MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNA CEPHELERİNDE YENİLEME STRATEJİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Reha TAN

Anabilim Dalı: Mimarlık

Programı: Yapı Bilgisi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İlkay KOMAN

EYLÜL 2023

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNA CEPHELERİNDE YENİLEME STRATEJİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Reha TAN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilgisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İlkay KOMAN

EYLÜL 2023

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ücret karşılığı başka kişilere yazdırmadığımı (dikte etme dışında), uygulamalarımı yaptırmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

....

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlandığı süre boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, özenli yönlendirmeleri ile ilerlememi sağlayan tez danışmanım saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. İlkay Koman'a katkılarından ötürü teşekkür ederim.

Eğitim hayatım sırasında beni mimarlık mesleğinin her türlü aşamasına hazır hale getiren ve bu mesleği edinebilmemde katkısı bulunan tüm hocalarıma teker teker teşekkür ederim. Hayatım boyunca her zaman her koşulda beni destekleyen ve yanımda olan, başta annem ve babam olmak üzere sevgili aileme, fiziksel ve mental olarak zor zamanlarımda desteklerini hissettiğim tüm arkadaşlarıma ve değerli insanlara teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Eylül 2023 Ahmet Reha TAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ix
İÇİNDEKİLER xi
KISALTMALAR xiii
TABLO LİSTESİ xv
ŞEKİL LİSTESİ xvii
ÖZET xix
SUMMARY xxi
1. GİRİŞ 1
1.1 Amaç 2
1.2 Kapsam 3
1.3 Yöntem 3
2. BİNA CEPHELERİNDE YENİLEME 5
2.1 Literatür Araştırması 5
2.2 Yenileme Kavramı 23
2.3 Cephenin Tanımı 27
2.4 Cephelerde Yenileme İhtiyacını Oluşturan Nedenler 33
2.4.1 Yapısal Sorunlar 34
2.4.2 Estetiksel Kaygılar 36
2.4.3 İşlev Değişikliği 36
2.4.4 Enerji Etkinliği 37
2.4.5 Konfor Koşulları 41
2.4.6 Açık/Kapalı Hacim İhtiyacı 43
2.4.7 Ekonomik Nedenler 44
2.4.8 Teknolojik Yenilikler 45
2.5 Cephe Yenileme Yöntemleri 45
2.5.1 Yüzeysel Müdahaleler 46
2.5.2 Pencereler ile İlgili Yöntemler 47
2.5.3 Çevresel Kontrol Müdahaleleri 51
2.5.4 Cephe Kaplamasına Yönelik Müdahaleler 57
2.5.5 Ek Hacimlere Yönelik Müdahaleler 58
2.5.6 Çok Kabuklu Cephelere Yönelik Müdahaleler 59
2.5.7 Prefabrike Cephe Sistemleri 62
2.5.8 Enerji Üretimine Yönelik Müdahaleler 63
2.6 Bölüm Değerlendirmesi 64
3. BİNA CEPHELERİNİN YENİLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM 67
3.1 Cephe Yenileme İle ilgili Stratejilerin Değerlendirilmesi 67
3.2 Cephe Yenileme Düzeyi 71
3.2.1 Basit Düzeyde Yenileme 74
3.2.2 Orta Düzeyde Yenileme 74

3.2.3 Yüksek Düzeyde Yenileme 75
3.2.4 Kapsamlı Yenileme 77
3.2.5 Yenileme Düzeylerinin Karşılaştırılması 78
4. UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN ANALİZİ 81
4.1 545 Madison Avenue, New York, ABD 82
4.2 Albatros Konut Binası, Den Helder, Hollanda 83
4.3 Ankara Pasif Ev, Ankara, Türkiye 85
4.4 Cordoba Sosyal Konutları, Cordoba, İspanya 87
4.5 First Canadian Place, Toronto, Canada 88
4.6 Hanwha Headquarters Tower, Seul, Güney Kore 90
4.7 Hem Apartman Binaları, Nord, Fransa 91
4.8 Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi, Kapfenberg, Avusturya 93
4.9 Karasamsun Evleri, Samsun, Türkiye 95
4.10 Mustamäe Bölgesi Apartmanı, Tallin, Estonya 96
4.11 Sparkasse Vorderpfalz Binası, Ludwigshafen, Almanya 97
4.12 Tour Bois le Prêtre Konutları, Paris, Fransa 99
4.13 Trabulsi Binası, Sao Paulo, Brezilya 101
4.14 Traneparken Apartman Binası, Hvalsø, Danimarka 102
4.15 Uygulama Örneklerinin Değerlendirilmesi 104
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 109
KAYNAKLAR 117

KISALTMALAR

ASHRAE : American Society of Heating, Refrigating and Air-Conditioning Engineering (Amerikan Isıtma Soğutma ve Havalandırma Mühendisliği Topluluğu)
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
BAPV : Building Added Photovoltaic (Binaya Eklenmiş Fotovoltaik)
BERTIM : Building Energy Renovation Through Timber Prefabricated (Prefabrike Ahşap ile Bina Enerji Yenilemesi)
BIM : Building Information Systems (Yapı Bilgi Modellemesi)
BIPV : Building Integrated Photovoltaic (Binaya Entegre Fotovoltaik**)**
BREEAM : Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu)
BRESAER : Breakthrough Solutions for Adaptable Envelopes for Building Refurbishment (Bina Yenilemede Uyarlanabilir Cepheler için Çığır Açan Çözümler)
CASBEE : Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi)
CASBEE-EB : Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency-Existing Building (Mevcut Binalar için Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi)
CO_2 : Karbondioksit
CWCT : The Centre for Window and Cladding Technology (Pencere ve Kaplama Teknolojisi Merkezi)
DGNB : Alman Sürdürülebilir Binalar Konseyi
DSF : Double-Skin Facade (Çift Cidarlı Cephe)
EKB : Enerji Kimlik Belgesi
EPBD : Energy Performance of Building Directive (Binaların Enerji Performansı Direktifi)
EPS : Ekspande Polistren, yalıtım malzemesi
ETFE : Ethylen Tetra Fluoro Ethylen
ETICS : Exterior Thermal Insulation Compozite Systems (Dış Cephe Isı Yalıtım Kompozit Sistemi)
HBS : Hasta Bina Sendromu
HVAC : Heating, Ventilation and Air Conditioning (Isıtma, Havalandırma ve Klima sistemi)
LEED : Leadership in Energy and Environmental Design (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik)
LEED-EB : Leadership in Energy and Environmental Design – Existing Building (Mevcut Binalar için Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik)
Low-E : Low Emittance (Düşük Yayınımlı)

MEEFS : Multifunctional Energy Efficient Façade System (Çok Fonksiyonlu Enerji Verimli Cephe Sistemi)
MSGSÜ : Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
NZEB : Net Zero Energy Building (Net Sıfır Enerjili Bina)
PCM : Phase Change Materials (Faz Değiştiren Malzemeler)
PV : Photovoltaic (Fotovoltaik)
PVC : Polyvinyl Chloride (Polivinil Klorür)
TDK : Türk Dil Kurumu
TOKİ : Toplu Konut İdaresi Başkanlığı
TRC : Textile Reinforced Concrete (Tekstil Takviyeli Beton)
TRNSYS : Transient System Simulation Tool (Geçici Sistemler Simülasyon Programı
TS : Türk Standartları
ULAKBİM : Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi
VIP : Vacuum Insulation Panel (Vakumlu Yalıtım Panelleri)
WoS : Web of Science
XPS : Ekstrude Polistren, yalıtım malzemesi
YÖK : Yükseköğretim Kurulu

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Cephe ve Yenileme kavramları ile ilişkili anahtar kelimeler.....5
Tablo 2.2: Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar ..10
Tablo 2.3: YÖK Tez veri tabanından değerlendirmeye alınan çalışmalar.....20
Tablo 3.1: Bina cephelerinin yenilenmesi için sunulan yaklaşım.....73
Tablo 4.1: İncelemeye alınan uygulama örnekleri.....81
Tablo 4.2: Uygulama örneklerinin değerlendirme tablosu (+ : bulunuyor, * : özelliği bilinmiyor, - : bulunmuyor).....105

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Web of Science veri tabanında elde edilen çalışmaların filtreleme süreci 7
Şekil 2.2 : Binalar için müdahale dereceleri (Giebeler vd., 2009)..... 24
Şekil 2.3 : Binalara müdahale seviyeleri (Konstantinou, 2014) 24
Şekil 2.4 : Binayı oluşturan alt sistemler (Schittich, 2001)..... 28
Şekil 2.5 : Cephe sistemlerinin sınıflandırılması (Schittich, 2001; aktaran Gür, 2007) 29
Şekil 2.6 : Cephelerin kabuk sayılarına göre sınıflandırılması ((Dikmen, 2016)'den uyarlanmıştır)..... 29
Şekil 3.1 : Yenileme için sınıflandırma (Konstantinou, 2014)..... 67
Şekil 3.2 : 3 cephe yenileme stratejisi (Loussos vd. 2015)(solda komple değişim, ortada dış yükseltme, sağda iç yükseltme)..... 68
Şekil 3.3 : Basit düzeyde yenileme müdahalesi..... 74
Şekil 3.4 : Orta düzeyde yenileme müdahalesi 75
Şekil 3.5 : Yüksek düzeyde yenileme müdahalesi 76
Şekil 3.6 : Kapsamlı yenileme müdahalesi..... 77
Şekil 4.1 : 545 Madison Avenue binasının cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-6) 82
Şekil 4.2 : 545 Madison Avenue binasının cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-6) 83
Şekil 4.3 : Albatros Konut Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-7)..... 84
Şekil 4.4 : Mevcut kabuk ve ilave edilen kabuk arasındaki ilişki (Baker, 2009) 85
Şekil 4.5 : Albatros Konut Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-7)..... 85
Şekil 4.6 : Ankara Pasif Ev cephe yenilemesi öncesi durumu (Şenel, 2021)..... 86
Şekil 4.7 : Cephe yenileme aşaması (Şenel, 2021)..... 86
Şekil 4.8 : Ankara Pasif Ev cephe yenilemesi sonrası durumu (Şenel, 2021) 86
Şekil 4.9 : Cordoba Sosyal Konutları cephe yenilemesi öncesi durumu (Suárez & Agüera, 2011) 87
Şekil 4.10 : Cordoba Sosyal Konutları cephe yenilemesi sonrası durumu (Suárez & Agüera, 2011) 87
Şekil 4.11 : First Canadian Place cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-9) 88
Şekil 4.12 : Mevcut cephenin yenilenme aşaması (Url-9) 89
Şekil 4.13 : First Canadian Place cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-9) 89
Şekil 4.14 : Hanwha Headquarters Tower cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-11) 90
Şekil 4.15 : Mevcut cephenin yenilenme aşaması yeni cephenin tasarımı (Url-11) 90
Şekil 4.16 : Hanwha Headquarters Tower cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-11) 91

Şekil 4.17 : Hem Apartman Binaları cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-13) 92
Şekil 4.18 : Prefabrike cephe panellerinin montajı ve katmanları (Url-13) 92
Şekil 4.19 : Hem Apartman Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-13). 93
Şekil 4.20 : Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi cephe yenilemesi öncesi durumu (Höfler vd., 2014)..... 93
Şekil 4.21 : Mevcut cepheye ilave yapılan yenileme müdahaleleri (Höfler vd., 2014) 94
Şekil 4.22 : Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-14)..... 94
Şekil 4.23 : Karasamsun evleri cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-15) 95
Şekil 4.24 : Binaların yenilenme süreci (Url-15)..... 95
Şekil 4.25 : Mustamäe Bölgesi Apartmanı cephe yenilemesi öncesi durumu (Borodiņecs vd., 2013)..... 96
Şekil 4.26 : Mustamäe Bölgesi Apartmanı cephe yenilemesi sonrası durumu (Borodiņecs vd., 2013)..... 96
Şekil 4.27 : Sparkasse Vorderpfalz Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (solda), ofis kulesinin cephe kesiti (sağda) (Ebbert, 2013) 97
Şekil 4.28 : Sparkasse Vorderpfalz Binası cephe yenileme aşaması (Ebbert, 2013) 98
Şekil 4.29 : Sparkasse Vorderpfalz Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (solda), ofis kulesinin cephe kesiti (sağda) (Ebbert, 2013) 99
Şekil 4.30 : Tour Bois le Prêtre Konutları cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-17) 99
Şekil 4.31 : Mevcut cephenin yenileme yöntemi ve yenilenme süreci (Url-17). 100
Şekil 4.32 : Tour Bois le Prêtre Konutları cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-17) 100
Şekil 4.33 : Trabulsi Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-18)..... 101
Şekil 4.34 : Tasarlanan yeni cephenin diyagramı..... 102
Şekil 4.35 : Trabulsi Binası cephe yenilemesi sonrası durumu 102
Şekil 4.36 : Traneparken Apartman Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (Höfler vd., 2017)..... 103
Şekil 4.37 : Traneparken Apartman Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (Höfler vd., 2017)..... 103

BİNA CEPHELERİNDE YENİLEME STRATEJİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ÖZET

Ülkemizde ve dünyada, farklı kullanım amaçlarına hitap eden çeşitli niteliklerde birçok bina inşa edilmiştir. Günümüzde de bu süreç aynı şekilde devam etmektedir. İnşa edilen binalar, ihtiyaçlar ya da beklentilerin değişmesi ile çoğu zaman ömrünü tamamlamadan yıkılmaktadır. Kullanım ömrü dolmadan yıkılan binaların yerine yeni binaların yapılması ekonomik, sosyal, kültürel vb. birçok açıdan olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu noktada yapısal ömrü tamamlanmayan mevcut bina stokunun yenilenerek tekrar kullanıma kazandırılması önem teşkil etmektedir.

Binaları oluşturan taşıyıcı sistem, kabuk, iç donatım sistemi ve tesisat alt sistemlerinin her biri farklı kullanım sürelerine sahiptir. Cepheler, iç mekân ve dış çevre arasında koruyucu katman olarak bulunması nedeniyle erken zarar görebilmektedir. Dolayısıyla binanın ömrü 100 yılı bulabilirken cephelerdeki deformasyonlar 15-25 yıllık sürelerde kendini gösterebilmektedir. Ayrıca çevre ile bina arasında filtreleme görevi gören cepheler, toplam bina performansındaki en etkili sistemlerdir. Bu nedenler doğrultusunda bina cephelerinde yapılacak olan yenileme çalışmaları direkt olarak bir sonuç verecektir.

Bina cephelerinde yenileme; yapısal bozulmaların oluşması, estetik kaygılar, işlev değişikliğinin yaşanması, enerji verimsizliği, konfor koşulları, açık ya da kapalı hacim ihtiyacı, ekonomik koşullar ve teknolojik yeniliklerden faydalanma isteği gibi birçok nedenden kaynaklı yapılabilmektedir. Bu nedenlerin tetiklemesi ile karar verilen yenileme çalışmalarında, yenileme ile ulaşılması hedeflenenler belirlenmeli ve amaçlar doğrultusunda uygun stratejiler geliştirilmelidir. Doğru stratejik yaklaşım sonucunda uygun yenileme müdahaleleri yapılarak cephe yenileme çalışmalarının başarıya ulaşması sağlanmalıdır.

Bu tez çalışmasında; kullanım süresinin sonuna gelen ya da günümüz koşullarında kendisinden beklenen performansı karşılayamayan mevcut binaların kullanım süresinin uzatılması hedefiyle binaların toplam performansında en etkili alt sistem olan cepheler üzerinde uygulanabilecek yenileme yöntemlerini incelemek ve bina cephesi için uygun yenileme yönteminin belirlenmesini sağlayarak cephe yenileme çalışmalarında kullanılabilecek bir yaklaşımın önerilmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde tezin problem alanı, amaç, kapsam ve yöntemi açıklanmıştır.

İkinci bölüm, bilimsel literatür incelemesini içermektedir. Cephe yenileme kavramı ve uygulamalarına ilişkin literatür incelenerek bulgular paylaşılmıştır. Bu kapsamda; cephe ve yenileme kavramları, cephe konstrüksiyonu katmanları ve performans ölçütleri cephe yenileme kavramı bağlamında incelenmiştir. Cephe yenilemesinin

nedenleri ve cephe yenileme yöntemleri açıklanmıştır. Cephe yenileme yöntemleri, özellikle uygulama teknikleri ve cephe performansına sağlanan faydalar bağlamında sınıflandırılmıştır.

Üçüncü bölümde, cephe yenilemeye yönelik stratejilerin geliştirildiği ve cephe yenileme yöntemlerini konu eden çalışmalar irdelenmiştir. Yenileme yöntemleri; onarım, değiştirme, ekleme ve yeniden yapım gereklilikleri dikkate alınarak basit, orta, yüksek ve kapsamlı olmak üzere dört düzeyde ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde cephe yenileme uygulaması yapılan bina örnekleri incelenmiştir. Yurt içi ve yurt dışında bulunan örnekler için; bina ait bilgiler, yenileme öncesi cephenin durumu, yenileme nedenleri, yenilemede kullanılan yöntemler ve yenileme sonrasında cephenin durumu hakkında bilgiler verilmiş, ilgili görsel ve çizimler ile desteklenmiştir. Bölümün sonunda; incelenen örneklerde yapılan cephe yenileme çalışmalarının, tez kapsamında önerilen yenileme düzeyleriyle ilişkileri değerlendirilmiştir.

Beşinci ve son bölümde, bina cephelerinin yenilenmesi ile ilgili literatür taramasının verileri, değerlendirmeler, önerilen yaklaşımın faydaları tartışılmıştır. Sunulan strateji ile birlikte yapılacak olan cephe yenileme çalışmalarının aşamaları belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Yenileme, Cephe yenileme, Cephe yenileme yöntemleri, Cephe yenileme stratejileri*

A RESEARCH ON REFURBISHMENT STRATEGIES IN BUILDING FACADES

SUMMARY

In our country and in the world, many buildings of various qualities have been built for different purposes. Today, this process continues in the same way. Buildings are often demolished before the end of their lifespan due to changes in needs or expectations. The construction of new buildings in place of the buildings demolished before the end of their lifespan has negative consequences in many aspects such as economic, social, cultural, etc. At this point, it is important that the existing building stock, whose structural life is not completed, is renewed and brought back into use.

The structural system, shell, interior equipment system and installation subsystems that make up the buildings each have different lifetimes. Facades can be damaged early due to their role as a protective layer between the interior and the exterior environment. Therefore, while the lifespan of the building can reach 100 years, deformations in facades can manifest themselves in 15-25 years. In addition, facades, which act as a filter between the environment and the building, are the most effective systems in total building performance. For these reasons, refurbishment works to be carried out on building facades will give a direct result.

Refurbishment of building facades can be done for many reasons such as structural deterioration, aesthetic concerns, change of function, energy inefficiency, comfort conditions, the need for open or closed volume, economic conditions and the desire to benefit from technological innovations. In refurbishment works that are decided upon triggered by these reasons, the objectives to be achieved through refurbishment should be determined and appropriate strategies should be developed in line with the objectives. As a result of the right strategic approach, appropriate refurbishment interventions should be made to ensure the success of the facade refurbishment works.

In this thesis study; it is aimed to examine the refurbishment methods that can be applied on the facades, which are the most effective subsystem in the total performance of the buildings, with the aim of extending the service life of existing buildings that have reached the end of their usage period or cannot meet the expected performance in today's conditions, and to propose an approach that can be used in facade refurbishment studies by determining the appropriate refurbishment method for the building facade.

The thesis consists of five chapters.

The first chapter describes the problem area, purpose, scope and methodology of the thesis.

The second chapter includes a review of the scientific literature. The literature on the concept and applications of facade refurbishment is examined and the findings are

shared. In this context; facade and refurbishment concepts, facade construction layers and performance criteria are examined in the context of facade refurbishment concept. The reasons for facade refurbishment and facade refurbishment methods are explained. Facade refurbishment methods are classified especially in terms of application techniques and the benefits provided to facade performance.

In the third chapter, studies on facade refurbishment methods, in which strategies for facade refurbishment are developed, are examined. Refurbishment methods are discussed at four levels: simple, medium, high and comprehensive, taking into account the requirements for repair, replacement, addition and reconstruction.

In the fourth chapter, examples of buildings that have undergone facade refurbishment are analyzed. For the examples in Turkey and abroad; information about the building, the condition of the facade before refurbishment, the reasons for refurbishment, the methods used in refurbishment and the condition of the facade after refurbishment are given and supported with relevant visuals and drawings. At the end of the chapter, the relationship between the facade refurbishment works carried out in the examined examples and the refurbishment levels proposed within the scope of the thesis is evaluated.

In the fifth and final chapter, the data of the literature review on the refurbishment of building facades, evaluations, and the benefits of the proposed approach are discussed. The stages of the facade refurbishment works to be carried out with the presented strategy are indicated.

Keywords: *Refurbishment, Facade refurbishment, Facade refurbishment techniques, Facade refurbishment strategies*

1. GİRİŞ

Günümüzde, yapısal ve işlevsel olarak kendilerinden beklenen performansı sağlayamayan yapıların sayısı giderek artmaktadır. Bu yapılar için genellikle yıkım yoluna gidilmekte, yıkım işlevi çoğu zaman binanın yaşam ömrü dolmadan gerçekleştirilmektedir. Yıkılan ve yeniden inşa edilen her yeni binanın çevresine verdiği zararlar göz önüne alındığında, mevcutta bulunan bina stokunun etkin kullanılabilmesinin önemi gittikçe artmaktadır. Bu nedenle ihtiyacı karşılayamayan binaların yıkılıp yenisinin yapılması yerine hâlihazırda bulunan binaların kullanılabilmesini sağlamak gerekmektedir.

Binalar, tasarım aşamasında iken belirli bir kullanım süresi dâhilinde planlanmaktadır. Ancak çeşitli nedenler ile ortaya çıkan sorunlar sonucunda binalar, tasarlanan kullanım süresini doldurmadan terk edilmekte ve süreç yıkımla sonlanmaktadır. Bu durumda bina kullanıcısının ihtiyaçlarını karşılayacak yenileme gibi müdahaleler ile kullanım süresi uzatılarak bina ömrünün olması gereken sürede tamamlanması hatta uzatılması sağlanabilmektedir. Mevcut binayı yıkıp yenisini yapmak yerine mevcut olanı yenileyerek performansını arttırmak; kaynak, ekonomi, zaman ve enerjiden tasarruf edilmesini sağlayacaktır.

Bina; taşıyıcı sistem, kabuk, iç donatım sistemi ve tesisat alt sistemlerinden meydana gelen bir sistemdir. Cepheler ise kabuk alt sisteminde yer alır. Bina cephelerinde yapılacak olan müdahaleler, binanın toplam performansına doğrudan etki edebilmektedir.

Kullanım süresi boyunca binalar çeşitli fiziksel problemlerden etkilenmektedir. Binalar ve dış çevre arasında bir koruyucu katman oluşturan cepheler, bu fiziksel problemlerden en yoğun etkilenen yapı elemanlarıdır. Bir binanın ömrü yaklaşık 100 yıl kadarken bina cephesinde yaklaşık olarak 15-25 yılık bir süre içerisinde çeşitli deformasyonlar ortaya çıkabilmektedir (Brand, 1995) (Chandler, 1991). Bu nedenle, mevcut binaların ömrünün uzatılabilmesi için cephe konstrüksiyonlarında ihtiyaca yönelik stratejiler belirlenerek yenilemeler gerçekleştirilebilir. “Yenileme” kavramı,

uygulanan yöntem ve amaca göre farklı şekillerde tanımlanıp farklı düzeylerde uygulanabilmektedir.

Cephelerin toplam bina maliyetleri içindeki oranı düşünüldüğünde taşıyıcı sistem ya da diğer alt sistemleri yaşayan bir binanın yıkılması yerine cephe üzerinde yenilemeye gidilmesi daha ekonomik olacaktır. Cephe yenilemesi, mevcut binanın gelişen teknolojiye uygun olarak yeni ihtiyaçlara cevap vermesine de olanak sağlayacaktır. Ayrıca yenileme sırasında bina, daha sürdürülebilir ve enerji etkin hale getirilebilir. Bu aşamada bina bir sistem gibi düşünülmeli ve cephe yenilemesi diğer alt sistemlerle organize bir şekilde tasarlanmalıdır. Her bir sistem ya da eleman ayrı ayrı yenilenebileceği gibi ihtiyaca göre birbirleri ile birlikte de değerlendirilebilir (Başarır, 2013).

1.1 Amaç

Kullanım ömrünü tamamlayan ya da çeşitli amaçlar doğrultusunda etkinliğinin arttırılması hedeflenen binalarda cephe yenilemesi çalışmaları ile etkili sonuçlar alınabilmektedir. Literatürde, bina cephelerinde yenileme konusuna odaklanan çalışmalarda farklı uygulama, yöntem ve stratejiler ele alınmıştır. Örnek uygulamalarda, yenileme uygulamasının amacına ulaşması için bu yöntem ve stratejiler birlikte uygulanabilmektedir. Bu nedenle cephe yenileme uygulaması için ihtiyaçlar, veriler ve yöntemlerin sistematik bir şekilde değerlendirilerek karar verilmesi önem arz etmektedir.

Bu bağlamda tez çalışmasının amacı; kullanım süresinin sonuna gelen ya da günümüz koşullarında kendisinden beklenen performansı karşılayamayan mevcut binaların kullanım süresinin uzatılması hedefiyle binaların toplam performansında en etkili alt sistem olan cepheler üzerinde uygulanabilecek yenileme yöntemlerini incelemek ve bina cephesi için uygun yenileme yönteminin belirlenmesini sağlayarak cephe yenileme çalışmalarında kullanılabilecek bir yaklaşım önermektir.

Tez çalışmasında aşağıdaki sorulara odaklanılmış, çalışmanın kurgusu ve içeriği bu sorular etrafında şekillenmiştir:

- Mevcut bina cephelerinde yenileme ihtiyacı oluşturan nedenler nelerdir?
- Binaların cephelerinde uygulanabilecek yenileme yöntemleri nelerdir?

- Bina cephelerinin yenilenmesi çalışmalarının başarıya ulaşabilmesi amacıyla uygun yönteme karar verebilmek için nasıl bir strateji izlenmelidir?

1.2 Kapsam

Tez kapsamında, ilgili konu ve bağlantılı kavramlarla ilgili literatür taraması yapılmış olup çeşitli kaynaklara ulaşılmıştır. Çalışmada, bu alanda yayınlanmış olan çalışmalar belirlenen filtreleme yöntemleri ile elenmiş ve öncelikli olarak incelenerek çalışmanın arka planının oluşturulması amaçlanmıştır. Ulaşılan çalışmalarda, konu ile bağlantılı olup çalışmanın ana amacına hizmet etmeyen çalışmalar kapsam dışında bırakılmıştır.

Çalışma kapsamında literatürde yer alan bina cephelerinde yenileme çalışmalarında kullanılabilecek yöntemlere ulaşılmış, elde edilen yöntemler değerlendirilerek sınıflandırılmıştır.

Tescilli ve tarihi yapı vasfında bulunan binaların cephelerinde yapılacak olan yenileme müdahaleleri, bu tez çalışmasının kapsamı dışında bırakılmıştır.

1.3 Yöntem

Tez çalışmasında, cephe yenileme konusu seçilmiş ve mevcut bina cephelerinde yenilemenin sistematik bir hale getirilebilmesi için cephe yenileme yöntemleri ve stratejilerine odaklanılmıştır. Bu doğrultuda konu ile ilgili gerekli bilgilere literatür taraması aracılığıyla ulaşılmıştır. Literatürde karşılaşılan cephe yenileme nedenleri, yenileme çalışmalarında kullanılan yöntemler ve stratejiler tablo haline getirilerek sunulmuştur. Veriler analiz edilerek ilgili başlıklar altında değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda literatürdeki bilgilerden faydalanılarak yeni bir yaklaşım önerilmiştir.

Cephe yenileme uygulaması yapılan bina örnekleri karşılaştırılmalı bir biçimde araştırılmıştır. Tezde verilen bilgi ve sunulan yaklaşımın anlatılabilmesi için uygun örneklere karar verilerek detaylı inceleme yapılmıştır. Bina örneklerin, sunulan yaklaşımın kriterleri doğrultusunda tabloda özetlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bina cephelerinin yenilenmesi ile ilgili literatür taramasının verileri, değerlendirmeler, önerilen yaklaşım tartışılmış ve çalışmanın sonuçları belirtilerek tez çalışması tamamlanmıştır.

2. BİNA CEPHELERİNDE YENİLEME

2.1 Literatür Araştırması

Tez kapsamındaki literatür araştırması; MSGSÜ Elektronik Kütüphane, Web of Science, Scopus, Google Schoolar, Science Direct, Research Gate, YÖK Ulusal Tez Merkezi, Dergi Park, ULAKBİM veri tabanları kullanılarak yapılmıştır.

Araştırmada öncelikle "cephe" ve "yenileme" kavramlarını içeren kaynaklara ulaşmak için Tablo 2.1'de gösterilen anahtar kelimeler kullanılmıştır.

Tablo 2.2: Cephe ve Yenileme kavramları ile ilişkili anahtar kelimeler

Anahtar kelimeler	Cephe (Facade) ve Yenileme (Refurbishment)
İlişkili anahtar kelimeler	Bina, Yapı (Building), Kabuk (Shell), Örtü (Envelope) Güçlendirme (Retrofit), Renovasyon (Renovation), Rehabilitasyon (Rehabilitation), Bakım (Maintenance), Onarım (Repair), Restorasyon (Restoration), Rekonstrüksiyon (Reconstruction), Dönüşüm (Conversion), Adaptasyon (Adaptation), Eklenti (Extension)

Kaynaklara erişimde "cephe" kavramı kapsamında "cephe", "bina", "yapı", "kabuk" ve "örtü"; "yenileme" kavramı kapsamında "yenileme", "güçlendirme", "renovasyon", "rehabilitasyon", "bakım", "onarım", "restorasyon", "rekonstrüksiyon", "dönüşüm", "adaptasyon" ve "eklenti" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Kaynak taraması, Türkçe ve İngilizce olmak üzere iki dilde yapılmıştır. En güncel kaynaklara odaklanmak açısından taramada son beş yılda (2019 – 2023) yapılan çalışmalar öncelikli olarak incelenmiştir. Literatür taraması ile elde edilen kaynaklar tez çalışmasının amacı gözetilerek irdelenmiş ve çalışmanın aşamaları oluşturulmuştur. Ulaşılan kaynaklardan elde edilen bilgi ve verilerin sistematik olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

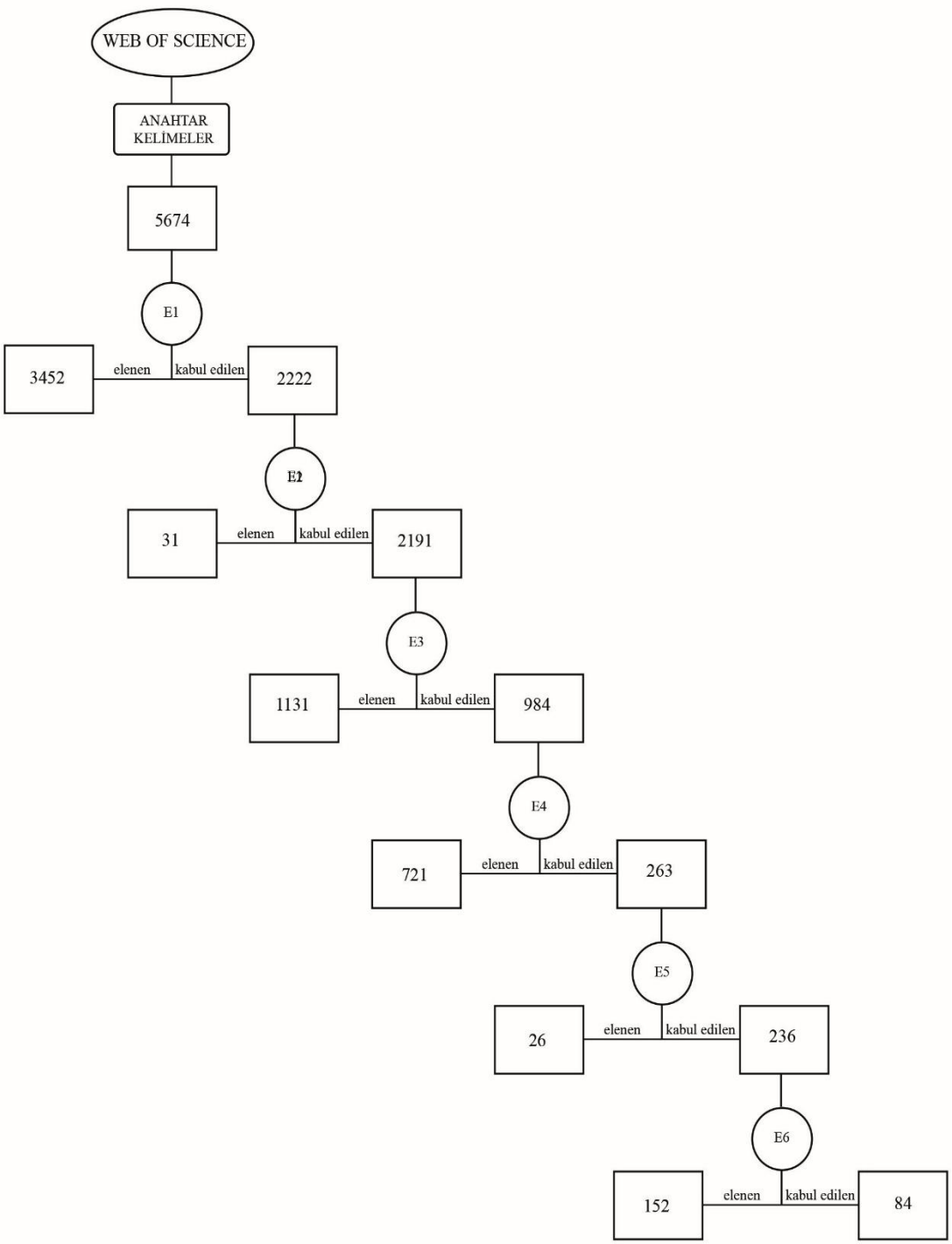
“Web of Science” veri tabanında yapılan araştırmada Tablo 2.1’de gösterilen anahtar kelimeler kullanılmış, 5674 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda ilk inceleme ile araştırma alanı ve bulundukları kategorilere göre değerlendirilmiş ve tez çalışması ile doğrudan ilgili olmayan çalışmalar kapsam dışı bırakılarak 2222 çalışma analiz edilmiştir.

Web of Science veri tabanında yapılan literatür taramasının sonuçlarına göre cephe yenileme konusunun farklı disiplinlerde incelendiği görülmektedir. Bu alandaki çalışmaların çoğunun Mühendislik ve İnşaat ve Yapı teknolojisi alanında yer aldığı; bazı çalışmaların da Enerji Yakıtları, Bilim ve Teknoloji, Çevre Bilimleri ve Ekoloji, Malzeme Bilimi, Mimarlık, Bilgisayar Bilimi, İş Ekonomisi, Kentsel Çalışmalar ve Termodinamik vb. alanları kapsamında yürütüldüğü tespit edilmiştir.

Bina cephelerinin yenilenmesi konusundaki ilk çalışmaların 90’lı yıllarda başladığı görülmektedir. 2007 yılından itibaren çalışmaların sayısı artmaya başlamıştır. Son yıllarda ise bu konudaki çalışmalar önemli düzeyde artmıştır.

Cephe yenileme konusunda en çok çalışmanın Çin’de yapıldığı görülmektedir. Bunu ABD, İtalya ve İspanya’da yapılan çalışmalar takip etmektedir. Türkiye de bu alandaki çalışmaların yapıldığı ilk yirmi ülke arasında yer almaktadır.

Şekil 2.1’de, tez çalışmasının amacı kapsamında ulaşılan 2222 adet çalışma için yapılan filtreleme gösterilmektedir. İlk olarak makale, bildiri ve derlemeler dışındaki 31 adet çalışma hariç tutulmuştur. Bir sonraki aşamada 2191 adet çalışmanın başlıkları ve anahtar kelimeleri incelenmiş ve tez konusu ile alakalı olmadığı belirlenen çalışmalar elenerek 984 adet çalışma ile devam edilmiştir. Eldeki çalışmaların özet kısımları taranarak konuyla bağlantısı olmayan çalışmalar hariç tutulmuştur. Özetleri okunarak içerik incelemesine alınacak 263 adet çalışmadan 27 tanesine ulaşılamamıştır. 236 çalışma değerlendirmeye alınarak incelenmiştir. Son aşamada tez çalışmasına katkıda bulunabilecek 84 adet çalışma belirlenmiş ve detaylı incelemeye alınmıştır.



Şekil 2.1 : Web of Science veri tabanında elde edilen çalışmaların filtreleme süreci

Web of Science veri tabanında detaylı literatür taraması sonucu ulaşılan ve analiz edilecek 84 adet çalışmanın sistematik bir şekilde irdelenebilmesi için tez çalışmasının ana konularını oluşturan tablolar oluşturulmuştur. Çalışmalar, içeriklerine göre bu tablolar üzerinden değerlendirilmiştir (Tablo 2.2).

Türkiye'deki tez çalışmalarına YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişilmiş, 82 adet çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmaların incelenmesi sonucunda 25 adet çalışmanın analiz edilmesine karar verilmiştir (Tablo 2.3).

Analizleri yapılacak çalışmalara ulaşmak için başlık, özet ve içerik elemelerinde tez çalışmasının kapsamı dışında bırakılan tarihi binalarda yenileme, taşıyıcı sistem müdahaleleri gibi konuları içeren çalışmaların hariç tutulmasına dikkat edilmiştir.

Web of Science ve YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanlarındaki araştırma sonucunda 109 çalışma detaylı olarak incelenmek üzere seçilmiştir. Ulaşılan çalışmalar şu başlıklar altında incelenmiştir:

- Çalışmanın yazarları ve yapıldığı yılı
- Çalışmanın türü
- Yenileme tanımı
- Yenilemenin nedeni ve amacı
- Cephe yenilemesi yöntemi
- Cephe yenilemesinin uygulanma türü

İncelenen çalışmalarda "yenileme" kavramı ile ilgili bir belirsizlik bulunmaktadır. Çalışmaların büyük bir bölümünde "yenileme" kavramının yanında konuya "iyileştirme" ve "güçlendirme" kavramları kapsamında yaklaşımların geliştirildiği görülmüştür. Sayıları az da olsa bazı çalışmalarda cephe yenilemesi ile ilgili müdahaleler "rehabilitasyon", "renovasyon", "bakım", "onarım" ve "tadilat" olarak adlandırılmıştır. Çalışmaların çoğunda, yenilemenin tanımı açıklanmasa bile özellikle tez çalışmalarında; yenileme ile ilişkili kavramların birbirleri ile bağlantılarına değinilmiştir. Hazırlanan tablolardaki yenileme tanımı başlığı, çalışmalarda ağırlıklı olarak tercih edilen kavrama göre doldurulmuştur.

Ulaşılan çalışmaların çok büyük çoğunluğu, bina ya da cephe yenileme nedeni ve amacı olarak enerji etkinliğine odaklanan; enerji tüketimini düşürerek enerji verimliğini arttırmaya yönelik müdahaleleri işleyen araştırmalardır. Ekonomik ve konfor koşulları ile ilgili faktörler de bu çalışmalara dâhil edilmiştir. Ulaşılan çalışmaların %85'i enerji etkinliği hedeflidir. %15'inde maliyet etkinliği ön planda olurken %10'unda ise estetik nedenlere değinilmiştir. Literatürde yenileme kavramını

sadece cephe bağlamında değil bina ölçeğinde ele alan çalışmalara da ulaşıldığından bu çalışmalar da tez kapsamında incelenmiştir.

İncelenen çalışmalarda en çok görülen yaklaşım, cephenin opak veya saydam bileşenler olarak ikiye ayrılarak değerlendirilmesi olmuştur. Bu bağlamda dış duvarlara ısı yalıtımı uygulaması, pencerelerde ise cam ünitelerinin ve çerçevelerin iyileştirilmesi önerilmiştir. 109 çalışmanın 34 tanesi duvarlarda ısı yalıtımı ve pencerelerde iyileştirmeleri birlikte konu edinmiştir. 28 adet çalışmada ise bu iyileştirmeler, güneş kontrol elemanları ile desteklenmiştir.

Enerji etkinliği kaygısının olduğu çalışmalar, cepheye yapılacak müdahaleleri pasif ve aktif yöntemler olarak sınıflandırmıştır. Bunlara ek olarak çalışmaların 9 tanesinde, yenileme ihtiyacını karşılamaya yönelik prefabrike modül sistemler tasarlanmıştır. Değinilen müdahalelerin bir bölümü, cephe ve çatı beraber düşünülerek yapı kabuğu altında değerlendirilmiş ya da binanın tesisat sistemiyle birlikte ele alınmıştır.

İncelenen çalışmalarda elde edilen verilerin sonuçlarını sunmak için farklı yöntemler izlenmiştir. Makale ve bildirilerde genelde modelleme ve simülasyon programları ile analizler yapılıp öneriler değerlendirilmiştir. Tez çalışmalarında ise buna ek olarak örnek bina incelemeleri yapılmıştır. Maliyet etkin strateji izleyen çalışmalarda ise ekonomik analizler değerlendirilmiştir. Tasarlanan ya da önerilen müdahale yöntemlerinin uygulanması ve test edilmesinin çok yaygın olmadığı görülmüştür.

Ele alınan çalışmaların 44'ünde konut, 16'sında ofis ve 15'inde eğitim binaları için yenileme önerileri getirilmiştir. Geriye kalan çalışmalarda ise farklı işlevde binalar ya da işlevine yer verilmeyen binalar ele alınmış olup bazı çalışmalarda ise bina üzerinde çalışma yapılmamıştır.

Sonuç olarak; detaylı literatür taramasında cephe yenilemesi konusunda ulusal ve uluslararası alanda farklı tipte kaynaklara ulaşılmış, elde edilen çalışmaların sistematik derlemesi ve analizi ile cephe yenilemesinin hangi başlıklar altında incelendiği belirlenmiştir. Bu başlıklar, tez çalışmasının aşamalarına yön vermiştir. Çalışmaların, tablolar aracılığı ile başlıklar altında analiz edilmesiyle cephe yenilemesi konusunda detaylı veriler toplanabilmiştir. Bu yöntemler, literatür taramasına dayanan tez çalışmasının temelini oluşturmuştur.

Tablo 2.2: Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Aruta vd. (2023)	Makale	Güçlendirme	İklim krizi nedeniyle binada enerji güçlendirmesi yaparak enerji tüketimini azaltmak	Mevcut cephe yerine, pasif ve dinamik çift cidarlı cephe uygulaması önerilmiştir. Cam cephelere ek olarak gölgeleme sistemleri düşünülmüştür.	Napoli'deki ofis için DesignBuilder ve EnergyPlus programlarında modelleme ve simülasyon yapılmıştır.
Banti vd. (2023)	Makale	Güçlendirme	Mevcut binaların enerji performansını iyileştirmek	Mevcut cephe üzerine 'Dolaylı Yeşil Cephe' tasarlanarak dikey yeşillendirme sistemi ve gölgeleme elemanı önerilmiştir.	Toskana'da bulunan karma işlevli bina için DesignBuilder ve EnergyPlus programlarında modelleme ve simülasyon yapılmıştır.
Al-Tamimi (2022)	Makale	Güçlendirme	Ofis binalarındaki enerji tüketimini azaltmak	Enerji etkinliği için pencerelerin termal özelliklerini arttırmak, yalıtımı güçlendirmek, güneş kırıcı uygulaması ve 3 uygulamanın kombinasyonu olmak üzere 4 seçenek sunulmuştur.	Najran'da bulunan bir ofis binası için DesignBuilder'da model ve EnergyPlus'ta simülasyon yapılmıştır.
Dukanovic vd. (2022)	Makale	İyileştirme	Okul binalarında enerji tüketimini azaltmak, konfor koşullarını iyileştirmek	Okul binasının cephesinde pencere, yalıtım ve pencere duvar birleşimlerinde etki değeri giderek artan 3 farklı iyileştirme önerisinde bulunulmuştur.	Sırbistan'da bulunan bir okul binası için KnaufTerm programında enerji analizi yapılmıştır.
Bugenings vd. (2022)	Makale	Renovasyon	Okul binalarında enerji tasarrufu sağlamak	Çift cidarlı cephe (DSF) ve dağınık tavan havalandırması ile birleştirilmiş bir egzoz havalandırma sistemi kullanan yenileme konsepti tasarlanmış ve güneş kırıcılar kullanılmıştır.	Danimarka'da tipik bir okul için bina performans simülasyonu kullanılmış, geleneksel yöntemle ve mevsimler arası karşılaştırma yapılmıştır.
Spentzou vd. (2022)	Makale	Yenileme	Yapılı çevreyi geleceğe hazırlamak ve sürdürülebilir önlemler almak	Pasif soğutma ve havalandırma yöntemleri adı altında cepheye entegre rüzgar yakalayıcılar ve dinamik cephe tasarlanmıştır.	Yunanistan'da bir konut binası üzerinde model ve simülasyon ile çalışmalar yapılmıştır.
Egiluz vd. (2021)	Makale	Güçlendirme	Ekonomik, işlevsel, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği sağlamak.	Mevcut cephe üzerinde iç yalıtım sistemi, havalandırmalı cephe, dış cephe ısı yalıtım kompozit sistemi (ETICS), hava boşluklu yalıtım sistemi gibi farklı alternatifler sunulmuştur.	İspanya'da bir apartman üzerinde analizler yapılarak alternatifler değerlendirilmiştir. Alternatiflerin karşılaştırılması yapılmıştır.
Colombo vd. (2021)	Makale	Güçlendirme	Mevcut binalarda enerji iyileştirmesi yapmak	Cepheye entegre çok katmanlı ve yalıtımlı hafif prekast TRC (dış tekstil takviyeli beton) sandviç panel önerilmiş	Önerilen panelin çeşitli koşullardaki performansı hesaplanmıştır.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Torres vd. (2021)	Makale	Güçlendirme	Enerji verimliliği sağlamak NZEB (Net sıfır enerjili bina) yenilemesini sağlamak	Mevcut cephenin üzerine havalandırma, yalıtım, güneş enerjisi ve fotovoltaik sistemleri birleştiren prefabrik bir tak-çalıştır modüler cephe sistemi geliştirilmiştir.	Modül, Durango'da konut binasında denenmiş, DesignBuilder ve EnergyPlus programlarında modelleme ve simülasyon yapılmıştır.
Vargas & Hamui (2021)	Makale	İyileştirme	Mevcut binaların enerji performansını iyileştirmek	Mevcut duvar ve pencerelerde pasif tasarım önerileri getirilmiştir. Pencerelerde çift cam ve ahşap çerçeveler, bina içinde duvarlara EPS yalıtım panelleri eklenmiştir.	Tabasco'da yer alan bir konut binası verileri ve önerilerin analizi için BIM ve DesignBuilder kullanılmıştır.
Alonso vd. (2021)	Makale	Güçlendirme	Mevcut binaların akustik performansını yükseltmek	Pencere ve duvar bağlantı detaylarının onarılması, ek bir pencere kurulumu, pencerelerdeki cam sayısını arttırılması ya da cephedeki pencere oranının azaltılması	Alternatiflerin karşılaştırılması yapılmıştır.
Mesloub vd. (2020)	Makale	Yenileme	Binanın enerji performansını ve görsel konforunu arttırmak	Cepheye entegre fotovoltaik gölgeleme cihazları (PVSD) 5 farklı düzende tasarlanmıştır.	Suudi Arabistan'daki bir fakülte binası için önerilerin modeli ve simülasyonu yapılarak analiz edilmiştir.
Costa vd. (2020)	Makale	Güçlendirme	NZEB (Net sıfır enerjili bina) yenilemesini sağlamak	Enerji tüketimini azaltmak amacıyla pencere-duvar oranında değişiklik, güneş kırıcı eklenmesi ve cam tipinde değişiklikler gibi öneriler getirilmiştir.	Brasilia şehrinde 4 katlı bir ofis için DesignBuilder ve Diva programlarında model ve simülasyon yapılmıştır.
Urbikain (2020)	Makale	Güçlendirme	Enerji verimli çözümler ile binanı termal performansını arttırmak	Bina cephesinde vakumlu yalıtım panellerinin (VIP) kullanılması, pencerelerin farklı özellikte çift cam ve low-e camlarla değiştirilmesi önerilmiştir.	Bilbao'da bulunan bir apartmanın modellenmiş, Matlab ve TRNSYS ile analizler yapılmıştır.
Van Gulck vd. (2020)	Makale	Renovasyon	Çevresel-finansal optimal çözümler ile binanın yaşam süresini uzatmak	Mevcut boşluklu tuğla duvar sabit düşünülerek; boşluk duvar yalıtımı, dış cephe ısı yalıtım kompozit sistemi (ETICS), iç ve dış duvar yalıtımı önerilmiştir.	Önerilen kompozisyonlar, bir apartmanın cephesi üzerinde düşünülerek karşılaştırılmıştır.
Pan vd. (2020)	Makale	İyileştirme	Cephe yenileme ile düşük enerjili bina tasarlamak	Zero-Plus ve Ahşap Prefabrik Modüller Aracılığıyla Bina Enerji Yenileme (BERTIM) projelerinden ilham alınarak prefabrike cephe modülü tasarlanmıştır.	Farklı prefabrike cephe modülleri ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Park vd. (2020)	Makale	İyileştirme	Termal konforu ve enerji performansını iyileştirmek	Binada pasif güçlendirme sistemi olarak cephedeki gölgelendirme sistemine PCM (faz değiştiren malzeme) uygulaması yapılmıştır.	Seul'deki eğitim binası için DesignBuilder ve EnergyPlus'ta modelleme ve simülasyon yapılmıştır.
Li & Chen (2020)	Makale	İyileştirme	Termal konforu ve enerji performansını iyileştirmek	Cephe üzerinde farklı katmanlar ve farklı özellikteki malzemelerden oluşan prefabrike modül tasarlanmıştır.	Tasarlanan alternatifler aralarında karşılaştırılmıştır.
Efthymiou vd. (2020)	Bildiri	İyileştirme	Enerji tasarrufunu arttırmak ve enerji üretimi sağlamak	Binaya entegre aktif güneş sistemi (fotovoltaik sistemler) ve çift cidarlı cephe sistemi tasarlanmıştır.	Lefkoşa'da bir binanın modeli yapılarak EnergyPlus'ta simüle edilmiştir.
Biswas vd. (2019)	Makale	Güçlendirme	Enerji verimli çözümler ile binanın termal performansını arttırmak	Vakumlu yalıtım panelleri (VIP) kullanılarak cephe yenilenmiştir.	New York'ta bir bina EnergyPlus'ta simüle edilmiş, sonuçlar incelenmiş, benzer bir binayla karşılaştırılmıştır.
He vd. (2019)	Makale	İyileştirme	Enerji verimliliğinin iyileştirilmesi	Farklı nitelikteki tek ve çift camların kullanılması ile pencerelerin güçlendirilmesi alternatifleri üzerinde çalışılmıştır.	Çin'deki bir bina için Revit'te bina bilgi modellemesi (BIM) geliştirilmiş, DesignBuilder'da model yapılmıştır.
Allesina vd. (2019)	Makale	İyileştirme	Mevcut binaların enerji performansını iyileştirmek	Binaların balkonlarında oluşan ısı köprülerinin etkisini azaltmak amacıyla balkonlarda havalandırmalı ve yalıtımlı bir güneş alanı oluşturulmuştur.	İtalya'da farklı konumlardaki tipik balkonlu binalar için modelleme ve simülasyonlar yapılmıştır.
Ali & Hashlamun (2019)	Makale	Güçlendirme	Maliyet ve enerji etkin bir şekilde binaların performansını iyileştirmek	Duvarların yalıtımlarının iyileştirilmesi, pencerelerin cam ve çerçevelerinde yapılan değişiklikler ve gölgeleme elemanları ile alternatifler önerilmiştir.	Ürdün'de bir okul binası için modelleme ve simülasyonlar yapılmıştır.
Fantucci vd. (2019)	Makale	Yenileme	Maliyet ve enerji etkin bir şekilde binaların performansını iyileştirmek	Cephe duvarının iç tarafına eklenecek şekilde VIP (vakumlu yalıtım panel) önerilmiştir.	Varsayılan bir bina üzerinde önerilen müdahale ile geleneksel yöntemin karşılaştırılması yapılmıştır.
Sattler & Osterreicher (2019)	Makale	Yenileme	Termal kabuğu yenileyerek enerji verimliliğini arttırmak	Mevcut cephenin MAFa (multi-aktif cephe) ve ETICS (dış cephe ısı yalıtım kompozit sistemi) gibi iki farklı yöntem ile yenilenmesi önerilmiştir.	Viyana'da bir bina için alternatifler incelenip Eco2Soft ile yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) yapılmıştır.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Capeluto (2019)	Makale	İyileştirme	Enerji verimliliğini ve kullanıcı konforunu arttırmak	Farklı iklimlerde ve çeşitli bina türlerinde kullanılabilen, pasif stratejiler ve akıllı özelliklerin birleşimi yoluyla uyarlanabilirlik sağlayan bir güçlendirme sistemi olan BRESAER prefabrike cephe sistemi önerilmiştir.	Farklı ülkelerde farklı iklim koşulları etkisi altında simülasyon yapılmıştır.
Fina vd. (2019)	Makale	Güçlendirme	Enerji etkinliği sağlayarak maliyet tasarrufu sağlamak	Mevcut bina cephesine entegre aktif güçlendirme yöntemi olarak fotovoltaik paneller kullanılmıştır.	Matlab programında optimizasyon modeli geliştirilmiştir.
Colinart vd. (2019)	Makale	Renovasyon	Yüksek enerji tüketimi ve çevresel etkilere karşı bina cephesini güçlendirmek	Havalandırmalı prefabrike cephe elemanları ile yenileme yapılmıştır.	Lorient'de bir lise binasına uygulanan yenileme yöntemini analizleri yapılmıştır.
Casquero-Modrego & Goni-Modrego (2019)	Makale	Güçlendirme	Binaların enerji verimliliğini arttırmak, konfor koşullarını iyileştirmek	Mevcut cephenin opak kısımlarına ek yalıtım malzemeleri uygulanmıştır.	Barcelona'da uygulama öncesi ve sonrası veriler karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır.
Corticos (2019)	Bildiri	Bakım Onarım	Binaların ömrünü uzatmak, enerji verimliliğini ve konfor koşullarını iyileştirmek	Cephedeki aktif ve pasif sistemler üzerinde kendine bakım yapan ve onaran otonom teknolojiler önerilmiştir.	-
Macieira vd. (2019)	Bildiri	Yenileme	Çevresel ve ekonomik şartlar altında binaları yenilemek	Mevcut balkonların kapatılmasında PVC ve ETFE olmak üzere 2 çeşit membran kullanılarak membran alternatif güneş alanı (MAS) oluşturulmuştur.	Önerilen uygulamalar, geleneksel yöntemler ile karşılaştırılmıştır.
An & Lee (2018)	Makale	Tadilat Yenileme	Modern ve estetik görünüm sağlamak	Mevcut cepheyle benzer, tamamen ya da kısmen farklı şekilde pencere ve duvarlarda tadilatlar incelenmiştir.	Seul 'de bulunan ticari binaların cephelerinde uygulamalar yapılmıştır.
Gugul vd. (2018)	Makale	İyileştirme	Enerji verimliliğini arttırmak ve yenilenebilir enerjiden faydalanmak	Cephede bulunan pencere ve duvar elemanlarının geliştirilmesi için alternatifler sunulmuştur. Enerji ve maliyet açısından incelenmiştir.	Ankara'daki müstakil ev üzerinde, belirlenen senaryolar EnergyPlus programı aracılığı ile incelenmiştir.
Wakili vd. (2018)	Makale	Güçlendirme	Enerji verimli güçlendirme	Cephesine aerojel bazlı yalıtım sıvası uygulanan bir bina incelenmiştir.	Berlin'de konut binası için uygulanan yöntem ile geleneksel yöntem karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Fotopoulou vd. (2018)	Makale	Renovasyon	Mevcut binanın enerji tasarruf potansiyelini arttırmak	Pencere değişimi ve duvar yalıtımının yapıldığı standart iyileştirmeye ek olarak kuzey cephede tampon bölge ve güney cephede güneş alanı seçenekleri tasarlanmıştır. Ayrı bir alternatifte güneyde bir kış bahçesi eklenmiştir.	Bologna'da bir konut binasının dairesi için DesignBuilder ve EnergyPlus'ta modelleme ve simülasyon yapılarak alternatifler değerlendirilmiştir.
Bueno vd. (2018)	Makale	Güçlendirme	Binadaki konforu iyileştirerek estetik ve enerji verimliliği sağlamak	Ofis biriminde cephenin iç tarafına güneş kontrolünün sağalması için panjur yerleştirilmiş ve otomatik kontrol sistemi ile desteklenmiştir.	Malaga'da bir fakülte binasındaki ofis birimi için sayısal analiz yapılarak uygulaması gerçekleştirilmiştir.
Osterreicher (2018)	Makale	Yenileme	Enerji verimliliğini arttırmak	Cephe için enerji talebini azaltan, verimli enerji kullanımı sağlayan ve yenilenebilir enerjiyi dâhil eden sistemler olmak üzere 3 çeşit alternatif önerilmiştir.	Viyana'da bir okul binası için enerji talebini azaltan senaryolar üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.
Cascone vd. (2018)	Makale	Güçlendirme	Mevcut binada enerji güçlendirmesini sağlamak	Cephenin hem iç hem de dış tarafına olmak üzere 2 farklı faz değişim malzemesi (PCM) uygulaması yapılmıştır.	Palermo ve Torino'da bulunan ofis binaları için Pyhton ve EnergyPlus'da enerji modeli geliştirilmiştir.
Regnier vd. (2018)	Makale	Güçlendirme	Binada enerji tüketimini azaltmak	Binada 'Entegre Sistem' adı altında güçlendirmeler önerilmiştir. Dış duvar ve pencerelerin termal olarak iyileştirilmesi ve gölgeleme sistemi planlanmıştır.	Honolulu'daki ofis binasında uygulamalar EnergyPlus programında simüle edilmiştir.
Yilmaz & Oral (2018)	Makale	Güçlendirme	Binaların enerji performansını arttırmak	Yaygın olarak kullanılan opak bileşenlerin yalıtımı ve farklı pencere tiplerinin kullanılması alternatifleri senaryo olarak kullanılmıştır.	Bir eğitim binası üzerinde önerilen senaryolar için GenOpt kullanılarak sonuçlar incelenmiştir.
El-Darwish & Gomaa (2017)	Makale	Güçlendirme	Binalarda enerji verimliliğini arttırarak tasarruf sağlamak	Yalıtım, hava sızdırmazlık, pencere ve gölgeleme iyileştirmeleri önerilmiştir.	Mısır'da eğitim binası için iyileştirme önerileri DesignBuilder ve EnergyPlus kullanılarak karşılaştırılmıştır.
Abdullah &Alibaba (2017)	Makale	Güçlendirme	Binaları enerji verimli hale getirmek	Bina cephesine entegre duyarlı fotovoltaik paneller tasarlanmıştır.	Erbil'deki ofis binası için sonuçlar Rhino / Grasshopers ve EnergyPlus kullanılarak simüle edilmiştir.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Eliopoulou & Mantziou (2017)	Makale	İyileştirme	Binanın mimari özelliklerini iyileştirerek enerji kazanımı sağlamak	Duvarlara kısmi yalıtım, pencerelere filtreleme ve gölgeleme elemanları önerilmiştir.	Atina'da bir ilkokul binası için veriler işlenerek EnergyPlus'ta simüle edilmiştir.
Tovarovic vd. (2017)	Makale	Renovasyon	İşlevsel ve fiziksel değişimler nedeniyle cepheyi yenileyerek konfor koşullarını ve enerji verimliliğini iyileştirmek. Cephe reklamı ile kar arttırmak	Amaçlar doğrultusunda 2 öneri getirilmiştir. İlk alternatifte cam cephenin değiştirilmesi ve duvarların ısı yalıtımının iyileştirilmesi düşünülmüştür. Diğer öneride ise ilk müdahaleye ek olarak cephede medya içeriği ve aydınlatma elemanları tasarlanmıştır.	Belgrad'da 18 katlı bir otel binası için OpenStudio, SketchUp ve EnergyPlus programlarında modelleme ve simülasyon yapılmıştır
Jradi vd. (2017)	Makale	İyileştirme	Binaların enerji verimliliğini arttırmak	Binada çeşitli tesisat ve aydınlatma ile ilgili yenilemelere ek olarak çift veya üç camlı pencere kullanım ve duvara yalıtım eklenmesi gibi alternatiflerin olduğu farklı yenileme paketleri önerilmiştir.	Odense'de bir ofis binası için Open Studio ve SketchUp ve EnergyPlus programlarında modelleme ve simülasyon yapılmıştır. Alternatifler karşılaştırılmıştır.
Salvalai vd. (2017)	Makale	Yenileme	Mevcut binalarda enerji tasarrufunu arttırmak	Mevcut binanın cephesine yüksek yalıtım özellikli, dayanıklı ve yenilikçi prefabrike bir sistem önerilmiştir.	İtalya'da bir konut binası 2 ve 3 boyutlu ortama işlenmiş Rhino aracılığı ile BIM modeli oluşturulmuştur.
Serrano-Jimenez vd. (2017)	Makale	Yenileme	Binalarda enerji tasarrufunu ekonomik bir biçimde arttırmak	Bina cephesi için duvar yalıtımı, pencere iyileştirmeleri, güneş kırıcılar, kaplama ve fotovoltaik panelleri içerecek şekilde spesifik pasif önlemler, küresel pasif önlemler ve aktif önlemler olmak üzere 3 grup öneri sunulmuştur.	Sevilla'da konut bölgesindeki bir binanın LIDER ve DOE2 ile modelleme ve simülasyonu yapılmıştır.
Albadry vd. (2017)	Bildiri	Güçlendirme	Mevcut binayı net sıfır enerjili hale getirmek	Çift camlı ve filmli pencerelerin ve duvarlarda sıkıştırılmış yalıtım levhaların kullanılması önerilmiştir. Ek olarak fotovoltaik paneller tasarlanmıştır.	Kahire'de bir konut binası için önerilen uygulamaların hesaplamaları yapılmıştır.
Bergero vd. (2017)	Bildiri	Güçlendirme	Isı köprülerinin düzeltilmesi yoluyla enerji iyileştirmesi sağlamak	Pencere duvar ve döşeme bağlantılarında ısı köprüsünü önlemek için detaylar incelenmiştir.	İtalya'da tipik bir konut yapısı referans alınarak üzerinde incelemeler yapılmıştır.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Craft vd. (2017)	Bildiri	İyileştirme	Enerji verimli bina iyileştirmesini sağlamak. Rejeneratif tasarım elde etmek	Binaların yenilenmesinde reaktif çözümler yerine, insan ve doğayla ilişkili proaktif çözümler getirilmiştir. Bu doğrultuda cepheye fotovoltaik paneller ve dikey yeşil ekosistemler tasarlanmıştır.	Amerika'daki bir üniversite binasında, önerilen uygulamalar değerlendirilmiştir
Dugue vd. (2017)	Bildiri	Güçlendirme	Enerji verimliliğini arttırmak	Mevcut binanın cephesine entegre olacak şekilde modüler yarı pasif bir hava soğutma sistemi (LHTES) tasarlanmıştır.	Modülün prototipi üretilip deney çalışmaları yapılmıştır.
Martinez vd. (2017)	Bildiri	İyileştirme	Binaların termal performansını arttırmak	Mevcut cepheye sırsız güneş kolektörü tasarlanmıştır. Bu kolektör aynı zamanda havalandırmalı cephe alt yapıları ile uyumlu bir kaplama olarak çalışabilmektedir.	Deneysel performans testleri yapılmıştır.
Hejtmanek vd. (2017)	Bildiri	Renovasyon	Enerji tüketimini azaltmak	Mevcut binaya prefabrik yalıtım paneller, akıllı havalandırma sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını sağlayan alternatif sunulmuştur.	Çekya'da referans bir konut binası üzerinde olası kullanımı değerlendirilmiştir.
Martinez,Ayucar, vd. (2017)	Bildiri	Güçlendirme	Binanın enerji performansını yükseltmek	Mevcut bina cephesine entegre prefabrik BERTIM ahşap panel sistemi incelenmiştir.	İspanya'da bulunan test tesisindeki bina üzerinde deneyler yapılmıştır.
Song vd. (2017)	Makale	Güçlendirme	Maliyet-etkin bir şekilde enerji tasarrufu sağlamak	Dış duvarlara yalıtım yapılması, hava sızmalarının onarılması, pencerelerin değiştirilmesi gibi 3 farklı iyileştirme planlanmıştır.	Alternatiflerle oluşturulan 27 farklı senaryo TRNSYS yazılımı ile değerlendirilmiştir.
Huang & Hwang (2016)	Makale	Tadilat	İklim değişikliğine uyum sağlamak	Pasif bina kabuğu uyarlaması konsepti altında dış duvara yalıtım, elektrokromik çift camlı pencere ve yatay gölgeleme cihazı önerilmiştir.	Taipei'de tipik bir konut projesi için EnergyPlus ile değerlendirmeler yapılmıştır.
Passer vd. (2016)	Makale	Yenileme	Enerji verimliliğini en üst düzeye çıkararak iklim değişikliğine uyum sağmak	Sıfır, minimum ve yüksek yenileme seçenekleri altında duvar yalıtımı, pencere tipi, güneş kolektörü ve fotovoltaik panel önerilerinde bulunulmuştur.	Kapfenberg'de bulunan bir konut binasının yenilenmesi için alternatifler değerlendirilmiştir.
Zhou vd. (2016)	Makale	Güçlendirme	Binayı enerji verimli olarak güçlendirmek	Pencere duvar oranı, dış duvar yalıtımı, pencere tipi seçimi ile ilgili kombinasyonlar ile 48 farklı şema geliştirilmiştir.	Tianjin'de bir vaka çalışması için Equest'de modelleme ve simülasyon, sonuçlar için anket yapılmıştır.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Coydon vd. (2016)	Bildiri	Güçlendirme	Enerji verimliliğinin arttırılması	Dış duvarların yalıtımı, pencerelerin ve ısıtma sisteminin değiştirilmesi ve yeni bir cepheye entegre havalandırma sistemi önerilmiştir.	Freiburg'da bir binada uygulamalar analiz edilerek Frankfurt'ta bir başka için değerlendirilmiştir.
de Vasconcelos vd. (2016)	Makale	Rehabilitasyon	Binanın termal performansını maliyet etkin bir şekilde arttırmak	Pencerelerde cam ve çerçeve tiplerinin değiştirilmesi, dış duvara yalıtım ve ek duvar eklenmesi önerilerinin kombinasyonlarını içeren alternatifler sunulmuştur.	Portekiz'de bir bina EnergyPlus ile simüle edilmiştir. Alternatifler için maliyetler hesaplanmıştır.
Iannaccone vd. (2016)	Bildiri	Güçlendirme	Enerji ve maliyet etkin çözümler ile güçlendirme	Tekstil Takviyeli Beton (TRC) ile kaplanmış yenilikçi bir kompozit panel geliştirilmiştir.	Milano'da bir test cephesinde deneyler yapılmıştır.
Osterreicher & Geissler (2016)	Bildiri	Yenileme	Binada yüksek enerji performansı sağlamak	Modüler ve entegre yaklaşıma dayalı, artan yenilik derecesine sahip üç konsept (hafif, orta, ileri) seçilmiştir. Termal yenileme ve fotovoltaik paneller önerilmiştir.	Viyana'da bir okul binası için alternatifler değerlendirilmiştir.
Sandberg vd. (2016)	Bildiri	Renovasyon	Maliyet etkin bir şekilde enerji tüketimini düşürmek ve çevreyi iyileştirmek	Cephe yenilemesi için modüler prefabrike ahşap paneller önerilmiştir.	Önerilen sistem İsveç ve Finlandiya'da iki bina üzerinde değerlendirilmiştir. Geleneksel cephe yenileme yöntemleri ile karşılaştırılmıştır
Jordan vd. (2015)	Makale	Güçlendirme	Binalarda gerekli olan enerji tasarrufu seviyesine ulaşmak	Cephede pencere tipleri ve gölgeleme cihazları ile güçlendirme alternatifleri önerilmiştir.	Ofis ortamı TRNSYS ile simüle edilerek güçlendirme konseptleri incelenmiştir.
Evangelisti vd. (2015)	Makale	Güçlendirme	Enerji tasarrufunu arttırarak enerji verimli bina haline getirmek	Mevcut cephede şeffaf yüzeylerde güneş kontrol camları, opak yüzeylerde ise dış yalıtım kaplamasının etkisi incelenmiştir.	Roma'da bir konut binası için vaka çalışması önerilmiş, TRNSYS yazılımı ile simülasyon modeli oluşturulmuştur.
Loussos vd. (2015)	Makale	Yenileme	Yaşam döngüsü enerji kullanımını azaltarak binaları yenilemek	Cephe yenileme için yapılan müdahaleler, komple cephe değişimi, dış müdahaleler ve iç müdahaleler olarak gruplandırılmıştır.	Utrecht'te dünya savaşı sonrası bir apartman üzerinde, gruplandırılan alternatifler değerlendirilmiştir.
Teres-Zubiaga vd. (2015)	Makale	İyileştirme	Bina kabuğunu iyileştirerek enerji performansını arttırmak	Cepheye yalıtım eklenmesi ve pencerelerin geliştirilmesi müdahaleleri planlanmıştır. Çatıya yapılacak müdahaleler ile kombinasyonları oluşturulmuştur.	Bilbao'da bir sosyal konut için 64 farklı kombinasyonun sonuçlar ekonomik ve enerji kriterleri altında değindirilmiştir.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Ochoa & Capeluto (2015)	Makale	Güçlendirme	Binayı güçlendirerek enerji performansını arttırmak	Cephe yenileme için çeşitli gruplamalar yapılmıştır. Renk, pencere, yalıtım, gölgeleme ve havalandırma ile ilgili bireysel ya da kombinasyonları şeklinde müdahalelere değinilmiştir.	Atina'da 5 katlı bir konut binası için, geliştirilen güçlendirme seçenekleri varsayımsal olarak sunulmuştur.
Friedman vd. (2014)	Makale	Güçlendirme	Maliyet ve enerji etkin yenileme ile enerji performansını iyileştirme	Cephede dış duvarların dışına ya da içine farklı kalınlıklarda ısı yalıtımı, pencerelerin değiştirilmesi ve sabit dış gölgelemenin eklenmesi değerlendirilmiştir.	Beer Sheva'da ev ve apartman için yenileme seçeneklerinin simülasyonu ve maliyet-fayda analizleri yapılmıştır.
Carletti vd. (2014)	Makale	İyileştirme	Enerji tüketimini azaltmak ve termal konforu arttırmak	Cephe iyileştirmesi için farklı tipte güneş kırıcı cihazlar önerilmiştir.	İtalya'da bulunan tipik bir bina EnergyPlus programında simüle edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.
Cuerda vd. (2014)	Makale	Yenileme	Enerji verimliliğini arttırmak	Madrid'de yenilenecek olan binaların cepheleri için tipolojiler oluşturulmuş, farklı kalınlıkta yalıtımlar ve farklı özellikte pencereler önerilmiştir.	Önerilen yöntemler, Madrid'in bir mahallesinde test edilmiştir.
Giancola vd. (2014)	Makale	Rehabilitasyon	Termal ve fiziksel özellikleri güçlendirerek iç mekân koşullarını iyileştirmek	Bina cephesinde "testere dişi" elemanları kullanılarak pencerelerin yönlenmesi değiştirilmiştir. Ayrıca pencere tipleri geliştirilmiş ve duvarlara yalıtım eklenmiştir.	Madrid'de bir sosyal konut binasındaki uygulamalar analiz edilmiş ve eski haliyle karşılaştırılarak analiz edilmiştir.
Ascione vd. (2013)	Makale	Rehabilitasyon	Termal ve fiziksel özellikleri güçlendirerek enerji tasarrufu elde etmek	Cephelerde opak çift cidarlı sistem, dış duvarlara ısı yalıtımı, farklı tipte pencere camları ve pencerelere dış panjur gibi çözümler getirilmiştir.	Napoli'de bir hastane binasını için yenileme çözümleri değerlendirilmiştir.
Konstantinou & Knaack (2013)	Makale	Yenileme	Enerji verimliliğini arttırmak	Bina kabuğu için duvar, pencere, balkon ve çatı birimleri için farklı tipte alternatifler sunulmuştur.	Yenileme alternatifleri Almanya ve Hollanda'daki binalar için değerlendirdi
Ebbert (2013)	Makale	Rehabilitasyon	İç mekân konforunu, enerji performansını ve mimariyi iyileştirmek	Pencere ve klima ünitelerinin değiştirilerek yalıtım eklenmesi, giydirme cephe ve çift cidarlı cephe olmak üzere 3 farklı çözüm önerisi getirilmiştir.	Ludwigshafen'daki bir ofis binası için iyileştirme alternatifleri değerlendirilmiştir.
Y. Huang vd. (2013)	Makale	Güçlendirme	Binayı enerji verimli güçlendirmek	Cephe için iç yüzeye yalıtım, dış düzeye yalıtım ve yüksek yansıtmalı kaplama olmaz üzere 3 farklı öneri getirilmiştir.	Ofis, otel ve alışveriş merkezi işlevli çok katlı tipik ticari binalar EnergyPlus programında simüle edilmiştir.

Tablo 2.2 (devamı): Web of Science veri tabanında değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Gaspari vd. (2013)	Bildiri	Yenileme	Enerji tasarrufu sağlamak	İlk aşamada yalıtım eklenmesi ve pencerelerin değiştirilmesi, ikinci aşamada daireleri genişletebilen eklentiler, son aşamada ise ek yapılar düşünülmüştür.	Tipik bir konut yapısında, önerilen müdahaleler incelenmiştir.
Ziegler & Krause (2013)	Bildiri	Güçlendirme	Enerji verimliliğini arttırmak	Cepheye uygulanmak üzere hava kanallarına sahip ısı yalıtım panelleri tasarlanmıştır.	Paneller için laboratuvar ortamında test yapılmış, Kessel'deki bir bina için değerlendirilmiştir.
Gucyeter & Gunaydin (2012)	Makale	Güçlendirme	Binanın enerji performansını arttırmak ve iç ortam kalitesini iyileştirmek	Küçük, orta ve ana müdahale seviyeleri olmak üzere 3 alternatif belirlenmiştir. Farklı nitelikteki yalıtım, kaplama, pencere camı ve çerçevesi seçenekleri ile bu alternatifler oluşturulmuştur.	İzmir'de bir ofis binası, önerilen alternatifler simüle edilmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir.
Morelli vd. (2012)	Makale	Yenileme	Mevcut binayı "neredeyse sıfır enerjili bina" haline getirmek	Mevcut pencerelerin iç tarafına ikincil bir pencere eklenmesi, cam tipinin düzenlenmesi, dış duvara iç ve dışarıdan yalıtım yapılması değerlendirilmiştir.	Kopenhag'da çok daireli bir konut binası için hesaplamalar yapılmıştır.
Stazi vd. (2012)	Makale	Güçlendirme	Konfor koşulları, enerji tüketimi ve çevresel etki olarak güçlendirmek	Dış duvarların farklı kalınlıklarda yalıtımı, pencere camlarının değiştirilmesi ve bunların kombinasyonu önerilmiştir.	5 vaka çalışmasının için önerilen çözümlerin sonuçları EnergyPlus ile karşılaştırılmıştır.
Sacht vd. (2010)	Bildiri	Yenileme	Enerji tüketiminin azaltılması	Farklı özelliklerdeki çift cam, trombe duvar ve kombinasyonları ile cephe modülleri oluşturulmuştur.	Guimaraes'te bir bina için DesignBuilder ve EnergyPlus ile alternatif modüller değerlendirilmiştir.
Brunoro (2007)	Makale	Yenileme	Sürdürülebilir teknolojiler ile enerji verimliliğinin arttırılması	Termal ve akustik iyileştirme için dış ısı yalıtımı, havalandırmalı cephe ve çift cidarlı cam cephe, güneş korunum için farklı tipte pencereler, pasif (güneş camlı balkonlar) ve aktif güneş enerjisi sistemleri (güneş kolektörleri ve fotovoltaik paneller) önerilmiştir.	Önerilen alternatifler, uygulama örnekleri ile beraber değerlendirilmiştir.
Ebbert & Knaack (2007)	Bildiri	Yenileme	Enerji tasarrufunu arttırmak	Binalara, mevcut cephenin yerine, içine ya da dışına olmak üzerine farklı yenileme alternatifleri önerilmiştir.	13 katlı bir ofis binası üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 2.3: YÖK Tez veri tabanından değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Zafaranchi (2022)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Enerji verimliliğini arttırmak	Cephede duvar ve pencerelerin termal performansını iyileştirme, gölgeleme cihazları ve güneş enerjisi sistemleri ekleme gibi senaryolar uygulanmıştır. Çatı yalıtım, aydınlatma cihazı ve ısı pompası gibi düzenlemeler eklenerek yapılan tüm müdahaleler aktif ve pasif iyileştirme olarak iki kısma ayrılmıştır.	Akdeniz iklimindeki mevcut bir eğitim ve ofis binasında planlanan müdahaleler için eQUEST yazılımı ile hesaplamalar yapılmıştır. Maliyet – fayda oranı değerlendirilmiştir.
Şenel (2021)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Mevcut binaları net sıfır enerjili binalar haline getirmek	Dış duvarlar, balkonlar, pencere ve kapılar, üzerinde yapılan ısı yalıtımı, cam ve çerçeve, duvar dolgusu ve kaplaması iyileştirmeleri değerlendirilmiştir.	Türkiye ve yurt dışındaki yapı örnekleri belirtilen yenileme müdahaleleri üzerinden incelenmiştir.
Er (2020)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Mevcut konutların enerji performansının arttırılması	Opak ve saydam bileşenler açısından ısıl performanslar incelenmiş, ısı köprüler engellenmeye çalışılmıştır. HVAC sistemleri de değerlendirilmiştir.	Erzurum'da TOKİ konut yapısı için DesignBuilder programı ile analizler yapılmış ve iyileştirme senaryoları değerlendirilmiştir.
Bakkal (2019)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Cephe iyileştirilmesi ile binanın enerji etkin hale getirilmesi	Binaya çift kabuk cam cephe alternatifleri, çift kabuk PV panel cephe alternatifleri ve çift kabuk yeşil cephe alternatifleri üretilmiştir.	Samsun'da bir lise binası için her bir senaryonun ısıtma, soğutma, aydınlatma ve yıllık enerji tüketim değerleri hesap edilmiş ve karşılaştırması yapılmıştır.
Yardımcı (2019)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binanın enerji tüketimini ve CO2 emisyonunu azaltmak	Trombe duvar uygulaması, fotovoltaik panel kullanımı önerilip, pencere camlarının ve ısı yalıtımlarının iyileştirilmesi önerilmiştir.	İstanbul'da mevcut bir ofis binasına önerilen müdahaleler için DesignBuilder programı ile değerlendirmeler yapılmıştır.
Yazıcı (2019)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Kente estetik, sosyal ve ekonomik yönden değer katmak	Binalara dışarıdan ısı yalıtımı uygulaması yapılmıştır. Aynı renk dış cephe boya uygulamasına ek olarak saçak ve tente tasarlanmıştır.	Samsun Çiftlik Caddesi'ndeki binalara müdahaleler gözlenmiş, sonuçlar anket çalışması ile değerlendirilmiştir.
Tuncel (2019)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Binaları mimari özelliklerini kaybetmeden enerji etkin iyileştirmek	Dış duvar, pencere, gölgeleme bileşeni ve bu bileşenlerin ortak düşünülmesi ile iyileştirme senaryoları gelişilmiştir.	Örnekler incelenmiş ve İstanbul Bağdat Caddesi'ndeki modern mimarlık örneği konut binalarında, geliştirilen iyileştirme senaryoları DesignBuilder programı aracılığı ile incelenmiştir.
Aytekin (2019)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Binaların enerji performansını maliyet etkin iyileştirmek	Opak ve şeffaf bileşenler gruplandırması üzerinden duvarlarda ısı yalıtımı ve pencerelerde farklı cam tiplerinin kullanılması ile farklı öneriler getirilmiştir.	Diyarbakır'da bulunan konut binası için DesignBuilder programı ile iyileştirme alternatifleri geliştirilmiştir.

Tablo 2.3 (devamı): YÖK Tez veri tabanından değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Yüksel (2019)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Mevcut binaların ekonomik olarak şekilde enerji verimliliğinin arttırılması	Yapı kabuğu iyileştirmeleri kapsamında dış duvara yalıtım eklenmesi, cam tiplerinin değiştirilmesi, pencere duvar-oranının değerlendirilmesi, güneş kırıcı eklenmesi, trombe duvarı ve ikinci cam cephe oluşturulması gibi pasif sistem önerileri incelenmiştir. Aktif sistem önerisi olarak cepheye fotovoltaik panel eklenmiştir.	İstanbul'da bir ofis binasının DesignBuilder ile modellenmiş ve EnergyPlus ile hesaplamaları yapılmıştır. Önerilen iyileştirme senaryolar maliyet, geri ödeme süresi ve enerji tasarrufu açısından karşılaştırılmıştır.
Toplu (2018)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binaların enerji performanslarının iyileştirilmesi	Mantolama, pencerelerin iyileştirilmesi, balkonların kapatılması, ısı korunumlu havalandırma, prefabrik cephe ve güneş enerji sistemlerinin ilavesi müdahaleleri incelenmiş, uygun olanlar mevcut binaya önerilmiştir.	Ülkemizde ve dünyada bulunan cephe yenileme örnekleri incelenmiştir. Türkiye'de tipik bir konut yapısı için DesignBuilder programı ile analizler yapılıp model cephe sistemi önerilmiştir.
Deniz (2018)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Binayı düşük maliyetli bir şeklide enerji etkin hale getirmek	Cephedeki opak bileşenler, saydam bileşenler, ek güneş kırıcılar ve bunların beraber kullanılması ile iyileştirme senaryoları geliştirilmiştir.	Adliye binası için DesignBuilder programı aracılığı ile önerilen iyileştirme senaryoları incelenmiştir.
Yarkın (2017)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binaların enerji verimliliğini arttırmak	Opak ve saydam bileşenlerin performansının arttırılması, balkon iyileştirmeleri, güneş kontrol elemanları, bitkilendirilmiş cephe, güneş kolektörleri ve fotovoltaik panel kullanımı incelenmiştir.	Örnekler üzerinde yenileme uygulamaları incelenmiş ve karşılaştırmaları yapılmıştır.
Bayram (2015)	Doktora Tezi	İyileştirme	Binaları aydınlatma açısından enerji etkin iyileştirme	Pencere alanı, cam tipi ve gölgeleme elemanı üzerinden öneriler getirilmiştir.	DIALux programı ile değerlendirmeler yapılmıştır.
Namlı (2015)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Binaları işlevsel ve enerji etkin hale getirmek	Isı yalıtımı, pencere ve balkon iyileştirmeleri ve aktif güneş sistemi entegresi müdahaleleri incelenerek uygulamalara karar verilmiştir.	Mevcut bir konut binası üzerinde iyileştirmeler ile elde edilen veriler analiz edilmiş, kullanıcı konforuna ilişkin sonuçlar için anket yapılmıştır.
Kobalas (2015)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binanın enerji etkin geliştirilmesi	Yapı bileşeni alternatifleri ve pasif güneş sistemlerinin entegrasyonu planlanmıştır.	Yurt dışındaki örnek uygulamalar incelenmiştir. Afyon'daki TOKİ konut binası için DesignBuilder programı ile değerlendirmeler yapılmıştır.
Gönlüol (2014)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme İyileştirme	Binaların enerji etkin hale getirilmesi	Isı yalıtımı, pencere ve balkon iyileştirmeleri, çok amaçlı cephe sistemleri ve güneş sistemlerinin yöntemleri incelenmiştir.	İyileştirme örnekleri karşılaştırılmış, Buca'daki bir apartman için değerlendirmeler yapılmıştır.

Tablo 2.3 (devamı): YÖK Tez veri tabanından değerlendirmeye alınan çalışmalar

Çalışma	Çalışma Türü	Tanım	Neden - Amaç	Yöntem	Uygulama
Başarır (2013)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binanın toplam performansını arttırmak	Mevcut cephelerin duvarlarında ve pencerelerin cam ve çerçevelerinde uygulanabilecek teknikler incelenmiştir.	Örnek projeler incelenmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır.
Süt (2013)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binaların enerji tüketimini azaltarak enerji etkin yenilemek	Opak ve şeffaf bileşenler olarak ele alınmıştır. Yalıtım kalınlığı, şeffaf bileşenlerin ısıl etkinliği ve güneş kontrol elemanları üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır.	Farklı iklim bölgelerindeki 4 farklı konut yapısı için DesignBuilder programı yenileme önerileri değerlendirilmiştir.
Keskin (2012)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Binaları enerji etkin bir şekilde iyileştirmek	Güneş ısı kazancı ve hava sızdırmazlık faktörlerine bağlı olarak ısı yalıtımı ve trombe duvarı uygulamaları önerilmiştir.	Uygulama örnekleri incelenmiştir. Edirne'deki mevcut bir bina için DesignBuilder ve EnergyPlus ile iyileştirme alternatifleri değerlendirilmiştir.
Karaca (2011)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binaları enerji etkin bir şekilde yenilemek	Opak bileşenlerde yenileme, saydam bileşenlerde yenileme, güneş kontrolü, saydamlık oranının azaltılması ve yöntemlerin beraber kullanılması ile yenileme senaryoları oluşturulmuştur.	Yenileme yapılan büro binası örnekleri incelenmiş ve mevcut büro binası için DesignBuilder ve EnergyPlus ile yenileme senaryoları değerlendirilmiştir.
Güçyeter (2010)	Doktora Tezi	İyileştirme	Binaları enerji etkin bir şekilde iyileştirmek	Isı yalıtımı, cephe kaplaması ve pencerelerin iyileştirilmesi ile küçük, orta ve büyük seviyede senaryolar geliştirilmiştir.	Mevcut bina üzerinde EDSL Tas programı aracılığı ile model ve simülasyon yapılmıştır.
Yılmaz (2009)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Binalarda enerji etkin dönüşümlerin yapılması	Opak ve saydam bileşenleri, farklı dış duvar alternatifleri ile cephe üzerinde iyileştirmeler amaçlanmıştır.	Türkiye'de farklı iklim bölgesinde bulunan 5 şehirde ilköğretim binalarında planlanan iyileştirmeler AutoCAD ve DesignBuilder ile değerlendirilmiştir.
Zeybek (2009)	Yüksek Lisans Tezi	İyileştirme	Binalarda iyileştirme ile enerji kazancı elde etmek	Yalıtım kalınlığının arttırılması, pencere yenileme ve gölgeleme cihazları yenileme müdahaleleri planlanmıştır.	Farklı iklim bölgesindeki 5 şehirde tipik bir ilkokul binası için yenileme alternatifleri Thermplan-TRANSIT programı ile değerlendirilmiştir.
Tıkır (2009)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binaların enerji ve maliyet etkin bir şekilde yenilenmesi	Yenileme seçenekleri, opak elemanların iyileştirilmesi, saydam elemanların iyileştirilmesi ve güneş kontrolünün yapılması olarak üç ana başlıkta işlenmiştir.	Örnekler incelenmiş, ve İstanbul'da bir konut binası için DesignBuilder ve EnergyPlus programlarıyla modelleme ve simülasyon yapılmıştır.
Yıldız (2008)	Yüksek Lisans Tezi	Yenileme	Binalarda enerji tüketiminin azaltılması	Isı yalıtımı, pencerelerin iyileştirilmesi, hava sızmasının önlenmesi ile cephe üzerinde yenileme önerileri getirilmiştir.	Konut yenileme örnekleri incelenmiş, İzmir'deki bir konut bloğu için Ecotect v5.50 aracılığı ile değerlendirmeler yapılmıştır.

2.2 Yenileme Kavramı

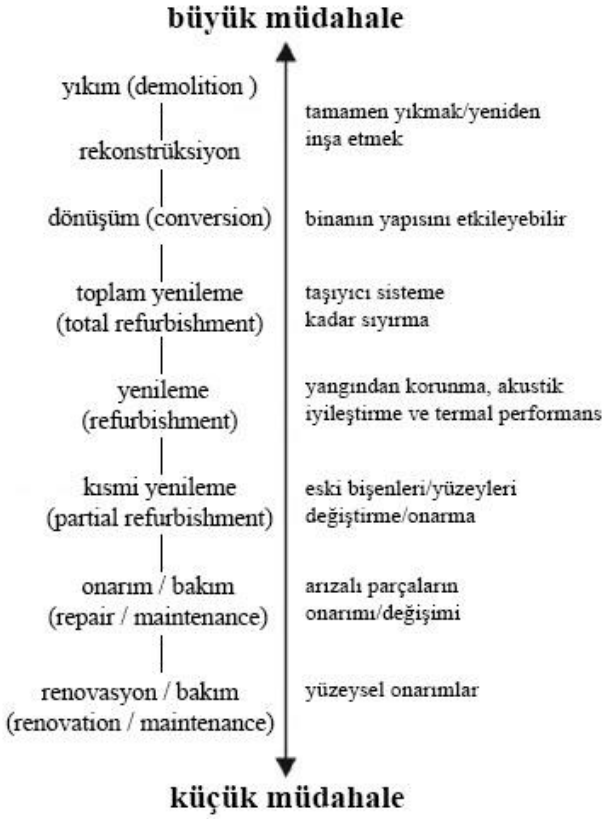
Binalarda yenileme, amaca ve ihtiyaca göre farklı düzeylerde uygulanabilmektedir. Kullanılan strateji, uygulama yöntemi ve müdahale düzeyine göre farklı terimler ile açıklanabilmektedir. Genel olarak yenileme, çok küçük seviyedeki bakımdan çok kapsamlı bir değişime kadar olan çalışmaları ifade etmektedir. Ulusal ve uluslararası alanda yenileme kavramına ilişkin terimlerin İngilizce ve Türkçe çevirilerindeki farklılıklar, yenileme kavramına ilişkin terminolojide karmaşık bir yapı oluşturmaktadır.

Türk Dil Kurumu (2023), yenileme kavramını eskimiş yapıların yıkılmış ya da bozulmuş kısımlarının aslına uygun olacak şekilde onarılması; restorasyon biçiminde tanımlanmıştır. Yenileme çalışmaları; iyileştirme, güçlendirme, bakım, onarım, tadilat, renovasyon, rehabilitasyon, restorasyon, adaptasyon, dönüşüm, rekonstrüksiyon gibi farklı yakın terimler ile de tanımlanabilmektedir. Yapılan çalışmaların bazılarında yenileme kavramı ve yakın anlamlı terimler, aralarında bağlantılar kurularak tanımlanmaya çalışılmıştır.

Giebeler vd.(2009), çalışmalarda yenileme tanımının ve hangi derecede yapıldığının açıklanması gerektiğini söylemiştir. Ayrıca yenileme çalışmalarındaki önlem ve müdahaleler için kullanılan terimleri; yeniden inşa, restorasyon, yapı söküm, yıkım, renovasyon, onarım/bakım, kısmi yenileme, yenileme, tamamen yenileme, dönüşüm ve son olarak kısmi koruma ile iç boşaltma/yeniden inşa olarak ifade etmiştir. Giebeler vd.(2009), bu terimleri renovasyon/bakım ve yıkım arasında derecelendirmiştir (Şekil 2.2). Derecelendirmede kapsamına göre yenileme (refurbishment); kısmi, normal ve tamamen olmak üzere 3 aşamada ele alınmıştır. Kısmi yenileme, binanın bir bileşeninin ya da bir bölümünün yenilenmesini içermektedir. Normal yenileme, binanın yangından korunduğu, akustik ve termal performansının iyileştirildiği bölgesel ya da bütünsel yenilemedir. Tamamen yenilemede ise tüm gereksinimlerin karşılanabilmesi için bina taşıyıcı sistemine kadar sökülmekte ya da yıkılmakta ve müdahaleler yapılabilmektedir.

Onarım/bakım, arızalı parçaların değiştirilmesi veya onarılması ile sınırlı olmaktadır. Yenilemede sadece kusurlu bina bileşenleri onarılmaz veya değiştirilmez, aynı zamanda eskimiş bileşenler veya yüzeyler de onarılır. Yenilemeden sonraki aşama olan dönüşümde, yapılan müdahaleler binanın taşıyıcı elemanlarını ve iç mekânını da

etkilemektedir. Yenileme, taşıyıcı yapıdaki değişiklikleri içermemekte ve dönüşüm ile bu noktada ayrışmaktadır (Giebeler vd., 2009).



Şekil 2.2 : Binalar için müdahale dereceleri (Giebeler vd., 2009)

Konstantinou (2014), binalara müdahale seviyelerini küçükten büyüğe doğru sıralamış ve farklı olarak uyarlanmış yeniden kullanımı (adaptive reuse) bu sıralamaya dâhil etmiştir. Dönüşüm ve yıkım arasında yer alan uyarlanmış yeniden kullanım ile binalarda işlev değişikliğine bağlı olarak yapılan onarım ve değişiklikler değerlendirilmiştir (Şekil 2.3).

Şekil 2.3 : Binalara müdahale seviyeleri (Konstantinou, 2014)

Öztoprak (2018), müdahale seviyesine göre artacak biçimde bakım (maintenance), renovasyon, yenileme (refurbishment), güçlendirme (retrofit), iyileştirme

(rehabilitation), restorasyon, yeniden inşa etme (reconstruction) ve yıkım sıralamasını tercih etmiştir. Shahi vd. (2020) ise çalışmasında yenileme (refurbishment) ve uyarlanmış yeniden kullanım (adaptive reuse) terimlerini farklı başlıklar olarak değerlendirmiştir. Buna göre yenileme; güçlendirme, iyileştirme ve tadilat çalışmalarını içerirken dönüşüm (conversion) çalışmaları uyarlanmış yeniden kullanıma dâhil edilmektedir.

Yenileme çalışmalarında, ilgili terimler arasında bağlantı kurabilmek için tanımlarına hâkim olmak gerekmektedir. En çok ilişki kurulan terimler ve tanımları şu şekildedir:

Renovasyon (renovation), Türk Dil Kurumu (2023) tarafından onarım ile eş anlamda tanımlanmıştır. Renovasyon, mevcut binanın koşullarını iyileştirmeyi hedefleyen müdahalelerdir. Eski yapılar, özüne uygun olacak biçimde tamir edilir ve iyileştirilir (Hasol, 2008). Renovasyon ile binaya ait minimum müdahale yapılırken herhangi bir bileşen eklenmez ya da çıkarılmaz (Ebbert, 2010).

Bakım ve onarım (maintenance and repair), yapılan çalışmalarda renovasyondan önce ya da sonraki sıralamalarda değerlendirmeye alınabilmektedir. Ebbert (2010), bakım ve onarımı renovasyondan sonraki aşama olarak değerlendirmiş ve yapı elemanlarının onarımını, gerektiği takdirde de değiştirilmesini içerdiğini söylemiştir.

İyileştirme (rehabilitation), mimari değerleri koruyarak yapılan onarım, değişim ve ekleme müdahaleleridir. Eskimiş ve atıl durumdaki binaların, ihtiyaçları karşılayacak şekilde onarılarak modern kullanıma uyumunun sağlanmasıdır (Hasol, 2008). Murray (1980) ise, iyileştirme ile ilgili farklı tanımlar ortaya koymuştur. İyileştirmeyi, yapının işlevselliğinin eski seviyesine getirilme süreci olarak belirtmiş ve aynı zamanda binanın eskimesini azaltan bir eylem olduğunu söylemiştir. Bu nedenle binayı sürekli kullanabilmek için iyileştirme gereklidir.

Yenileme (refurbishment), binanın hâlihazırda bulunan şartlarının iyileştirilmesini kapsamakta ve yapı bileşenlerinin eklenmesi ya da çıkarılmasını içerebilmektedir. Bu kavram, bakım, onarım ve tadilat gibi farklı ölçekteki müdahaleler için kullanılabilmektedir (*Institute of Historic Building Conservation*, 2019). Ebbert (2010) yenilemeyi, işlevsel ya da estetik açıdan eskimiş parçaların bakım ve onarım süreci olarak tanımlamaktadır. Kapsamına göre 3 seviyede ele alınmaktadır; kısmi yenileme, genel yenileme ve önemli yenileme.

Kısmi yenileme (partial refurbishment), binada sadece belli alanların ya da belli yapı bileşenlerinin ele alındığı yenilemedir. Bu sırada bina kullanım halinde olduğu için yenilemenin en zor biçimidir.

Genel yenileme (general refurbishment), bina yapısına müdahale edilmeden tüm binanın ele alındığı yenileme şeklidir ve uygulama sırasında bina boşaltılmak zorundadır. Teknik bileşenler günlük gereksinimleri karşılamak amacıyla düzenlenebilir ancak tam anlamıyla değiştirilemez.

Önemli yenileme (substantial refurbishment), genellikle iç mekân, yapı kabuğu ve tesisat sistemlerinin yenilendiği yenileme biçimidir. Bu doğrultuda bina taşıyıcı sistemine kadar yıkılmaktadır ve yeniden inşa edilmektedir.

Güçlendirme (retrofit), enerji performansı ve konfor koşullarını iyileştirmek için mevcut binaya yapılan eklemelere odaklanan, yenilemenin bir alt kategorisi olarak tanımlanmaktadır. Güçlendirme ile yeni teknolojiler aracılığıyla eskimiş bileşenler değiştirilmektedir. Optimum sonuçları elde etmek için çeşitli unsurların dengesini göz önünde bulunduracak şekilde yapılmalıdır (Shahi vd., 2020).

Restorasyon (restoration), Türk Dil Kurumu (2023) tarafından yenileme olarak tanımlanmaktadır. Hasol (2008) restorasyonu, binanın aslına dokunmadan onarmak olarak ifade etmektedir. Bina restorasyonu, binanın iç ve dış temizliğinden metruk bir binanın yeniden inşasına kadar geniş bir faaliyet alanını ele almaktadır (Ebbert, 2010).

Rekonstrüksiyon (reconstruction), yeniden inşa anlamına gelmektedir. Hasar görmüş ya da atıl duruma düşmüş bir yapının bilinen eski durumuna getirilmesidir (Ebbert, 2010). Baytop (1998) rekonstrüksiyonu, yapının aslına uygun bir şekilde yeniden kurulması olarak tanımlamaktadır. (Giebeler vd., 2009), yaşam süresi sona eren yapının rekonsrüksiyon ile yeniden inşa edileceğini ifade etmekte ve bu işlem sırasında binayı eski duruma getirmenin yanında entegre sistemlerin de bulunabileceğini söylemektedir.

Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği (2017), binalardaki yenileme çalışmalarına basit tamir ve tadil ile esaslı tadilat olarak yer vermiştir. Basit tamir ve tadil, binalardaki derz, sıva, boya kaplama gibi yüzeysel onarımların yapılması olarak ifade edilmiştir. Esaslı tadilat ise yapının taşıyıcı sistemini, toplam inşaat alanını ya da ruhsat projelerini etkileyen işlemlerdir. Esaslı tamir ve tadil yapılabilmesi için ruhsat alınması zorunludur.

Yapılan bazı çalışmalarda, yenileme kavramı ve ilgili terimlerin mevcut binaya etkisine göre sıralamaya konulduğu görülmektedir. Terimlerin tanımları arasındaki sınırlar net olmadığı ve kimi zaman birbirlerinin içlerinde yer alabildiği için bu sıralamalar farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle yenileme ile ilgili çalışmalarda, kavramların ne anlamda ele alındığının açıklanması gerekmektedir.

Bu çalışmada; çeşitli ihtiyaç ve istekler doğrultusunda mevcut binalar üzerinde yapılan en basit bakım ve onarım biçimindeki yüzeysel müdahaleler ile taşıyıcı sistem harici kapsamlı iyileştirme, güçlendirme, değişim ve ekleme şeklindeki tüm müdahaleler yenileme olarak adlandırılmıştır. Tescilli ve tarihi yapı vasfındaki binalara yapılan işlemler ve taşıyıcı sisteme yapılan müdahaleler kapsam dışı bırakılmıştır.

2.3 Cephenin Tanımı

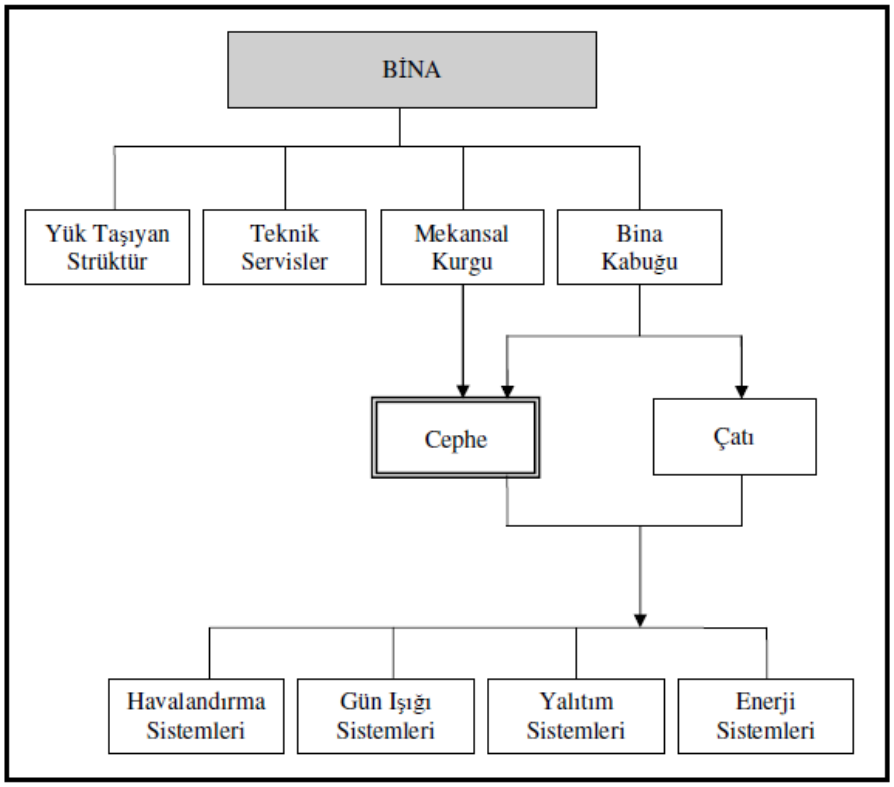
Cepheler; yapının sınırında konumlanan, iç ve dış mekân arasında hem ayırıcı hem de bağlayıcı olan sistemlerdir. Türk Dil Kurumu (2023)'da "Bir şeyin veya yapının ön tarafta bulunan bölümü" olarak ifade edilen cephe için farklı tanımlamalar kullanılmaktadır.

Hasol (2008), cephenin tanımını şu şekilde yapmıştır: "Bir binanın yüzlerinden her biri; özellikle ön yüz. Cephe, baktığı doğrultuya ya da işlevine göre adlandırılır: güney cephesi, yol cephesi, deniz cephesi, manzara cephesi, giriş cephesi vb." ve "Bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzdan bakılan görünüş".

Cephe, yapıların ön yüzünü ifade eden ve iç mekân ile dış mekânı sınırlayan bir kabuk sistemidir. Cephenin karakterini etkileyen yüzeysel ve hacimsel bulunmaktadır. Renk, malzeme dokusu, elamanların oran ve ritmi gibi görsel bağlantılar yüzeysel faktörleri; üç boyutlu hafızayı oluşturan algılar hacimsel faktörleri meydana getirmektedir. (Ünal, 2008). Güvenli (2006) ilgili konuda yapılan literatür taraması sonucunda cepheyi, iç ve dış mekan arasında ayırıcı görevi gören, yapıyı kullananlar için koruyucu görevini yerine getiren ve dış mekan ile bağlantı sağlayan yapı elemanı şeklinde tanımlamaktadır.

Binalar; taşıyıcı sistem, kabuk, iç donatım sistemi ve teknik servis alt sistemlerinden meydana gelen bir sistemler bütünüdür (Rush, 1986). Cepheler ise kabuk alt sisteminde yer alıp, gerek mekânsal kurguya şekil vermeleri, gerekse binanın yapım ve işletim aşamasında diğer bina alt sistemleriyle bütünleşik bir şekilde hizmet

vermeleri nedeniyle binaların en baskın sistemleri olarak değerlendirilmektedir (Schittich, 2001). Şekil 2.4'te binayı oluşturan alt sistemler ve cephe ile kurdukları ilişkiler gösterilmiştir.



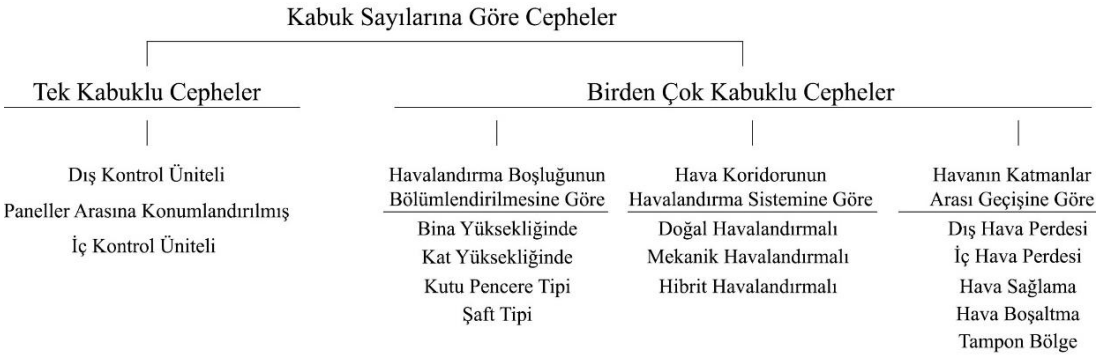
Şekil 2.4 : Binayı oluşturan alt sistemler (Schittich, 2001)

Günümüzde cephe sistemi, farklı biçimlerde tasarlanıp uygulanabilmektedir. Schittich (2001), çalışmasında cephe sistemlerini taşıyıcılık, kabuk sayısı, katman sayısı ve malzeme türüne göre sınıflandırmıştır (Şekil 2.5).

Taşıyıcılığına göre cephe sistemleri, yük taşıyan ve yük taşımayan olarak iki sınıfta incelenebilmektedir. Yük taşıyan cepheler, toplam yükün cepheler aracılığı ile taşındığı yığma yöntem ile inşa edilmiş bina cepheleridir. Diğer türü ise binanın taşıyıcı sistemine herhangi bir katkıda bulunmayan ve binanın strüktürü sayesinde ayakta kalabilen cepheler oluşturmaktadır.

Şekil 2.5 : Cephe sistemlerinin sınıflandırılması (Schittich, 2001; aktaran Gür, 2007)

Binalarda, değişen istek ve ihtiyaçlara göre teknolojinin getirisi ile farklı tipte cepheler geliştirilmiştir. İlk olarak tek kabuklu cephelerin kullanıldığı mimaride günümüz şartlarında kabukların arasında belli bir mesafenin olduğu birden fazla kabuklu cepheler de kullanılmaktadır. Tek kabuklu ve birden fazla kabuklu cepheler, kendi içlerinde belirli bir sisteme göre sınıflandırılmıştır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 : Cephelerin kabuk sayılarına göre sınıflandırılması ((Dikmen, 2016)'den uyarlanmıştır)

Tek kabuklu cepheler, genellikle duvar ve pencere elemanlarından oluşan basit cephelerdir. Bu elemanlar aynı düzlemde bulunmaktadır. İhtiyaca göre farklı eklemeler ile cephenin etkisi arttırılabilmektedir.

Birden çok kabuklu cepheler ise, daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Cephe, performansı arttırmak ya da farklı beklentilere cevap verilmesini sağlamak amacıyla aralarında belirli bir boşluk oluşacak şekilde birden çok kabuk ile tasarlanmaktadır. Boşluklara ya da cephelerin farklı taraflardaki yüzeylerine yerleştirilecek elemanlar ile cepheden yüksek düzeyde verim alınabilmektedir. Çift kabuklu cepheler; saydam ve opak bileşenler, taşıyıcı elemanlar, tespit bileşenleri, hava boşluğu, güneş kontrol elemanları ve planlamaya göre yürüme yolundan oluşabilmektedir.

Cepheler, içerdikleri katman sayılarına göre farklı şekillerde tasarlanabilmektedirler. Bu katmanların kalınlığı Low-E kaplama gibi bir milimetreden daha küçük boyutlardan çift kabuklu cephelerdeki hava boşluğu katmanına kadar değişiklik gösterebilmektedir (Gür, 2007). Cephelerdeki bu katman sayıları bir ya da birden fazla sayıda olabilmektedir. Buna göre bir katmanlı ya da birden fazla katmanlı olarak sınıflandırılabilmektedirler.

Cepheler, farklı fonksiyonları karşılamak göreviyle farklı katmanlardan oluşturabildiği gibi tek katmandan da meydana gelebilmektedirler. Bu durumda taşıyıcılık, estetik, konfor koşulları oluşturma gibi görevleri tek katmanda karşılamaları gerekmektedir (Erturan, 2014). Geleneksel yöntemlerle yapılan ahşap binalar ve yığma sistemli tarihi binalar bu sınıflandırmaya dâhil edilebilmektedir.

Birden fazla katmanlı cepheler ise cepheden beklenen istekler doğrultusunda bu istekleri karşılamak için gerekli olan katmanların beraber kullanılmasıyla oluşturulmuş cephelerdir. Kaplama katmanı, gövde, kontrol katmanı, cephe boşlukları ve ek katmanlardan meydana gelmektedirler. Bir katman birden çok isteği karşılayabildiği gibi aynı istek için farklı katmanlar da kullanılabilmektedir. Cephe tasarımında, katmanların birleşim detayları da önemli hale gelmektedir.

Cepheler, yapının en önemli alt sistemlerinden birini oluşturmaktadır. İç ve dış mekân arasında yer alan ayırıcı bir bölme olarak mekân içinde yaşayanları dış etkilerden korumak görevini üstlenmekte olan cephe; aynı zamanda kullanıcının yapı içerisinde iken dış etkenler ile etkileşimine olanak vermektedir. Cepheler, mimaride değişen istek ve koşullar doğrultusunda iç ve dış mekânı ayıran bir örtü olmaktan çıkıp

kullanıcı gereksinimlerini gözeterek yapı performansını yükselten bir sistem haline gelmiştir. Böylelikle, yapıya estetik katkıda bulunmasının yanı sıra iç mekânı dış çevrenin olumsuz koşullarından enerji etkin bir şekilde koruyan, sağlıklı ve konforlu kullanım alanları yaratan bir araca dönüşmüştür. Cephelerin, binaların dış yüzünü oluşturması ve çevre ile iç mekân arasında bir filtre görevi görmesi nedeniyle yapı içi kadar yapı çevresine de etkisi bulunmaktadır.

Cephelerin görevleri ve binaya katması gerektiği değer ile ilgili çeşitli görüşler bulunmaktadır. Schittich (2001) çalışmasında cephe fonksiyonlarını şu şekilde sıralamıştır:

- Aydınlatma
- Havalandırma
- Nemden koruma
- Sıcağa / soğuğa karşı yalıtım
- Rüzgârdan koruma
- Güneşten koruma
- Kamaşmadan koruma
- Görsel koruma
- Görsel ilişki / saydamlık
- Güvenlik
- Mekanik hasarın önlenmesi
- Gürültüden koruma
- Yangından koruma
- Enerji kazanımı

CWCT (The Centre for Window and Cladding Technology)'ye göre, bir cephenin sağlaması gereken fonksiyonlar şunlardır (Gür, 2007) (Url-1):

- Yük aktarma
- Rüzgâr dayanımı
- Yağmur ve kar dayanımı

- Yangın dayanımı
- Kalıcılık
- Güneş ışınları kontrolü
- Gün ışığı kontrolü
- Parlama kontrolü
- Görüş sağlama
- Mahremiyet
- Kontrollü doğal havalandırma
- Güvenli hareketli açılımlar
- Hava sızıntısını engelleme
- Isı kayıplarını engelleme
- Yoğuşmayı ve küf oluşumunu engelleme
- Nem kontrolü
- Güvenlik
- Böcek, haşerat, vb. girmesini engelleme
- Bitki mantarlarının biyolojik zararlarını önleme
- Ses kontrolü
- Koku ve kir geçişini engelleme
- Bakım ve onarıma olanak verme
- Güzel görünüm
- Yapılabilirlik, taşıma ve depolama
- İmalat kolaylığı
- Uygun maliyet

Cepheler, geçmiş zamanlardan beri farklı etkiler altında kalarak tasarlanmış, dönemlerin yapım ve üretim teknolojilerindeki farklılıklar nedeniyle yeni işlevleri karşılayabilmeye başlamıştır. Günümüzde cephenin karşıladığı işlevler; taşıma,

koruma, bitirme ve dağıtmadır. Cephenin işlevleri birbirleri ile etkileşim halinde gerçekleştirilmektedir (Deniz, 2011).

Erturan (2014), detaylı literatür taraması sonucunda cephenin taşıması gereken nitelikleri şu şekilde özetlemiştir:

- Sağlamlık-mukavemet-dayanım
- Enerji korunumu,
- Doğal havalandırma/iç hava kalitesi
- Isıl konfor,
- Optimum doğal aydınlatma,
- Güneş kontrolü
- Gürültü kontrolü
- Su ve nemden koruma
- Yangın dayanımı
- Estetik
- Temizlik ve sağlık
- Ekonomiklik
- Emniyet/Güvenlik
- Değişkenlik
- Dış iklim koşullarından koruma

2.4 Cephelerde Yenileme İhtiyacını Oluşturan Nedenler

Binalar, belirli ihtiyaçlar ve istekler doğrultusunda tasarlanmakta ve inşa edilmektedirler. Zaman içerisinde bu ihtiyaç ve istekleri karşılayamadıkları noktada kullanılamaz hale gelmektedirler. Bunun sonucunda mevcut bina üzerinde iki seçenek kalmaktadır; yenileme ya da yıkım. Varılan noktada fiziksel, yasal, ekonomik ve sosyo-kültürel etkenler üzerinde değerlendirmeler yapılarak hangi ihtimal üzerinde ilerleneceğine karar verilmelidir (Erturan, 2014).

Mevcut binalarda yenilemeye karar verilen durumlarda, binanın durumu analiz edilmeli ve yenileme kararına neden olan etmenler incelenmelidir. Bu doğrultuda binada hangi sistemlere, elemanlara ya da bileşenlere müdahale edileceği belirlenmelidir.

Cepheler, binayı oluşturan sistemler arasında binanın en baskın alt sistemleridir. Bu nedenle cephede yapılacak herhangi bir yenilemenin bina üzerinde etkisi oldukça fazla olmaktadır. Mevcut bina cephelerinin yenilenmesi ile binaların tekrar istek ve ihtiyaçlarımızı karşılayacak hale gelmesi için doğru strateji ile uygun yenileme müdahaleleri belirlenmelidir. Bu şekilde binanın kullanım süresi uzatılabilmektedir. Stratejilerin belirlenebilmesi için yenileme nedeni ve yenilemeyi etkileyen faktörler değerlendirilmelidir.

Mevcut binalara etkiyen fiziksel, yasal, ekonomik ve sosyo-kültürel faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerin oluşturduğu nedenler doğrultusunda yenilenme ihtiyacı oluşmaktadır. Bu bölümde bina cephelerinde yenileme ihtiyacı oluşturan nedenler literatürden yararlanılarak; yapısal sorunlar, estetik kaygıları, işlev değişikliğinin yaşanması, enerji etkinliği sağlama amacı, konfor koşullarının sağlanamaması, ekonomik nedenler ve teknolojik yeniliklerden faydalanma isteği başlıkları altında ifade edilmiştir.

2.4.1 Yapısal Sorunlar

Cepheler, binaların dış yüzünü oluşturması sebebiyle dış etmenlerden en çok zarar gören sistemlerdir. Bu etmenler sonucunda cepheler, öngörülen süreden önce bozulmaya uğrayıp kendisinden beklenen fonksiyonları karşılayamamaktadır. Bozulmanın etki seviyesi ve etkime süresi, dış etmenlerin şiddetine ve cephede kullanılan malzemelere göre değişmektedir. Bozulmaya uğrayan cephelere yenileme müdahaleleri uygulanmalıdır.

Cephelerde bozulmaya sebep olan dış etmenler şu şekilde sıralanmaktadır (Kazmierczak, 2010) :

- Yağmur
- Güneş
- Isı akışı
- Işık

- Rüzgâr
- Rüzgârın taşıdığı molozlar
- Şiddetli patlamalar
- Su buharı
- Hava akımı
- Hava ve su bazlı zararlı kimyasallar
- Kuş, böcek gibi canlılara karşı koruma
- Pislik birikmesi
- Kar, dolu
- Su baskını
- Deprem
- Gürültü ve titreşim
- Bakım-onarım esnasında binen yükler
- Yangın-duman
- Aşınma ve yıpranma

Bu etkiler cephede, solma, eskime, yıpranma, esneme, nemlenme, küflenme, yosun oluşumu, çürüme, çiçeklenme, şişme, kabarma, dağılma, korozyon, kırılma, düşme, çatlama gibi sonuçlar doğurmakta ve sonuçta yapısal sorunlara neden olmaktadır (Güzelçoban, 2007).

Cephelerdeki bozulmalar çevresel etmenler dışında projenin planlama, uygulama ya da kullanım sürecindeki hatalardan da kaynaklanabilmektedir. Eksik tasarım ve yanlış uygulamalar bozulmalara yol açabilmekte, kullanıcının bilinçsiz davranışları olumsuz süreci hızlandırabilmektedir. Cephelerde kullanılan yapı elemanlarının kullanım ömrünü tamamlaması da yapısal ve performansını etkilemektedir.

Tüm bu sebepler cephelerde bozulmaları meydana getirmekte, sonuç olarak cephenin yapısal ve olarak etkinliğini düşürmektedir. Yapısal sorunlar, sıva ya da boya dökülmesi gibi yüzeysel olarak kendini gösterebileceği gibi, depremde dış duvarların yıkılması ya da şiddetli rüzgârlarda cephe kaplamalarının kopması olarak da olumsuz

sonuçlar doğurabilmektedir. Bozulmaların ortaya çıkmaya başlaması ile cephelere uygun müdahalelerin yapılması gerekmektedir.

2.4.2 Estetiksel Kaygılar

Güzellik algısı olarak değerlendirilen estetik, birçok alanda olduğu gibi mimarlık disiplininde de önemli yer teşkil etmektedir. Estetik olgusu, belirli kriterlere dayandırılabilse bile bu kriterlerin değerlendirilmesi göreceli olduğu için büyük anlamda öznellik göstermektedir.

Cepheler, binayı dış çevreye sunar bir nevi sergilenmesini sağlar. Bu nedenle estetik olarak en çok yargılanan sistemlerdir. Mimarların proje tasarımında en çok özen gösterdiği kısımlardan birisi cephe tasarımıdır. Cephede uygulanan renk, biçim, ölçek, doku, oran, ritim, form gibi tasarım değişkenleri ile binaya estetik değer katılmaya çalışılmaktadır (Temiz, 2009).

Binaya etkiyen dış etkenler binada estetiksel bozulmalara sebep olabilmekte, genelde yapısal sorunlara yol açmadan önce estetik sorunları ile kendilerini göstermektedir. Cephede oluşan dökülme, kopma, çiçeklenme gibi bozulmalar istenmeyen görsel sonuçlar meydana getirebilmektedir. Ayrıca cephede düzenli temizlik işleminin olmaması nedeniyle pislik birikmesi de estetik bozulma oluşturmaktadır.

Binadaki kullanıcıların klima ve çanak anten kullanımı, yoğun ve düzensiz tabela tercihleri, balkonların kapatılması vb. bireysel eklentiler ya da çevredeki insanlar tarafından verilen zararlar da binanın estetik değerini azaltmaktadır.

Mimari projelerde cepheler, kültürel ve sosyal etmenlerden etkilenerek tasarlanmakta dolayısıyla dönemini yansıtmaktadır. Yaşanılan dönemlerdeki birçok şey değişebildiği gibi estetik algılar da değişebilmektedir. Bu nedenler ile binanın kullanım süresi ilerledikçe yeni dönemin mimari üslubunu yakalamak amacıyla isteğe bağlı olarak da cephelerde yenilemelere gidilebilmektedir. Estetik kaygılar ile yapılan cephe yenilemeleri, binanın maddi ve manevi değerini arttırmaktadır.

2.4.3 İşlev Değişikliği

Binalar, baştan belirlenmiş olan bir kullanım amacı doğrultusunda tasarlanmakta ve uygulamaya geçirilmektedir. Cepheler de binanın işlevinin ihtiyaç duyduğu gereksinimleri yerine getirecek şekilde tasarlanmaktadır. Mevcut binaların ilk

işlevinden farklı bir kullanıma imkân verebilmesi için tüm alt sistemler gibi cephe sisteminin de belirli müdahaleler ile yenilenmesi gerekmektedir.

Uyarlanabilir yeniden kullanım (adaptive reuse) olarak da ifade edilebilen işlev değişikliğinin yaşanması ile bina ve cepheden beklenen fonksiyonlar değişmekte, bir önceki değerlerin altında ya da üstünde gereklilikler olabilmektedir. Baker (2009) binada; kullanım yoğunluğu, dâhili kazançlar, aydınlatma düzeyleri, havalandırma oranları, termal ayar noktaları ve akustik performans özelliklerinde değişiklikler yapılması gerektiğini ortaya koymuştur.

İşlev değişikliği yapılırken, yeni kullanım amacının bina görünüşünden hissedilmesi istenebilmektir. Örneğin bir ofis binasının üniversite binası olarak kullanılmaya başlanması ile cephede de bu değişimin görülmesi, tanıtım ve itibar açısından önem arz etmektedir. Elbette yenilemeler cephe dışında diğer alt sistemlerde olacaktır. Bu nedenle yenilemelerde cephe, iç mekân ile birlikte ele alınmalıdır.

2.4.4 Enerji Etkinliği

Endüstri devrimi sonrasında tüm dünyada üretim ve tüketim alışkanlıkları değişmiş, enerjiye olan talep gün geçtikçe artmıştır. Hızlı nüfus artışının da etkisi ile enerji kontrolsüz bir şekilde tüketilmeye başlanmıştır. 1970'ler yaşanan enerji krizi, enerji tüketimi konusunda adımların atılması gerektiğini göstermiştir.

Yapı sektörünün büyüklüğü düşünüldüğünde binaların üretim ve tüketim süresince ihtiyaç duyulan enerji miktarı önemli bir sorun oluşturmaktadır. Yapı sektörünün dünyadaki enerji tüketiminin üçte birinden, enerji kaynaklı CO_2 emisyonlarının ise yaklaşık %37'sinden sorumlu olduğu belirtilmektedir (REN21 Secretariat, 2021) (UN Environment Program, 2022).

Bu nedenler doğrultusunda binalardaki enerji etkin tasarım kriterleri önem kazanmaya başlamaktadır. Enerji etkinliği genel anlamda, enerjinin verimliliğini arttırarak tüketimini azaltmak anlamında gelmektedir. Bunu yaparken istenilen performans karşılanmalı ve konfor koşullarından taviz verilememelidir (Güvenç, 2008). Enerji etkin tasarımda kullanım süresindeki önlemler dışında, binanın inşası ve kullanılan malzemelerin üretim aşamalarında da enerjinin tasarruflu harcanmasına dikkat edilmelidir (Zigenfus, 2008).

Günümüzde binalardaki enerji tüketimleri çeşitli yasalar, yönetmelikler ve sertifikalar ile kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Avrupa'da, AB kapsamında hazırlanan "Binaların Enerji Performansı Direktifi" ile enerji tüketimi ve CO_2 emisyonlarının azaltılması planlanmaktadır (EPBD, 2023). Bu doğrultuda 2030 yılından itibaren tüm yeni binaların sıfır emisyonlu olması gerektiği, 2050 yılına kadar ise mevcut tüm binaların karbondan arındırılacağı belirtilmektedir. Bu hedefe ulaşabilmek için %60 ile %90 arasında enerji tasarrufu sağlayan yenileme stratejileri gerekmektedir (Hermelink, A., & Müller, 2011). Ayrıca bina üzerinde enerji tüketimini azaltmaya yönelik uygulamalar şart koşulmaktadır. Bu çalışmalar AB kapsamındaki tüm ülkeler için zorunludur.

Bu konuda sadece Avrupa'da değil, tüm dünyada belirli çalışmalar yapılmaktadır. LEED (ABD), BREEAM (İngiltere), DGNB (Almanya), CASEBEE (Japonya), Green Star (Avustralya) ve Yeşil Bina İçin Değerlendirme Standardı (Çin) gibi birçok enerji etkin bina değerlendirme aracı bulunmaktadır. Öncelikler her ülkenin ekonomik gelişmişlik düzeyine, kaynaklarına ve çevre koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir. Bununla birlikte, bu derecelendirme araçlarında enerji etkinliği; ekolojik çevre ve iç ortam ile birlikte değerlendirilmektedir. Sertifika sistemlerinin, mevcut binaların yenileme ile enerji etkin hale getirilmesine yönelik farlı değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır (LEED-EB, Japonya CASBEE-EB vb.) (Zhou vd., 2016).

Ülkemizdeki enerji tüketiminin maliyeti ve çevreye verdiği zararın boyutu ciddi büyüklüktedir. Bu doğrultuda ülkemizde de binalarda enerji etkinliği sağlamaya yönelik sınırlamalar getirilmiştir. Enerji tasarrufuna yönelik ilk tedbirler 2000 yılında zorunlu hale getirilen TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği ile alınmıştır. Daha sonra 2007 yılında 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanununun yürürlüğe girmesi ile Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği kapsamında binalarda Enerji Kimlik Belgesi zorunlu hale getirilmiştir. (A. Deniz, 2018).

Enerji Kimlik Belgesi (EKB) sayesinde ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma tüketimleri ile enerji tüketim miktarı belirlenmekte ve karbon salınımı hesaplanmaktadır. Bulunan değerler referans binanın değerleri ile karşılaştırılarak, aldığı puana göre A ile G arasındaki bir enerji sınıfına yerleştirilmektedir (Başarır, 2013). Yeni yapılan binalarda "Yapı Kullanma İzin Belgesi" alabilmek için zorunlu olan EKB, mevcut binalar için de zorunlu kılınmıştır.

Ayrıca Resmi Gazete'de yayınlanan kararla 2017-2023 yılları arasında uygulanacak olan "Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı" kapsamında bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, sanayi ve teknoloji, tarım ve yatay konular olmak üzere toplam 6 kategoride tanımlanan 55 eylem ile 2023 yılında Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması hedeflenmektedir (Url-2).

Yapı stokunun eski ve enerji etkinliği sağlamaya yönelik politikaların geç uygulanması nedeniyle Türkiye'de yalıtımsız/yetersiz yalıtılmış, büyük oranda çevreye duyarsız bir yapı stoku bulunmaktadır. Dolayısıyla mevcut binaların enerji etkin hale getirilmesi için gerekli hesaplama ve kontrol mekanizmalarının devreye sokulması gerekmektedir (Gucyeter & Gunaydin, 2012).

Binalarda enerji etkinliğinin sağlanması için iki önemli husus vardır. Bunlar, enerjinin tasarruflu kullanılmasını sağlayan önlemlerin alınması ve yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimine yönelik çalışmaların yapılmasıdır (Karaca, 2011). Bu kararların binaların tasarım aşamasında alınması gerekmektedir Ancak dünyada bulunan mevcut bina stoku ve enerji kavramının önemi düşünüldüğünde mevcut binaların da enerji etkin hale getirilmesi gerekmektedir.

Enerji etkin tasarımda binanın bütünüyle ele alınması gerekmektedir. Dış koşullar ile en yakın iletişimde olan cephe sistemlerinde yapılacak yenileme çalışmaları, binanın enerji etkinliğini direkt olarak etkileyecektir. Cephe ile ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılması enerji etkinliğini arttıracaktır. Thorpe (2010), bu yöntemleri söyle sıralamaktadır:

- Hava sızdırmazlığının sağlanması
- Yeterli ısı yalıtımının yapılması
- Pencerelerde çift ya da üç katmanlı cam kullanılması
- Isı köprülerinin önlenmesi.

Enerji etkinliği, binalarda yenilemenin en sık görülen nedenidir. Ulusal ve uluslararası alanda enerji etkin yenilemeye yönelik yapılan çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Bu çalışmalarda ortak ya da farklı müdahale yöntemleri ile binaların enerji etkin hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, enerji etkinliğini sağlama yöntemine göre cephelerde yapılan müdahaleler pasif ve aktif olarak sınıflandırılmaktadır. Pasif yöntemler; pencerelerin değiştirilmesi, duvarlara yalıtım yapılması, güneş kontrol elemanlarının kullanılması gibi müdahaleleri içermektedir.

Aktif yöntemler ise; yenilenebilir enerjilerden enerji üretimine yönelik güneş kolektörleri, fotovoltaik paneller ve rüzgâr türbini gibi müdahalelerden oluşmaktadır.

Zhou vd. (2016) Çin'de mevcut bir binada enerji etkin güçlendirmeler yapmak amacıyla pencere duvar oranı, dış duvar yalıtım ve pencere tipleri ile ilgili 48 farklı kombinasyon oluşturarak sonuçları irdelemiştir.

Jradi vd. (2017), Danimarka'daki bir ofis binası için çeşitli tesisat yenilemelerine ek olarak cephede farklı cam türlerini içeren pencere kullanımı ve duvarlara yalıtım eklemesi ile birlikte enerji verimliliğini arttırmaya çalışmıştır. Çalışma sonucunda %57.9'u bulan enerji tasarruf oranı elde edilmiştir.

Passer vd (2016), duvar ve pencerelerde önerilen müdahalelere ek olarak cepheye entegre fotovoltaik paneller ve güneş kolektörleri önermiştir. Mevcut konut binası için değerlendirilen alternatifler ile enerjinin verimli kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarında enerji üretimi ve iklim değişikliğine uyum sağlamak amaçlanmıştır.

Karaca (2011), bir büro binası üzerinde cephenin opak ve saydam bileşenlerinde yenileme, güneş kontrolü, saydamlık oranının azaltılması yöntemlerinin beraber kullanılması ile yıllık CO_2 salımını % 54 azaltmış, soğutma enerjisinde %66,5 ısıtma enerjisinde ise %79 tasarruf sağlamıştır. Topla enerji tasarrufu yıllık %50'ye ulaşmıştır.

Tıkır (2009) çalışmasında, ilk aşamada bina kabuğunun opak ve saydam bileşenlerinin enerji etkin iyileştirilmesi ve güneş kontrolünün ekonomik biçimde yapılması sonucu konutun enerji tüketim miktarında %54, CO_2 emisyonunda %39 azalma gözlemlemiştir. İkinci alternatifte ise çatıda sıcak su güneş kolektörleri ile birlikte cephede fotovoltaik sistemler kullanarak enerji tüketimini mevcut duruma göre %61, CO_2 emisyonunun %50 oranında azaltmıştır.

Mevcut binaların enerji etkin hale getirilebilmesi için analiz ve hesaplamalar ile en etkili yöntemler belirlenmeli, cephelerde yapılan müdahaleler binanın diğer sistemlerinden bağımsız düşünülmemelidir. Cephede yapılan iyileştirmeler ile birlikte binadaki enerji tüketimi yarı yarıya azaltılabilmektedir (Sarihi vd., 2021). Özellikle çatı ve binanın tesisat sisteminde yapılan iyileştirmeler de buna dâhil edilirse binanın enerji etkinliği en düzeyde arttırılabilecektir.

2.4.5 Konfor Koşulları

Binalar, belirli bir kullanıcı profilinin içinde vakit geçirmesi amacıyla inşa edilmektedir. Dolayısıyla kullanıcının isteklerine cevap vermeli, yaşam seviyesini yüksek seviyede tutmalıdır. Kullanıcıların toplam zamanlarının %90'ını binalarda geçirdiği düşünüldüğünde binaların sağladığı konfor koşullarının önemi büyük olmaktadır (İldeş, 2019).

Söz konusu konfor koşulları beş başlığa ayrılmaktadır (Sezer, 2015; Türkyılmaz, 2020):

- Isıl konfor
- İşitsel konfor
- Görsel konfor
- İç mekân hava kalitesi
- Boyutsal konfor

Isıl konfor:

Binaların, kullanıcısını dış şartlardan koruması ve istenilen ortamı sağlaması gerekmektedir. Bunların en önemli yöntemlerinden bir tanesi, bina içindeki ısıl konforun oluşturulmasıdır. Kullanıcının kendisini rahat hissedebilmesi için bina içinde optimum sıcaklık değerinin ayarlanması gerekmektedir. Sıcaklık hissi; güneş ışınımı, nem miktarı ve hava hareketlerine göre değişebilmektedir (Busch, 1996).

Isıl konfor şartlarının sağlanmasında en çok tercih edilen ASHRAE Standart 55, ısıl konforu kullanıcının kabul edebildiği iklimsel koşullar olarak tanımlamaktadır. Bu doğrultuda optimum koşulların hazırlanabilmesi için insan ile çevre arasında bir denge sağlanması gerekmektedir. Bina cepheleri, dış çevre koşulları ile doğrudan temas ederek iç ve dış hava geçişini sağlamaktadır Dolayısıyla ısıl konfor koşullarının hazırlanmasında temel görev almaktadır.

Isıl konforun sağlanması için bina cephesindeki saydam bileşenler aracılığı ile güneş ışınlarından faydalanılmalı ancak fazla ya da az ısınma gibi sorunların oluşmasına engel olunması gerekmektedir. Bu doğrultuda güneş kırıcılar ve farklı türdeki camları içeren pencereler değerlendirilmelidir. Ayrıca ısının bina içinde korunabilmesi için doğru yalıtım ürünleri tercih edilmelidir.

İşitsel Konfor:

Binalar, bulundukları konumlara göre farklı etkiler altında kalmaktadırlar. Bunlardan bir tanesi de çevreden gelen farklı düzeydeki gürültülerdir. Binalardan, kullanım işlevine göre belirli akustik değerleri sağlaması beklenmektedir. İstenen ses seviyesinin sağlanabildiği iç mekânlarda yaşam kalitesi yükselmekte ve işitsel konfor koşulları oluşturulmuş olmaktadır.

Cepheler, işitsel konfor koşullarının sağlanmasına iki şekilde etki etmektedir. İlk olarak çevre şartlarından kaynaklı oluşan gürültülerin bina içine girmesine belli oranda engel olmak şeklindedir. Bu doğrultuda doğru uygulamalar tercih edilmelidir. Ses yalıtım özelliği yüksek olan malzemeler kullanılmalı, pencere ve duvar birleşim noktalarındaki çözümlere özen gösterilmelidir. İkinci olarak ise, iç ortamdaki seslerin kaynağından hedefine ulaştırılmasına yardımcı olması beklenmektedir. Dolayısıyla içerideki sesin yankılanmasına engel olması gerekmektedir (Özbaysar, 2019).

Görsel Konfor:

Binalarda görsel konforun sağlanması, öncelikli olarak içerideki aydınlık seviyesi ile ilişkilendirilmektedir. Cephe aracılığı ile gün ışığı kontrollü bir şekilde iç mekâna alınmalı, optimum aydınlık seviyesi sağlanmalıdır. Ayrıca cephedeki doğru uygulamalar ile kamaşma ve parıltı gibi problemlerin önlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda cephe tasarımda opak ve saydam bileşenlerin oranı, güneş kontrol elemanlarının kullanımı gibi alternatifler değerlendirilmelidir (Karaca, 2011).

İç Mekân Hava Kalitesi:

İç mekân hava kalitesi, binalarda konfor koşullarının sağlanmasında önemli rol oynayan parametrelerden birisidir. Amerikan Isıtma-Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Birliği (ASHRAE) yayınlamış olduğu standartlara göre:

"İçinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki bölümünün havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir hoşnutsuzluk hissetmediği havadır" olarak açıklanmaktadır (ASHRAE Standard 62, 2001).

Bina içinde kullanıcı, mobilya ve yapı elemanlarının zararlı bileşenler yaydığı ve iç ortam hava kalitesini bozduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çeşitli sebepler dolayısı ile ortamın koku kalitesinde de problemler ortaya çıkabilmektedir. Özellikle

havalandırma ilkelerinin doğru uygulanmadığı binalarda, kalitesiz iç mekân havasının insan sağlığını ciddi seviyelerde tehdit ettiği araştırmalar sonucunda elde edilmiştir.

Kalitesiz iç mekân havasının neden olduğu en önemli sorunlardan birisi, günümüzde önemli hastalıklardan biri olarak literatüre geçmiş olan Hasta Bina Sendromu (HBS)'dur. Bina içerisindeki havanın kirli bileşenler ile birlikte zararlı hale gelmesi ve bu havanın yapı dışına atılamadan iç mekânda sürekli sirküle edilmesi ile oluşmaktadır. Dolayısıyla bina kullanıcılarının sağlığı olumsuz etkilenmektedir (Mutdoğan, 2011).

İç mekânlarda hava kalitesinin yükseltilerek konfor koşullarının oluşturabilmesi amacıyla bina içindeki hava kirliliği önlenmeli ve temiz hava miktarı takip edilmelidir. Bu sebeple cephelerde doğal havalandırma sağlayacak çözümlere gidilmelidir.

Boyutsal Konfor:

Binalar, işlevsellik özelliklerini gösterebilmesi amacıyla insan kullanımına uygun olacak şekilde tasarlanmaktadır. Bu davranış cephelerde de aynı şekilde devam ettirilmelidir (Z. Yılmaz, 2006). Cephelerde insan kullanımı gerektiren bileşenlerde, kullanıcının fiziksel özellikleri göz önüne alınmalı, bileşen büyüklükleri ve konumları buna göre belirlenmelidir (Türkyılmaz, 2020).

Binalar; ısıl, işitsel, görsel, hava kalitesi ve boyutsal konfor koşullarını yerine getirerek kullanıcısına refah bir yaşam sunmalıdır. Bu değerler genel olarak yeni binalar için proje başında tasarlanmaktadır ancak belirli bir süre kullanılan mevcut binalarda bu durum geçerli değildir.

Konfor koşullarının sağlanmasında en etkili görevi cephe sistemleri yerine getirmektedir. Dolayısıyla mevcut binalarda konfor koşullarını yeniden sağlanabilir kılmak için cephelerde yenilemelere gidilmelidir.

2.4.6 Açık/Kapalı Hacim İhtiyacı

Cephe yenileme çalışmalarında bir diğer neden, açık ya da kapalı alan ihtiyacıdır. Binadaki iç mekân alanının yetersiz kalması, kullanıcının havayla temas edebileceği oturma alanı ihtiyacı, cephenin yönlenmesini değiştirerek güneş kontrolünü sağlama ve manzaraya bakışı arttırma isteği gibi faktörler neticesinde binalarda açık ya da kapalı alan ihtiyacı doğmakta ki bu da cephe yenilemesine yol açmaktadır.

2.4.7 Ekonomik Nedenler

Binalarda yenilemenin en önemli nedenlerinden bir tanesi de ekonomik faktörlerdir. Bu noktada bina, enerji performansı ile birlikte ele alınmalıdır. Çünkü binalarda ekonomik yükün oluşmasında enerji tüketimi artışı en büyük payı oluşturmaktadır. Aynı zamanda bakım ihtiyacından kaynaklı yüksek işletim ve bakım maliyetleri binadaki ekonomik durumu olumsuz etkilemektedir (Erturan, 2010).

Cepheler, enerji etkinliğini sağlama ve binanın konfor koşullarının oluşturulmasında en önemli görevi üstlenmektedir. Cephelerde yapılacak olan yenilemeler ile binanın performansının arttırılıp binanın maliyet etkin hale getirilmesi sağlanabilmektedir. Yeni binalarda cephelerin, toplam maliyetin yaklaşık %15-%40'ını oluşturduğu düşünülmektedir. Ayrıca bina cephesinin toplam işletim maliyeti üzerindeki etkisi %40 veya daha fazla olabilmektedir (Z. Yılmaz, 2006). Bu sebepler, cephelerin uygun müdahaleler ile yenilenmesinin ekonomik olacağını göstermektedir.

Cephelerde yenileme müdahalelerine karar verme aşamasında ise gereken ilk yatırım maliyeti ile yenilemenin sağladığı enerji tasarrufu ve bakım maliyetlerindeki düşüş birlikte değerlendirilmelidir. Uygulanacak olan her bir işlemin maliyeti ve karşılığında sağladığı avantajlar değişebileceği için analiz ve hesaplamalar yapılmalıdır. Bu şekilde yenilenen cepheler kendilerini belirlenen sürede amorti edebilecek ve binaya ekstra yük getirmeyeceklerdir (Manioğlu & Yılmaz, 2002).

Yenilemeye ihtiyaç duyulan binalarda, binanın fonksiyonlarında yaşanan aksamaların düzeyine göre boş kalması ve atıl duruma düşme tehlikesi söz konusudur. Bu, bina sahiplerine de olumsuz şekilde yansıyacaktır. Cephelerde yapılacak olan yenilemeler ile bu durum ortadan kaldırılabilmektedir. Hatta estetik olarak yüksek düzeyde yapılacak olan müdahaleler binaya ekstra mali değer katabilmektedir (Ebbert, 2010).

Bina cephelerinin yenilenmesinde reklam alanı kullanımı gibi pazarlama stratejileri de dâhil edilebilmektedir. Bu şekilde reklam geliri elde edilebileceği gibi, ofis ya da ticari mekânların tanıtımı da yapılabilmektedir (Erturan, 2010).

Tovarovic vd. (2017) çalışmasında cephe yenilemesi ile konfor koşullarını ve enerji verimliliğini iyileştirmenin yanında cephe reklamı ile kar elde etmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda cam cephenin değiştirilmesi ve duvarların ısı yalıtımının iyileştirilmesi müdahalelerine ek olarak medya içeriği ve aydınlatma elemanları tasarlamıştır.

2.4.8 Teknolojik Yenilikler

Mimarlık mesleği, bulunduğu dönemin kültürel ve sosyal birçok faktörün etkisi altında kalmıştır. Tasarım ve uygulamalar, tarihsel süreç içinde dönemin yapım yöntemleri, malzemesi ve mimari üslubunda meydana gelen bu değişimlerle eş zamanlı olarak bir değişim ve gelişim göstermiştir (Güvenli, 2006). Mimari üslupların bina üzerinde en çok etkisinin hissedildiği sistemler olan cepheler de aynı gelişimi göstermiştir.

Binalar, tasarım sırasında tasarlandığı dönemin estetik unsurlarından etkilenmektedir. Sağlayabildiği performans ölçütleri ve yapım yöntemleri, döneminin teknolojik olanakları kadar olabilmektedir. Mevcut binalar, yaşama ömrünün yaklaşık bir asrı bulduğu günümüzde belirli kullanım süresi sonrasında artık eski kalmaktadır. Cepheler ise 20-30 yıllık süreler sonunda yenilemelere ihtiyaç duymaktadır. Yenileme aşamasında tercih edilecek müdahale yöntemlerinde, günün teknolojik imkânlarından faydalanarak karar verilmelidir.

Teknolojinin hızlı geliştiği günümüzde, mimarlık alanında da gelişmeler olmaktadır. Bu nedenle kullanıcılar, çeşitli amaçlar doğrultusunda bina cephelerinde uygulanacak yöntemlerden faydalanmak isteyebilmektedirler. Örneğin, pencere camlarında tek katmanlı yerine iki ya da üç katmanlı camlar istenebildiği gibi, enerji tasarrufuna ek olarak enerji üretiminde bulunmak isteyen kullanıcılar fotovoltaik panellerin entegre edilmesi talebinde bulunabilir. Son zamanlarda yaygınlaşmaya başlayan kinetik cepheler de teknolojinin gelişmesi ile üretilebilmiştir. Teknolojiden faydalanarak yaşam standartlarını yükseltme isteği, binalarda cephe yenilemesine neden olabilir.

2.5 Cephe Yenileme Yöntemleri

Bina cephelerinin yenilenmesi çalışmalarında farklı teknik gerektiren birçok yöntem kullanılabilmektedir. Bu noktada önemli olan yenileme yapılacak olan cephenin mevcut durumudur. Hâlihazırda olan cephede, yenileme gereksinimi oluşturan nedenler ve yenileme ile hedeflenenler doğrultusunda uygun yönteme karar verilip uygulanmalıdır.

Bu bölümde, cephe yenileme yöntemlerine ilişkin literatürde yer alan bilgiler, uygulanma detayları ve sağladığı faydalar değerlendirilmiştir.

2.5.1 Yüzeysel Müdahaleler

Bina cepheleri, yapının çevre koşulları ile arasındaki araç olduğu için farklı çevresel etmenlere maruz kalmaktadır. Bu etmenler, cephede ilk olarak yüzeysel olarak kendini gösterir. Cephedeki bu basit ve yüzeysel sorunlara karşı tamirat, bakım ve onarım müdahaleleri gerekmektedir. Bu müdahaleler cephe üzerinde oluşabilecek daha ciddi problemleri önlemeye yönelik ya da isteğe bağlı estetik olarak iyileştirici yüzeysel müdahalelerdir.

Cepheler; yağmur, rüzgâr, güneş gibi çeşitli dış etkiler altında kalarak zarar görmektedir. Bu zararlar hem yapısal bozulmaları tetiklemekte hem de estetik olarak olumsuz bir durum yaratmaktadır. Bu zararlar tasarım aşamasındaki yanlış kararlar nedeniyle oluşabileceği gibi uygulama aşamasındaki hatalardan ya da kullanıcının yanlış davranışlarından da kaynaklanabilmektedir.

Bina cephelerinde belirli bir kullanım sonunda oluşabilecek yüzeysel sorunlar şunlardır (Erturan, 2010):

- Çiçeklenme
- Korozyon
- Çürüme
- Yüzey bozulmaları
- Renk değişimi ya da solma
- Kirlilik
- Aşınma
- Küf, yosun ya da mantar oluşumu
- Bakteri ve böcekler

Cephelerin yüzeylerinde farklı sebepler nedeniyle sorunlar görülebilmektedir. Sorunların giderilebilmesi için öncelikler yüzey temizlenmelidir. Daha sonra cephe yüzeyleri kazınmalı ve zımparalanmalıdır. Bir alt katmanda yüzeyde oluşan boşluklar varsa, alçı ya da silikon gibi uygun malzemeler yardımı ile doldurulmalı ve düzlenmelidir. Daha sonra astarlanmalı ve boyanmalıdır. Sorunun türüne göre çözümüne yönelik kimyasal malzemeler de tercih edilebilmektedir. Bu işlemler cephenin dış yüzeyine olduğu gibi aynı şekilde iç yüzeyine de ihtiyaç halinde uygulanmalıdır (Url-3).

Cephelerde yapıştırılan ya da çeşitli tespit parçaları ile sabitlenen kaplama malzemeleri de dış koşullardan olumsuz olarak etkilenebilmektedir. Kaplama malzemelerinde çeşitli nedenlerle kopma ya da kaplama malzemelerinin aralarındaki derzlerde eskime meydana gelebilmektedir. Bu durumda cephede en çok probleme sebep olan ısı ve suya dayanıklı yapıştırıcı, parça ve derz malzemeleri kullanılmalıdır.

Genelde bu bozulmalar cephedeki duvarların iç ve dış taraflarında oluşmakla beraber pencere ve kapı doğramalarında da yıpranmalar olabilmektedir. Cephelerde yapılacak olan basit müdahaleler ile bu sorunlar belli bir süre için çözülebilmektedir. Ancak cephede görülen bu sorunların altında daha büyük nedenler yatabilmektedir. Bu nedenle sorunlar bina bütününde incelenmeli, genel olarak bir değerlendirilmelidir.

2.5.2 Pencereler ile İlgili Yöntemler

Pencereler, dış mekân ile iç mekân arasındaki bağlantıyı kuran en önemli yapı elemanıdır. Saydamlık özelliği sayesinde mekânların çevre ile görsel ilişkisini sağlayan pencereler aynı zamanda güneş ışığını geçirerek aydınlatılmasına aracı olmaktadır. Konfor koşullarının tümüne etki eden pencereler, bina ile çevre arasındaki hava alışverişine izin vermeli ve gerekli akustik özellikler ile işitsel konfora katkıda bulunmalıdır. Ayrıca cephe sisteminde enerji kayıplarının en çok yaşandığı yapı elemanı pencerelerdir (Barton vd., 2007). Bu nedenler doğrultusunda mevcut binalarda pencerelerde yapılacak olan yenilemeler, bina ile ilgili birçok fonksiyona yardımcı olacaktır.

2.5.2.1 Pencerelerin İyileştirilmesi ve Değiştirilmesi

Bina cephelerinde saydamlığı oluşturan pencereler, cephe performansının sağlanmasında oldukça önem taşımaktadır. Cepheden beklenen performansın değiştiği noktada, pencerelerde yenilemeye gidilmelidir. Bu bağlamda mevcut pencerelerin parça parça ya da bütün olarak iyileştirilmesi ya da değiştirilmesi müdahaleleri yapılabilir. Yüksek performans alınabilmesi için pencerelerin cephedeki bağlantı detayları sorun oluşturmayacak şekilde çözülmelidir.

Pencereler ile ilgili müdahalelerde dikkate alınması gerekenleri Thorpe (2010) şöyle sıralamıştır:

- Cam kalınlığı
- Bölme sayısı (tek, çift, üçlü cam)

- Cam kaplama (low-e vb.)
- Hava boşluğunun boyutu
- Boş ahşap kayıt yapısı
- Kullanılan dolgu macunu
- Doğrama türü
- Doğrama malzemeleri
- Sabitleme yöntemi

Pencereler, cam ve çerçeve olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. Çoğunluğu oluşturan cam kısımlarının performansını arttırmak için geçmişten günümüze üretim ve kullanıma yönelik farklı teknikler geliştirilmiştir. Bunlar, üç temel yaklaşım ile özetlenebilmektedir (Compagno, 2002):

- Fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmek
- Kaplama yapmak
- Farklı tabakalar eklemek

3 temel yaklaşım doğrultusunda farklı teknikler ile farklı özeliklerde birçok cam türü elde edilmiştir. Yenileme amacına uygun olan cam tipi mevcut binada tercih edilmelidir.

Cam ünitesinin katmanlarına göre pencerelerde tek camlar ya da çok katmanlı camlar tercih edilebilmektedir. Günümüzde, tek camların cephe performansına etkisinin yetersiz kalması sebebiyle kullanımı azalmış ve çok katmanlı camların kullanımı yaygınlaşmıştır (Düzgün, 2020). Bu cam ünitelerinde tabakaların arasında bırakılan hava boşluğu, camın özelliğini direkt olarak etkilemektedir. Camlar arasındaki boşluğa, yüksek ısı geçişini azaltmak amacıyla aerojel dolgu malzemesi ya da ucuz ve etkili olan argon, kripton gazları yerleştirilmektedir. Pencere değişiminde tercih edilebileceği gibi mevcut binadaki birden çok katmanlı cam ünitesi içeren pencerelere de enjekte edilebilmektedir (Hang Liu, 2015). Katman sayısı arttıkça özellik daha da gelişmektedir. Çift cam kullanılan bir cephede üç ya da dört katmanlı bir cam tercih edilirse %50-67 arasında enerji tasarrufu elde edilmektedir (Arıcı vd., 2015). Çok katmanlı camlar, ısıl performansın yanında binaya akustik konfor açısından da katkıda bulunmaktadır.

Pencere camlarında, cephe performansının farklı etkenlerine katkı sağlayacak birçok tip bulunmaktadır. Low-e, reflektif ya da absorptif kaplamalı camlar; güneş ışınlarının

binaya girişini kontrol altına alarak ısı ve aydınlatmanın istenilen seviyede tutulmasına yardımcı olurlar (İlgürel, 2002). Aynı şekilde renkli özellikte üretilen camlar tercih edilen renge göre güneş ışınlarının soğurulmasını sağlar (Ayçam & Utkutuğ, 2014). Pencere camlarının arasına plastik yerleştirilmesi ile üretilen filmli camlar da ekstra yalıtım sağlanması amacıyla kullanılmaktadırlar (Düzgün, 2020).

Günümüz teknolojisi sayesinde pencere camları, dinamik özellik gösterecek şekilde üretilebilmektedir. Fotokromik, termokromik, elektrokromik ve gazokromik camlar; pasif ya da aktif biçimde camın saydamlık derecesini ayarlarlar. Bu sayede camlardan geçen ısı ve ışık miktarı, ihtiyaca uygun olacak şekilde kontrol edilebilmektedir (Parkin, 2005) (Yener, 2007).

Cephelerde pencere elemanlarının iyileştirilmesi ya değiştirilmesinde, estetiğin ön planda olduğu tercihler yapılabilir. Bu doğrultuda camlarda seramik-emaye kaplamalı camlar ve diktoik kaplamalı camlar kullanılabilir (Sev vd., 2004).

Pencerelerdeki cam üniteleri, zarar görmesi durumunda güvenlik sorunu oluşturmaktadır. Bu nedenle kullanılacak cam tipinde dayanıklılığın yüksek olması istenebilir. Bu durumda dayanıklı olan, kırıldığı zaman çok küçük parçalara ayrılan temperli camlar ya da kırıldığı zaman bir arada kalan lamine camlar tercih edilmelidir (Compagno, 2002).

Pencerelerde, cam ünitelerini tutan ve taşıyıcı elemana ya da dolgu elemanına bağlayan aracı olan çerçeveler de binanın toplam performansına etkilidir. Pencere çerçevelerinde yaygın olarak ahşap, alüminyum ve PVC çerçeveler tercih edilmektedir. Farklı özellik gösteren bu çerçeveler binada mevcut bulunan pencerelere de monte edilebilmektedir. Alüminyum çerçevelerin ısı geçirgenlik katsayısı yüksek olduğu için az tercih edilmektedirler (Ayçam & Utkutuğ, 2014). Ahşap çerçeveler, çevre dostu olmaları ve alüminyum çerçeveler göre daha iyi korunum sağlamaları nedeniyle sık kullanılmaktadırlar (Maçka, 2008). Ahşap ve alüminyum çerçevelere göre en iyi ısı ve ses korunumu sağlayan PVC çerçeveler; odacık sayısının arttırılması ya da odacıkların uygun malzeme ile doldurulmasıyla daha da iyi yalıtım performansı gösterebilmektedirler (Başarır, 2013).

Pencereler, bina içindeki havanın kalitesini etkilemektedirler. Dış çevre ile hava alışverişini sağlayarak sıcak ve soğuk hava dengesini kurmalı, bina içindeki havanın

temiz kalmasına yardımcı olmalıdır. Bu hususta cephede çeşitli açılış şekillerine sahip pencereler kullanılabilmektedir.

2.5.2.2 Cephedeki Pencere Oranının Değiştirilmesi

Cepheler, pencere ve duvar olmak üzere genelde iki yapı elemanından oluşmaktadır. Her binada tasarıma göre pencere ve duvar alanları değişmektedir. Pencere alanları toplamının tüm cephe alanları toplamına bölünmesi, pencere duvar alanı oranını vermektedir. Bu oran, cephenin fonksiyonlarını doğrudan etkileyeceği için önem arz etmektedir.

Pencere oranı, bina içindeki konfor koşullarını oluşturmada etkilidir. Örneğin pencere alanının büyük olması, binanın fazla aydınlatılmasına sebep olabileceği gibi pencerelerden ısı kayıplarının fazla gerçekleşmesi nedeniyle enerji verimliliğine olumsuz etkide bulunacaktır (Sarihi vd., 2021). Ancak bu hesaplamalar her binada farklılıklar gösterebileceği için bina özgün uygun müdahaleler tasarlanmalıdır. Ayrıca pencere oranının belirlenmesinde cephenin yönü de etkili olmaktadır. Schwehr vd. (2011), pencere duvar oranının güneye bakan cephelerde %15-40, doğu ya da batıya bakan cephelerde %10 ve kuzeye bakan cephelerde %5 oranında olması gerektiğini belirtmiştir. Bu oranlar, pencere ve duvara ek herhangi bir bileşen kullanılmaması durumunda geçerlidir. Ek gölgeleme sistemleri ile kullanılması durumunda örneğin güneydeki oran %80'e kadar çıkabilmektedir (Schwehr vd., 2011).

Mevcut bina cephelerinde enerji etkinliği sağlamak, gün ışığından faydalanmak ya da estetik tercihler gibi çeşitli nedenler doğrultusunda pencere duvar oranının değiştirilmesi gerekebilmektedir. Pencere alanının azaltılması gerektiği durumlarda pencerelerin kaldırılarak binaya uygun dolgu malzemeleri ile duvar örülerek pencere boşlukları küçültülmelidir. Pencere alanının arttırılması gereken durumlarda ise duvarın belli bir bölümü yıkılarak pencere boşlukları genişletilmelidir. Yıkım esnasında bina ve çevresine herhangi bir zarar verilmemelidir. Her iki durumda da pencere ve duvar birleşimlerinde uygun çözümler uygulanmalı, ısı ve ses köprülerinin oluşmasına engel olunmalıdır. Ayrıca pencere duvar oranının değiştirilmesi uygulamasında tüm kullanıcıların kabulü ve ilgili kurumlardan izinlerin alınması gerekmektedir.

2.5.3 Çevresel Kontrol Müdahaleleri

2.5.3.1 Isı Yalıtımı Uygulaması

Dış duvarlar, iç ve dış mekân arasında yaşanabilecek kontrolsüz ısı geçişlerini engellemek için yalıtılmalıdırlar. Türk Yapı Sektörü Raporu'na göre 2016 yılı itibari ile mevcut binaların %85'inde ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Bu durum dünyada da benzer şekildedir. Mevcut binaların kullanım ömürlerini uzatabilmek için dış duvarlara ısı yalıtımı yapılması önemlidir.

Dış duvarların yalıtımı 3 şekilde yapılabilmektedir (Url-4):

- Dıştan yalıtım (mantolama)
- İçten yalıtım
- Sandviç panel

Dıştan Yalıtım:

Dıştan yalıtım (mantolama), yalıtım uygulamasının bina dışından yapıldığı uygulamalardır. Binanın çevresini sararak ısı değişimlerine karşı korumaktadır. Yoğuşma ve ısı köprülerine engel olması nedeniyle en etkili yalıtım uygulamasıdır (Url-4).

Yüzey hazırlığı, subasman profillerinin yerleştirilmesi, yalıtım malzemelerinin harç ile yapıştırılması ve dübellenmesi, kenar profillerinin uygulanması, üzerine fileli ısı yalıtım sıvası uygulaması ve son kaplamanın yapılması şeklinde uygulanmaktadır. Uygulama sırasında iskele gerektirme ve tüm cephelere uygulanması nedeniyle diğer seçeneklere göre maliyeti yüksektir (Güzelçoban, 2007).

Dıştan yalıtımda şunlara dikkat edilmelidir (Güzelçoban, 2007):

- Uygulama yapılacak olan dış duvarda yüzeyin düzgün olması gerekmektedir. Herhangi bir sorun olan mevcut binada yalıtım yapılacaksa, yalıtımın uzun süreli olabilmesi için bu sorunlar çözülmelidir.
- Yalıtımdan istenen sonucun alınabilmesi için yüzeye sürekli şekilde uygulanması gerekmektedir.
- Dış cephede bulunması nedeniyle yangına dayanıklı malzemeler tercih edilmelidir. Yüksek binalarda A1 ve A2, diğer binalarda B ve C sınıfı malzemeler önerilmektedir.

- Kapı, pencere gibi birleşim noktalarındaki detaylara özen gösterilmelidir. Isı ve su geçişlerini engellemek için macun ya da su sızdırmazlık bantları kullanılmalıdır.
- Geniş ve yüksek binalarda genleşme derz boşlukları bırakılmalıdır. Boşluklar derz profili ya da dolgu macunuyla doldurulmalıdır.

Dıştan yalıtım sayesinde kullanılan malzemenin türüne ve kalınlığına göre ısı kaybı %30-60 arasında azaltılabilmektedir. Sıcak ve soğuk havanın karşılaşması ile oluşan yoğuşma engellenerek küflenme ve çürüme gibi daha büyük sorunlara yol açacak problemler önlenebilir. Aynı şekilde ısı farkından dolayı oluşan çatlakların önüne geçilmiş olur (Yarkın, 2017).

İçten Yalıtım:

Bu tür uygulamalarda yalıtım, bina cephesinin iç tarafında yer almaktadır. Bu uygulamalarda iç mekânda su buharı soğuk duvar ile karşılaştığı için yoğuşma riski oluşmaktadır. Yoğuşmanın, kesite zarar vermemesi için buhar kesici uygulanması gerekmektedir (Url-4).

Bu uygulamalarda, yoğuşmaya ek olarak ısı köprüsü oluşması tehlikesi bulunmaktadır. Bu durumda ısı köprüsü oluşturabilecek kolon ve kiriş gibi elemanlar dışarıdan yalıtılmalıdır. Diğer bir alternatifte ise içten yapılan yalıtım tavan döşemeye en az 50 cm olacak şekilde uygulanmalıdır (Başarır, 2013).

Yalıtım uygulamalarında en çok tercih edilen malzemeler; lifli yapıya sahip olan taş yünü ve cam yünü, köpüklü yapıdaki EPS (Expande Polistren Sert Köpük) ve XPS (Extrüde Polistren Köpük)'tür. Bu malzemelerin etkisi kalınlığına ve yoğunluğuna göre değişmektedir. İhtiyaç olan yalıtım seviyesine göre ilgili hesaplamalar yapılarak malzeme seçimine karar verilmelidir. Malzeme seçiminde yangına dayanım da önemli bir konudur. XPS ve EPS, petrol türevi olmalarından dolayı kolay alev alabilmektedirler. Yangın sınıfları B1'dir. Taş ve cam yünleri ise yangına daha dayanıklı olup yangın sınıfları A1'dir. Ayrıca ses yalıtım özellikleri de bulunmaktadır (Toplu, 2018).

Dış duvarlarda ısı yalıtımı kullanımı, binadaki kontrolsüz ısı kaybını ya da kazancını engelleyerek ısıl konforun artmasına neden olur. Enerji yüklerini azaltması sayesinde binanın enerji etkin hale gelmesinde rol alırken aynı zamanda ekonomik olarak da katkı sağlamaktadır. Ayrıca binanın çevresine verdiği zararın azaltılmasına yardım

olmaktadır. Isı yalıtımında kullanılan malzemenin türüne göre belirli seviyede ses yalıtımı sağlamakta, yangın ve diğer etkilerden koruması sebebiyle binada oluşacak daha büyük problemlerin önüne geçmektedir.

2.5.3.2 Ses Yalıtımı Uygulaması

Akustik konfor, binalarda kullanıcının yaşam standardının sağlanması için önemli bir etmendir. Çevredeki sesin binaya girmesinin sınırlanması kadar bina içindeki sesin de çevreye zarar vermesi engellenmelidir. Çevre ile iç mekân arasındaki sınır olan cepheler, bu durumu sağlamada en etkili sistemdir.

Bina içinde istenilen işitsel konfor, binanın işlevine göre değişmektedir. İşleve bağlı olarak çevreden binaya gelen sesler kontrol edilmelidir. Ayrıca binanın işlevine göre bina içinde oluşan sesin çevreye zarar vermemesi amacıyla uygun ses yalıtımı yapılmalıdır. Mevcut bina ve cephesinin durumuna ait veriler ve beklentiler farklı olacağı için cephe yenilemesi durumunda farklı stratejiler izlenmek durumunda kalınabilmektedir.

Ülkemizde 2017 yılında Resmi Gazete 'de yayımlanan ve 2018'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürürlüğe sokulan "Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik" ile her türlü binanın kullanıcıya uygun koşulları sağlaması amacıyla uyulacak kurallar belirtilmiştir. Bina işlevlerine göre ses yalıtım sınır değerleri belirlenmiştir. Buna ek olarak bu yönetmelik ile birlikte binaların sahip olması gereken akustik performans sınıfları gösterilmiştir. Yeni binaların yanında, mevcut binalarda işlev değişikliği ve yenileme durumlarında sağlanması gereken akustik performans sınıfları belirtilmiştir. (Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2017). Bu doğrultuda binaların yönetmelikteki şartları karşılamasını sağlamaya yönelik olarak Akustik Uzman Belgesi'ne sahip kişilerce hazırlanan Akustik Rapor, yapı ruhsatı almak için zorunlu hale getirilmiştir (Url-5).

Bina cepheleri çoğu zaman birçok katmandan meydana gelmektedir. Genelde cephenin çoğunluğunu oluşturan duvar elemanları ses yalıtımında etkin rol almaktadır. Dış duvarları oluşturan her bir katmanın çeşitli standartlarda belirtilmiş olan yalıtım değeri bulunmaktadır. Örneğin, bina cephesinde bulunan ısı yalıtım ya da kaplama malzemeleri belirli bir ses yalıtım değeri sağlamaktadır. Bu nedenle mevcut bina cephesinde yapılacak olan yenileme işleminde, hâlihazırdaki cephe elemanlarının

analiz edilmesi gerekmekte ve ihtiyaca göre gerekli akustik performansı sağlayacak olan yapı elemanları tercih edilmelidir.

Ses yalıtımını sağlamak amacıyla cephe üzerinde kullanılacak olan en uygun malzemeler, sesin emilmesine olanak sağlayan; cam yünü, taş yünü, poliüretan esaslı köpükler, keçe, mantar vb. ses yutucu malzemelerdir. Bu malzemeler, dış duvarın iç yüzeyine profillerle tespit edilir ya da yapıştırılır. Kolay zarar görebilmeleri nedeniyle performanslarını etkilemeyecek şekilde koruyucu kaplamalarla kullanılmaları tercih edilmelidir (Başarır, 2013). Bina ya da mekân işlevine bağlı olarak kullanılan ses yutucu malzemelerinin nitelikleri hesaplanarak uygulanmalıdır.

2.5.3.3 Isı ve Ses Köprülerinin Önlenmesi

Mevcut binalarda cephe performansını olumsuz etkileyen en önemli unsurlardan bir tanesi, pencere ve duvar elemanlarını oluşturan katman ve bileşenlerin birleşim detaylarının düzgün çözülmemesidir. Bu ihmal ya da yetersizlik, ısı ve ses köprülerini oluşturarak bina içinde konfor koşullarının sağlanamamasına neden olmaktadır. Isı ve ses köprüleri, tasarım aşamasında kaynaklanabileceği gibi uygulama aşamasındaki hatalardan da meydana gelebilmektedir.

Cephe tasarımında birleşim noktalarının detay çözümleri çok önemlidir. Bu durum, cephe yenileme işlemlerinde de geçerli olmaktadır. Birleşim detaylarının uygun çözümü, tasarımın etkin şekilde işlemesini sağlayacaktır. Dolayısıyla pencere ve duvar aralarındaki bağlantıların ve bu elemanların döşeme ya da taşıyıcı sistem ile temaslarının çözülmesi gerekecektir.

Ses köprüleri; özellikle duvar ile döşeme arasındaki iletimin engellenmesi ve duvarın döşemeden kaynaklı titreşiminin önlenmesi için döşemelerde uygulanan ses yalıtım malzemesinin belirli bir seviyede duvar yüzeyine doğru ilerletilmesi ile kontrol altına alınabilmektedir (Eriç, 2002).

Isı köprüleri, binaların enerji performansı için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bir binadaki toplam enerji kaybının %5 - %25'i ısı köprülerine bağlı olarak meydana gelmektedir (Yarkın, 2017). Cephede kesintisiz bir şekilde yapılan dıştan ısı yalıtım uygulamaları, ısı köprülerini önlemede en etkili yöntemdir. Yalıtımın içten yapıldığı durumlarda ısı köprülerini önlemek için duvardaki ısı yalıtımın, döşeme ve tavanlara belli bir mesafe döndürülmesi gerekmektedir.

Pencere ve duvar bağlantılarında da ısı köprülerinin önlenmesi gerekmektedir. Özellikle pencerelerin değiştirilmesi mevcut ısı yalıtımına zarar verebileceği için ek uygulamalara ihtiyaç olabilir. Pencere değişiminde öncelikle ısı yalıtımının kesintisiz devam etmesi sağlanmalı, pencerenin ısı köprüsü olarak çalışmasına engel olunmalıdır. Pencere ile duvar arasında kalabilecek boşluklar doldurularak hava sızdırmazlığının sağlanması gerekir. Ayrıca, pencerelerin alt kısmında duvar ile arasında bulunan denizlikler de ısı köprüsü vazifesi görmemesi için iç ve dış kısımda bulunacak şekilde 2 parçadan oluşturulmalıdır (Toplu, 2018).

2.5.3.4 Güneş Kontrol Elemanlarının Kullanımı

Güneş kontrol elemanları, güneşin istenmeyen etkilerini sınırlamak amacıyla bina cephelerinde kullanılan yapı elemanlarıdır. Yenileme projelerinde de sıklıkla tercih edilen bu yöntem ile aşırı ısınmanın önüne geçilmesi ve gün ışığının iç mekâna kontrollü alınması ile parlamanın engellenmesi hedeflenmektedir. Mevcut bina cephesine uygun biçimde belirlenen güneş kontrol elemanları ile toplam ısıtma ve soğutma yükünde %50 ile %79 oranında azalma sağlanabilmektedir (Yüceer, 2010).

Güneş kontrol elemanları için farklı sınıflandırmalar yapmak mümkündür. Genel olarak değerlendirildiğinde güneş kontrol elemanları kinetik durumuna göre sabit ya da hareketli olabilmekte; cephenin iç, dış yüzeyine veya iki cam arasına konumlandırılabilmektedir. Cephenin dışına monte edilen güneş kontrol elemanları ise şekillerine göre yatay, düşey ve kafes olmak üzere üç çeşide ayrılmaktadır. Bina cephesinin dışında konumlanan güneş kontrol elamanları, güneş etkilerinin binaya girişini sınırlandırdığı için diğer seçeneklere göre güneşin olumsuz etkilerinden korunma konusunda daha etkili olmaktadır.

Cephe yenilemelerinde farklı çeşitte güneş kontrol elemanları kullanılabilmektedir. Yatay, düşey ya da kafes biçimindeki elemanlar farklı sonuçlar vermektedir. Güneş kontrol elemanlarının seçiminde en önemli kriter güneş ışınlarının binaya geldiği yön ve açısıdır. Bu nedenle alternatiflerin seçiminde bu etkenler hesaba katılmalıdır. Örneğin yatay elemanlar güneş ışınlarının dikey olarak geldiği cephelerde etkili olabileceği için özellikle güney cephelerde tercih edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılacak güneş kontrol elemanının türü ve bileşenlerinin boyutları, bina içi ve dış mekân arasındaki görüşü kısıtlayabilmektedir (Kalemci, 2005).

Gün içinde güneşin konumunun değişmesi, mevsimler arasındaki farklılıklar ve değişebilen istekler, güneş kontrol elemanlarından her zaman istenilen performansın alınamamasına neden olabilmektedir. Bu noktada en uygun çözüm manuel ya da kendinden ayarlanabilen hareketli güneş kontrol sistemlerinin mevcut bina cephelerine entegre edilmesi olacaktır.

Cephenin dış yüzeyinde kullanılan güneş kontrol elemanlarının uygulanması aşamasında duvar ya da taşıyıcı sisteme bağlantıları düzgün yapılmalıdır. Dış koşullara maruz kalması nedeniyle rüzgâr yükleri hesap edilmeli, kullanılan malzemelerin hava koşullarına dayanıklı olması gerekmektedir.

Bina cephelerinin iç yüzeyinde de güneş kontrol elemanları kullanılabilmektedir. Stor, perde, jaluzi gibi elemanlar güneşin olumsuz etkilerinin sınırlandırılmasını sağlamaktadır. İçeriden uygulanan yöntemler, gün ışığının kontrolünü sağlayabilmekte ancak ısı artışına engel oluşturmamaktadırlar (Kalemci, 2005).

2.5.3.5 Işık Rafı Kullanımı

Işık rafları, genelde kat yüksekliği fazla olan binalarda pencerelerin göz seviyesi üzerine konumlandırılmaktadırlar. Pencerenin alt kısmında kalan alan görüşü sağlarken üzerinde kalan alan ise gün ışığının yansıtılarak iç mekâna alınmasını sağlamaktadır. Yatay bir eleman olan ışık rafları cephenin iç ya da dış yüzeyine monte edilebilmektedir (Yener, 2007).

Yenileme işlemlerinde kullanılan ışık raflarının binaya birçok katkısı bulunmaktadır. İlk olarak ışık rafları, dış çevreden gelen gün ışığını mekân içine yansıtarak mekân içine ışığı dağıtmakta ve böylece cepheye uzak olan alanların aydınlatılmasını sağlamaktadır. İkinci olarak güneşten gelen aşırı ışığı tavana yönlendirerek kamaşmayı engellemektedir. Işık rafının diğer bir katkısı ise pencereye yakın alanlara gölgeleme sağlayarak aşırı ısınmayı engellemesidir (Yener, 2007).

Mevcut bina cephelerine sonradan monte edilebilen ışık raflarının derinliği, bulunduğu bölge ve istenilen şartlara göre değişebilmektedir. Işık raflarının en üst verimi verebilmesi için güneş ışığının fazla miktarda alındığı güney cephesine ve iç mekânı yüksek tavanlı ve derin olan mekânların cephesine yapılması gerekmektedir (Yener, 2007).

2.5.4 Cephe Kaplamasına Yönelik Müdahaleler

Bina cepheleri birçok katmandan meydana gelmektedir. Duvar gövdesinin iç ve dış yüzeye eklenen bu katmanlar, kaplama malzemeleri ile sonlandırılmaktadır. Günümüzde kaplama malzemeleri için farklı birçok alternatif bulunmaktadır. Kaplama malzemesinin çeşidine göre dış duvarın konumu değişebilmekte ve uygulanma tekniği farklılık gösterebilmektedir.

Cephe kaplama malzemeleri, dış duvarın görünen katmanı olması sebebiyle çoğu zaman estetik görevi üstlenmektedir. Dış koşullara karşı direkt olarak etkileşim içinde olan kaplama malzemelerinin estetik sağlamak dışında dış etkilere dayanıklı olarak binayı koruması gerekmektedir Dolayısıyla cephe kaplama malzemesi; rüzgâr, yağmur suyu ve güneş ışınlarına karşı dayanıklı, su geçirimsiz, ısı farklı altında karşı esneklik gösterecek ve yangına karşı dayanıklı şekilde tercih edilmelidir. Bu durumda tasarım ve planlama aşamasında çevresel etmenler göz önüne alınarak uygun kaplama malzemeleri karar verilmeli ve birleşim noktaları ona göre çözülmelidir (Deniz vd., 2012).

Cephe yenileme çalışmalarında kaplaması olmayan binaya kaplama ekleme, kaplama malzemesinin iyileştirilmesi ya da değiştirilmesi müdahaleleri uygulanabilmektir. Bu durumlarda iç ya da dış duvar yüzeyi analiz edilmeli ve seçilen kaplama malzemesinin uygulanma türü belirlenmelidir. Örneğin cephesinin dış yüzeyinde boya olan bir binada, cephe yenilemesi çalışması ile kompozit panel kaplama uygulanmaya karar verilmesi sırasında kompozit panellerin monte edileceği konstrüksiyonun binanın mevcut cephesi tarafından taşınabilmesi gerekmekte ve bu doğrultuda hareket edilmelidir.

Sonuç olarak, bina cephelerinde yenileme çalışmalarında yenileme nedenine ve amacına uygun olarak birçok yöntem bulunmaktadır. Binaya yönelik analizler yapıldıktan sonra çevresel etmenler dikkate alınıp kullanıcı ve denetleyici gözetiminde seçilen yöntemler uygulanmalıdır. Tüm bunlar için doğru bir strateji izlenmesi elzemdir.

2.5.5 Ek Hacimlere Yönelik Müdahaleler

2.5.5.1 Balkon İyileştirmeleri

Balkonlar, çoğunlukla binalardaki yalıtım malzemelerinin devamlılığını bozacak şekilde uygulanmaktadırlar. Bu nedenle binalarda ısı köprüleri oluşturarak ısı kayıplarına neden olmaktadırlar. Balkonların oluşturduğu ısı köprülerini engellemenin iki yöntemi bulunmaktadır. Bunlar; balkonların yalıtımla kaplanması ve balkonların cam ile kapatılarak güneş odası oluşturulmasıdır (Gönlüol, 2014).

Balkonların Isı Yalıtımı İle kaplanması:

Balkonların ısı yalıtımı ile kaplanması, ısı geçirgenliği yüksek olan elemanların dış ortam ile bağlantısını keserek ısı köprülerine engel oluşturmaktadır. Bu yöntemde balkon döşemesinin, ön ve yan duvarların iç ve dış yüzeyleri yalıtımla kaplanmalıdır. Bu şekilde cephede dış duvardaki yalıtımın balkonlarda kesintiye uğramadan ve ısı köprülerine izin vermeyecek biçimde devam ettirilmesi sağlanmış olmaktadır (Gönlüol, 2014).

Balkonların Cam İle Kapatılması (Güneş Odası):

Balkonların camla kapatılarak güneş odası oluşturulması ile dış ortamdaki havanın iç mekânla ilişkisi kontrol altına alınmaktadır. Böylece ısı köprülerinin önüne geçilmektedir. Ayrıca balkonun kapatılması ile oluşturulan hacim, gün boyunca toplanan ısıyı depolamaktadır. Bu ısının iç mekâna aktarılması, özellikle soğuk havalarda mekân içindeki sıcaklığın istenilen seviyeye çıkarılmasını sağlamaktadır ancak yazın istenmeyen ısı kazanımları elde etmelerinden dolayı belli problemlere sebep olabilmektedirler. Bu doğrultuda balkonların kapatılmasında kolay ve büyük açıklık sağlayabilen doğrama sistemleri kullanılmalıdır. Doğru tasarım ile güneş odaları, iç mekândaki enerjinin verimli kullanılması mümkün hale getiren tampon bölge görevi görmektedir (Yardımcı, 2019).

Balkon camlarının kapatılmasında sürgülü katlanır çerçevesiz cam balkon sistemi ya da PVC doğramalı çift camlı sistemler yaygın olarak tercih edilmektedir. Kullanılan cam türü istenilen performansını sağlayacak şekilde seçilmelidir (Toplu, 2018). Balkonların geleneksel olarak camla kapatılmasına alternatif olarak şeffaf membran perdeler de kullanılabilmektedir. Membran alternatif güneş alanı teknolojisi olarak adlandırılan yöntemde membranlar makaralı sistemde tek ve kayar sistemde çift kat olarak tasarlanabilmektedir (Macieira vd. 2019).

Balkonlarda yapılan tüm yenileme müdahalelerinin etkinliği, binadaki tüm balkonlarda aynı işlemlerin yapılmasına göre değişmektedir. Binadaki bütünlüğün sağlanamadığı durumlarda yapılan müdahalelerden tam sonuç alınamayacaktır.

2.5.5.2 Açık ya da Kapalı Hacim Ekleme

Binalarda, tasarım doğrultusunda açık ya da kapalı çıkmalar uygulanabilmektedir. Herhangi bir çıkmanın yapılmadığı mevcut binalarda, değişen istek ve ihtiyaçlar doğrultusunda ek hacim gerekliliği duyulabilmektedir. Eklenen hacim açık ya da kapalı olabilmektedir.

Mevcut binalara ek olarak düşünülen hacimlerin en sık kullanılanı balkonlardır. Balkonlar mevcut bina cephesine entegre edilmeden önce bina cephesindeki duvar ve taşıyıcı sistemin durumu analiz edilmelidir. Taşıma kapasitesi yeterli olan bina cephelerine balkonların eklenmesi için uygun birleşim detayları çözülmeli, aksi takdirde eklenecek olan balkonların kendi taşıcılarının hazırlanması gerekmektedir. Bu işlem ek maliyet ve inşa alanı ihtiyacı oluşturacaktır. Cephe performansının yükseltilebilmesi için eklenen balkonların kapatılması da tercih edilebilmektedir (Sarihi vd., 2021).

Mevcut bina cephelerinde eklenen kapalı hacimler ile bütün binanın olmasa bile iç mekânlara denk gelen pencerelerin ihtiyaca göre doğrultusunun değiştirilmesi sağlanabilmektedir. Bu yöntem ile güneş ışınlarından elde edilen faydalar, binanın ihtiyacına göre uyarlanabilmektedir.

Cephelere entegre edilen açık ve kapalı hacimlerin uygulanması sırasında mevcut cepheye zarar verilememelidir. Eklenen hacimler ile mevcut cephenin bütünlüğü sağlanmalı; ısı köprüleri ve hava sızıntısı engellenmelidir.

2.5.6 Çok Kabuklu Cephelere Yönelik Müdahaleler

2.5.6.1 Çift Duvar Uygulaması

Cephelerde, bina fonksiyonlarının yerine getirilmesi için çift duvar tasarımı yapılabilmektedir. Bu uygulama, mevcut bina cephelerinde yenileme işlemlerinde de tercih edilebilmektedir. Binadaki ısı ve ses yalıtımının yetersiz olduğu durumlarda, mevcut cephe duvarının iç ya da dış tarafına ikinci bir duvar uygulaması yapılabilir.

Duvar katmanları arasına ısı yalıtım malzemelerini konulması, ısı yalıtım özelliğini arttırmaktadır. Ancak burada önemli nokta ısı köprülerinin önlenmesini sağlamaktır. Aksi takdirde duvarlar arasındaki ısı yalıtım malzemesinin pek bir katkısı olmayacaktır (Başarır, 2013).

Duvarı oluşturan katmanlar arasında hava boşluğu bırakılması, cephenin ses yalıtım özelliğini arttırmaktadır. Katmanlar arasının kapalı gözenekli malzemeler ile doldurulması ses yalıtım özelliğinin azalmasına neden olacaktır (Eriç, 2002).

Boşluklu ya boşluksuz olarak kurgulanan çift duvar uygulamalarında, katmanların beraber çalışabilmesini sağlamak amacıyla iki duvar elemanı yatayda ve düşeyde 50 cm aralıklarla birbirlerine bağlanmalıdır (Url-4).

2.5.6.2 Çift Kabuklu Cam Cephe Uygulaması

İki cam cephenin kullanılması ile oluşturulan çift kabuklu cepheler, aralarındaki hava boşluklarının boyutuna göre 4 çeşide ayrılmaktadır. Bunlar; bina yüksekliğinde, kat yüksekliğinde, kutu pencere tipi ve şaft tipi çift kabuklu cephelerdir (Kılınç, 2015).

Çift kabuklu cam cepheler, binada istenilen koşulların oluşturulmasında en etkili cephe türlerinden birisidir. Bu cephelerde kullanılacak farklı cam tiplerinin sağladığı avantajların yanı sıra iki cam ünite arasında yer alan hava boşluğu cepheye önemli nitelikler kazandırmaktadır. İç ve dış katman arasında yer alan hava boşluğu, tampon bölge oluşturarak ısı performansını yükseltirken, yerleştirilecek ek elemanlar ile güneş kontrolü sağlanabilmektedir. Ayrıca doğru tasarım ile iç ve dış kabukta yerleştirilen açılır pencere ve menfezler, binanın doğal havalandırılmasını sağlamaktadır (Dikmen, 2016).

Çift kabuklu cam cepheli sistemlerin mevcut binalara uygulanması, çeşitli zorluklar barındırmaktadır. Binanın durumu iyi analiz edilmeli ve hangi tip cephenin uygulanacağına karar verilmelidir. İkinci cam cephenin, mevcut cephenin içine mi dışına mı ekleneceği bu analizler doğrultusunda belirlenmelidir. Örneğin bina yüksekliğindeki ya da şaft tipi cephe, binanın mevcut döşemeleri nedeniyle cephe içine katman eklenmesiyle elde edilememektedir. Bunun gerçekleştirilmesi cephe yenilemesine ek olarak bina bütününde kapsamlı bir yenileme projesi uygulanmalıdır. İkinci cam cephenin dışarıdan eklendiği durumlarda, binaya etkiyen dış yükler hesaplanmalıdır. Ayrıca binanın taşıyıcı sisteminin eterli kalmayacağı durumlarda eklenen cephe, kendi kendini taşıyacak şekilde inşa edilip bina tespit edilmelidir.

2.5.6.3 Trombe Duvarı

Isı depolayıcı duvar sistemi ya da güneş duvarı olarak da isimlendirilen trombe duvar sistemleri, güneş enerjisinden faydalanarak bina performansına katkıda bulunmak amacıyla uygulanmaktadır. Trombe duvar sistemi; dış tarafta cam yüzey, ortada hava boşluğu, iç tarafta ise hava geçişleri için boşluk bulunan masif duvardan oluşmaktadır.

Güneş ışınlarının bina içine alınması ile cam ve duvar arasındaki hava boşluğu ısıtılmaktadır. Isınan hava masif duvarın üst kısmında bulunan açıklık ile iç mekâna alınmakta, mekândaki soğuk hava ise masif duvarın altında boşluktan cam ile duvar arasına alınmaktadır. Güneş ışınlarının olmadığı gece vaktinde ise masif duvarda depolanan ısı iç mekânın ısıtılmasını sağlamaktadır. Sıcak ve soğuk havanın sirkülasyonunu sağlayan bu sistem hem enerji tüketimi yapılmadan ısı kayıplarını engellemektedir. Oluşturulan sistemin yaz mevsiminde de etkili olabilmesi için cam yüzeye açılır kanatlar yerleştirilmelidir. Bu sayede doğal havalandırma da sağlanabilmektedir (Mazria, 1979).

Cephede trombe duvar uygulamasında bileşenlerden birisi olan masif duvarın ısı tutuculuğu önemli bir husustur. Bu duvarda beton, tuğla, taş ve kerpiç gibi ısı depolayabilen dolgu malzemeleri kullanılmalı ve ısıyı soğurması için koyu renge boyanmalıdır. Trombe duvarlar, binaların güney cephelerinde etki olabilmektedir. Doğru olarak uygulanan trombe duvarlar %70 oranında enerji tasarrufu sağlayabilmektedir (Tunçalp vd., 2002).

2.5.6.4 Su Duvarı (Bidon duvar)

Bidon duvar olarak da adlandırılan su duvarları, cam elemanının iç tarafına içerisinde su ya da başka bir sıvı bulunan tüplerin yer aldığı ısı tutucu duvarın konumlandırılması ile oluşturulmaktadır. Bu sistemlerde güneş ışınları koyu renkli duvar yüzeyleri tarafından tutulmakta ve içerisindeki sıvıyı ısıtmaktadır. Isı depolanan duvarların ısıyı mekân içine aktarılması ile enerji tasarrufu sağlanmış olmaktadır (Mazria, 1979).

Bidon duvar uygulaması, trombe duvardaki gibi büyük bir masif duvara açılan kanallar ile oluşturulabilmektedir. Dış çevre ile görsel ilişkinin kesilmemesi istenilen durumlarda ise pencerelerin altındaki parapet duvarı yüksekliğinde ya da şeffaf cephe elemanlarının arkasında belirli genişliklerde yapılabilmektedir. Bu durumlarda su duvarlarının enerji etkinliğine katkısı azalmaktadır.

2.5.6.5 Bitkilendirilmiş Cephe

Bitkilendirilmiş cephe sistemleri, bina cephelerinin bitki ile kaplanması ile oluşturulmaktadır. Bitkilendirilmiş cephe sistemleri; doğrudan duvara sardırma, panel aracılığı ile duvara sardırma, alt tabakaya oturtulan saksılar ile taşıma ve keçeli sistem ile taşıma olmak üzere 4 farklı teknikte uygulanabilmektedir (Perini vd., 2011).

Mevcut bina cephelerinde dış yüzeyden entegre edilen bu sistemler, bitki ve cepheyle bitki arasındaki hava aracılığı ile yalıtım sağlamakta böylelikle iç mekandaki ısıyı korumaktadır. Dolayısıyla binaya ait ısıtma ve soğutma maliyetlerini azaltmaktadır. Bu sistemlerin soğutma harcamaları üzerindeki olumlu etkisi (%43), ısınma harcamalarındakine (%1,2 – 6,3) kıyasla daha yüksektir. Bitkilendirilmiş cepheler, bina cephesini dış hava koşullarına karşı koruyarak zarar görmesini engellemekte, cephenin kullanım ömrünü uzatmaktadır. Ayrıca farklı renkteki bitki seçenekleri ile binanın estetik görünüm kazanmasına yardımcı olmaktadır (Perini vd., 2011).

2.5.7 Prefabrike Cephe Sistemleri

Bina cepheleri, sunduğu avantajlar nedeniyle prefabrike olarak inşa edilebilmektedirler. Bu sistemler, cepheden beklenen performans ölçütlerini karşılamak amacıyla farklı katmanlar içerecek şekilde tasarlanmaktadır. Bu sistemler şeffaf ya da opak özellikte olup her iki tipte bileşenleri birlikte barındırabilirler.

Prefabrike cephe sistemleri, sabit ya da kinetik elemanlardan oluşturulabilirler. Bu durumda cephe sisteminin katmanlarında hareketli bileşenler tasarlanmalıdır. Hareketli bileşenler manuel ya da otomatik olarak aktif hale getirilebilmektedirler. Kinetik elemanlarını barındıran cephe sistemleri, kullanıcının farklı ihtiyaçlarına, rüzgâr, ısı ve ışık gibi dış faktörlere karşı cevap verebilmeleri nedeniyle cepheden beklenen performansı en üst düzeyde karşılamaktadır.

Prefabrike cephe sistemleri, cephesi yenilenecek binanın durumuna göre mevcut katmanlara eklenebilmekte aynı zamanda cephesi tamamen yıkılan binaların cephesinin inşa edilmesinde kullanılabilmektedir. Bu sistemler cephenin tasarımına göre modüler olarak üretilebilmektedir.

2.5.8 Enerji Üretimine Yönelik Müdahaleler

2.5.8.1 Güneş Kolektörlerinin Kullanımı

Güneş kolektörleri, güneş ışınlarından faydalanılarak binanın ısıtılması ve sıcak su ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılmaktadır. Güneş ışınlarının, kolektörlerin üzerinde bulunan emici yüzey sayesinde arkasında bulunan boruların içindeki su ya da farklı bir akışkanı ısıtması prensibine dayanmaktadır. Elde edilen ısının bina içinde kullanılması ile enerji tasarrufu sağlanmakta ve CO_2 emisyonu azaltılmaktadır (Boduroğlu & Kariptaş, 2010).

Güneş kolektörlerinin verimli olarak kullanılabilmesi için binanın uygun cephesine doğru tekniklerle monte edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda maksimum verimle çalışmasını sağlamak amacıyla kolektörler, güneş alan yöndeki cephelere ve güneş ışınlarını dik alacak eğimde yerleştirilmelidir.

2.5.8.2 Fotovoltaik (PV) Panellerin Kullanımı

Fotovoltaik paneller (PV), güneş ışınlarının elektrik enerjisine dönüştürülmesini sağlayarak enerji üretimi sağlayan sistemlerdir. Binalarda fotovoltaik panellerin kullanımı sayesinde ısıtma, aydınlatma gibi birçok ihtiyaç için gerekli elektrik enerjisi sağlanmış olmaktadır (Sayın, 2006).

Yaygın olarak çatılarda kullanılabilen fotovoltaik panellerin geliştirilmesi ile bina üzerinde birçok yerde ve işlevde kullanılabilmesi mümkün hale gelmiştir. Paneller yarı saydam ve opak özellikte ve farklı renklerde üretilebilmektedir (Yüceer, 2010). Bu özellikleri ile fotovoltaik paneller; cephelerde giydirme ya da kaplama olarak, güneş kontrol elemanı olarak ve balkon korkuluğu olarak kullanılabilmektedir.

Fotovoltaik paneller, enerji üretiminde bulunarak binanın enerji performansına katkıda bulunmaktadır. Panellerin cephe üzerinde farklı görevlerde tercih edilmesi, enerji üretimi yanında binaya ısı yalıtımı, güneş kontrolü, ses yalıtımı, gün ışığı kullanımı ve görsel konfor sağlamada yardımcı olmaktadır (Ünver, 2013).

Fotovoltaik paneller, tasarım aşamasında düşünülebileceği gibi (BIPV) mevcut bina cephelerine sonradan da ilave edilebilmektedir (BAPV). Mevcut bina cephesine eklenecek olan fotovoltaik paneller, cephede yapı elemanlarına ek monte edilebileceği gibi yapı elamanlarının yerine de tercih edilebilmektedir (Ünver, 2013). Mevcut binaya uygulanan fotovoltaik paneller, yapının dışında bulunmaları nedeniyle dış

koşullara dayanaklı olmalı, rüzgâr yüklerini karşılayacak sağlamlıkta monte edilmelidir.

Fotovoltaik panellerin verimi, eklendiği cepheye, üretimde kullanılan malzemelere, panelin eğimine, binanın yönlenmesine, güneşlenme süresine ve elektrik üretim verimine göre değişmektedir (Sayın, 2006).

Fotovoltaik panellerin ilk yatımı ücretleri fazladır ancak uzun ömürlü olmaları ve kendilerini amorti edebilecek kadar enerji üretimi sağlamaları nedeniyle mevcut bina cephelerinin yenileme işlemlerinde tercih edilebilmektedir. Uygulama öncesi bina ve çevre şartları gözetilerek maliyet hesabı yapılmalı ve karar verilmelidir.

2.5.8.3 Rüzgâr Türbinlerinin Kullanımı

Cepheler aracılığı ile enerji üretimini sağlanması uygulamalarından bir tanesi, rüzgâr türbinlerinin kullanılmasıdır. Rüzgâr türbinleri, rüzgârın sağladığı kinetik enerjinin sırasıyla mekanik enerjiye ve elektrik enerjisine dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır (Yardımcı, 2019).

Mevcut bina cephelerine rüzgar türbinlerinin entegre edilmesi binanın enerji performansına katkıda bulunacaktır. Sistemin verimi ise binaya göre farklılıklar gösterebilmektedir. Öncelikle binanın bulunduğu yerin rüzgâr analizi yapılmalı ve yatay ve düşey eksenli olarak sınıflandırılan rüzgâr türbinlerinin kullanımına karar verilmelidir. Daha sonra mevcut bina cephesinin durumu değerlendirilerek rüzgar türbininin entegre edilmesi için uygun detaylar çözülmelidir (Pak & Orhon, 2019).

2.6 Bölüm Değerlendirmesi

Ulaşılan kaynaklarda, cephe yenileme çalışmalarında kullanılan yöntemlerin farklı adlandırmalar ile ifade edildiği görülmektedir. Müdahalelerin uygulandığı cephelerdeki işlemler yenileme ya da Tablo 2.1'de de gösterilen ilişkili kavramlar ile tanımlanmıştır. Bu bağlamda, literatürde yenileme kavramı ile ilgili karmaşık bir anlatım hâkimdir.

Mevcut binalarda cephe yenilemesi birçok faktör nedeniyle yapılabilmektedir. Ulaşılan çalışmalarda cephe yenilemesinin tek, bir nedenden ortaya çıkabildiği gibi birçok nedenin birlikte etkisi ile de uygulanabildiği görülmüştür. Bu nedenler,

yenileme için seçilen yöntemi ve yöntemin niteliğini etkilemiştir. Bölümde, cephe yenileme nedenleri ilgili başlıklar altında derlenerek açıklanmıştır.

Literatürde cephe yenilemesi çalışmalarında birçok yönteme başvurulduğu tespit edilmiştir. Bu yöntemler, uygulamalarda kullanılan malzemelerin niteliği ve detay çözümlerine göre farklı etkide sonuçlar gösterebilmektedir. Çalışmalarda, aynı yenileme nedenine karşılık farklı yöntemlerin kullanılabildiği gibi farklı nedenlerde aynı yöntemlerin kullanıldığı da görülmüştür. Bu durum, yenileme yöntemlerinin çoğunun bir değil birden çok performans kriterine katkı sağlaması sebebiyle ortaya çıkmıştır. Bölümde yenileme yöntemleri, etki ettiği yapı elemanı ya da sağladığı faydalar göz önünde bulundurularak gruplandırılmıştır. Yöntemlerin uygulanmasında kullanılabilecek malzemeler ya da detay çözümleri, ilgili başlıklar altında anlatılmıştır. Çalışmalarda cephe yenileme uygulamalarında kullanılan yöntemlerdeki farklılıkların asıl olarak binanın mevcut durumundan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

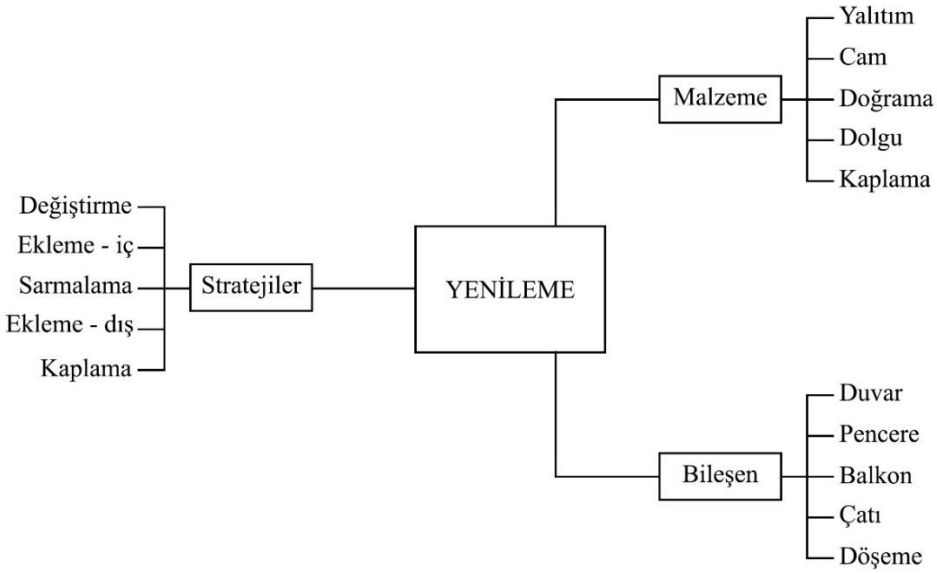
Cephe yenileme konusunda literatürde birçok yenileme yöntemi bulunmakta ancak tüm yenileme yöntemlerinin göz önünde bulundurularak değerlendirildiği çalışmaya rastlanmamaktadır. Cephe yenileme çalışmalarının tam anlamıyla başarıya ulaşabilmesi için literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi; cephe yenileme nedenleri, yenileme yöntemleri ve mevcut bina cephesinin durumu arasında ilişki kurularak cephe yenileme uygulamalarının sistemli bir hale getirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, tezin bu bölümünde detaylı bir literatür taraması yapılmış ve sonuçlar gruplandırılarak analiz edilmiştir. Bölümde anlatılan bilgiler ışığında cephe yenileme konusu ile ilgili eksiklikler belirlenebilmiş, yaklaşımı güçlendirecek ortak noktalar analiz edilmiştir. Sonuçta; literatürdeki kaynaklardan elde edilen tüm çıkarımlar, cephe yenileme çalışmalarına dair sistematik bir yaklaşımın hazırlanmasına destek olmuştur.

3. BİNA CEPHELERİNİN YENİLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM

3.1 Cephe Yenileme İle ilgili Stratejilerin Değerlendirilmesi

Ebbert (2010) yenileme stratejilerini; mevcut cephenin tamamen değiştirilmesi, cephenin korunarak iç veya dış yüzeylerinin iyileştirilmesi, cephenin iç ve dış taraflarına ek kabuk eklenmesi olarak 5 sınıfa ayırmıştır. Bu başlıklar altında pencere değişimi, ek ısı yalıtımı ve çift kabuk cephe sistemlerini incelemiştir.

Konstantinou ise (2014), yenilemeleri strateji, malzeme ve bileşen olarak üç farklı başlıkta ele almıştır (Şekil 3.1). Stratejiler başlığı altında yenileme müdahalesinin mevcut bina cephesi ile kurduğu ilişkiyi ve cephedeki konumunu sıralamıştır. Buna göre:



Şekil 3.1 : Yenileme için sınıflandırma (Konstantinou, 2014)

- Değiştirme; dış cephe elemanlarının yenilenmesini
- Ekleme-İç; içten yalıtımı ve iyileştirme yöntemlerini,
- Sarmalama; cephenin dıştan yalıtımını, balkonların kapatılmasını ve ikincil bir kabuk ya da katman oluşturulmasını (gölgeleme elemanları kullanımını)

- Ekleme-Dış; ek alan gerektiğinde binaya küçük eklentiler yapmayı (yeni küçük balkon vb.)
- Kaplama; yan yana olan 2 binayı ya da bina uzantısını birleştirmeyi, kapatmayı ifade etmektedir.

Loussos vd. (2015), literatür taraması ve inşaat deneyimlerine dayanarak cephe yenileme stratejileri ile ilgili genel bir sınıflandırma yaparak 3 farklı strateji ve bunlara dahil yenileme müdahaleleri sunmuştur (Şekil 3.2):

- Komple cephe değişimi:

  -Sadece taşıyıcı sistem kalacak şekilde cephe kaldırılır.

  -Yeni cephe binaya eklenir.

- Dış yükseltme:

  -Mevcut balkonlar cam ile kapatılır.

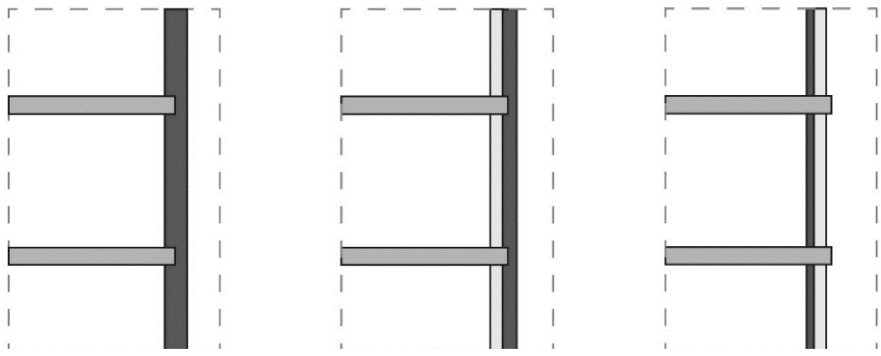
  -Tüm camlar, yalıtımlı cam ile değiştirilir.

  -Mevcut cephenin üstüne harici olarak yalıtımlı bir bitirme sistemi veya havalandırmalı kaplama eklenir.

- İç yükseltme:

  -Mümkün olan yerlere iç yalıtım eklenir.

  -Tüm camlar, yalıtımlı cam ile değiştirilir.



Şekil 3.2 : 3 cephe yenileme stratejisi (Loussos vd. 2015)(solda komple değişim, ortada dış yükseltme, sağda iç yükseltme)

Osterreicher (2018), bir okul binası için enerji etkin yenileme stratejileri geliştirmiştir. Cephe için enerji talebini azaltan, verimli enerji kullanımı sağlayan ve yenilenebilir

enerji sistemlerini dâhil eden sistemler olmak üzere 3 çeşit strateji oluşturmuş ve bu stratejilere yönelik müdahaleler planlamıştır.

Sarihi vd. (2021), enerji etkinliği sağlamaya yönelik olarak yapılan cephe yenileme çalışmalarını inceleyerek yapılan müdahaleleri şu şekilde kategorize etmiştir:

> *Enerji Tasarruf Önlemleri:* Bu önlemler yasaklayıcı önlemlerdir. Binadaki ısıyı korumayı amaçlar. Sabit bir iç ortam sıcaklığını korumak ve enerji tüketimini en aza indirmek için bina cephesinden kaynaklanabilecek önemli ısı kazancını/kayıplarını önlerler. Bu önlemlerin mevcut cepheye kalıcı olacak şekilde uygulanmaktadır. Örnek uygulamalar; yalıtım eklenmesi, pencere iyileştirmesi, pencere-duvar oranı kontrolü ve hava sızdırmazlığı sağlayan müdahalelerdir.
>
> *Enerji Modülasyon Önlemleri*: Bu müdahaleler, güneş enerjisiyle çalışan ısıtma ve soğutma teknolojileri (yılın belirli dönemlerinde pasif soğutma veya ısıtma) sağlayarak binanın enerji performansını geçici olarak kontrol etmeyi sağlamaktadırlar. Ayrıca bazı dış bileşenlerin binaya bağlanmasına izin vererek ısı kazancını ve kaybını azaltır. Yalnızca belirli iklim koşullarında uygulanabilirler ve farklı bir iklim bağlamında ters etki yapabilirler. Örnek uygulamalar; ısıcamlı cephe, opak havalandırmalı cephe, cephe kaplamaları, gölgeleme elemanları, yeşil cephe ve faz değiştiren malzemeli cephe.
>
> *Birleşik Önlemler:* Bu önlemler, enerji modülasyon ve enerji tasarruf önlemlerinin birleşimi ile oluşmaktadır.
>
> *Enerji Üretim Önlemleri:* Optimum enerji verimliliği elde etmek için bina cephesine entegre edilen uygulamalardır. Örnek olarak fotovoltaik paneller (PV) verilebilir.

Tıkır (2009), cephe yenilemelerinde kullanılabilecek olan seçenekleri; saydam kabuk bileşenleri, opak kabuk bileşenleri, güneş kontrol elemanları ve güneş enerjisinden faydalanmak için kullanılan paneller olmak üzere dört kısımda ele almıştır.

Başarır (2013), yenilemede cepheden beklenen performans ölçütlerini yükseltmek amacıyla yapılan müdahaleleri duvar ve pencerelerde uygulanan teknikler olarak değerlendirmiştir.

An & Lee (2018), 1950 ve 1960 yılları arasında Güney Kore'nin Seul kentinin Jongno bölgesinde inşa edilen binalardan 41 tanesinin 2001 ve 2017 yılları arasındaki cephe yenileme çalışmalarını araştırmıştır. Bu binaların cephelerindeki yenilemeler binaların kullanım ömürlerini uzatabilmek ve yıkımlarını önlemek amacıyla yapılmıştır. Yenileme yapılırken bölgenin mimari özelliklerinin korunması da hedef edinilmiştir. Cephesi yenilenen 41 binanın 12 tanesinde orijinal bina cephesinden tamamen farklı, 15 tanesinde orijinal binayla kısmen farklı ve 14 tanesinde mevcutta bulunan binanın cephesine benzer özelliklerde cephe yenilemesi yapılmıştır.

Güçyeter & Günaydın (2012) çalışmasında, mevcut bir ofis binasının enerji açısından güçlendirilmesi için bina kabuğu üzerinde küçük, orta ve ana seviyede müdahale stratejileri sunmuştur. Yapı elemanlarının bireysel olarak güçlendirildiği çalışmada, giderek daha fazla performans vermelerini sağlayacak şekilde strateji oluşturulmuştur. Örneğin cephenin gövdesini oluşturan mevcut tuğla duvar üzerine; küçük seviyede 40 mm XPS ısı yalıtımı ve 30 mm tuğla kaplama, orta ve ana seviyede 30 mm XPS ısı yalıtımı ile 6 mm ahşap cephe kaplaması arasına 30 mm hava boşluğu önerilmiştir. Bu öneri, pencere bileşenleri ve beton duvarların katmanları için de uygun şekilde değerlendirilmiştir.

Literatürde, cephe yenileme çalışmalarına dair bir strateji geliştirme çabası bulunmaktadır. Bu çalışmaların genelinde, enerji etkinliğini hedefleyen çalışmalara odaklanılmıştır. Yöntemlerin kullanılan malzeme, cephede etki ettiği yapı elemanı, müdahalenin konumu ya da cepheyle kurduğu ilişkiye göre yöntemlerin sınıflandırılması yoluyla stratejilerin oluşturulmaya çalışıldığı görülmüştür. Ayrıca; yapılan müdahalelerin aynı yöntemlerle fakat kullanılan malzeme niteliği farklılıkları ile farklı etki derecelerinin değerlendirildiği ya da yenileme sonucunda cephede oluşan görsel değişikliklerin birbirleri ile kıyaslandığı çalışmalara rastlanmıştır.

Strateji önerilen çalışmalara bakıldığında, farklı yenileme nedenlerini karşılayan ve tüm cephe yenileme yöntemlerinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Tez çalışmasında, literatürde yer bulan tüm yenileme yöntemlerini kapsayan ve mevcut bina cephesinin katmanları ile ilişkinin kurulduğu bir strateji önerilerek cephe yenileme çalışmalarının sistemli bir hale getirilmesi hedeflenmiştir.

Strateji çerçevesinde, cephe yenileme yöntemleri detaylıca incelenmiş ve seçimlerindeki farklılıkların cephenin mevcut durumundan kaynakladığı görülmüştür.

Ayrıca tercih aşamasında bina cephesinin tümündeki işlemlerin yasal ekonomik ya da çevresel faktörlerden etkilenildiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, yenileme yöntemlerini cephedeki mevcut katmanların hangisine ve hangi teknik ile uygulandığı irdelenmiştir. Ebbert (2010), Konstantinou (2014) ve Loussos vd. (2015) çalışmalarından faydalanılarak yenileme yöntemlerinin teknikleri ve cephede gerektirdiği işlemler sınıflandırılmıştır.

Cephe yenileme yöntemlerinin, mevcut cephenin durumuna göre şu tekniklerde uygulandığı görülmüştür:

- Onarım
- Değişim
- Ekleme
- Yeniden Yapım

Yukarıda belirtilen teknikler, yenileme yöntemlerinin bireysel yenilenmelerini ifade edebildiği gibi aynı zamanda cephenin tümünün yenilenme durumunu da karşılayabilmektedir.

Cephe yenileme yöntemlerinin uygulanma tekniklerinin sınıflandırılması ve literatürde yer alan çalışmalar, tez kapsamında önerilen cephe yenileme stratejisinin alt yapısını oluşturmaktadır. Mevcut bina cephelerinin yenilenmesi, uygun müdahalenin seçilebilmesi ve uygulanabilmesi için konu ile ilgili literatüre dayanarak bir yeniden değerlendirme yapılmıştır.

3.2 Cephe Yenileme Düzeyi

Cephe yenileme uygulamalarının sonuç verebilmesi için binadaki mevcut cephenin durumu ve kullanılacak yöntemler birlikte değerlendirilmelidir. Cephenin durumuna göre ihtiyacı karşılayacak olan alternatifler arasından uygun yöntem seçilmeli, karar verilen yöntemin uygulanma tekniğine göre de cephede gerekli hazırlıklar yapılmalıdır.

Cephe yenileme çalışmalarında, mevcut bina cephesinin durumları farklılık gösterebilmekte; ilgili paydaşların yenilemeden beklentileri, sahip oldukları olanaklar ve binaya etkiyen kısıtlamalar farklı olabilmektedir. Bu noktada cephede yenileme çalışmasının hangi düzeyde yapılacağına karar verilmelidir. Yenileme yöntemlerinin vereceği sonuçlara göre düzeyleri değişebilmektedir. Yenileme düzeyi belirlenmeden

önce, mevcutta bulunan cephe detaylı bir şekilde analiz edilmeli; cepheyi oluşturan yapı elemanlarının, cephe yenilemesine yol açan neden ve istekleri ne ölçüde karşılayabileceği değerlendirilmelidir. Buna göre, karar verilen düzeye göre amaca yönelik yöntemler seçilmelidir.

Giebeler vd.(2009) ve Konstantinou (2014) çalışmalarında yenileme kavramını tanımlamak için yenileme işlemlerini küçük müdahaleden büyük müdahaleye doğru olacak şekilde sıralamış ve yenileme ile yakın anlamlı ya da yenilemenin alt kavramlarını bu sıralama içerisine konumlandırmışlardır (Şekil 2.2, Şekil 2.3). Ancak bu çalışmalarda yenileme yöntemlerinin değerlendirilmesi söz konusu olmadığı gibi yenileme düzeyine yönelik bir hiyerarşi de bulunmamaktadır.

Yenileme çalışmalarının sistematik bir hale getirilmesi için çeşitli sınıflandırmalar yapmak ya da stratejiler önermek mümkündür. Literatürde; yenileme sonucunun görsel olarak mevcut binaya benzer, kısmen farklı ya da tamamen farklı olma durumu, yapı elemanı bazında küçük, orta ve ana seviyede önerilerin getirilmesi gibi çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmalar, yenileme düzeyini belirlemeye yönelik çalışmalar olsa da cephe yenilemede kullanılan sınırlı sayıda yönteme hitap etmekte ya da az sayıda performans etkenine göre değerlendirilmektedir (An & Lee, 2018), (Gucyeter & Gunaydin, 2012).

Bu çalışmada, bina cephelerinde yenileme çalışmalarında belirlenecek olan yöntem ile mevcut bina cephesinin durumunun ilişkisinin kurulabilmesi için bir strateji önerilmiştir. Bu noktada yenileme yöntemlerinin uygulanma teknikleri değerlendirilerek farklı düzeyler tanımlanmıştır.

İncelenen tüm bu çalışmalardaki sınıflandırma, strateji ve tanımlamalardan yola çıkılarak yenileme çalışmaları düzeylerine göre dört aşamaya ayrılmıştır:

- Basit düzeyde yenileme
- Orta düzeyde yenileme
- Yüksek düzeyde yenileme
- Kapsamlı yenileme

Belirtilen dört ayrı yenileme düzeyi, cephe yenileme yöntemlerinin uygulanma teknikleri olan onarım, değişim, ekleme ve yeniden yapım işlemlerine göre belirlenmiştir (Tablo 3.1). Bu teknikler, aynı zamanda yenileme kavramını destekleyen alt kavramların değerlendirildiği çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Yenileme düzeylerinin belirlenmesinde mevcut bina cephelerinin tümü esas alınmaktadır. Sadece onarım yapılan çalışmalar basit, onarım ile birlikte mevcut elemanların iyileştirilmesi ya da değiştirilmesiyle yapılan çalışmalar orta ve bunlara ek olarak mevcuttaki yapı elemanlarına yapılan eklenmesiyle yapılan çalışmalar yüksek düzeyde yenileme ile tanımlanmıştır. Cephenin yeniden yapımı şeklinde olan çalışmalar ise kapsamlı düzeydeki yenilemelere dâhil edilmiştir.

Tablo 3.1: Bina cephelerinin yenilenmesi için sunulan yaklaşım

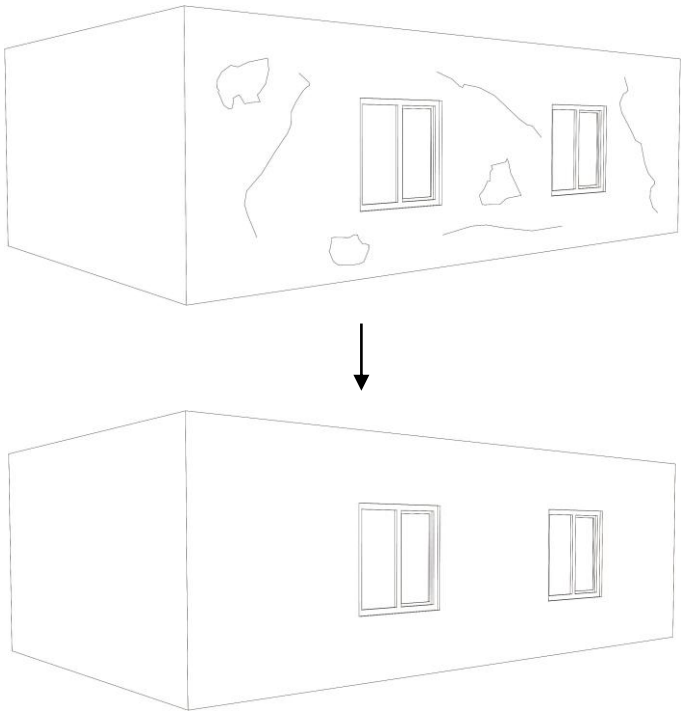
Basit düzeyde yenileme	**Orta düzeyde yenileme**	**Yüksek düzeyde yenileme**	**Kapsamlı yenileme**
Bina cephelerinin yüzeylerinde yapılan basit onarımlar	Bina cephelerinin yüzeylerinde yapılan basit onarımlar + Bina cephelerinde mevcutta bulunan yapı elemanlarının iyileştirilmesi, güçlendirilmesi veya değiştirilmesi	Bina cephelerinin yüzeylerinde yapılan basit onarımlar + Bina cephelerinde mevcutta bulunan yapı elemanlarının iyileştirilmesi, güçlendirilmesi veya değiştirilmesi + Bina cephelerinde mevcutta bulunan yapı elemanlarına yapılan eklenmeler	Bina cephelerinin tamamen kaldırılarak yeni bir cephe önerilmesi

Tablo 3.1'deki sıralama, cephe yenileme yöntemlerinin uygulanma tekniklerine göre hangi yenileme düzeyi kapsamına gireceğini göstermektedir. Bu sınıflandırma, aynı zamanda yenilemenin cephe performansına etkisini de ifade etmektedir. Strateji çerçevesinde sunulan dört düzey, kullanıcıya, binaya ve çevreye ait faktörlere, ekonomik yasal vb. kısıtlamalara karşı farklı alternatifler oluşturulmasına olanak sağlamıştır.

3.2.1 Basit Düzeyde Yenileme

Cepheler, bina içindeki ya da dışındaki birçok etkiye maruz kalmaktadır. Bu etkiler neticesinde cephelerin kullanımından kısa bir süre sonra bozulmalar meydana gelmektedir. Öncelikle yüzeysel olarak kendisini gösteren bozulmalar, bina cephesinin bütününde olabileceği gibi cepheyi oluşturan yapı elemanlarında tekil olarak da ortaya çıkabilmektedir. Kullanım sürecinde fazla yıpranmadan ya da ilk tasarım ve uygulamasındaki hatalı imalattan dolayı bileşen bazında sorunlar meydana gelebilmektedir. Cephede mevcutta bulunan yapı elemanlarında yüzeysel olarak gözüken ve tamirat, bakım ya da onarım gibi basit işlemlerle düzeltilebilen sorunlara karşı yapılan yenilemeler, basit düzeyde yenileme olarak sınıflandırılmıştır.

Bina cephelerinde basit düzeyde yenileme, cephede oluşabilecek daha ciddi problemleri önlemeye yönelik ya da isteğe bağlı estetik olarak iyileştirici yüzeysel müdahalelerdir (Giebeler vd. 2009). Bu nedenle etki düzeyleri düşüktür. Basit düzeyde yenileme işleminin prensibi Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



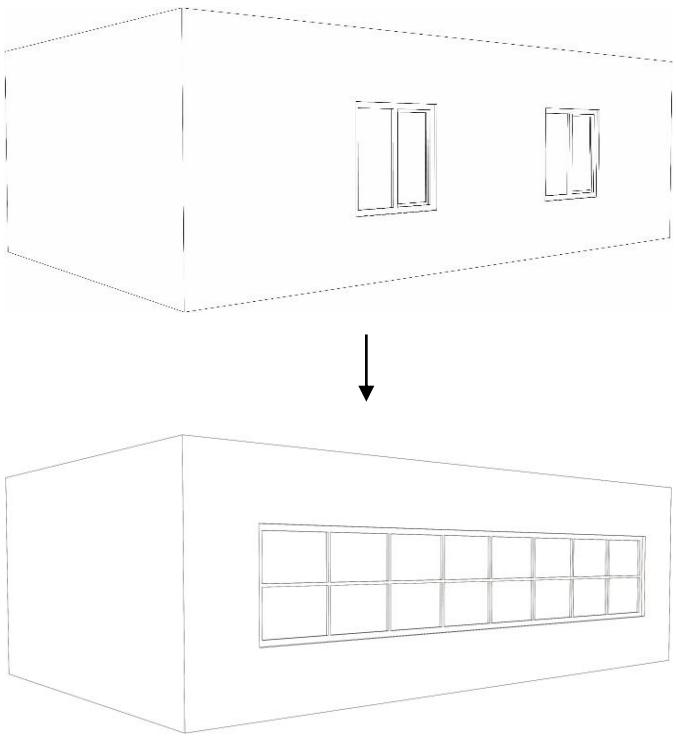
Şekil 3.3 : Basit düzeyde yenileme müdahalesi

3.2.2 Orta Düzeyde Yenileme

Bina cepheleri, inşa edildikleri dönem, kullanıcı ihtiyacı, ekonomik olanakları, yasalar gibi farklı faktörler doğrultusunda farklı şekilde tasarlanabilmektedir. Kullandıkça

yıpranan cephe güncel geçerliliğini yitirmekte ve binanın kullanım süresinin azalmasına neden olmaktadır. Bu durumda cephede yenilemeler gerekmektedir. Bina cephesinde mevcutta bulunan yapı elemanlarının iyileştirilmesi, güçlendirilmesi ve değiştirilmesi yoluyla yapılan yenilemeler, orta düzeyde yenileme olarak nitelendirilmiştir.

Orta düzeyde yapılan yenilemeler, çoğu zaman yüzeysel müdahaleleri de kapsamakta ancak aslında daha etkili çözümler sunmaktadır. Bina pencerelerinin cam ünitesi, kasa ya da bütününün değiştirilmesi, duvarlardaki ısı ve ses yalıtımına yönelik kaplamaların onarılması gibi mevcut yapı elemanları üzerinden yapılan müdahaleler orta düzeydeki yenileme çalışmalarına örnek olarak verilebilir. Erişilebilir, ekonomik ve kolay uygulanabilir olmaları nedeniyle yaygın olarak tercih edilen bu müdahalelerin etki düzeyi de yeterli seviyededir. Orta düzeyde yenilemeyi anlatan bir müdahale, Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4 : Orta düzeyde yenileme müdahalesi

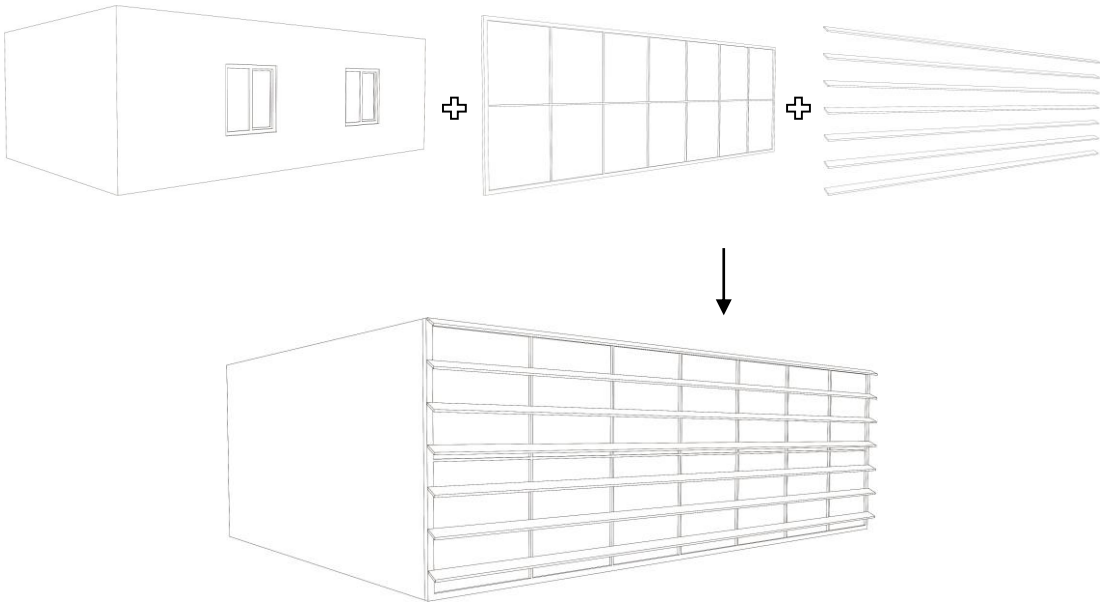
3.2.3 Yüksek Düzeyde Yenileme

Binalarda, kullanıcı isteklerinin değişmesi ya da yeni ihtiyaçların oluşması gibi nedenlerden dolayı yenileme gereksinimi oluşabilir. Cephenin özgün halinde bulunan yapı elemanlarının onarılması, iyileştirilmesi ya da değiştirilmesi bu ihtiyaçları her

zaman karşılayamayabilir. Bu durumda cepheden beklenen performansa yönelik olarak mevcut cepheye entegre çözümler uygulanması gerekebilmektedir.

Bu çalışmada, binaların mevcut cephelerinin iç ya da dış yüzeylerine çeşitli yapı elemanlarının eklenmesi şeklinde uygulanan yenileme yöntemleri yüksek düzeyde yenileme olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.5). Mevcut cepheye güneş kontrol elemanlarının eklenmesi, fotovoltaik panellerin kurulumu, açık ya da kapalı hacim eklenmesi yüksek düzeyde yenilemeye örnek gösterilebilir. Cepheye entegre olarak düşünülen yenileme yöntemlerinin genel olarak etki değerleri yüksektir. Uygulama zorluğu ve ekonomik etkileri uygulanan tekniğin türüne göre değişebilmektedir.

Yüksek düzeyde yenileme müdahalesi yapılırken mevcut bina ve cephesinin analizi yapılmalı ve eklenecek yapı elemanlarının cepheye uygunluğuna dikkat edilmelidir. Mevcut cephenin durumuna göre eklenecek elemanlara karar verilmeli, cephe yüzeyi hazırlanmalıdır. Karar verilen ya da istenen yöntemin gerektirdiği yapı elemanlarının mevcut cepheye uygulanması problem çıkarıyorsa; yenileme yönteminin tekniği değiştirilmeli ya da yenileme amacını en yakın ölçüde karşılayacak başka bir yöntem seçilmelidir.



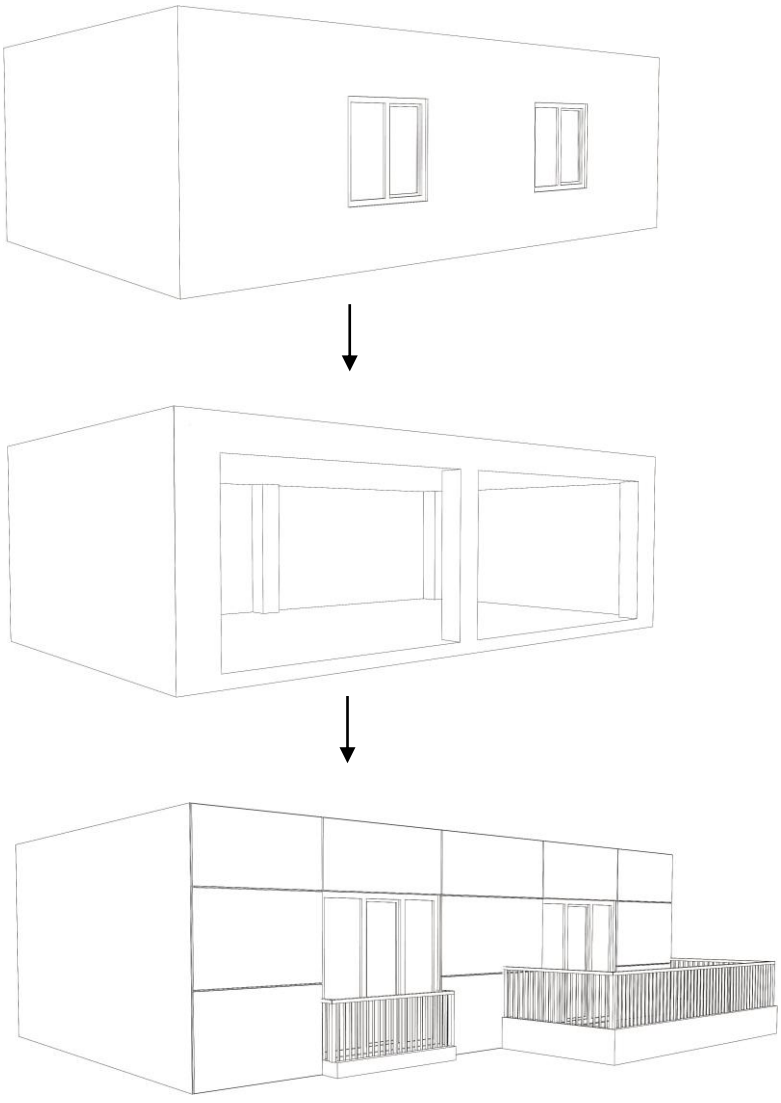
Şekil 3.5 : Yüksek düzeyde yenileme müdahalesi

Yüksek düzeyde yenileme, yüzeysel müdahalelerin bulunduğu basit düzeyde yenileme ve cephedeki mevcut yapı elemanlarına yapılan iyileştirme ve değiştirmelerin bulunduğu orta düzeyde yenileme müdahalelerini kapsayabilmektedir. Bu, cephenin

bütün olarak değerlendirilmesini sağlayarak eklenen yapı elemanlarının göstereceği performansı arttırmaktadır.

3.2.4 Kapsamlı Yenileme

Bina cephelerinin yenilenmesinde mevcut binanın durumu ciddi önem taşımaktadır. Uzun süreli kullanımlarda, cephelerin ömrünün tamamlanma noktasına gelmekte ancak taşıyıcı sistem ve diğer alt sistemlerin yaşam döngüsü devam edebilmektedir. Bu durumdaki binalarda yapılan cephe yenilemelerinde, bina eski tüm cepheden arındırılmalı ve yeni malzemeler ile tamamen yeni bir cephe önerilmelidir (Loussos vd., 2015). Bu işlem binanın tüm cephelerinde yapılabileceği gibi tek bir cepheye de uygulanabilmektedir. Binadaki mevcut cephenin taşıyıcı sisteme kadar yıkılıp yeniden yapılması, bu çalışmada kapsamlı yenileme başlığı altında incelenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Kapsamlı yenileme müdahalesi

Kapsamlı yenileme müdahalesi yapılan cepheler, binadaki ihtiyaçlara cevap verecek şekilde bütün olarak ele alınır. Bu nedenle, en etkili sonucun alındığı yenileme biçimidir. Yeniden yapılan cephelerde, standart inşa yöntemine ek olarak farklı katmanlardan oluşan prefabrike modüler sistemler tercih edilebilmektedir. Bu şekilde yenilenen cephelerde, binanın taşıyıcı sisteminin taşıma özelliği gözetilerek yeni cephe tasarlanmalıdır. Bir önceki mevcut cepheden daha fazla yük getiren bir cephe önerildiğinde binanın taşıma kapasitesi aşılmamalıdır. Olumsuz durumlarda cephenin kendisini taşıyacak şekilde inşa edilmesi geçerli bir çözüm olacaktır.

3.2.5 Yenileme Düzeylerinin Karşılaştırılması

Bina cephelerinde yenileme çalışmalarında, farklı stratejiler kabul edilebilmektedir. Stratejiler, yenilemenin sistematik bir şekilde ele alınmasına ve amacına uygun çözüm bulunmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada; cephe yenilenmesinde kullanılabilecek yöntemlerin, mevcut cepheye uygunluğunun tespit edilebilmesi için bir strateji geliştirilmiştir. Binanın mevcut durumu, yenileme yönteminin uygulanma tekniği ve gerektirdiği işlemler dikkate alınarak geliştirilen strateji, Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

Mevcut binalarda, cephe yenilemesini gerektirecek farklı nedenler bulunabilmektedir. Literatürde, bu nedenlere çözüm olabilecek birçok yöntem bulunmaktadır. Belirlenecek olan yöntemler, önerilen stratejiye göre farklı düzeylere dâhil olabilmektedir. Bu noktada belirleyici olan bina cephesinin mevcuttaki durumu olacaktır.

Örneğin; iç mekân konfor koşullarının arttırılması hedeflenen bir binada yapılan cephe yenilemesinde, farklı yöntemlerin uygulanmasına ek olarak güneş kontrolünü sağlamaya yönelik güneş kırıcı eklenmesi yüksek düzeyde yenileme sınıfında değerlendirilmektedir. Ancak cephesinde mevcutta güneş kırıcı bulunan bir binada yetersiz kalan elemanın değiştirilmesi tekniğiyle yapılacak yenileme orta düzeyde yenileme olarak kabul görecektir. Aynı durumda mevcuttaki güneş kırıcı elemanlarında oluşan yüzeysel sorunların giderilmesi ise basit düzeyde yenileme olacaktır.

Cephe yenileme stratejisinde önerilen dört başlık, cephede yenilemeden alınacak sonuçlarda da farklılık göstermektedir. Basit düzeyde yenileme çalışmasının getireceği sonuç, kapsamlı cephe yenileme çalışmasında çok daha az olacaktır.

Basit düzeyde yenileme, cepheye yapılan yüzeysel müdahaleleri kapsadığı için en ekonomik seçenektir ancak toplam performansa etkisi en az seviyededir. Orta ve yüksek düzeyde yenilemenin mali yükü, uygulanacak müdahale türüne göre değişkenlik gösterebilmektedir. Etki seviyeleri ise genele ihtiyaca karşılık vermektedir. Kapsamlı yenileme ise en maliyetli yenileme düzeyidir. Cephedeki tüm elemanlar, ihtiyaca ve beklentiye yönelik olarak seçilip uygulandığı için yenileme düzeyleri arasında en etkili sonucu verecek seçenektir. Uygulama zorluğu olarak diğer yenileme düzeylerine oranla daha çok iş yükü getirdiği için daha uzun uygulama süresine sahiptir.

Bir binanın cephesine yapılan yenileme çalışmalarının düzeyine karar verilebilmesi için bireysel müdahalelerin değil, cephenin tümünde yapılan işlemlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu, tez kapsamında önerilen stratejinin daha net anlaşılmasına olanak sağlayacaktır.

4. UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN ANALİZİ

Bu bölümde, cephesinde yenileme yapılan bina örnekleri incelenmiştir. Literatür taraması sonucunda konu ilgili birçok örnek incelenmiş, ilgili örnekler arasından tezin amacına hizmet edecek yurt içi ve yurt dışından toplam 14 örnek ele alınmıştır. Örnek uygulamaların seçiminde; cephe yenileme nedeni ve yenilemede kullanılan yöntemlerin çeşitlilik oluşturması göz önünde bulundurulmuştur.

İncelemeye alınan örnekler; bilimsel veri tabanlarına ek olarak proje yüklenicilerinin internet sayfalarında taranmıştır. Bulunan sonuçlara göre binalar; proje bilgileri, binaya ve cepheye ait özellikler, yenileme ihtiyacı oluşturan nedenler ve kullanılan yenileme yöntemlerine göre analiz edilmiştir. Uygulama örneklerine ait başlıca bilgiler Tablo 4.1'de verilmiştir.

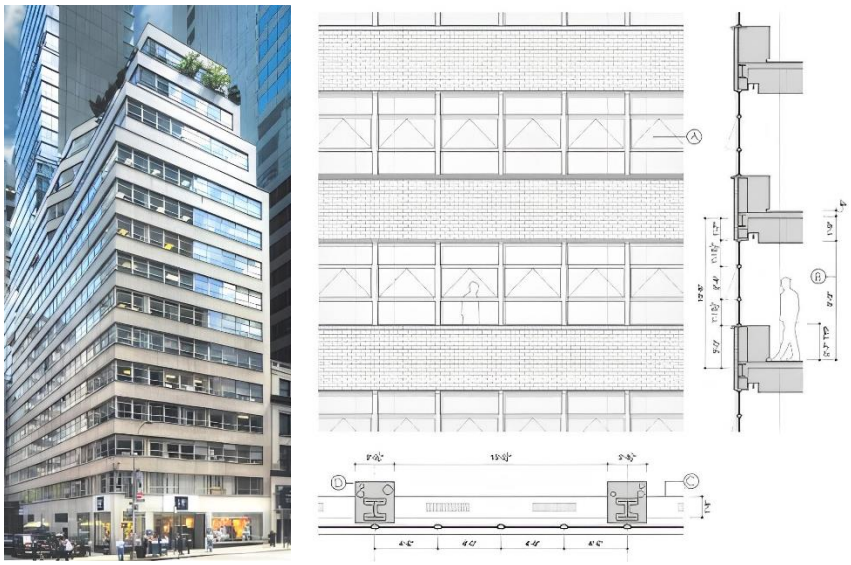
Tablo 4.1: İncelemeye alınan uygulama örnekleri

SIRA	PROJE ADI	ÜLKE	YAPIM YILI	YENİLME YILI
1	545 Madison Avenue	ABD	1956	2008
2	Albatros Konut Binası	Hollanda	1972	2004
3	Ankara Pasif Ev	Türkiye	-	2017
4	Cordoba Sosyal Konutları	İspanya	1994	2010
5	First Canadian Place	Kanada	1975	2012
6	Hanwha Headquarters Tower	Güney Kore	1998	2018
7	Hem Apartman Binaları	Fransa	1952	2018
8	Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi	Avusturya	1960	2012
9	Karasamsun Evleri	Türkiye	-	2017
10	Mustamäe Bölgesi Apartmanı	Estonya	1962	2012
11	Sparkasse Vorderpfalz Binası	Almanya	1974	2006
12	Tour Bois le Prêtre Konutları	Fransa	1962	2011
13	Trabulsi Binası	Brezilya	-	2018
14	Traneparken Apartman Binası	Danimarka	1969	2011

4.1 545 Madison Avenue, New York, ABD

545 Madison Avenue, New York'un gökdelen bölgesinde yer almaktadır. İlk olarak 1956 yılında Emory Roth&Sons tarafından tasarlanmış bina 17 kattan oluşmakta ve toplamda yaklaşık 13.000 m^2 ofis alanı sunmaktadır. Ofis binası, kompozit taşıyıcı sistem ile inşa edilmiştir. Kütlesel olarak belli katlarda düzensiz hareketler yapılmıştır.

Mevcut ofis binasının cephesi, kat döşemelerinin üzerine örülen parapet duvarı ve bu duvar ile kiriş arasındaki yükseklikte pencerelerden oluşmaktadır. Pencereler açılabilir olup binanın çevresi boyunca uzanmaktadır (Url-6). Bina ve cephesinin mevcut durumu Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : 545 Madison Avenue binasının cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-6)

545 Madison Avenue binasında, kullanıcının istediği konfor koşullarını sağlayamaması, estetik olarak güncel zevklere hitap etmemesi, katların açık alan yetersizliği ve enerji verimsizliği nedenleri doğrultusunda yenilemelere gidilmiştir. Cephe yenilemesi çalışmasını MdeAS firması üstlenmiştir. Bu bağlamda 2008 yılında, bina cephesi tamamen yıkılarak yerine giydirme cephe monte edilmiştir.

Giydirme cephe yalıtımlı low-e kaplamalı pencereler tercih edilmiştir. Cam ünitesinde standart cam ölçülerinin yaklaşık iki katı boyutunda cam tercih edilerek olabildiğinde saydam bir görüntünün elde edilmesi amaçlanmıştır. Yine aynı amaçla ince kesitli alüminyum doğrama tercih edilmiştir. Üst katlarda, yıkılan cephenin içten örülmesi ile katların açık alanları arttırılmıştır (Url-6). Yapılan müdahaleler sonucunda binanın yeni görünümü Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Şekil 4.2 : 545 Madison Avenue binasının cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-6)

Cephe yenilemesine ek olarak binanın mekanik ve elektrik tesisat sistemlerinde de yenilemeler yapılmıştır. Havalandırma, soğutma ve ısıtmayı sağlayan tüm motorlar enerji verimli olanları ile değiştirilmiş, aydınlatma için sensörlü elemanlar tercih edilmiştir.

545 Madison Avenue binasında yapılan cephe yenileme çalışmaları sayesinde binaya estetik görünüm kazandırılmıştır. Kullanıcının konfor koşulları iyileştirilmiş, bina enerji etkin hale getirilmiştir. Ayrıca mülk sahiplerinin kira getirisini arttırarak ekonomik getiri de sağlamıştır. Tüm çalışmalar sonucunda 545 Madison Avenue binası LEED Gold sertifikası kazanmıştır.

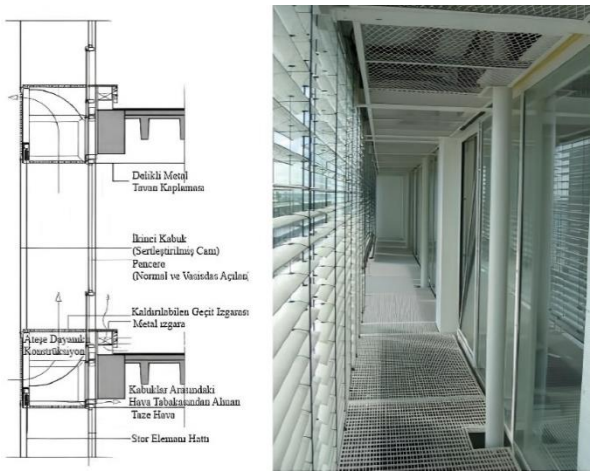
4.2 Albatros Konut Binası, Den Helder, Hollanda

Albatros konut binası, 1972 yılında Hollanda'nın Den Helder şehrinde inşa edilmiştir. Konut işlevli bina Hollanda Kraliyet Donanması'na hizmet vermiştir. Bina 8 kattan oluşmaktadır ve toplamda 6.200 m^2 büyüklüğündedir. Betonarme taşıyıcı sistem tercih edilmiştir. Mevcut binanın cephesi, yalıtımsız dış duvarlardan ve hava sızdıran tek cam üniteli alüminyum çerçevelerden meydana gelmektedir (Kurstjens vd., 2004). Pencereler, bina cephesinin uzun kenarlarında sürekli olacak biçimde tasarlanmıştır (Şekil 4.3).

Şekil 4.3 : Albatros Konut Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-7)

Mevcut konut binası için 2004 yılında işlev değişikliği planlanmış ve ofis olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Bunu sağlamak için binanın yıkılması yerine yenilemelere gidilmesinin daha ekonomik olacağı düşünülmüştür. Yenileme ile ofis işlevinin gerektirdiği konfor koşullarının sağlanması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, yetersiz olan aydınlatma seviyesinin optimum hale getirilmesi, güncel yönetmeliklerin karşılanması için enerji talebinin azaltılması ve bina içinde uygun havalandırmanın sağlanması hedefleri belirlenmiştir. Tüm bunlar yapılırken proje maliyetinin en düşük seviyede olması ön planda tutulmuştur (Baker, 2009).

Albatros konut binasının yeni ihtiyaçlarının karşılanabilmesinde en etkin yolun cephe yenilemesi olduğuna karar verilmiştir. Bu bağlamda, ana yöntem olarak mevcut cepheye ek bir kabuk ilave edilmiştir. İlave kabuk, mevcutta bulunan balkonların çelik taşıyıcı sistemine asılmıştır. İkinci kabuk tek camdan oluşmakta ve iş yüzeyine bakan tarafında güneş kontrolünü sağlayan panjurlar yer almaktadır. Mevcut dış duvarlardan belli bir mesafe uzaklaştırılarak arada tampon bölge oluşturulmuştur. Bu sayede soğuk havada ısının bina içinde tutulması, sıcak havalarda ise hava akışı sayesinde binanın soğutulması sağlanmıştır. Mevcut kabukta ise pencereler low-e kaplamalı ve çift camlı pencereler ile değiştirilmiştir. Opak elemanlar ise ısı yalıtım malzemesine ek olarak seramik ile kaplanmıştır (Baker, 2009). Oluşturulan çift kabuk sistemi Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4 : Mevcut kabuk ve ilave edilen kabuk arasındaki ilişki (Baker, 2009)

Çift kabuk sisteminde, katlar arasında sesin yayılmasını engellemek amacıyla, aradaki tampon bölge katlar arasında bölünmüş ve ses yalıtımı sağlayan malzeme ile kaplanmıştır. Yenileme çalışmaları 2006 yılında tamamlanmış ve bina ofis olarak kullanıma açılmıştır (Şekil 4.5).

Şekil 4.5 : Albatros Konut Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-7)

4.3 Ankara Pasif Ev, Ankara, Türkiye

Ankara Pasif Ev, Ankara'nın Yenimahalle ilçesinde bulunmaktadır. 3 kattan oluşmakta ve toplamda 250 m^2 alan sağlamaktadır. Betonarme taşıcı sistem ile inşa edilmiş binanın cephesi duvar ve pencere elemanlarından oluşmaktadır. Dış duvarlar yalıtılmış, sıva ve boya ile kaplanmıştır (Şekil 4.6).

Mevcut konut binasında, Pasif Ev sertifikası almak ve konutun belli bir bölümünün eğitim merkezi olarak düşünülmesi nedeniyle yenilemeye gidilmiştir. Bina, ülkemizde EnerPHit kategorisinde yenilenen ilk konut projesi olma özelliği taşımaktadır (Şenel, 2021).

Şekil 4.6 : Ankara Pasif Ev cephe yenilemesi öncesi durumu (Şenel, 2021)

Yenileme amacı doğrultusunda cephede bulunan yetersiz kalınlıktaki ısı yalıtım malzemesi kaldırılmıştır. Cephe yüzeyindeki hasarlar giderilmiş ve daha kalın yeni yalıtım malzemesi ile kaplanmıştır. Bu aşamada ısı köprülerinin engellenmesine dikkat edilmiştir. Daha sonra ince sıva ve dekoratif sıva uygulanmıştır. Son olarak cephe, dış cephe boyası ile kaplanmıştır. Cephe yenileme çalışmaları Şekil 4.7'de gösterilmiştir (Url-8).

Şekil 4.7 : Cephe yenileme aşaması (Şenel, 2021)

Cephe yenilemesi sırasında pencere elemanları da değiştirilmiştir. Üç camlı low-e kaplamalı ve arası argon gazı ile dolduruluş pencereler tercih edilmiştir. Doğramaların montajında hava sızdırmazlığı sağlayacak detaylar çözülmüştür. Yapılan tüm müdahaleler sonucunda binada %90 oranında enerji verimliliği sağlanmıştır. Binanın son hali Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Şekil 4.8 : Ankara Pasif Ev cephe yenilemesi sonrası durumu (Şenel, 2021)

4.4 Cordoba Sosyal Konutları, Cordoba, İspanya

İspanya'da bulunan Cordoba Sosyal Konutları, 1994 yılında inşa edilmiştir. U biçimindeki bina toplam 68 bağımsız bölümden oluşmaktadır. Bina cephesi dış duvar ve pencerelerden meydana gelmektedir. Dış duvarlar tuğla malzeme ile örülmüş olup iç ve dış sıva katmanı eklenmiştir. Pencereler ise 5 mm tek cam ünite ve alüminyum doğramadan oluşmaktadır (Şekil 4.9) (Suárez & Agüera, 2011).

Şekil 4.9 : Cordoba Sosyal Konutları cephe yenilemesi öncesi durumu (Suárez & Agüera, 2011)

Binada, özellikle ısısal konfor koşullarını arttırmak ve enerji etkinliğini sağlamak amacıyla yenileme kararı alınmıştır. Bu doğrultuda 2010 yılında bina cephesinin yenilenme işlemine başlanmıştır.

Cephe yenilemesi kapsamında mevcutta bulunan ısı yalıtımı iyileştirilmiş, birleşim noktalarında ısı köprüleri önlenmiştir. Pencereler değiştirilmiş, yalıtım özelliği yüksek olan düşük emisyonlu 4+6+6 üniteli pencere tipi tercih edilmiştir. Ayrıca cephenin dış yüzeyinde, güneş kontrolünü sağlamak amacıyla hareketli gölgeleme elemanları monte edilmiştir (Şekil 4.10) (Suárez & Agüera, 2011).

Şekil 4.10 : Cordoba Sosyal Konutları cephe yenilemesi sonrası durumu (Suárez & Agüera, 2011)

Cordoba'da bulunan konut binasının cephesinde yapılan yenileme ile ısıtma ve soğutma yüklerinde azalma sağlanmış, toplam enerji yükünde %38'lik bir azalma gözlenmiştir. Kullanıcının konfor kalitesi arttırılmış ve maliyet tasarrufu elde edilmiştir (Suárez & Agüera, 2011).

4.5 First Canadian Place, Toronto, Canada

First Canadian Place, Kanada'nın Toronto şehrinde bulunan 72 katlı ve 34.840 m^2 toplam alana sahip bir ofis binasıdır. 1975'te inşası tamamlanan bina, günümüzde ülkesinin en yüksek binası durumundadır. Mevcut binanın cephesi, cam ve 45.000 adet parlak beyaz mermer ile kaplanmıştır (Url-9).

Şekil 4.11 : First Canadian Place cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-9)

Bina cephesinde kullanılan mermer kaplamanın eskimesi ve şehirde aynı zamanda ve aynı malzeme ile kaplanmış bir kulede kaplama malzemelerinin koparak güvenlik sorunu yaratması nedeniyle yenileme kararı alınmıştır. 2012 yılında MdeAS ile B+H Architects firmalarının tasarımıyla yenileme işlemi başlamıştır (Url-10). Yenilemede, eskimiş mermer kaplama yerine toplamda 5370 adet beyaz cam ve bronz panelden oluşan kaplama malzemesi önerilmiştir. Kaplamanın değiştirilmesi için binayı çevreleyen bir asma asansör platformu tasarlanmıştır. Bu sistem ile aynı anda 160 işçinin çalışması sağlanmış olup zaman ve maliyetten tasarruf edilmiştir. Kullanıcının kullanıma devam edebilmesi için yenileme işlemi gece saatlerinde yapılmıştır (Url-9) (Şekil 4.12).

Şekil 4.12 : Mevcut cephenin yenilenme aşaması (Url-9)

Cephe kaplamasının değiştirilmesi sırasında, binanın enerji verimliliğini arttırmak amacıyla yalıtım malzemesinin kalitesi de arttırılmıştır. Yapılan yenilemeler sonucu bina estetik bir görünüm kazanmış, güvenlik sorunları çözülmüş ve kullanıcı konforu arttırılmıştır (Şekil 4.13). Cephe yenileme tasarımı ZeroFootprint dalında finalist olmuştur (Url-9).

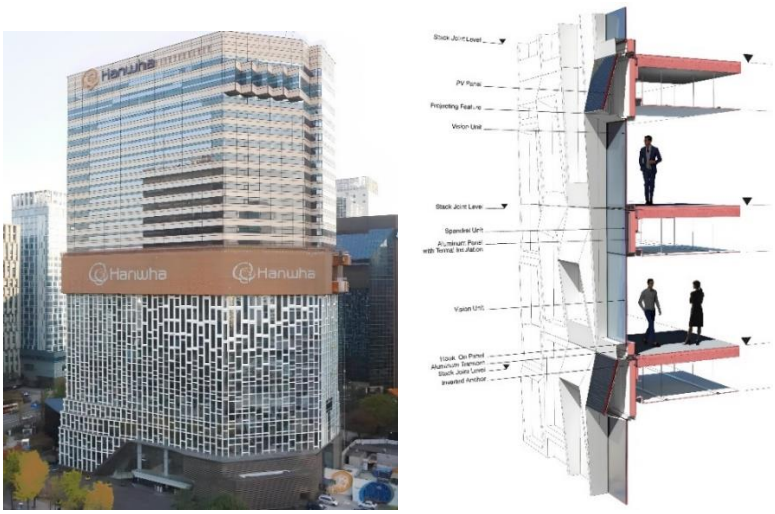
Şekil 4.13 : First Canadian Place cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-9)

4.6 Hanwha Headquarters Tower, Seul, Güney Kore

Hanwha Headquarters Tower, Güney Kore'nin Seul ilinde bulunmaktadır. Ofis işlevli bina 31 kattan oluşmaktadır. Mevcut binanın cephesinde yatay opak şerit paneller ve tek katmanlı koyu camlı pencereler kullanılmıştır (Şekil 4.14).

Şekil 4.14 : Hanwha Headquarters Tower cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-11)

Bina cephesinde; kullanım süresince yıpranması, binanın konfor koşullarının arttırılması isteği ve enerji tüketiminin azaltılması gerekliliği gibi nedenler ile yenilemelere gidilmiştir. Bu doğrultuda, cephenin tamamen değiştirilmesi tercih edilmiştir. Yenileme işlemi, aşağıdan yukarıya doğru yükselen platform ile yapılmıştır (Şekil 4.15). Değişim sırasında kullanıcının olabildiğince az etkilenmesi için üçlü katlar halinde ele alınmıştır (Url-12).



Şekil 4.15 : Mevcut cephenin yenilenme aşaması yeni cephenin tasarımı (Url-11)

Hanwha Headquarters Tower'ın cephe yenilemesinde güneşin etkisi belirleyici olmuştur. Cephe yenilemesini üstlenen UNStudio, günışığından maksimum derecede yararlanan aynı zamanda olumsuz etkilerini binaya yansıtmayan bir cephe tasarlamıştır. Tasarımda, pencere ve opak panellerden oluşan modüllerin büyüyerek ya da küçülerek tekrar ettiği karmaşık görünümlü bir cephe önerilmiştir. Bu doğrultuda mevcut pencereler yerine şeffaf yalıtımlı cam üniteli ve alüminyum doğramalı elemanlar tercih edilmiştir. Opak kısımlar kuzeye bakan cephelerde daraltılmış, güneye bakan yerlerde ise genişleyerek saydam alanı azaltmıştır. Bina için enerji oluşturmaya yönelik olarak cephede fotovoltaik paneller kurgulanmış, güney cephedeki opak kısımlara monte edilmiştir. PV panellerin veriminin yükseltilmesi amacıyla Şekil 4.16'da gösterildiği gibi güney cephesindeki opak kısımlar açılı oluşturulmuştur (Url-12). Ayrıca yenileme çalışmalarında binanın farklı cephelerinde farklı yansıtılan ışıklandırmalar kullanılmıştır.

Şekil 4.16 : Hanwha Headquarters Tower cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-11)

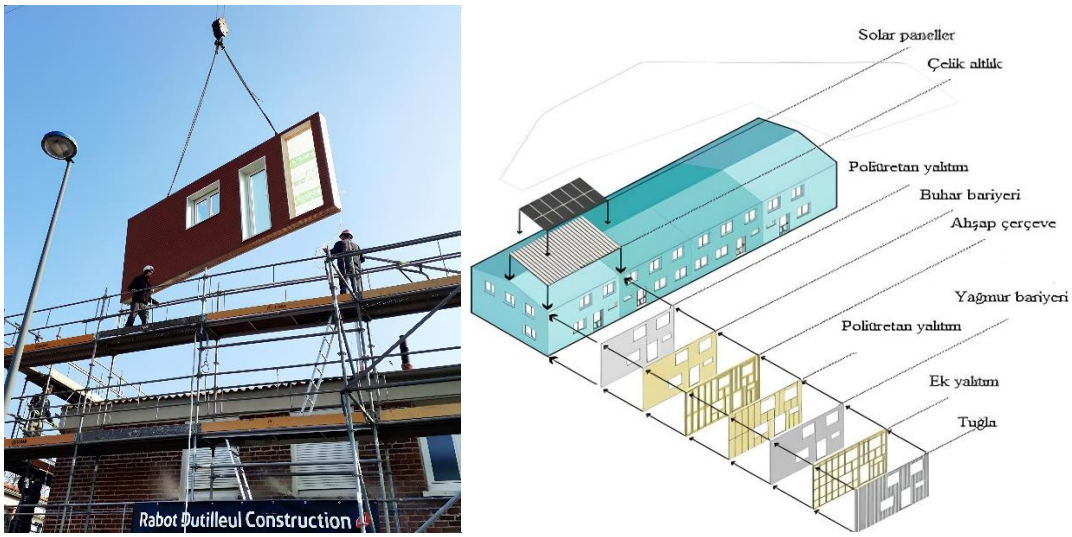
Cephe yenileme çalışmaları sonucunda Hanwha Headquarters Tower'da %40 oranında enerji tüketimi azaltılmıştır. PV panellerden üretilen enerji ile binanın belli katlarının aydınlatılması sağlanmıştır (Url-12).

4.7 Hem Apartman Binaları, Nord, Fransa

Fransa'nın Nord şehrinde bulunan Hem apartman binaları, 1952 yılında inşa edilmiştir. Mevcut binaların cephesi, pencere ve duvar elemanlarından oluşturulmuştur (Şekil 4.17). Kullanıcı isteklerinin karşılanmaması nedeniyle binalarda 2018 yılında yenilemeye gidilmiştir.

Şekil 4.17 : Hem Apartman Binaları cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-13)

Binaların yenilenmesinde NSEB (Net sıfır enerjili bina) ilkeleri kabul edilmiştir. Bu doğrultuda opak kısımlar için tüm ihtiyaçlara yönelik prefabrike cephe modülleri tasarlanmıştır. Tuğla kaplama, ısı ve su yalıtımı, ahşap strüktür ve buhar bariyeri katmanlarında oluşan paneller mevcut bina cephesi üzerine monte edilmiştir (Şekil 4.18). Saydam kısımlarda ise pencereler değiştirilmiştir. PVC doğramalı, üç katmanlı argon gazı dolgulu pencereler tercih edilmiştir (Url-13).



Şekil 4.18 : Prefabrike cephe panellerinin montajı ve katmanları (Url-13)

Cephede yapılan yenilemelere ek olarak bina çatısına PV paneller yerleştirilerek enerji üretilmesi amaçlanmıştır. Tüm müdahaleler sonucunda binanın enerji tüketimi yaklaşık %75 oranında azaltılmıştır. Yeni kaplamalar sayesinde bina yeni ve estetik bir görünüme kavuşmuştur (Şekil 4.19) (Url-13).

Şekil 4.19 : Hem Apartman Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-13)

4.8 Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi, Kapfenberg, Avusturya

1960 yılında inşa edilen Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi 4 kattan oluşmaktadır. 65 metre uzunluk ve 10 metre derinliğe sahip binanın her katında 9 daire yer almaktadır (Url-14). Mevcut binanın cephesi; 20 cm sandviç beton duvar üzeri iç kısımda 2 cm ve dış kısımda 2,5 cm sıva ile kaplanarak oluşturulmuştur. Dış duvarlarda herhangi bir yalıtım kullanılmamıştır. Pencerelerde çift cam üniteleri ve ahşap doğramalar tercih edilmiştir. Dairelerde gömülü balkon bulunmaktadır (Şekil 4.20) (Höfler vd., 2014).

Şekil 4.20 : Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi cephe yenilemesi öncesi durumu (Höfler vd., 2014)

Mevcut binada enerji tüketiminin fazla olması ve yenilenebilir enerjiden faydalanma isteği sonucunda yenilenme kararı alınmıştır. Bu doğrultuda cephede mevcut dış duvara ahşap strüktür ile taşıtılan prefabrike dikey boyutlu cephe elemanları monte edilmiştir (Şekil 4.21). Cephe elemanları; buhar bariyeri, 6 cm taş yünü, ahşap eleman, 5 cm hava boşluğu ve çimento elyaf katmanlarından oluşmaktadır. Prefabrike cephe elemanına monte edilen pencerelerde ise yüksek yalıtım özellikli üçlü cam üniteler

tercih edilmiştir. Binada, doğal aydınlatmanın sağlanıp görsel konforun artması için yeni pencere boşlukları açılmıştır (Höfler vd., 2014).

Şekil 4.21 : Mevcut cepheye ilave yapılan yenileme müdahaleleri (Höfler vd., 2014)

Mevcut bina cephesinde ısı köprülerinin engellenmesi için balkonlar kapatılarak iç katılmıştır. Daha sonra dairelerin balkon kullanımı için çelik taşıyıcılı balkonlar ilave edilmiştir. Binanın enerji ihtiyacının karşılanması için duvarlara güneş kolektörleri yerleştirilmiştir. Ayrıca binanın güney cephesine PV paneller ilave edilmiştir (Höfler vd., 2014).

Kapfenberg'deki konut binasının cephesinde uygulanan yenileme müdahaleleri ile binanın enerji talebi %80 oranında düşürülmüş ve tüketilen enerjinin %80 yenilenebilir enerji olması sağlanmıştır (Url-14). Aynı zamanda, eklenen balkonlar ile daire kullanım alanı arttırılmıştır. Yenileme sonucunda binanın itibarı artmıştır. Yenileme sonrası durum Şekil 4.22'de gösterilmiştir.

Şekil 4.22 : Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-14)

4.9 Karasamsun Evleri, Samsun, Türkiye

Karasamsun, Samsun şehrinde bulunan en eski yerleşim yerlerinden birisidir. Samsun merkezinde bulunan tepe, nüfusun yoğun olduğu bölgelerdendir. Merkezi ve yüksek konumda olması sebebiyle şehirde dikkat çeken bir noktadadır (C. Yılmaz, 2011). Günümüzde Karasamsun bölgesinde 1950'li yıllarda inşa edilmiş olan betonarme binalar bulunmaktadır. Bu binaların cepheleri yenileme öncesinde kullanıma bağlı olarak eskimiş ve kullanıcıların isteklerini karşılayamaz durumdadır.

Samsun ilinde 18-30 Temmuz 2017 tarihleri arasında 23. İşitme Engelliler Olimpiyatı düzenlenmiştir. Bu kapsamda şehirde estetik olarak çeşitli alanlarda iyileştirmelere gidilmiştir. Karasamsun bölgesinin, kolay algılanabilir bir konumda olması sebebiyle buradaki eski görünümlü olan binalarda yenileme kararı alınmıştır (Url-15).

Şekil 4.23 : Karasamsun evleri cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-15)

Samsun Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülen çalışmalarda, mevcut binaların cephelerinde öncelikle sıva onarımı yapılmıştır. Daha sonra olimpiyatlara katılan 6 kıtayı temsil eden 6 farklı renk seçilip, cepheler boyanmıştır (Şekil 4.24). Yenileme çalışmalarında, toplamda 170 binaya müdahale yapılmış olup 27.961 m^2 boya kullanılmıştır (Url-15).

Şekil 4.24 : Binaların yenilenme süreci (Url-15)

4.10 Mustamäe Bölgesi Apartmanı, Tallin, Estonya

Estonya'nın Tallin şehrinde yer alan konut binası 1962 yılında inşa edilmiştir. Bina 5 katlıdır ve toplamda 60 adet daire içermektedir. Bina cephesi sıva ve boya kaplamalı dış duvar ve ahşap çerçeveli pencerelerden oluşmaktadır. Dış duvarlarda herhangi bir yalıtım katmanı yoktur. Ayrıca cephede her daireye ait balkon bulunmaktadır (Şekil 4.25) (Borodiņecs vd., 2013)

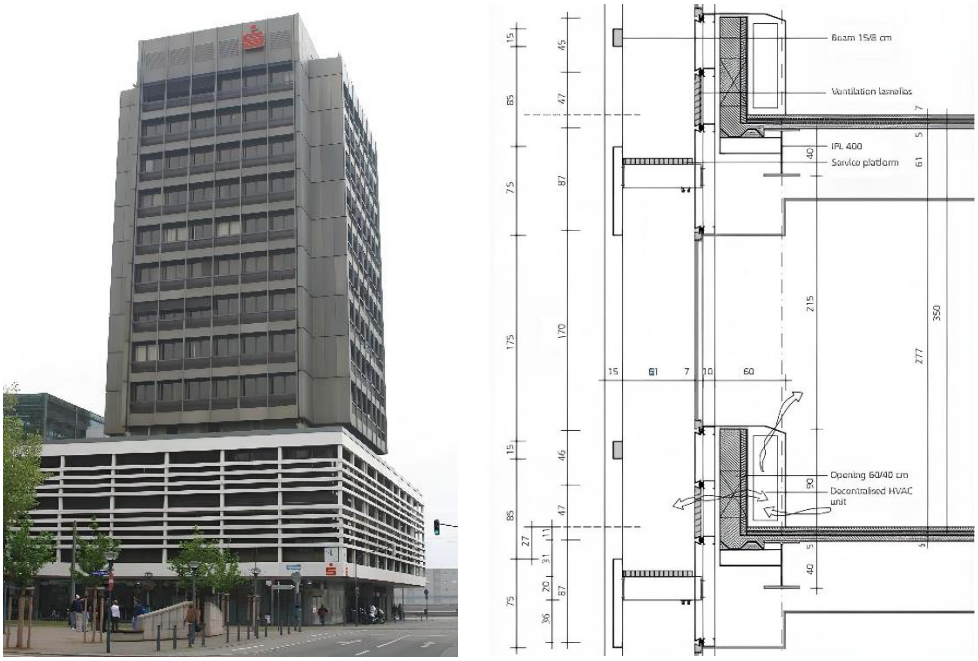
Şekil 4.25 : Mustamäe Bölgesi Apartmanı cephe yenilemesi öncesi durumu (Borodiņecs vd., 2013)

Mevcut apartmanda enerji tüketimin fazla olması ve ısıl konforun sağlanamaması gibi nedenler ile yenilemeye gidilmiştir. Bu doğrultuda cephedeki duvarların dış yüzeyine 15 cm kalınlığında eps ısı yalıtımı uygulanmıştır. Termal kalitesi düşük olan eskimiş ahşap çerçeveli pencereler, pvc doğramalı üçlü cam üniteli pencereler ile değiştirilmiştir. Pencere kenarlarında mineral yün kullanılarak ısı köprülerinin önlenmesi ve yangına karşı güvenlik amaçlanmıştır (Borodiņecs vd., 2013). Yenileme sonrası binanın görünüşü Şekil 4.26'da gösterilmiştir. Cephede ve binada yapılan diğer müdahaleler sonucunda binanın ısıtma yükü %50 oranında azalmıştır (Borodiņecs vd., 2013).

Şekil 4.26 : Mustamäe Bölgesi Apartmanı cephe yenilemesi sonrası durumu (Borodiņecs vd., 2013)

4.11 Sparkasse Vorderpfalz Binası, Ludwigshafen, Almanya

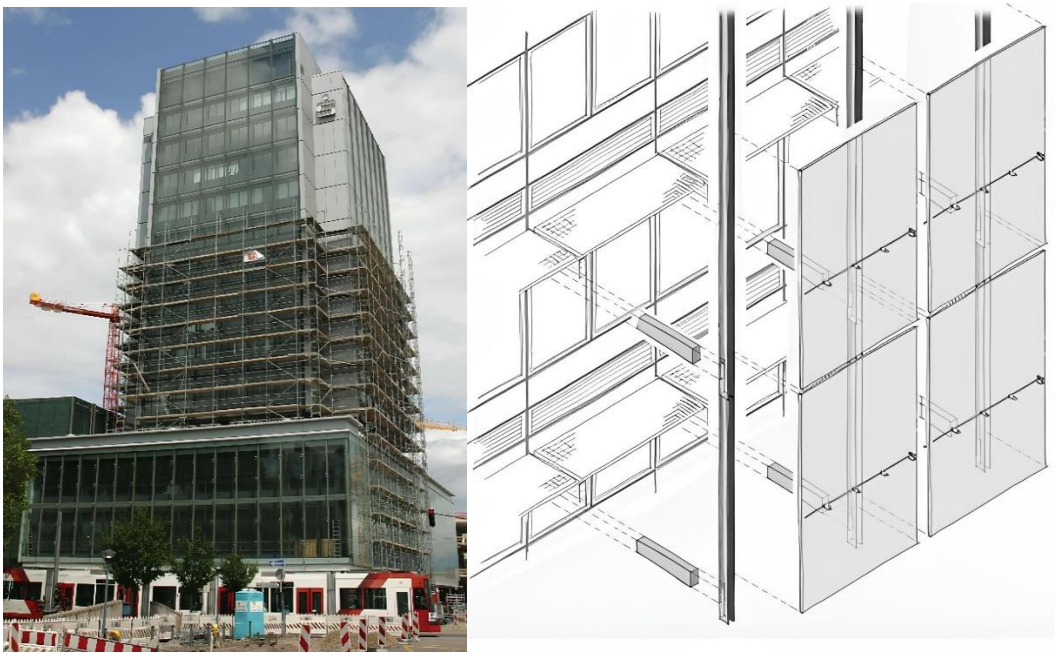
12 kattan oluşan Sparkasse Vorderpfalz binası, 1974 yılında inşa edilmiştir. Zemindeki 3 katı konferans salonu, üzerindeki 9 kat ofis işlevindedir. Binanın baza bölümü betonarmeden yapılmış olup ofis işlevindeki kulede çelik taşıyıcı elemanlar kullanılmıştır. Mevcut binanın cephesi, konferans salonu ve ofis bölümünde farklılık göstermektedir. Ofislerin cephesi, yalıtımlı pencere ve beton parapet duvarın üzerindeki çelik konstrüksiyona monte edilen alüminyum cephe kaplamasından meydana gelmektedir. Kaplama malzemesinde havalandırma için menfez bulunmaktadır. Cephenin dış bölümünde 60 cm uzaklıkta çelik iskelet bulunmak ve üzerinde servis platformları yer almaktadır. Platformlar, hem temizlik için rahatlık oluşturmakta hem de güneş kontrol elemanı olan jaluzilerin taşınmasını sağlamaktadır. Binanın taban bölümünde ise alüminyum doğramalı pencereler ve önünde beton güneş kırıcılar yer almaktadır (Şekil 4.27) (Ebbert, 2013).



Şekil 4.27 : Sparkasse Vorderpfalz Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (solda), ofis kulesinin cephe kesiti (sağda) (Ebbert, 2013)

Mevcut binada belli kullanım süresi sonunda cephede ve diğer sistemlerde eskimeler meydana gelmiştir. Bununla beraber cephede su ve hava sızdırması sorunları ortaya çıkmıştır. Binadaki yalıtım sorunu, enerji verimliliğini olumsuz anlamda etkilemiştir. Bu nedenlere ek olarak modern bir görünüm istemesi ve bina içinde ışık kalitesinin arttırılması talebi doğrultusunda binada yenileme kararı alınmıştır (Ebbert, 2013).

2006 yılında yapılan yenileme çalışmalarında binanın modeli yapılmış ve alternatif yöntemler simüle edilmiştir. Yenilemenin amacına ulaşması sağlayan ve ekonomik olarak uygun olacak stratejiye karar verilmiştir. Bu doğrultuda cephedeki mevcut kabuğun üzerine ikinci bir kabuk önerilmiştir (Şekil 4.28). Saydam olarak tasarlanan yeni kabuk, mevcut cephenin önündeki çelik iskelete monte edilmiştir. İç kısımda kalan mevcut cephede de iyileştirmeler yapılmıştır. Pencereler, yalıtım özelliği güçlü olan alternatifleri ile değiştirilmiş ve iç kabuktaki birleşim noktaları onarılmıştır. Binanın kenarlarında kalan opak özellikteki kısımlarda ise cephe kaplama malzemesinin sağlam olduğu analiz edilmiş, onarılarak kullanıma devam edilmesi sağlanmıştır. Kaplama ve duvar arasındaki yalıtım kalınlaştırılmıştır (Ebbert, 2013).



Şekil 4.28 : Sparkasse Vorderpfalz Binası cephe yenileme aşaması (Ebbert, 2013)

Mevcut binada yapılan cephe yenileme çalışmaları sonucunda müşterinin istekleri sağlanmış; modern ve estetik görünümlü, gün ışığı kontrolünü arttıran ve enerji talebini düşüren bir bina oluşturulmuştur (Şekil 4.29). Proje 2010 yılında Re-Skinning Award ödülüne layık görülerek en iyi cephe yenileme projesi seçilmiştir (Ebbert, 2013).

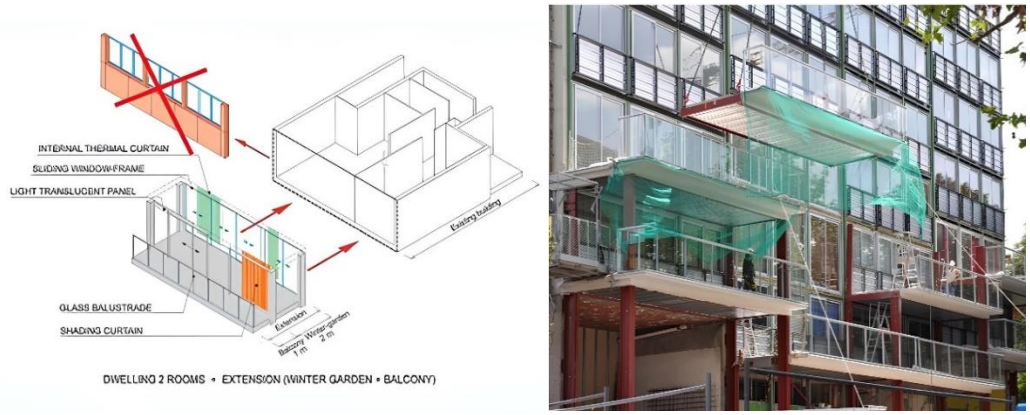
Şekil 4.29 : Sparkasse Vorderpfalz Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (solda), ofis kulesinin cephe kesiti (sağda) (Ebbert, 2013)

4.12 Tour Bois le Prêtre Konutları, Paris, Fransa

1962 yılında Paris'te inşa edilen konut binası 16 katlıdır ve toplam 96 daire bulundurmaktadır. Bina 8.900 m^2 lik katlar alanına sahiptir. Binanın cephesi küçük boyutlu pencerelerden ve kaplamalı duvar elemanlarında meydana gelmektedir (Şekil 4.30). Binada görülen eskimeler ve dairelerde genişleme ihtiyacı sonucunda bina cephesinin yenilenmesine karar verilmiştir (Url-16)

Şekil 4.30 : Tour Bois le Prêtre Konutları cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-17)

Cephe yenilemesi, 2011 yılında Frédéric Druot, Anne Lacaton ve Jean-Philippe Vassal tarafından tasarlanmıştır. Yenilemede mevcut cephenin tamamen yıkılarak yeniden yapılması yolu tercih edilmiştir. Bu doğrultuda küçük açıklıklı pencereler yerine daha büyük boyutlu saydam elemanlar tercih edilmiştir. Genişleme ihtiyacının karşılanması için 2 m derinliğinde kış bahçesi ve 1 m derinliğinde balkon eklenmiştir (Şekil 4.31). Eklenen hacimler çelik taşıyıcı sistem ile kendisini taşıyan özelliktedir. Güneş kontrolünün sağlanması için kış bahçesi ile balkon arasına gölgeleme perdesi uygulanmıştır (Url-16).



Şekil 4.31 : Mevcut cephenin yenileme yöntemi ve yenilenme süreci (Url-17)

Yapılan yenileme müdahaleleri sayesinde binanın görünümü iyileştirilmiştir (Şekil 4.32). Ayrıca dairelerin kullanım arttırılmış toplam kat alanı 12.460 m^2 ye çıkarılmıştır. Kış bahçesi ve yalıtımlı pencereler ile enerji tüketimi %50 oranına azaltılmıştır (Url-16).

Şekil 4.32 : Tour Bois le Prêtre Konutları cephe yenilemesi sonrası durumu (Url-17)

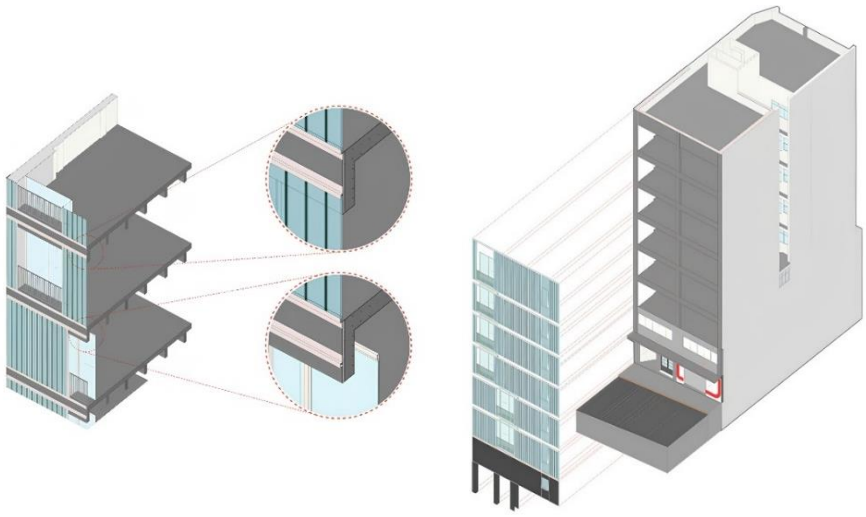
4.13 Trabulsi Binası, Sao Paulo, Brezilya

Brezilya'nın Sao Paulo şehrinde yer alan konut binası, 8 kattan oluşmaktadır. Binanın 11 metre genişliğindeki cephesi ana caddeye bakmaktadır. Bina cephesi yalıtımsız açılabilir pencere ve kaplama malzemesinden oluşmaktadır (Şekil 4.33). Estetik standardın güncellenmesi, iç mekândaki doğal aydınlatma kalitesinin arttırılması caddeden gelen seslerden korunma gibi istekler nedeniyle bina cephesinde yenilemeye gidilmiştir (Url-18).

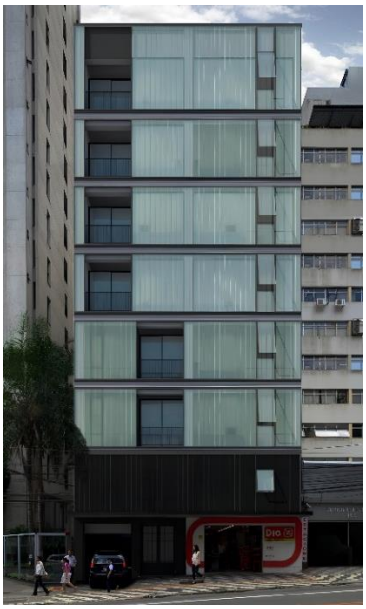
Şekil 4.33 : Trabulsi Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (Url-18)

Coletivo de Arquitetos mimarlık ofisinin üstlendiği yenileme çalışmasında mevcut bina cephesinin tamamen yıkılarak yeniden bir cephenin inşa edilmesi önerilmiştir (Şekil 4.34). Yeni cephede konut katlarının genelinde 'U' biçimindeki çift katmanlı yarı şeffaf cam kullanılmıştır. Her katta belli bir bölüm geri çekilerek balkon gömülü balkon oluşturulmuştur. Havalandırma ve dış ortam ile görsel ilişkinin kurulabilmesi için her katta tavandan döşemeye uzanan pencere uygulanmıştır (Url-18).

Trabulsi binasının cephesinde yapılan yenileme çalışmaları ile saydamlık oranı arttırılarak iç mekânın doğal aydınlatılması sağlanmış, bu yaparken çevreye karşı mahremiyet korunmuştur. Binanın ısıl ve akustik konfor kalitesi yükselmiş, binaya estetik bir görünüm kazandırılmıştır (Şekil 4.35) (Url-18).



Şekil 4.34 : Tasarlanan yeni cephenin diyagramı



Şekil 4.35 : Trabulsi Binası cephe yenilemesi sonrası durumu

4.14 Traneparken Apartman Binası, Hvalsø, Danimarka

Danimarka'da yer alan toplu konut binaları, 1969 yılında inşa edilmiştir. 3 kattan oluşan 3 binada toplamda 66 daire yer almaktadır. Bina, betonarme yapım tekniği ile yapılmıştır. Binanın mevcut cephesinde prefabrike iki beton blok ve arasında 5 cm mineral yün ısı yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Cephe boşluklarında ise PVC doğramalı 6 mm hava boşluklu çift cam üniteli pencereler kullanılmıştır (Şekil 4.36) (Höfler vd., 2017).

Şekil 4.36 : Traneparken Apartman Binası cephe yenilemesi öncesi durumu (Höfler vd., 2017)

Traneparken apartman binaları, uzun süreli kullanım sonucunda eskimiştir. Binada konfor koşulları sağlamamakta ve kullanım alanı yetersiz kalmaktadır. Buna ek olarak enerji tüketiminin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda bina cephesinde yenileme yapılmasına karar verilmiştir (Thomsen vd., 2015).

2011 yılında yapılan yenileme çalışmalarında dış duvarlara yalıtım eklenerek toplam ısı yalıtımı 24 cm ye çıkarılmıştır. Pencereler, low-e kaplamalı üçlü camlı ve alüminyum ile ahşap doğramalardan oluşan pencereler ile değiştirilmiştir. Kuzeye bakan cephede pencere boyutları küçültülmüştür. Birleşim noktalarında ısı köprülerini önleyecek detaylar çözülmüştür. Yenileme kapsamında cepheye çelik taşıyıcılı balkonlar eklenmiştir. Balkonlar cam ile kapatılmış ve güneş kontrolü için elemanlar eklenmiştir (Şekil 4.37) (Höfler vd., 2017).

Şekil 4.37 : Traneparken Apartman Binası cephe yenilemesi sonrası durumu (Höfler vd., 2017)

Cephe yenileme çalışması sonucunda iç mekân konfor koşulları yükseltilmiş, dairelerin kullanım alanı genişletilmiştir. Binanın enerji talebi %31 oranında azaltılmıştır (Thomsen vd., 2015).

4.15 Uygulama Örneklerinin Değerlendirilmesi

Tez kapsamında, cephesi yenilenen 14 örnek bina incelenmiştir. 1950'li yıllardan sonra inşa edilen ve farklı fonksiyonlara hizmet eden binaların çeşitli neden ve amaçlara göre cephesi yenilenmiştir. Hedeflenen sonuca göre mevcut bina cephelerinin tümünde ya da belirli yapı elemanlarında karar verilen yenileme yöntemleri uygulanmıştır. Cephe yenilemesi yapılan 14 binanın mevcut cephesi, cephe yenilemesi ve yenileme sonrası ile bilgiler toplanmış, Tablo 4.2'de özetlenmiştir.

Cephesi yenilenen bina örnekleri incelendiğinde, tamamının mevcut cephesinin tek kabuklu olarak inşa edildiği görülmüştür. Cephelerin gövdelerini oluşturan dolgu elemanlarına ait bilgiye, birkaç bina dışında ulaşılamamıştır. Saydam bileşenler olan pencere camlarında çoğunlukla tek camlı üniteler tercih edilmiştir. Bina cephelerinin kontrol katmanlarında genelde dışarıdan ısı yalıtımı kullanılmış olup ses ya da su gibi diğer dış etkenlere yönelik ayrı bir malzeme kullanımı olmamıştır. 14 binanın 5'inde ise ısı yalıtımı uygulanmamıştır. Dış duvarların kaplamasında uygulaması kolay olan sıva ve boya tercih edilmiştir. Örneklerin 3 tanesinde balkon olduğu ve bu balkonların herhangi bir şekilde korunmadığı gözlenmiştir. Yenileme öncesi durumlarında, cephenin dışına yatay güneş kırıcı monte edilen Sparkasse Vorderpfalz binası ve filmli camlar kullanan Hanwha Headquarters Tower dışında güneş kontrolüne dair elemanlar kullanılmamıştır. Ayrıca cephelerde, yenilenebilir enerjiden faydalanma amaçlı için herhangi bir bileşene rastlanmamıştır.

Örnek bina cephelerinin yenilenme nedenleri; yapısal sorunlar, estetik kaygılar, işlev değişikliği, enerji etkinliği, konfor koşulları, açık/kapalı hacim ihtiyacı, ekonomik nedenler ve teknolojik yenilikler başlıkları altında değerlendirilmiştir. İncelenen yapılara bakıldığında, cephe yenilemelerinin genel olarak enerji etkinliği sağlama ve kullanıcının konfor koşullarını arttırma amaçlı olduğu görülmektedir. Estetiksel kaygılar ve teknolojik yenilikler, cephe yenilemesi kararında geri planda kalmıştır. Balkonu olmayan binalarda kullanıcılarda açık alan ihtiyacı doğmuştur. İşlev değişikliğinden kaynaklanan cephe yenilemesi yaygın olmayan bir durumdur. Albatros konut binası, işlev değişikliğinin görüldüğü tek binadır.

İnceleme sonucunda, cephe yenileme çalışmalarının tek bir nedenden dolayı değil, birden çok nedene bağlı yapıldığı görülmüştür. Yenileme yöntemlerine de bu nedenler ve belirlenen farklı amaçlar doğrultusunda karar verildiği belirlenmiştir.

Tablo 4.2: Uygulama örneklerinin değerlendirme tablosu (+ : bulunuyor, * : özelliği bilinmiyor, - : bulunmuyor) ○Onarım ○Değişim ○Ekleme ○Yeniden Yapım

BİLGİLER		PROJE İSİMLERİ													
		545 Madison Avenue (ABD)	Albatros Konut Binası (Hollanda)	Ankara Pasif Ev (Türkiye)	Cordoba Sosyal Konutları (İspanya)	First Canadian Place (Kanada)	Hanwha Headquarters Tower (Güney Kore)	Hem Apartman Binaları (Fransa)	Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi Avusturya)	Karasamsun Evleri (Türkiye)	Mustamae Bölgesi Apartmanı (Estonya)	Sparkasse Vorderpfalz Binası (Almanya)	Tour Bois le Pretre Konutları (Fransa)	Trabulsi Binası (Brezilya)	Traneparken Apartman Binası (Danimarka)
Yapım yılı - Yenileme yılı		1956 – 2008	1972 – 2004	? – 2017	1994 – 2010	1975 – 2012	1998 – 2018	1952 – 2018	1960 – 2012	? – 2017	1962 – 2012	1974 – 2006	1962 – 2011	? – 2018	1969 – 2011
CEPHE YENİLEME NEDENLERİ	Yapısal Sorunlar					+	+			+		+	+		+
	Estetiksel Kaygılar	+				+				+		+		+	
	İşlev Değişikliği		+												
	Enerji Etkinliği	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+		+
	Konfor Koşulları	+	+		+	+	+	+			+	+	+	+	+
	Açık/Kapalı Hacim İhtiyacı	+											+	+	+
	Ekonomik Nedenler	+	+				+	+				+			
	Teknolojik Yenilikler					+	+		+						
MEVCUT CEPHEDEKİ ELEMANLAR	Kaplama Katmanı	Seramik kaplama	Sıva ve boya	Sıva ve boya	Sıva ve boya	Beyaz mermer	Kompozit panel	Tuğla kaplama	Sıva ve boya	Sıva ve boya	Sıva ve boya	Alüminyum kaplama	Alüminyum kaplama	Sıva ve boya	Taş kaplama
	Gövde	*	*	Tuğla	Tuğla	*	*	*	Sandviç beton duvar	Tuğla	*	Beton parapet	Çelik çerçeve	-	Beton duvar
	Kontrol Katmanı	*	-	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	-	-	*	-	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	-	Isı yalıtımı
	Cephe Boşlukları	Tek cam + pvc doğrama	Tek cam + alüminyum doğrama	*	Tek cam + alüminyum doğrama	Çift cam + alüminyum doğrama	Filmli tek cam + pvc doğrama	Tek cam + pvc doğrama	Çift cam + ahşap doğrama	Tek cam + ahşap doğrama	Ahşap doğramalı pencere	*	Tek cam + pvc doğrama	Tek cam + alüminyum doğrama	Çift cam + pvc doğrama
	Ek katmanlar	-	-	-	-	-	-	-	Balkon	Balkon	Balkon	Servis platformu + yatay güneş kırıcı	-	-	-
CEPHE YENİLEME YÖNTEMLERİ	Yüzeysel Müdahaleler			+						+	+	+			
	Pencerelerin İyileştirilmesi / Değiştirilmesi	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+
	Pencere Oranının Değiştirilmesi	+					+		+				+	+	+
	Isı Yalıtımı Uygulaması		+	+	+	+		+	+		+	+		+	+
	Ses Yalıtımı Uygulaması		+					+				+		+	
	Isı ve Ses Köprülerinin Önlenmesi			+	+	+		+	+		+	+	+		+
	Güneş Kontrol Elemanlarının Kullanımı		+		+		+					+	+		+
	Işık Rafı Kullanımı														
	Kaplama Malzemesinin Değiştirilmesi / Eklenmesi					+	+			+					+

Tablo 4.2 (devamı) : Uygulama örneklerinin değerlendirme tablosu (+ : bulunuyor, * : özelliği bilinmiyor, - : bulunmuyor) ○ Onarım ○ Değişim ○ Ekleme ○ Yeniden Yapım

BİLGİLER		PROJE İSİMLERİ													
		545 Madison Avenue (ABD)	Albatros Konut Binası (Hollanda)	Ankara Pasif Ev (Türkiye)	Cordoba Sosyal Konutları (İspanya)	First Canadian Place (Kanada)	Hanwha Headquarters Tower (Güney Kore)	Hem Apartman Binaları (Fransa)	Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi (Avusturya)	Karasamsun Evleri (Türkiye)	Mustamae Bölgesi Apartmanı (Estonya)	Sparkasse Vorderpfalz Binası (Almanya)	Tour Bois le Pretre Konutları (Fransa)	Trabulsi Binası (Brezilya)	Traneparken Apartman Binası (Danimarka)
CEPHE YENİLEME YÖNTEMLERİ	Balkon İyileştirmeleri								+		+				
	Açık /Kapalı Hacim Oluşturma	+							+				+	+	+
	Çift Duvar Uygulaması							+	+						
	Çift Kabuklu Cam Cephe Uygulaması		+									+			
	Trombe Duvarı														
	Su Duvarı														
	Bitkilendirilmiş Cephe														
	Prefabrike Cephe Sistemleri							+	+						
	Güneş Kolektörleri								+						
	Fotovoltaik Paneller						+		+						
	Rüzgâr Türbinleri Ekleme														
YENİLEME SONRASI CEPHE ELEMANLARI	Kaplama Katmanı	-	Seramik kaplama + sıva ve boya	Sıva ve boya	Sıva ve boya	Çok katmanlı cam panel	Alüminyum	Tuğla	Sıva ve boya	Sıva ve boya	Sıva ve boya	Alüminyum	Alüminyum	Alüminyum	Tuğla
	Gövde	-	-	Tuğla	Tuğla	*	-	* + Ahşap çerçeve	Sandviç beton panel + ahşap çerçeve	Tuğla	*	Beton parapet	-	U biçimli çift katmanlı yarı şeffaf duvar	Beton duvar
	Kontrol Katmanı	-	Isı yalıtımı + Hava boşluğu	Eps ısı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı + buhar kesici	Isı yalıtımı + hava boşluğu	*	Eps ısı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı	Isı yalıtımı
	Cephe Boşlukları	Low-e kaplamalı temperli çift cam + alüminyum doğrama	İçte low-e çift cam + dışta tek camlı giydirme cephe	Argon gazı dolgulu üçlü cam + kompozit doğrama	Üçlü cam + pvc doğrama	Çift cam + alüminyum doğrama	Şeffaf yalıtımlı çift cam + alüminyum doğrama	Argon gazı dolgulu üçlü cam + pvc doğrama	Şeffaf yalıtımlı üçlü cam + alüminyum doğrama	Tek cam + ahşap doğrama	Üçlü cam + pvc doğrama	İçte yalıtımlı pencere + dışta giydirme cephe	*	*	Low-e kaplamalı üçlü cam + kompozit doğrama
	Ek katmanlar	-	Servis platformu + jaluzi	-	Yatay güneş kırıcı	-	Pv panel + güneş kırıcı + led aydınlatma	-	Çelik taşıyıcılı balkon + güneş kolektörü + pv panel	Balkon	Balkon	Servis platformu + jaluzi	Güneş perdesi + çelik taşıyıcılı balkon	Gömülü balkon	Çelik taşıyıcılı balkon + güneş perdesi
SONUÇ	**GEREKÇELER**	Değişim Yeniden Yapım	Değişim Ekleme	Onarım Değişim	Değişim Ekleme	Değişim	Değişim Ekleme Yeniden Yapım	Değişim Ekleme	Değişim Ekleme	Onarım	Onarım Değişim Ekleme	Onarım Değişim Ekleme	Ekleme Yeniden Yapım	Ekleme Yeniden Yapım	Değişim Ekleme
	YENİLEME DÜZEYİ	**Kapsamlı**	**Yüksek Düzey**	**Orta Düzey**	**Yüksek Düzey**	**Orta Düzey**	**Kapsamlı**	**Yüksek Düzey**	**Yüksek Düzey**	**Basit Düzey**	**Yüksek Düzey**	**Yüksek Düzey**	**Kapsamlı**	**Kapsamlı**	**Yüksek Düzey**

Örneklerde, mevcut cephelerinde bulunan yapı elemanlarının farklı olması ve yenileme kararının farklı gereksinimler doğrultusunda alınmış olması sebebiyle birçok farklı yenileme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemlerden en çok kullanılanları; cephenin ana elemanlarından olan pencerelerin iyileştirilmesi ya da değiştirilmesi, ısı yalıtımı uygulaması ve ısı köprülerinin engellenmesi olmuştur. Literatürden elde edilen cephe yenileme yöntemlerinden olan ışık rafı kullanımı, trombe duvarı, su duvarı ve bitkilendirilmiş cephe seçeneklerinin uygulandığı örnek binaya rastlanmamıştır. Yenilebilir enerji kullanımına yönelik olarak Hanwha Headquarters Tower ve Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi binalarının cephelerine fotovoltaik panel monte edilmiş, ek olarak Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi'nde güneş kolektörleri uygulanmıştır. İncelenen örneklerde rüzgâr türbinlerinin kullanımı tercih edilmemiştir.

Örneklerin genelinde kullanılan tek camlı pencereler, ses ve ısı yalıtımı performansı yüksek çift ya üçlü cam üniteli pencereler ile değiştirilmiştir. Bu aşamada duvar ya da binanın diğer elemanlarıyla oluşturduğu birleşim detaylarında ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak köprülerin önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Yalıtımsız ya da yalıtımı yetersiz binalara, cephenin dış tarafından ısı yalıtımı eklenerek enerji etkinliği ve konfor koşullarının arttırılması hedeflenmiştir.

Hem Apartman Binaları ve Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi'nde binanın mevcut cephesine farklı katmanlardan oluşan prefabrike duvar paneller monte edilerek cephenin performansının arttırılması hedeflenmiştir. Albatros Konut Binası ve Sparkasse Vorderpfalz Binası projelerinde mevcutta bulan cephe kabuğuna şeffaf özellikteki ikinci bir kabuk eklenmiş ve aradaki hava boşluğunun yalıtım özelliğinden faydalanılmıştır. Ayrıca dış kabuğun iç tarafına yerleştirilen elemanlar ile güneş kontrolü sağlanmıştır.

Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi, Tour Bois le Pretre Konutları ve Traneparken Apartman Binası projelerinde açık hacim ihtiyacının giderilmesi için balkon eklenmiştir. Bu balkonlar, mevcut binaya ek yük getirmemek ve ısı köprüsü oluşturmamak gibi nedenler doğrultusunda ayrı çelik taşıyıcılar ile inşa edilmiştir. 545 Madison Avenue ve Trabulsi binalarında ise açık hacim ihtiyacı cephe duvarlarının binanın iç tarafından örülmesi ile oluşturulan balkon alanları ile giderilmiştir.

Tez kapsamında, bina cephelerinde yapılan yenilemeler düzeylerine göre farklı başlıklarda incelenmiştir. Bu bölümde incelenen 14 örnekte, yapılan cephe yenilemelerinin hangi düzeyde olduğu Tablo 4.3'te gösterilmiştir. Buna göre, sıvaları onarılan ve dış cepheleri boyanan Karasamsun evlerine yapılan cephe yenilemesi "Basit Düzeyde Yenileme" olarak değerlendirilmiştir.

Bina cephelerinde yapılan basit onarımlara ek olarak cephede mevcutta bulanan yapı elemanlarının iyileştirilmesi, güçlendirilmesi ya da değiştirilmesi müdahaleleri yapılan Ankara Pasif Ev ve First Canadian Place Binası orta düzeyde yenilemenin yapıldığı binalardır.

Orta düzeyde yenileme müdahalelerine ek olarak bina cephelerinde mevcutta bulanan yapı elemanlarına eklenmelerin yapıldığı; Albatros Konut Binası, Cordoba Sosyal Konutları, Hem Apartman Binaları, Johann Böhm Sanierung Konut Kompleksi, Mustamae Bölgesi Apartmanı, Sparkasse Vorderpfalz Binası ve Traneparken Apartman Binası projeleri, yenilemenin yüksek düzeyde yapıldığı örneklerdir.

İncelenen örneklerden 545 Madison Avenue, Hanwha Headquarters Tower, Tour Bois le Pretre Konutları ve Trabulsi Binası projelerinde, mevcut bina cepheleri tamamen kaldırılmış ve yerlerine yeniden bir cephe inşa edilmiştir. Bu nedenle bu binalara yapılan yenileme çalışmaları, kapsamlı yenileme olarak değerlendirilmiştir.

Tüm örneklere bakıldığında en çok yüksek ve kapsamlı yenileme düzeylerinin tercih edildiği görülmüştür. Bu, binadaki mevcut cephe katmanlarının oldukça yetersiz kalması ya da cepheden beklenen beklene performans kriterlerinin bir önceki cepheye nazaran fazla değişiklik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bu düzeyler, ekonomik olarak diğerlerinden daha maliyetli olması nedeniyle yenileme için ayrılan bütçe ile de doğrudan ilişkilidir. Orta düzeyde yenileme ise cephedeki katmanların kullanılabilir seviyede olduğu ama yeni ihtiyaçları tam karşılayamadığı noktada tercih edilmektedir. Çoğu zaman pencerelerin değiştirilmesi ve yalıtım katmanının kalınlaştırılması ile ortaya çıkmaktadır. Basit düzeyde yenilemeye sebep olan nedenler, çoğu zaman yenileme için tek başına bir faktör olmayıp diğer düzeylere gerek duyulmadığı takdirde yenileme yapılmamaktadır. Basit düzeyde yenileme estetik kaygının bulunduğu bina cephelerinde tercih edilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçmişte, farklı kullanım amaçlarına hitap eden çeşitli niteliklerde birçok bina inşa edilmiştir. Günümüzde de bu süreç aynı şekilde devam etmektedir. İnşa edilen binalar ihtiyaçlar ya da beklentilerin değişmesi ile çoğu zaman ömrünü tamamlamadan yıkılmaktadır. Kullanım ömrü dolmadan yıkılan binaların yerine yeni binaların yapılması ekonomik, sosyal, kültürel vb. birçok açıdan olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu noktada yapısal ömrü tamamlanmayan mevcut bina stokunun yenilenerek tekrar kullanıma kazandırılması önem teşkil etmektedir.

Binaları oluşturan taşıyıcı sistem, kabuk, iç donatım sistemi ve tesisat alt sistemlerinin her biri farklı kullanım sürelerine sahiptir. Cepheler, iç mekân ve dış çevre arasında koruyucu katman olarak bulunması nedeniyle erken zarar görebilmektedir. Dolayısıyla binanın ömrü 100 yılı bulabilirken cephelerdeki deformasyonlar 15-25 yıllık sürelerde kendini gösterebilmektedir. Ayrıca çevre ile bina arasında filtreleme görevi gören cepheler, toplam bina performansındaki en etkili sistemlerdir. Bu nedenler doğrultusunda bina cephelerinde yapılacak olan yenileme çalışmaları direkt olarak bir sonuç verecektir.

Bina cephelerinde yenileme; bozulmaların oluşması, estetik kaygılar, işlev değişikliğinin yaşanması, enerji verimsizliği, konfor koşullarının sağlanamaması gibi birçok nedenden kaynaklı yapılabilmektedir. Bu nedenlerin tetiklemesi ile karar verilen yenileme çalışmalarında, yenileme ile ulaşılması hedeflenenler belirlenmeli ve bu doğrultuda uygun stratejiler geliştirilmelidir. Doğru stratejik yaklaşım sonucunda uygun yenileme müdahaleleri yapılarak cephe yenileme çalışmalarının başarıya ulaşması sağlanmalıdır.

Tez çalışmasının başlangıcında, cephe yenileme çalışmalarıyla ilgili detaylı literatür taraması yapılmıştır. Ulaşılan makale ve tezlerin sistematik analizi ile cephe yenileme çalışmalarının nedenleri ve ulaşılması gereken amaçlar incelenmiştir. Ayrıca ulusal ve uluslararası alanda cephe yenilemeleri için önerilen yaklaşımlar ve cephelerin

performans ölçütlerini karşılayabilmesi için kullanılabilecek yöntemler değerlendirilmiştir. Çalışmalarda önerilen fikirlerin uygulamaya nasıl geçirildiği irdelenmiştir. Detaylı literatür taramasının verileri sonucunda tezin kurgusu oluşturulmuştur.

Bina cephelerinde yenileme gereksinimi farklı neden ve amaçlar doğrultusunda ortaya çıkabilmektedir. Cephe yenilemesi ile ilgili yapılan çalışmaların nedenlerine bakıldığında; yapısal bozulmalar, estetik kaygıları, işlev değişikliğinin yaşanması, enerji etkinliği sağlama, konfor koşullarının arttırılması, açık ya da kapalı hacim ihtiyacı, ekonomik koşullar ve teknolojik yeniliklerden faydalanma isteği gibi ortak başlıklar belirlenmektedir. Bu nedenler tek başına cephe yenilemesine sebep olabileceği gibi aynı bina için birden çok faktör de yenileme gereksinimini ortaya çıkarabilmektedir.

Cephelerin yenilenmesi sırasında aynı ya da farklı performans etkenlerine karşılık gelen birçok yöntem kullanılmaktadır. Literatürde bulunan çalışmalarda ve sahadaki uygulamalarda kullanılan yöntemler şu şekilde sınıflandırılarak sıralanmıştır:

- Yüzeysel müdahaleler
- Pencereler ile ilgili yöntemler
  - Pencerelerin iyileştirilmesi ve değiştirilmesi
  - Cephedeki pencere oranının değiştirilmesi
- Çevresel kontrol müdahaleleri
  - Isı yalıtımı uygulaması
  - Ses yalıtımı uygulaması
  - Isı ve ses köprülerinin önlenmesi
  - Güneş kontrol elemanlarının kullanımı
  - Işık rafı kullanımı
- Cephe kaplamasına yönelik müdahaleler
- Ek hacimlere yönelik müdahaleler
  - Balkon iyileştirmeleri
  - Açık ya da kapalı hacim ekleme
- Çok kabuklu cephelere yönelik müdahaleler
  - Çift duvar uygulaması
  - Çift kabuklu cam cephe uygulaması

  - Trombe duvarı
  - Su duvarı
  - Bitkilendirilmiş cephe
- Prefabrike cephe sistemleri
- Enerji üretimine yönelik müdahaleler
  - Güneş kolektörlerinin kullanımı
  - Fotovoltaik panellerin kullanımı
  - Rüzgâr türbinlerinin kullanımı

Cephe yenilemesinde, yenilemeyi oluşturan nedenlere uygun yöntemin seçilmesinde mevcut bina cephesinin hâlihazırdaki durumunun iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Mevcut cephede bulunan katmanlar ve katmanlarındaki malzemelerin niteliği uygulanacak yöntemin seçiminde belirleyici olmaktadır. Ayrıca bu durum, seçilecek yöntemin uygulanma tekniğini de etkilemektedir. Bu noktada mevcut cephenin durumu ve cephe yenileme yöntemleri arasındaki ilişkinin kurulabilmesi gerekmektedir. Tez kapsamında, bu ilişkinin kurulabilmesini sağlayacak bir strateji önerilmiştir.

Önerilen stratejide, literatürdeki yaklaşımlardan faydalanılarak yenileme çalışmaları düzeylerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma için yenileme yöntemleri analiz edilmiş ve uygulanma teknikleri incelenmiştir. Yenileme yöntemlerinin mevcut cephelerde onarım, değişim, ekleme biçimlerinde uygulandığı tespit edilmiştir. Ayrıca bazı yöntemlerin, mevcut cephenin tamamen yıkılarak yeniden yapımı ile uygulandığı görülmüştür. Bu doğrultuda yenileme yöntemlerinin uygulanma tiplerine göre dört farklı yenileme düzeyi belirlenmiştir. Basit, orta, yüksek ve kapsamlı yenileme olarak belirlenen düzeyler Tablo 3.1'de ifade edilmiştir.

- Basit düzeyde yenileme, cephe yüzeylerindeki basit onarımları kapsaması nedeniyle daha çok görsel sonuç veren ve cephedeki daha büyük sorunların önüne geçen bir yenilemedir. Diğer düzeylere kıyasla ekonomiktir ancak etki düzeyi düşüktür. Yapıldığı sırada kullanıcının yapıyı kullanmasına bir engel oluşturmamaktadır. Binaya, çevreye ya da kullanıcıya ait faktörlerden etkilenmemektedir.
- Orta düzeyde yenileme; basit onarımlar ve bina cephesinde mevcutta bulunan yapı elemanlarının iyileştirilmesi ve değiştirilmesi yoluyla yapılan

yenilemelerdir. Ekonomik olarak uygun ve kolay uygulanabilir olmaları nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedirler. Mevcut yapı elemanlarının, ihtiyaca göre iyileştirilmesi ya da değiştirilmesi nedeniyle cephe performansına direkt etki etmektedir.

- Yüksek düzeyde yenileme, bina cephelerinin onarımı ya da mevcut elemanlarına yönelik müdahalelere ek olarak iç ya da dış yüzeylerine çeşitli yapı elemanlarının eklenmesi şeklinde uygulanan yenileme türüdür. Cepheye entegre olarak yenileme yöntemleri, bina cephesinde ihtiyaç duyulan elemanları sağladığı için genel olarak etki değerleri yüksektir. Uygulama zorluğu ve ekonomik etkileri uygulanan yönteme göre değişebilmektedir. Yapılan eklemelerin, binanın taşıyıcı sistemine ekstra yük getirdiği durumlarda taşıyıcı sistemin dayanıklılığı analiz edilmelidir.
- Kapsamlı yenileme, bina cephesinin tamamen yıkılıp yeniden bir cephenin örüldüğü yenilemelerdir. Ekonomik olarak maliyetlidir. Kapsamlı yenileme müdahalesi, binanın bütün olarak baştan ele alınması ve yeni bileşenlerin kullanımına olanak sağladığı için performans olarak en etkili sonucu veren yenileme türüdür. Gereklilikleri nedeniyle uygulama zorluğu en üst seviyededir. Yüksek düzeyde yenilemede olduğu gibi, yeni cephenin getireceği yük hesaplanmalı ve bina taşıyıcı sisteminin taşıyıcılığından emin olunmalıdır.

Önerilen yaklaşımın daha iyi ifade edilebilmesi için yurt içi ve yurt dışında bulunan farklı örnek binalar incelenmiştir. İncelenen örnekler; cephe yenileme nedeni, yenileme öncesi cephedeki katmanlar, uygulanan yenileme yöntemleri ve yenilemesi sonrası cephedeki katmanların durumu şeklinde özetlenmiştir. Sonucunda yöntemlerin hangi tekniklerle uygulandığı ve cephe yenilemesinin hangi düzeyde yapıldığı ifade edilmiştir (Tablo 4.2).

Cephenin tümünde yapılacak olan müdahaleler için tüm kat maliklerinin ortak kararı gerekmektedir. Tekil olarak yapı elemanına yapılacak müdahalelerde ise kullanıcı ve/veya mal sahibinin diğer kullanıcılara rahatsızlık vermeden uygulamayı tamamlaması gerekmektedir. Yenileme düzeyi ve devamında yöntem seçiminde yasal zorunluluklar gözetilmeli, uygulama öncesi ve sırasında ilgili izinler alınmalıdır. Cephe yenilemesi için gerekli izinler, bölgeden bölgeye farklılıklar göstermektedir.

Cephe yenilemesinin neden ve amaçlarına yönelik uygun yenileme yöntemlerine karar verilebilmesi için binaya dair analizler yapılmalı ve binanın mevcut cephesinin durumu tespit edilmelidir. Bu aşamada konuyla ilgili mimar ve mühendis niteliğindeki uzmanlara başvurulmalıdır. Kullanıcı ve/veya mal sahiplerinin değerlendirmelerine ek olarak, bina ilgili programlarda 2 ve 3 boyutlu ortama aktarılmalı ve gerekli çizim, model ya da simülasyon hazırlanmalıdır. Mevcut cephede iyileştirilmek istenen performans etmenlerine göre cephenin durumu değerlendirilmelidir. Cephedeki mevcut katmanlar ve bu katmanların yeterlilikleri göz önüne alınarak onarım, değişim, ekleme ya da yeniden yapım gerekliliklerine göre belirlenen yenileme düzeyine karar verilmelidir. Basit, orta, yüksek ya da kapsamlı yenileme düzeylerine göre alternatif yenileme yöntemleri seçilmelidir.

Belirlenen alternatifler; mimar ve mühendis uzmanlar tarafından değerlendirilmeli ve uygulanacak yöntemlere karar verilmelidir. Bu aşamada, cephe yenilemesini etkileyecek ve yönlendirecek olan kullanıcı ve mal sahibi istekleri, ekonomik faktörler, yasal zorunluluklar; binadaki diğer sistemlerin durumu, binanın yönlenmesi, işlevi ve formu gibi binaya ait faktörler; iklim ve konum gibi çevresel faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Seçilen yöntemin uygulanma tekniği ve detay çözümlerine göre mevcut cephede gerekli hazırlıklar yapılmalıdır.

Uygulama sırasında kullanılacak düzey ve yönteme göre mevcut binanın yapımında söz sahibi olan müelliflerden ve ilgili belediyeden izin alınmalı, görüşlerinden faydalanılmalıdır. İskele kurulumu gerektiren çalışmalarda iskele, ilgili uzman projesine göre inşa edilmeli, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulmalıdır.

Cephe yenilemesi sonucunda uygulanan yöntemlerin doğruluğu test edilmelidir. Uygulamadan belli bir süre sonra binaya dair ölçümler yapılarak cephe yenileme çalışmasının amacına ulaşıp ulaşmadığının kontrolü yapılmalıdır.

Sonuç olarak; tez kapsamında konuyla ilgili eski ve güncel çalışmalar irdelenerek özgün bir yaklaşım sunulmuştur. Onarım, değişim, ekleme ve yeniden yapılan gereklilikleri gözetilerek önerilen basit, orta, yüksek ve kapsamlı düzeydeki yenileme yaklaşımı aracılığıyla cepheye uygulanacak olan yenileme yöntemleri ile cephenin mevcut durumu arasında bağlantı kurulmasına çalışılmıştır. Aynı zamanda bu başlıkların, cephe yenilemesiyle elde edilecek sonuçlar ile paralellik göstermesi nedeniyle mevcut binaya uygulanacak yenileme yöntemleri arasında sayısal

hesaplamalara girilmeden kıyas yapılması amaçlanmıştır. Bu strateji kullanıcıya, binaya, çevreye ait faktörlere ya da yasal kısıtlamalara karşı alternatif uygulama yöntemlerinin seçilebilmesine olanak sağlamıştır.

Ülkemizde, cephe yenileme çalışmalarının başarıya ulaşmasını sağlayacak çalışma bulunmamaktadır. Yönetmeliklerde yenileme çalışmaları "Basit tamir ve tadil" ve "Esaslı tadilat" olarak tüm bina için ele alınmış ve sadece tanımları yapılmıştır. Uygulamada bulunacak uzman ve mal sahiplerine yönelik kısıtlayıcı ya da yol gösterici unsurlardan bahsedilmemiştir. Ayrıca cephe yenileme çalışmalarında, ilgili idare tarafından istenen belge ve izinlerde farklılıklar bulunmaktadır. Bu hususta tez çalışması, yönetmelikte bulunan eksikliğin giderilmesinde yardımcı olacağı gibi ülke bütününde cephe yenileme çalışmalarının başından sonuna kadar başarılı bir şekilde ilerlemesini sağlamak için birlik sağlanmasında yol gösterecektir. Bu bağlamda, kullanıcı ve/veya mal sahibi, proje müellifleri ve idari birimler bu çalışmadan faydalanabilecektir.

Tez çalışmasında; yapısal olarak dayanıklı olan ancak beklenen performansı veremeyerek ömrü tamamlanan binaların cephe yenilemesi sayesinde yıkılmadan kullanıma devam edebilmesi teşvik edilmiş, hazırlanan çalışmadan elde edilen veriler ile mevcut bina cephelerinin yenilenmesi çalışmalarına ışık tutacak bir yaklaşım amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

Abdullah, H. K., & Alibaba, H. Z. (2017). Retrofits for Energy Efficient Office Buildings: Integration of Optimized Photovoltaics in the Form of Responsive Shading Devices. *Sustainabıiliy*, *9*(11). https://doi.org/10.3390/su9112096

Al-Tamimi, N. (2022). Building Envelope Retrofitting Strategies for Energy-Efficient Office Buildings in Saudi Arabia. *Buildings*, *12*(11). https://doi.org/10.3390/buildings12111900

Albadry, S., Tarabieh, K., & Sewilam, H. (2017). Achieving Net Zero-Energy Buildings through Retrofitting Existing Residential Buildings Using PV Panels. *International Conference - Alternative And Renewable Energy Quest (Areq 2017)*, *115*, 195–204. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.018

Ali, H., & Hashlamun, R. (2019). Envelope Retrofitting Strategies for Public School Buildings in Jordan. *Journal Of Building Engineering*, *25*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100819

Allesina, G., Ferrari, C., Muscio, A., & Pedrazzi, S. (2019). Easy to Implement Ventilated Sunspace for Energy Retrofit of Condominium Buildings With Balconies. *Renewable Energy*, *141*, 541–548. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.04.037

Alonso, A., Suarez, R., Patricio, J., Escandon, R., & Sendra, J. J. (2021). Acoustic Retrofit Strategies of Windows in Facades of Residential Buildings: Requirements and Recommendations to Reduce Exposure to Environmental Noise. *Journal Of Building Engineering*, *41*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102773

An, D. W., & Lee, J. Y. (2018). The 2001-2017 Façade Renovations of Jongno Roadside Commercial Buildings Built in the 1950s-60s: Sustainability of Ordinary Architecture Within Regionality. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(9). https://doi.org/10.3390/su10093261

Arıcı, M., Karabay, H., & Kan, M. (2015). Flow and Heat Transfer in Double, Triple and Quadruple Pane Windows. *Energy and Buildings*, *86*, 394–402. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.043

Aruta, G., Ascione, F., Bianco, N., Iovane, T., & Mauro, G. M. (2023). A responsive double-skin façade for the retrofit of existing buildings: Analysis on an office building in a Mediterranean climate. *Energy and Buildings*, *284*. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112850

Ascione, F., Bianco, N., De Masi, R. F., & Vanoli, G. P. (2013). Rehabilitation of the building envelope of hospitals: Achievable energy savings and microclimatic control on varying the HVAC systems in Mediterranean climates. *Energy And Buildings*, *60*, 125–138. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.01.021

ASHRAE Standard 62. (2001). *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality,*

American Society of Heating.

Ayçam, İ., & Utkutuğ, G. S. (2014). Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi Ve Enerji Etkin Pencere Seçimi. *9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, 61–73.

Aytekin, G. (2019). *Sıcak Kuru İklimde Yer Alan Konut Binalarında Maliyet Etkin İyileştirme Teknikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Baker, N. (2009). *The Handbook of Sustainable Refurbishment Non-Domestic Buildings*. Earthscan Publishing,London.

Bakkal, S. (2019). *Eğitim Binalarında Çift Kabuk Cephe Sistemleri Kullanımlarına Bağlı Enerji Etkin İyileştirme Önerileri*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü, Trabzon.

Banti, N., Ciacci, C., Di Naso, V., & Bazzocchi, F. (2023). Green Walls as Retrofitting Measure: Influence on Energy Performance of Existing Industrial Buildings in Central Italy. *Buildings*, *13*(2). https://doi.org/10.3390/buildings13020369

Barton, R., Erhorn, H., Morck, O., Mroz, T., & Schmidt, F. (2007). Retrofitting in Educational Buildings - Energy Concept Adviser for Technical Retrofit Measures, Technical Synthesis Report Annex 36. In *Energy*. www.annex36.com

Başarır, B. (2013). *Binalarda Cephe Yenileme Gereksinimleri Ve Çözüm Teknikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bayram, G. (2015). *A Proposal for a Retrofitting Model for Educational Buildings in Terms of Energy Efficient Lighting Criteria*. Doctoral Thesis, İzmir Institute of Technology, Graduate School of Engineering and Sciences, İzmir.

Baytop, F. (1998). *Türkçe'de Batı Kökenli Yapı Terimleri*. Yem Yayınevi, İstanbul.

Bergero, S., Cavalletti, P., & Chiari, A. (2017). Energy refurbishment in existing buildings: thermal bridge correction according to DM 26/06/2015 limit values. *Beyond Nzeb Buildings*, *140*, 127–140. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.129

Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik. (2017). *Resmi Gazete (Sayı:30082)*.

Biswas, K., Patel, T., Shrestha, S., Smith, D., & Desjarlais, A. (2019). Whole building retrofit using vacuum insulation panels and energy performance analysis. *Energy And Buildings*, *203*. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109430

Boduroğlu, Ş., & Kariptaş, F. S. (2010). *Akıllı Konut Sistemlerinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı* (A. B.Gültekin (ed.)). International Sustainable Buildings Symposium Proceedings (1. Baskı).

Borodiņecs, A., Gabriel, A., & Zemitis, J. (2013). *Handbook on Buildings Renovation in Central Baltic Region*. Riga Technical University.

Brand, S. (1995). *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. Penguin.

Brunoro, S. (2007). Sustainable technologies in the refurbishment of existing building envelopes in Italy. *Portugal Sb07-Sustainable Construction, Materials And Practices: Challenge Of The Industry For The New Millennium, Pts 1 And 2*, 257.

Bueno, B., Cejudo-Lopez, J. M., Katsifaraki, A., & Wilson, H. R. (2018). A systematic workflow for retrofitting office facades with large window-to-wall ratios based on automatic control and building simulations. *Building And Environment*, *132*, 104–113. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.031

Bugenings, L. A., Schaffer, M., Larsen, O. K., & Zhang, C. (2022). A novel solution for school renovations: Combining diffuse ceiling ventilation with double skin facade. *Journal Of Building Engineering*, *49*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104026

Busch, R. D. (1996). Characterization of Energy Processes in Buildings. *Fundamentals of Building Energy Dynamics, MIT Press, Cambridge.*

Capeluto, G. (2019). Adaptability in envelope energy retrofits through addition of intelligence features. *Architectural Science Review*, *62*(3), 216–229. https://doi.org/10.1080/00038628.2019.1574707

Carletti, C., Sciurpi, F., & Pierangioli, L. (2014). The Energy Upgrading of Existing Buildings: Window and Shading Device Typologies for Energy Efficiency Refurbishment. *Sustainability*, *6*(8), 5354–5377. https://doi.org/10.3390/su6085354

Cascone, Y., Capozzoli, A., & Perino, M. (2018). Optimisation analysis of PCM-enhanced opaque building envelope components for the energy retrofitting of office buildings in Mediterranean climates. *Applied Energy*, *211*, 929–953. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.11.081

Casquero-Modrego, N., & Goni-Modrego, M. (2019). Energy retrofit of an existing affordable building envelope in Spain, case study. *Sustainable Cities And Society*, *44*, 395–405. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.034

Chandler, I. E. (1991). *Repair & Renovation Of Modern Buildings*.

Colinart, T., Bendouma, M., & Glouannec, P. (2019). Building renovation with prefabricated ventilated facade element: A case study. *Energy And Buildings*, *186*, 221–229. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.01.033

Colombo, I. G., Colombo, M., di Prisco, M., Galzerano, B., & Verdolotti, L. (2021). Lightweight TRC sandwich panels with sustainable diatomite-based core for energy retrofitting of existing buildings. *Advances In Building Energy Research*, *15*(2), 231–252. https://doi.org/10.1080/17512549.2019.1697752

Compagno, A. (2002). *Intelligent Glass Façades*. Birkhäuser-Verlag, Basel.

Corticos, N. D. (2019). Self-learning and Self-repairing Technologies to Establish Autonomous Building Maintenance. *2018 2nd International Conference On Buildıng Materials And Materials Engineering (Icbmm 2018)*, *278*. https://doi.org/10.1051/matecconf/201927804004

Costa, J. F. W., Amorim, C. N. D., & Silva, J. C. R. (2020). Retrofit guidelines towards the achievement of net zero energy buildings for office buildings in Brasilia. *Journal Of Building Engineering*, *32*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101680

Coydon, F., Duran, M., Dinkel, A., & Herkel, S. (2016). Monitoring Results and Optimization of a Facade Integrated Ventilation Concept for Building Retrofit. *International Journal Of Ventilation*, *14*, 349–362. https://doi.org/10.1080/14733315.2016.11684092

Craft, W., Ding, L., Prasad, D., Partridge, L., & Else, D. (2017). Development of a regenerative design model for building retrofits. *International Hıgh-Performance Built Environment Conference - A Sustainable Built Environment Conference 2016 Series (Sbe16), Ihbe 2016*, *180*, 658–668. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.225

Cuerda, E., Perez, M., & Neila, J. (2014). Facade typologies as a tool for selecting refurbishment measures for the Spanish residential building stock. *Energy And Buildings*, *76*, 119–129. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.054

de Vasconcelos, A. B., Pinheiro, M. D., Manso, A., & Cabaco, A. (2016). EPBD cost-optimal methodology: Application to the thermal rehabilitation of the building envelope of a Portuguese residential reference building. *Energy And Buildings*, *111*, 12–25. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.006

Deniz, A. (2018). *Yapı Kabuğunun Düşük Maliyetli Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım: Kamu Yapısı Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Deniz, Ö.Ş. (2011). Bina Çevreleyici Sistemi. *Yalıtım Dergisi. İstanbul.*

Deniz, Ömer Şükrü, Gür, N. V., & Ekinci, S. (2012). Kagir Yığma Dış Duvar Tasarım Etmenleri. *6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu12*, *Nisan*.

Dikmen, M. (2016). *Yüksek Konut Yapılarında Kullanılan Cephe Sistemlerinde Doğal Havalandırmanın İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dugue, A., Raji, S., Bonnamy, P., & Bruneau, D. (2017). E2VENT: an Energy Efficient Ventilated Facade Retrofitting System. Presentation of the Embedded LHTES System. *Sustainable Synergies From Buildings To The Urban Scale*, *38*, 121–129. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.093

Dukanovic, L., Ignjatovic, D., Ignjatovic, N. C., Rajcic, A., Lukic, N., & Zekovic, B. (2022). Energy Refurbishment of Serbian School Building Stock-A Typology Tool Methodology Development. *Sustainability*, *14*(7). https://doi.org/10.3390/su14074074

Düzgün, N. (2020). *Pencere Camı Özelliklerinin Bina Enerji Performansına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ebbert, T. (2010). *Re-Face Refurbishment Strategies For The Technical Improvement Of Office Facades*. Doctoral Thesis, Delft University of Technology, Building Technology Department.

Ebbert, T. (2013). Integrated refurbishment planning for sustainable office buildings. *Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers-Structures And Buildings*, *166*(2), 100–107. https://doi.org/10.1680/stbu.10.00062

Ebbert, T., & Knaack, U. (2007). The service integrated envelope applied for sustainable office refurbishment. *Portugal Sb07 - Sustainable Construction, Materials And Practices: Challenge Of The Industry For The New Millennium, Pts 1 And 2*, 147-+.

Efthymiou, M., Kontonis, P. R., Leonidou, A., Kazanakis, G., Vassiliades, C., & IOP. (2020). Investigation of Sun Protection Issues via the Active and Passive Building Integration of Active Solar Energy Systems: A Case Study of the Renovation of

an Existing Building in Cyprus. *Sustainability In The Built Environment For Climate Change Mitigation (Sbe19)*, *410*. https://doi.org/10.1088/1755-1315/410/1/012063

Egiluz, Z., Cuadrado, J., Kortazar, A., & Marcos, I. (2021). Multi-Criteria Decision-Making Method for Sustainable Energy-Saving Retrofit Facade Solutions. *Sustainability*, *13*(23). https://doi.org/10.3390/su132313168

El-Darwish, I., & Gomaa, M. (2017). Retrofitting strategy for building envelopes to achieve energy efficiency. *Alexandria Engineering Journal*, *56*(4), 579–589. https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.05.011

Eliopoulou, E., & Mantziou, E. (2017). Architectural Energy Retrofit (AER): An alternative building's deep energy retrofit strategy. *Energy And Buildings*, *150*, 239–252. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.001

EPBD. (2023). *Energy Performance of Buildings Directive*.

Er, A. (2020). *Soğuk İklim Bölgelerindeki Mevcut Konut Yapılarının Enerji Performansının Artırılmasına Yönelik Bir Araştırma: Erzurum'da Bir Toplu Konut Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Eriç, M. (2002). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Erturan, B. (2010). *Akıllı cephe tasarım ilkeleri ve uygulama örneklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erturan, B. (2014). *Bina Cephelerinin Yenilemesine Karar Vermek İçin Kullanılabilecek Bir Değerlendirme Modeli*. Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Evangelisti, L., Guattari, C., & Gori, P. (2015). Energy Retrofit Strategies for Residential Building Envelopes: An Italian Case Study of an Early-50s Building. *Sustainability*, *7*(8), 10445–10460. https://doi.org/10.3390/su70810445

Fantucci, S., Garbaccio, S., Lorenzati, A., & Perino, M. (2019). Thermo-economic analysis of building energy retrofits using VIP - Vacuum Insulation Panels. *Energy And Buildings*, *196*, 269–279. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.019

Fina, B., Auer, H., & Friedl, W. (2019). Profitability of active retrofitting of multi-apartment buildings: Building-attached/integrated photovoltaics with special consideration of different heating systems. *Energy And Buildings*, *190*, 86–102. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.034

Fotopoulou, A., Semprini, G., Cattani, E., Schihin, Y., Weyer, J., Gulli, R., & Ferrante, A. (2018). Deep renovation in existing residential buildings through facade additions: A case study in a typical residential building of the 70s. *Energy And Buildings*, *166*, 258–270. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.01.056

Friedman, C., Becker, N., & Erell, E. (2014). Energy retrofit of residential building envelopes in Israel: A cost-benefit analysis. *Energy*, *77*, 183–193. https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.019

Gaspari, J., Antonini, E., Boeri, A., & Longo, D. (2013). Volumetric Additions For Sustainable Refurbishment Of Residentıal Buildings: From Theory To Practice.

Sustainable Building And Refurbishment For Next Generations, 59–62.

Georg Giebeler, Harald Krause, Rainer Fisch, Florian Musso, Berhard Lenz, A. R. (2009). *Refurbishment Manual: Maintenance, Conversions, Extensions*. Basel: Birkhäuser.

Giancola, E., Soutullo, S., Olmedo, R., & Heras, M. R. (2014). Evaluating rehabilitation of the social housing envelope: Experimental assessment of thermal indoor improvements during actual operating conditions in dry hot climate, a case study. *Energy And Buildings*, *75*, 264–271. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.010

Gönlüol, O. (2014). *1980-2008 Yılları Arasında Türkiye'de İnşa Edilen Çok Katlı Konut Binalarının Enerji Etkin Hale Getirilmesi İçin Kullanılabilecek İyileştirme Yaklaşımlarının İncelenmesi: İzmir İçin Bir Uygulama Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Güçyeter, B. (2010). *A Method On Energy-Efficient Retrofitting For Existing Building Envelopes*. Doctoral Thesis, İzmir Institute of Technology, Graduate School of Science Engineering and Sciences, İzmir.

Gucyeter, B., & Gunaydin, H. M. (2012). Optimization of an envelope retrofit strategy for an existing office building. *Energy And Buildings*, *55*, 647–659. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.09.031

Gugul, G. N., Koksal, M. A., & Ugursal, V. I. (2018). Techno-economical analysis of building envelope and renewable energy technology retrofits to single family homes. *Energy For Sustainable Development*, *45*, 159–170. https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.06.006

Gür, N. V. (2007). *Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güvenç, B. (2008). *Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Tasarım Prensiplerinin Mimaride Uygulanabilirliğinin irdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güvenli, Ö. (2006). *Tarihsel Süreç İçinde Malzeme Cephe İlişkisi Ve Giydirme Cepheler*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güzelçoban, S. (2007). *Yapılarda Su ve Isı Etkenleri, Oluşturduğu Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hang Liu, Y. C. (2015). Visible-Light-Induced Self-Cleaning Property of Bi2Ti2O7-TiO2 Composite Nanowire Arrays. *Langmuir*, 5962–5969.

Hasol, D. (2008). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. Yapı Endüstri Merkezi Yayınları.

He, Q., Ng, S. T., Hossain, M. U., & Skitmore, M. (2019). Energy-Efficient Window Retrofit for High-Rise Residential Buildings in Different Climatic Zones of China. *Sustainability*, *11*(22). https://doi.org/10.3390/su11226473

Hejtmanek, P., Volf, M., Sojkova, K., Brandejs, R., Kabrhel, M., Bejcek, M., Novak, E., & Lupisek, A. (2017). First stepping stones of alternative refurbishment modular system leading to zero energy buildings. *8th International Conference*

On Sustainability In Energy And Buildings, Seb-16, 111, 131–140. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.014

Hermelink, A., & Müller, A. (2011). Econimics of deep renovation. *European Insulation Manufacturers Association.*

Höfler, K., Knotzer, A., & Venus, D. (2014). Renovation concepts for net zero energy buildings–best practice residential building Kapfenberg/Austria. *Advances in Building Energy Research. (s. 9:1, 107-119).*

Höfler, K., Maydl, J., Venus, D., Sedlák, J., Struhala, K., Almeida, M. G. d., & Fragoso, R. (2017). *Shining Examples of Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation*.

Huang, K. T., & Hwang, R. L. (2016). Future trends of residential building cooling energy and passive adaptation measures to counteract climate change: The case of Taiwan. *Applied Energy*, *184*, 1230–1240. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.11.008

Huang, Y., Niu, J. L., & Chung, T. M. (2013). Study on performance of energy-efficient retrofitting measures on commercial building external walls in cooling-dominant cities. *Applied Energy*, *103*, 97–108. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.09.003

Iannaccone, G., Salvalai, G., Sesana, M. M., & Paolini, R. (2016). Integrated Approaches For Large Scale Energy Retrofitting Of Existing Residential Building Through Innovative External Insulation Prefabricated Panels. *Expanding Boundaries: Systems Thinking In The Built Environment*, 636–643.

İldeş, E. (2019). *Konfor Koşullarının Alışveriş Merkezi Çalışanları Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi; Edirne Erasta Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

İlgürel, N. (2002). Yapı Kabuğunun Saydam Alanları İçin Uygun Cam Türlerinin Belirlenmesi. *YTÜ, FBE Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı Seminer Çalışması*.

Institute of Historic Building Conservation. (2019).

Jordan, S., Hafner, J., Kuhn, T. E., Legat, A., & Zbasnik-Senegacnik, M. (2015). Evaluation of Various Retrofitting Concepts of Building Envelope for Offices Equipped with Large Radiant Ceiling Panels by Dynamic Simulations. *Sustainability*, *7*(10), 13169–13191. https://doi.org/10.3390/su71013169

Jradi, M., Veje, C., & Jorgensen, B. N. (2017). Deep energy renovation of the Maersk office building in Denmark using a holistic design approach. *Energy And Buildings*, *151*, 306–319. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.06.047

Kalemci, B. (2005). *Türkiye'de Değişik Yönlere Bakan Pencerelere Yatay Ve Düşey Dış Gölgeleme Elemanı Tasarımı İçin Bir Yaklaşım*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karaca, Ö. (2011). *İstanbul'da Mevcut Bir Büro Yapısının Enerji Etkin Yenilemesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kazmierczak, K. (2010). Review of Curtain Walls, Focusing on Design Problems and Solutions. *Building Enclosure Science & Technology Conference.*, *786*, 1–20.

Keskin, T. (2012). *Yapı Kabuğunda Enerji Etkin İyileştirmeye Yönelik Güneş Isı Kazanç Faktörü Ve Hava Sızdırmazlık Parametrelerinin İncelenmesi Edirne Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Kılınç, G. A. (2015). *Doğal Havalandırma Tasarım Stratejilerinin Yüksek Yapı Örnekleri Üzerinden İncelenmesi Ve Türkiye İçin Tasarım Önerileri*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kobalas, G. D. (2015). *Mevcut Bir Konutun Enerji Etkin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma: Toki Afyon Tarımköy Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Konstantinou, T. (2014). *Façade Refurbishment Toolbox Supporting the Design of Residential Energy Upgrades*. Master's Thesis, Delft University of Technology, Building Technology Department.

Konstantinou, T., & Knaack, U. (2013). An approach to integrate energy efficiency upgrade into refurbishment design process, applied in two case-study buildings in Northern European climate. *Energy And Buildings*, *59*, 301–309. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.12.023

Kurstjens, T., Vrins, E., & Leenaerts, C. (2004). The Revival of the Albatross. *The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture. 19 – 22 Eylül 2004*.

Li, Y. L. X., & Chen, L. (2020). A study on database of modular facade retrofitting building envelope. *Energy And Buildings*, *214*. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109826

Loussos, P., Konstantinou, T., van den Dobbelsteen, A., & Bokel, R. (2015). Integrating Life Cycle Energy into the Design of Facade Refurbishment for a Post-War Residential Building in The Netherlands. *Buildings*, *5*(2), 622–649. https://doi.org/10.3390/buildings5020622

Macieira, M., Mendonca, P., & Guedes, J. M. (2019). Membrane Sunspace for Old Buildings Refurbishment: Environmental Impact, Economic and Building Technology's Comparison to Conventional Solutions. *2018 2nd International Conference On Building Materials And Materials Engineering (Icbmm 2018)*, *278*. https://doi.org/10.1051/matecconf/201927804002

Maçka, S. (2008). *Türkiye İklim Bölgelerine Göre Enerji Etkin Pencere Türlerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Manioğlu, G., & Yılmaz, Z. (2002). *Bina Kabuğu Ve Isıtma sistemi İşletme Biçiminin Ekonomik Analizi*. *212*.

Martinez, R. G., Ayucar, J. B., & Goikolea, B. A. (2017). Full scale experimental performance assessment of a prefabricated timber panel for the energy retrofitting of multi-rise buildings. *CISBAT 2017 International Conference Future Buildings & Districts - Energy Efficiency From Nano To Urban Scale*, *122*, 3–8. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.288

Martinez, R. G., Goikolea, B. A., Paya, I. G., Bonnamy, P., Raji, S., & Lopez, J. (2017). Performance assessment of an unglazed solar thermal collector for envelope retrofitting. *International Conference - Alternative And Renewable*

Energy Quest (Areq 2017), *115*, 361–368. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.033

Mazria, E. (1979). *The Passive Solar Energy Book*. Emmaus, Pennsylvania: Rodale Press.

Mesloub, A., Ghosh, A., Touahmia, M., Albaqawy, G. A., Noaime, E., & Alsolami, B. M. (2020). Performance Analysis of Photovoltaic Integrated Shading Devices (PVSDs) and Semi-Transparent Photovoltaic (STPV) Devices Retrofitted to a Prototype Office Building in a Hot Desert Climate. *Sustainability*, *12*(23). https://doi.org/10.3390/su122310145

Morelli, M., Ronby, L., Mikkelsen, S. E., Minzari, M. G., Kildemoes, T., & Tommerup, H. M. (2012). Energy retrofitting of a typical old Danish multi-family building to a "nearly-zero" energy building based on experiences from a test apartment. *Energy And Buildings*, *54*, 395–406. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.07.046

Murray, C. C. (1980). *Rehabilitation of Iner City Buildings for Family Residential Use*. The Universty of British Colombia.

Mutdoğan, A. S. (2011). *Çok Katlı Konut Yapılarında Sürdürülebilir İç Mekân Tasarım Kriterleri*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Namlı, A. (2015). *Mevcut Konut Yapılarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: Namlı Evi*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ochoa, C. E., & Capeluto, I. G. (2015). Decision methodology for the development of an expert system applied in an adaptable energy retrofit facade system for residential buildings. *Renewable Energy*, *78*, 498–508. https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.01.036

Osterreicher, D. (2018). A Methodology for Integrated Refurbishment Actions in School Buildings. *Buildings*, *8*(3). https://doi.org/10.3390/buildings8030042

Osterreicher, D., & Geissler, S. (2016). Refurbishment in educational buildings - methodological approach for high performance integrated school refurbishment actions. *Sustainable Built Environment Tallinn And Helsinki Conference Sbe16 Build Green And Renovate Deep*, *96*, 375–385. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.163

Özbaysar, M. (2019). *Sürdürülebilir Mimarlık ve Yaşamsal Konfor Bağlamında Çevre Kontrolü Bileşenlerinin Toplu Konut Binalarında İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Öztoprak, Z. (2018). *A Biomimetic Perspective On (Retro)Fitting Of Building Envelopes*. Doctoral Thesis, Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.

Pak, E., & Orhon, A. V. (2019). Yapı Cephelerinde Enerji Üreten Aktif Rüzgâr Sistemlerinin Kullanımı. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, *Kasım*.

Pan, W., Iturralde, K., Bock, T., Martinez, R. G., Juez, O. M., & Finocchiaro, P. (2020). A Conceptual Design of an Integrated Facade System to Reduce Embodied Energy in Residential Buildings. *Sustainability*, *12*(14). https://doi.org/10.3390/su12145730

Park, J. H., Yun, B. Y., Chang, S. J., Wi, S., Jeon, J., & Kim, S. (2020). Impact of a passive retrofit shading system on educational building to improve thermal comfort and energy consumption. *Energy And Buildings*, *216*. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109930

Parkin, I. P. (2005). Self-Cleaning Coatings. *Self-Cleaning Coatings. Journal of Materials Chemistry*, *17*, 1689–1695.

Passer, A., Ouellet-Plamondon, C., Kenneally, P., John, V., & Habert, G. (2016). The impact of future scenarios on building refurbishment strategies towards plus energy buildings. *Energy And Buildings*, *124*, 153–163. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.008

Perini, K., Ottele, M., Haas, E. M., & Ralteri, R. (2011). Greening The Building Envelope, Façade Greening and Living Wall Systems. *Open Journal of Ecology*, *1*, 1–8.

Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği. (2017). *Resmi Gazete (Sayı:30113)*.

Regnier, C., Sun, K. Y., Hong, T. Z., & Piette, M. A. (2018). Quantifying the benefits of a building retrofit using an integrated system approach: A case study. *Energy And Buildings*, *159*, 332–345. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.090

REN21 Secretariat. (2021). *Renewables 2021 Global Status Report*.

Rush, R. D. (1986). *The Building Systems Integration Handbook*. ButterworthHeinemann, Boston.

Sacht, H. M., Braganca, L., & Almeida, M. G. (2010). Facades Modules for Eco-Efficient Refurbishment of Buildings: An Overview. *Portugal Sb10: Sustainable Building Affordable To All - Low Cost Sustainable Solution*, 423–432.

Salvalai, G., Sesana, M. M., & Iannaccone, G. (2017). Deep renovation of multi-storey multi-owner existing residential buildings: A pilot case study in Italy. *Energy And Buildings*, *148*, 23–36. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.011

Sandberg, K., Orskaug, T., & Andersson, A. (2016). Prefabricated wood elements for sustainable renovation of residential building facades. *Sustainable Built Environment Tallinn and Helsinki Conference SBE16 Build Green and Renovate Deep*, *96*, 756–767. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.138

Sarihi, S., Saradj, F. M., & Faizi, M. (2021). A Critical Review of Facade Retrofit Measures for Minimizing Heating and Cooling Demand in Existing Buildings. *Sustainable Cities And Society*, *64*. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102525

Sattler, S., & Osterreicher, D. (2019). Assessment of Sustainable Construction Measures in Building Refurbishment-Life Cycle Comparison of Conventional and Multi-Active Facade Systems in a Social Housing Complex. *Sustainability*, *11*(16). https://doi.org/10.3390/su11164487

Sayın, S. (2006). *Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Schittich, C. (2001). *In detail building skins : concepts, layers, materials*. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser.

Schwehr, P., Fischer, R., & Geier, S. (2011). *Retrofit Strategies Design Guide - Advanced Retrofit Strategies & 10 Steps to a Prefab Module*. International Energy

Agency; Energy Conservation in Buildings and Community Sys; Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings, Building Science and Technology Lab, Switzerland.

Şenel, Ö. (2021). *Net Sıfır Enerjili Binalar İçin Mevcut Konut Cephelerinde İyileştirme Yöntemlerinin Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Serrano-Jimenez, A., Barrios-Padura, A., & Molina-Huelva, M. (2017). Towards a feasible strategy in Mediterranean building renovation through a multidisciplinary approach. *Sustainable Cities And Society*, *32*, 532–546. https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.002

Sev, A., Gür, V., & Özgen, A. (2004). Cephenin Vazgeçilmez Saydam Malzemesi Cam. *2.Ulusal Yapı Malzemeleri Kongresi*, İstanbul, 6-8 Ekim, 75-86.

Sezer, F. Ş. (2015). *Kullanıcı Memnuniyetinin Konfor Koşulları Açısından Değerlendirilmesi : Bir Eğitim Binası Örneği*. *16*(1), 11–19.

Shahi, S., Esnaashary Esfahani, M., Bachmann, C., & Haas, C. (2020). A definition framework for building adaptation projects. *Sustainable Cities and Society*, *63*(March), 102345. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102345

Song, X. Y., Ye, C. T., Li, H. S., Wang, X. L., & Ma, W. B. (2017). Field study on energy economic assessment of office buildings envelope retrofitting in southern China. *Sustainable Cities And Society*, *28*, 154–161. https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.08.029

Spentzou, E., Cook, M. J., & Emmitt, S. (2022). Low-energy cooling and ventilation refurbishments for buildings in a Mediterranean climate. *Architectural Engineering And Design Management*, *18*(4), 473–494. https://doi.org/10.1080/17452007.2021.1926898

Stazi, F., Veglio, A., Di Perna, C., & Munafo, P. (2012). Retrofitting using a dynamic envelope to ensure thermal comfort, energy savings and low environmental impact in Mediterranean climates. *Energy And Buildings*, *54*, 350–362. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.07.020

Suárez, R., & Agüera, J. F. (2011). *Retrofitting of Energy Habitability in Social Housing: A Case Study in a Mediterranean Climate, İspanya, Sevilla*.

Süt, G. (2013). *Türkiye Derece Gün Bölgelerinde Mevcut Çok Katlı Konut Binalarının Dış Kabuğunda Yapılacak Enerji Etkin Yenileme Stratejileri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Temiz, G. (2009). *Konutta Değişim: Mekânsal Ve Estetik Kalitenin İzmir Örneği Üzerinde İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Teres-Zubiaga, J., Campos-Celador, A., Gonzalez-Pino, I., & Escudero-Revilla, C. (2015). Energy and economic assessment of the envelope retrofitting in residential buildings in Northern Spain. *Energy And Buildings*, *86*, 194–202. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.018

Thomsen, K. E., Rose, J., Morck, O., Jensen, S. Ø., & Østergaard, I. (2015). Energy Consumption in An Old Residential Building Before and After Deep Energy Renovation. *Energy Procedia*.

Thorpe, D. (2010). *Sustainable Home Refurbishment*. New York: Taylor&Francis.

Tıkır, A. (2009). *İstanbul'da Mevcut Bir Konutun Dış Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenmesi Ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Toplu, P. T. (2018). *2000 Yılı Öncesi İnşa Edilmiş Konutların Cephelerinin Enerji Etkin Yenilenmesi İçin Model Cephe Sistem Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Torres, J., Garay-Martinez, R., Oregi, X., Torrens-Galdiz, J. I., Uriarte-Arrien, A., Pracucci, A., Casadei, O., Magnani, S., Arroyo, N., & Cea, A. M. (2021). Plug and Play Modular Facade Construction System for Renovation for Residential Buildings. *Buildings*, *11*(9). https://doi.org/10.3390/buildings11090419

Tovarovic, J. C., Ivanovic-Sekularac, J., & Sekularac, N. (2017). Renovation of existing glass facade in order to implement energy efficiency and media facade. *Energy And Buildings*, *152*, 653–666. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.049

Tunçalp, K., Sucu, M., & Oğuz, Y. (2002). Değişik İklim Şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği. *IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2002, İstanbul 16-18 Ekim 2002.*

Tuncel, Y. B. (2019). *Modern Mimarlık Dönemi Konut Binalarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: İstanbul Bağdat Caddesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Türk Dil Kurumu (2023), *Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük*

Türkyılmaz, Ç. C. (2020). *Mekansal, Görsel, İşitsel ve Termal Konfor Koşulları - Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlıkta Mekan Kavramı Ders Notları*.

UN Environment Program. (2022). *Global Status Report for Buildings and Construction*.

Ünal, S. (2008). *Yerli Ve Yabancı Geleneksel Stillerdeki Müstakil Konut Cephelerinde Sembolik Anlam*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ünver, E. (2013). Binaya Entegre Fotovoltaik Sistemlerin Mimaride Kullanımları. *Ekoyapı Dergisi*, 14.

Urbikain, M. K. (2020). Energy efficient solutions for retrofitting a residential multi-storey building with vacuum insulation panels and low-E windows in two European climates. *Journal Of Cleaner Production*, *269*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121459

Van Gulck, L., Van de Putte, S., Delghust, M., Van den Bossche, N., & Steeman, M. (2020). Environmental and financial assessment of facade renovations designed for change: developing optimal scenarios for apartment buildings in Flanders. *Building And Environment*, *183*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107178

Vargas, A. P., & Hamui, L. (2021). Thermal Energy Performance Simulation of a Residential Building Retrofitted with Passive Design Strategies: A Case Study in Mexico. *Sustainability*, *13*(14). https://doi.org/10.3390/su13148064

Wakili, K. G., Dworatzyk, C., Sanner, M., Sengespeick, A., Paronen, M., & Stahl, T.

(2018). Energy efficient retrofit of a prefabricated concrete panel building (Plattenbau) in Berlin by applying an aerogel based rendering to its facades. *Energy And Buildings*, *165*, 293–300. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.01.050

Yardımcı, S. (2019). *İstanbul'da Mevcut Bir Ofis Yapısının Enerji Etkin Tasarım Bağlamında Yenilenmesine Yönelik Bir Yaklaşım*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yarkın, S. A. (2017). *Mevcut Binalarda Yenileme Çalışmalarının Enerji Verimliliği Yaklaşımları Çerçevesinde Etkinliği Ve Uygulanabilirliği*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yazıcı, B. (2019). *Kentsel Mekanlarda Yayalaştırma Ve Cephelerin Yenilenmesi: Samsun Çiftlik Caddesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yener, A. K. (2007). Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri. *Çağdaş Teknikler. 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi,* 25-28 Ekim 2007, İzmir, syf: 231-241.

Yilmaz, Y., & Oral, G. K. (2018). An approach for an educational building stock energy retrofits through life-cycle cost optimization. *Architectural Science Review*, *61*(3), 122–132. https://doi.org/10.1080/00038628.2018.1447438

Yıldız, Y. (2008). *Retrofitting Existing Mass Housing for Energy Efficincy: a Case Study in Gaziemir Emlak Bank Housing Area, Izmir, Turkey* [Master's Thesis, İzmir Institute of Technology, Graduate School of Engineering and Science, İzmir]. http://library.iyte.edu.tr/tezler/master/mimarlik/T000746.pdf

Yılmaz, C. (2011). Samsun şehri; kuruluş yeri, nüfus ve kentsel gelişim özellikleri. *Samsun Sempozyumu 2011*.

Yılmaz, Y. (2009). *Farklı İklim Bölgelerinde Bir İlköğretim Tip Projesinin Enerji Etkin Geliştirilmesine Yönelik Uygulama Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, Z. (2006). Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, *91*, 7–15.

Yüceer, N. S. (2010). Gölge Elemanı Tasarımına Bir Yaklaşım Ve Adana Örneği. *Middle East Technical University, Journal Of The Faculty Of Archıtecture*, *2010/2*, 1–13.

Yüksel, T. (2019). *Mevcut Bir Binanın Yenilenmesinde Pasif Ve Aktif Seçeneklerin Enerji Verimliliği Ve Maliyet Açısından Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zafaranchi, M. (2022). *Effectiveness Of Interventions On Energy Efficiency By Considering Hourly Statistical Analysis Of Building Envelope Retrofitting*. Master's Thesis, Istanbul Technical University, Graduate School of Science Engineering and Technology, İstanbul.

Zeybek, Ö. (2009). *Energy Savings Of Primary School Buildings In Turkey Through Energy Efficient Renovation Strategies In Buildıng Envelope*. Master's Thesis, Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, İstanbul.

Zhou, Z. H., Zhang, S. Z., Wang, C. D., Zuo, J., He, Q., & Rameezdeen, R. (2016).

Achieving energy efficient buildings via retrofitting of existing buildings: a case study. *Journal Of Cleaner Production*, *112*, 3605–3615. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.046

Ziegler, M., & Krause, M. (2013). Innovative Facade Refurbishment With Integrated Air Ducting For The Existing Building Stock. *Sustainable Building And Refurbishment For Next Generations*, 207–210.

Zigenfus, R. E. (2008). *Element Analysis of the Green Building Process*. New York: Rochester Institute of Technology Masters of Science in Environmental, Health and Safety Management.

İnternet Kaynakları:

URL-1 http://www.cwct.co.uk/index.htm, Internet. Erişim: 02.04.2023

URL-2 https://enerji.gov.tr/. Erişim: 14.04.2023

URL-3 https://erisi.com/ana/boya/BOYA/PROBLEM1.html Erişim: 20.04.2023

URL-4 https://www.izoder.org.tr/dosyalar/Bina-ve-Tesisatta-Isi-Yalitimi.pdf Erişim: 12.04.2023

URL-5 https://uzmanakustik.com/akustik-rapor Erişim: 21.04.2023

URL-6 https://www.mdeas.com/545-madison-avenue Erişim: 15.08.2023

URL-7 https://www.solaripedia.com/13/10/205/albatros_facade_(netherlands).html Erişim: 16.08.2023

URL-8 https://www.austrotherm.com.tr/bilgi-servisi/haberler/tuerkiyenin-ilk-pasif-evi-ankarada Erişim: 16.08.2023

URL-9 https://www.mdeas.com/first-canadian-place Erişim: 16.08.2023

URL-10 https://en.wikipedia.org/wiki/First_Canadian_Place Erişim: 16.08.2023

URL-11 https://www.hanwha.com/en/news_and_media/stories/sustainability/how-hanwhas-sustainability-philosophy-was-reflected-in-the-renovation-of-its headquarters-building.html Erişim: 16.08.2023

URL-12 https://solarchitecture.ch/hanwha-headquarters/ Erişim: 16.08.2023

URL-13 https://redcat-architecture.com/energiesprong-hem Erişim: 16.08.2023

URL-14 https://www.nussmueller.at/en/project/sanierung-johann-boehm/ Erişim: 17.08.2023

URL-15 https://www.istanbulgazetesi.com.tr/samsunda-olimpiyat-bitti-renkleri-kaldi Erişim: 17.08.2023

URL-16 http://www.druot.net/Book-Tour-Bois-le-Pr%C3%AAtre-EN.pdf Erişim: 18.08.2023

URL-17 https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=56# Erişim: 18.08.2023

URL-18 https://coletivodearquitetos.com/ Erişim: 18.08.2023