin enerji tasarrufu ve kazancı sağladığı, cephedeki rüzgârı basınç farkları oluşturarak yönlendirdiği ve cephe sisteminin yapıya entegrasyonu ile konfor koşullarını sağladığı görülmüştür. Gelişmiş cepheler ile ilgili özellikle yüksek binalarda görüldüğü ve yüksek yapılarda yukarıya çıkıldıkça rüzgâr şiddeti arttığı için yapı performansını ve rüzgâr kontrolünü sağlamanın vurgusunun yapıldığı görülmüştür. Aynı zamanda incelenen örneklerde gelişmiş cephelerin ağırlıklı olarak çift cidarlı olduğu gözlemlenmiştir. İlgili cephe sisteminin ise binaya entegre olmuş olması gerekmektedir. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak anahtar kavramlar şekil 2.11'de belirtilmiştir.



Şekil 2.11. Gelişmiş Cepheler (Advanced Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar
(Ad ve diğ., 2011; Romano ve diğ., 2018; Gadelhak, 2013; Ceylan, 2019; Thomas ve Thomas, 2019 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Biyomimetik Cepheler (Biomimetic or Bio-inspired Facades):

Tasarımda biyomimikri kavramı, doğadaki canlıların hayatta kalma süreçlerinde tecrübe ettikleri ve bunun sonucunda kazandıkları niteliklerin/özelliklerin tasarım problemlerinin çözümünde kullanılması düşüncesiyle ortaya çıkmaktadır. Biyomimikri her alanda olduğu gibi mimarlık için de farklı bir bakış açısı oluşturmuştur (Yazıcıoğlu ve Selçuk, 2019). Ancak mimarlık disiplini için biyomimetik üzerine yapılan çalışmaların çeşitli zorlukları bulunmaktadır. Nedeni ise esin kaynağı olan ilgili organizmanın tanımlanması için gerekli sistematik araçlardaki eksikliklerdir (Badarnah Kadri, 2012). Bitkilerin ve insan derisinin gerçek sürdürülebilir koruma sistemleri temel esinlenme kaynağı olmaktadır. Esinlenen biyomimetik cephe sistemi doğadaki işleme prensibini yapı cephesinde uygulayarak sürdürülebilir bir tasarım yaklaşımı elde etmektedir. Örneğin, gün ışığı insan vücudunun günlük ritmi için çok önemli bir yere sahiptir. İnsan ve çevre etkileşimi düşünülerek güneş enerjisini toplayan, toplarken doğadaki çalışma prensibini esas alan ve tepki oluşturan cepheler biyomimetik olarak nitelendirilmektedir (Vermillon, 2002). İncelen biyomimetik cephe örnekleri ve çalışmalar kapsamında, dolaylı bir soyutlama olmaksızın doğrudan doğadan esinlenen tasarımlar biyomimetik uyumlu cepheler olarak değerlendirilmektedir. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.12’de belirtilmiştir.

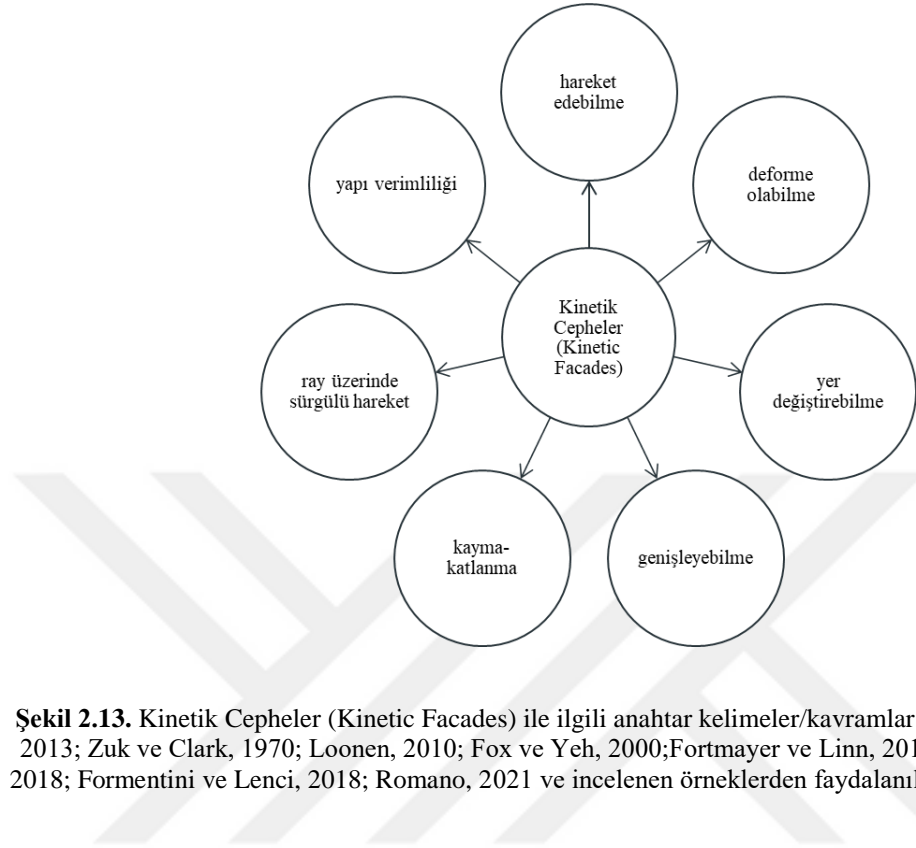


Şekil 2.12. Biyomimetik Cepheler (Biomimetic or Bio-inspired Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Yazıcıoğlu ve Selçuk, 2019; Badarnah Kadri, 2012; Vermillon, 2002 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Kinetik Cepheler (Kinetic Facades):

De Marco Werner (2013), Zuk ve Clark (1970)'a atıfla kinetik mimari kavramını doğası gereği yer değiştirebilen, deforme olabilen, kinetik hareket edebilen veya genişleyebilen olarak tanımlamaktadır. Loonen (2010) çalışmasında kinetik bir cepheyi temel olarak içinde çoplak gözle görülebilen bir hareketi barındıran cephe tipi olarak ele almıştır. Bununla birlikte Fox ve Yeh (2000)'a göre ise cephe birimlerinin birine veya tamamına hareketlilik ve değişkenlik kazandıran teknolojik bir sistemdir. Kinetik cephe, bina performansını ve kullanıcı konforunu etkileyen hem doğal hem de insan yapımı enerji akışına cevap verebilen cephe olarak ifade edilmektedir. Ayrıca kinetik cephelerin genel anlamda yapı verimliliğini sağlaması gerektiğini belirtilmiştir (Fortmayer ve Linn, 2014; Romano ve diğ., 2018). Formentini ve Lenci (20181)'e göre ise kinetik cephe yapısal bütünlüğünü korurken kendisi veya ana parçası hareket edebilecek biçimde tasarlanan cephe türüdür. Romano (2021) yapmış olduğu başka bir çalışmada ise kinetik cepheler tanımlanırken sıklıkla kinematik (kinematic), geri çekilebilir (retractable), dönüştürülebilir (convertible), performatif (performative), duyarlı (responsive) ve dinamik (dynamic) gibi terimlerin kullanıldığını ifade etmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar ve kinetik cephe örnekleri ele alındığında kinetik cephelerin bir ray üzerinde hareket ettiği, kayma-katlanma hareketlerini yaygın olarak gerçekleştirdiği ve tek

eksende hareket alanını sağladığı çıkarımları yapılabilmektedir. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.13’de belirtilmiştir.



Şekil 2.13. Kinetik Cepheler (Kinetic Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (De Marco Werner, 2013; Zuk ve Clark, 1970; Loonen, 2010; Fox ve Yeh, 2000; Fortmayer ve Linn, 2014; Romano ve diğ., 2018; Formentini ve Lenci, 2018; Romano, 2021 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

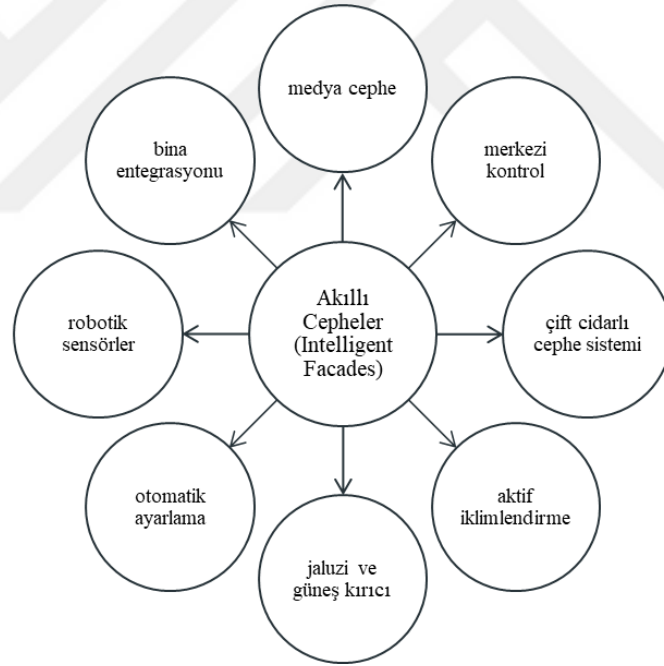
Akıllı Cepheler (Intelligent Facades):

Akıllı cepheler, Kroner (1997)’e göre teknolojinin binaya entegre edilmesi sonucunda doğal bir zekaya sahip olan, çevresel koşullara ve insan ihtiyaçlarına teknolojiyi kullanarak cevap verebilen cephe türüdür. Temel anlamda düşük enerji kullanarak pasif zekâyı aktif özelliklerle birleştiren cepheler olarak tanımlamak mümkündür. Isıtma, soğutma, gün ışığından yararlanma, akustik ve ısı konfor sağlama gibi işlevleri gerçekleştirerek yapı performansını arttırmaktadır. Buna göre akıllı cepheler şunları gerçekleştirmelidir;

- Kullanıcı kontrolüne açık olsa bile merkezi bir kontrolle yönetilmelidir,
- Termofiziksel özelliklerini değiştirebilir,
- Dış veya iç rengini ve dokusunu değiştirebilir,
- Video ve ses aracılığı ile medya cephesi işlevi taşıyabilir,
- Optik özelliklerini dönüştürerek dinamik gölgeleme ve ışık kontrolü sağlayabilir (Kroner, 1997).

Romano ve diğ. (2018) yapmış oldukları çalışmada Compagno (2002)’ya atıfta bulunarak akıllı teriminin bir cepheye uyarlanması/entegre edilmesi için cephenin

çevresel koşullara göre değişme/uyarlanabilme yeteneğinin olması gerektiğini belirtmişlerdir. En genel ifade ile akıllı bina kabuğunun amacı iklim, enerji dengesi ve kullanıcı konforuna göre optimize etmektir (Velikov ve Thün, 2013). Velikov ve Thün (2013), bu değişimin genellikle bina otomasyonu, güneşlikler, yönetilebilir havalandırmalar veya akıllı malzeme sistemleri gibi fiziksel olarak uyarlanabilir öğeler yardımıyla sağlanabileceğini belirtmiştir. İncelenen örnekler ve yapılan çalışmalar doğrultusunda yaygın olarak medya cephe, aktif iklimlendirme, çift cephe sistemlerine sıkça vurgu yapıldığı görülmektedir. Ayrıca Akıllı cephe (Intelligent facade) türünde kullanıcı kontrolüne açık olsa bile merkezi bir kontrol mekanizmasının olması gerektiği vurgulanmıştır. Gelişmiş robotik sensörler ile çevreye uyum sağlayabilmektedir. Çift cidarlı sistemlerde genelde iç katmanda yer alan jaluzi ve güneş kırıcı sistemleri yer almaktadır. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.14’de belirtilmiştir.

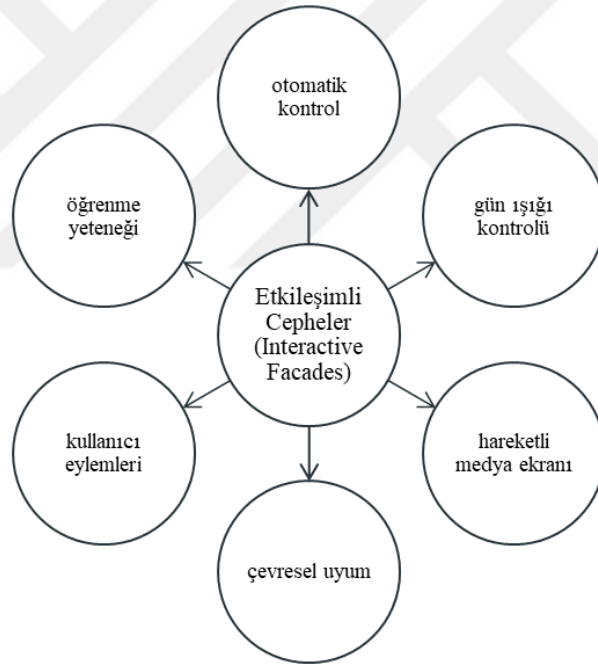


Şekil 2.14. Akıllı Cepheler (Intelligent Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Kroner, 1997; Romano ve diğ., 2018; Compagno, 2002; Velikov ve Thün, 2013 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Etkileşimli Cepheler (Interactive Facades):

Etkileşimli cepheler, gün ışığını kademeli olarak filtreleyebilme ve gerçek zamanlı kontrol edebilme ve gün ışığının olumsuz etkilerine karşı koruma sağlama

özelliklerine sahip cephe türüdür (Hosseini ve diğ., 2019). Etkileşim teriminin en önemli özelliği insan girdisine ihtiyaç duyması olurken bu bağlamda etkileşimli cephe için kullanıcının önemli bir parametre olduğu söylenebilmektedir (Velikov ve Thün, 2013). Mozer (2004)'in Uyum Gösteren Ev Projesinde (Adaptive House Project) kullanılan sensörler ile kullanıcı eylemlerinin kaydedilmesi ve böylelikle zaman içerisinde kullanıcı eylemlerine ilişkin tahminlerin oluşturulması hedeflenmiştir. Bu sayede yapının kullanıcı etkileşiminde olması ve enerji tüketimini optimize etmesi sağlanmıştır (Mozer, 2004; Velikov ve Thün, 2013). Yapılan literatür araştırması ve örnek incelemelerinden yola çıkılarak etkileşimli cephe için gün ışığını algılayarak tepki oluşturması vurgulanmıştır. Ayrıca otomatik bir kontrol sistemine bağlı olması gerektiği ve aktif olarak hareket edebilen medyatik ekranlara sahip olabileceğine değinilmiştir. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.15'de belirtilmiştir.

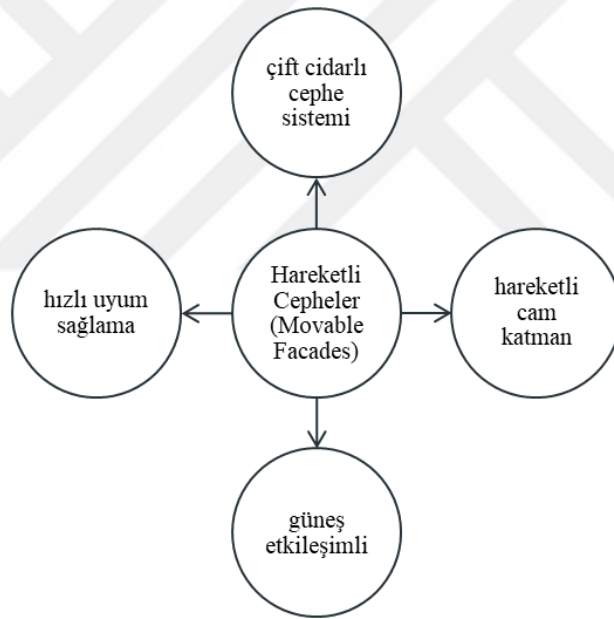


Şekil 2.15. Etkileşimli Cephe (Interactive Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Mozer, 2004; Velikov ve Thün, 2013; Hosseini ve diğ., 2019 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Hareketli Cephe (Movable Facades):

Son yıllarda yaşanan gelişmeler ve çevreyi korma bilincinin gelişmesiyle birlikte duyarlı, akıllı binalarla birlikte taşınabilir, hareket edebilir strüktürlere olan ilgi artış göstermiştir. Hareketli strüktürler, tasarım gereksinimleri ve sınırlamalara bağlı olarak arzu edilen birçok farklı formu alabilmektedir (Keynezhad ve diğ., 2013). Hareketli

cepheler çevresel koşullara ve konuma hızla uyum sağlayabilen teknolojik sisteme sahip cephe türü olarak tanımlanmaktadır. Ek olarak bazı türlerinde güneşe göre hareket edebilen fotovoltaik panellerin de sisteme entegre edildiğine değinilmektedir (Schumacher ve diğ., 2010; Romano ve diğ., 2018). Bu sayede enerji üretimi sağlayabilir ve yapının enerji verimliliğini arttırabilmektedir. Literatürde hareketli cephe elemanlarına ilişkin çalışmalara da rastlanmıştır. Örneğin Zhang ve diğ. (2023) çalışmasında çift cidarlı cephe sisteminde yer alan paralel hareketli dış kabuğun enerji toplama verimliliği ve rüzgâra bağlı oluşan titreşimin sönümlenmesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Hareketli cephe örneklerine ve tanımlamalarına göre bu cephe türünün genellikle çift katmanlı olduklarını ve ikinci katmanda hareket edebilen cam esaslı cephe düzeninin yer aldığı söylenebilir. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.16'de belirtilmiştir.

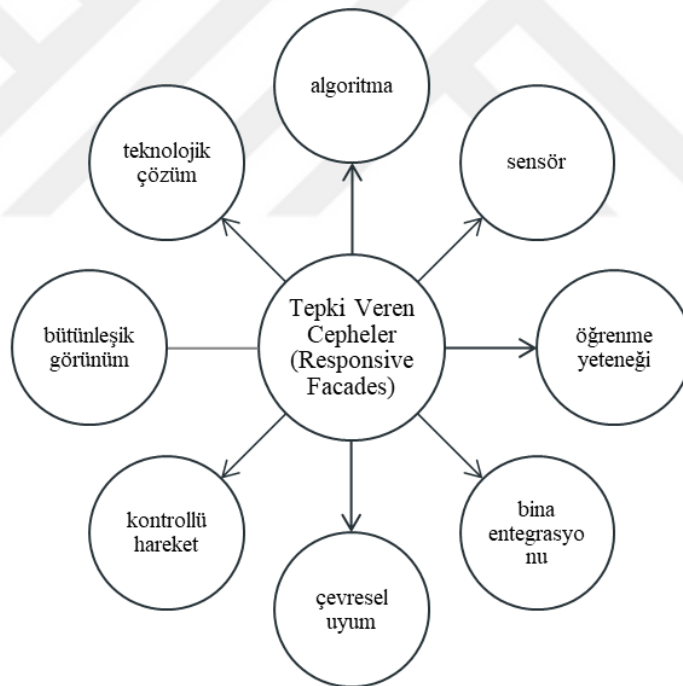


Şekil 2.16. Hareketli Cepheler (Movable Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Keynezhad ve diğ., 2013; Schumacher ve diğ., 2010; Romano ve diğ., 2018; Zhang ve diğ., 2023 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Tepki Veren Cepheler (Responsive Facades):

Tepki veren cepheler, değişen iklim ve çevre koşullarına göre görsel konforu yüksek oranda sağlayan ve yapının enerji tüketiminin azaltılmasını sağlayan cephe türüdür (Valitabar ve diğ., 2018). Kolodziej ve Rak (2013) duyarlı cepheleri, havalandırma, nem, radyasyon ve sıcaklık gibi dış ortam koşullarının binanın ısı ve

görsel konfor gibi iç ortam parametrelerini etkilediği teknolojik sistemler olarak ifade etmektedir. Yaygın olarak kullanılan çözümlerde, uyaran ve programlanmış performansa göre bina kabuğunun geometrisinin değiştirme görevine sahip olan strüktürel elemanlar, sensörler, mekanik hareket düzenekleri ve kontrol cihazları gibi bazı özel alt sisteme dayalıdır. Bunlara ek olarak Heidari Matin ve Eydgahi, (2019) tepki veren cephelerin adaptasyon ve öğrenme gibi yeteneklere sahip olduklarını belirtmişlerdir. İncelenen tepki veren cephe örnekleri ve literatürde yer alan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda tepki veren cephelerin bir tasarım algoritmasına, öğrenebilen sensörlere ve adaptasyon sağlayabilecek hareketli cephe elemanlarına sahip olduğu söylenebilir. Özetle tepki veren cepheler de güçlü bir sensör ağından alınan verilerin oluşturulmuş algoritma ve birimlerin öğrenme yeteneği ile çevreye uyum sağlanmaktadır. Ayrıca bu sistemin binaya entegre olabilmesi gerekmektedir. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.17’de belirtilmiştir.

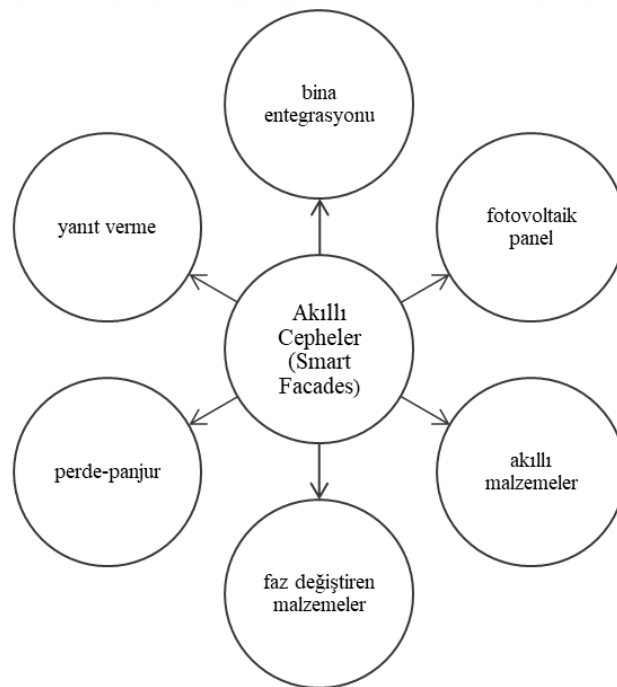


Şekil 2.17. Tepki Veren Cepheler (Responsive Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Valitabar ve diğ., 2018; Kolodziej ve Rak, 2013; Heidari Matin ve Eydgahi, 2019 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Akıllı Cepheler (Smart Facades):

“Akıllı” kavramı tasarım disiplinlerinde genellikle malzeme ve yüzeyleri ifade etmek için kullanılmaktadır (Fox ve Yeh, 2000; Romano ve diğ., 2018). Buna göre akıllı

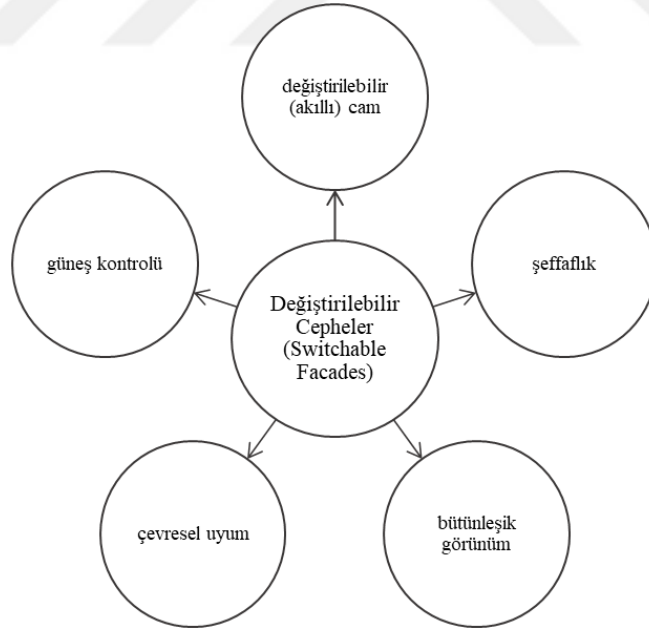
yüzeyle ve malzemeler değişebilme ve bu sayede geçici ihtiyaçlara cevap verebilme özellikleri göstermektedir (Addington ve Schodek, 2005). Akıllı malzemelere bakıldığında Addington ve Shodek bunları iki türde incelemektedir. Birinci türde, malzemeyi çevreleyen dış ortamla ilişkili uyarılardaki değişikliğe doğrudan yanıt olarak bir veya daha fazla özelliğinde (kimyasal, mekanik, elektiriksel, manyetik ya da termal) değişikliğe uğrayan malzemelerdir (Örneğin; termokromik, termotropik, şekil hafızalı, vb). İkinci türde ise enerjii bir biçimden başka biçime dönüştüren ve bunu doğrudan ve geri dönüşümlü olarak yapan akıllı malzemelerdir (Örneğin; fotovoltaik, termoelektrik, pizelektrik, vb.) (Addington ve Shodek, 2005). Bu anlamda akıllı yüzeyle ve malzemeler uyum gösteren cephe/bina kabuğu tasarımında önemli bir rol oynamaktadır (Velikov ve Thün, 2013) Yapı kaplamalarında genel olarak kullanılan akıllı malzemeler arojel, tuz hidratları, termokromik polimer filmler ve yapıya entegre edilmiş fotovoltaik paneller gibi faz değiştirebilen malzemelerdir (Velikov ve Thün, 2013). Akıllı cepheler ile ilgili örnekler ve çalışmalar incelendiğinde binaya entegre olmuş fotovoltaik panellerin, faz değiştiren malzemelerin ve cephede yer alan dinamik perde-panjur sistemlerin vurgulandığı görülmektedir. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.18’de belirtilmiştir.



Şekil 2.18. Akıllı Cepheler (Smart Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Fox ve Yeh, 2000; Romano ve diğ., 2018; Addington ve Schodek, 2005; Velikov ve Thün, 2013 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Değiştirilebilir Cepheler (Switchable Facades):

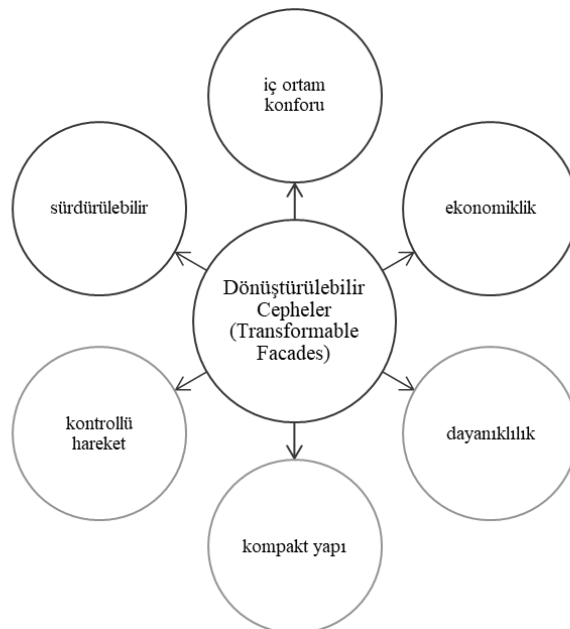
Değiştirilebilir cepheler, Beevor (2010) tarafından akıllı ve uyarlanabilir malzemelerin entegre edildiği şeffaf cepheler olarak tanımlanmıştır. Cam yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte bina cephelerinde kullanılan önemli malzemelerden biri haline gelmiştir. Zaman içerisinde camın yapısal olarak kullanımına ilişkin bakış açısı değişiklik göstermeye başlamıştır ve cam artık şeffaf örtü elemanı olmasının yanı sıra strüktürel özelliğiyle ön plana çıkmıştır. Binalarda kullanıcı konforunun sağlanması ve enerji tüketiminin kontrol altına alınması endişeleriyle birlikte gelen tepkilere karşı uyum gösterebilen termotropik, gazotropik ve elektrotropik gibi cam teknolojileri ortaya çıkmıştır (Beevor, 2010). Değişebilir cam teknolojisinin kullanılması ile birlikte geleneksel güneş kontrol elemanlarına bir alternatif üretilmiş olmaktadır. Ayrıca cephede şeffaflaşmanın yolunu açtığı için tasarım için daha geniş bir alan bırakmaktadır (Marchwiński, 2014). Değiştirilebilir Cepheler (Switchable Facades) ile ilgili çok fazla örnek bulunmamakla birlikte literatürde diğer uyum gösteren cephe türlerinden kesin ve net biçimde bir ayırım yapıldığına rastlanılmamıştır. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.19'da belirtilmiştir.



Şekil 2.19. Değiştirilebilir Cepheler (Switchable Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Beevor, 2010; Marchwiński, 2014 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır)

Dönüştürülebilir Cepheler (Transformable Facades):

Dönüştürülebilir cepheler, özgün bir cephe görünümü sağlarken aynı zamanda çevresel faktörler karşısında yapı ölçeğinde kontrol edilebilir bir mikroklima alanı oluşturan cephe türleri olarak ifade edilmiştir. Sağladığı yenilikçi teknolojiler ve malzemeler sayesinde sürdürülebilir mimari ve enerji etkin sistemlerin uygulanmasına imkân sunarlar (Pimenova, 2019). Matheou ve diğ. (2020) ise dönüştürülebilir cepheler için enerji performansının artırılması, sürdürülebilir olması, kullanıcı konforunu sağlama, estetik görünüme sahip olması, ekonomik ve dayanıklı olmasına vurgu yapmıştır. Chloë (2016)'ye göre dönüştürülebilir cepheler iklimsel koşullara, farklı konumlara, değişen gereksinimlere karşı verimli bir tepki verecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu tepkinin oluşturulması için itici bir güce ihtiyaç vardır. Cephede menteşeden ya da yuvarlanmadan şişmeye kadar birçok farklı şekilde dönüşüm meydana gelebilir. Dönüşüm süreci farklı konfigürasyonlar meydana getirirken, bu durumun kontrollü, istikrarlı hareketlerden oluşması ve kilitlendikten sonra rijit ve güvenli bir yapıya dönüşmesi beklenir (Chloë, 2016). Dönüştürülebilir cephe türü ile alakalı literatürde çok fazla örneğe rastlanmamış ve diğer uyum gösteren cephe türlerinden kesin ve net bir biçimde ayrımı yapılmamıştır. İncelenen kaynaklar ve örneklerden yola çıkılarak elde edilen anahtar kavramlar şekil 2.20'de belirtilmiştir.



Şekil 2.20. Dönüştürülebilir Cepheler (Transformable Facades) ile ilgili anahtar kelimeler/kavramlar (Pimenova, 2019; Matheou ve diğ., 2020; Chloë, 2016 ve incelenen örneklerden faydalanılarak hazırlanmıştır.)

11 uyum gösteren cephe türü farklı kaynaklarda yer alan bilgiler ve çeşitli örneklerden elde edilen veriler yardımı ile ele alınmıştır. Buna göre en çok vurgulanan özellikleri anahtar kavramlarla ifade edilmiş ve anlaşılmaya çalışılmıştır. Uyum gösteren cephe türlerinin birbirinden farklılaşan özellikleri olsa bile bazı ortak kavramları olduğu gözlemlenmiştir. “Bina entegrasyonu” kavramının yapılan çalışma sonucunda Gelişmiş Cepheler (Advanced Facade), Akıllı Cepheler (Intelligent Facades), Cevap Veren/Duyarlı Cepheler (Responsive Facades) ve Akıllı Cepheler (Smart Facades) için ortak bir özellik olduğu görülmüştür. “Çevresel Uyum” kavramı Aktif Cepheler (Active Facade), Etkileşimli Cepheler (Interactive Facades), Cevap Veren/Duyarlı Cepheler (Responsive Facades) ve Değiştirilebilir Cepheler (Switchable Facades) için ortak özellik olarak öne çıkmıştır. “Bütünleşik görünüm” kavramının Aktif Cepheler (Active Facade), Cevap Veren/Duyarlı Cepheler (Responsive Facades) ve Değiştirilebilir Cepheler (Switchable Facades) cepheler için ortak özellik olduğu görülmüştür. “Öğrenme yeteneği” kavramı ise Etkileşimli Cepheler (Interactive Facades) ve Cevap Veren/Duyarlı Cepheler (Responsive Facades) için ortak bir özellik olarak öne çıkmıştır.

2.2.3. Uyum gösteren cephelerin performans gereksinimleri

Performans gereklilikleri de tıpkı uyum gösteren cephe kavramının tanımında olduğu gibi tek ve kesin değildir. Temelde bir yapı cephesi hangi amaç ile tasarlanıyorsa o gereksinimleri karşılaması beklenmektedir. Bu sebeple cephenin, yapı performansını olumsuz etkileyecek durumlardan kaçınması, fayda sağlayacak durumlardan yararlanması gerekmektedir. Yani amaç, iç ortamın dış etkilere karşı korunmasını ve bu koruma eyleminin ihtiyaçlar doğrultusunda optimize edilmesini sağlamaktır. Cephedeki bu gereklilikleri Johnsen ve Winther (2015) şu şekilde sıralamıştır;

- İç ortamdan dış ortama ısı iletimi,
- Dışarıdan içeriye güneş enerjisi yükü,
- Güneşten en yüksek oranda yararlanma,
- Dışarıdan gelen kamaşmaya karşı koruma sağlamak,
- İç ortam ve dış ortam arasında hava geçişini dengeli olarak sağlamak,
- Kullanıcı mahremiyetini sağlayabilmek,
- Kullanıcının dış mekânı görebilmesini sağlamaktır.

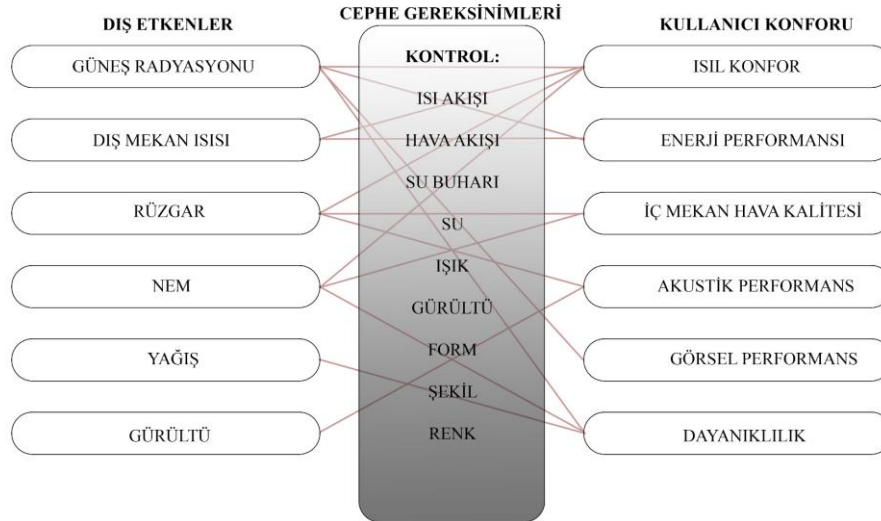
Bunlara ek olarak yapının önemli bir parçası olan cephenin estetik açıdan da etkili olması gerektiğini belirtmişlerdir (Johnsen ve Winther, 2015).

Aelenei ve diğ., (2016) uyum gösteren cephelerin kabul edilebilir iç ortam koşulları ve kullanıcı konforunun sağlanması için tepki vermesi gereken dış etkenleri şu şekilde tanımlamaktadır;

- 1- Güneş radyasyonu: Güneş ışınlarının ısı ve görsel konforu olumsuz etkilememesi için dengeli bir biçimde mekâna alınması gerekmektedir.
- 2- Dış ortam sıcaklığı ve nem: Bahsedilen faktörler gün ve yıl boyunca değişim gösterebilmektedir. Özellikle pasif ısıtma ve soğutma tasarımı için önemli faktörlerden biridir. Dış ortam sıcaklığı ve nem değerindeki değişimler özellikle bina kabuğundaki ısı ve nem transferiyle ilişkilendirilmektedir.
- 3- Rüzgâr ve yağış: Kullanıcı konforunu ve cepheyi etkileyebileceği için doğru tasarımlar yapılmalıdır. Doğal havalandırma ve cepheden suyu uzaklaştırma noktasında tasarım kararlarını etkileyebilir.
- 4- Gürültü: Çevre kontrolünde özellikle mekânsal kalitenin artırılabilmesi için bu faktörün kontrollü olarak engellenmesi gerekmektedir.

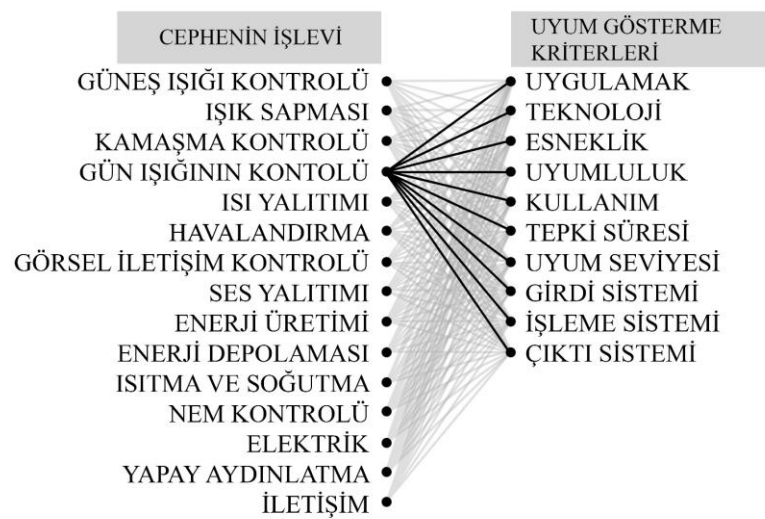
Literatürde uyum gösteren cephe sistemlerinin performans parametreleriyle ilgili çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Aelenei ve diğ. (2016) uyum gösteren cepheleri temelde etki eden çevresel etmene karşı hareket ederek iç mekândaki ısı, enerji, akustik, görsel performans gibi birçok performansın sağlanmasından sorumlu olduğunu belirtmektedir. Çalışmada, etki eden çevresel etmenin iç ortamda hangi konfor koşulu üzerinde etkili olduğunu ve buna göre cephenin hangi gereksinimleri (kontrol etmesi gereken etkileri) sağlaması gerektiği üç ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

- Dış etkenler,
- Cephe gereksinimleri,
- Kullanıcı konforudur (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Uyum gösteren cephelerin rolü (Aelenei ve diğ., 2016 kaynağından referans alınarak orjinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir.)

Böke (2020) çalışmasında cephenin işlevi ve uyum gösterme kriterleri ile arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Cepheden beklenen işlevler, güneş ışığı kontrolü, ışık sapması, kamaşma kontrolü, gün ışığının kontrolü, ısı yalıtımı, havalandırma, görsel iletişim kontrolü, ses yalıtımı, enerji üretimi, enerji depolaması, ısıtma ve soğutma, nem kontrolü, elektrik, yapay aydınlatma ve iletişimdir. Uyum gösterme kriterleri, uygulama, teknoloji, esneklik, uyumluluk, kullanım, tepki süresi, uyum seviyesi, girdi sistemi, işleme sistemi, çıktı sistemi başlıkları altında değerlendirilmiştir (Şekil 2.22)



Şekil 2.22. Cephenin işlevi ve uyum gösterme kriterleri ilişkisi (Böke, 2020 kaynağından referans alınarak orjinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir.)

2.2.4. Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması

Uyum gösteren cephelerin kesinleşmiş bir tanımı olmadığı gibi genelgeçer bir sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır. Araştırmacılar belirledikleri farklı parametrelere göre çalışmaların inceleneceği çerçeveyi oluşturmaktadır. Fakat sınıflandırma yapılırken dikkat edilecek bazı hususlar mevcuttur (Loonen ve diğ., 2015). Bunlar;

- 1- Sınıflandırma şeması geçmişteki bileşenleri temel alarak oluşturulsa bile gelecekte dahil edilecek olan materyal ve çalışmaları da kapsayacak niteliklere sahip olmalıdır.
- 2- Şema, geneli kapsamalı fakat yeni teknolojilerin gelişimini yeterli düzeyde teşvik edecek ayrıntıları da içermelidir.
- 3- Sadece tanımlamalardan ibaret olmamalı, malzeme ve performansla ilgili bilgilere de yer vermelidir. Bu bilgilere ulaşmak zor olsa da şemanın verimliliği açısından gereklidir (Loonen ve diğ., 2015).

Cephenin malzemesine, hareket türüne, etkilendiği çevresel koşula göre, vb. olmak üzere literatürde birçok farklı sınıflandırma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.

Fox ve Yeh (2000)'nin çalışmasında malzeme ölçeğinde bir sınıflandırma oluşturmuştur. Sınıflandırmada türler başlığı altında, malzemelerin uyaranlara gösterdiği içsel tepkiler özellik değişimi, bilgisayar ile kontrol edilen ve geliştirilen tepkiler ise enerji değişimi olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması çizelgesi (Fox ve Yeh, 2000; Karaağaç,2020 kaynaklarından referans alınarak orjinaline bağlı kalınarak yeniden çizilmiştir.)

Türler	Örnekler
Tür 1: Özeliğinin değişmesi	Renk değişimi, Faz değişimi, İletken polimerler, Reolojik özellik değişimi, Sıvı kristal teknolojileri
Tür 2: Enerjisinin değişebilmesi	Işığı soğuran malzemeler, PV malzemeler, Termo-elektrik malzemeler, Piezo-elektrik malzemeler, Şekil hafızalı alaşımlar

Loonen ve diğ. (2015) cephelerdeki uyum gösterme durumlarını amaç, işlev, işletme, malzeme ve sistem teknolojileri, tepki süresi, uzaysal ölçek, görünürlük ve uyum gösterme düzeyi başlıkları altında sınıflandırarak ele almıştır (Şekil 2.23).

Amaç (Goal/Purpose)	İşlev (responsive function)	İşletme (Operation)	Teknolojiler (Malzemeler ve Sistemler) (Technologies (Materials and systems))	Tepki süresi (Response time)	Uzaysal ölçek (Spatial scale)	Görünürlük (Visibility)	Uyum gösterme düzeyi (Degree of adaptability)
*Isıl konfor	*Güneş enerjisi kazançlarını ve iletken, konvektif ve uzun dalga radyan ısı akışını Önlemek Reddedin, Kabul Edin veya Hafifletmek (Depolayın, Dağıtın)	*İç Güdümlü *Dış güdümlü	*Gölgelendirme *Yalıtım *Akıllı cam *Faz değiştiren malzemeler	*Saniye *Dakika *Saat *Gündüz-Gece	*Yapı malzemesi *Cephe elemanı *Duvar	*Yok *Düşük *Yüksek	*Aç-Kapa *Kademeli
*İç mekan hava kalitesi	*Dış havanın değişimi ve filtelenmesi için kontrollü gözeneklilik		*Güneş tüpleri *BIPV ve Isıl güneş enerji sistemleri	*Mevsim *Yıl *On yıl	*Çerçeve (Duvar Açıklığı) *Çatı *Tüm bina		
*Görsel performans	*Görünür ışığı Önlemek, Reddetmek, Kabul Etmek veya Yönlendirmek		*Şekil hafızalı alaşımlar				
*Akustik kalitesi	*Ses basıncını Önlemek, Reddetmek, Kabul Etmek veya Yönlendirmek		*Cephe açıklıkları *Kinetik sistemler				
*Enerji üretimi	*Rüzgâr enerjisini ve güneş ışığını toplamak, elektrik ve termal enerjiye dönüştürmek		*Radyan Cam				
*Kullanıcı kontrolü	*Bireysel ihtiyaçlar için kullanıcı etkileşimi ve adaptasyonu						

Şekil 2.23. Uyum gösteren cepheler için kavramsal matris (Loonen ve diğ., 2015 kaynağından referans alınarak orijinaline bağlı kalınarak yeniden tablolaştırılmıştır)

Başarır ve Altun (2017) uyum gösteren cepheleri yedi (7) başlık altında sınıflandırmıştır. Bu başlıklar uyumlanma elemanı, uyumlanma etkeni, uyumlanmaya verilen yanıt, hareket çeşidi, uyumlanma boyutu, hareketin sınırı, dinamik uyumlanmadaki strüktür sistemi sıralanmaktadır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması çizelgesi (Başarı ve Altun, 2017 kaynağından referans alınarak orijinaline bağlı kalınarak yeniden hazırlanmıştır.)

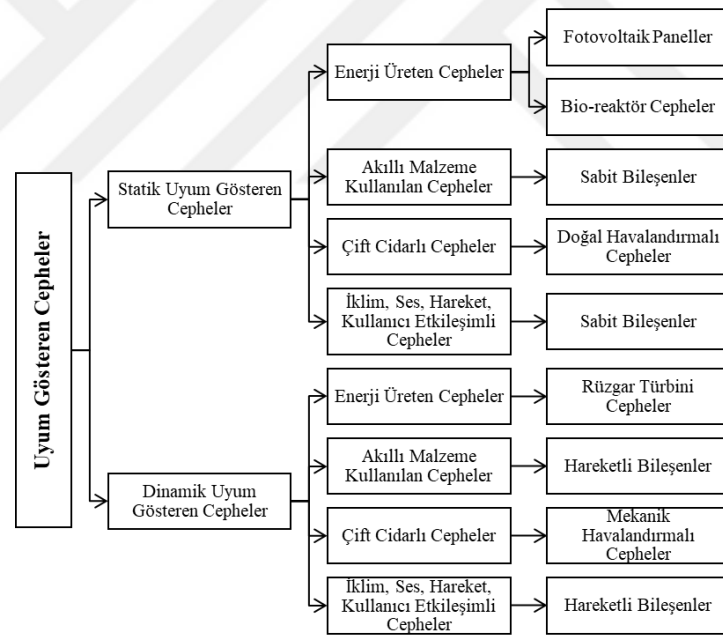
SINIFLANDIRMA MATRİSİ			
UYUMLANMA ELEMANI	CEPHE		
	BİLEŞEN		
	ELEMAN		
	MALZEME		
UYUMLANMA ETKENİ	KULLANICILAR	TEKİL KULLANICI	
		KULLANICI GRUPLARI	
		KURULUŞ	
	ÇEVRE	DIŞ ORTAM	GÜNEŞ IŞINIMI
			DIŞ ORTAM SICAKLIĞI
			NEM
			RÜZGÂR
			YAĞIŞ
			GÜRÜLTÜ
	İÇ ORTAM	İÇ ORTAM SICAKLIĞI	
		NEM	
		IŞIK KALİTESİ VE MİKTARI	
		HAVA DEĞİŞİMİ ORANI	
		HAVA AKIŞ HIZI	
	GÜRÜLTÜ SEVİYESİ		
NESNELER	İÇİNDEN GEÇEN NESNELER		
	YANINDAN GEÇİP GİDEN NESNELER		
UYUMLANMAYA VERİLEN YANIT	STATİK		
	DİNAMİK		
HAREKET ÇEŞİDİ	KATLANABİLİR		
	SÜRGÜLÜ		
	GENİŞLEYEBİLİR		
	BÜZÜLEBİLİR		
	ŞEKİL VE BOYUT DEĞİŞTİREBİLİR		
	ÖLÇEKLENEBİLİR		
	YUVARLANABİLİR		
	BÜKÜLEBİLİR		
	DÖNEBİLİR		
	DIŞARI İTİLEBİLİR		
UYUMLANMA BOYUTU	NM		
	MM		
	CM		
	M		
HAREKETİN SINIRI	SINIRLI		
	KISMİ		
	KAPSAYICI		
	DEĞİŞKEN		
DİNAMİK UYUMLANMADAKİ STRÜKTÜR SİSTEMİ	MAFSALLI ÇUBUKLARDAN OLUŞAN ÜÇ BOYUTLU ÇUBUK STRÜKTÜRLER		
	MAFSALLI PANELLERDEN OLUŞAN KATLANABİLİR LEVHA STRÜKTÜRLER		
	GERİLİMLİ YAPILAR		
	MEMBRAN YAPILAR		

Uyum gösteren cepheler üzerine Avrupa Birliği'nin bir girişimi olan COST (European Cooperation in Science and Technology - Avrupa Bilim ve Teknoloji İşbirliği) kapsamında bu alanda çalışan bir ekip kurulmuş ve Adaptive Facade Network (2018) çalışması boyunca sınıflandırmada kullanılacak olan parametreler oluşturulmuştur (Şekil 2.24).

MALZEME	BİLEŞEN	SİSTEM
<ul style="list-style-type: none"> • termokromik • elektrokromik • fotokromik • termotropik • faz değiştiren malzeme • elektroaktif malzeme • şekil hafızalı polimerler <ul style="list-style-type: none"> • hidrojel • doğal gözenekli malzemeler 	<ul style="list-style-type: none"> • gölgeleme elemanı • yalıtım katmanı • enerji toplama cihazı • enerji depolama cihazı • hava sirkülasyonu cihazı <ul style="list-style-type: none"> • güneş tüpü • yeşil cephe modülleri 	<ul style="list-style-type: none"> • giydirme cephe • prefabrik modül • çift cidarlı cephe • havalandırılmalı cephe

şekil 2.24. Uyum gösteren cephe sınıflandırılması (Aelenei ve diğ., 2018)

Çakır Aydoğan (2018) ise çalışmasında uyum gösteren cepheleri statik uyum gösteren cepheler ve dinamik uyum gösteren cepheler olmak üzere iki başlık altında sınıflandırmıştır. Her iki başlığı kendi içerisinde enerji üreten cepheler, akıllı malzeme kullanılan cepheler, çift cidarlı cepheler ve iklim, ses, hareket, kullanıcı etkileşimli cepheler olmak üzere dört alt başlıkta ele almıştır (şekil 2.25).



şekil 2.25. Uyum gösteren cephe sınıflandırılması (Çakır Aydoğan., 2018)

2.2.5. Uyum gösteren cephe performansının değerlendirilmesi, benzetim ve analiz programları

Tasarım sürecinin ilk aşamalarından itibaren cephe sisteminin doğru modellenmesi ve benzetim programlarının yardımıyla yapılan analizlerle kullanım aşamasında ortaya çıkabilecek olan olumsuzlukların azaltılması/önüne geçilmesi

sağlanabilmektedir. Simülasyon programları/benzetim araçları özellikle yüksek teknoloji cephelerin tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Aksamija, 2010). Benzetim araçları tasarıma ilişkin doğru kararların alınmasında ve olası ihtimallerin hesaplanarak en iyi sonucun ortaya konulmasında etkili olmaktadır (Sokolowski ve Banks, 2009). Analiz programları genellikle tasarım aşamasında kullanılan modelleme programlarına eklenti biçiminde olmaktadır (Han ve diğ., 2018). Çizelge 2.4'te benzetim programlarıyla ilgili oluşturulan tablo yer almaktadır.

Çizelge 2.4. Benzetim programları ve eklentileri çizelgesi

REVIT	RHINO	ARCHICAD	SKETCHUP
Sefaira, Insight 360, Dynamo Green Building Studio DesignBuilder (Benzetim programı olarak ayrıca kullanılabilmektedir)	Grasshopper Ladybug Honeybee, DIVA	EcoDesigner	Sefaria Greenspacelive

Yapılan araştırmalara göre en çok kullanılan analiz programları ise sırasıyla: Ecotect, eQuest, EnergyPlus, IES VE, Energy 10, DesignBuilder, DOE-2, HEED, Green Building Studio'dur (Aksaminja, 2015).

2.3. Uyum Gösteren Cepheler İçin Öneri Sınıflandırma Tablosu

Literatürde yer alan ulusal ve uluslararası kaynaklar ve uygulanmış uyum gösteren cephe örnekleri incelenmiştir. Yapılan araştırma ve incelemeler esas alınarak çalışma kapsamında öneri bir sınıflandırma tablosu oluşturulmuştur. Önerilen sınıflandırma tablosuna göre uyum gösteren cepheler yapı türü, iklim bölgesi, kullanım nedeni, etken, hareket görünürlüğü, hareket eden parça, tepki biçimi, hareket şekli/değişim türü, enerji üretimi, hareket mekanizması, hareket süresi ve malzeme türü olmak üzere on iki (12) ana başlık altında ele alınmıştır. Literatürde yer alan sınıflandırma tablolarını geliştirmek ve kapsamını genişletmek amacıyla yapı türü, iklim bölgesi ve enerji üretimi başlıklarının ana başlık olarak sınıflandırma tablosuna eklenmesi faydalı görülmüştür. Ayrıca malzeme türü başta olmak üzere sınıflandırma tablosunda yer alan bazı alt başlıklar çeşitlendirilerek tablonun geniş kapsamda ele alınması amaçlanmıştır.

Yapı Türü: Yapı türü başlığı altında literatürde ve örneklerde karşılaşılan yapı türleri ele alınmıştır. Okul, ofis, konut gibi birçok farklı yapı türünde uygulanan

örneklerin dağılımı incelenerek uyum gösteren cephelerin yapı türü ölçeğinde anlaşılması, sınıflandırılması ve bu sayede uyum gösteren cephe uygulamalarının yaygın olarak tercih edildiği yapı türlerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

İklim Bölgesi: Bu başlık altında yapılan literatür araştırması ve örnek incelemesinden faydalanarak uyum gösteren cephelerin bulunduğu iklim bölgelerine göre nasıl şekillendikleri, çeşitlendikleri ve yoğun olarak bu tür cephelerin hangi iklim koşullarında tercih edildiklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Kullanım Nedeni: Kullanım nedeni başlığı altında uyum gösteren cepheyi ortaya çıkaran ihtiyaç ve gereklilikler ele alınmıştır. Dört (4) alt başlığa ayrılan bu bölümde ilk başlıkta iç ortam konforunun sağlanması için gerekli olan parametreler belirlenmiştir. Bunlar; aydınlatma, ısı konfor, akustik konfor, iklimlendirme ve dış ortam ile iletişim ihtiyaçlarıdır. Dış ortam başlığı altında özellikle çevreyle ilişkili olan görsel etkileşim ve estetik kavramları ele alınmıştır. Uyum gösteren cephelerin ortaya çıkışında da etkili ve önemli gerekçelerinden biri olan kullanıcı kontrolü ise diğer bir parametre olmuştur. Çalışma boyunca uyum gösteren cephelerin tasarımında yapı performansına olan etkisinin önemi vurgulanmıştır. Bu nedenle yapı performansı, enerji üretimi, enerji, depolama ve enerji tasarrufu başlıkları altında ele alınmıştır. “Amaç” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016) ve Başarır ve Altun (2017) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Etken: Tablonun bu bölümünde uyum gösteren cephenin hareketini tetikleyen ve kapasitelerini etkileyen parametreler ele alınmıştır. Çevresel etken başlığı altında güneş, rüzgâr, yağış, nem, kirlilik ve gürültü/ses etkenlerine yer verilmiştir. Mekânsal etken başlığı altında kullanıcı sayısı ve profili, kamaşma ve parlama, iç ortam hava kalitesi etkenleri bulunmaktadır. Yerel malzeme hareket düzeyini ve cephe ağırlığını doğrudan etkilediği için bir diğer etken yerel malzeme kullanımı olarak belirlenmiştir. “Etken” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016) ve Başarır ve Altun (2017) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Hareket Görünürlüğü: Uyum gösteren cephelerde uyum düzeyleri her zaman insan gözüyle algılanamamaktadır. Bu sebeple görünürlük kavramı da sınıflandırma tablosunda yer almaktadır. Buna göre üç (3) görünürlük düzeyi belirlenmiştir. Bunlar: 1. seviye: görülemez (enerji üretme, enerji depolama, faz değiştirme, vb.), 2. seviye: görülebilir, yüzey değişimi olmayan (akıllı camlar, algler, vb), 3. seviye: görülebilir, yüzey değişimi olan (güneş kırıcılar, hareketli paneller, panjur sistemleri, dinamik cephe elemanları vs.) olarak sıralanmıştır. “Hareket Görünürlüğü” başlığı ve alt başlıkları

belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016), Başarır ve Altun (2017) ve Aelenei ve diğ. (2018) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Hareket Eden Parça: Hareket eden parça başlığı altında yapının hangi kısımlarının uyum sağladığı ele alınmıştır. Hareket eden parça cephe malzemesi düzeyinde, cephe bileşeni düzeyinde, bina kabuğu (cephe+çatı) düzeyinde, mekânsal düzeyde ve tüm bina düzeyinde hareket olmak üzere beş alt başlık belirlenmiştir. “Hareket Eden Parça” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016), Başarır ve Altun (2017) ve Aelenei ve diğ. (2018) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Tepki Biçimi: Uyum gösteren cephelerde uyum sağladığı etkene göre üç (3) tip tepki biçimi öne çıkmaktadır. Bunlar olumsuz etkenleri azaltma/engel olma (örneğin; gürültü, zararlı ışınlar gibi faktörlerden kaçınma hareketi), konforu arttıracak etkenlere karşı yönelme (örneğin; aydınlatma düzeyini arttırmak için cephenin daha geçirgen bir form alması), yapı performansını arttırmak amacıyla faydalanma (örneğin; fotovoltaik panellerin gün ışığını en etkili biçimde toplayabilecekleri açığa gelmesi gibi) olarak sıralanmıştır. “Tepki Biçimi” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Loonen ve diğ. (2015) ve Aelenei ve diğ. (2016) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Hareket Şekli/ Değişim Türü: Yapı elemanının ya da bileşenlerin uyum gösterirken ağırlıklı olarak yaptığı hareket biçimleri bu başlık altında değerlendirilmiştir. İncelenen örneklerden yola çıkılarak bunlar; kayma katlanma, dönme, açılıp kapanma, dalgalanma, renk değiştirme, faz değiştirme, hava kütlesi hareketi ve sabit olarak sıralanmıştır. “Hareket Şekli/Değişim Türü” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016), Başarır ve Altun (2017) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Enerji Üretimi: Uyum gösteren cepheler enerji üretme durumlarına göre enerji üreten ve enerji üretmeyen olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Enerji üretenler için üretimin kaynağı önemi bir parametre olmaktadır. Literatürde rüzgârdan enerji üreten, su buharından enerji üreten, güneşten enerji üreten, sesten enerji üreten cephelere rastlanmış ve bu parametreler oluşturulan tabloya dahil edilmiştir. “Enerji Üretimi” başlığı belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016), Başarır ve Altun (2017), Aelenei ve diğ. (2018) ve Çakır Aydoğan (2018) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Hareket Mekanizması: Tablonun bu başlığı altında uyum gösteren cephelerin hareket yapmasını sağlayan mekanizmalar ele alınmıştır. İlk hareket mekanizması tipi olarak görülen sensör, ışığı veya nesneyi algılamasının ardından hareketi başlatan cihaz

anlamına gelmektedir (URL-1). Hareketin gerçekleşmesini sağlayan bir diğer mekanizma ise otomasyon/algorithm olarak belirlenmiştir. Burada otomasyon insan aracılığı olmadan hareketin otomatik olarak yapılması anlamına gelirken (URL-2), algoritma ise tanımlanmış işlemlerin adım adım uygulanarak sorunların çözülmesi anlamına gelmektedir (URL-3). İkisinin birlikte değerlendirilmesinin sebebi ise genellikle otomasyonu başlatmak için bir algoritma sistemine ihtiyaç olmasıdır. Bir diğer mekanizma insanın doğrudan hareketi sağladığı ve müdahale edebildiği veya rüzgâr etkisiyle kendiliğinden hareket edebilen manuel/otomatik olmayan sistemlerdir. Biyolojik etkileşimli olarak değerlendiren mekanizmalarda ise cephelerde yer alan canlı organizmaların herhangi bir müdahale olmaksızın etkenlere cevap oluşturması durumudur. Pnömatik mekanizmalar, havaya basınç kazandırılarak hareketin sağlandığı sistemlerdir (Akyazı ve Çokrak, 2011). Medyatik başlığı cephelerinde yer alan ekranlar ile uyum sağlayan cephe sistemleri ifade etmektedir. “Hareket Mekanizması” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016), Başarır ve Altun (2017), Aelenei ve diğ. (2018) ve Çakır Aydoğan (2018) kaynaklarından faydalanılmıştır. Bu başlığın sınıflandırma tablosunda ana başlık olarak ele alınmasıyla uyum gösteren cephelerin hareket etme durumlarının daha iyi anlaşılacağı düşünülmektedir.

Hareket Süresi: Hareket Süresi başlığı altında cephedeki hareketin gerçekleşme süresi ele alınmıştır. Buna göre hareketli elemanın hangi periyotlarla hareket sağladığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. “Hareket Süresi” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016), Başarır ve Altun (2017) kaynaklarından faydalanılmıştır.

Malzeme Türü: Bu başlık altında uyum gösteren cephelerde harekete ve performansa doğrudan etki eden faktörlerden biri olan malzemeler ele alınmıştır. İncelenen kaynaklardan ve değerlendirilen örneklerden yola çıkılarak bazı malzemelere tabloda yer verilmiştir. Bunlar; ahşap, cam, çelik, fotovoltaik panel, alg, kil esaslı malzemeler, fiberglas türevleri, alüminyum, perfore metal, faz değiştiren malzemeler, bakır, polimer, kamış (bambu), kimyasal (ETFE- Etilen tetrafloroetilen), eloksallı metal, akıllı cam, membran, magnezyum esaslı malzemeler olarak sıralanmıştır. “Malzeme Türü” başlığı ve alt başlıkları belirlenirken Fox ve Yeh (2000), Loonen ve diğ. (2015), Aelenei ve diğ. (2016), Başarır ve Altun (2017) ve Aelenei ve diğ. (2018) kaynaklarından faydalanılmıştır. Bahsedilen on iki (12) ana başlıktan yola çıkılarak çalışma kapsamında oluşturulan sınıflandırma tablosu şekil 2.26’de verilmiştir.

YAPI TÜRÜ	İKLİM BÖLGESİ	KULLANIM NEDENİ	ETKEN	HAREKET GÖRÜNÜRLÜĞÜ	HAREKET EDEN PARÇA	TEPKİ BİÇİMİ	HAREKET ŞEKLİ/ DEĞİŞİM TÜRÜ	ENERJİ ÜRETİMİ	HAREKET MEKANİZMASI	HAREKET SÜRESİ	MAUZEME TÜRÜ
OKUL/EĞİTİM	KUTUP İKLİMİ	İÇ ORTAM (kullanıcı konforu) •yutulma •sıvı konfor •akustik konfor •ışınlandırma •dış ortam ile ilişki	ÇEVRESEL •güneş •rüzgâr •yağış •nem •kaldık •gürültü/ses	1. SEVİYE: GÖRÜLEMEZ •enerji iletme, enerji depolama, fiz. değişime	CEPHE MALZEMESİ	ENGEL OLMA / AZALTIMA	KAYMA	ENERJİ ÜRETİMİ •rüzgârdan enerji üreten •su buharından enerji üreten •güneşten enerji üreten •sesden enerji üreten	SENSÖR	SANİYE	AHŞAP
OFİS	TUNDRA İKLİMİ	İÇ ORTAM •ısıtılma •sıvı konfor •akustik konfor •ışınlandırma •dış ortam ile ilişki	MEKÂNSAL •kullanıcı sayısı ve profili •kullanışma ve parçanın •hava kalitesi	2. SEVİYE: GÖRÜLEBİLİR, YÜZEY DEĞİŞİMİ OLMAYAN •akut, cembur, ağır	CEPHE BİLEŞENİ	YÖNELME	KATLANMA		OTOMASYON/ ALGORİTMA	DAKİKA	FOTOVOLTAİK PANEL
SANAT VE SERGİLEME YAPISI	OKYANUS İKLİMİ	DİŞ ORTAM •gözet edileşim •estetik		3. SEVİYE: GÖRÜLEBİLİR, YÜZEY DEĞİŞİMİ OLAN •güneş-kirleticiler, hareketli paneller, jupur dumanlı cephe etemurleri	BİNA KARIŞIĞI (cephe-sırt)		DÖNME		MANUEL /OTOMATİK OLMAYAN	SAAT	ALÜ
KAMU YAPISI	STEP İKLİMİ						ACI/İP KAPANMA				KİL ESASLI MALZEMELER
SPOR YAPISI	AKDENİZ İKLİMİ						DALGALANMA				FİBERGLASS TÜREVELERİ
KONUT PAZARI ALANI	KARASAL İKLİMİ						NEK DEĞİŞTİRME				ALÜMİNYUM
OTEL/URTK VE KONAKLAMA YAPILARI	MUSON İKLİMİ						FAZ DEĞİŞTİRME				PERFORE METAL
ALİŞVERİŞ MERKEZİ	ÇÖL İKLİMİ						MEKÂNSAL HAREKET				FAZ DEĞİŞTİRME
KARMA KULLANIM	SAVAN İKLİMİ	KULLANICI KONTROLÜ					HAVA KÜTLESİ HAREKETİ				PNÖMATİK
ULAŞIM YAPILARI	EKVOTORAL İKLİMİ	YAPI PERFORMANSI •enerji iletimi •enerji depolama •enerji tasarrufu					SABİT				MEYDATİK
	SUBTROPİKAL İKLİMİ										AKILLI CAM
	İLİMAN İKLİMİ										MEMBRAN
	BOZKIR İKLİMİ										MAGNETİZİM ESASLI MALZ.
	TROPİKAL İKLİMİ										

Şekil 2.26. Uyum gösteren cepheler için sınıflandırma tablosu önerisi (Fox ve Yeh, 2000; Loonen ve diğ., 2015; Aelenei ve diğ., 2016; Başarır ve Altun, 2017; Aelenei ve diğ., 2018; Çakır Aydoğan, 2018 kaynaklarından elde edilen veriler ve örnek incelemesinden faydalanılarak oluşturulmuştur.)

2.4. Bölüm Sonucu

Literatürde yer alan ulusal ve uluslararası kaynaklar incelenerek cephe kavramı sürdürülebilir mimarlık bakış açısıyla ele alınarak çalışmada uyum gösteren cephe sistemlerine odaklanılmıştır. Uyum gösteren cephe türlerine ilişkin literatürde yer alan tanımlamalar ve örnekler incelenerek her birinin daha iyi anlaşılabilmesi noktasında sistemlerin önemli özelliklerini niteleyen anahtar kelimeler/kavramlar oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu sayede literatürde farklı isimlerle karşımıza çıkan uyum gösteren cephe örneklerinin birbiri ile benzer ve ayırt edilen noktalarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Uyum gösteren cephelerin performans gereksinimleri incelenmiştir. Bu sayede uyum gösteren cephe sistemlerinin tasarımında etkili olan etmenlerin ve cephenin sağlaması gereken performans gereksinimleri üzerinde durularak cephe sistemlerinin yapısal tasarım ilkelerinin anlaşılması hedeflenmiştir. Ardından uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması ile ilgili olan çalışmalar incelenmiş ve sınıflandırma sürecinde hangi parametrelerin değerlendirildiği anlaşılmaya çalışılmıştır. Ortaya konulan parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılan benzetim programlarıyla ilgili araştırma yapılmıştır. Literatür araştırmasının sonucunda, çalışma kapsamında uyum gösteren cephe örneklerin incelenmesinde kullanılmak sınıflandırma tablosu önerilmiştir.

3. UYUM GÖSTEREN CEPHE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

Çalışmanın bu bölümünde farklı ülkelerde uygulanmış olan uyum gösteren cephe örnekleri ele alınmıştır. Literatürde yer alan otuz beş (35) adet uyum gösteren cephe örneğine ilişkin veriler yapılan literatür araştırması sonucunda kitaplar, internet kaynakları, projeler, makaleler ve bildirilerden faydalanılarak toplanmış, tez çalışması kapsamında oluşturulan öneri sınıflandırma tablosuna göre incelenmiştir (Çizelge 3.1). Elde edilen veriler doğrultusunda uyum gösteren cephe türleri üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışma kapsamında önerilen uyum gösteren cephe sınıflandırma tablosu

SINIFLANDIRMA TABLOSU		
YAPI TÜRÜ	OKUL / EĞİTİM	
	OFİS	
	SANAT VE SERGİLEME YAPISI	
	KAMU YAPISI	
	SPOR YAPISI	
	KONUT / YAŞAM ALANI	
	OTEL / YURT VE KONAKLAMA YAPILARI	
	ALIŞVERİŞ MERKEZİ	
	KARMA KULLANIM	
	ULAŞIM YAPILARI	
İKLİM BÖLGESİ	KUTUP İKLİMİ	
	TUNDRA İKLİMİ	
	OKYANUS İKLİMİ	
	STEP İKLİMİ	
	AKDENİZ İKLİMİ	
	KARASAL İKLİM	
	MUSON İKLİMİ	
	ÇÖL İKLİMİ	
	SAVAN İKLİMİ	
	EKVATORAL İKLİM	
	SUBTROPİKAL İKLİM	
	ILIMAN İKLİM	
	BOZKIR İKLİMİ	
TROPİKAL İKLİM		
KULLANIM NEDENİ	İÇ ORTAM (kullanıcı konforu)	aydınlatma ısı konfor akustik konfor iklimlendirme
	DIŞ ORTAM	dış ortam ile iletişim görsel etkileşim estetik
	KULLANICI KONTROLÜ	
	YAPI PERFORMANSI	enerji üretimi enerji depolama enerji tasarrufu
ETKEN	ÇEVRESEL	güneş rüzgâr yağış nem kirlilik gürültü/ses
	MEKÂNSAL	kullanıcı sayısı ve profili kamaşma ve parlama hava kalitesi
	YEREL MALZEME KULLANIMI	

Çizelge 3.1. Çalışma kapsamında önerilen uyum gösteren cephe sınıflandırma tablosu (devamı)

HAREKET GÖRÜNÜRLÜĞÜ	1. SEVİYE: GÖRÜLEMEZ * enerji üretme, enerji depolama, faz değiştirme 2. SEVİYE: GÖRÜLEBİLİR, YÜZEY DEĞİŞİMİ OLMAYAN * akıllı camlar, algiler 3. SEVİYE: GÖRÜLEBİLİR, YÜZEY DEĞİŞİMİ OLAN * güneş kırıcılar, hareketli paneller, panjur sistemleri, dinamik cephe elemanları
HAREKET EDEN PARÇA	CEPHE MALZEMESİ CEPHE BİLEŞENİ BİNA KABUĞU (cephe + çatı) MEKÂNSAL HAREKET TÜM BİNA DÜZEYİNDE HAREKET
TEPKİ BİÇİMİ	ENGEL OLMA / AZALTMA YÖNELME FAYDALANMA
HAREKET ŞEKLİ / DEĞİŞİM TÜRÜ	KAYMA KATLANMA DÖNME AÇILIP KAPANMA DALGALANMA RENK DEĞİŞTİRME FAZ DEĞİŞTİRME HAVA KÜTLESİ HAREKETİ SABİT
ENERJİ ÜRETİMİ	ENERJİ ÜRETEN ENERJİ ÜRETMEYEN rüzgardan enerji üreten su buharından enerji üreten güneşten enerji üreten sesten enerji üreten
HAREKET MEKANİZMASI	SENSÖR OTOMASYON / ALGORİTMA MANUEL BİYOLOJİK ETKİLEŞİMLİ PNÖMATİK MEDYATİK
HAREKET SÜRESİ	SANİYE DAKİKA SAAT GÜN AY MEVSİM YIL
MALZEME TÜRÜ	AHŞAP CAM ÇELİK FOTOVOLTAİK PANEL ALG KİL ESASLI MALZEMELER FİBERGLASS TÜREVLERİ ALÜMİNYUM PERFORE METAL FAZ DEĞİŞTİREN MALZEMELER BAKIR POLİMER KAMIŞ (BAMBU) KİMYASAL (ETFE) ELOKSALLI METAL AKILLI CAM MEMBRAN MAGNEZYUM ESASLI MALZEMELER

3.1. Uyum Gösteren Cephe Örneklerinin İncelenmesi

Çalışmanın bu bölümünde belirlenen 35 adet örnek ele alınmıştır. Örnekler ile alakalı temel bilgiler verildikten sonra çalışma kapsamında önerilen sınıflandırma tablosuna göre incelemeleri ve değerlendirmeleri yapılmıştır (Çizelge 3.2).

3.1.1. Arap Dünya Enstitüsü

Arap Dünya Enstitüsü, 1987 yılında Fransa’da inşa edilmiştir. Jean Nouvel tarafından tasarlanan yapı, sanat merkezi işlevi ile kullanılmaktadır. Yapı okyanus ikliminin etkin olduğu bir bölgede yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde fotoğraf makinası merceği biçiminde hareket edebilen alüminyum elemanlar yer almaktadır. İlgili cephe elemanları sensörler aracılığıyla gün ışığını algılayarak açma ve kapanma hareketini gerçekleştirmektedir (URL-4).

3.1.2. Milwaukee Sanat Müzesi

Müze, 2001 yılında Amerika’da Santiago Calatrava tarafından bir ek yapı olarak tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Okyanus ikliminin etkisini gösterdiği bir coğrafyada yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapı, kuşun kanat çırpmasından ilham alarak kabuğunda kanada benzeyen açılıp kapanma hareketi yapmaktadır. Çelik halatlar ve kabuk elemanları ile gerçekleştirilen hareket otomasyonlu bir sistem ve rüzgârı algılayan sensörler aracılığıyla hareketini gerçekleştirmektedir (URL-5).

3.1.3. B2 Evi

Özel bir konut talebiyle tasarlanan yapı, Han Tümertekin tarafından 2001 yılında Çanakkale’de inşa edilmiştir. Yapı akdeniz ikliminin etkin olduğu bir bölgede yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapıda kullanım amacına hizmet edecek bir biçimde hareketli cephe elemanları kullanılmıştır. Kayma ve katlanma hareketi yapan elemanlar, manuel olarak hareket etmektedir. Katlandıklarında cephe şeffaflığını ortaya çıkarmaktadırlar. Genel anlamda hafif ve yerele uygun malzemeler seçilmiştir (URL-6).

3.1.4. Fünf Höfe

2003 yılında Almanya Münih’te bir alışveriş merkezi olarak inşa edilmiştir. Tasarımcılar Herzog & de Meuron, Ivano Gianola ve Hilmer & Sattler’dir (URL-7). Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde yer alan kayar katlanır perfore metal cephe elemanları sayesinde dinamik bir görüntü kazanmaktadır (Di-Salvo, 2018).

3.1.5. Pittsburgh Çocuk Müzesi (Articulated Cloud)

Yapı Ned Kahn ve Koning Eizenberg Arch. tarafından tasarlanmıştır. Müze 2004 yılında Amerika’da inşa edilmiştir (URL-8). Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır

(Atasoy, 2010). Cephesinde yaklaşık 39.000 adet özel akrilik reçineden yapılmış ve teflon burçlu (bağlantı elemanı) birim bulunmaktadır. Cephesinde yer alan bu elemanlar sayesinde rüzgâr etkisiyle cephede net bir dalgalanma hareketi elde edilmektedir (URL-9).

3.1.6. Planetarium City of Arts and Science, Valencia (Valensiya Opera Binası)

2005 yılında İspanya’da inşa edilmiştir. Tasarımı Santiago Calatrava’ya aittir. Yapı akdeniz iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Bina kabuğu tıpkı bir göz kapağı gibi açılıp kapanabilmekte ve bu sayede mekânsal zenginlik kazanmaktadır (URL-10). Ayrıca kabuktaki hareket mekânın iklimlendirilmesine de katkı sağlamaktadır (Ali, 2019).

3.1.7. Aalen Üniversitesi Ek Yapısı

Aalen Üniversitesi için ek yapı olarak 2006 yılında Almanya’da inşa edilmiştir. Tasarımı MGF Architekten tarafından yapılmıştır. Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapı cephesinde yer alan ahşap güneş kırıncılarının açılıp kapanma hareketi sayesinde kontrollü bir aydınlatma sağlanmaktadır. (URL-11).

3.1.8. Kiefer Teknik

Kiefer Teknik, 2007 yılında Avusturya’da inşa edilmiştir. Ofis olarak kullanılan yapı Ernst Giselbrecht ve Partner-Studio tarafından tasarlanmıştır. Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde katlanarak açılan ve kapanan kinetik bir cidar bulunmaktadır. Bu katman sayesinde güneş kontrolü sağlanarak iç mekân konforu artırılmak istenmiştir (URL-12).

3.1.9. Carabanchel Sosyal Konutları

2007 yılında İspanya’da inşa edilmiş bir sosyal konut projesidir. Foreign Office Architects tarafından tasarlanmıştır. Yapı akdeniz iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapı, kullanıcılara teraslarının dış yüzeyinde kayar katlanır cephe panelleri sunmaktadır. Bu şekilde yaz kış kullanım sağlanması mümkün olmuştur. Cephede kamış malzeme seçilerek hafifliği sağlanmış ve kullanıcı kontrolü kolaylaştırılmıştır (URL-13).

3.1.10. GreenPix: Zero Energy Media Wall

2008 yılında Çin’de bir eğlence kompleksinin önüne inşa edilmiştir. Simone Giostra & Partners tarafından tasarlanmıştır. Yapı muson iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapının cephesinde 2922 adet led ışık noktası bulunmaktadır. Bu led ışık noktaları ise ekstra enerji harcanmadan cephenin yüzeyinde bulunan ve giydirme cephenin içerisine lamine edilmiş olan fotovoltaik panellerden beslenmektedir (URL-14).

3.1.11. Altis Belém Oteli

Altis Belém Oteli, 2008 yılında Portekiz’de Tagus Nehri kıyısına inşa edilmiştir. Yapı akdeniz iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). RISCO Architects tarafından tasarlanan yapıda, cephesinde yer alan alüminyum kayar katlanır paneller sayesinde güneş kontrolü sağlanmaktadır (URL-15).

3.1.12. Media-TIC

İspanya’da 2009 yılında inşa edilmiş bir ofis binasıdır ve akdeniz iklimi etkisinin olduğu bir bölgede bulunmaktadır (Atasoy, 2010). Enric Ruiz-Geli tarafından tasarlanan yapının cephesi gün içerisinde yoğun olarak güneş alan ve oldukça ısınan iç mekânlar için bir yalıtım tabakası olarak düşünülmüş ve uygulanmıştır. Kullanılan etilen tetrafloroetilen (ETFE) kaplamaların arasına güneşin algılanması ile nitrojen dolmakta ve ısı geçirimi azalarak yalıtım sağlanmaktadır (URL-16).

3.1.13. Brisbane Havaalanı

Cephe, 2010 yılında Avusturalya’da UAP (Urban Art Projects – Kentsel Tasarım Projeleri) ve Ned Khan tarafından 8 katlı bir otoparka tasarlanmıştır. Yapı subtropikal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Tasarım bir kamusal sanat projesi niteliği taşımasının yanı sıra, otoparkın havalandırılmasına ve gölgelendirilmesine de katkı sağlamaktadır. 250.000 adet alüminyum birim halatlar üzerinde rüzgâr etkisiyle dalgalanmaktadır. Bu sayede sürekli dinamik bir görüntü elde edilmiştir (URL-17).

3.1.14. Köln Oval Ofisler

Köln Oval Ofisler, 2010 yılında Almanya’da inşa edilmiştir (URL-18). Yapı ılıman iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Jan Bitter tarafından tasarlanan yapı, kayıp katlanan renkli cam elemanlarının bulunduğu bir cepheye sahiptir. Bu sayede

güneş kontrolü kullanıcı ihtiyacına ve gün içerisindeki duruma göre sağlanabilmektedir (Loonen ve diğ., 2015).

3.1.15. Friedrichstrasse Ofis Binası

Yapı, 2011 yılında Almanya’da inşa edilmiştir. Petersen Architekten tarafından ofis binası olarak tasarlanmıştır. Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapının bir cephesinde yer alan kayar katlanır cam paneller sayesinde ısı kontrolü sağlanmaktadır. Ayrıca cam paneller sayesinde kent içinde kendine ait bir ifade oluşturmaktadır. Buna ek olarak yapının diğer bir cephesinde güneş kontrol elemanı olarak kullanılan kumaş esaslı hareketli cephe elemanları bulunmaktadır (URL19).

3.1.16. Kuggen

Yapı 2011 yılında İsveç’te inşa edilmiştir. Wingårdh Arkitektkontor tarafından ofis yapısı olarak tasarlanmıştır. Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Silindirik bir gövdeye sahiptir ve cephesinde güneşi en derinlere iletebilmek için üçgen camlar kullanılmıştır. Yapının son katında oluşturulan raylı bir sisteme bağlı hareketli cephe elemanı sayesinde güneş kontrolü sağlanmaktadır. Bu panel güneşi takip ederek iç mekânlara gölge oluşturmaktadır (URL-20).

3.1.17. Nursing Home Meidling

2011 yılında Avusturya’da inşa edilmiştir. Tasarımı Hermann & Valentiny ve Partner tarafından yapılmıştır. Yapı okyanus iklimi (geçiş iklimi) karasal iklim (geçiş iklimi) bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapı şehir merkezinde yer alan bir huzurevidir. Cephesinde yer alan kayar katlanır paneller mekân zenginliği oluşturmakla beraber güneşin kontrolünü de sağlamaktadır. Cephesindeki hareketli elemanlar yarı geçirgen olan perfore metalden üretilmiştir (URL-21).

3.1.18. Marthashof Berlin

Yapı 2012 yılında Almanya’da inşa edilmiştir. Grüntuch Ernst Architekten tarafından tasarlanmıştır. Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Farklı boyutlarda ve kullanımlara uygun konutları içeren projede, kayar katlanır eloksallı metal cephe elemanları kullanılmıştır (URL-22). Bu elemanlar sayesinde güneş kontrolünü sağlamıştır (URL-23).

3.1.19. M9-C Binası

2012 yılında Fransa'da inşa edilmiştir. Bp Architectures tarafından karma kullanım (tiyatro ve okul) amacıyla tasarlanmıştır. Yapı okyanus iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinden alüminyum kayar katlanır paneller kullanılmıştır. Manuel olarak hareket ettirilen paneller, güneş kontrolünü sağlamaktadır (URL-24).

3.1.20. Okyanus Pavyonu

Yapı EXPO 2012 kapsamında SOMA tarafından tasarlanmış ve Güney Kore'de inşa edilmiştir. Yapı muson iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Bir limanda okyanusa bakar şekilde olan binanın kabuğunda hareket edebilen cam elyaf takviyeli polimerlerden (CETP- glass fiber reinforced polymers (GFRP)) üretilmiş cephe elemanları yer almaktadır. Kabukta yer alan bu düşey elemanlarda balıkların solungaç sistemlerinden esinlenilmiştir. Tamamen kapalı ve tek parça yüzey olabilen bina kabuğu, her elemanın kendi içerisinde gerçekleştirebildiği hareket mekanizması sayesinde geçirgen bir yüzeye dönüşmektedir. Yapılan değişimle iç mekânın iklimlendirilmesi ve kabukta farklı yüzeylerin oluşması sağlanmaktadır (URL-25).

3.1.21. RMIT Tasarım Merkezi

RMIT Tasarım Merkezi 2012 yılında Avustralya'da inşa edilmiştir. Yapı okyanus iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Sean Godsell Architects tarafından lisans ve yüksek lisans öğrencilerin tasarım eğitimi için tasarlanmıştır. Cephesinde yaklaşık 774 adet hareketli dairesel eleman bulunmaktadır. Birimler kendi içlerinde hareket etmektedir. Bu birimlerden fotovoltaik panel özelliği taşıyanlar binanın enerji üretimine katkı sağlamaktadır. Cam olan birimler ise içerideki hava kalitesinin ve güneşin kontrolüne etki etmektedir (URL-26).

3.1.22. Al-Bahar Kuleleri

Ofis kuleleri 2013 yılında Birleşik Arap Emirlikleri'nde inşa edilmişlerdir. Yapılar, Aedas tarafından tasarlanmıştır. Yapı çöl iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Kulelerin cepheleri, bölgenin geleneksel mirası mahremiyet perdesi olarak kullanılan *mashrabiya*'dan esinlenerek tasarlanmıştır. Kullanılan cephe elemanları yoğun güneş ışınlarının kontrolünü sağlayabilmek ve konforu arttırabilmek amacıyla

günün farklı saatlerinde güneşi algılayarak açılıp kapanmaktadır (URL-27). Ana malzeme olarak hafif bir yapıya sahip fiberglass esaslı kumaş kullanılmıştır (URL-28).

3.1.23. Leawood Spekülatif Ofisi

Ofis, 2013 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde inşa edilmiştir. Tasarımı El Dorado tarafından yapılmıştır. Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde yer alan açılıp kapanabilir elemanlar sayesinde güneş kontrolünü sağlamaktadır. Cephe elemanları perfore metalden üretilmiştir (URL-29).

3.1.24. Algeahouse

2013 yılında Almanya'da inşa edilmiştir. Proje Splitterwerk Architects, ARUP, Colt International ve Strategic Science Consult'ın ortak girişimidir. Yapı ılıman iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde mikroalgler kullanılan konut yapısı, sıfır karbonlu apartman olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca bu projede alg reaktörlerinin ilk kez bir bina dokusuna entegrasyonu sağlanmıştır. Yapının cephesinde ikinci bir katman oluşturan cam cephe elemanlarının içerisinde alg çiftlikleri bulunmaktadır. Cephe elemanları sayesinde iç mekânın ısı ve ses konforu artmakta, yoğun gün ışığı karşısında gölgeleme sağlanmaktadır. Cepheden elde edilen enerji ile de binanın ihtiyacı olan su ısıtması sağlanmaktadır (URL-30).

3.1.25. Sharifi-Ha Evi

Next Office tarafından tasarlanan esnek konut yapısı 2014 yılında İran'da inşa edilmiştir. Yapı karasal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapıda plan senaryoları ve işleyişi mevsimlere göre değişebilmektedir. Bu doğrultuda açık kapalı mekân kurgusu çeşitlenmekte ve kullanıcıya sunulmaktadır (URL-31). Kışın cephe kapalı konuma geçerek ısı konforu arttırmakta ve kapalı kullanım alanı genişlemektedir. Yazın ise cephe açık konuma gelerek ısı konforu sağlamakta ve açık kullanım alanları genişlemektedir (Taghaboni, 2019).

3.1.26. Agc Glass Europe Merkez Ofisi

2014 yılında Belçika'da inşa edilmiş ofis binasıdır. Samyn & Parterns tarafından tasarlanmıştır. Yapı okyanus iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde yer alan cam lameller sayesinde ofislerin aydınlatma kontrolü sağlanmakta ve iç mekân ısı konforu arttırılmaktadır (URL-32).

3.1.27. SDU Kampüsü

Henning Larsen tarafından tasarlanan okul binası, 2014 yılında Danimarka'da inşa edilmiştir. Yapı ılıman iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapının cephesinde delikli alüminyumdan üretilen üçgen güneş kontrol elemanları bulunmaktadır (URL-33). Elemanlar iç mekâna giren gün ışığını kontrol edebilmekte ve tam kapalı veya tam açık konumlara gelebilmektedir (URL-34).

3.1.28. Hazza Bin Zayed Stadyumu

Stadyum, Pattern Design tarafından tasarlanmıştır. 2014 yılında Birleşik Arap Emirlikleri'nde inşa edilmiştir. Yapı çöl iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapının cephe tasarımı yapılırken hurma yapraklarının yapmış olduğu dönme hareketlerinden ilham alınmıştır. Bu elemanlar sayesinde yapının çöl iklimi karşısında soğutulması sağlanır ve ısı konforu artırılır. Ayrıca yapının çatısında seyircilerin olduğu alanı gölgelendirmek amacıyla elemanlar bulunmaktadır (URL-35).

3.1.29. Vitacon Itaim Binası

10 daireden oluşan küçük apartman yapısı, 2014 yılında Brezilya'da inşa edilmiştir. Yapı ılıman iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Tasarımı Carolina Castroviejo, studio mk27 - marcio kogan tarafından yapılmıştır. Apartmanın cephe sistemi hem rüzgârı kesmeyecek hem de etkin gölgeleme sağlayacak bir çözüm arayışıyla ortaya çıkmıştır. Arap kültüründe yer alan *mashrabiya*'dan esinlenilmiştir. Cephede delikli kayar katlanır ahşap paneller kullanılmıştır. Kullanıcıların kontrol edebildiği paneller sayesinde iç mekân konforu artırılmıştır (URL-36).

3.1.30. Kil Çatılı Ev

Kil Çatılı Ev, satın alınan harap bir evin DRTAN LM ofisi tarafından yeniden tasarlanması ile ortaya çıkmıştır. Yapı ekvatorial iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). 2015 yılında Malezya'da inşa edilen yapı, yerel malzeme kullanımı ve çevresel uyumu hedeflemektedir. Eskiden kullanıldığı yerden dikkatlice sökülen kiremitler, bir halat yardımıyla yapının cephesine asılarak yeniden kullanılmıştır. Rüzgârın etkisiyle dönebilen ve istenildiğinde manuel olarak hareket ettirilebilen bu cephe elemanları sayesinde hem iç mekân iklimlendirilmesi hem de güneş kontrolü sağlanmaktadır (URL-37).

3.1.31. Ma Vie La

Ma Vie La konut projesi, Selim Erdil tarafından tasarlanmıştır. 2015 yılında Çeşme’de inşa edilmiştir. Yapı akdeniz iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapı cephesinde bulunan kayar katlanır ahşap cephe elemanları sayesinde gün ışığının kontrolü sağlanmakta ve iç mekân ısı konforu artırılmaktadır (URL- 38).

3.1.32. Congres Scentrum

2015 yılında Almanya’da inşa edilmiş sanat ve sergileme yapısıdır. Tasarımı Blocher Partners tarafından yapılmıştır. Yapı okyanus iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde yer alan alüminyum güneş kontrol elemanları sayesinde iç mekân konforu artmaktadır (URL- 39).

3.1.33. Bund Finans Merkezi

Foster&Partners tarafından tasarlanmıştır. 2017 yılında Çin’de inşa edilmiştir. Yapı subtropikal iklim bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). İçerisinde birçok farklı işlev barındıran yapı iki sokağın kesiştiği önemli bir kentsel noktada yer almaktadır. Cephesinde 675 ayrı magnezyum alaşımli püskül bulunmaktadır. Püsküller üç farklı katmanda ve her biri farklı uzunluktadır. Bağlı oldukları ray sistemi üzerinde hareket ederek çeşitli görsel etkiler oluştururlar (URL-40).

3.1.34. 312 Vista Ofis Kulesi

312 Vista Ofis Kulesi 2017 yılında Ankara’da inşa edilmiştir. Tasarımı rggA Mimari Tasarım Stüdyosu ve Anmahian Winton Architects’e aittir. Yapı step iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Yapının giydirme cephe profillerine sabitlenmiş iç yüzeyde yer alan ahşap panjurlar bulunmaktadır. Panjurlar sayesinde ısı performans artmakta ve güneş kontrolü sağlanmaktadır (URL-41).

3.1.35. 4 Arkadaş İçin Apartman

Proje Lussi + Partners tarafından 4 arkadaş için konut yapısı olarak tasarlanmıştır. 2019 yılında İspanya’da inşa edilmiştir. Yapı okyanus iklimi bölgesinde yer almaktadır (Atasoy, 2010). Cephesinde yer alan ve raylı bir sistem üzerinde kayıp katlanabilen ahşap paneller sayesinde güneş kontrolü sağlanmaktadır. Bu şekilde iç mekân konforu arttırılmaktadır (URL-42). 4 Arkadaş İçin Apartman oluşturulan sınıflandırma tablosuna göre değerlendirilmesi şekil 3.35’de yer almaktadır.

3.2. Örneklerin Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde belirlenen 35 adet örneğin oluşturulan 12 başlıklı sınıflandırma tablosuna göre değerlendirilmesine yer verilmiştir. Literatürden elde edilen veriler ve örnek incelemesi ile elde edilen sonuçların çalışma kapsamında oluşturulacak olan cephe önerisi için altlık oluşturması amaçlanmaktadır. Çizelge 3.2’de sınıflandırma tabosuna göre incelenen tüm örneklere ilişkin ulaşılan ve yorumlanan bilgiler yer almaktadır.



Çizelge 3.2. Örneklerin Sınıflandırma Tablosuna Göre İncelenmesi

Proje Künyesi	Yapı Türü	İklim Bölgesi	Kullanım Nedeni	Etken	Haraket Görünürlüğü	Hareket Eden Parça	Tepki Biçimi	Hareket Sekli / Değişim Türü	Enerji Üretimi	Hareket Mekanizması	Hareket Süresi	Malzeme Türü
Arap Dünya Enstitüsü Proje Yılı: 1987 Proje Yeri: Fransa Mimar/ Ofis: Nouvel	Sanat Ve Sergileme Yapısı	Okyanus İklimi	*Dış Ortaam İle İletişim *Görsel Etkileşim *Estetik	Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzy Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	*Saniye *Dakika	Alüminyum
Milwaukee Sanat Müzesi Proje Yılı: 2001 Proje Yeri: ABD Mimar/ Ofis: Calatrava	Sanat Ve Sergileme Yapısı	Okyanus İklimi	*Isıl Konfor *İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzy Değişimi Olan	Bina Kabağı (Cephe+Çat)	Faydalanma	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	*Dakika	Çelik
B2 Evi Proje Yılı: 2001 Proje Yeri: Türkiye/Canakkale Mimar/ Ofis: Han Tümetekin	Konut/ Yaşam Alanı	Akdeniz İklimi	*Dış Ortaam İle İletişim *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili *Yerel Malzeme Kullanımı	3. Seviye: Görülebilir, Yüzy Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	- (ulşlamadı)	Kamış
Fünf Höfe Proje Yılı: 2003 Proje Yeri: Almanya Mimar/ Ofis: Herzog & de Meuron, Ivano Gianola ve Hilmer & Suttler	A İşyeri Merkezi	Karasal İklim	*Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzy Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	*Dakika	Perfore Metal
Pittsburgh Çocuk Müzesi (Articulated Cloud) Proje Yılı: 2004 Proje Yeri: ABD Mimar/ Ofis: Ned Kahn ve Koning Eizenberg Arch	Okul/Eğitim	Karasal İklim	*Görsel Etkileşim *Estetik	*Rüzgâr	3. Seviye: Görülebilir, Yüzy Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Faydalanma	Dalgalanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	Saniye	*Akrilik Reçine *Çelik
Planetarium City of Arts and Science, Valencia Proje Yılı: 2005 Proje Yeri: İspanya Mimar: Calatrava	Sanat Ve Sergileme Yapısı	Akdeniz İklimi	*İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Rüzgâr	3. Seviye: Görülebilir, Yüzy Değişimi Olan	Bina Kabağı (Cephe+Çat)	Engel Olma / Azaltma	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	- (ulşlamadı)	- (ulşlamadı)	*Cam *Çelik
Aalen Üniversitesi Ek Yapısı Proje Yılı: 2006 Proje Yeri: Almanya Mimar/ Ofis: MGF Architekten	Okul/Eğitim	Karasal İklim	*Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzy Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	Otomasyon/ Algoritma	Dakika	Ahşap

Çizelge 3.2. Örneklerin Sınıflandırma Tablosuna Göre İncelenmesi (devamı)

Proje Künyesi	Yapı Türü	İklim Bölgesi	Kullanım Nedeni	Etken	Haraket Görünürlüğü	Haraket Eden Parça	Tepki Biçimi	Haraket Şekli / Değişim Türü	Enerji Üretimi	Haraket Mekanizması	Haraket Süresi	Malzeme Türü
Kiefer-Teknik Proje Yılı: 2007 Proje Yeri: Avusturya Mimar/ Ofis: Ernst Giselbrecht ve Partner- Studio	Ofis	Karasal İklim	*İsl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	Dakika	Alüminyum
Carabanchel Sosyal Konutları Proje Yılı: 2007 Proje Yeri: İspanya Mimar/ Ofis: Foreign Office Architects	Konut / Yaşam Alanı	Akdeniz İklimi	*İsl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili *Hava Kalitesi	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	Dakika	Kağız
GreenPfx: Zero Energy Media Wall Proje Yılı: 2008 Proje Yeri: Çin Mimar/ Ofis: Simone Giostra & Partners	Sanat Ve Sergileme Yapısı	Muson İklimi	*Aydınlama *Görsel Etkileşim *Estetik *Enerji Üretimi *Enerji Depolama	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	2. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olmayan	Cephe Bileşeni	Faydalanma	*Renk Değişirme (Ledler) *Sabit (Fotovoltaik Panel)	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma *Medyatik	*Saniye *Dakika	*Cam *Pv Panel
Altis Bekim Oteli Proje Yılı: 2008 Proje Yeri: Portekiz Mimar/ Ofis: RISCO Architects	Otel/ Yurt Ve Konaklama Yapısı	Akdeniz İklimi	*İsl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	Otomasyon/ Algoritma	Dakika	Alüminyum
Media-TIC Proje Yılı: 2009 Proje Yeri: İspanya Mimar/ Ofis: Enric Ruiz-Geli	Ofis	Akdeniz İklimi	*İsl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Hava Kütleli Hareketi	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma *Pnömatik	Saniye	Efite
Brisbane Havaalanı Proje Yılı: 2010 Proje Yeri: Avustralya Mimar/ Ofis: UAP ve Ned Khan	Sanat Ve Sergileme Yapısı	Subtropikal İklim	*İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Rüzgâr	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Faydalanma	Dalgalanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Medyatik	(ulaşılmadı)	Alüminyum
Kühn Oval Ofisler Proje Yılı: 2010 Proje Yeri: Almanya Mimar/ Ofis: Jan Bitter	Ofis	İlman İklim	*İsl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	*Otomasyon/ Algoritma *Manuel / Otomatik Olmayan	Dakika	Cam

Çizelge 3.2. Örneklerin Sınıflandırma Tablosuna Göre İncelenmesi (devamı)

Proje Künyesi	Yapı Türü	İklim Bölgesi	Kullanım Nedeni	Etken	Hareket Görünürlüğü	Hareket Eden Parça	Tepkili Biçimi	Hareket Şekli / Değişim Türü	Enerji Üretimi	Hareket Mekanizması	Hareket Süresi	Malzeme Türü
Friedrichstrasse Ofis Binası Proje Yılı: 2011 Proje Yeri: Almanya Mimar/Ofis: Petersen Architekten	Ofis	Karasal İklim	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayna *Kullanma *Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	*Manuel / Otomatik Olmayan	Dakika	*Cam *Kumaş
Kuggen Proje Yılı: 2011 Proje Yeri: İsveç Mimar/Ofis: Wingårdh Arkitektkontor	Ofis	Karasal İklim	*Aydınlatma *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Dönme	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	Saat	Kil Esesh Malzeme
Nursing Home Medding Proje Yılı: 2011 Proje Yeri: Avusturya Mimar/Ofis: Herrmann & Valentiny	Kamu Yapısı	*Okyanus İklimi *Karasal İklim (Geçiş İklimi)	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayna *Kullanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	Dakika	Perfore Metal
Marthashof Berlin Proje Yılı: 2012 Proje Yeri: Almanya Mimar/Ofis: Grünhuch Ernst Architekten	Konut / Yaşam Alanı	Karasal İklim	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayna *Kullanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	Dakika	Eloksallı Metal
M9-C Binası Proje Yılı: 2012 Proje Yeri: Fransa Mimar/Ofis: Ep Architectures	Karma Kullanım	Okyanus İklimi	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayna *Kullanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	(ulaşlamadı)	Alüminyum
Okyanus Pavyonu Proje Yılı: 2012 Proje Yeri: Güney Kore Mimar/Ofis: SOMA	Sanat Ve Sergileme Yapısı	Muson İklimi	*Aydınlatma *İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Rüzgâr *Kullanıcı Sayısı Ve Profili *Hava Kalitesi	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	*Engel Olma / Azaltma *Yönelme	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	(ulaşlamadı)	Polimer
RMIT Tasarım Merkezi Proje Yılı: 2012 Proje Yeri: Avustralya Mimar/Ofis: Sean	Okul / Eğitim	Okyanus İklimi	*Isıl Konfor *İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Rüzgâr *Hava Kalitesi	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	*Engel Olma / Azaltma *Faydalanma	Dönme	Güneşten Enerji Üreten	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	*Saniye *Dakika	*Cam *Fotovoltaik Panel

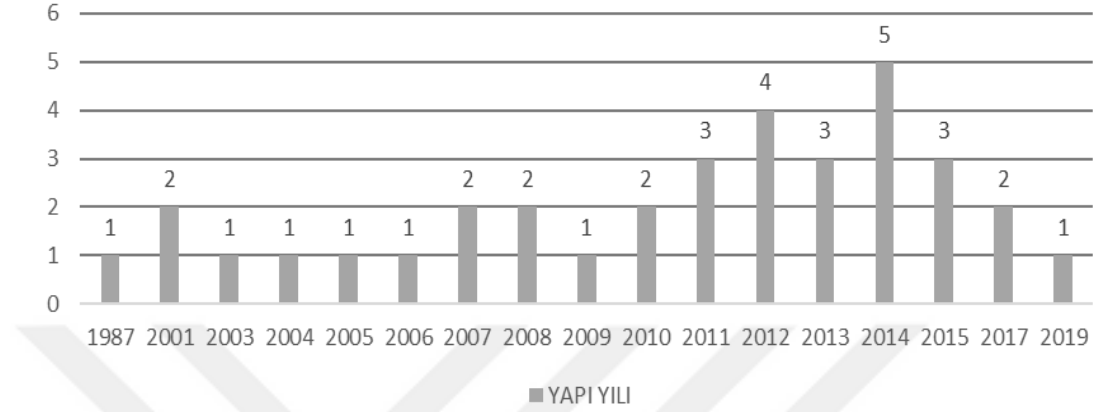
Çizelge 3.2. Örneklerin Sınıflandırma Tablosuna Göre İncelenmesi (devamı)

Proje Künyesi	Yapı Türü	İklim Bölgesi	Kullanım Nedeni	Etken	Hareket Görünürlüğü	Hareket Eden Parça	Tepki Biçimi	Hareket Sekli / Değişim Türü	Enerji Üretimi	Hareket Mekanizması	Hareket Süresi	Malzeme Türü
Al-Bahar Kulleri Proje Yılı: 2013 Proje Yeri: Birleşik Arap Emirlikleri Mimar/ Ofis: Aedas	Ofis	Çöl İklimi	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	*Saniye *Dakika	Fiberglass Esaslı Kumuş
Leewood Spektülatif Ofisi Proje Yılı: 2013 Proje Yeri: ABD Mimar/ Ofis: El Dorado	Ofis	Karasal İklim	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	Mamel / Otomatik Olmayan	- (ulashlamadı)	Perfore Metal
Algenhouse Proje Yılı: 2013 Proje Yeri: Almanya Mimar/ Ofis: Splitterwerk Architects, ARUP, Colt International ve Strategic Science Consult	Konut / Yaşam Alanı	Ilman İklim	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Akustik Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Enerji Üretimi *Enerji Depolama *Enerji Tasarrufu	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	*Engel Olma / Azaltma *Faydalanma	*Dönme *Renk Değişirme	Güneşten Enerji Üreten	*Otomasyon/ Algoritma *Biyolojik Etkileşimli	Dakika	*Cam *Alg
Sharifi-Ha Evi Proje Yılı: 2014 Proje Yeri: İran Mimar/ Ofis: Next Office	Konut / Yaşam Alanı	Karasal İklim	*Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Rüzgâr *Yağış	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Mekânsal Hareket	*Engel Olma / Azaltma *Yönelme	Dönme	Enerji Üretmeyen	*Otomasyon/ Algoritma	Saniye	*Aışap *Cam
Agc Glass Europe Merkez Ofisi Proje Yılı: 2014 Proje Yeri: Belçika Mimar/ Ofis: Samyn & Partners	Ofis	Okyanus İklimi	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Dönme *Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	*Otomasyon/ Algoritma	*Saniye	*Cam
SDU Kampüsü Kolding Proje Yılı: 2014 Proje Yeri: Danimarka Mimar/ Ofis: Henning Larsen	Okul / Eğitim	Ilman İklim	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Açılıp Kapanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	*Saniye *Dakika *Saat	Alüminyum
Hazza Bin Zayed Stadıyumu Proje Yılı: 2014 Proje Yeri: Birleşik Arap Emirlikleri Mimar/ Ofis: Pattern Design	Spor Yapısı	Çöl İklimi	*Isıl Konfor *İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Bina Kabıgu (Cephe+Çatı)	Engel Olma / Azaltma	Dönme	Enerji Üretmeyen	- (ulashlamadı)	- (ulashlamadı)	Membran

Çizelge 3.2. Örneklerin Sınıflandırma Tablosuna Göre İncelenmesi (devamı)

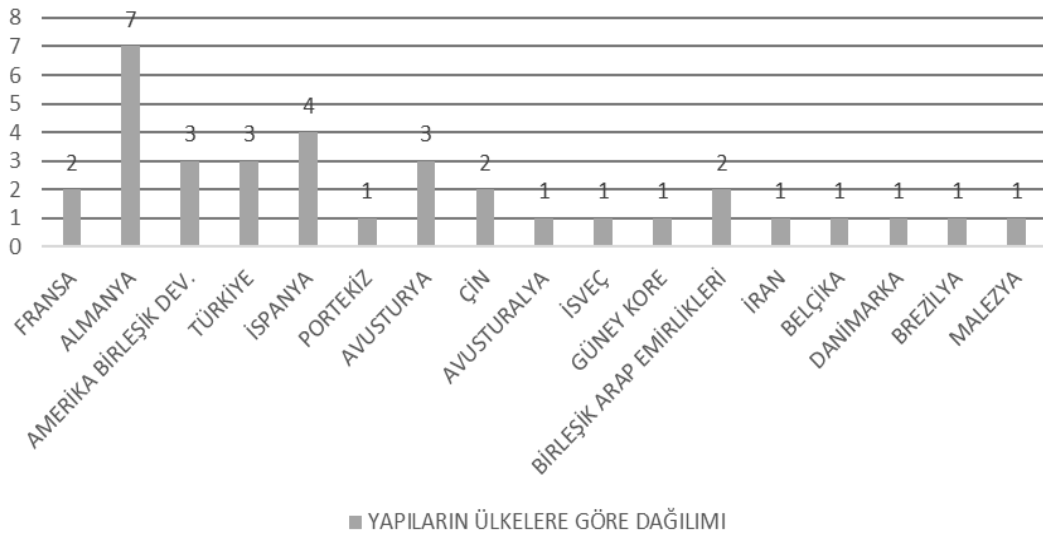
Proje Künyesi	Yapı Türü	İklim Bölgesi	Kullanım Nedeni	Etken	Haraket Görünürlüğü	Hareket Eden Parça	Tepki Biçimi	Hareket Sekiti / Değişim Türü	Enerji Üretimi	Hareket Mekanizması	Hareket Süresi	Malzeme Türü
Vitacon İtım Binası Proje Yılı: 2014 Proje Yeri: Brezilya Mimar/ Ofis: Studio mk27	Konut / Yaşam Alanı	Ilıman İklim	*Isıl Konfor *İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Rüzgâr *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	Saniye	Ahşap
Kil Çanlı Ev Proje Yılı: 2015 Proje Yeri: Malezya Mimar/ Ofis: DRTAN LM	Konut / Yaşam Alanı	Ekvatorial İklim	*Isıl Konfor *İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş *Rüzgâr *Hava Kalitesi *Yerel Malzeme Kullanımı	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Dönme	Enerji Üretmeyen	Manuel / Otomatik Olmayan	(ulaşlanmadı)	Kil Esaslı Malzeme
Ma Vie La Proje Yılı: 2015 Proje Yeri: Türkiye/ İzmir Mimar/ Ofis: Selim Erdil	Konut / Yaşam Alanı	Akdeniz İklimi	*Isıl Konfor *İklimlendirme *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	*Otomasyon/ Algoritma	Saniye	Ahşap
Congress Scentrum Proje Yılı: 2015 Proje Yeri: Almanya Mimar/ Ofis: Blocher Partners	Sanat Ve Sergileme Yapısı	Okyanus İklimi	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik	*Güneş	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	(ulaşlanmadı)	(ulaşlanmadı)	Alüminyum
Rund Finans Merkezi Proje Yılı: 2017 Proje Yeri: Çin Mimar/ Ofis: Foster&Partners	Karma Kullanım	Subtropikal İklim	*Görsel Etkileşim *Estetik	*Rüzgâr *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Faydalama	Kayma	Enerji Üretmeyen	*Otomasyon/ Algoritma	Saniye	Magnezyum Alaşımli Boru
312 Vista Ofis Kulesi Proje Yılı: 2017 Proje Yeri: Türkiye/ Ankara Mimar/ Ofis: rggA Mimar/ Tasarım	Ofis	Step İklimi	*Aydınlatma *Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	Dönme	Enerji Üretmeyen	*Otomasyon/ Algoritma	Saniye	*Ahşap *Cam
4 Arkadaş İçin Apartman Proje Yılı: 2019 Proje Yeri: İspanya Mimar/ Ofis: Lussi + Partners	Konut / Yaşam Alanı	Okyanus İklimi	*Isıl Konfor *Görsel Etkileşim *Estetik *Kullanıcı Kontrolü	*Güneş *Kullanıcı Sayısı Ve Profili	3. Seviye: Görülebilir, Yüzey Değişimi Olan	Cephe Bileşeni	Engel Olma / Azaltma	*Kayma *Katlanma	Enerji Üretmeyen	*Sensör *Otomasyon/ Algoritma	(ulaşlanmadı)	Ahşap

Şekil 3.1’de incelenen otuz beş (35) örneğin yapım yıllarına göre dağılımlarına ilişkin tablo yer almaktadır. Bu tabloya göre incelenen örneklerin otuz dört (34) tanesi 2000 yılı ve sonrası dönemde inşa edilmiştir.



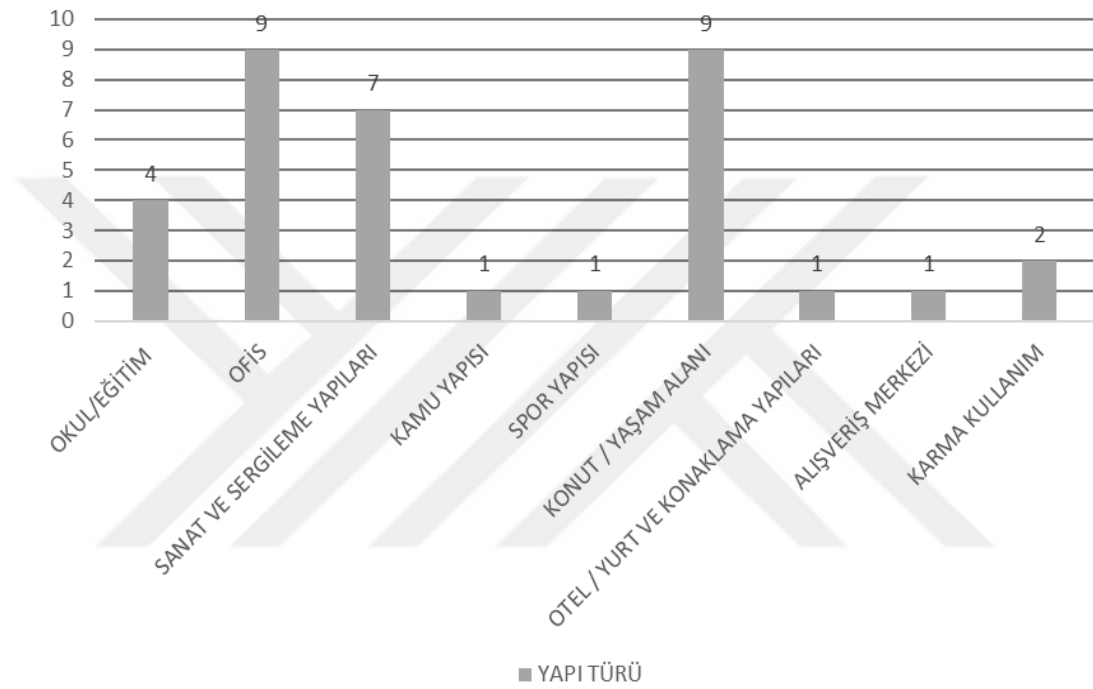
Şekil 3.1. İncelenen yapı örneklerinin yapım yıllarına göre dağılım grafiği

Şekil 3.2’de incelenen otuz beş (35) örneğin ülkelere göre dağılımları yer almaktadır. İncelenen örneklerden yedi (7) tanesinin yer aldığı Almaya bu konuda ön plana çıkmaktadır. İspanya’da dört (4), ABD, Türkiye ve Avusturya’da üç (3), Çin ve BAE’de iki (2), Portekiz, Avustralya, İsveç, Güney Kore, İran, Belçika, Danimarka, Brezilya ve Malezya’da ise birer (1) adet örnek yer almaktadır.



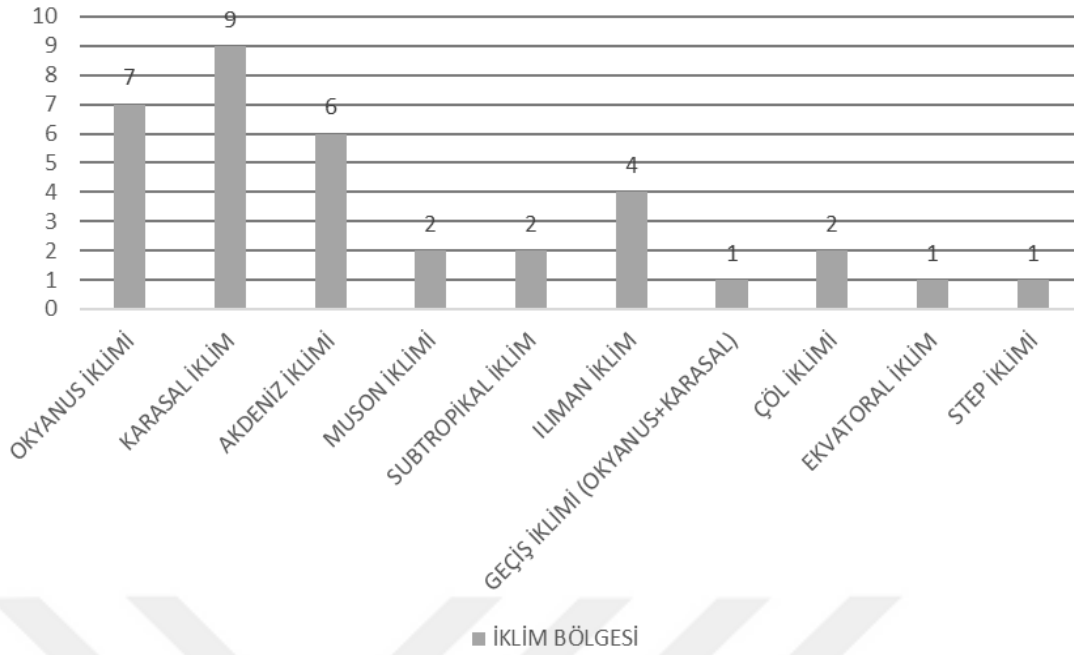
Şekil 3.2. İncelenen yapı örneklerinin ülkelere göre dağılım grafiği

Çalışma kapsamında ele alınan otuz beş (35) örnek, yapı türlerine göre gruplanmıştır. İncelenen otuz beş (35) örneğin yapı türleri içerisinde dokuz (9) adet ofis, dokuz (9) adet konut/ yaşam alanı, yedi (7) adet sanat ve sergileme yapıları, dört (4) adet okul/ eğitim yapısı, iki (2) adet karma kullanımlı yapı, bir (1) adet kamu yapısı, bir (1) adet spor yapısı, bir (1) adet otel/yurt ve konaklama yapısı, bir (1) adet alışveriş merkezi yer almaktadır (Şekil 3.3). Ofis, konut/yaşam alanı, sanat ve sergileme yapıları sayıca ön plana çıkmaktadır.



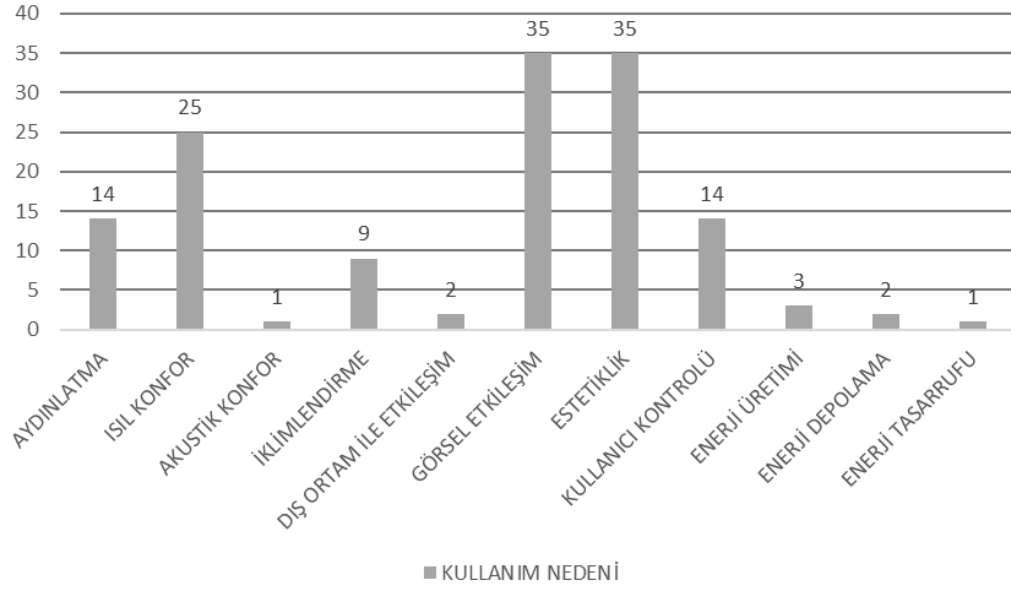
Şekil 3.3. İncelenen örneklerin yapı türlerine göre dağılım grafiği

Çalışma kapsamında ele alınan otuz beş (35) örneğin iklim bölgelerine bakıldığında dokuz (9) tanesinin karasal iklim bölgesinde, yedi (7) tanesinin okyanus iklim bölgesinde, altı (6) tanesinin akdeniz iklim bölgesinde, dört (4) tanesinin ılıman iklim bölgesinde, iki (2) tanesinin subtropikal iklim bölgesinde, iki (2) tanesinin çöl iklimi bölgesinde, iki (2) tanesinin muson iklimi bölgesinde, bir (1) tanesinin geçiş iklimi (okyanus-karasal) bölgesinde, bir (1) tanesinin ekvatorial iklim bölgesinde ve bir (1) tanesinin step iklimi bölgesinde yer aldığı görülmüştür. Okyanus iklimi, karasal iklim ve akdeniz iklimi ön plana çıkmıştır (Şekil 3.4).



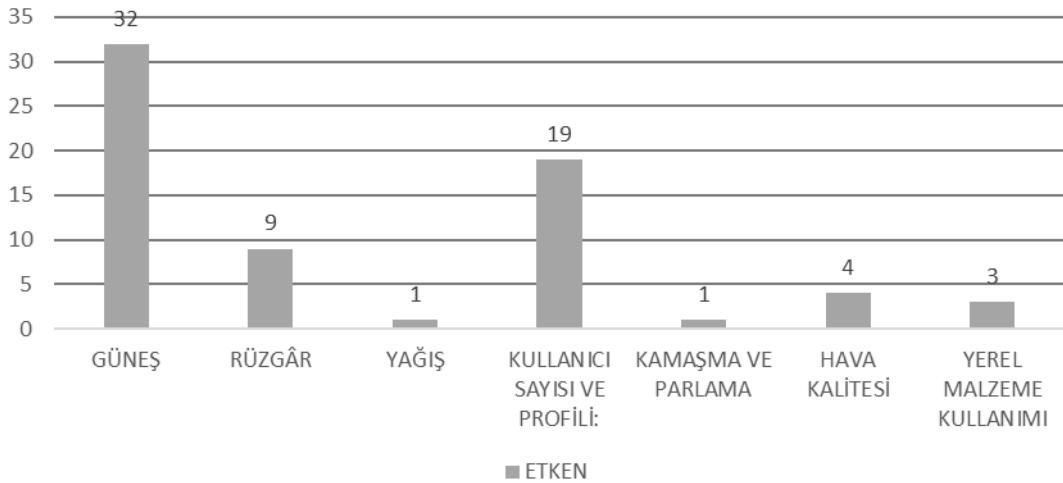
Şekil 3.4. İncelenen yapı örneklerinin iklim bölgelerine göre dağılım grafiği

Çalışma kapsamında incelenen örnekler kullanım nedenlerine göre gruplanmıştır. İncelenen örneklerden otuz beş (35) tanesinde görsel etkileşim, otuz beş (35) estetik beklentilerin, yirmi beş (25) tanesinde ısı konforunun, on dört (14) tanesinde aydınlatmanın, on dört (14) tanesinde kullanıcı kontrolünün, dokuz (9) tanesinde iklimlendirmenin, üç (3) tanesinde enerji üretiminin, iki (2) tanesinde enerji depolamanın, iki (2) tanesinde dış ortam ile etkileşimin, bir (1) tanesinde akusti konforunun ve bir (1) tanesinde enerji tasarrufunun amaçlandığı görülmüştür. Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması amacıyla oluşturulan tabloda bağlamında amaç başlığı altındanda görsel etkileşim ve Estetik parametrelerinin neredeyse tüm örneklerde ön plana çıktığı görülmektedir. Bu iki parametreyi sırasıyla ısı konfor, aydınlatma, kullanıcı kontrolü başlıkları takip etmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İncelenen yapı örneklerinin kullanım nedenlerine göre dağılım grafiği

Etken parametrelerine göre incelenen örneklerin otuz ikisi (32) güneş, on dokuzu (19) kullanıcı sayısı ve profili, dokuzu (9) rüzgâr, dördü (4) hava kalitesi, üçü (3) yerel malzeme kullanımı, biri (1) kamaşma ve parlama ve biri (1) yağış etkeni düşünülerek tasarlanmıştır (Şekil 3.6). Uyum gösteren cephelerin sınıflandırılması amacıyla oluşturulan tablo bağlamında etken başlığı altında güneşe göre tasarım parametresinin öne çıktığı görülmektedir.



Şekil 3.6. İncelenen yapı örneklerinin etkenlerine göre dağılım grafiği

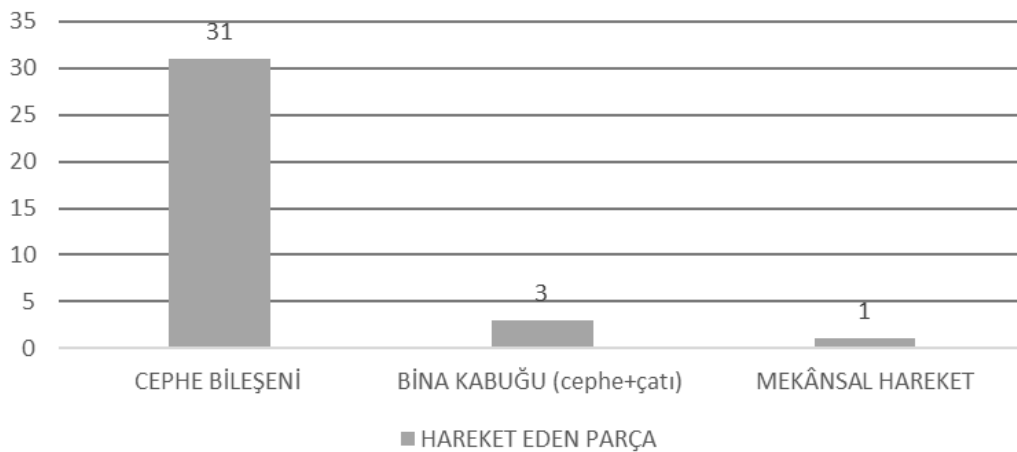
Çalışmada ele alınan örnekler hareket görünürlüklerine göre 3 başlık altında gruplanmıştır. İncelenen otuz beş (35) örneğin tamamı insan gözüyle algılanacak düzeyde

uyum göstermektedir. Buna göre şekil 3.7’de yer alan grafikte otuz dört (34) adet örnekte tabloda 3. seviye görülebilir olarak adlandırılan yüzey değişiminin olduğu görülmüştür. Bir (1) adet örnekte 2. seviye görülebilir olarak adlandırılan yüzey değişimi olmayan fakat göz ile algılanabilen değişimin olduğu görülmüştür. Değerlendirilen örnekler arasında 1. seviye görülemez harekete rastlanmamıştır.



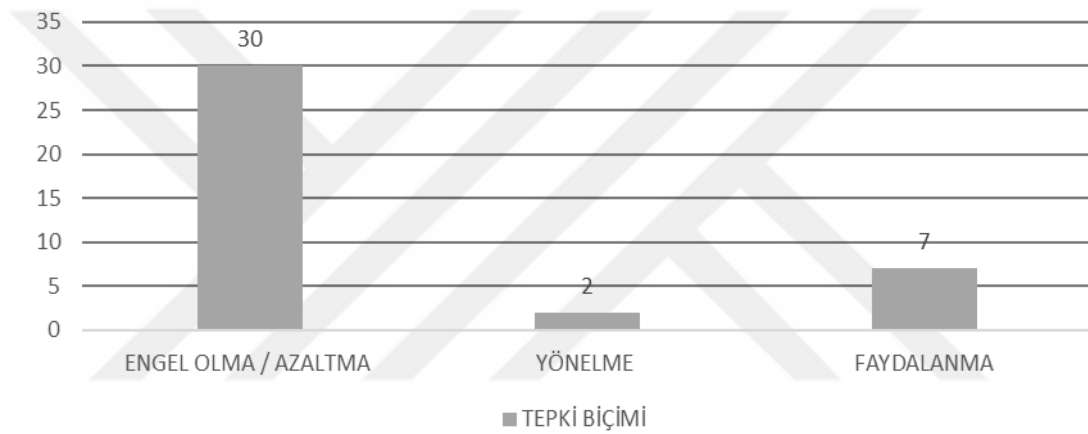
Şekil 3.7. İncelenen yapı örneklerinin hareket görünürlüğüne göre dağılım grafiği

Çalışmada ele alınan örnekler uyum gösteren hareket eden parçalarına göre sınıflandırılmıştır. İncelenen örneklerden otuz bir (31) tanesi cephe bileşeni ölçeğinde, üç (3) tanesi bina kabuğu (çatı ve cephe) ölçeğinde ve bir (1) tanesinin mekânsal ölçekte yapmış olduğu hareket ile uyum gösterdiği görülmüştür (Şekil 3.8).



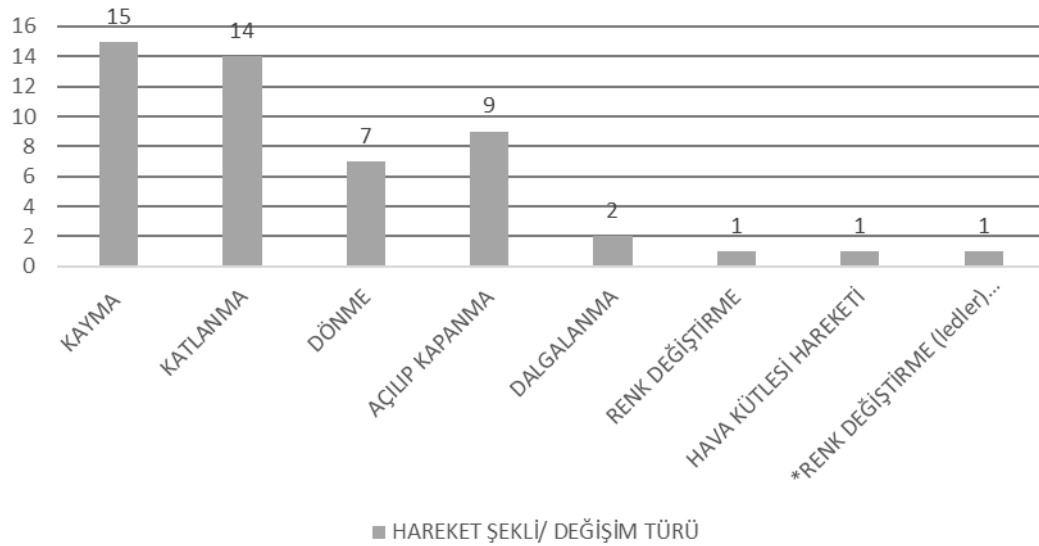
Şekil 3.8. İncelenen yapı örneklerinin hareket eden parçalarına göre dağılım grafiği

İncelenen örneklerin etki eden etkenlere karşı vermiş oldukları tepki biçimlerine göre dağılımı şekil 3.9’da yer almaktadır. Bu bağlamda incelenen otuz beş (35) örnekten bilgisine ulaşılabilen otuz (30) örnekte etkenin meydana getirdiği olumsuz etkilere karşı engel olma/azaltma eğilimi bulunmaktadır. Yedi (7) örnekte etki eden etkenden fayda sağlama yönünde bir uyum gösterme/sağlama söz konusudur. İki (2) örnekte etkene karşı yönelme mevcuttur. Genel olarak bakıldığında incelenen uyum gösteren cephe örneklerinde özellikle etkenlerin olumsuz etkilerine karşı bir korunmaya dayalı tasarımın söz konusu olduğu görülmektedir. Bazı örneklerde etkilerden faydalanma yönünde bir tasarım eğilimi görülürken, bazı örneklerde ise etkenlere karşı yönelme yönünde bir tasarım anlayışının benimsendiği görülmüştür.



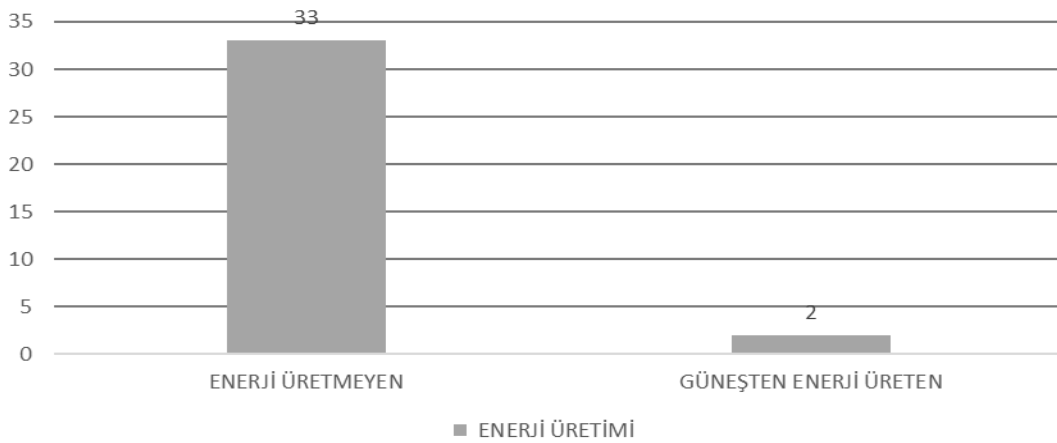
Şekil 3.9. İncelenen yapı örneklerinin tepki biçimlerine göre dağılım grafiği

Çalışmada ele alınan örnekler yapmış oldukları hareket biçimlerine göre gruplanmıştır. İncelenen örneklerde uyum gösterirken gerçekleştirdikleri hareketlerde on beş (15) tanesinde kayma, on dört (14) tanesinde katlanma, dokuz (9) tanesinde açılıp kapanma, altı (6) tanesinde dönme, iki (2) tanesinde dalgalanma, bir (1) tanesinde renk değiştirme, bir (1) tanesinde hava kütlesi hareketi, bir (1) tanesinde ise hareket biçimlerinden renk değiştirme (ledler) ve sabit (fotovoltaik paneller) durumları birlikte görülmüştür. Kayma ve katlanma hareketlerinin ön planda olduğu görülmüştür (şekil 3.10).



Şekil 3.10. İncelenen yapı örneklerinin hareket şekli/ değişim türlerine göre dağılım grafiği

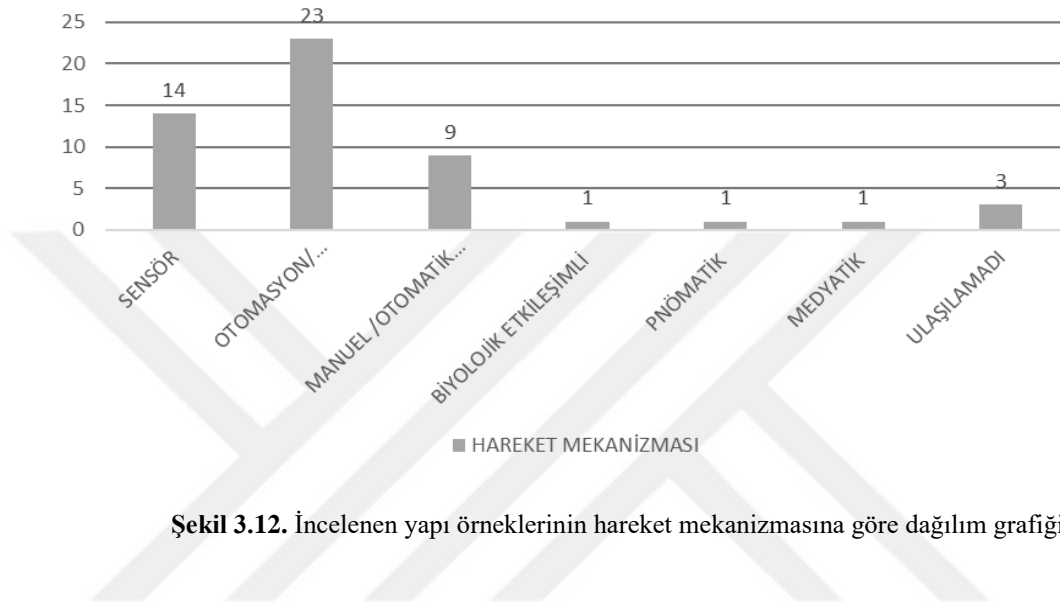
Çalışmada ele alınan uyum gösteren cephe örnekleri enerji üretme durumlarına göre incelenmiştir. İncelenen otuz beş (35) örneğin otuz üç (33) tanesinde herhangi bir enerji üretiminin söz konusu olmadığı görülmüştür. Geriye kalan iki (2) örnekte ise güneş enerjisinden faydalanarak enerji üretebildiği görülmüştür (şekil 3.11). Bu anlamda incelenen uyum gösteren cephe örneklerinden yola çıkıldığında uygun tasarımlarla birlikte uyum gösteren cephelerin enerji üretimine katkı sağlayabileceği görülmektedir.



Şekil 3.11. İncelenen yapı örneklerinin enerji üretimine göre dağılım grafiği

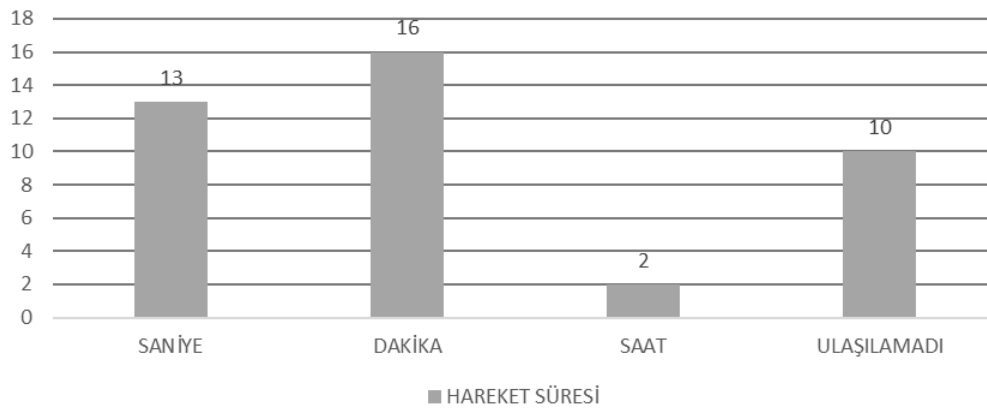
Uyum gösteren cephe örnekleri temelde sensör, otomasyon/algortma ve manuel (elle) olarak hareket edebilme özelliğine sahip olabilmektedir. Bunların yanı sıra incelenen örneklerin niteliklerine göre biyolojik etkileşim, pnömatik (şişme) ya da medyatik (ekran) olarak da hareket edebildiği durumlara rastlanmaktadır. Hareket

mekanizması bilgisine ulaşılabilen otuz iki (32) örnekte uyum gösterilmesini sağlayan hareket mekanizmalarında otomasyon/algorithm ön plana çıkmaktadır. İnsan müdahalesinin daha geri planda olduğu ve etkenin doğrudan tetikleyici olduğu gözlemlenmiştir (şekil 3.12). İncelenen örneklerin yirmi üç (23) tanesinin otomasyon/algorithm, on dört (14) tanesinde sensör ve dokuz (9) tanesinde manuel (elle) kontrolün sağlandığı görülmektedir.



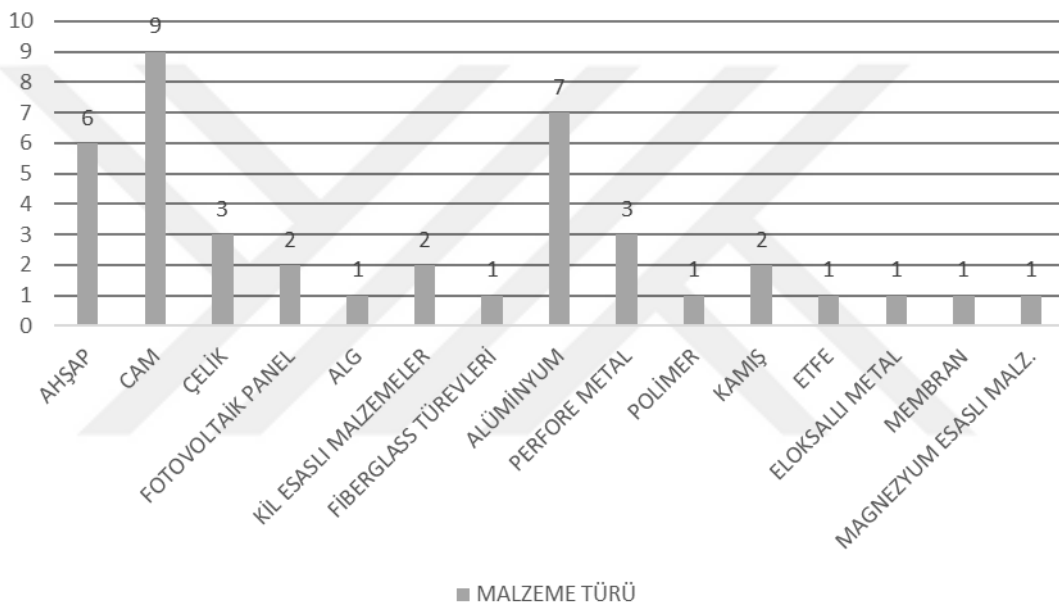
Şekil 3.12. İncelenen yapı örneklerinin hareket mekanizmasına göre dağılım grafiği

Hareket süresi bilgisine erişilebilen yirmi beş (25) adet örnekte saat, dakika ve saniye şeklinde farklı hareket süreleri görülmektedir. İncelenen otuz beş (35) örneğin on (10) tanesinde kesin hareket süresine ulaşılamamıştır. Örneklerin on altı (16) tanesinde dakika, on üç (13) tanesinde ise saniye ve iki (2) tanesinde saatlik değişim gösterebildikleri belirlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. İncelenen yapı örneklerinin hareket sürelerine göre dağılım grafiği

Çalışmada ele alınan uyum gösteren cephe örnekleri kullanılan malzemelerine göre gruplanmıştır. Genel olarak malzeme seçimlerinde bileşenin yaptığı hareketle uyumlu olan ve hareketi kısıtlamayacak nitelikte olan malzemelerin tercih edildiği görülmüştür. İncelenen örneklerin yapıldığı malzemeler incelendiğinde sırasıyla cam (9), alüminyum (7) ve ahşabın (6) en çok tercih edilen malzemeler olduğu görülmektedir. Bu malzemelerin yanı sıra cephenin tasarımı, kullanım yeri, iklim vb. durumları düşünülerek fotovoltaik panel, çelik, polimer, kamış, performe metal, kil esaslı malzemeler, bakır, membran, fiberglass, ETFE gibi malzemelerinde tercih edildiği görülmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. İncelenen yapı örneklerinin malzeme türlerine göre dağılım grafiği

3.3. Bölüm Sonucu

Çalışmanın bu bölümünde literatürde yer alan otuz beş (35) adet uyum gösteren cephe örneği önerilen sınıflandırma tablosuna göre incelenmiştir. İncelenen örneklere bakıldığında özellikle bu cephe türlerinin gelişen teknoloji ile birlikte 2000 yılı ve sonrasında yapımının ağırlık kazandığı görülmektedir. Örneklem olarak seçilen yapıların büyük bir kısmı Almanya’da yer almaktadır. Özellikle uyum gösteren cephelerin uygulamalarının ofis ve konut/yaşam alanı yapılarında ağırlık kazandığı görülmektedir. Yapıların birçoğunun okyanus iklimi, karasal iklim ve akdeniz ikliminde yer aldığı bilinmektedir. Uyum gösteren cephe örnekleri, sağlaması beklenen performans özelinde değerlendirildiğinde görsel etkileşim sağlanması, estetik, ısı konfor, aydınlatma ve

kullanıcı kontrolünü başlıklarının ön plana çıktığı görülmektedir. Cephelerin hareketini tetikleyen parametrede güneş ön plana çıkarken, kullanıcı sayısı ve profilinin de etkili olduğu görülmüştür. İncelenen örneklerin tamamı insan gözünün algılayabileceği bir hareket seviyesine sahipken, bu hareketlerin genellikle cephe bileşeni düzeyinde (özellikle güneş kontrol elemanlarında olduğu) görülmüştür. Örneklerde etkenler karşısında genel olarak engel olma/azaltma eğiliminde bir hareket olduğu sonucuna varılmıştır. Hareket şekilleri arasında ise kayma ve katlanma hareketlerinin ön plana çıktığı, kayma, katlanma hareketine sahip cephelerin ağırlıklı bir biçimde manuel (elle kontrol) /otomatik olmayan mekanizmaya sahip oldukları ve genelde enerji üretmedikleri görülmüştür. Hareketin gerçekleşme periyotlarına bakıldığında ise dakika bazlı hareketin ön plana çıktığı görülmektedir. İncelenen örneklerde cam, alüminyum ve ahşap malzemelerin daha yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür.

Elde edilen verilerden yola çıkılarak örneklem alanı ile ilgili ön kararlar alınmaya çalışılmıştır. Bu noktada güneşin olumsuz etkilerine ve binanın enerji yükü üzerindeki etkisi düşünülerek “güneş” parametresine odaklanılmıştır. Güneşin yoğun olarak etkili olduğu “akdeniz iklim” bölgesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Özellikle güneşin etkilerine karşı tasarlanan “güneş kontrol elemanlarının” yoğunlukla tercih edildiği ve “manuel” de kontrol edilebilen bu elemanlarda “kayma ve katlanma hareketlerinin” yaygın olması nedeniyle kayma-katlanma hareketi yapabilen bir güneş kontrol elemanının etkisinin değerlendirilmesine karar verilmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Cephe sistemleri üzerine yapılan araştırma sonucunda çalışma konusu “uyum gösteren cephe sistemleri” olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda uyum gösteren cephe sistemlerinin türleri ve tasarımında etkili olan parametreler incelenmiştir. Literatürde birçok farklı isimle karşımıza çıkan uyum gösteren cephe sistemlerinin birbirleriyle benzerlik ya da farklılık içeren kavramlara sahip olduğu görülmektedir. Bu konuyla ilgili literatürde yer alan sınıflandırmalarda da faydalanılarak uyum gösteren cephe sistemleri için öneri bir sınıflandırma tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloya iklim bölgesi, yapı türü, enerji üretme durumu, hareket mekanizması gibi başlıklar geliştirilerek çalışmaya eklenmiştir ve uyum gösteren cepheler için geniş bir sınıflandırma önerisi oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında uyum gösteren cepheye sahip olan otuz beş adet örneklem bina seçilmiş olup bunlar çalışma kapsamında oluşturulan öneri sınıflandırma tablosuna göre incelenmiştir. Özellikle görünür düzeyde olan hareket kavramının uyum gösteren cephe sistemlerinin en belirgin noktalarından biri olduğuna karar verilmiştir. İnceleme sonunda çoğunlukla güneşten faydalanma ve güneşin olumsuz etkilerine karşı korunmanın uyum gösteren cephelerde ön plana çıktığı görülmüştür. Tasarlanan hareketli güneş kontrol elemanlarının iç mekânın ısı ve aydınlatma konforunun sağlanması üzerinde etkili olduğu ve bu amaçlarla tasarlandığı belirlenmiştir. Genel olarak oluşturulan sistemler ile güneşine etkilerine karşı hızlı tepki oluşturması sağlansa da kullanıcının isteğine göre hareket imkânı sunan manuel kontrol mekanizmasının da kullanıldığı belirlenmiştir. Uyum gösteren cepheler çok çeşitli hareket şekline/değişim türüne sahip olsalar da incelenen örneklerde ve literatürde özellikle kayma-katlanma hareketlerinin ön plana çıktığı görülmüştür. Binaların yapıldığı iklim koşulları düşünüldüğünde güneşin ısı konforun sağlanması ve binanın ısıtma/soğutma yükü üzerindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Özellikle Akdeniz iklimi gibi güneşin hâkim olduğu iklimlerde güneş kontrol elemanlarının önemli olduğu ve sıklıkla tercih edildiği görülmüştür.

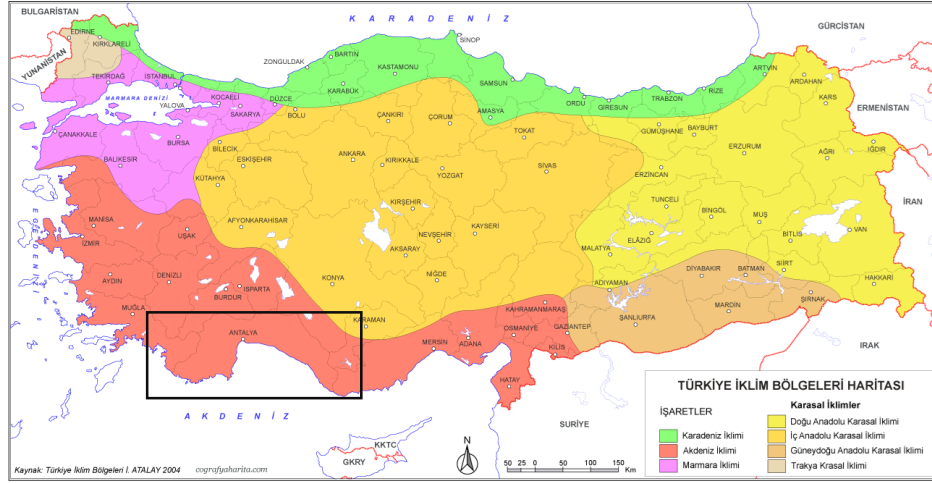
Bu nedenle çalışma kapsamında örneklem binanın cephesine tasarlanan öneri bir hareketli güneş kontrol elemanın bina performansı üzerindeki etkisinin belirlenmesine karar verilmiştir. Bu kapsamda örnek incelemesinde de görüldüğü üzere en çok uygulanan yapı türlerinden biri olarak “çok katlı bir ofis yapısı” örneklem bina olarak seçilmiştir. Bu yapının bulunduğu konumun belirlenmesinde ise “güneş” parametresi ve

bunun bina üzerindeki etkileri üzerine çalışılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda Akdeniz iklimine sahip olan “Antalya” ili çalışma alanı olarak seçilmiştir. Antalya’nın güneşlenme süresi göz önünde bulundurulduğunda özellikle yaz aylarında soğutma yükünün binanın enerji performansı üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle önerilen hareketli güneş kontrol elemanının “binanın enerji performansı” üzerine olan etkisinin değerlendirilmesine karar verilmiştir. Hareketli güneş kontrol elemanının tasarım sürecinde özellikle kayma ve katlanma hareketlerinin ön planda olması dikkate alınarak dört parçadan oluşan kayma ve katlanma hareketine sahip basit bir “güneş kontrol elemanı modülü” önerilmiştir. Kullanıcı kontrolü ön planda tutularak sistemin manuel hareket etmesine karar verilmiştir. Enerji performansının belirlenmesine yönelik literatürde birçok program yer almaktadır. Çalışma kapsamında önerilen hareketli güneş kontrol elemanı modülünün bina enerji performansına aylık ve yıllık olan etkisinin “DesignBuilder” programı ile belirlenmesine karar verilmiştir.

Yukarıda açıklanan nedenlere bağlı olarak çalışma konusunun “Antalya’da çok katlı bir ofis yapısının cephesi için önerilen hareketli güneş kontrol elemanının binanın enerji performansı üzerine etkisinin DesignBuilder programı aracılığıyla belirlenmesi” olmasına karar verilmiştir.

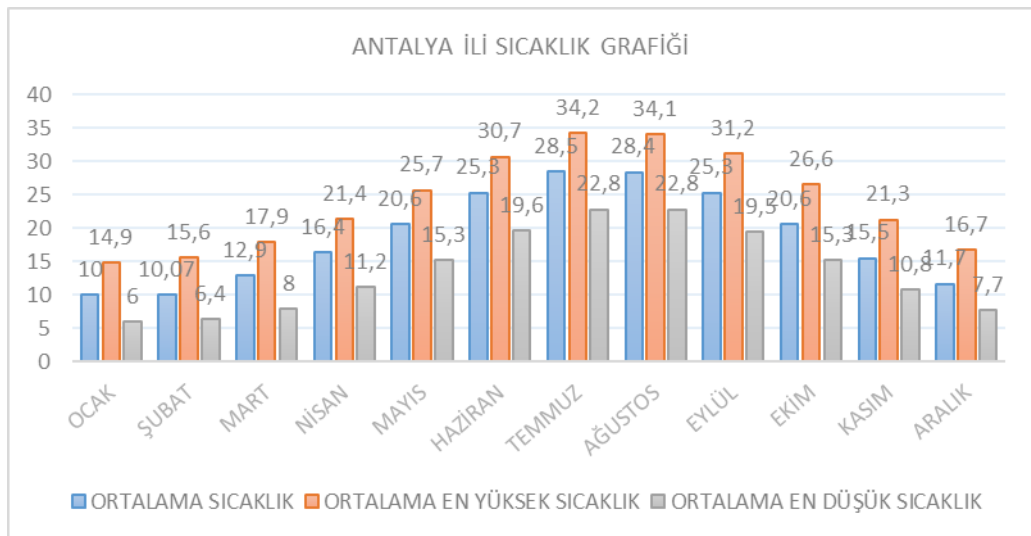
4.1. Çalışma Alanı ve İklim Özellikleri

Çalışma alanı olarak seçilen Antalya, Türkiye’nin güneyinde Akdeniz’in kıyısında bulunan ve yoğun olarak turizm faaliyetlerinin gerçekleştirildiği bir kenttir (URL-43). Antalya’nın denize düz hatta yaklaşık 500 km bir kıyısının olması ve yer şekillerinin %77,8’lik bir kısmının dağ, %10,2’sinin ova, %12’lik bölümünün engebeli olması sebebiyle kentin çeşitli bölgelerinde yağış, rüzgâr ve sıcaklık gibi iklim verilerinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. İl genelinde bakıldığında ise yazlar sıcak ve kurak, kışlar yağışlı geçmektedir. Sürekli artan yoğun bir nüfusa sahiptir. Köyden kente olan göçlerle birlikte de büyüyen, gelişen ve değişen bir şehirdir (Sarı ve Koçak 2010). Antalya Köppen İklim Sınıflandırmasına göre kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim (Akdeniz iklimi) sınıfında değerlendirilmektedir (URL-44) (şekil 4.1).



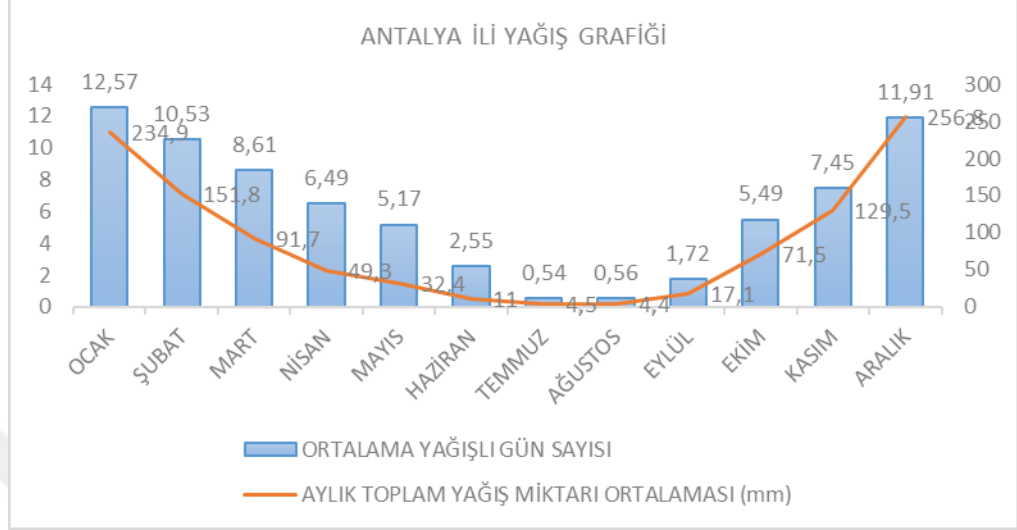
Şekil 4.1. Türkiye iklim bölgeleri haritası (URL-45)

Antalya ili, 1930-2022 yılları arasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen iklim verilerine göre yıllık ortalama $18,8^{\circ}\text{C}$ sıcaklık değerine sahiptir. Ortalama en yüksek sıcaklık değeri 45°C ve ortalama en düşük sıcaklık değeri $-4,6^{\circ}\text{C}$ 'dir. En düşük sıcaklık ortalamasına sahip aylar sırasıyla: Ocak, Şubat, Aralık ve Mart ayları olurken, en yüksek sıcaklık ortalamasına sahip aylar sırasıyla: Temmuz, Ağustos, Eylül ve Haziran aylarıdır. Şekil 4.2'de yer alan grafikte 1930-2022 yılları arasında Antalya iline ait ortalama sıcaklık, ortalama en yüksek sıcaklık ve ortalama en düşük sıcaklık değerlerinin aylara göre sıralandığı grafik yer almaktadır (URL-46).



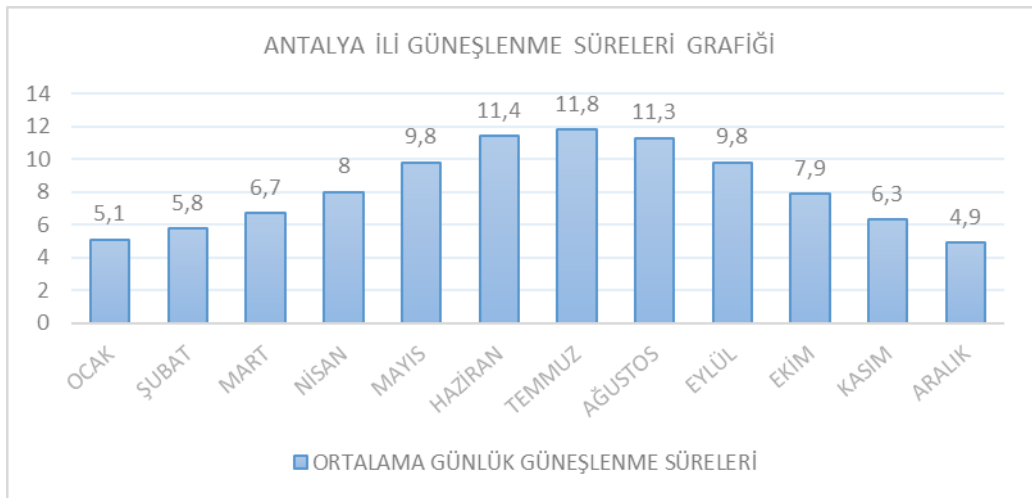
Şekil 4.2. Antalya ili ortalama sıcaklık verileri (URL-46) (MGM verilerinden faydalanarak yeniden çizilmiştir.)

İlin en çok yağış aldığı ay Ocak ayıdır. En az yağış aldığı ay ise Temmuz ayıdır. Şekil 4.3’de yer alan grafikte 1929-2022 ayları arasında Antalya iline ait ortalama yağışlı gün sayısı, aylık toplam yağış miktarı ortalamaları yer almaktadır (URL-46).



Şekil 4.3. Antalya ili ortalama yağış verileri (URL-46) (MGM verilerinden faydalanarak yeniden çizilmiştir.)

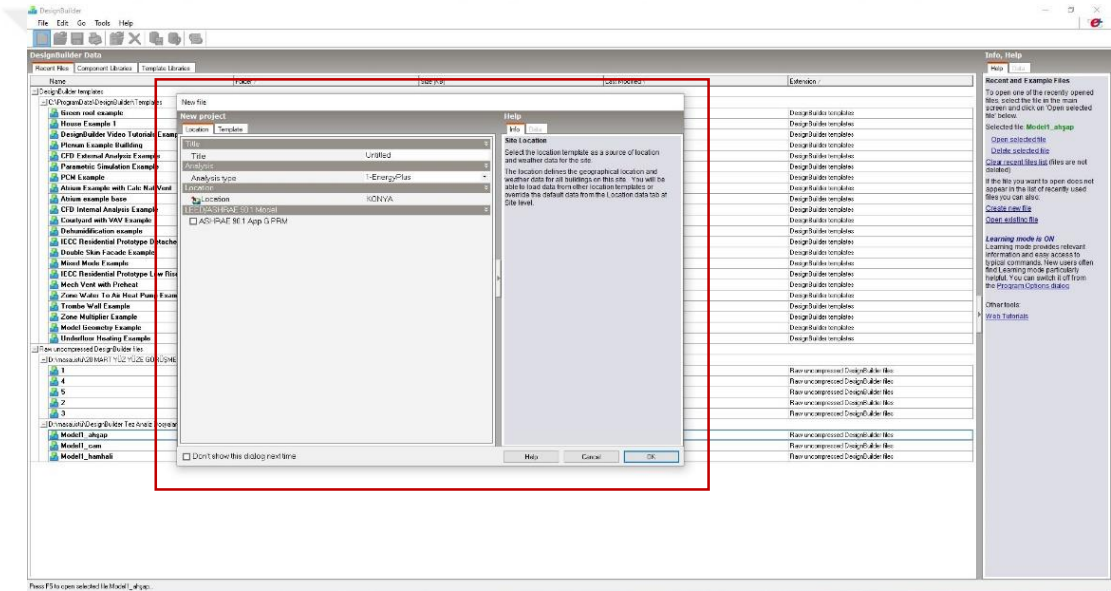
Antalya, uzun güneşlenme sürelerine sahiptir. Yıl içerisinde günlük ortalama 8,2 saat güneşlenme süresine sahipken en uzun güneşlenme saatlerine sırasıyla Temmuz, Haziran, Ağustos, Eylül, Mayıs aylarında sahip olmaktadır. Güneşlenme sürelerinin aylara göre dağılımı şekil 4.4’de verilmiştir (URL-46).



Şekil 4.4. Antalya ili ortalama güneşlenme verileri (URL-46) (MGM verilerinden faydalanarak yeniden çizilmiştir.)

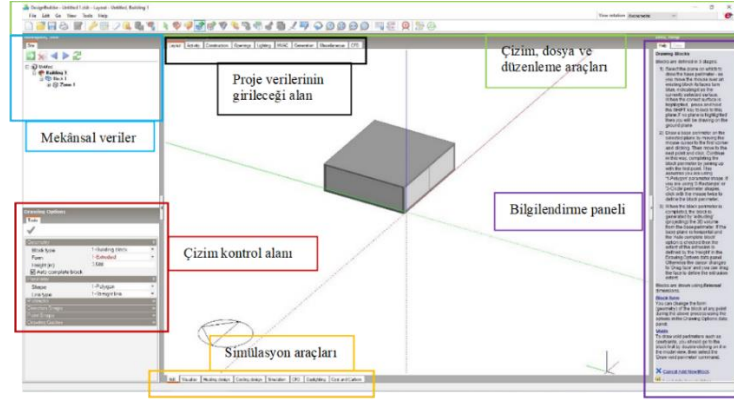
4.2. Benzetim ve Analiz Programlarının Belirlenmesi

Yapılan araştırma sonucunda ara yüzünün anlaşılır olması ve enerji analizi konusunda en çok tercih edilen programlardan biri olması nedeniyle analizler için DesignBuilder programı seçilmiştir. DesignBuilder programı Energy plus tabanlı bir yazılım olup hem benzetim hem de analiz programı donanımlarına sahiptir. Basit bir arayüzle analizi yapılmak istenilen programla ilgili iklim, malzeme, kullanım saatleri, kullanım amacı vb. konularda kolaylıkla veri girişine izin vermektedir (URL-47). Şekil 4.5'te yer alan görselde programda yeni bir proje açmak istendiğinde karşılaşılan ekran yer almaktadır. Şekilde kırmızı ile işaretlenen veri giriş alanına projenin konumu gibi temel bilgiler girilmektedir.



Şekil 4.5. DesignBuilder yeni proje oluşturma ve konum belirleme.

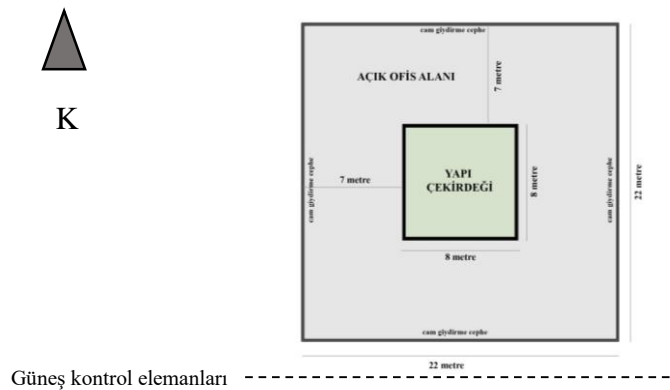
Şekil 4.6'da programın çizim ekranı yer almaktadır. Bu ekranda yeşil ile belirtilen alan çizim araçlarının, dosya araçlarının ve düzenleme araçlarının olduğu bölümdür. Şekilde mavi ile çerçevelenen alan projenin mekânsal verilerinin yer aldığı bilgi ve geçiş panelidir. Siyah ile belirtilen alan ise proje ile ilgili verilerin girileceği sekmelere yönlendirmektedir. Kırmızı ile çerçevelenen alan çizim araçlarını kullanırken ölçü, nitelik ve tip gibi verilerin kontrol edilebileceği bölümdür. Mor ile belirtilen alan ise yapılan işlemle alakalı detaylı anlatım ve yönlendirme içeren bilgi panelidir. Son olarak sarı ile belirtilen alan simülasyon işlemlerinin gerçekleştirileceği bölümleri içermektedir.



Şekil 4.6. DesignBuilder çizim ekranı

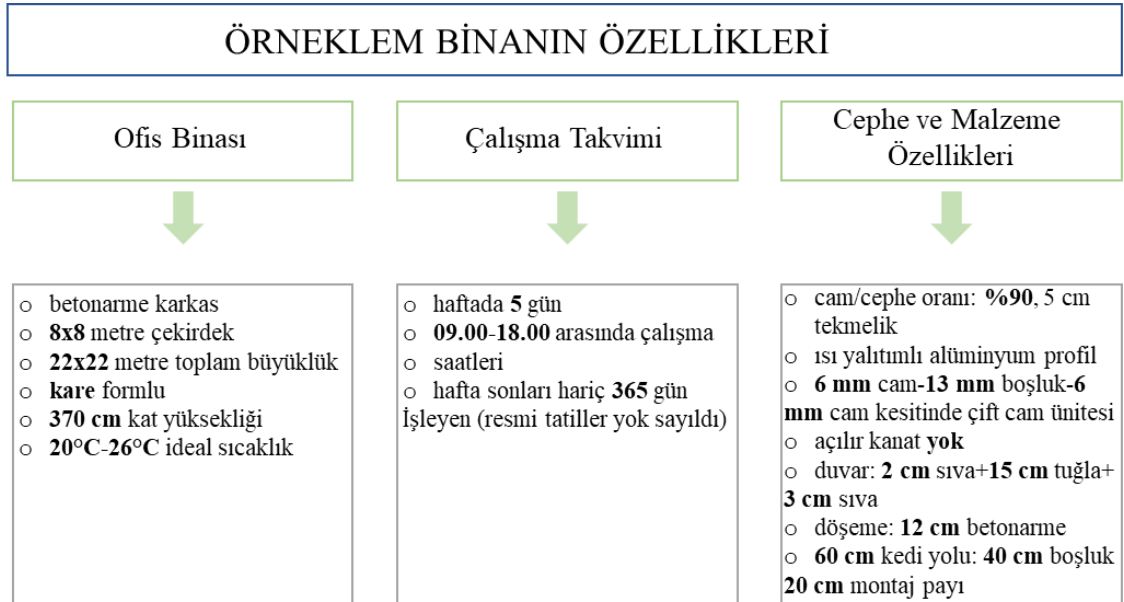
4.3. Yapının Türünün ve Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak örneklem yapının seçiminde literatür araştırması ve örnek incelemesi sonucunda elde edilen verilerinden faydalanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucu bu tür cephe sistemlerinin en çok uygulandığı yapı türünün ofis olması nedeniyle çalışma kapsamındaki örneklem binanın ofis olmasına karar verilmiştir. Ayrıca ofislerin günün büyük bir kısmında ve doğrudan güneşlenme saatleri içerisinde kullanılması yapı türünün seçilmesini etkileyen diğer faktörlerdir. Yapının formu ve nitelikleri belirlenirken, son yıllarda çok katlı ofis yapılarının sayısındaki artış da düşünülerek kat yüksekliği 370 santimetre olan on (10) katlı bir ofis olarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Örneklem binada, ofis yapılarında en çok tercih edilen plan tipolojilerinden olan merkezinde çekirdek ve etrafında açık ofisin yer aldığı bir plan şeması seçilmiştir. Yapının ortasında 8x8 metre büyüklüğünde servis çekirdeği yer almaktadır. Çekirdeğin etrafı açık ofis olarak tasarlanmıştır. Ofis toplamda 22x22 metre boyutunda kare planlı olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.7).

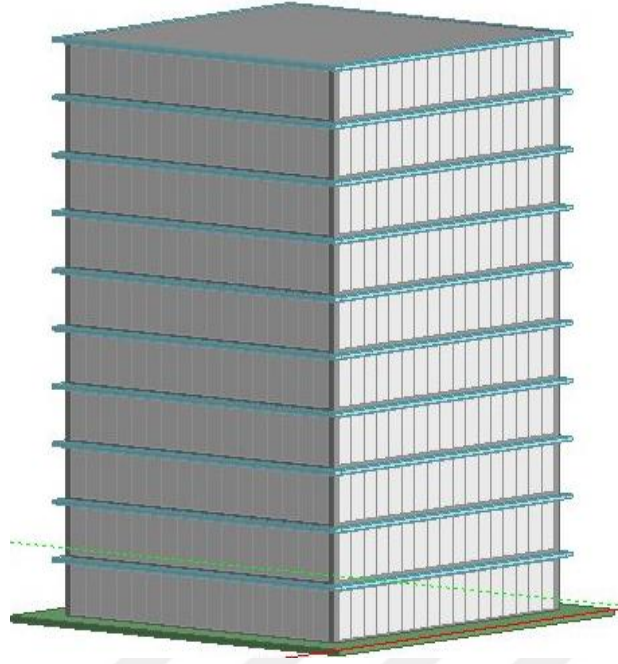


Şekil 4.7. Örneklem yapı plan şeması

Yapının kullanım zamanları haftanın 5 günü saat 09.00-18.00 arası olarak kabul edilmiştir. Tatil günleri yok sayılarak 365 gün işleyen bir ofis yapısı olarak düşünülmüştür. Yapının taşıyıcı sistemi betonarme karkas olarak belirlenmiştir. Yapının dört cephesinde cam giydirme cephe olduğu varsayılmıştır. Giydirme cephenin genel cepheye oranı %90 (window to wall) olarak belirlenmiştir. 5 cm yüksekliğinde bir tekmelik payı bırakılmıştır. Giydirme cephelerde ısı yalıtımlı alüminyum profil ve 6 mm cam-13 mm boşluk-6 mm cam kesitinde çift cam ünitesi kullanılmıştır. Profillerin aks aralıkları 120 cm olarak ayarlanmıştır. Yapıda herhangi bir doğal havalandırma bulunmamaktadır, cepheler sabit ve açılır kanadı olmayan bir biçimde kabul edilmiştir. Duvarlarda içeriden dışarıya doğru 2 cm sıva+15 cm tuğla duvar+3 cm sıva kullanılmıştır. Döşemelerde 12 cm kalınlığında betonarme döşeme kullanılmıştır. HVAC (4 borulu fancoil ünitesi ve hava soğutmalı chiller) ve ısıtma sistemleri (doğal gaz) için programda ASHRAE 90.1 2007 standartlarına uygun olarak kabul edilen ofis ekipmanları kabul edilmiştir. Yapının iç ortam sıcaklığı programda yer alan standartlar doğrultusunda 20°C - 26°C aralığı olarak kabul edilmiştir. Cepheye monte edilecek güneş kontrol elemanları için her katta 60 cm genişliğinde kedi yolları tasarlanmıştır (Şekil 4.8). Belirlenen tüm özellikler analizlerin tamamında sabit tutulmuştur. Şekil 4.9’da örneklem binanın görseli yer almaktadır.



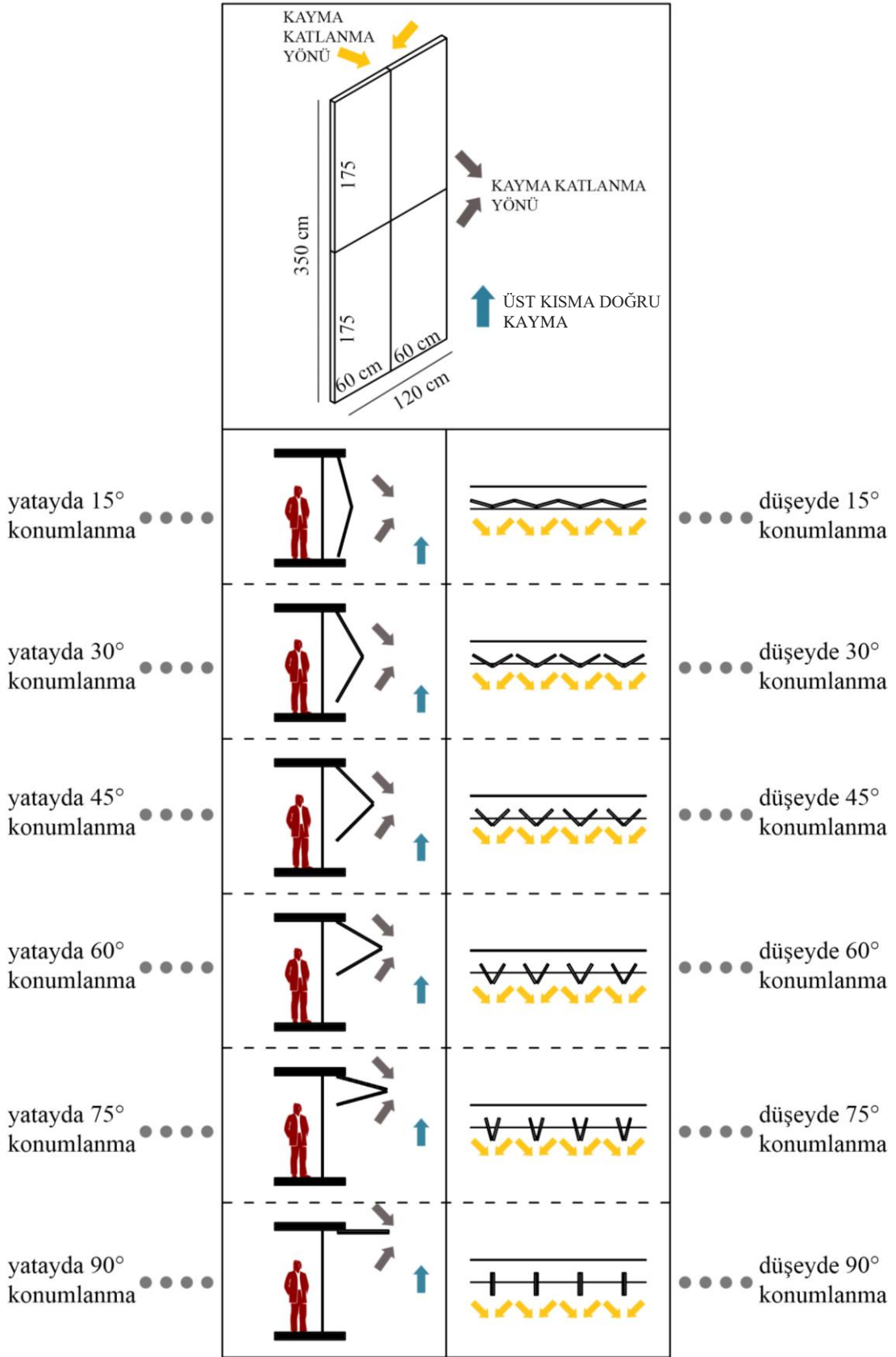
Şekil 4.8. Örneklem binanın özellikleri



Şekil 4.9. Örneklem bina görseli (DesignBuilder ile modellenmiştir)

4.4. Hareketli Güneş Kontrol Elemanı Önerisinin Geliştirilmesi

Yapılan değerlendirmeler sonucunda hareketli cephe elemanlarının çoğunlukla kayma ve katlanma hareketi yaptığı görülmüştür. Bu sebeple güneş kontrol elemanı tasarlanırken kayma ve katlanma hareketleri esas alınmıştır. En çok tercih edilen malzemeler göz önünde bulundurularak güneş kontrol elemanının ahşap olarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Dört (4) parçalı olarak tasarlanan güneş kontrol elemanı yatayda ve düşeyde hareket edebilmektedir. Yatayda ölçüsü her bir giydirme cephesi modülüne (120 cm) karşılık gelmesi için $60+60=120$ cm, düşeyde ise $175+175=350$ cm olarak tasarlanmıştır. Cephe elemanı ile giydirme cephe arasında 40 cm'lik boşluk, kedi yolunun uç noktasından itibaren cephe elemanı ve mekanizmanın yerleşeceği 20 cm'lik bir pay bırakılmıştır. Hareketli güneş kontrol elemanı düşeyde 15, 30, 45, 60, 75, 90 derece açılarda konumlanarak kayma-katlanma hareketi yapmaktadır. Yatayda ise yine 15, 30, 45, 60, 75, 90 derece açılarda konumlanarak kayma-katlanma hareketi yapmaktadır. Cephe elemanı hareketlerinin yönü ve biçimleri şekil 4.10'da yer almaktadır.



Şekil 4.10. Güneş kontrol elemanı hareket şeması

5. BULGULAR

Çalışmanın bu aşamasında yapılan araştırmalar, seçilen bölgenin nitelikleri, yapının özellikleri ve cephe elemanın tasarımı göz önünde bulundurularak güneş kontrol elemanlarının yatayda ve düşeyde yapmış oldukları hareketlerin aylık ve yıllık enerji yükü (ısıtma ve soğutma) üzerindeki etkisine DesignBuilder programı aracılığıyla bakılmıştır. Analiz yapılırken 2022 yılının aylık verileri dikkate alınmıştır. Tasarlanan hareketli güneş kontrol elemanı yapının güney cephesine her katta 17 adet olma üzere toplamda 170 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Buna göre yatayda ve düşeyde konumlanmaları analiz edilerek cephe elemanlarının yapının enerji yüküne etkisine bakılmıştır.

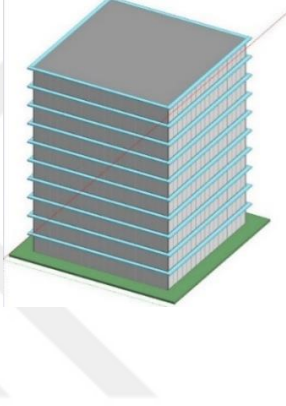
5.1. Enerji Yükü Değişimi

Çalışmanın bu bölümünde her bir cephe durumunun enerji yükleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Güneş kontrol elemanının olmadığı duruma, düşeyde 15 derecede, düşeyde 30 derecede, düşeyde 45 derecede, düşeyde 60 derecede, düşeyde 75 derecede, düşeyde 90 derecede konumlandığı durumlara ve yatayda 15 derecede, yatayda 30 derecede, yatayda 45 derecede, yatayda 60 derecede, yatayda 75 derecede, yatayda 90 derecede konumlandığı durumların verilerine bakılmıştır. Cephe durumlarının metrekare başına düşen soğutma yükü, toplam soğutma yükü, metrekare başına düşen ısıtma yükü, toplam ısıtma yükü ve toplam enerji (ısıtma + soğutma) yüklerinin aylık değişimleri ele alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre;

Cephede herhangi bir güneş kontrol elemanı olmadığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimleri çizelge 5.1’de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 23,32 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 2,60 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 97959,25 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 10935,47 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, eylül ve haziran ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,27 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 1146,90 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayında, 16,43 kWh’lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek

değerin 97959,25 kWh ile ağustos ayında, en düşük değerin 12082,37 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, eylül ve haziran ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.1. Güneş kontrol elemanı olmadığında aylık enerji yükleri

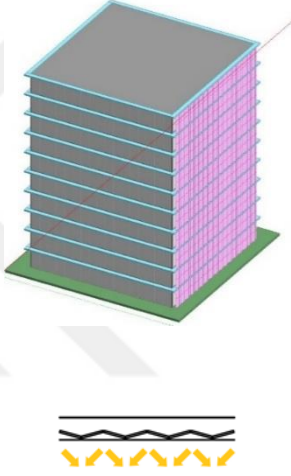
	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (cephe elemanı olmayan)
OCAK	2,60	10935,47	0,27	1146,90	12082,37	
ŞUBAT	3,21	13490,94	0,21	867,56	14358,50	
MART	5,06	21267,38	0,03	131,83	21399,21	
NİSAN	8,60	36126,65	-	-	36126,65	
MAYIS	12,56	52755,31	-	-	52755,31	
HAZİRAN	17,79	74723,89	-	-	74723,89	
TEMMUZ	21,21	89068,38	-	-	89068,38	
AĞUSTOS	23,32	97959,25	-	-	97959,25	
EYLÜL	20,28	85179,82	-	-	85179,82	
EKİM	14,00	58794,22	-	-	58794,22	
KASIM	7,89	33148,04	0,00	16,43	33164,47	
ARALIK	3,53	14843,31	0,09	396,56	15239,87	

: Soğutma yükü en düşük değer
 : Soğutma yükü en yüksek değer
 : Isıtma yükü en düşük değer
 : Isıtma yükü en yüksek değer
 : Toplam enerji yükü en düşük değer
 : Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının düşeyde 15 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimleri çizelge 5.2’de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,52 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 0,84 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 86176,40 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 3545,28 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,70 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2943,62 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayında, 98,57

kWh'lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değerin 86176,40 kWh'lik bir değerle ağustos ayında, en düşük değerin 6488,90 kWh'lik değerle ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.2. Güneş kontrol elemanı düşeyde 15 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (düşeyde 15 derecede konumlanma)
OCAK	0,84	3545,28	0,70	2943,62	6488,90	
ŞUBAT	1,13	4746,20	0,44	1829,60	6575,80	
MART	2,52	10589,15	0,09	367,14	10956,29	
NİSAN	6,35	26668,56	-	-	26668,56	
MAYIS	10,75	45160,68	-	-	45160,68	
HAZİRAN	16,43	69014,34	-	-	69014,34	
TEMMUZ	19,55	82118,82	-	-	82118,82	
AĞUSTOS	20,52	86176,40	-	-	86176,40	
EYLÜL	15,39	64636,50	-	-	64636,50	
EKİM	8,50	35687,37	-	-	35687,37	
KASIM	3,49	14677,86	0,02	98,57	14776,43	
ARALIK	1,01	4233,49	0,35	1456,26	5689,75	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

: Isıtma yükü en yüksek değer

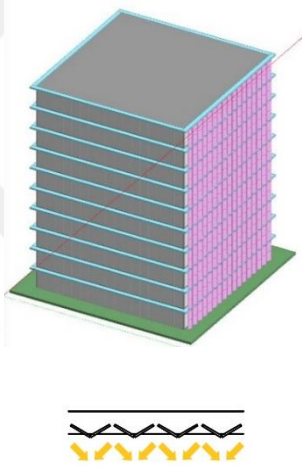
: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının düşeyde 30 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.3'de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,51 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 0,91 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 86154,52 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 3827,52 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,64 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar

içerisinde toplam ısıtma yükü 2696,35 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 90 kWh'lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 86154,52 kWh ile ağustos ayında, en düşük değer 6523,87 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.3. Güneş kontrol elemanı düşeyde 30 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (düşeyde 30 derecede konumlanma)
OCAK	0,91	3827,52	0,64	2696,35	6523,87	
ŞUBAT	1,21	5076,55	0,42	1763,10	6839,65	
MART	2,59	10867,98	0,09	357,19	11225,17	
NİSAN	6,38	26788,53	-	-	26788,53	
MAYIS	10,79	45331,74	-	-	45331,74	
HAZİRAN	16,46	69147,38	-	-	69147,38	
TEMMUZ	19,57	82180,30	-	-	82180,30	
AĞUSTOS	20,51	86154,52	-	-	86154,52	
EYLÜL	15,43	64794,27	-	-	64794,27	
EKİM	8,66	36390,85	-	-	36390,85	
KASIM	3,79	15922,28	0,02	90,00	16012,28	
ARALIK	1,15	4838,13	0,31	1291,36	6129,49	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

: Isıtma yükü en yüksek değer

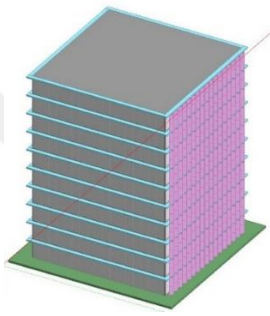
: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının düşeyde 45 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.4'de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,74 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,01 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 87101,61 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 4257,50 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,57 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz,

ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2403,19 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 77,74 kWh'lik değerle en düşük kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 87101,61 kWh ile ağustos ayında, en düşük değer 6660,69 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

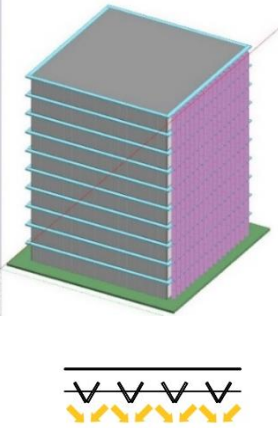
Çizelge 5.4. Güneş kontrol elemanı düşeyde 45 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (düşeyde 45 derecede konumlandığında)
OCAK	1,01	4257,50	0,57	2403,19	6660,69	
ŞUBAT	1,36	5694,24	0,39	1637,41	7331,65	
MART	2,79	11712,06	0,08	325,25	12037,31	
NİSAN	6,57	27573,22	-	-	27573,22	
MAYIS	10,99	46146,49	-	-	46146,49	
HAZİRAN	16,58	69624,97	-	-	69624,97	
TEMMUZ	19,70	82754,65	-	-	82754,65	
AĞUSTOS	20,74	87101,61	-	-	87101,61	
EYLÜL	15,94	66931,70	-	-	66931,70	
EKİM	9,29	39005,04	-	-	39005,04	
KASIM	4,21	17670,96	0,02	77,74	17748,70	
ARALIK	1,35	5679,88	0,27	1136,45	6816,33	
<p>Soğutma yükü en düşük değer : Soğutma yükü en yüksek değer</p> <p>Isıtma yükü en düşük değer : Isıtma yükü en yüksek değer</p> <p>Toplam enerji yükü en düşük değer : Toplam enerji yükü en yüksek değer</p>						

Güneş kontrol elemanının düşeyde 60 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.5'de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 21,08 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,19 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 88526,11 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 5004,05 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını

sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,50 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2089,19 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 63,57 kWh'lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 88526,11 kWh ile ağustos ayında, en düşük değerin 7093,24 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.5. Güneş kontrol elemanı düşeyde 60 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (düşeyde 60 derecede konumlandığında)
OCAK	1,19	5004,05	0,50	2089,19	7093,24	
ŞUBAT	1,59	6690,58	0,35	1479,98	8170,56	
MART	3,08	12948,75	0,07	285,36	13234,11	
NİSAN	6,83	28674,44	-	-	28674,44	
MAYIS	11,19	47000,49	-	-	47000,49	
HAZİRAN	16,68	70036,80	-	-	70036,80	
TEMMUZ	19,89	83529,00	-	-	83529,00	
AĞUSTOS	21,08	88526,11	-	-	88526,11	
EYLÜL	16,43	69003,36	-	-	69003,36	
EKİM	9,97	41882,47	-	-	41882,47	
KASIM	4,81	20216,98	0,02	63,57	20280,55	
ARALIK	1,68	7048,78	0,12	941,49	7912,4	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

: Isıtma yükü en yüksek değer

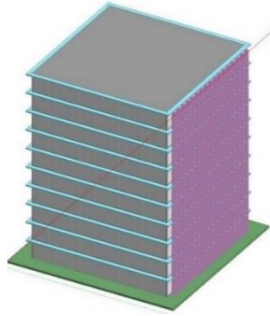
: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının düşeyde 75 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.6'de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 21,41 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,45 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 89941,83 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 6089,21 kWh'lik

değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, eylül ve haziran ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,42 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 1772,39 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 48,84 kWh'lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 89941,83 kWh ile ağustos ayında, en düşük değerin 7861,60 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, eylül ve haziran ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.6. Güneş kontrol elemanı düşeyde 75 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (düşeyde 75 derecede konumlandığında)
OCAK	1,45	6089,21	0,42	1772,39	7861,60	
ŞUBAT	1,90	7968,76	0,32	1329,92	9298,68	
MART	3,44	14436,21	0,06	241,66	14677,87	
NİSAN	7,13	29925,78	-	-	29925,78	
MAYIS	11,47	48171,12	-	-	48171,12	
HAZİRAN	16,92	71070,74	-	-	71070,74	
TEMMUZ	20,08	84328,85	-	-	84328,85	
AĞUSTOS	21,41	89941,83	-	-	89941,83	
EYLÜL	17,20	72237,13	-	-	72237,13	
EKİM	10,85	45581,25	-	-	45581,25	
KASIM	5,52	23180,05	0,01	48,84	23228,89	
ARALIK	2,09	8793,16	0,18	756,06	9549,22	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Isıtma yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

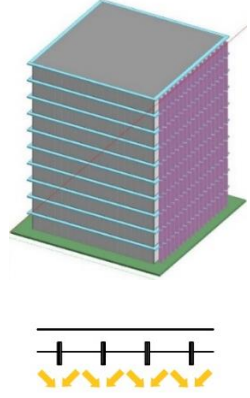
: Isıtma yükü en yüksek değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının düşeyde 90 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.7'de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 21,59 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,81 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam

soğutma yükü 90670,08 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 7589,11 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, eylül ve haziran ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,36 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 1517,81 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 31,69 kWh'lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 90670,08 kWh ile ağustos ayında, en düşük değerin 9106,92 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, eylül ve haziran ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.7. Güneş kontrol elemanı düşeyde 90 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (düşeyde 90 derecede konumlandığında)
OCAK	1,81	7589,11	0,36	1517,81	9106,92	
ŞUBAT	2,31	9695,43	0,27	1140,33	10835,76	
MART	3,93	16523,59	0,05	198,65	16722,24	
NİSAN	7,46	31315,97	-	-	31315,97	
MAYIS	11,62	48791,90	-	-	48791,90	
HAZİRAN	17,09	71767,27	-	-	71767,27	
TEMMUZ	20,19	84781,83	-	-	84781,83	
AĞUSTOS	21,59	90670,08	-	-	90670,08	
EYLÜL	18,04	75777,29	-	-	75777,29	
EKİM	11,77	49436,26	-	-	49436,26	
KASIM	6,32	26543,97	0,01	31,69	26575,66	
ARALIK	2,57	10797,75	0,14	599,02	11396,77	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

: Isıtma yükü en yüksek değer

: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının yatayda 15 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.8'de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,64 kWh'lik değerle en yüksek

ağustos ayında, 0,88 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 86694,52 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 3704,90 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,66 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2775,56 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 86,92 kWh'lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 86694,52 kWh ile ağustos ayında, en düşük değer 6480,46 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.8. Güneş kontrol elemanı yatayda 15 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (yatayda 15 derecede konumlandığında)
OCAK	0,88	3704,90	0,66	2775,56	6480,46	
ŞUBAT	1,23	5168,64	0,41	1703,11	6871,75	
MART	2,76	11605,68	0,08	322,36	11928,04	
NİSAN	6,55	27500,35	-	-	27500,35	
MAYIS	10,75	45141,82	-	-	45141,82	
HAZİRAN	16,38	68814,58	-	-	68814,58	
TEMMUZ	19,51	81929,71	-	-	81929,71	
AĞUSTOS	20,64	86694,52	-	-	86694,52	
EYLÜL	15,91	66807,60	-	-	66807,60	
EKİM	8,98	37718,63	-	-	37718,63	
KASIM	3,72	15617,71	0,02	86,92	15704,63	
ARALIK	1,06	4463,51	0,33	1370,71	5834,22	
<p> : Soğutma yükü en düşük değer : Soğutma yükü en yüksek değer : Isıtma yükü en düşük değer : Isıtma yükü en yüksek değer : Toplam enerji yükü en düşük değer : Toplam enerji yükü en yüksek değer </p>						

Güneş kontrol elemanının yatayda 30 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.9'da

yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,24 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 0,92 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 84995,38 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 3867,90 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,62 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2615,63 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 80,20 kWh'lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 84995,38 kWh ile ağustos ayında, en düşük değerin 6483,53 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.9. Güneş kontrol elemanı yatayda 30 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (yatayda 30 derecede konumlandığında)
OCAK	0,92	3867,90	0,62	2615,63	6483,53	
ŞUBAT	1,30	5443,32	0,39	1626,01	7069,33	
MART	2,71	11377,53	0,07	275,35	11652,88	
NİSAN	6,25	26259,92	-	-	26259,92	
MAYIS	10,71	44980,41	-	-	44980,41	
HAZİRAN	16,43	69002,10	-	-	69002,10	
TEMMUZ	19,49	81837,75	-	-	81837,75	
AĞUSTOS	20,24	84995,38	-	-	84995,38	
EYLÜL	15,82	66435,41	-	-	66435,41	
EKİM	9,28	38979,21	-	-	38979,21	
KASIM	3,91	16436,83	0,02	80,20	16517,03	
ARALIK	1,14	4792,92	0,31	1281,39	6074,31	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

: Isıtma yükü en yüksek değer

: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının yatayda 45 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.10'da yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,30 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,09 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 85257,35 kWh'lik değerle en yüksek ağustos ayında, 4581,68 kWh'lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,53 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2205,23 kWh'lik değerle en yüksek ocak ayında, 63,70 kWh'lik değerle en düşük kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 85257,35 kWh ile ağustos ayında, en düşük değerin 6786,91 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.10. Güneş kontrol elemanı yatayda 45 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (yatayda 45 derecede konumlandığında)
OCAK	1,09	4581,68	0,53	2205,23	6786,91	
ŞUBAT	1,52	6388,13	0,35	1453,74	7841,87	
MART	2,38	9983,94	0,09	361,03	10344,97	
NİSAN	6,22	26125,24	-	-	26125,24	
MAYIS	10,81	45405,34	-	-	45405,34	
HAZİRAN	16,53	69429,73	-	-	69429,73	
TEMMUZ	19,59	82284,79	-	-	82284,79	
AĞUSTOS	20,30	85257,35	-	-	85257,35	
EYLÜL	15,01	63021,83	-	-	63021,83	
EKİM	9,09	38159,65	-	-	38159,65	
KASIM	4,56	19135,81	0,02	63,70	19199,51	
ARALIK	1,48	6208,11	0,24	1023,28	7231,39	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

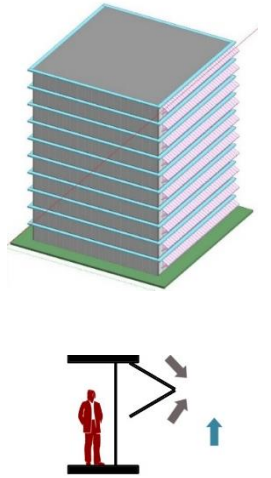
: Isıtma yükü en yüksek değer

: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının yatayda 60 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.11’de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,34 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,06 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 85407,17 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 4453,71 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,50 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2094,93 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayında, 64,35 kWh’lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 85407,17 kWh ile ağustos ayında, en düşük değer 6548,64 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.11. Güneş kontrol elemanı yatayda 60 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam ısıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (yatayda 60 derecede konumlandığında)
OCAK	1,06	4453,71	0,50	2094,93	6548,64	
ŞUBAT	1,15	4814,90	0,42	1758,03	6572,93	
MART	2,51	10528,25	0,09	370,03	10898,28	
NİSAN	6,30	26439,02	-	-	26439,02	
MAYIS	10,87	45642,97	-	-	45642,97	
HAZİRAN	16,60	69703,73	-	-	69703,73	
TEMMUZ	19,66	82578,83	-	-	82578,83	
AĞUSTOS	20,34	85407,17	-	-	85407,17	
EYLÜL	14,96	62812,63	-	-	62812,63	
EKİM	8,34	35048,24	-	-	35048,24	
KASIM	3,98	16720,59	0,02	64,35	16784,94	
ARALIK	1,82	7655,22	0,20	841,98	8497,20	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

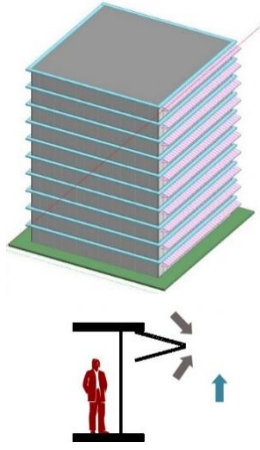
: Isıtma yükü en yüksek değer

: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

Güneş kontrol elemanının yatayda 75 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.12’de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,39 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,01 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 85648,51 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 4228,46 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,59 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 2478,08 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayında, 83,91 kWh’lik değerle kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 85648,51 kWh ile ağustos ayında, en düşük değer 6706,54 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.12. Güneş kontrol elemanı yatayda 75 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (yatayda 75 derecede konumlandığında)
OCAK	1,01	4228,46	0,59	2478,08	6706,54	
ŞUBAT	1,28	5355,19	0,42	1746,07	7101,26	
MART	2,67	11229,83	0,08	338,82	11568,65	
NİSAN	6,37	26747,33	-	-	26747,33	
MAYIS	10,92	45874,96	-	-	45874,96	
HAZİRAN	16,65	69934,25	-	-	69934,25	
TEMMUZ	19,72	82804,30	-	-	82804,30	
AĞUSTOS	20,39	85648,51	-	-	85648,51	
EYLÜL	15,32	64359,44	-	-	64359,44	
EKİM	8,92	37458,75	-	-	37458,75	
KASIM	4,11	17246,14	0,02	83,91	17330,05	
ARALIK	1,44	6059,27	0,27	1118,02	7177,29	
<p> : Soğutma yükü en düşük değer : Soğutma yükü en yüksek değer : Isıtma yükü en düşük değer : Isıtma yükü en yüksek değer : Toplam enerji yükü en düşük değer : Toplam enerji yükü en yüksek değer </p>						

Güneş kontrol elemanının yatayda 90 derecede konumlandığı durumda metrekare başına düşen enerji yüklerinin ve toplam enerji yüklerinin aylık değişimi çizelge 5.13’de yer almaktadır. Metrekare başına düşen soğutma yükü 20,66 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 1,64 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Toplam soğutma yükü 86755,06 kWh’lik değerle en yüksek ağustos ayında, 6896,63 kWh’lik değerle en düşük ocak ayında hesaplanmıştır. Soğutma yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir. Metrekare başına düşen ısıtma yükü 0,39 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayındadır. Nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında ısıtma yükü çıkmamıştır. Isıtma yükü çıkan aylar içerisinde toplam ısıtma yükü 1637,83 kWh’lik değerle en yüksek ocak ayında, 36,16 kWh’lik değerle en düşük kasım ayında ölçülmüştür. Isıtma yükü değerlerinde ocak ayını sırasıyla şubat, aralık ve mart ayları takip etmiştir. Toplam enerji yüküne bakıldığında en yüksek değer 86755,06 kWh ile ağustos ayında, en düşük değerin 8534,46 kWh ile ocak ayında olduğu görülmüştür. Toplam enerji yükü değerlerinde ağustos ayını sırasıyla temmuz, haziran ve eylül ayları takip etmiştir.

Çizelge 5.13. Güneş kontrol elemanı yatayda 90 derecede konumlandığında aylık enerji yükleri

	m ² başına soğutma yükü (kWh/m ²)	Toplam soğutma yükü (kWh)	m ² başına ısıtma yükü (kWh/m ²)	Toplam Isıtma yükü (kWh)	Toplam enerji yükü (kWh)	Cephe görseli (yatayda 90 derecede konumlandığında)
OCAK	1,64	6896,63	0,39	1637,83	8534,46	
ŞUBAT	2,10	8812,57	0,28	1185,40	9997,97	
MART	3,46	14517,53	0,05	211,83	14729,36	
NİSAN	6,74	28324,30	-	-	28324,30	
MAYIS	11,15	46828,31	-	-	46828,31	
HAZİRAN	16,83	70692,85	-	-	70692,85	
TEMMUZ	19,89	83540,29	-	-	83540,29	
AĞUSTOS	20,66	86755,06	-	-	86755,06	
EYLÜL	16,78	70494,16	-	-	70494,16	
EKİM	11,10	46623,00	-	-	46623,00	
KASIM	6,08	25544,36	0,01	36,16	25580,52	
ARALIK	2,47	10373,88	0,15	636,62	11010,50	

: Soğutma yükü en düşük değer

: Soğutma yükü en yüksek değer

: Isıtma yükü en düşük değer

: Isıtma yükü en yüksek değer

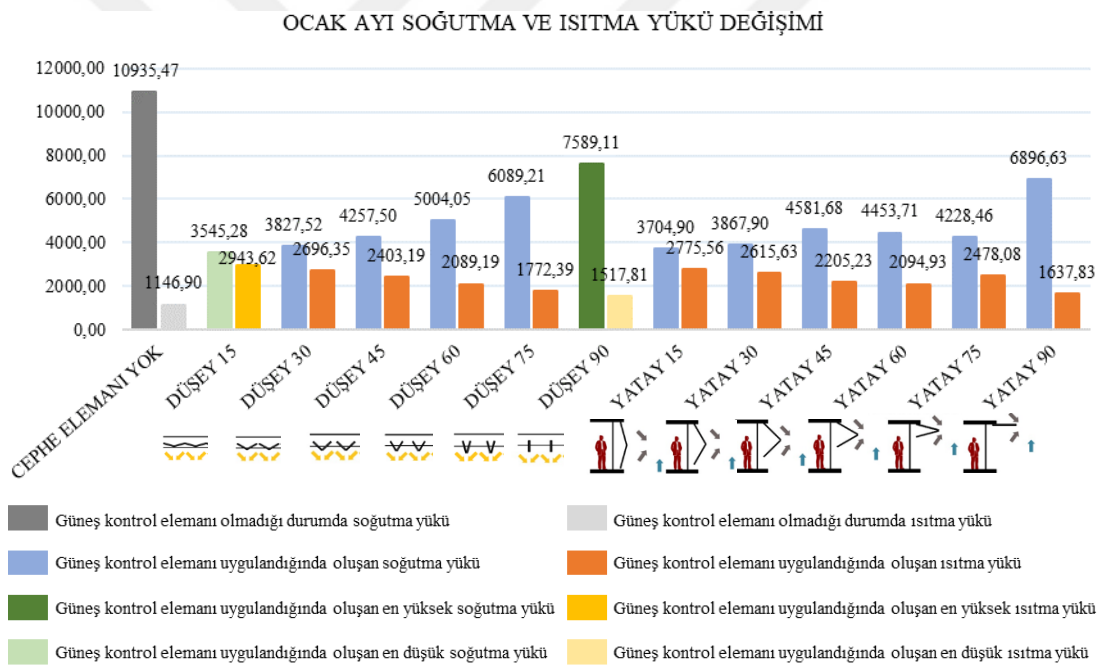
: Toplam enerji yükü en düşük değer

: Toplam enerji yükü en yüksek değer

5.2. Güneş Kontrol Elemanlarının Konumuna Göre Aylık Enerji Yüklerinin Değişimi

Çalışmanın bu bölümünde analizi yapılan güneş kontrol elemanı durumlarından yola çıkılarak aylık düzeyde yapı için güneş kontrol elemanının en verimli olan konumu belirlenmiştir. Özellikle ısıtma gerektiren aylar (aralık, ocak, şubat ve mart) ve soğutma gerektiren aylar (haziran temmuz, ağustos ve eylül) dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.

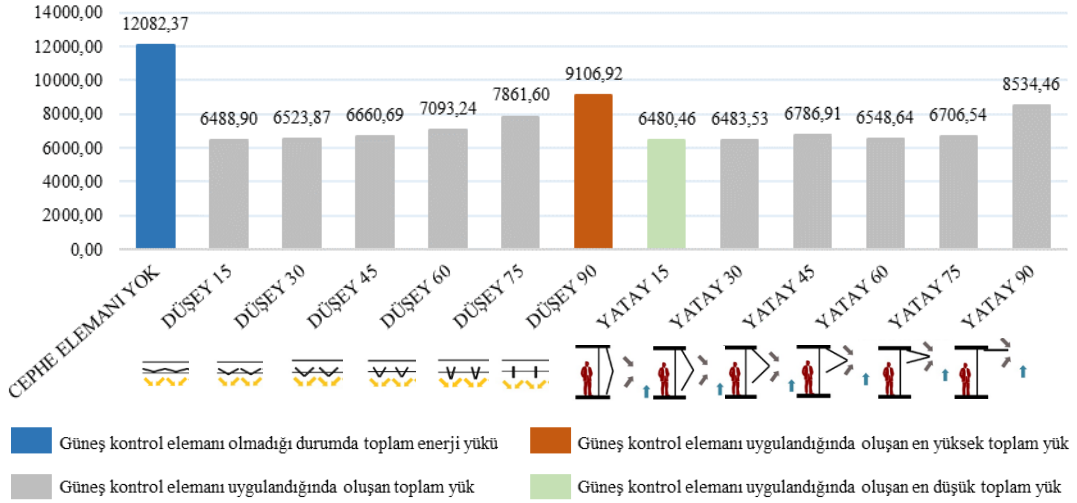
Ocak ayı içerisinde en düşük soğutma yükünün düşeyde 15 derece durumunda, en yüksek soğutma yükünün düşeyde 90 derece durumunda olduğu belirlenmiştir. Ocak ayı için güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumlarda ısıtma yüklerinin değişimi incelendiğinde en düşük ısıtma yükünün düşeyde 90 derece durumunda, en yüksek ısıtma yükünün ise düşeyde 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Ocak ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Ocak ayında güneş kontrol elemanı kullanılan durumlardaki toplam enerji (ısıtma ve soğutma) yükü değişimine bakıldığında en yüksek enerji yükü değerinin düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük enerji yükünün yatayda 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.2).

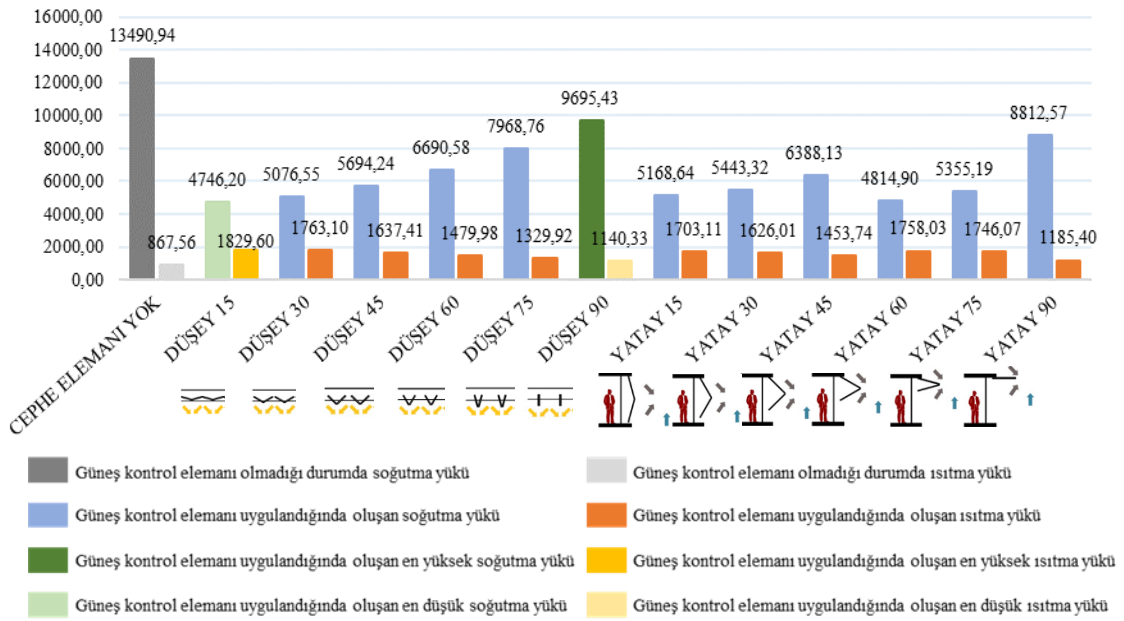
OCAK AYI TOPLAM ENERJİ YÜKÜ DEĞİŞİMİ



Şekil 5.2. Ocak ayı toplam enerji yükünün güneş kontrol elemanı durumlarına göre değişimi

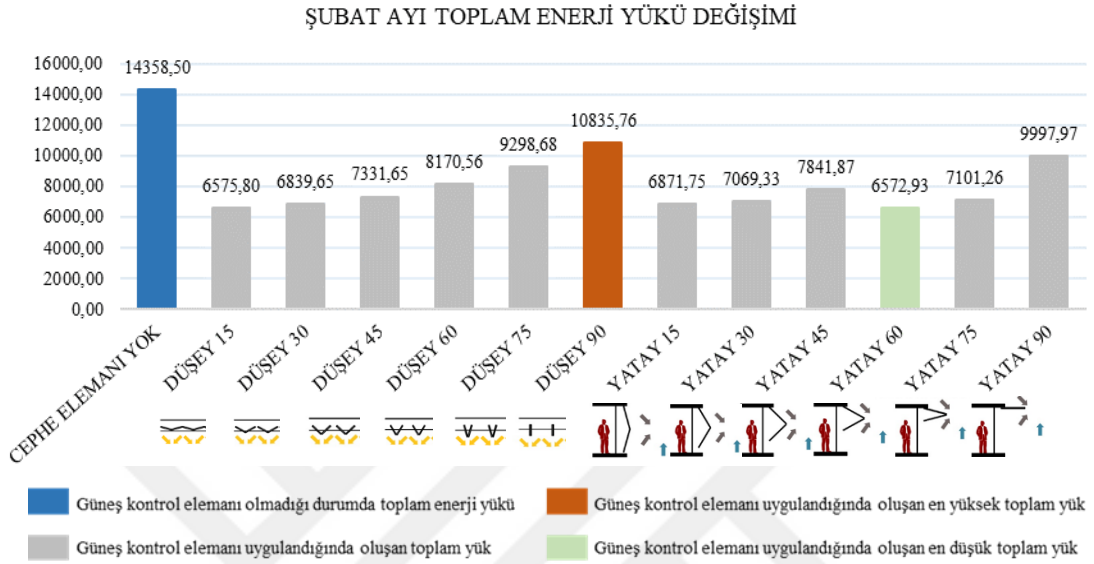
Şubat ayı içerisinde en düşük soğutma yükünün düşeyde 15 derece durumunda, en yüksek soğutma yükünün düşeyde 90 derece durumunda olduğu belirlenmiştir. Şubat ayı için güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumlarda ısıtma yüklerinin değişimi incelendiğinde en düşük ısıtma yükünün düşeyde 90 derece durumunda, en yüksek ısıtma yükünün ise düşeyde 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.3).

ŞUBAT AYI SOĞUTMA VE ISITMA YÜKÜ DEĞİŞİMİ



Şekil 5.3. Şubat ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

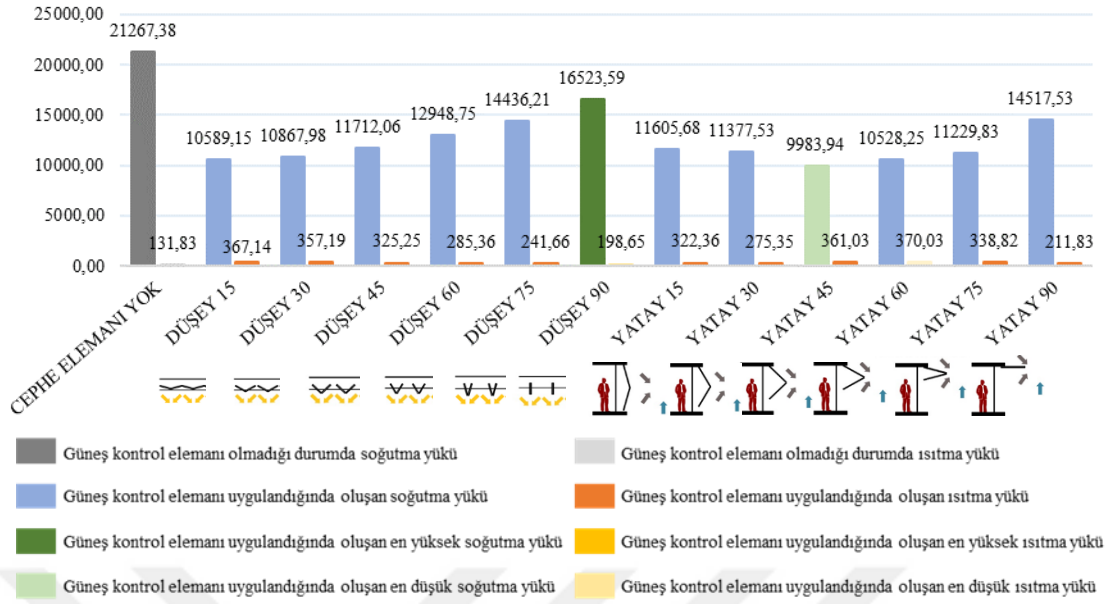
Şubat ayında güneş kontrol elemanı kullanılan durumlardaki toplam enerji (ısıtma ve soğutma) yükü değişimine bakıldığında en yüksek enerji yükünün düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük enerji yükünün yatayda 60 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Şubat ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Mart ayı içerisinde en düşük soğutma yükü yatayda 45 derece durumunda, en yüksek soğutma yükü ihtiyacı düşeyde 90 derece durumunda olduğu belirlenmiştir. Mart ayı için güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumlarda ısıtma yüklerinin değişimi incelendiğinde en düşük ısıtma yükünün düşeyde 90 derece durumunda, en yüksek ısıtma yükünün ise yatayda 60 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.5).

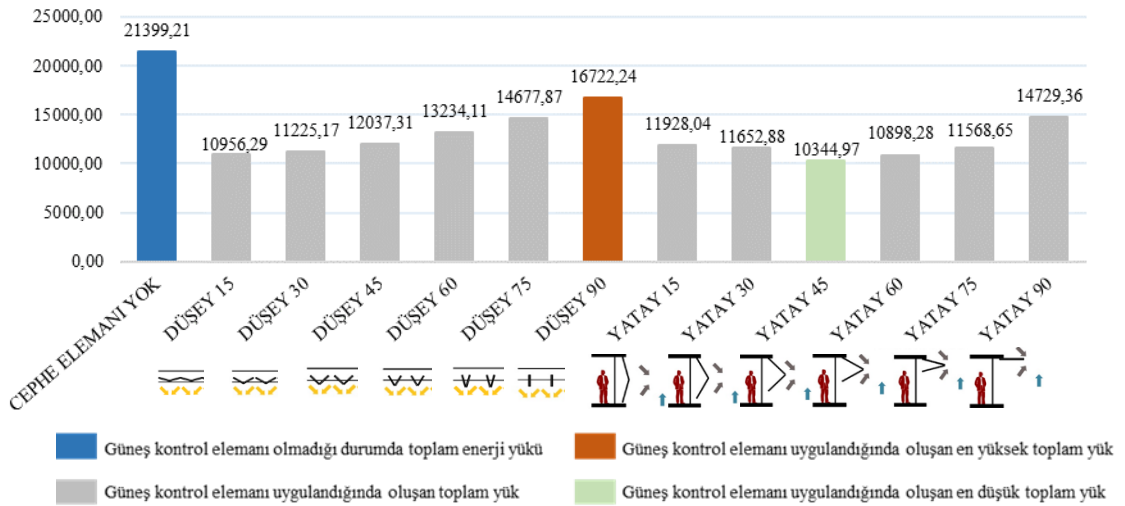
MART AYI SOĞUTMA VE ISITMA YÜKÜ DEĞİŞİMİ



Şekil 5.5. Mart ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Mart ayında toplam enerji yüküne bakıldığında güneş kontrol elemanı kullanılan durumlarda en yüksek değer düşeyde 90 derece ve en düşük değer yatayda 45 derece olduğu görülmüştür (Şekil 5.6).

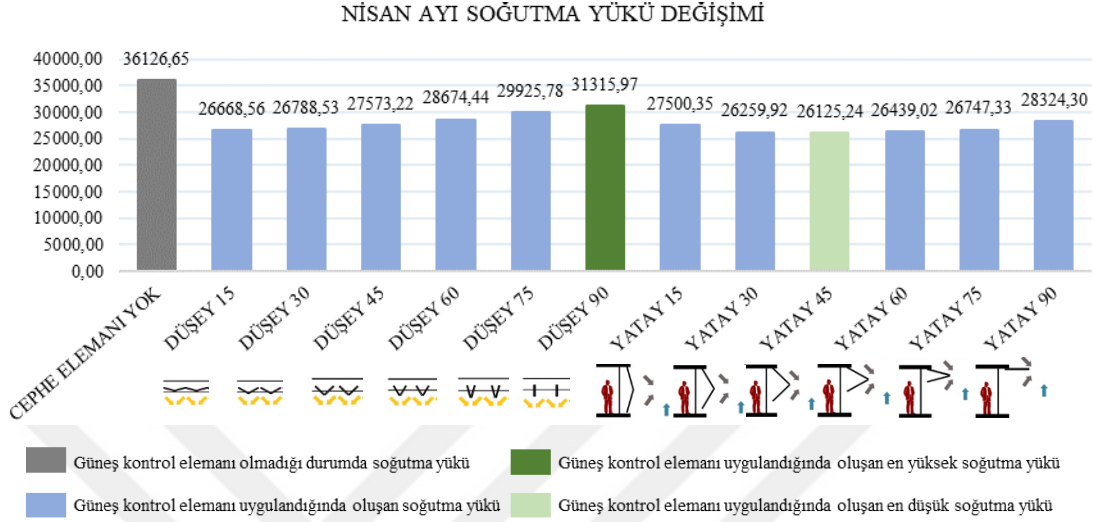
MART AYI TOPLAM ENERJİ YÜKÜ DEĞİŞİMİ



Şekil 5.6. Mart ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

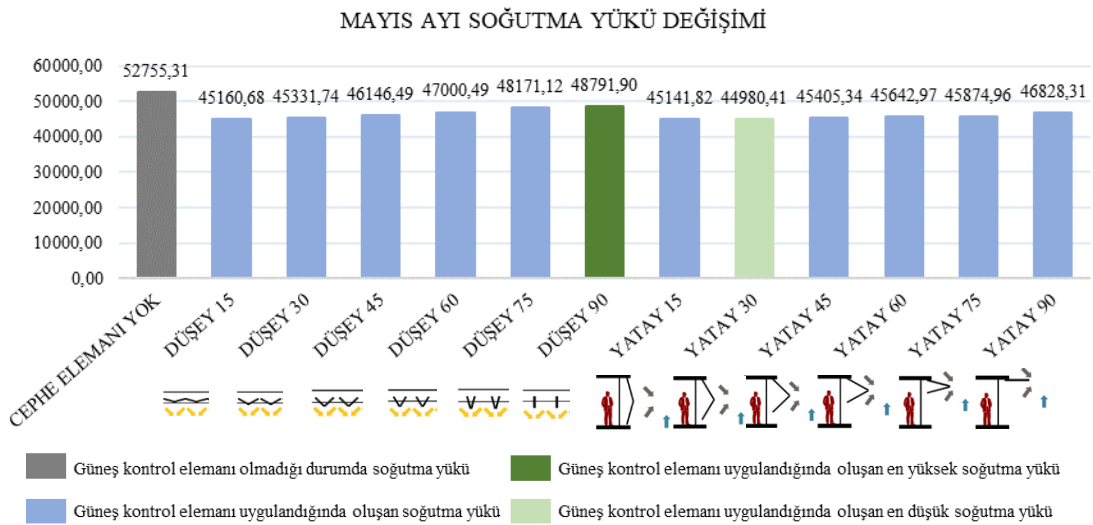
Nisan ayı için yapılan analizlerde ısıtma yükü oluşmadığı görülmüştür. Soğutma yüklerinin değişimi incelendiğinde en yüksek değer düşeyde 90 derece durumunda

olduğu ve en düşük değerin yatayda 45 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.7). Isıtma yükü oluşmadığı için nisan ayındaki toplam enerji yükü değişimi soğutma yükü değişimiyle aynıdır.



Şekil 5.7. Nisan ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Mayıs ayı için yapılan analizlerde ısıtma yükü oluşmamıştır. Soğutma yüklerinin değişimi incelendiğinde en yüksek değerin düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük değerin yatayda 30 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.8). Isıtma yükü oluşmadığı için mayıs ayındaki toplam enerji yükü değişimi soğutma yükü değişimiyle aynıdır.



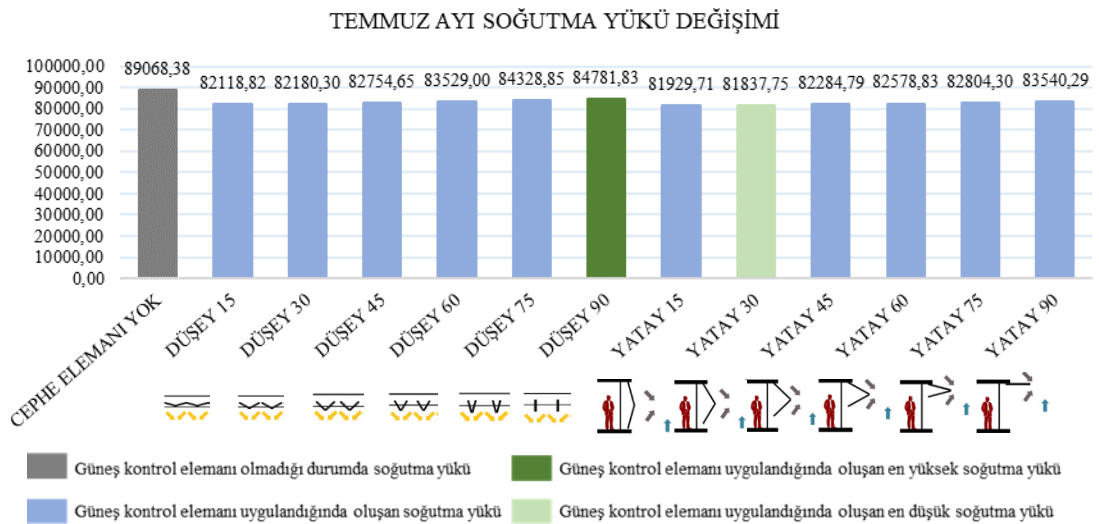
Şekil 5.8. Mayıs ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Haziran ayı için yapılan analizlerde ısıtma yükü oluşmadığı görülmüştür. Soğutma yüklerinin değişimi incelendiğinde en yüksek değer düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük değerin yatayda 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.9). Isıtma yükü oluşmadığı için haziran ayındaki toplam enerji yükü değişimi soğutma yükü değişimiyle aynıdır.



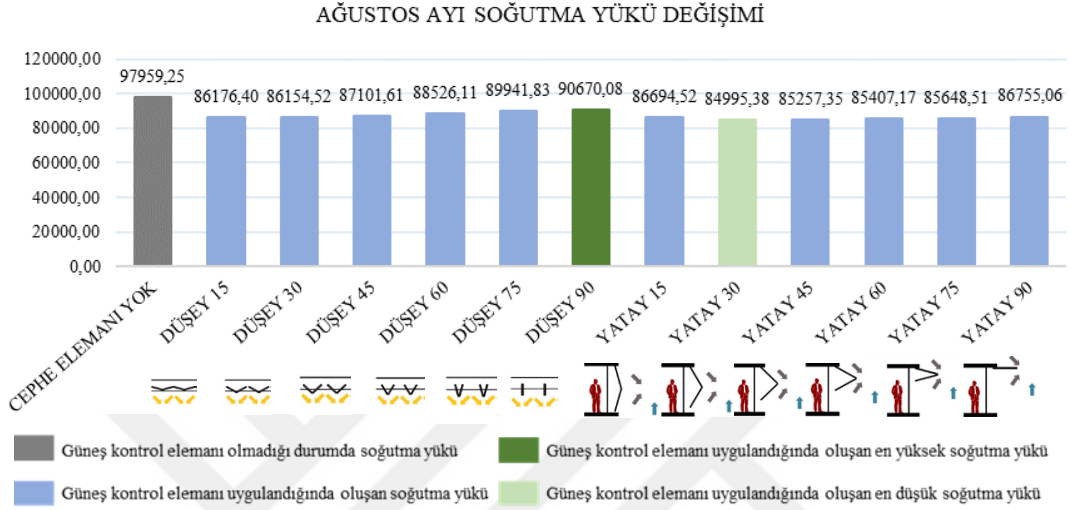
Şekil 5.9. Haziran ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Temmuz ayı için yapılan analizlerde ısıtma yükü oluşmadığı görülmüştür. Soğutma yüklerinin değişimi incelendiğinde en yüksek değer düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük değerin yatayda 30 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.10). Isıtma yükü oluşmadığı için temmuz ayındaki toplam enerji yükü değişimi soğutma yükü değişimiyle aynıdır.



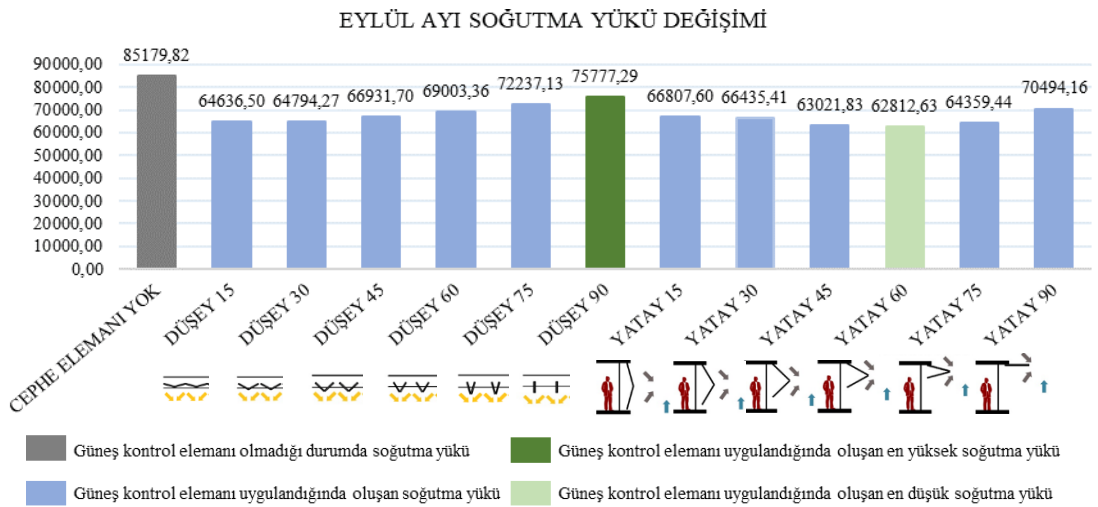
Şekil 5.10. Temmuz ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Ağustos ayı için yapılan analizlerde ısıtma yükü oluşmamıştır. Soğutma yüklerinin değişimi incelendiğinde en yüksek değer düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük değer yatayda 30 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.11). Isıtma yükü oluşmadığı için ağustos ayındaki toplam enerji yükü değişimi soğutma yükü değişimiyle aynıdır.



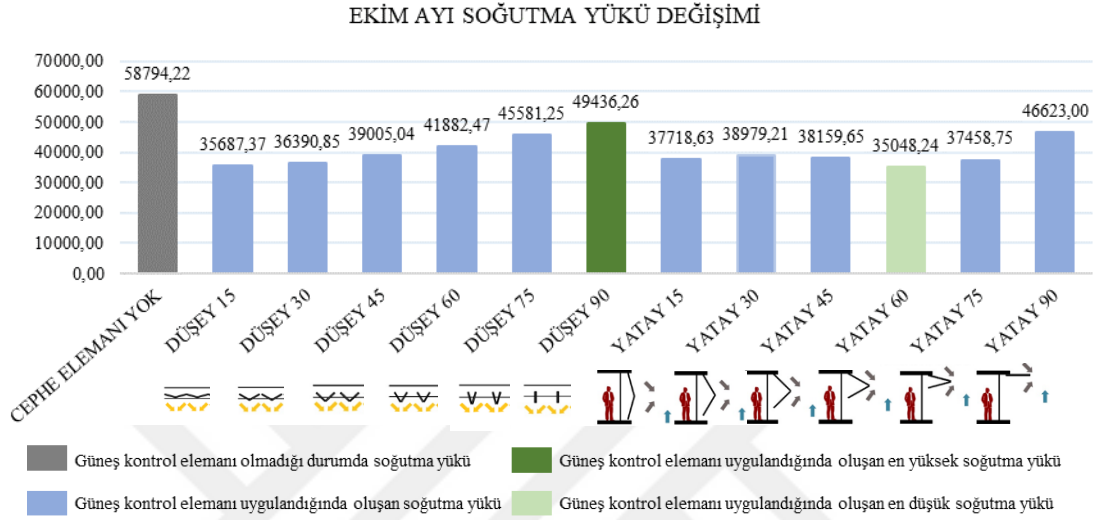
Şekil 5.11. Ağustos ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Eylül ayı için yapılan analizlerde ısıtma yükü oluşmamıştır. Soğutma yüklerinin değişimi incelendiğinde en yüksek değer düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük değer yatayda 60 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.12). Isıtma yükü oluşmadığı için eylül ayındaki toplam enerji yükü değişimi soğutma yükü değişimiyle aynıdır.



Şekil 5.12. Eylül ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

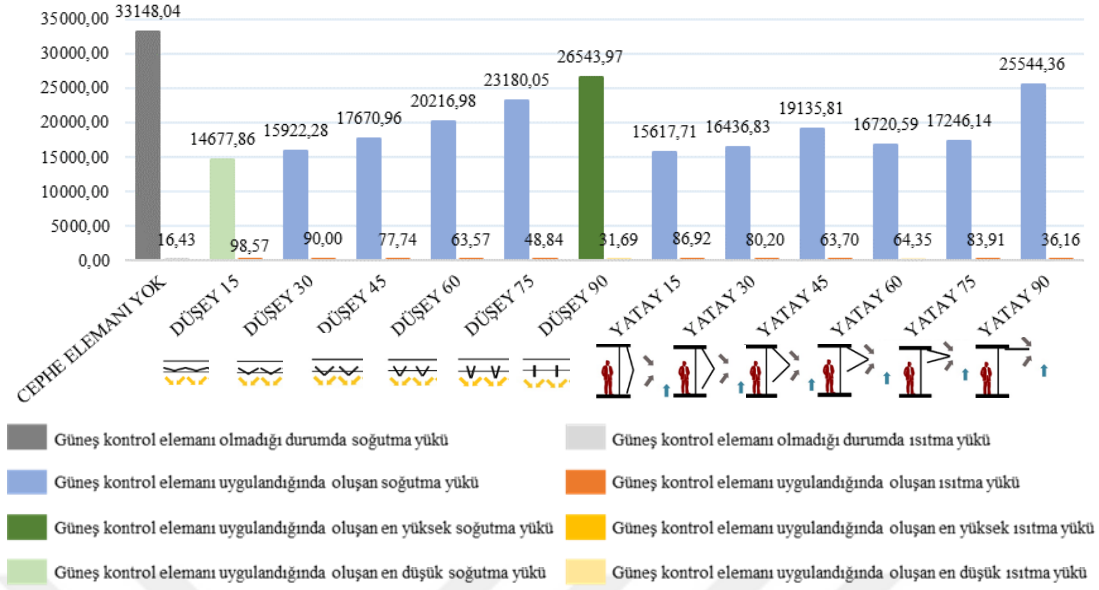
Ekim ayı için yapılan analizlerde ısıtma yükü oluşmadığı görülmüştür. Soğutma yüklerinin değişimi incelendiğinde en yüksek değer düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük değer yatayda 60 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.13). Isıtma yükü oluşmadığı için eylül ayındaki toplam enerji yükü değişimi soğutma yükü değişimiyle aynıdır.



Şekil 5.13. Ekim ayı soğutma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Kasım ayı içerisinde en düşük soğutma yükü düşeyde 15 derece durumunda, en yüksek soğutma yükü ihtiyacı düşeyde 90 derece durumunda olduğu belirlenmiştir. Kasım ayı için güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumlarda ısıtma yüklerinin değişimi incelendiğinde en düşük ısıtma yükünün düşeyde 90 derece durumunda, en yüksek ısıtma yükünün ise düşeyde 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.14).

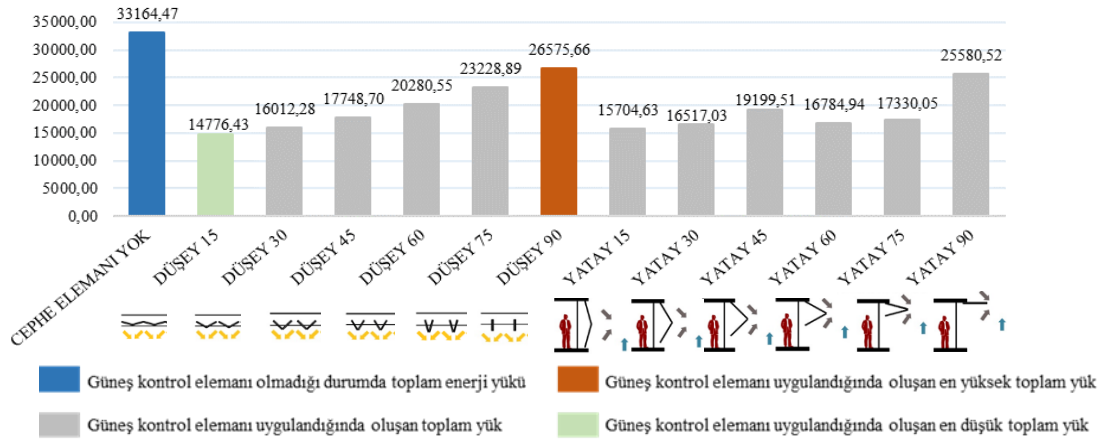
KASIM AYI SOĞUTMA VE ISITMA YÜKÜ DEĞİŞİMİ



Şekil 5.14. Kasım ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

Kasım ayında güneş kontrol elemanı kullanılan durumlardaki toplam enerji (ısıtma ve soğutma) yükü değişimine bakıldığında en yüksek enerji yükünün düşeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük enerji yükünün düşeyde 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.15).

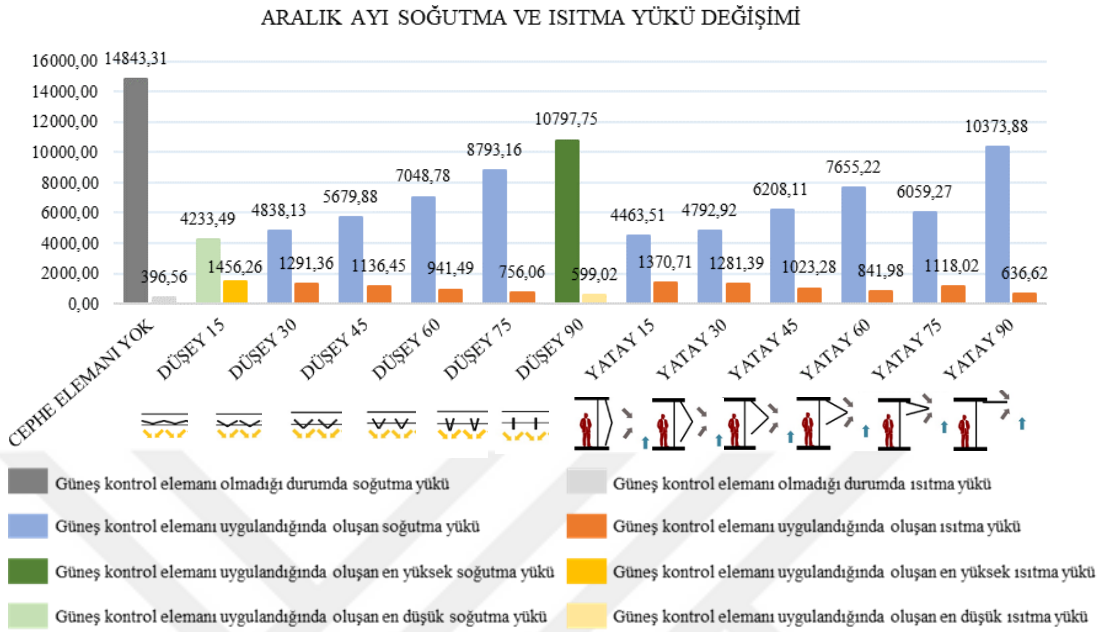
KASIM AYI TOPLAM ENERJİ YÜKÜ DEĞİŞİMİ



Şekil 5.15. Kasım ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi

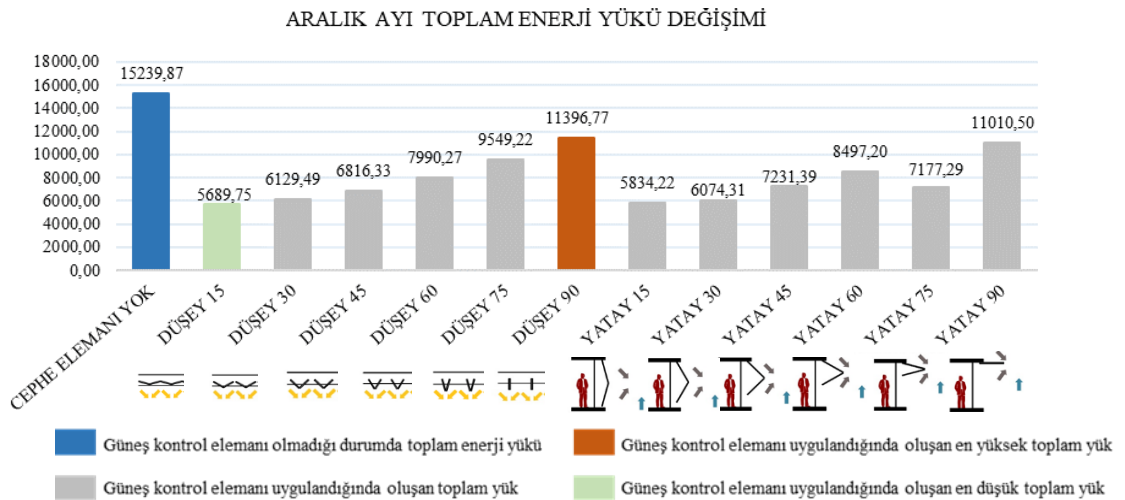
Aralık ayı için en düşük soğutma yükü düşeyde 15 derece durumunda, en yüksek soğutma yükü ihtiyacı düşeyde 90 derece durumunda olduğu belirlenmiştir. Aralık ayı için güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumlarda ısıtma yüklerinin değişimi

incelendiğinde en düşük ısıtma yükünün düzeyde 90 derece durumunda, en yüksek ısıtma yükünün ise düzeyde 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.16).



Şekil 5.16. Aralık ayı soğutma ve ısıtma yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.

Aralık ayında güneş kontrol elemanı kullanılan durumlardaki toplam enerji (ısıtma ve soğutma) yükü değişimine bakıldığında en yüksek enerji yükünün düzeyde 90 derece durumunda olduğu ve en düşük enerji yükünün düzeyde 15 derece durumunda olduğu görülmüştür (Şekil 5.17).















Şekil 5.17. Aralık ayı enerji yüklerinin güneş kontrol elemanının konumuna göre değişimi.

Çizelge 5.14’de cephe durumlarına göre aylık soğutma yükleri ve yıllık toplam soğutma yükleri yer almaktadır. Buna göre genel soğutma yüklerine bakıldığında tüm aylar ve yıllık toplam enerji yükü için en yüksek değerin düşeyde 90 derece durumunda olduğu görülmektedir. Ocak ayı için düşeyde 15 derece, şubat ayı için düşeyde 15 derece, mart ayı için yatayda 45 derece, nisan ayı için yatayda 45 derece, mayıs ayı için yatayda 30 derece, haziran ayı için yatayda 15 derece, temmuz ayı için yatayda 30 derece, ağustos ayı için yatayda 30 derece, eylül ayı için yatayda 60 derece, ekim ayı için yatayda 60 derece, kasım ayı için düşeyde 15 derece ve aralık ayı için de düşeyde 15 derece olduğu durumlarda soğutma yükleri en düşük değerde ölçülmüştür. Yıllık toplam enerji yüklerine göre en düşük soğutma yükü değerinin düşeyde 15 derecede olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.15’de cephe durumlarına göre aylık ısıtma yükleri ve yıllık toplam ısıtma yükleri yer almaktadır. Isıtma yükü oluşmayan ayların (Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim) dışında kalan aylarda ve yıllık toplam enerji yükünde düşeyde 90 derece durumunun en düşük değerleri sağladığı görülmüştür. En yüksek değerler ise ocak, şubat, kasım ve aralık ayı için düşeyde 15 derece, mart ayı için yatayda 60 derece durumlarında ölçülmüştür. Yıllık toplam ısıtma yükünün ise en yüksek düşeyde 15 derece durumunda olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.14. Soğutma yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri (kWh)

	CEPHE DURUMU	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YIL TOPLAMI
-	Cephe elemanı olmadan	10935,47	13490,94	21267,38	36126,65	52755,31	74723,89	89068,38	97959,25	85179,82	58794,22	33148,04	14843,31	588292,66
	15°	3545,28	4746,20	10589,15	26668,56	45160,68	69014,34	82118,82	86176,40	64636,50	35687,37	14677,86	4233,49	447254,65
	30°	3827,52	5076,55	10867,98	26788,53	45331,74	69147,38	82180,30	86154,52	64794,27	36390,85	15922,28	4838,13	451320,05
	45°	4257,50	5694,24	11712,06	27573,22	46146,49	69624,97	82754,65	87101,61	66931,70	39005,04	17670,96	5679,88	464152,32
	60°	5004,05	6690,58	12948,75	28674,44	47000,49	70036,80	83529,00	88526,11	69003,36	41882,47	20216,98	7048,78	480561,81
	75°	6089,21	7968,76	14436,21	29925,78	48171,12	71070,74	84328,85	89941,83	72237,13	45581,25	23180,05	8793,16	501724,09
	90°	7589,11	9695,43	16523,59	31315,97	48791,90	71767,27	84781,83	90670,08	75777,29	49436,26	26543,97	10797,75	523690,45
	15°	3704,90	5168,64	11605,68	27500,35	45141,82	68814,58	81929,71	86694,52	66807,60	37718,63	15617,71	4463,51	455167,65
	30°	3867,90	5443,32	11377,53	26259,92	44980,41	69002,10	81837,75	84995,38	66435,41	38979,21	16436,83	4792,92	454408,68
	45°	4581,68	6388,13	9983,94	26125,24	45405,34	69429,73	82284,79	85257,35	63021,83	38159,65	19135,81	6208,11	455981,60
	60°	4453,71	4814,90	10528,25	26439,02	45642,97	69703,73	82578,83	85407,17	62812,63	35048,24	16720,59	7655,22	451805,26
	75°	4228,46	5355,19	11229,83	26747,33	45874,96	69934,25	82804,30	85648,51	64359,44	37458,75	17246,14	6059,27	456946,43
	90°	6896,63	8812,57	14517,53	28324,30	46828,31	70692,85	83540,29	86755,06	70494,16	46623,00	25544,36	10373,88	499402,94
DÜSEYDE KONUMLANMA														
YATAYDA KONUMLANMA														

: Aylık ve yıllık soğutma yükü en yüksek değer

: Aylık ve yıllık soğutma yükü en düşük değer

Çizelge 5.15. Isıtma yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri (kWh)

	CEPHE DURUMU	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YIL TOPLAMI
	-	1146,90	867,56	131,83	-	-	-	-	-	-	-	16,43	396,56	2559,28
	15°	2943,62	1829,60	367,14	-	-	-	-	-	-	-	98,57	1456,26	6695,19
	30°	2696,35	1763,10	357,19	-	-	-	-	-	-	-	90,00	1291,36	6198,00
	45°	2403,19	1637,41	325,25	-	-	-	-	-	-	-	77,74	1136,45	5580,04
	60°	2089,19	1479,98	285,36	-	-	-	-	-	-	-	63,57	941,49	4859,59
	75°	1772,39	1329,92	241,66	-	-	-	-	-	-	-	48,84	756,06	4148,87
	90°	1517,81	1140,33	198,65	-	-	-	-	-	-	-	31,69	599,02	3487,50
	15°	2775,56	1703,11	322,36	-	-	-	-	-	-	-	86,92	1370,71	6258,66
	30°	2615,63	1626,01	275,35	-	-	-	-	-	-	-	80,20	1281,39	5878,58
	45°	2205,23	1453,74	361,03	-	-	-	-	-	-	-	63,70	1023,28	5106,98
	60°	2094,93	1758,03	370,03	-	-	-	-	-	-	-	64,35	841,98	5129,32
	75°	2478,08	1746,07	338,82	-	-	-	-	-	-	-	83,91	1118,02	5764,90
	90°	1637,83	1185,40	211,83	-	-	-	-	-	-	-	36,16	636,62	3707,84
		DÜŞEYDE KONUMLANMA						YATAYDA KONUMLANMA						

■ : Aylık ve yıllık ısıtma yükü en yüksek değer

■ : Aylık ve yıllık ısıtma yükü en düşük değer

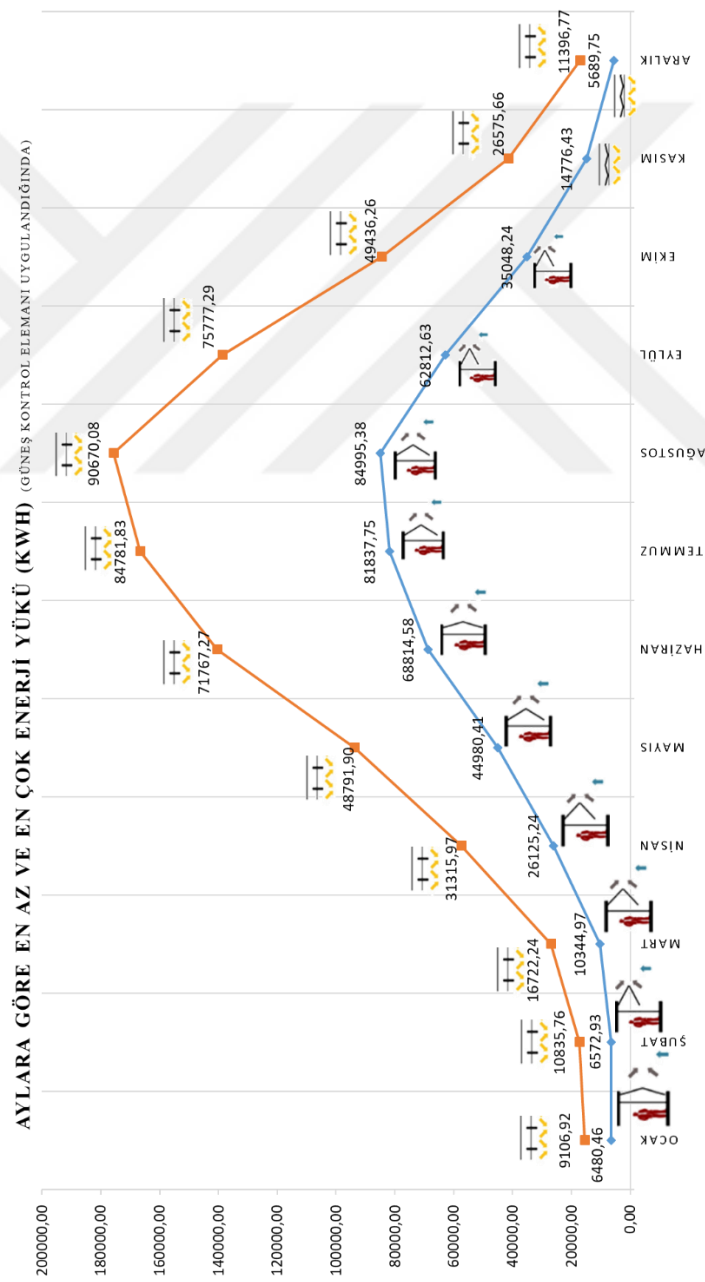
Çizelge 5.16. Toplam enerji yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri

	CEPHE DURUMU	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YIL TOPLAMI
	-	12082,37	14358,50	21399,21	36126,65	52755,31	74723,89	89068,38	97959,25	85179,82	58794,22	33164,47	15239,87	590851,94
	15°	6488,90	6575,80	10956,29	26668,56	45160,68	69014,34	82118,82	86176,40	64636,50	35687,37	14776,43	5689,75	453949,84
	30°	6523,87	6839,65	11225,17	26788,53	45331,74	69147,38	82180,30	86154,52	64794,27	36390,85	16012,28	6129,49	457518,05
	45°	6660,69	7331,65	12037,31	27573,22	46146,49	69624,97	82754,65	87101,61	66931,70	39005,04	17748,70	6816,33	469732,36
	60°	7093,24	8170,56	13234,11	28674,44	47000,49	70036,80	83529,00	88526,11	69003,36	41882,47	20280,55	7990,27	485421,40
	75°	7861,60	9298,68	14677,87	29925,78	48171,12	71070,74	84328,85	89941,83	72237,13	45581,25	23228,89	9549,22	505872,96
	90°	9106,92	10835,76	16722,24	31315,97	48791,90	71767,27	84781,83	90670,08	75777,29	49436,26	26575,66	11396,77	527177,95
	15°	6480,46	6871,75	11928,04	27500,35	45141,82	68814,58	81929,71	86694,52	66807,60	37718,63	15704,63	5834,22	461426,31
	30°	6483,53	7069,33	11652,88	26259,92	44980,41	69002,10	81837,75	84995,38	66435,41	38979,21	16517,03	6074,31	460287,26
	45°	6786,91	7841,87	10344,97	26125,24	45405,34	69429,73	82284,79	85257,35	63021,83	38159,65	19199,51	7231,39	461088,58
	60°	6548,64	6572,93	10898,28	26439,02	45642,97	69703,73	82578,83	85407,17	62812,63	35048,24	16784,94	8497,20	456934,58
	75°	6706,54	7101,26	11568,65	26747,33	45874,96	69934,25	82804,30	85648,51	64359,44	37458,75	17330,05	7177,29	462711,33
	90°	8534,46	9997,97	14729,36	28324,30	46828,31	70692,85	83540,29	86755,06	70494,16	46623,00	25580,52	11010,50	503110,78
DÜŞEYDE KONUMLANMA														
YATAYDA KONUMLANMA														

: Aylık ve yıllık toplam enerji yükü en yüksek değer

: Aylık ve yıllık toplam enerji yükü en düşük değer

Çizelge 5.16’da yer alan veriler doğrultusunda tüm aylarda tüketilen toplam enerji yüküne en az etki eden hareketli güneş kontrol elemanı konumun düşeyde 90 derece olduğu görülmektedir. Cephe elemanının olmadığı duruma göre toplam enerji yükünü azaltmış olsa da tüm varyasyonlar arasında en az etkiyi yapmıştır. Her ay için farklı durumlar söz konusu olsa da yıllık toplam enerji yükü içerisinde en düşük değerin cephe elemanının düşeyde 15 derecedeyken olduğu görülmektedir. Şekil 5.18’de güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumlarda aylara göre ölçülen en düşük ve en yüksek değerler yer almaktadır.



Şekil 5.18. Aylara göre en düşük ve en yüksek toplam enerji yükü değişimi grafiği

Çizelge 5.17’de güneş kontrol elemanının olmadığı, düşeyde sabit 15 derece konumunda olduğu, aylara göre güneş kontrol elemanın kullanıldığı durumlara bakıldığında en etkili konumlarda elde edilen değerler ve en az etki eden konumlardaki değerler yer almaktadır. Buna göre cephe elemanı kullanılmadığında metrekare başına yıllık 140,68 kWh, yıl boyu sabit 15 derece olduğunda metrekare başına yıllık 108,08 kWh, her ay için en etkili cephe konumunda kullanıldığında metrekare başına yıllık 106,78, her ay için en az etkili cephe konumunda kullanıldığında metrekare başına yıllık 125,52 kWh enerji harcandığı görülmüştür.

Çizelge 5.17. Toplam enerji yükü değişiminin aylık ve yıllık toplam değerleri (kWh)

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YIL TOPLAMI	M ² BAŞINA
cephe elemanı olmadan	12082,37	14358,50	21399,21	36126,65	52755,31	74723,89	89068,38	97959,25	85179,82	58794,22	33164,47	15239,87	590851,94	140,68
düşeyde 15° (sabit)	6488,90	6575,80	10956,29	26668,56	45160,68	69014,34	82118,82	86176,40	64636,50	35687,37	14776,43	5689,75	453949,84	108,08
en iyi değerler	6480,46	6572,93	10344,97	26125,24	44980,41	68814,58	81837,75	84995,38	62812,63	35048,24	14776,43	5689,75	448478,77	106,78
en kötü değerler	9106,92	10835,76	16722,24	31315,97	48791,90	71767,27	84781,83	90670,08	75777,29	49436,26	26575,66	11396,77	527177,95	125,52

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji tüketimi ve doğal kaynakların tahrip edilmesi dünya genelinde hava kirliliği, su kaynaklarının azalması ve iklim değişikliği gibi birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Enerji ve kaynak kullanımını noktasında inşaat sektörü önemli bir paya sahiptir. Yapının tasarımı ile başlayan enerji tüketimi ve doğal çevreye verdiği zarar, yapım, kullanım ve geri dönüşüm sürecinde de devam etmektedir. Bu noktada tasarımcılar ve uygulamacılar enerjiyi etkin kullanabilecekleri ve çevreye en az zarar verecekleri alternatifleri bulmaya çalışmaktadırlar. Bunlardan birisi de çalışma kapsamında ele alınan uyum gösteren cephelerdir. Yapının çevreyle en geniş temas alanı olan cepheyi verimli kullanma çabasıyla ortaya çıkan bu kavram güncel inşaat sektöründe yaygınlaşmaya ve üzerinde çalışılmaya devam etmektedir.

6.1. Sonuçlar

Çalışmada uyum gösteren cephelerin anlaşılması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda literatür araştırması, örnek incelemesi ve örneklem bina üzerinde yapılan analiz çalışmalarına ilişkin detaylı sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmada öncelikle sürdürülebilirlik, enerji etkin tasarım, cepheler ve uyum gösteren cepheler ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Elde edilen veriler ile parametreler belirlenerek öneri sınıflandırma tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan bu tabloya yapı türü, iklim bölgesi, enerji üretimi başlıkları ana başlık olarak eklenerek var olan sınıflandırma tablolarının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Sınıflandırma tablosuna göre literatürde yer alan uygulanmış uyum gösteren cephe örnekleri ele alınmıştır. Elde edilen verilerden faydalanılarak önerilen hareketli güneş kontrol elemanının, Antalya'da çok katlı bir ofis binasının enerji (ısıtma ve soğutma yükleri) performansı üzerine etkisi DesignBuilder programı aracılığıyla değerlendirilmiştir. Seçilen örneklem bina ile ofis yapılarında enerji tüketimini azaltmak için hareketli güneş kontrol elemanlarının alternatif olarak kullanılması durumunda oluşacak değişimler incelenmiştir. Buna göre analizlerde toplam enerji yükü için kullanılan değerlere bakılmıştır.

Yapılan analizlerin sonunda elde edilen soğutma yüklerine bakıldığında;

- Yapının cephesinde açılır kanat tanımlanmaması nedeniyle doğal havalandırma sağlanamamaktadır. Ayrıca ofisin kullanım sürecinde iç ortam sıcaklığı artış göstermektedir. Bu nedenle kış aylarında ofis için soğutma yükünün çıkması beklenmektedir.

- Antalya ili için en sıcak geçen haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında soğutma yükleri oldukça yüksek seviyelerde ölçülmüştür.
- Haziran ayı için soğutma yükü değerini 74723,89 kWh'den 68814,58 kWh'ye düşüren en etkili güneş kontrol elemanı durumu yatayda 15 derece olmuştur. Metrekare başına düşen soğutma yükünü ise 177,91 kWh'den 163,84 kWh'ye düşürmüştür. Soğutma yükünü azaltmasına rağmen en az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise düşeyde 90 derece olmuştur.
- Temmuz ayı için soğutma yükü değerini 89068,38 kWh'den 81837,75 kWh'ye düşüren en etkili güneş kontrol elemanı durumu yatayda 30 derece olmuştur. Metrekare başına düşen soğutma yükünü ise 212,07 kWh'den 194,85 kWh'ye düşürmüştür. Soğutma yükünü azaltan fakat en az etkiyi yapan eden cephe durumu ise düşeyde 90 derece olmuştur.
- Ağustos ayı için soğutma yükü değerini 97959,25 kWh'den 84995,38 kWh'ye düşüren en etkili güneş kontrol elemanı durumu yatayda 30 derece olmuştur. Metrekare başına düşen soğutma yükünü ise 233,24 kWh'den 202,37 kWh'ye düşürmüştür. Soğutma yükünü azaltmasına rağmen en az etkiyi yapan eden cephe durumu ise düşeyde 90 derece olmuştur.
- Eylül ayı için soğutma yükü değerini 85179,82 kWh'den 62812,63 kWh'ye düşüren en etkili güneş kontrol elemanı durumu yatayda 60 derece olmuştur. Metrekare başına düşen soğutma yükünü ise 202,81 kWh'den 149,55 kWh'ye düşürmüştür. Soğutma yükünü azaltmasına rağmen en az etkiyi yapan eden cephe durumu ise düşeyde 90 derece olmuştur.
- Soğutma yüklerinin yıllık toplamına bakıldığında cephede güneş kontrol elemanının olmadığı durumda ölçülen 588292,66 kWh'lik değeri güneş kontrol elemanının düşeyde 15 derecede yıl boyu sabit olduğu durumda 447254,65 kWh'lik değerine düşürdüğü, her ay için en etkili güneş kontrol elemanı konumları uygulandığında ise değer 441801,00 değerine gerilediği görülmüştür. En etkili durumlarda kullanıldığında hareketli güneş kontrol elemanları metrekarede 140,07 kWh olan soğutma yükünü

105,19 kWh'ye düşürmektedir. Yıllık toplam soğutma yüküne en az etki den güneş kontrol elemanı durumu ise düşeyde 90 derece olmuştur.

- Genel olarak soğutma yüklerine bakıldığında özellikle bahsedilen en sıcak 4 ay için hareketli güneş kontrol elemanı kullanımının olumlu etki oluşturduğu görülmüştür.

Yapılan analizlerin sonucunda elde edilen ısıtma yüklerine bakıldığında;

- Antalya ili genel olarak sıcak bir iklime sahip olsa da MGM verilerine göre bölgede en soğuk geçen aylar aralık, ocak, şubat ve marttır. Yapılan analizler sonucunda bu aylarda ısıtma yükünün oluştuğu görülmüştür.
- Hareketli güneş kontrol elemanlarının kullanılmasıyla toplam enerji yükünde iyileşme sağlanmasının yanında ısıtma yüklerinde artışlar gözlemlenmiştir. Güneş kontrol elemanın iç mekân üzerinde oluşturduğu gölgelerin kış aylarında ihtiyaç duyulan ısıtma yükü üzerinde artış göstermesine neden olduğu görülmektedir
- Aralık ayı için, güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumda en düşük ısıtma yükü olan 599,02 kWh'lik değeri sağlayan güneş kontrol elemanı durumu düşeyde 90 derece olmuştur. En yüksek ısıtma yükü değeri 1456,26 kWh ile düşeyde 15 derecede oluşmuştur.
- Ocak ayı için, güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumda en düşük ısıtma yükü olan 1517,81 kWh'lik değeri sağlayan güneş kontrol elemanı durumu düşeyde 90 derece olmuştur. En yüksek ısıtma yükü değeri 2943,62 kWh ile düşeyde 15 derecede oluşmuştur.
- Şubat ayı için güneş kontrol elemanının kullanıldığı durumda en düşük ısıtma yükü olan 1140,33 kWh'lik değeri sağlayan güneş kontrol elemanı durumu düşeyde 90 derece olmuştur. En yüksek ısıtma yükü değeri 1829,6 kWh ile düşeyde 15 derecede oluşmuştur.
- Mart ayında güneş kontrol elemanı kullanılan durumlara bakıldığında en düşük ısıtma yükü değerinin 198,65 kWh ile düşeyde 90 derece durumunda oluştuğu görülmüştür. En yüksek değer ise 370,03 kWh ile yatayda 60 derece durumunda oluşmuştur.
- Yıllık toplam ısıtma yüklerindeki değişime bakıldığında en düşük değer düşeyde 90 derecede toplamda 3487,50 kWh, metrekare başına düşen yükün ise 8,30 kWh olduğu görülmüştür. En yüksek değer ise toplamda

6695,19 kWh ve metrekare başına 15,94 kwh ile düşeyde 15 derece durumunda ölçülmüştür. Belirtilen iki güneş kontrol elemanı durumu arasında yaklaşık iki kat enerji yükü değişimi olduğu belirlenmiştir.

- Genel olarak güneş kontrol elemanı kullanılması durumunda ısıtma yüklerindeki değişime bakıldığında en soğuk kabul edilen aralık, ocak, şubat ve mart ayları için en uygun cephe durumunun düşeyde 90 derece olduğu görülmüştür. Bu aylar içerisinde en yüksek ölçülen değerler aralık, ocak ve şubat aylarında düşeyde 15 derece durumunda ve mart ayında ise yatayda 60 derece durumunda ortaya çıkmıştır.

Yapılan analizlerin sonucunda elde edilen toplam enerji yüklerine bakıldığında;

- Aylık toplam enerji (ısıtma ve soğutma) yüklerindeki değişime bakıldığında, hareketli güneş kontrol elemanı kullanımının toplam enerji yükünün azaltılmasına katkı sağladığı görülmüştür.
- Ocak ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 12082,37 kWh'lik değeri 6480,46 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 15 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 2,88 kWh'den 1,54 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 9106,92 kWh'lik ve metrekarede 2,17 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Şubat ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 14358,5 kWh'lik değeri 6572,93 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 60 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 3,42 kWh'den 1,56 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 10835,76 kWh'lik ve metrekarede 2,58 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Mart ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 21399,21 kWh'lik değeri 10344,97 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 45 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 5,10 kWh'den 2,46 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş

kontrol elemanı durumu ise toplamda 16722,24 kWh'lik ve metrekare başına 3,98 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.

- Nisan ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 36126,65 kWh'lik değeri 26125,24 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 45 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 8,60 kWh'den 6,22 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 31315,97 kWh'lik ve metrekarede 7,46 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Mayıs ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 52755,31 kWh'lik değeri 44980,41 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 30 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 12,56 kWh'den 10,71 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 48791,90 kWh'lik ve metrekarede 11,62 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Haziran ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 74723,89 kWh'lik değeri 68814,58 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 15 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 17,79 kWh'den 16,38 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 71767,27 kWh'lik ve metrekarede 17,09 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Temmuz ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 89068,38 kWh'lik değeri 81837,75 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 30 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 21,21 kWh'den 19,49 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 84781,83 kWh'lik ve metrekarede 20,19 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Ağustos ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 97959,25 kWh'lik değeri 84995,38 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 30 derece olduğu

görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 23,32 kWh'den 20,24 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 90670,08 kWh'lik ve metrekarede 21,59 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.

- Eylül ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 85179,82 kWh'lik değeri 62812,63 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 60 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 20,28 kWh'den 14,96 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 75777,29 kWh'lik ve metrekarede 18,04 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Ekim ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 58794,22 kWh'lik değeri 35048,24 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun yatayda 60 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 14,00 kWh'den 8,34 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 49436,26 kWh'lik ve metrekarede 11,77 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Kasım ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 33164,47 kWh'lik değeri 14776,43 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun düşeyde 15 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 7,90 kWh'den 3,52 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 26575,66 kWh'lik ve metrekarede 6,33 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.
- Aralık ayı için toplam enerji güneş kontrol elemanının kullanılmadığı durumda ölçülen 15239,87 kWh'lik değeri 5689,75 kWh'ye düşüren etkili güneş kontrol elemanı durumunun düşeyde 15 derece olduğu görülmüştür. Bu da metrekare başına düşen toplam enerji tüketiminin 3,63 kWh'den 1,35 kWh'ye düştüğünü göstermektedir. En az etki eden güneş kontrol elemanı durumu ise toplamda 11396,77 kWh'lik ve metrekarede 2,71 kWh'lik değer elde edilen düşeyde 90 derece olmuştur.

Yıllık toplam enerji yüklerine bakıldığında;

- Yapının yıl içerisindeki toplam enerji (ısıtma ve soğutma) yüküne bakıldığında hareketli güneş kontrol elemanı kullanımının enerji tüketimini azaltma yönünde eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre güneş kontrol elemanı yıl boyunca düşeyde 15 derece olduğunda toplam enerji yükü 590851,94 kWh değerinden 453949,84 değerine düşmüştür. Metrekarede bu değer 140,68 kWh'den 108,08 kWh'ye gerilemiştir.
- Her ay için en uygun güneş kontrol elemanı konumları uygulandığında ise tüketilen enerji miktarının daha da azaldığı tespit edilmiştir. Buna göre ocak için yatayda 15, şubat için yatayda 60, mart için yatayda 45, nisan için yatayda 45, mayıs için yatayda 30, haziran için yatayda 15, temmuz için yatayda 30, ağustos için yatayda 30, eylül için yatayda 60, ekim için yatayda 60, kasım için düşeyde 15 ve aralık için de düşeyde 15 derece olmuştur. Elde edilen bulgular sonucunda toplam enerji yükünün aylara göre en düşük olduğu varyasyonlar seçildiğinde başlangıçta (güneş kontrol elemanı kullanılmadığı durumda) yıllık 590851,94 kWh olan enerji yükü 448478,77 kWh'e düşmektedir. Bu da metrekare başına düşen yıllık enerji miktarının 140,68 kWh'den 106,78 kWh'ye düşmesi anlamına gelmektedir.
- Güney cephede yatay konumda kullanılan güneş kontrol elemanları yaz aylarında güneşin istenmeyen etkilerine karşı koruma sağlarken, kış aylarında güneşin olumlu etkilerinden faydalanılmasına katkı sağlamaktadır. Çalışmada güney cephede yer alan hareketli güneş kontrol elemanlarının konumlanmalarına bakıldığında 12 ayın 10 ayında yatayda konumlanmanın daha etkili olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda Antalya gibi sıcak iklim bölgesinde yapıların özellikle soğutma ihtiyacının çok yüksek olduğu ve soğutma için harcanan enerji miktarının çok fazla olduğu görülmüştür. Bu nedenle cephelerde kullanılan güneş kontrol elemanlarının enerji tüketiminin azaltılması yönünde etki ettiği görülmüştür. Tasarlanan güneş kontrol elemanı hareket edebilme özelliğine sahip olduğu için aylık olarak en verimli olduğu konum ve açıda kullanıldığında yapının enerji tüketiminin azaltılmasında daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

6.2. Öneriler

Yapılan çalışma uyum gösteren cephelerin geniş bir çerçevede ele alınarak anlaşılması ve temel bir hareket prensibine sahip güneş kontrol elemanının yapının performansına etkisinin görülmesi adına önemlidir. Enerji kullanımının azaltılması yönünde cephe ölçeğinde yapılacak olan çalışmalar için referans olabileceği düşünülmektedir.

Hareketli güneş kontrol elemanlarının yapının enerji performansı üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için güneş kontrol elemanı önerisinin farklı iklim koşullarındaki etkilerinin analiz edilmesi önerilmektedir. Ayrıca analiz ve değerlendirmede kullanılacak olan ölçütlerin değiştirilmesi ile güneş kontrol elemanlarının yapı performansına etkilerinin farklı açılardan ele alınması açısından önemlidir. İlerleyen çalışmalarda yeni güneş kontrol elemanı önerilerinin geliştirilmesi, bu önerilerin farklı ölçütler ve farklı iklim bölgeleri için değerlendirilmesi önerilmektedir. Isıtma ve soğutmanın yanında aydınlatma performansı ile optimizasyonun gerçekleştirildiği analiz çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Ayrıca ilerleyen çalışmalarda tasarım ve analiz sürecinde parametrik tasarım araçlarından faydalanılarak belirlenen parametrelere göre gerçekleşen anlık değişimlerinin etkisinin daha detaylı incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak dünyanın içerisinde bulunduğu çeşitli enerji ve iklim sorunlarının çözülebilmesi veya ilerleyişinin yavaşlatılabilmesi için inşaat sektörüne oldukça büyük bir sorumluluk düşmektedir. Buna göre tasarlanan yapılarda enerji tüketiminin azaltılması, enerjinin etkin kullanılması ve çevresel zararın en aza indirilmesi hedeflenmelidir. Özellikle yapılarda en büyük yüzey alanına sahip olan cephe sistemlerinin bu kapsamda ele alınması ve bu alanda yapılan çalışmaların arttırılması önemlidir.

7. KAYNAKLAR

- Ad, Aa. van der, Heiselberg, P. and Perino, M., 2011, Designing with responsive buildings elements, *IEA - ECBCS Annex 44*, Aalborg University.
- Addington, M. and Schodek, D. L., 2005, Smart Materials and New Technologies: For the Architecture and Design Professions, Elsevier.
- Aelenei, D., Aelenei, L. and Vieira, C. P., 2016, Adaptive façade: Concept, applications, research questions, *Energy Procedia*, (91), 269-275
- Aelenei, L. E., Aelenei, D., Romano, R., Mazzucchelli, E. S., Brzezicki, M. and Rico-Martinez, J. M., 2018, Case studies: Adaptive facade network.
- Aksamija, A., 2010, Analysis and computation: Sustainable design in practice design principles and practices, *An International Journal*, 291-314.
- Aksamija, A., 2015, High-Performance Building Envelopes: Design Methods For Energy-Efficient Facades, *Best4 Conference*, Chicago: Perkins+Will.
- Akyazı, Ö. ve Çokrak, D., 2011, Pnömatik ve hidrolik sistem uygulamaları, *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu 2011*, Elazığ, 142-147
- Akyüz A., 2019, Yaşamsal bilinmezlik: İklim krizi ve gıda, *Toplum ve Hekim*, 34(5), 348 - 355.
- Ali, Z., M., 2019, Form generation strategy inspired by nature: Analysis of Calatrava's Designs, Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Altan, H., Ward, I., Mohelnikova, J. and Vajkay, F., 2009, An internal assessment of the thermal comfort and daylighting conditions of a naturally ventilated building with an active glazed facade in a temperate climate, *Energy and Buildings*, 41(1), 36-50.
- Altın, M. ve Orhon, A. V., 2014, Akıllı Yapı Cepheleri ve Sürdürülebilirlik, *7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3 - 4 Nisan 2014*, İstanbul, 1-9.
- Altın, M. ve Orhon, A. V., 2016, Enerji korunumunda adaptif/uyarlı cepheler, *8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 2- 3 Haziran 2016 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi*, İstanbul, 1-9.
- Alyasiri, Z. A. M., 2020, Advanced architecture design strategy based on biomimicry towards high-performance design in high-rise buildings, Yüksek Lisans Tezi, *Yaşar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Anaç, M., 2019, Cephe gölgeleme elemanlarının ısıtma ve soğutma yükleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

- Anbarcı, M., Giran, Ö. ve Demir, İ. H., 2012, Uluslararası yeşil bina sertifika sistemleri ile Türkiye`deki bina enerji verimliliği uygulaması, *Engineering Sciences* , 7 (1) , 368-383 . <https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaeng/issue/19855/212664> [Ziyaret Tarihi: 29.05.2023].
- Atasoy, E., 2010, Kıtalar ve Ülkeler Coğrafyası, *Ezgi Kitabevi*, Bursa.
- Atawula, A., 2016, Bioinspired kinetic architecture and adaptive component desing proposal, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Aydın, Ö., 2019, Binalarda enerji verimliliği kapsamında yapılan projelerin değerlendirilmesi: Türkiye örneği, *Mimarlık ve Yaşam*, 4(1), 55-68.
- Badarnah Kadri, L., 2012, Towards the LIVING envelope: Biomimetics for building envelope adaptation.
- Barnard S. and Elliott M., 2015, The 10-tenets of adaptive management and sustainability: An holistic framework for understanding and managing the socio-ecological system, *Environ Sci Policy* , (51), 181–191, doi: 10.1016/j.envsci.2015.04.008
- Başaran, D., 2016, Medya cepheleri ve mimarlık ilişkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Başaran, Ö., 2015, Kinetik gölgeleme elemanları entegre edilmiş bir binanın enerji etkinliğinin artırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Başarır, B. and Altun, M. C., 2017, A classification approach for adaptive facades, *Icbest İstanbul - 15-18 Mayıs 2017*, İstanbul.
- Başarır, B., 2019, Tepki veren cephelerin standart ürünlerle tasarımı: yeniden tasarım modeli, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 335-355.
- Beevor, M., 2010, Smart Building Envelopes, 4th Year Project Report, *University of Cambridge*, Department of Engineering.
- Böke, J., Knaack, U., & Hemmerling, M., 2019, Superposition matrix for the assessment of performance-relevant adaptive façade functions, *Journal of Facade Design and Engineering*, 7(2), 1-20.
- Böke, J., 2020, Thinking-Skins: Cyber-physical systems as foundation for intelligent adaptive façades, *A+ BE/ Architecture and the Built Environment*, (08), 1-286.

- Castro-Lacouture, D., Sefair, J. A., Flórez, L. and Medaglia, A. L., 2009, Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia, *Building and Environment*, 44(6), 1162-1170.
- Ceylan, Ö., 2019, Gelişmiş cephe sistemlerinde güneş kontrolü: Ankara'daki bir ofis binasında performans analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Chloë, M., 2016, Structural Adaptive Façades, Master's Dissertation, *Ghent University*, Ghent.
- Compagno, A., 2002, Intelligente Glasfassaden: Material, Anwendung, Gestaltung [Intelligent Glass Façades: Material, Practice, Design], Birkhäuser Verlag.
- Çakır Aydoğan, Ö., 2018, Ses verileri etkileşimli dinamik adaptif bir cephe önerisi: Sound Shield, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 15-30.
- Çavuş, Ö., 2019, Learning from Folding for Design in Kinetic Structures in Architecture, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Çiğın, A. ve Yamaçlı, R., 2020, Doğal enerji, sürdürülebilir kalkınma ve mimarlık politikaları, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 554-571.
- De Marco Werner, C., 2013, Transformable and transportable architecture: analysis of buildings components and strategies for project design, Master's thesis, *Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona*, Barcelona.
- Di Salvo, S., 2018, Kinetic Solutions for Responsive and Communicative Building Skin, *In Advanced Materials Research* (Vol. 1149), Trans Tech Publications Ltd, 86-97.
- Dikmen, Ç. B., 2011, Enerji etkin yapı tasarım ölçütlerinin örneklenmesi, *Politeknik Dergisi*, 14(2), 121-134, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/politeknik/issue/33057/367908> [Ziyaret Tarihi: 29.05.2023].
- Dirlik, N., 2017, Antik dönemde kemer ve tonoz, *Tarih Okulu Dergisi*, 32, 815-846.
- Dixon, W., 2010, The impacts of construction and the built environment, *Briefing Notes*, Willmott-Dixon Group.
- Dobzhansky, T., 1968, On some fundamental concepts of darwinian biology, *Evolutionary Biology*, 2, 1-34.
- Ekinci, S., Deniz, Ö. Ş. ve Gür, N. V., 2012, Yapı kültürü ve tasarım verileri ışığında "kâğır yığma dış duvarların" tarihsel gelişimi, *6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 12 – 13 Nisan 2012*, Bursa.

- Engin, S., 2022, Kinetik cephe sistemlerinin yapı performansına g n ş ği, kamaşma ve enerji performansı üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Ergin,  ., 2019, Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinde Güncel Yaklaşımlar ve Akıllı Malzemelerin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul.
- Formentini, M. and Lenci, S., 2018, An innovative building envelope (kinetic façade) with shape memory alloys used as actuators and sensors, *Automation in Construction*, 85, 220-231.
- Fortmeyer, R. and Linn, C. D., 2014, *Kinetic Architecture: Design for Active Envelopes*, Australia: The Images Publishing Group Pty Ltd.
- Fox, M. and Yeh, B., 2000, Intelligent kinetic systems in architecture, *Managing Interactions in Smart Environments*, 91-103.
- Gadelhak, M., 2013, High performance facades: Designing office building facades to enhance indoor daylighting performance, *M. Sc. department of Architecture, Faculty of Engineering, Ain University, Egypt*.
- Gaspar, K., Casals, M. and Gangoellis, M., 2016, Classifying system for façades and anomalies, *Journal of performance of constructed facilities*, 30(1), 1-21.
- G r, N. V. ve Aygün, M., 2009, Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi, *İtüdergisi/A*, İstanbul, 7(1), 74-82.
- Güvenli,  ., 2006, Tarihsel süreç içinde malzeme cephe ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3-43.
- Gosztonyi, S., Mazzucchelli, E. S., Romano, R., Nestle N., Brzezicki M. and Menezo C., 2018, Innovations for the next generation of adaptive building envelopes, *Case Studies: Adaptive Facade Network*, 275-281.
- Han, T., Huang, Q., Zhang, A. and Zhang, Q., 2018, Simulation-based decision support tools in the early design stages of a green building: A review, *Sustainability*, 10, 3696, 1-23.
- Hasol, D., 1988, “Ansiklopedik Mimarlık S zl ğ ”, *Yem Yayınları*, İstanbul, 106.
- Heidari Matin, N. and Eydgahi, A., 2022, Technologies used in responsive facade systems: a comparative study, *Intelligent buildings international*, 14(1), 54-73.
- Herzog, T., Krippner, R. and Lang, W., 2004, *Facade Construction Manual*, *Walter de Gruyter*.

- Hosseini, S. M., Mohammadi, M. and Guerra-Santin, O., 2019, Interactive kinetic façade: Improving visual comfort based on dynamic daylight and occupant's positions by 2D and 3D shape changes, *Building and Environment*, 165, 1-17.
- Hawken, P., Lovins, E and Lovins, H, Natural, 1999, Capitalism – Creating the next Industrial Revolution, *Little Brown and Co.*, 369pp.
- International Energy Agency, *World Energy Outlook*, 2012
- Johnsen, K. and Winther, F. V., 2015, Dynamic facades, the smart way of meeting the energy requirements, *Energy Procedia*, 1568-1573.
- Kanan, Y. M. N. Ö., Gültekin, A. B. Ve Çelebi, G., 2015, Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi kapsamında enerji verimli cephe sistemlerine ilişkin bir literatür araştırması, *2nd International Sustainable Buildings Symposium*, Ankara.
- Karaağaç, S., 2020, Uyum gösteren cepheler: bir meta analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-41.
- Karaaslan, S., 2019, Cephenin mimari üründe aktif bir arayüz olarak tasarlanması: Günümüz mimarlığı üzerinden bir değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 30-40.
- Karakoç, E., 2021, Çevresel performans odaklı adaptif cephe modülü için akıllı sistem tasarımı, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Kars, H., 2021, Biyomimikri destekli interaktif cephe bileşen tasarım önerisi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Kasaboğlu, E., 2016, Kinetik Mimarlık Kavramının Örneklerle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C., 1998, Çevrebilim, *İmge Kitabevi*, Ankara.
- Keynezhad, S., Poursoti, S., Vaseiy, N. and Farahani, M., 2013, Nature inspired movable building façade module, *International Conference on Adaptation and Movement in Architecture*, Toronto, Canada, 10-12 October 2013.
- Khaki, A., and Abad, A. S. H., 2015, Double-Skin facades in exalted buildings: A solution for sustainable development, *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(6 S6), 237-241.
- Kılıç Kızıldaş, P., 2019, Fotovoltaik sistemler ve güneşe uyarlabilir cephe sistemlerinin enerji etkinlik yönünden değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

- Kızılörenli, E., 2021, Responsive Façade Designs Based on Tessellation Method, Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi, İzmir.
- Kim, J. J. and Rigdon, B., 1998, Sustainable architecture module: Introduction to sustainable design, *National Pollution Prevention Center for Higher Education*.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2007). *Façades: Principles of Construction*. Basel: Birkhäuser.
- Kocaağa, M., 2022, Çevresel Performans Odaklı Adaptif Cephe Sistemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.
- 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.
- Kolodziej, P. and Rak, J., 2013, Responsive building envelope as a material system of autonomous agent, *Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia*, 945-954.
- Kragh, M., 2011, Façade engineering and the design team of the future, *Society of Façade Engineering. Executive Boardroom Commentary*, 30-36.
- Krier, R., 1992, *Facades: Elements of Architecture*, *Academy Group Ltd.*, Londra, 60.
- Kroner, W. M., 1997, An intelligent and responsive architecture. *Automation in Construction*, 6, 381-393.
- Kürkdamar, İ., 2016, Biyo Adaptif Cephe Elemanları, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Liang, R., Wang, P., Zhou, C., Pan, Q., Riaz, A. and Zhang, J., 2020, Thermal performance study of an active solar building façade with specific PV/T hybrid modules, *Energy*, 191, 116532.
- Loonen, R.C.G.M., 2010, Climate adaptive building shells what can we simulate?, Master's Dissertation, *Eindhoven University of Technology*, Eindhoven.
- Loonen, R., Rico-Martinez, J., Favoino, F., Brzezicki, M., Menezo, C., La Ferla, G., and Aelenei, L., 2015, Design for façade adaptability: Towards a unified and systematic characterization, *10th Conference on Advanced Building Skins, 3-4 November 2015*, Switzerland, 1284-1294.
- Marchwiński, J., 2014, Architectural Evaluation of switchable glazing technologies as sun protection measure, *Energy Procedia*, 57, 1677-1686.

- Matheou, M., Couvelas, A. and Phocas, M. C., 2020, Transformable building envelope design in architectural education, *Procedia Manufacturing*, 44, 116-123.
- Matinpour, M., 2019, İslami geometrik örüntülerin kinetik yüzey oluşturma potansiyelleri üzerinde bir deneme, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2023, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 29.05.2023].
- Mozer, M. C., 2004, Lessons from an adaptive home, *Smart environments: Technologies, protocols, and applications*, 271-294.
- Musa, M. K., 2021, Varsayımsal Bir Hücre Tipi Ofis İçin Farklı Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinin Günışığı ve Enerji Performansının Değerlendirilmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- Muhammedova, S., 2019, Enerji verimliliği ve iç mekan konfor koşullarını geliştirmek için uyarlanabilir cephe sistemlerinin entegrasyonu için bir yaklaşım: Yurt odası vaka çalışması, Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Muscoe, M., 1995, A sustainable community profile, *Places*, 9 (3), 4.
- Oakley, P. and Garforth, C., 1985, Guide to extension training, *FAO Training Series*, No: 11, FAO, Rome, Italy.
- Ochoa, C.E., and Capeluto, I.G., 2008, Strategic decision-making for intelligent buildings: Comparative impact of passive design strategies and active features in a hot climate, *Building and Environment*, 43 (11), 1829-1839.
- Orbay, A., 2019, Binalarda Cephe Sistemlerinin İncelenmesi Ve Performans Kriterlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep, 4-43.öner
- Öner, D., 2019, Uyum Gösteren Gölgeleme Bileşenlerinin Parametrik Tasarım Araçlarıyla Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2-38.
- Özdemir A., 1996, Yapı Yüzeylerinin Bitkilendirilmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Özmehmet, E., 2008, Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları, *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 3(12), 1853-1876.

- Pimenova, E. V., 2019, The use of transformable systems in the architecture of buildings of educational organizations, *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 698, No. 3, p. 033033)*, IOP Publishing.
- Polat, Z. R., 2023, Mimari tasarımda doğadan ilham alan strateji: biyomimikri ve kinetik mimarlık yaklaşımlarının ara kesitinde iklime duyarlı çalışmaların incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yozgat Bozok Üniversitesi*, Yozgat.
- Rogers R., 1979, Notes on the future of the Glass, *Private Report to Pilkington Glass Ltd*, Richard Rogers and Partners, London.
- Romano, R., 2011, Smart Skin Envelope, *Florance: Firenze University Press*.
- Romano, R., Aelenei, L., Aelenei, D. and Mazzucchelli, E. S., 2018, What is an adaptive façade? Analysis of recent terms and definitions from an international perspective, *Journal of Facade Design & Engineering*, 6(3), 65-76.
- Romano, R., 2021, Kinetic adaptive façades. A systematic review of technological and adaptive features, *Bioclimatic Approaches in Urban and Building Design*, 499-519.
- Roth, L. M., 2019, Mimarlığın Öyküsü, *Kabalıcı Yayınevi*, İstanbul.
- Ruckelshaus, W. D., 1989, Toward a sustainable world, *Scientific American*, 261(3), 175.
- Saner, T., 2005, “Yunan ve Roma Dönemlerinde Malzeme ve Mimarlık”, Geçmişten Geleceğe Anadolu’da Malzeme ve Mimarlık Sempozyumu / UIA 2005 XXII. Dünya Mimarlık Kongresi, 4-5 Temmuz 2005, *TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükşehir Şubesi Yayınları (2006)*, İstanbul, 61-67.
- Sarı, C. ve Koçak, İ., 2010, Antalya’nın Genel Coğrafya Özellikleri, Atılğan AK, editör, Düünden Bugüne Antalya, *Antalya: TC Antalya Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları*, 45, 64.
- Sarısayın, N. H., 2022, Yayılabilir makas mekanizmalar ile üretilmiş yeni bir kinetik güneş kırıcı, Yüksek Lisans Tezi, *Yaşar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul.
- Schumacher, M., Schaeffer, O. and Voght, M. M., 2010, Move. Architecture in Motion – Dynamic Components and Elements, Basel: Birkhauser.
- Sokolowski, J. A. and Banks, C. M., 2009, Modeling and simulation for analyzing global events, John Wiley & Sons.
- Sönmez, M., 2013, Çağdaş Mimarlıkta Cephe/Yüzey Kavramı Tartışmaları, *Social Sciences*, 8 (2), 79-90. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsasocial/issue/20091/213622> [Ziyaret Tarihi: 29.05.2023].

- Uslusoy Şenyurt, S. ve Altın, M., 2014, Enerji Etkin Tasarımın Çatı ve Cephelere Yansımaları, *7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3 - 4 Nisan 2014*, İstanbul.
- Taghaboni, A., 2019, Sharifi-ha House, *In New MOVE*, Birkhäuser, 110-111.
- Tanyeli, U., 1997, Modernizm'in sınırları ve mimarlık, modernizm'in serüveni, *Yapı Kredi Yayınları*, İstanbul, 63-71.
- Thomas, P. C. and Thomas, L., 2004, Evaluating advanced facade systems for commercial buildings, *Environment Design Guide*, 1-6.
- Tıraş, H. H., 2012, Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: teorik bir inceleme, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 57-73. <http://iibfdergisi.ksu.edu.tr/tr/pub/issue/10265/125901> [Ziyaret Tarihi: 29.05.2023]
- Tokatlı, S., 2021, Yeşil cepheler: Antalya Kemer'de örnek bir uygulama, *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi*, 3 (1), 28-38. <https://dergipark.org.tr/en/pub/paud/issue/63180/934066> [Ziyaret Tarihi: 29.05.2023].
- Torunoğlu, E., 2004, TÜBİTAK Vizyon 2023 Panel İçin Notlar: Sürdürülebilir Kalkınma Paradigması Üzerine Ön Notlar, *TÜBİTAK Kurumsal Web Sayfası*, 10 Mayıs 2022, https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-16.pdf [Ziyaret Tarihi: 25 Nisan 2023].
- Ulukavak Harputlugil, G., 2016, Enerji verimli bina tasarım stratejileri, *Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi*, 38.
- Ulular, I. B., 2022, Kinetic facades for maximizing human comfort and increasing space use efficiency in highly glazed building interiors, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Uygun, V., 2012, Sürdürülebilir mimarlık bağlamında enerji etkin cephe sistemlerinin incelenmesi (Yurt içi ve yurt dışı örneklerle), Yüksek Lisans Tezi, *Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Valitabar, M., Moghimi, M., Mahdavinejad, M. and Pilechiha, P., 2018, Design optimum responsive façade based on visual comfort and energy performance, *In 23rd International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Learning, Prototyping and Adapting, CAADRIA*, The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) Beijing, China, 93-102.

- Velikov, K. and Thün, G., 2013, Responsive Building Envelopes: Characteristics and evolving paradigms, In: Trubiano, F., Design and Construction of High Performance Homes, *London and New York: Routledge*, 75-92.
- Vermillion, J., 2002, Phototropic architecture: intelligent responses to sunlight stimuli. A new school of architecture for Ogerlthorpe University, Master's Thesis, *Ball State University*, Muncie, IN, Atlanta.
- Vitruvius, 1993, Mimarlık Üzerine On Kitap (Çev. Suna Güven), *Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı*.
- Vyas, S., Ahmed, S. and Parashar, A., 2014, BEE (Bureau of energy efficiency) and Green Buildings, *International Journal of Research*, 1(3), 23-32.
- WCED, U., 1987, Our common future—The Brundtland report. Report of the World Commission on Environment and Development, 11.
- Yazıcıoğlu, B. A. ve Selçuk, S. A., 2019, Yapı Kabuklarının Termoregülasyonu: Biyomimetik Bir Yaklaşım, *SETSCI Conference Proceedings*, 4 (3): 323-328.
- Yenerkol, A. E., 2018, Yenilikçi Prefabrike Cephe Sistemlerinin İncelenmesi ve Yeni Bir Cephe Sistemi Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, A. K., 2006, Mimarlıkta adapte edilebilir ve güncellenebilirliğe yönelik bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Zuk, W. and Clark, R., 1970, Kinetic Architecture, *Van Nostrand Reinhold*, New York.
- Zhang, Y., Wulff, W., Wernicke, L., Engelman, M., Schauer, T. and Bleicher, A., 2023, Experimental identification and verification of a moveable facade element for energy harvesting and vibration control, *Journal of Building Engineering*, 65, 105712.

Web İletileri:

- URL-1 <https://sozluk.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-2 <https://sozluk.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-3 <https://sozluk.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-4 <https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel> [Erişim Tarihi: 26 Mayıs 2023].

- URL-5 <https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a3010-milwaukee-art-museum-by-santiago-calatrava-a-spectacular-kinetic-structure/> [Ziyaret Tarihi: 8 Haziran 2023].
- URL-6 <https://www.arkiv.com.tr/proje/b2-evi/1858> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-7 <https://www.herzogdemeuron.com/projects/143-funf-hofe-five-courtyards-for-the-munich-city-centre/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-8 <https://nedkahn.com/portfolio/articulated-cloud> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-9 <https://extechinc.com/project-gallery/building-facade/childrens-museum-pittsburgh-pa-building-facade/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-10 <https://www.re-thinkingthefuture.com/rtf-design-inspiration/a1860-the-city-of-arts-and-sciences-spain-by-santiago-calatrava-modern-scientific-and-cultural-complex/> [Ziyaret Tarihi: 9 Haziran 2023].
- URL-11 <http://moremorexless.blogspot.com/2016/04/aalen-university-extension-mgf.html> [Ziyaret Tarihi: 9 Haziran 2023].
- URL-12 <https://www.archtonic.com/en/project/ernst-giselbrecht-partner-dynamic-facade-kiefer-technic-showroom/5100449> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-13 <https://www.archdaily.com/1580/caranbachel-housing-foreign-office-architects> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-14 <https://segd.org/greenpix-zero-energy-media-wall> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-15 <https://archello.com/project/altis-belem-hotel-spa> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-16 <https://www.arkitektuel.com/media-tic/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-17 <https://www.archdaily.com/69219/uap-ned-kahn-to-create-kinetic-artwork-for-brisbane-airport> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-18 <https://www.archdaily.com/317820/cologne-oval-offices-sauerbruch-hutton> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-19 <https://www.archdaily.com/139547/friedrichstrasse-40-office-building-petersen-architekten> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-20 <https://www.archdaily.com/289856/kuggen-wingardh-arkitektkontor> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-21 <http://www.hv-wien.at/projekte/geriatriezentrum-kabelwerk-wien> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].

- URL-22 <https://www.stofanel.com/reference/marthashof/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-23 <https://www.colt-info.de/fassadenverkleidung-schiebelaeden-marthashof-berlin.html> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-24 <https://www.archdaily.com/287863/m9-c-building-bp-architectures> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-25 <https://mediaarchitecture.org/one-ocean-yeosu/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-26 <https://www.archdaily.com/335620/rmit-design-hub-sean-godsell> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-27 <https://www.arch2o.com/al-bahr-towers-aedas/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-28 <https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-29 <https://www.archdaily.com/785670/leawood-speculative-office-el-dorado> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-30 <https://www.arup.com/projects/solar-leaf> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-31 <https://nuvomagazine.com/magazine/spring-2015/the-sharifi-ha-residence-in-tehran> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-32 <https://www.archdaily.com/644709/head-office-of-agc-glass-europe-samyn-and-partners> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-33 <https://www.archdaily.com/590576/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-34 <https://arcdog.com/portfolio/sdu-university-of-southern-denmark-campus-kolding/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-35 <https://www.archdaily.com/604755/hazza-bin-zayed-stadium-pattern-design> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-36 <https://www.archdaily.com/575391/vitacon-itaim-building-studio-mk27-marcio-kogan-carolina-castroviejo> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-37 <https://www.archdaily.com/784186/clay-roof-house-drtan-lm-architect> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-38 <https://www.erdil.com.tr/erdil.com.tr/index6c3b.html?p=p-maviela> [Ziyaret Tarihi: 9 Haziran 2023].
- URL-39 <https://blocherpartners.com/en/projects/social-culture/congress-centrum-wuerzburg-ccw> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].

- URL-40 <https://www.archdaily.com/881511/bund-finance-centre-foster-plus-partners-plus-heatherwick-studio> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-41 <https://www.arkiv.com.tr/proje/ankarada-ofis-kulesi/9046> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-42 <https://www.archdaily.com/929295/apartment-building-for-four-friends-lussi-plus-halter-partner-ag-plus-lola-domenech> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-43 <https://antalya.ktb.gov.tr/TR-66213/genel-bilgiler.html> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-44 https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf [Ziyaret Tarihi: 17 Temmuz 2023].
- URL-45 <http://cografyaharita.com/haritalarim/2cturkiye-iklim-tipleri-haritasi.png> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-46 <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].
- URL-47 <https://www.altensis.com/hizmetler/designbuilder-software/> [Ziyaret Tarihi: 26 Mayıs 2023].