

Kagir Binaların Kagir Malzemeli Cephelerinde Ortaya Çıkan Fiziki Bozulmalar ve Nedenlerinin İncelenmesi

Dr. Banu ERTURAN^{1*}, Prof. Dr. Özlem EREN²

Öz

Binaların, kullanıcı beklentilerini ve ihtiyaçlarını karşılayabilmesi, uygun iç ortam koşullarının verimliliğine bağlıdır. Bu bağlamda bina içi ortam ve dış mekanı birbirinden ayıran bina cepheleri, optimum konfor düzeyine ulaşabilmede anahtar rol üstlenmektedir. Ancak, tasarım sorunları, yapım-kullanım hataları, fiziki müdahaleler, atmosferik etkenler ve bu etkenler sonucu ortaya çıkan fiziko-kimyasal ve biyolojik olaylar, olumsuz dış ortam koşulları sonucu cephelerde zamanla çeşitli problemlerle karşılaşabilmektedir. Bu problemler, iç mekanda konforsuz yaşam alanları oluşmasının yanı sıra mimari kimlik, görsel etki, kaynak tüketimi açısından da olumsuz çevresel etkiye neden olmaktadır. Ortaya çıkabilecek olası problemleri engellemek ve/veya etkisini en aza indirebilmek için problemlerin kaynağını oluşturan çeşitli ölçeklerdeki bozulmalar ve bu bozulmaların nedenleri tanımlanmalıdır.

Bu çalışmada, mevcut yapı stoğunun önemli bir kısmını oluşturan kagir binaların kagir cephelerinde gözlemlenen en yaygın fiziki bozulmalar üzerinde durulmuş ve bozulmaların tespitine ışık tutabilmek ve oluşumuna karşı gereken önlemlerin önceden alınması yönünde farkındalık yaratmak amaçlanmıştır.

Bu bağlamda çalışmada, kagir binaların kagir malzemeli cephelerinde gözlemlenen en yaygın fiziki bozulmalar ortaya çıkma nedenlerine bağlı olarak sınıflandırılmıştır. Ardından sınıflandırılan bozulma türlerinin mevcut bir yerleşim dokusu üzerindeki tespiti için bir çalışma alanı belirlenmiştir. Çalışma alanı olarak fonksiyonel çeşitliliği yüksek olan ve aynı zamanda iklimsel ve çevresel koşulların etkisinin yoğun bir şekilde gözlemlendiği İstanbul İli, Kadıköy İlçesindeki Caferağa Mahallesi seçilmiştir. Alanda bulunan belirli akslardaki kagir cephe kagir binalar üzerinde incelemeler yapılmış ve bu bina cephelerindeki bozulmalar ve tahmini nedenlerinin tespiti ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yapılan bu çalışma ile, cephede karşılaşılabilecek olası bozulmaların nedenleri ile tanınması ve engellenebilmesine yönelik yeni yaklaşımlar geliştirilmesinin, yapıların kullanım ömürlerinin artırılabilmesi ve konforlu yaşam alanlarının üretilmesi açısından faydalı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kagir Cephe, Fiziki Bozulma, Kagir Bina, Durum Değerlendirme

¹ İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

* İlgili Yazar/Corresponding author: banu.erturan@yeniuyyil.edu.tr

² Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

An Investigation of Physical Deteriorations and Causes on Masonry Facades of Masonry Buildings

Abstract

The ability of buildings to meet the user's expectations and needs depends on the efficiency of appropriate internal environment conditions. In this context, facade is a key factor for achieving optimum comfort level. However, various problems can be encountered over time as a result of design problems, improper usage of facades, faulty construction, adverse effects of external factors, physico-chemical and biological effect of atmospheric factors. These problems have the negative effects on architectural identity, visual impact and resource consumption as well as uncomfortable living area in the interior. In order to prevent possible problems and/or minimize the impact of these problems, the types and the causes of the deteriorations should be defined that constitute the source of the problems.

In this study, the most common physical deteriorations observed on the facades of masonry buildings which constitute a significant part of the existing building stock are emphasized and it is aimed to raise an awareness about taking necessary precautions against damage and to show the way for determining of deteriorations observed on the facades.

In this context, in this study the most common physical deteriorations observed on the facades of masonry buildings were classified depending on their causes. Then, an area was determined for the detection of the classified degradation types on an existing settlement texture. Caferağa Quarter in Kadıköy district of Istanbul province was chosen as the study area, where has a high functional diversity and the effect of climatic and environmental conditions is observed intensely. The masonry facades of masonry buildings were examined on the certain routes in the area. The deteriorations on these building facades and their estimated causes were determined and evaluated.

With this study, it has been concluded that the development of new approaches to identify and prevent possible deteriorations and their causes that may be encountered on the façade, will be beneficial to increase the useful life of the buildings and to produce comfortable living spaces.

Keywords: Masonry Facade, Physical Deterioration, Masonry Building, Condition Assessment

1. Giriş

Cepheler, binanın dayanıklılığını artırmakta ve binayı çevresel etkenlere karşı korumaktadır. Bu yönüyle de binanın “deri”si olarak nitelendirilebilirler (Silva ve diğ., 2016, s.24). Aynı zamanda, iç ve dış mekan arasında tampon görevi görmekte ve bu nedenle kullanıcı sağlığını, güvenliğini ve konforunu sağlama ve çevresel etki açısından çok önemli fonksiyonlar üstlenmektedir.

Bina Araştırma Kurumu (Building Research Establishment -BRE-) tarafından yapılan bir araştırmada, cephelerin mevcut binalarda tespit edilen kusurların % 20' sini temsil eden ve patolojik belirtilerden en çok etkilenen yapı bileşeni olduğu sonucuna varılmıştır (Silva ve diğ., 2016, s.24). Yapılan araştırma da göstermektedir ki cepheler, bina iç ortamı ve dış mekan arasında bariyer oluşturması dolayısıyla, dışarıdan etkiyen yağış sularının

sızıntı yoluyla iç mekana taşınması, dış ve iç mekan arasında ısı kaçışlarında köprü oluşturmaları gibi nedenlerle fiziki olarak temasta olduğu diğer yapı elemanlarını yüksek oranda etkilemekte ve aynı zamanda dış cepheye yakın konumdaki tesisat sorunlarından kaynaklı nem oluşumu, cephe ile birleşim noktalarındaki tasarım ve uygulama hataları gibi nedenlerle ortaya çıkan kuvvet etkileri ile de yine temasta olduğu yapı elemanlarından yüksek oranda etkilenmektedir. Bu noktada, bina cephelerinin malzeme, detaylandırma ve uygulama açısından doğru seçimler ile üretilmesi, binanın tamamında performans gereksinimlerinin optimum düzeyde sağlanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Ancak, zaman içerisinde cepheler yapı malzemesinin doğal ömrü, kullanım hataları, çeşitli dış etmenler ve atmosferik koşulların (kar, yağmur, güneş ışınları, rüzgar vb.) etkisiyle zarar görmekte ve üstlendiği fonksiyonu tam olarak yerine getirememektedir. Bu durum, cephenin ve dolayısıyla binanın tamamının sağlıklı kullanım ömrünü ve performans düzeyini azaltmaktadır.

Neticede, cephe yenileme ve bakım-onarım ihtiyacının artmasına neden olmaktadır. Yenileme ve bakım-onarım ihtiyacındaki artış, kaynak kullanımı bakımından doğal çevreye, ekonomik açıdan ise kullanıcıya ve beraberinde ülke ekonomisine zarar vermektedir.

Yenileme kelime anlamıyla eskimiş olanı onarmak, kullanılabilir hale getirmektir. Eskime ise, dilimizde yıpranmak, gözden düşmek, değeri kalmamak, yaşlanmak anlamlarını içermektedir (URL-6). Binalarda eskime yani yaşlanma zaman içinde fiziksel, kimyasal etkenler ya da atmosferik değişimler nedeniyle bir malzemenin ya da yapının özelliklerinde oluşan bozulma olarak tanımlanmaktadır (Hasol 1998, s.481).

Bir yapının tümünün ya da bir parçasının, zorlu bir olay ve dış etkiler sonucunda, işlevini göremeyecek duruma gelmesi durumundaki zararlar hasar olarak tanımlanmaktadır (Hasol, 1998, s.200). Hasar oluşum süreci, en genel ifadeyle beklenen performansın yitirildiği duruma geçişi ifade etmektedir (Tanrıku, 2015, s.5).

Binalardaki problemler ve arızalar genel olarak hasar veya bozulma olarak nitelendirilirler. Hasarlar hata veya ihmalden kaynaklıdır ancak bozulmalar, tasarım ve malzeme seçimindeki özenle en aza indirilse de, kaçınılmaz olabilen doğal bir süreçtir. Bununla birlikte uygun olmayan malzeme seçimi ve kullanımı gibi hatalar, mantar oluşumu, çürüme gibi sorunlarla sonuçlanan su sızıntıları gibi etkenler de bozulma hızını artırabilmektedir. Bu durumdaki bozulmalar yapım aşamasındaki hatalardan, gerekli periyotlarda bakım-onarımın yapılmamış olmasından veya hasar oluşumu veya bozulma sürecinin başlamış olduğu tespit edilmesine rağmen gerekli onarımın derhal yapılmamış olmasından kaynaklanmaktadır. (Richardson, 2001, s.1,2)

Cepheler, binanın en dış tabakası olduğundan ve bu nedenle bozulmaya neden olan etkenlere daha fazla maruz kaldığından, aynı zamanda hasar oluşumuna da daha yatkın olurlar (Silva ve diğ., 2016, s.24). Cephelerde çeşitli ölçeklerde ortaya çıkan bozulmalar iç ortam konfor koşullarını, ayrıca bina ve çevresini olumsuz etkilemenin yanı sıra, başka yapı bileşen ve malzemelerinin de bozulmasına neden olmaktadır. Bu bozulmalar zamanla tehlikeli ve onarımı zor kalıcı hasarlar oluşturabilmektedir.

Bu nedenle, cephede hasar oluşumunu engellemek veya olası etkisini en aza indirebilmek ve böylelikle yapının sağlıklı kullanım ömrünü artırabilmek için öncelikle oluşabilecek bozulmaların neler olduğunun bilinmesi ve nedenlerin belirlenmesi, gerek bozulmaların öneminin algılanması, gerekse cephenin üstlendiği fonksiyonları karşılayabilmesi ve devam ettirebilmesi için çözüm önerilerinin geliştirilebilmesi açısından faydalı bir yaklaşım olacaktır.

2. Kagir Binaların Kagir Malzemeli Cephelerinde Ortaya Çıkan Bozulmaların Sınıflandırılması

Fiziki fonksiyonu iç ve dış ortamlar arasında ayırıcı ve bağlayıcılığı sağlamak olan bina cephelerinin, ısı yalıtımı sağlamak, güneş, nem ve su etkilerinden korumak, kendi ölü yükünü aktarmak ve çatıdan veya döşemeden üzerine gelen yükleri yapısal olarak desteklemek gibi yapı performansının artırılmasında büyük rol oynayan temel fonksiyonları bulunmaktadır. Tüm bu temel fonksiyonlar cephe tasarımında mutlaka göz önünde bulundurulmalı ve tasarım gerekli performansı sağlayarak yapısal fonksiyonu destekleyecek yönde geliştirilmelidir. Bu bağlamda, cepheye ilişkin tasarım kararları alınırken yapısal fonksiyonun yerine getirilebilmesi açısından özellikle yanal yük etkilerine ve kat aralarındaki kaymalara uyum sağlamasına, gerekli tolerans payları bırakılmasına özen gösterilmeli ve bağlantı elemanları mutlaka yük etkilerine uygun bir şekilde detaylandırılmalıdır. Aksi takdirde bağlantı elemanları yük etkilerine karşı başarısız olmakta ve özellikle kaplama malzemelerinde zamanla düşmeler gözlenmektedir.

Yine tasarım aşamasında cephede yapı için uygun ısı ve su yalıtım malzemesi seçimi, malzemelerin işlevine uygun ve yapı fiziği açısından doğru konumlandırılması ve detaylandırılmadık hassasiyet, ısı, su ve nem etkilerinden korunma açısından yapı performansını doğrudan etkilemektedir. Isı yalıtım katmanının doğru konumlandırılmamış olması sonucu yoğunlaşma meydana gelmesi veya malzemenin korunumu için gerekli önlemlerin alınmamış olması cephenin ısı yalıtım fonksiyonunu yerine getirememesine neden olacaktır. Aynı şekilde su yalıtım malzemesinin yanlış konumlandırılması veya su yalıtımı için gerekli önlemlerin alınmamış olması, açıklıkların veya kaplama malzemelerinin detaylandırılmadık hatalar ve/veya eksiklikler, cephenin rüzgarla etkileyen yağmur suyunu emmesine, suyun derz ve çatlaklardan yayılarak yapıya sızmasına ve düşük sıcaklıklarda emilmiş suyun donarak yalıtım malzemelerinin zarar görmesine, kaplama malzemelerinin çatlamasına neden olacaktır. Tüm bunların yanı sıra, cephede kullanılan malzemelerin bir yaşam süreleri vardır ve bu yaşam süreci tasarımla başlamakta ve kullanım süreci ile devam etmektedir. Cepheler, kullanım ömrü boyunca birçok fiziksel problemten etkilenmekte olduğundan bu süreyi optimum düzeyde tutmak ancak kullanım sürecinde yapılacak yeterli bakım onarım ile mümkün olmaktadır.

Cephelerde bozulmalar, gerek tasarım ve yapım aşamasında alınmış yanlış kararlar, eksik veya yanlış malzeme seçimi gibi nedenlerle, gerekse zamana bağlı eskime durumu, kullanım aşamasındaki bakım-onarım yetersizliği, fiziko-kimyasal etkileşimler, atmosferik etkiler, mekanik zorlamalar gibi etkenler sonucu malzemenin kullanım ömrünü erken tamamlamasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadırlar.

Hem cephede bileşen ve/veya malzeme ölçeğinde, tasarım ve yapım aşamasındaki hataların çeşitli olaylarla (fiziko-kimyasal etkileşimler, biyolojik, mekanik, atmosferik etkiler vb.) birleşmesi sonucunda karşılaşılan sorunlar, hem de kullanım sürecindeki zorlamalar benzer sonuçlar doğurmaktadır.

Bu bağlamda çalışmada, kagir binaların kagir malzemeli cephelerinde gözlemlenen en yaygın bozulmalar, bozulmayı tetikleyici unsurlara ve/veya doğrudan nedeni oluşturan etkenlere bağlı olarak;

- Mekanik ve atmosferik etkiler sonucu ortaya çıkan bozulmalar,
- Biyolojik etkiler sonucu ortaya çıkan bozulmalar,
- Kullanım hatalarından kaynaklı bozulmalar, olmak üzere üç başlık altında ele alınmaktadır.

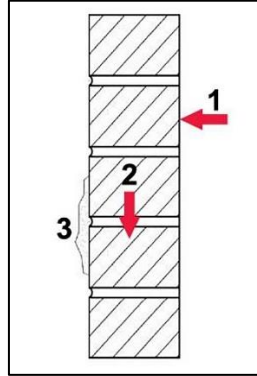
2.1. Mekanik ve Atmosferik Etkiler Sonucu Ortaya Çıkan Bozulmalar

Cephelerde meydana gelen kimyasal olayların büyük bir kısmı atmosferik etkiler sonucu ortaya çıkmaktadır. Atmosferik olayların münferit veya kümülatif etkileri sonucu oluşan kimyasal etkileşimler ve atmosferik kirlilikler, cephede bozulmalara ve dokusal erozyonlara neden olmaktadır. Aynı zamanda çarpma, sürtünme, vurma gibi herhangi bir mekanik kuvvet etkisi altında da malzemenin sertlik derecesine bağlı olarak benzer dokusal bozulmalarla karşılaşmaktadır.

2.1.1. Çiçeklenme

Çiçeklenme, kagir veya beton yüzeyde, nem dolayısıyla malzemenin içindeki çözülebilir tuzların çözülmesi veya kristalleşmesi sonucu oluşan beyaz, toz halindeki birikimdir (Ching ve Mulville, 2008, Bölüm.12.06) Taşların ya da sıvaların nem dolayısıyla lekelenmesi veya rengini değiştirmesi çiçeklenme olayıdır. Nem etkisiyle taştan dışarıya doğru oluşan su akımı, taşın içindeki cisimlerin eriyen tuzlarını (örneğin sodyum sülfat, kalsiyum sülfat, kalsiyum karbonat) yüzeye sürükler. Suyun buharlaşmasından sonra yüzeyde kalan bu tuzlar çiçeklenme olayını doğururlar (Hasol, 1998, s.125).

Cephede çiçeklenme oluşumunun farklı nedenleri vardır; birincisi tuz çözünmesi için duvarda bir su hareketinin olmasıdır. Çiçeklenmeyi devamında cephede su sızıntılarının oluşması izleyebilir. İkincisi, duvar sistemi içinde veya bitişiğinde suda çözünebilir bileşenlerin bulunmasıdır. Bileşenlerin kaynağı tuğla duvarlar, betonarme destek strüktür ve taş duvarlarda veya bir cephenin su basman seviyesinde zemin malzemesi olarak kullanılan harç olabilir. Üçüncüsü ise suyun hareket ederek cephe dış yüzeyine ulaşmasını mümkün kılan bir sistemin olmasıdır (Şekil 1), (Loughran, 2007, s.1).



Şekil 1: Çiçeklenme oluşumunun şematik gösterimi

1. Su/nem kaynağı 2. Tuzun yapı bileşeni içinde çözülmesi 3. Buharlaşan suyun geride bıraktığı tuz yatakları

Cephe kaplamasında süreklilik olmaması veya cephede onarılmamış (doldurulmamış) çatlaklar bulunması bu yolla cepheye nüfuz edebilecek suyun buharlaşmasının önemli ölçüde gecikmesine ve böylece daha kalıcı bir nemlilik sorunu oluşmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle sürekliliği bulunan ve çatlak içermeyen kaplamalara ihtiyaç vardır. Gerekli önlemlerin alınmadığı cephelerde, gövde katmanında çözünebilir tuzların bulunması ve su etkisiyle oluşan çözeltinin dış yüzeye doğru hareket etmesi ve kurumması sonucu kaplamada veya kaplamasız masif duvar yüzeyinde çiçeklenme oluşur (Şekil 2), (Ransom, 2005, s.85).



Şekil 2: Cephe yüzeyinde tuz birikmesi sonucu oluşan beyaz lekeler (Loughran, 2007, s.3-6)

Bir duvarın yağmur suyunu içeriye nüfus ettirmeme kabiliyeti, cephenin tasarım özelliklerine ve kısmen de yapının bulunduğu coğrafi ve topografik duruma bağlıdır. Aynı zamanda, cephede kullanılan malzeme türü ve yapım şekli de yağmur suyu geçişinin engellenmesinde büyük ölçüde etkilidir (Ransom, 2005, s.85). Çiçeklenmeye neden olan su etkenleri yağmur suyunun yanı sıra diğer yapı bileşenlerinden cepheye ulaşan sular, zeminden kılcalık yoluyla yükselen sular ve diğer yağışlar olarak sıralanabilir.

Çiçeklenmeye neden olan sorun ne olursa olsun, sorunun kaynağına inilmediği ve sorun çözülmediği sürece çiçeklenme cephede yıllarca süregelen bir sıkıntı haline dönüşebilir. Sorunun çözülmemesi, tuzun birikerek sertleşmesine, kristalize olmasına ve bina cephesinde zamanla çok ciddi sorunlara yol açar (Loughran, 2007, s.1). Tuzlar zamanla duvarın içindeki gözeneklerde ve yüzey altında belli bir mesafede birikebilir. Cepheye nüfuz eden suyun kuruması sonucunda kristalize olmuş tuzların cepheye tamamen yerleşmesi zamanla çatlaklara, beton ve kagir yüzeylerde çatlama, kırılmalar ve parçalanmalar sonucu dökülmelere veya strüktürel problemlerin oluşumuna neden olabilir (Loughran, 2007, s.1; Ransom, 2005, s.85-86).

2.1.2. Korozyon, paslanma (pas lekeleri)

Korozyon, malzemenin çeşitli çevresel etkenler sonucu elektrokimyasal ve kimyasal etkileşimler karşısında aşınarak tahrip olması, bozulması durumu olarak tanımlanmaktadır. Korozyonun oluşması için öncelikle ortamda oksijen, su ve elektron akımı gerçekleştirecek bir sistemin olması gerekmektedir.

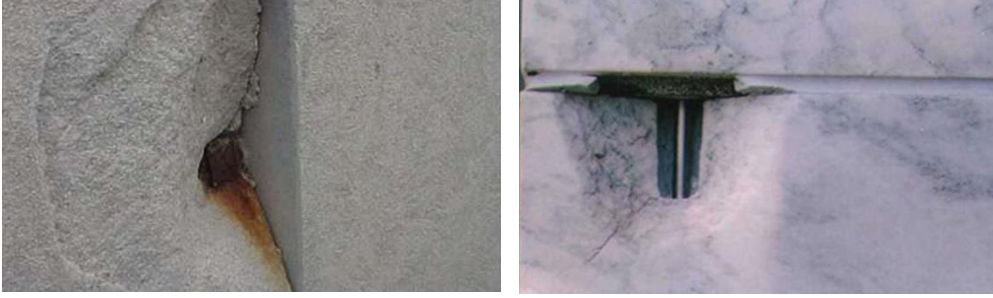
Korozyon, daima elektrolit yoldan, çoğunlukla oksitlenme şeklinde olur. Paslanma bir korozyon olayıdır (Hasol, 1998, s.274). Bununla birlikte, karbondioksit ya da klor nedeniyle ortaya çıkan tepkimelerin de korozyona neden olduğu bilinmektedir (Güzelçoban, 2007, s.44).

Cepheler, atmosferik etkilere açık olmaları dolayısıyla kar ve yağmur sularından doğrudan etkilenen ve korozyon sorunuyla sıkça karşılaşılan yapı elemanlarıdır. Korozyonun, cephede yüzey lekelenmelerine, çatlamalara, parça kopmalarına sebep olması söz konusu olabildiği gibi, korozyon sonucu cephe elemanlarının diğer yapı elemanları ile birleşim noktalarında ayrılmalar da oluşabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3: Çeşitli cephe elemanlarında görülen korozyon sorunu ve korozyon nedeniyle oluşan yüzey lekelenmeleri ((a,b,c) Foto. Erturan B.; (d) Freitas, 2013, s.116)

Cephede taşların birleştirilmesinde kullanılan demir kenet gibi elemanların havayla temas halinde olması, demir yapı elemanının korozyonu diğer bozulma süreçlerini de hızlandırmaktadır. Taşların gerisindeki demir eleman korozyona bağlı olarak genişlediğinde, çevresine baskı yapmaya başlar; taşlarda renk değişimi, çatlak ve parça kopması gibi başka bozulmalara da yol açabilir (Şekil 4) (URL-3).



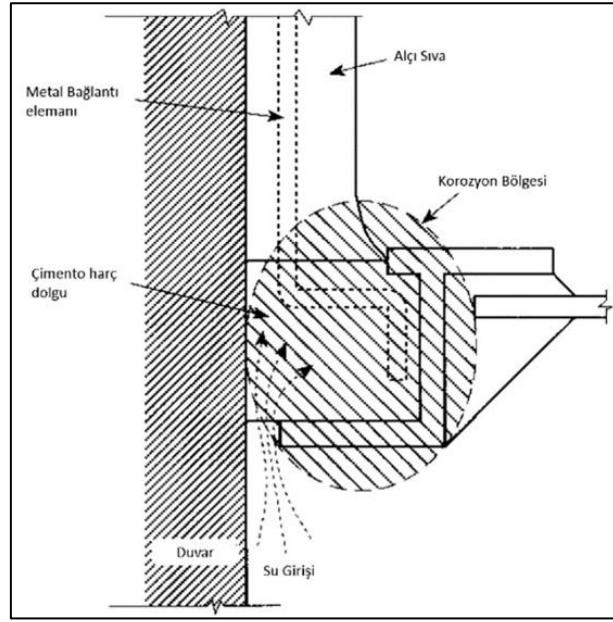
Şekil 4: Demir yapı elemanında görülen korozyonun taş yüzeye etkisi (URL-5)

Betonarme cephelerde ve strüktürlerde ise onarım gerektiren en yaygın bozulma mekanizması genellikle, betonun yetersiz donma direncinin neden olduğu donma hasarlarının yanı sıra karbonasyon veya kloridlere bağlı olarak demir donatıların korozyonudur (Şekil 5) (URL-1).



Şekil 5: Demir donatıların korozyonuna bağlı bozulmalar ((a) Fot. Erturan B.; (b) URL-2))

Korozyona uğrayan yapı malzemesinin cephede kullanıldığı yere göre, oluşan bozulmanın önemi ve şiddeti de değişiklik göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Duvar ve metal pencere doğraması bağlantısında korozyon oluşumu (Hinks ve Cook, 2003, s.148)

2.1.3. Çürüme

Su ve ısı etkenleri, ahşap başta olmak üzere bazı yapı malzemelerinde korozyon sorununa benzer şekilde çürümelere neden olmaktadır. Özellikle, yağmur suyu ve ısı etkilere yoğun şekilde maruz kalan ahşap pencere doğramaları ve cephe kaplamaları çürüme sorununun sıklıkla karşılaşıldığı yapı elemanlarıdır (Şekil 7).





Şekil 7: Ahşap cephe elemanlarında oluşan çürüme sorunu ((a, b) Fot. Erturan B.; (c) Pierra ve diğ., 2020, s.14 ; (d) URL-5, s.105-115)

Cephede kullanılan doğal taş yapı malzemeleri de (artenit, kireçtaşı, mermer plak vb.) taşın cinsine bağlı olarak dış hava koşullarına maruz kaldıkları için çürüyebilir, duvar yüzeyinde erozyona ve kimyasal bozulmalara neden olabilirler. Örneğin, asit yağmurları ve çok güçlü yağışlar koruyucu yüzeyini yok ettiği için kireçtaşları ve arenitler (kumtaşı) için zararlıdır ve taşın çürüme oranını artırır (Mills, 1994, s.101).

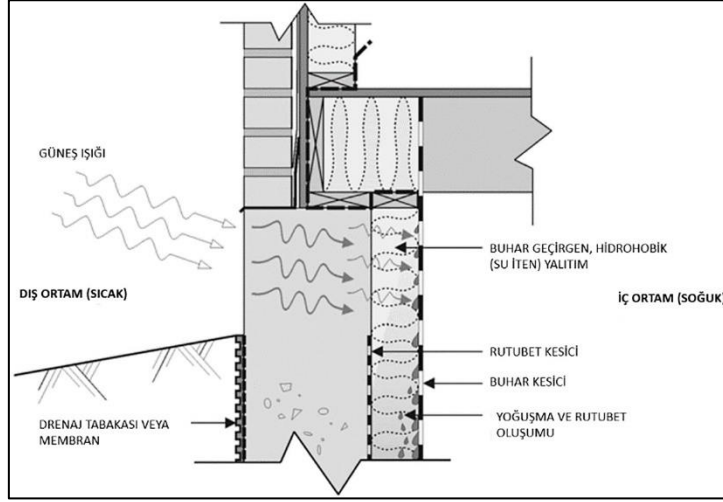
2.1.4. Yüzey bozulmaları (Su lekeleri-kabarma-dökülme-soyulma)

Su etkisiyle şişen ve sonrasında ısı etkisiyle kuruyup şekil değişimine uğrayan yapı malzemeleri, hacimce küçülmekte ve tam anlamıyla eski hallerine dönememektedirler. Cephelerde bu durum, zamanla kabarma, dökülme ve soyulma gibi yüzeysel bozulmalara neden olmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8: Su ve ısı etkisi sonucu oluşan yüzey bozulmaları (Freitas, 2013, s.114)

Soğuk havalarda pencere camlarında oluşan yoğuşmalar duvar yüzeyinde çeşitli sorunlara neden olur. Bu nedenle duvarı oluşturan yapı malzemelerinden buharın kolay geçmesi, yani duvarın teneffüs etmesi gereklidir (Şekil 9).



Şekil 9: Zemine temas halindeki beton duvarda yoğuşma sorunu (Swinton ve Kesik, 2005, s.56)

Çoğu kez dışarıdan gelen yağmur suyunun duvar bünyesine girmemesi için, ince sıvanın çok sert yapılması veya su geçirmez bir boya ile kapatılması istenir. Böyle olduğu zaman içerden gelen su buharı dışarıya atılmaz ise, bu geçirimsiz tabaka altında yoğuşarak birikir, çok soğuk havalarda donar ve kabuklar, parçalar halinde düşer. Buhar yoğuşmadan geçirimsiz boya altında toplanırsa, boyayı kabartır ve sonra patlatarak dışarı çıkar (Şekil 10) (Koçu ve Dereli, 2008, s.6).



Şekil 10: Cephe yüzeyinde meydana gelen boya soyulmaları ve dökülmeler (Fot. Erturan B.)

Pencere bölümlerinde veya pencere-duvar birleşim yerlerinde gözlemlenen, denizlik yapılmaması veya doğru boyutlandırılmamış olması gibi tasarımsal sorunlar, farklı malzemelerin birleşim yerlerinde su sızdırmazlığı sağlayacak çözümlerin yetersizliği, damlalıkların yapılmamış olması, yalıtım eksikliğinden kaynaklı uygulama hataları, kullanım aşamasındaki zorlamalar veya kimyasal tepkimeler sonucu meydana gelen dökülmelerin oluşturduğu boşluklardan sızan sularda cephenin iç ve dış yüzeyinde su lekelerine, nemlenme ve kabarmalara neden olabilir. Aynı durum duvar içinden geçen tesisattaki su sızıntılarından da kaynaklanabilmektedir (Şekil 11, 12).

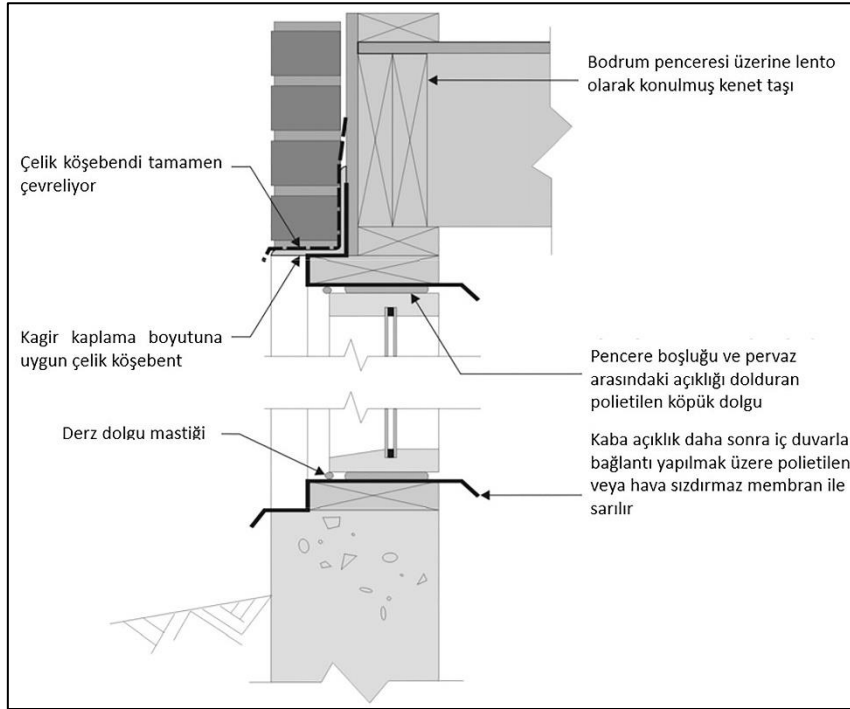


Şekil 11: Pencere doğramalarından sızan su nedeniyle iç mekanda oluşan kabarma (solda) ve dökülmeler (sağda) (Fot. Erturan B.)



Şekil 12: Denizliği olmayan pencerenin altından akan yağmur sularının neden olduğu kabarma ve dökülmeler (Freitas, 2013, s.126)

Duvarda yükselen nemin bilhassa higroskopik zemin tuzlarının çözelti içine girdiği durumlar da iç sıva ve dekorasyonda muhtemel bir bozulmaya yol açabilmektedir (Ransom, 2005, s.83). Yine zeminden sıçrama veya kohezyon yoluyla gelen sular temel üstü seviyesinde duvardan veya açıklıklardan yapı içine kadar girerek bozulmalar oluşturabilmektedir. Cephede ve buna bağlı olarak iç mekana etkiyen yapı elemanlarında meydana gelebilecek bozulmalar ancak uygun detaylandırma ile önlenilecektir (Şekil 13).



Şekil 13: Zemin üstü pencere düzenlemesi ve suya karşı alınan önlemler (Swinton ve Kesik, 2005, s.97)

2.1.5. Renk değişimleri/solma

Malzeme üzerinde güneş radyasyonlarının uzun süreli etkisiyle, atom yapısının bozulması ve renk solması görülebilmektedir. Örneğin güneş ışığı, özellikle Ultraviyole (UV) ışınları, plastiklerin kırılması, çatlaması, depolimerize olması, sararması ve renklerinin bozulmasında önemli bir faktördür. UV ışınları, plastiklerin oksidasyon ve bozulmasına yol açan kimyasal reaksiyonlar başlatır. Bu reaksiyonlar sıcaklık, oksijen ve nem varlığında hızlanan iyonlar zinciridir. Ahşap malzemede de oksidasyon sonucu yanma ve kararma, mineral pigmentli boya ve alüminyum epoksilerde ise renk değişimleri meydana gelmektedir (Şekil 14) (Eriç, 2010, s.157; Ekinci ve diğ., 2007, s.18). Seramikte ise UV etkisi sonucunda genellikle sertlik ve dayanımı artmakla birlikte renklerinde değişme görülür.



Şekil 14: Cephedeki tuğla ve ahşap kaplamalarda oluşan renk değişimleri (Fot. Erturan B.)

Taş malzemede ise, gün ışığı, UV (ultraviyole) ışınlar, su, nem ya da herhangi bir akıntı etkisiyle; taşı oluşturan minerallerin kimyasal değişime uğraması sonucunda, taşın çeşitli bölgelerinde renk değişimi ve lekelenmeler oluşur. Taşın yapısına ve jeolojik oluşumuna göre, bozulma sonrasındaki görünümü ve aldığı renkler de çeşitlilik gösterir (Şekil 15) (URL-3). Aynı zamanda özellikle tarihi yapılarda uygun olmayan kimyasal temizlik yöntemlerinin kullanılması, taşın yüksek ısıya maruz kalması durumları da yüzeylerde renk değişimi nedenlerinden sayılabilir.



Şekil 15: Taş yüzeyinde görülen renk değişimi (Fot. Erturan B.)

Boyayı oluşturan pigmentlerin uzun süre güneş ışığına maruz kalması sonucu boyanın moleküler yapısı bozulmakta ve renk solmaları görülmektedir. Cephede görülen renk değişimleri, boyalı yüzeylerde boyanın hizmet ömrünün ilk aşamalarında oluşmakta ve cephenin estetik görünümünü etkilemektedir (Şekil 16) (Silva ve diğ., 2016, s.36).



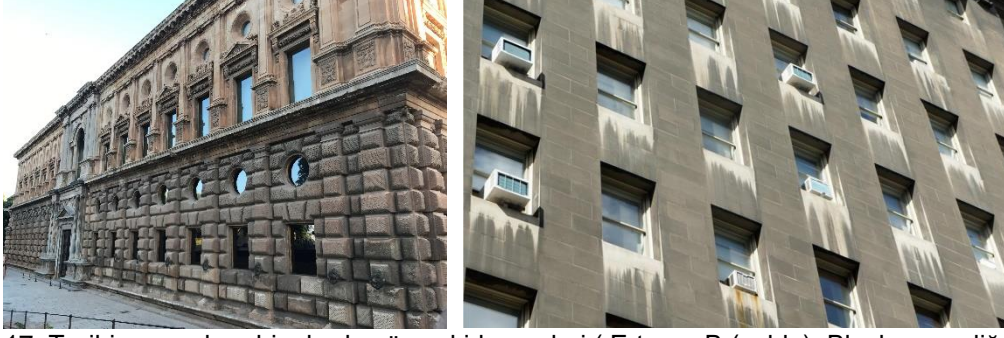
Şekil 16: Boyalı cephe yüzeylerinde oluşan renk değişimleri (Fot. Erturan B.)

2.1.6. Atmosferik kirlilikler

Hava kirliliğinin yapı malzemeleri üzerinde oluşturduğu hasarlar, yağış, sıcaklık, nemlilik, rüzgâr, güneş ışığı, sis ve hava basıncı gibi atmosferik etkilerin bozucu etkilerinde saklı olup, genellikle çok fazla tanınmazlar. Özellikle, rüzgâr/yağmur, rüzgâr/kirlilik ve sıcaklık/yağmur gibi çevresel etkenler kombinasyonu ile oluşan kimyasal oluşumlar, malzemenin yüzeyinde veya içyapısında çok farklı şekilde hasar ve bozulmalara neden olurlar (Ekinci ve diğ., 2007, s.16). Şehir atmosferi içine evlerin ve fabrikaların bacalarından, otomobillerin egzozlarından, vapur ve trenlerin bacalarından çok miktarda SO₃ ve CO₂ gazı karışmaktadır. Bu gazlar yağmurlu ve sisli havalarda H₂CO₃ ve H₂SO₄ şeklinde asit haline dönüşerek binaların dış kaplamalarında kullanılan malzeme üzerine zararlı bir şekilde etki ederler (Kiper, 1992, s.29).

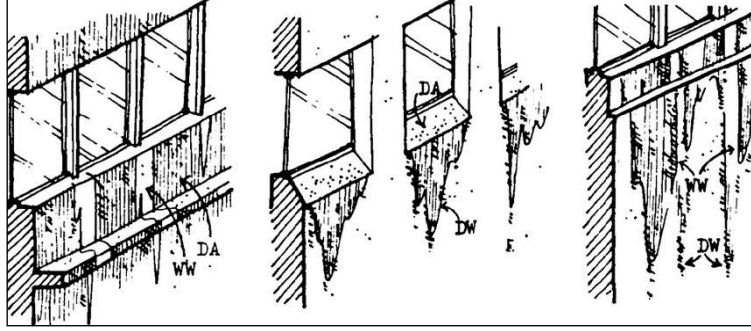
Bilhassa rüzgarın itici gücü sonucu bir yatay hız bileşeni bulunan yağmurlar (*WDR- Wind driven rain*) rüzgara karşı bakan yöndeki cepheye tahrip edici etkilerde bulunabilir. Bu yağmur tipi bina cephelerinin sağlamlığını ve higrotermal (ısı ve nemsel) performansını etkileyen en önemli nem kaynaklarından biridir (Blocken, 2012, s.6). Ancak tüm bu hasar ve bozulmalar uzun bir süreçte ortaya çıktığı için malzemede ani değişmelere yol açmazlar ve dolayısıyla, çok uzun bir dönem sonunda gözle görülebilir hale gelebilirler (Ekinci ve diğ., 2007, s.16).

Yağmur penetrasyonunun birçok binanın karakteristik özelliği haline gelmiş olan desen halindeki yüzey kirlilikleri de dahil olmak üzere yıkıcı özelliklerinin sonuçları pek çok şekilde izlenebilir. Atmosferik kirleticilerin bina cephesinde kuru bir şekilde birikmesi yağmur suyunun etkisiyle cephe boyunca akarak lekeler oluşturmalarına da neden olur (Şekil 17) (Blocken, 2012, s.6-7).



Şekil 17: Tarihi ve modern binalarda yüzey kirlenmeleri (Erturan B.(solda); Blocken ve diğ., 2013, s.349 (sağda))

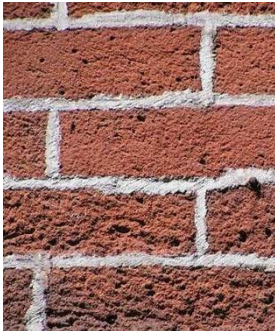
Kirli ve lekeli görüntünün yanı sıra yüzeyde biriken toz ve küller rüzgarla, yağın yağmur suyuyla içeriye itilirler. Bu da kimyasal olayları başlatıp cephe elemanlarında bozulmalara yol açar (Şekil 18) (Kiper, 1992, s.29).



Şekil 18: Diferansiyel kirlenme (Blocken ve diğ., 2013, s.347)

2.1.7. Aşınma

Bir malzemenin aşınması çeşitli kuvvetler karşısında malzemenin sertliğine bağlı olarak yüzeyinde meydana gelen kopma ve parçalanmalardır. Sertlik yanında malzemenin aşınmasını etkileyen faktörler malzemeye uygulanan basınç ve aşınma süresidir. Malzeme yüzeyinde meydana gelen aşınma beraberinde yüzeysel şekil değişmelerine, ısınmalara ve korozyona yol açmaktadır (Şekil 19) (Eriç, 2010, s.48).



(a)



(b)



(c)



Şekil 19: a) Tuğla yüzeyinde oluşan erozyon (URL-5), b) Malzeme yüzeyinde su nedeniyle oluşan oyuklar (URL-5) c) Yağmur suyu, buzlanma ve eritici kimyasalların etkisiyle ortaya çıkan dökülmeler (URL-5) d) Kohezyon aşınmaları (Freitas, 2013, s.119) e) Beton yüzeyde karbonlaşma (<http://buildingdefectanalysis.co.uk/concrete-defects/concrete-carbonation/>)

Yapıda mekanik olarak aşınma etkisi meydana getiren kuvvetler rüzgar, su, hareket halinde bulunan makine ve insan gibi faktörler sonucu oluşur (Eriç, 2010, s.58). Cephede ise aşınmalar genellikle çeşitli atmosferik olayların mekanik etkilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca ısıl değişimler, nem, korozyon, donma ve çeşitli kimyasal olaylar, düşük malzeme kalitesi, temizleme sırasında seçilen yanlış yöntemler de cephede aşınmaların nedenleri arasında sayılabilir (Şekil 20).



Şekil 20: Cephede oluşan malzeme aşınmaları (Fot. Erturan B.)

Atmosferik aşınmalar nedeniyle doğal taşların renkleri zamanla solar ve yüzeyler-türüne göre farklı ölçülerde- aşınır. Uzaktan bakıldığında zamana meydan okuyormuş gibi görünür. Ancak yaklaştıkça aşınma belirtileri açığa çıkar (Hegger ve diğ.,2021, s.40).

Pişmiş toprak malzemeler ile kireç ve çimento harçlarında görülen çiçeklenme olayları zamanla lekelenme dışında malzemede parçalanmaya da neden olabilir. Sülfat içeren tuğla malzeme ile örülmüş duvar yüzeylerine uygulanan sıva, sülfat saldırısı nedeniyle bozulur. Sülfat, sıradan portland çimentosunda genişlemeye ve ardından kohezyon kaybına neden olur (Richardson B.A., 2001, s.139). Düşük kalitede tuğla kullanımı, yanlış temizleme yöntemlerinin uygulanması, çarpma gibi faktörler de malzemenin dokusu nedeniyle pişmiş toprak malzemeli duvar yüzeyinde erozyona neden olan etkenlerdendir.

Beton dayanıklılık demektir. Priz işleminde izlenen yöntem betonun kullanım ömrünü belirler. Betondaki aşınmayı kolaylaştırıcı etmenler betonun harcının çok ıslak olması, yüzeyde aşırı ve erken çalışma, agrega içindeki organik gereçler, soğuk havalarda ısıtıcıların kullanılmasıyla yüzeyin karbonlaşmasıdır (Hegger ve diğ.,2021, s.44). Malzeme üretim ve uygulama aşamasında yapılan hatalar zamanla cephede kullanılan betonun aşınmasına neden olmaktadır.

Kalıcı deformasyon yapan ve kesitin süreye bağlı olarak incelmesine neden olan aşındırma kuvvetlerinin malzeme sertliği ile yakından ilişkisi vardır (Eriç, 2010, s.58).

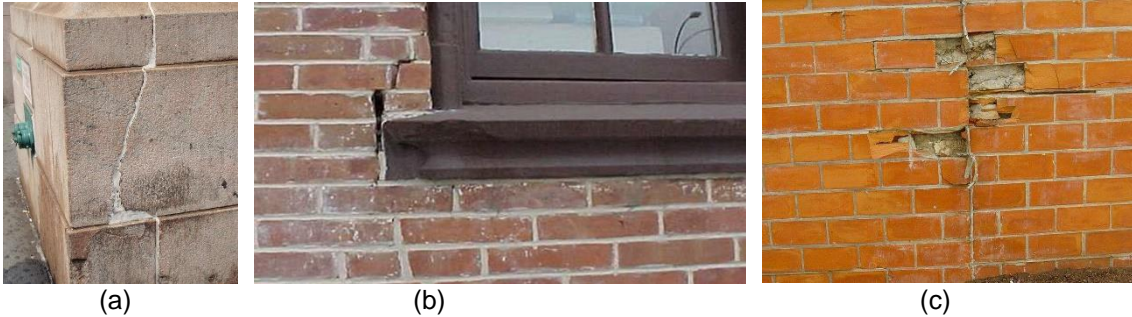
2.1.8. Çatlama, kırılma ve düşme

Cephede oluşan çatlama, kırılma, parça kopması, düşme gibi fiziksel deformasyonlar mekanik bir kuvvetin etkisiyle veya tasarım aşamasında yeterli tolerans paylarının bırakılmamış olması gibi etkenlerle oluşabileceği gibi, atmosferik etkiler sonucu gerçekleşen fiziko-kimyasal etkileşimlerin bir sonucu olarak da ortaya çıkabilmektedir (Şekil 21).



Şekil 21: Cephede rüzgar etkisiyle oluşan kopmalar (URL-4)

Cephede kullanılan malzemenin ısı değişimleri nedeniyle genişleme ve büzülmesi, su ve nem etkisiyle şişip ardından kuruyarak şekil değiştirmesi zamanla cephenin mukavemetini düşürebilmekte, şekil değişimine uğrayan malzemenin çatlamasına parçalanmasına ve düşmesine neden olabilmektedir (Şekil 22). Bunun yanı sıra özellikle plastik esaslı malzemelerin kırılması, çatlaması ya da bozulmasındaki en önemli faktör güneşten gelen ultraviyole (UV) ışınlardır.



Şekil 22: Cephede çeşitli alanlarda görülen çatlama, kırılma ve düşmeler ((a,b) URL-5; (c) Freitas, 2013, s.124)

Yüzeyde oluşan renk değişimleri malzemeye farklı ısı emme özelliği kazandıracığından, yüzey genişlemeleri de farklı olur. Bu da cephede zamanla çatlamalara yol açar. Çatlaklar ise rutubet akımını kanaliz eden zayıf noktalar oluşturur (Kiper, 1992, s.29). Cephedeki

kırılma, çatlama ve düşmeler yapıda kötü bir görünüm vermekten öte ileride konstrüksiyonel zayıflığa kadar gidebilecek çok önemli sorunlara yol açmaktadır (Şekil 23).



Şekil 23: Duvarda oluşan düşey çatlaklar ve ayrılma (URL-5)

2.1.9. Eğilme/bükülme

Cephenin mukavemet sağlayabilmesi öncelikle üzerine etkiyen sabit ve hareketli yüklerle karşı dayanımını gerektirmektedir. Bu dayanım ancak tasarım ve yapım aşamasında alınacak çeşitli önlemlerle sağlanabilir. Bina cephelerine etkiyen, cephe bileşenlerinin kendi ölü yüklerinin oluşturduğu sürekli yükler ve yağışlar, rüzgar, deprem gibi geçici yüklerin cephede oluşturduğu basınç etkisi cephede geri dönüşü mümkün olmayan eğilme ve bükülme şeklinde kalıcı deformasyonlara neden olabilmektedir (Şekil 24).



Şekil 24: Cephede oluşan eğilme ve bükülme şeklinde deformasyonlar (URL-5)

Cephede meydana gelen eğilme, bükülmeler cephenin yüklenmiş olduğu birçok farklı fonksiyonu karşılayamamasının yanı sıra iç kullanıcının ve bina çevresinin güvenliğini de tehlikeye sokmaktadır.

2.2. Biyolojik Etkiler Sonucu Oluşan Bozulmalar

Yapı malzemesi üzerinde çeşitli bakteri, böcek ve mantar üremesinin malzemenin yapısal niteliğini bozan ve malzemenin doğal ömrünü kısaltan zararlı etkileri bulunmaktadır. Aynı zamanda, bu tip organizmalar astım ve alerji gibi hastalıklara neden olmakta ve kullanıcı sağlığını da tehlikeye sokmaktadır.

Bakteriler, her ekosistemde yer alabilen, birçok parazit formları bulunan, genetik ve metabolik olarak çeşitli prokaryotik organizma gruplarıdır. Çok küçük organizmalar olmaları nedeniyle havada rahatlıkla yayılabilmektedirler. Cephede bulunan bakteriler genellikle çıplak gözle görülemezler ancak görünüşte çok temiz olan mineral cephe kaplamalarında büyük miktarda bulunabildikleri ve çoğalıp yerleşebildikleri çok iyi bilinmektedir (Johansson, 2006, s.29). Mantar ve böcekler esasında ahşap malzeme üzerinde hasara neden olmakla birlikte, genel olarak diğer organik malzemeleri de etkileyebilmektedir. Mantarların oluşabilmesi ve varlıklarını sürdürebilmesi için nemli koşullar ve sürekli bir nem kaynağı gerekmektedir. Karanlık, nemli ve durgun ortamlarda, çeşitli küfler için uygun ortam koşullarıdır (Ransom, 2005, s.9-10).

Trechsel'e (1994) göre bu tür varlıkların üreyebilmeleri için gerekli ortam koşulları aşağıdaki gibi olmalıdır;

- Üreme için gerekli sporların ortamda bulunması,
- Besleyici bir yüzeyin bulunması,
- Ortamın ortalama sıcaklığının 4,4-37,7 °C arasında olması,
- Yüzeyin bağıl nem oranının %70 düzeylerinde olması (Güzelçoban, 2007, s.42).

2.2.1. Yosun, küf ve mantar oluşumu

Küfler, uygun koşullarda ham ve işlenmemiş malzemelerde çoğalarak bir yandan ürünün nitelik ve niceliğini değiştirip bozulmasına neden olmakta, diğer yandan da insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip mikotoksin olarak adlandırılan, son derece toksik, çoğu kansinojen, teratojen, mutajen toksik maddeleri üretmektedirler (Aykanat, 2014, s.52).

Küf oluşumundaki en önemli faktör ortamdaki sudur. Küflenme aynı zamanda gerekli ortam besinlerinin bulunmasına da bağlıdır. Uygun ortam koşullarının bulunması halinde cephede birçok mantar grubu oluşabilmektedir. Dış cephe yüzeylerinde bulunan en yaygın küf mantarı türü *cladosporium* olarak adlandırılan ve genellikle havada bulunan siyah mantarlardır. Hava yoluyla bulaşan ve bina cephelerinde bulunan bir başka ortak küf mantarı türü ise *alternariad*dir. Her iki mantar türünün de renklerinin siyah olmasının nedeni güçlü UV ışınlarından korunmalarını sağlayan melanin pigmentleridir. Mantarların, iç mekanda insan sağlığına olumsuz etkilerinin bulunduğu çok iyi bilinen bir gerçektir (Şekil 25) (Johansson, 2006, s.29).



Şekil 25: Dış cephe iç kaplamasında oluşan küflenme (Fot. Erturan B.)

Yosunlar ise enerji kaynağı olarak ışığı kullanarak fotosentez yapan, fototropik organizmalardır. Yosunlar yeryüzünde her yerde oluşabilirler, ancak genellikle nemli ve gölgelik alanlarda bulunurlar. (Johansson, 2006, s.29).

Bina cephelerinde yosun oluşumu genellikle kuzey yönde gözlemlenmekle birlikte tüm cephelerde ve kat seviyelerinde gerçekleşebilir. Burada önemli olan faktörlerden biri cephe kaplamasının (sıva, boya vb.) içinde bulunan katkı maddeleri sayesinde yosun oluşumuna engel olma yeteneğidir. Ancak, bu katkı maddeleri zamanla etkisini kaybedebilmektedir. Bu durumda cephede özellikle pencere aralarındaki düşey bölgelerde, akan yağmur sularının etkisi ile durulanmış olabilecek alanlarda yosunlanma gözlemlenir (Şekil 26). Bu tip oluşumlara karşı, su itici özelliği olan boyaların kullanılması yosun oluşumuna karşı alınabilecek bir önlemdir. (Knyziak ve Kanoniczak, 2019)



Şekil 26: Cephede bölgesel yosun oluşumları (Knyziak ve Kanoniczak, 2019)

Bina cephelerinde bulunan yosunlar çoğunlukla yeşil renkli su yosunlarıdır (yeşil algler) (Şekil 27.a). Su yosunları yeşilden griye dönen renk değişimlerine uğrarlar. Ancak heamotococcus pluvialis olarak adlandırılan ve cepheye kırmızı renk veren yosun türleri de bulunmaktadır (Şekil 27.b) (Johansson, 2006, s.29).



Şekil 27: (a) Cephede yeşil renk oluşumuna neden olan yosunlanma (solda) (Fot. Erturan B.), (b) Cephede kırmızı renk oluşumuna neden olan yosunlanma (sağda) (Breitbach ve Viotti, 2012)

Ahşap malzemedeki bozulmalar, küflenme, mantar/çürük oluşumu, kırılma ve çatlama vb., mikroorganizmalar ve zararlılar için yaşam alanı oluşturacak şekilde meydana gelir (Eren ve Okumuş, 2020, s.916).

Kagir cephelerde kullanılan mermer, tuğla, beton ve ahşap ürünlerde bakteri, mantar, termit, böcek ve bitki gibi etkenlerle biyolojik bozulmalar meydana gelmektedir. Biyolojik etkenlerin her biri etkilediği malzeme türünde farklı bozulmalara sebep olduğu için etkilediği cephe elemanına bağlı olarak teşhisin doğru yapılması müdahale aşaması için önemlidir (Okumuş ve Eren, 2021, s.526).

Metaller, alüminyum, cam, fayans gibi malzemeler bozulmadıkları sürece genellikle küften etkilenmezler (Häkkinen, 2012, s.85).

2.3. Kullanım Hatalarından Kaynaklı Bozulmalar

Kullanıcı istek ve ihtiyaçlarındaki farklılaşmalar sonucu yapılan müdahaleler, cepheye sonradan ilave edilen reklam-tanıtım panoları, tenteler, çanak antenler, klima dış üniteleri gibi eklentiler, işlevsel değişiklikler, uzun süre bakım yapılmaması veya hatalı, eksik ve yetersiz bakım yapılması cephede zamanla onarımı zor bozulmalara veya kalıcı hasarlara yol açabilmektedir. Aynı zamanda, tüm bu müdahaleler esnasında yapılan uygulama hataları binada ısı kayıpları, yalıtım sorunları gibi yapı fiziği problemleri ile sonuçlanabilmektedir. Bu durum, cephede bozulmaların meydana gelmesinin yanı sıra iç mekanda kullanıcı için sağlıksız ortam koşullarına neden olmaktadır. Ayrıca, kullanım hataları sonucu oluşan görsel bozulmalar binada mimari kimliği ve kentsel dokuyu zedelemektedir (Şekil 28).



Şekil 28. Cepheye yapılan müdahalelerin cephede oluşturduğu bozulmalar (Fot. Erturan B.)

3. Alan Çalışması: Moda Caddesi ve Yakın Çevresinde Yer Alan Kagir Cepheli Kagir Binalar Üzerinde Bir İnceleme

Çalışmanın bu bölümünde, kagir binaların cephelerinde gözlemlenen en yaygın fiziki bozulmalar, önceki bölümde detaylı olarak açıklanan bozulmaların ana neden ve alt nedenleri de belirtilerek tablo haline getirilmiştir (Tablo 1). Ardından Tablo 1 de numaralandırılmış olan bozulma türleri ve nedenleri de göz önünde bulundurularak, Kadıköy İlçesinde Caferağa Mahallesi'nde belirli akslardaki kagir cepheli kagir binalar üzerinde incelemeler yapılmış ve bu bina cephelerindeki bozulmalar ve tahmini nedenleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 1: Kagir binaların cephelerinde gözlemlenen en yaygın bozulmalar ve nedenleri

KAGİR BİNALARIN CEPHELERİNDE GÖZLEMLENEN BOZULMALAR	BOZULMA NEDENİ	
	ALT NEDEN	ANA NEDEN
A Çiçeklenme	A1- Cephede su sızıntılarının oluşması A2-Duvar bileşeni içinde suda çözünebilen maddelerin bulunması	AN1-Yapım/Uygulama hataları AN2-Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3- Atmosferik etkenler AN4-Fiziko-kimyasal olaylar AN6- Bakım-onarım yetersizliği
B Korozyon, paslanma	B1-Cephenin suya maruz kalması ve dış havayla teması B2-Malzemenin koruyucu yüzeyinin bulunmaması	AN4-Fiziko-kimyasal olaylar AN3- Atmosferik etkenler AN6-Bakım-onarım yetersizliği
C Çürüme	C1-Cephenin suya maruz kalması ve dış havayla teması C2-Malzemenin koruyucu yüzeyinin bulunmaması	AN1-Yapım/Uygulama hataları AN3- Atmosferik etkenler AN5- Tasarımsal sorunlar AN6-Bakım-onarım yetersizliği
D Yüzey Bozulmaları (Su lekeleri- Kabarma - Dökülme- Soyulma)	D1-Yanlış uygulanmış detaylar nedeniyle suyun içeriye girmesi D2-Terleme ve yoğunlaşma D3-Hatalı tasarım D4-Yanlış malzeme kullanımı D5- Isıl değişimler, nem, donma-çözünme, UV ışınlar	AN1-Yapım/Uygulama hataları AN2-Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3-Atmosferik etkenler AN4-Fiziko-kimyasal olaylar AN5- Tasarımsal sorunlar AN6- Bakım-onarım yetersizliği
E Renk Değişimleri/Solma	E1-Gün ışığı ve UV ışınlar	AN3-Atmosferik etkenler

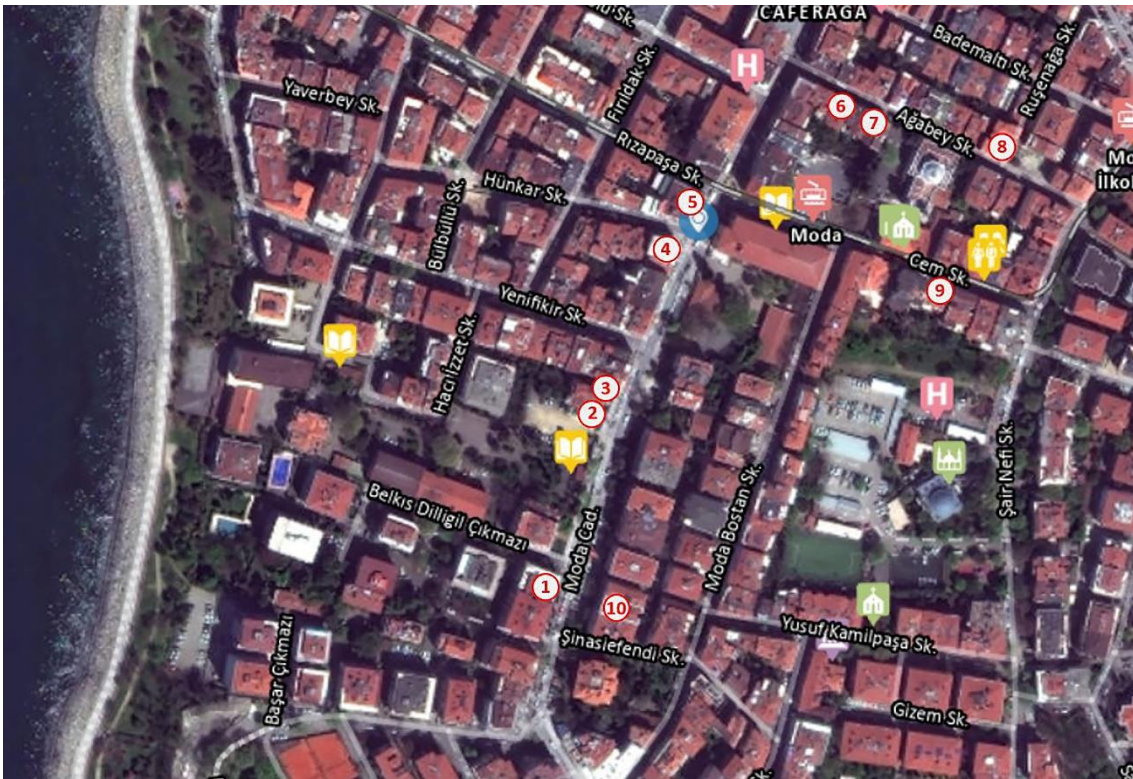
		AN6 -Bakım-onarım yetersizliği AN5 - Tasarımsal sorunlar
F Atmosferik kirlilikler	F1 -Hava kirliliği F2 -Rüzgâr, yağmur, sıcaklık gibi çevresel etkenler ve bunların kimyasal oluşumlarla kombinasyonu F3 -Şehir atmosferi içine bulunan binaların, vapur ve trenlerin bacalarından, otomobillerin egzozlarından çıkan SO3 ve CO2 gazları	AN3 -Atmosferik etkenler AN4 -Fiziko-kimyasal olaylar AN6 -Bakım-onarım yetersizliği
G Aşınma	G1 -Isıl değişimler, nem, donma-çözünme, UV ışınlar G2 -Korozyon ve aşındırıcı kimyasallar G3 -Mekanik etkiler	AN1 -Yapım/Uygulama hataları AN2 -Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3 - Atmosferik etkenler AN4 -Fiziko-kimyasal olaylar
H Çatlama, Kırılma ve Düşme	H1 - Isıl değişimler, nem, donma-çözünme, UV ışınlar H2 - Korozyon ve çeşitli kimyasal etkileşimler H3 - Mekanik etkiler H4 - Yük etkisi H5 - Hatalı tasarım	AN1 -Yapım/Uygulama hataları AN2 -Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3 - Atmosferik etkenler AN4 -Fiziko-kimyasal olaylar AN5 - Tasarımsal sorunlar AN8 -Öngörülemeyen yükler (deprem, zemin oturmaları vb. yükler)
J Eğilme/Bükülme	J1 -Yük etkisi J2 -Tasarım aşamasında gerekli tolerans paylarının bırakılmamış olması	AN1 -Yapım/Uygulama hataları AN2 -Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3 - Atmosferik etkenler AN4 -Fiziko-kimyasal olaylar AN5 - Tasarımsal sorunlar AN8 -Öngörülemeyen yükler (deprem, zemin oturmaları vb. yükler)
K Yosun, Küf ve Mantar Oluşumu	K1 -Malzemenin doğal yapısının elverişli olması K2 -Ortamda yapı substratlarının bulunması K3 -Hava yoluyla bulaşan mantarlar K4 -Nem	AN1 -Yapım/Uygulama hataları AN2 - Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3 - Atmosferik etkenler AN5 - Tasarımsal sorunlar AN6 -Bakım-onarım yetersizliği AN7 - Biyolojik etkenler
L Bakteri ve Böcekler	L1 -Ortamdaki hava akımının az oluşu L2 -Nem	AN1 -Yapım/Uygulama hataları AN2 - Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3 - Atmosferik etkenler AN5 -Tasarımsal sorunlar AN6 -Bakım-onarım yetersizliği AN7 - Biyolojik etkenler
M Kullanım hatalarından kaynaklı bozulmalar	M1 -İşlevsel değişiklikler M2 -Zamanla mimari projesinde olmayan eklentilerin yapılması	AN2 -Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN6 -Bakım-onarım yetersizliği
AN1 - Yapım/Uygulama hataları AN2 - Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları AN3 - Atmosferik etkenler AN4 - Fiziko-kimyasal olaylar	AN5 - Tasarımsal sorunlar AN6 - Bakım-onarım yetersizliği AN7 - Biyolojik etkenler AN8 - Öngörülemeyen yükler (deprem, zemin oturmaları vb. yükler)	

3.1. Çalışma Alanının Analizi

Çalışma Kadıköy İlçesi Caferağa Mahallesinde Moda Caddesi ile Moda Caddesi'ni dik kesen Ağabey Sokak ve Cem Sokak'ı kapsamaktadır. Alanda yapılan incelemede ilk olarak Moda Caddesi üzerindeki binalar incelenmiştir. Moda Caddesi üzerindeki binaların genellikle zemin katların kafe, restoran, market, eczane vb. ticari işletmeler

tarafından kullanıldığı, üst katların ise konut olduğu gözlemlenmiştir. Cadde araç trafiğine açık ve trafik yoğunluğu fazla olan bir akstır. Bununla birlikte Ağabey ve Cem Sokaklarda ise tamamı konut olarak kullanılan binalar çoğunluktadır. Cem Sokak tramvay geçiş güzergahında yer almakta olup, her iki sokakta araç trafiğine açıktır ancak sokakların dar oluşu ve araç parketmeye uygun olmayışları nedeniyle Moda Caddesi kadar yoğun bir araç trafiği bulunmamaktadır. Bölge denize kıyısına kuş uçuşu yaklaşık olarak 250-300 m. mesafededir.

Belirlenen güzergahta cephedeki bozulmaların yoğunluğunun nedenleri ile birlikte en iyi gözlemlendiği ve bölgenin yapı kullanım çeşidini yansıtan 10 bina ele alınarak incelemeler yapılmıştır. Bu binalardan 6 adedi Moda Caddesi, 4 tanesi ise Moda Caddesi'ni dik kesen Cem Sokak ve Ağabey Sokak üzerindedir (Şekil 29). Moda Caddesi üzerinde yer alan 5 ile numaralandırılmış, Ağabey Sokak üzerinde ise 8 ile numaralandırılmış olan binalar tescilli eser niteliği taşımaktadırlar.



Şekil 29: İncelenen yapıların numaralandırıldığı hava fotoğrafı

3.2. Cephe Malzeme Analizi

İncelenen 10 adet binada, 4 tür cephe kaplama malzemesi kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu malzemeler; taş, mozaik ve prekast kaplamalar ile sıva+boyadır. Binaların tamamında sıva + boya kullanılırken, sıva ve boyaya ilave olarak 1 nolu binada 1. kat seviyesinde prekast kaplamalar bulunduğu gözlemlenmiştir. Sıva+boya kaplamasına ilave olarak 3 nolu binada mozaik, 7 nolu binanın normal katlarının tamamında ve 8 nolu binanın ise su basman seviyesinde taş malzeme kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca incelenen aksın büyük kısmında subasman seviyesinde nemden korunmak amaçlı olduğu düşünülen taş malzemenin kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Analizi yapılan binalar, aksın tamamındaki binalarda kullanılan cephe kaplama malzemeleri ve uygulanma şekilleri bakımından genel anlamda alanın karakteristik yapısını yansıtmaktadır.

Pencere kasa ve doğramalarında PVC yoğun olmakla birlikte, ahşap ve PVC malzeme kullanılmıştır. 1, 2, 6, 7 ve 10 nolu binalarda pencerelerde tamamen PVC kullanılmışken, tescilli yapı niteliğindeki 5 nolu binada ahşap, 3, 4, 8 ve 9 nolu binalarda bazı katlarda ahşap bazı katlarda ise PVC pencere doğramaları bulunmaktadır. Doğramalarda ahşap+PVC kullanılan yapıların tamamı ahşap olan pencerelerinin bazı katlarda zaman içerisinde PVC ile değiştirildiği düşünülmektedir.

Balkon ve pencere korkuluğu bulunan binalarda, korkuluk malzemesi olarak metal kullanılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: İncelenen binalar ve cephelerindeki bozulmalara ilişkin detaylı fotoğraflar

MODA CADDESİ VE YAKIN ÇEVRESİ		
BİNA NO	YAPI FOTOĞRAFI	CEPHELERDE GÖZLEMLenen BOZULMALAR
1		    
2		   
3		   
4		   
5		   
6		   
7		   
8		   
9		   
10		   

3.3.Cephe Bozulma Analizi Ve Elde Edilen Bulgular

Çalışma alanında yer alan binaların cephelerinde gözlemlenen bozulmalar ve bu bozulmaların tahmini nedenleri yer yer bina özelinde münferit olarak veya akstaki yoğunluğu da göz önünde bulundurularak genel ifadelerle aşağıda açıklanmış ve Tablo 3 de görsellerle desteklenmiştir.

Cephede kaplama malzemesi sıva+boya kullanılan 1, 4, 5, 6, 8, 9 ve 10 numaralı binalarda gün ışığı etkisiyle oluşan bozulmalardan biri renk değişimleri ve renklerde solmalardır (E). Cephelerdeki renk değişimleri kullanılan boyanın rengi, ürün kalitesi, uygulama ve bakım süresine bağlı olarak daha belirgin şekillerde kendini göstermektedir (AN3, AN6). Örneğin yeşil renkte boyanmış olan 5 nolu binada renk değişimleri ve solmalar daha belirgin şekilde görünürken soft renklerin kullanıldığı yapılarda daha az dikkat çekici durumdadır. Yapı cephelerinde bitirme elemanı olarak sıva+boya kullanılan yapılarda en yaygın görülen bozulma türlerinden bir diğeri ise soyulma, kabarma, su lekeli şeklinde kendini gösteren yüzey bozulmalarıdır (D). Bu tip bozulmaların atmosferik etkenler, çeşitli tasarım ve uygulama sorunlarından (damlalık yapılmamış olması, pencere kenarlarında bırakılan kılcal boşluklar, denizlik hataları vb.) kaynaklı olarak cephenin özellikle neme-suya yoğun maruz kalan boya ve sıva yüzeylerinde kendini gösterdiği sonucuna varılmaktadır (AN1, AN2, AN3, AN4, AN5, AN6).

Sıva +boya ile birlikte mozaik, taş ve prekast kaplama malzemelerinin kullanıldığı binalarda kabarma soyulma gibi yüzey bozulmalarının (D), bakım-onarımın yapılmamış olması nedeniyle zamana bağlı olarak yer yer düşmelerle ve çatlaklarla sonuçlandığı düşünülmektedir (H).

İncelenen tüm yapılarda gözlemlenen en yaygın bozulma türü atmosferik kirlenmelerdir (F). Yağmur suyunun akış yönü ile de bağlantılı olarak pencere altlarında, teras parapet yüzeylerinde ve saçak hizalarında yoğun diferansiyel kirlenmeler göze çarpmaktadır. Cephede oluşan toz ve kirin etkisiyle açık renkli malzemelerde renk değişimleri de görülmektedir. Bu durum, bakım-onarım yetersizliğinin etkisiyle de binaların olduğundan daha eski algılanmasına da neden olmaktadır. Cephelerdeki bu atmosferik kirliliklerin nedeninin şehrin hava kirliliğine ilave olarak akslardaki araç trafiğinden de kaynaklandığı düşünülmektedir (AN3, AN4, AN6).











8 ve 9 nolu binalarda görülen bir bozulma türü ise aşınmadır (G). Tescilli eser niteliğindeki 8 nolu bina cephesinde kaplama yüzeyindeki dökülmeler sonucu açığa çıkan duvar gövdesinde atmosferik olayların mekanik etkisiyle oluştuğu tahmin edilen aşınmalar gözlemlenmiştir. Bu aşınmalar cephede hemen hemen her katta mevcuttur (AN2, AN3, AN4). Aşınma 9 nolu binada ise yoğunlukla zemin katta gözlemlenmektedir. Bu durumun en önemli etkenlerinin ilk olarak sonradan eklenen kablolar, fiziki müdahalelerin mekanik etkileri olduğu, bir diğeri pencere ve yağmur iniş borularının kenarlarındaki tasarımsal sorunlar ve zeminden kılcallık yoluyla ilerleyen suyun etkisi olduğu tahmin edilmektedir (AN2, AN3, A4).

5, 7, 8, 9 nolu binalarda balkon parapet yüzeyleri ve döşeme altlarında, ayrıca zemin katta subasman seviyeleri gibi su etkisine yoğun maruz kalan alanlarda, atmosferik etkenler, kullanım ve tasarım hataları, bakım onarımdaki yetersizlik ve biyolojik faktörlerin de etkisi ile küf oluşumu ve yosunlanmanın (K) meydana gelmiş olduğu dikkati çekmiştir (AN2, AN3, AN6, AN7).

Balkon ve pencere korkulukları veya kapı aksamları metal olan binaların büyük bir kısmında, malzemenin koruyucu bir yüzeyinin bulunmaması veya aşınmış olması nedeniyle metal cephe elemanları korozyona uğramıştır (B). Metal malzemedeki korozyonun pas akması nedeniyle cephelerde korkuluğa yakın bölgelerde lekelenmeler oluşturduğu gözlemlenmiştir (AN4, AN6). Bazı katlarında ahşap doğramaları bulunan 3, 4, 8 ve 9 nolu binalarda ahşap pencere doğramalarında yeterli bakım-onarım yapılmamış olması nedeni ile çürüme bulunmaktadır (A3, A6). Yine ahşap doğramaların boyanmış olan yüzeylerinde de soyulma ve dökülmeler dikkati çekmektedir.

Cephelerde bozulmaya neden olduğu gözlemlenen bir diğer etken ise kullanıcılar tarafından zamanla cepheye monte edilen klima dış üniteleri, tv kablo sistemleri, tabelalar, antenler vb. eklentilerdir (M). Bu eklentiler cephede yeterli hassasiyet gösterilmeden takılıp sökülürken hasar bırakmış olduğu gibi bu hasarlar zamanla cephede atmosferik etkiler ve fiziko-kimyasal etkileşimler sonucu yapıda dolaylı olarak farklı bozulma türlerinin de önünü açmaktadır (AN2, AN6).

Tablo 3. İncelenen bina cephelerinde gözlemlenen bozulmalar ve nedenlerinin analizi

MODA CADESİ VE YAKIN ÇEVRESİ		A		B		C		D					E			F			G			H					J		K				L		M	
BİNA NO	YAPI FOTOĞRAFI	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	D3	D4	D5	E1	F1	F2	F3	G1	G2	G3	H1	H2	H3	H4	H5	J1	J2	K1	K2	K3	K4	L1	L2	M1	M2		
1		AN1						AN5 AN1	AN6	AN5			AN3 AN6	AN3	AN3 AN4	AN3 AN4				AN1 AN5	AN1 AN5	AN2		AN5												
2										AN1 AN5				AN3	AN4 AN3	AN4 AN3				AN3 AN4	AN3 AN4															
3				AN4	AN5	AN3 AN6	AN6						AN3 AN6	AN3	AN4 AN3	AN4 AN3																			AN2	
4				AN4	AN5	AN3 AN6	AN6						AN3 AN6	AN3 AN6	AN3	AN4 AN3	AN4 AN3				AN3 AN4	AN3 AN4														
5						AN3 AN6	AN6		AN3 AN4 AN6	AN3 AN6			AN3 AN6	AN3	AN4 AN3	AN4 AN3					AN3 AN4	AN3 AN4	AN2					AN3 AN6 AN7		AN3 AN6 AN7			AN2 AN6	AN2 AN5		
6										AN5 AN1 AN3			AN3 AN6	AN3	AN4 AN3	AN4 AN3					AN3 AN4	AN3 AN4			AN2 AN4 AN5											
7				AN4 AN3 AN6	AN5									AN3	AN4 AN3	AN4 AN3												AN2 AN3 AN6 AN7		AN2 AN3 AN6 AN7						
8				AN4	AN5	AN3 AN6	AN6		AN2A N3 AN4 AN6				AN3 AN6	AN3 AN6	AN3	AN4 AN3	AN4 AN3	AN3 AN4	AN3 AN4	AN2 AN3 AN4	AN3 AN4	AN3 AN4	AN2					AN2 AN3 AN6 AN7		AN2 AN3 AN6 AN7		AN2 AN6	AN2 AN5			
9				AN4	AN5	AN3 AN6	AN6		AN3 AN4 AN5 AN6				AN3 AN6	AN3 AN6	AN3	AN4 AN3	AN4 AN3	AN3 AN4	AN3 AN4	AN2 AN3 AN4	AN3 AN4	AN3 AN4						AN2 AN3 AN6 AN7		AN2 AN3 AN6 AN7		AN2 AN6	AN2 AN5			
10				AN4 AN3 AN6	AN4 AN3 AN5					AN5 AN4 AN2 AN3			AN3 AN6	AN3	AN3 AN6	AN3 AN6																			AN2 AN5	

AN1- Yapım/Uygulama hataları
AN2- Fiziki müdahaleler ve kullanıcı hataları
AN3- Atmosferik etkenler
AN4- Fiziko-kimyasal olaylar

AN5- Tasarımsal sorunlar
AN6- Bakım-onarım yetersizliği
AN7- Biyolojik etkenler
AN8- Öngörülemeyen yükler (deprem, zemin oturmaları vb. yükler)

Sonuç olarak incelenen binaların cephelerindeki bozulmalardan yola çıkılarak elde edilen verilere göre en yaygın bozulmaların temel kaynaklarının cephelerin dış ortam koşullarıyla etkileşim içerisinde yapı elemanları olması dolayısıyla atmosferik etkenler ve bu etkenlerin fiziko-kimyasal olaylarla etkileşimi olduğu görülmüştür. Yeterli ve periyodik olarak bakım-onarımı yapılmayan binalarda bu bozulmaların zamanla değiştiği ve basit bir bozulmanın ise zaman içerisinde ciddi hasarlara dönüştüğü tahmin edilmektedir. Ayrıca kullanıcıların uzman görüşü ve yardımı olmadan yapmış olduğu fiziki

müdehalelerin de yine görsel bozulmaların yanı sıra yapı elemanının işlevini etkileyecek(nem oluşumu, aşınma vb.) bozulmalara neden olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışma ile, cephede kaplama/bitirme elemanı olarak seçilen malzemenin yapı tipi ve bölgesel verilere uygunluğunun büyük ölçüde önemli olduğu ve oluşan bozulmaları doğrudan etkilediği, ayrıca cephede zamanla oluşan bozulmaların yapılacak bakım onarımlarla yüksek oranda önüne geçilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bakım-onarımı yapılmayan ve yeterli olmayan bina cephelerinde ilk olarak kaplama katmanında oluşan bozulmaların zamanla duvar katmanına ulaşabileceği ve burada oluşan hasarların ise binaların yapısal etkinliğini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir.

4. Sonuç

Binaların temel işlevi kullanıcılarını olumsuz dış iklim koşullarından korumak, sağlıklı, konforlu, sağlam ve emniyetli bir yaşam alanı sunmaktır. Tüm bunlar ancak, optimum performans koşullarının sağlanabilmesi ile mümkün olmaktadır. Cepheler, birçok yapı elemanı ile doğrudan bağlantılı olması ve dış koşullarla etkileşim içerisinde olması nedeniyle binanın performansını en çok etkileyen yapı elemanları arasındadır. Bu nedenle, öncelikle cephe performansının beklenen düzeyde olması büyük önem taşımaktadır. Ancak, tasarım veya uygulama esnasında yapılan hatalar, yanlış seçimler, kullanım aşamasındaki işlevsel zorlamalar, bakım eksikliği veya yetersizliği, iklimsel etkiler, fiziko-kimyasal etkileşimler gibi faktörler malzemede hasarlar oluşturarak cephenin doğal kullanım ömrünü azaltmakta ve cephede servis ömrünü etkileyecek kalıcı hasarlara yol açmaktadır. Bu hasarlar, ilişkili olduğu yapı bileşeninin veya cephenin tamamının işlevini tam olarak yerine getiremeyecek duruma gelmesine neden olmakta ve binanın toplam performansında sorunlarla sonuçlanmaktadır.

Performans düşüklüğüne neden olan sorunların önüne geçilebilmesi için öncelikle tasarım, yapım ve kullanım süreci belli bir bağlama oturtulmalı ve her bir süreçte yaşanabilecek sorunlar ve karşılaşılabilecek her türlü koşul göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu noktadan yola çıkılacak olursa, tasarım sürecinden başlamak üzere cephede seçilen malzemenin türünü, özelliklerini, doğru uygulama yöntemlerini, dayanım koşullarını, kullanım olanaklarını ve sınırlayıcılarını belirlemek, tanımak, tasarımı bu bilgiler ışığında şekillendirmek yapıda zamanla çıkabilecek sorunların bir adım önüne geçilebilmesinin önünü açacak bir yaklaşım olacaktır.

Burada izlenebilecek en temel stratejilerden biri, cephede kullanılan malzemenin ve cephe elemanlarının iyi tanınması ve malzemenin iklimsel koşullara uygunluğunun, doğru kullanım yerlerinin, uygulama yöntemlerinin, sağladığı avantaj ve dezavantajların iyi bilinmesi, aynı zamanda çalışmada bahsedilen ve cephede sıklıkla karşılaşılan; mekanik ve atmosferik zorlamalar, biyolojik etkiler, kullanım hataları sonucu ortaya çıkan bozulmaların doğru tespitinden geçmektedir.

Böylelikle cephenin malzemeye uygun olarak detaylandırılması ve hatta cephede kullanılan malzemenin tasarım koşullarına bağlı olarak düzenlenmesi ve güçlendirilmesi mümkün olacaktır. Şöyle ki, örneğin kagir malzeme ile birlikte kullanılan ahşap ve metal malzemenin sudan ve biyolojik faktörlerden korunacak şekilde detaylandırılarak cephede kullanımı veya malzemelerin çeşitli boya veya kimyasallarla bu tip etkenlere dayanıklı hale getirilmesi, kagir malzeme ile istenilen biçimde kullanımına imkan tanıyacaktır. Bu durum, bakım ve onarım ihtiyaçlarının doğru belirlenmesi, gerekli bakımların hangi periyodlarla gerçekleştirilmesinin gerektiğinin bilinmesi ve zamanla oluşan bozulmaların

vakitlice önüne geçmek suretiyle cephenin faydalı kullanım ömrünün uzatılması bakımından doğru ve sağlıklı bir süreç yönetimi olacaktır.

Sonuç olarak; hem enerjinin etkin kullanımı hem de konforlu ve güvenilir yaşama alanlarının elde edilebilmesi açısından yapıların beklenen performansı sergileyebilmesi için, karşılaşılabilecek olası bozulmaların neler olduğunun ve oluşum nedenlerinin bilinmesi, bu bozulmaların istenmeyen sonuçlarının engellenebilmesi adına önem arz etmektedir. Cephedeki hasarın bilinçli bir şekilde onarılabilmesi ve yeniden oluşumunun engellenmesi hasarın nedenlerinin ortadan kaldırılmasına bağlıdır. Bu bağlamda, cephede performans sorunlarına neden olan bozulmalara yönelik çözümler üretmek için yeni yaklaşımların geliştirilmesi yapıların kullanım ömürlerinin artırılabilmesi ve konforlu yaşam alanlarının üretilebilmesi adına faydalı olacaktır.

Kaynaklar

Aykanat, A., (2014), Yapıda Küf Mantarı Sorununun Çözümüne Yönelik Koruma Uygulama Yöntemi Önerisi, E-Journal of New World Sciences Academy- Engineering Sciences (NWSA), Cilt.9, Sayı.4, s.48-61

Blocken, B., (2012), Urban Physics, Inaugural Lecture, Presented on 5 October 2012 at Eindhoven University of Technology, Netherlands

Blocken, B., Derome, D. ve Carmeliet, J., (2013), Rainwater runoff from building facades: A review, Building and Environment 60 (2013), p.339-361, Elsevier Ltd.

Breitbach, A., Viotti, G. C.A., (2012), Thermophoresis On External Facades: Evaluation And Origins, 15. International Brick and Block Masonry Conference, 03-06 June 2012, Florianópolis- Brazil

Ching, F.D.K., Mulville M, (2008), European Building Construction Illustrated. John Wiley & Sons

Ekinci, C.E., İşçi, N. ve Alyavuz, F., (2007), Yapılar Nasıl Hastalanır, e-Journal of New World Sciences Academy, Volume: 2, Number:1

Eren, Ö., Okumuş, E. M., (2020). Sustainable Maintenance Strategy for Wood Windows Defects, Sakarya University Journal of Science, 24(5), 914-935

Eriç, M., (2010), Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık

Freitas, V.P.D., (2013), A State-Of-The-Art Report On Building Pathology, (CIB)International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Portugal

Güzelçoban, S., (2007), Yapılarda Su ve Isı Etkenleri, Oluşturduğu Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri, Y.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Hasol,, D., (1998), Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınlar

Häkkinen, T., (2012), Sustainable Refurbishment Of Exterior Walls And Building Facades Final Report, Part A – Methods and Recommendations, VTT Technical Research Centre of Finland

- Hegger, M., Drexler, H., Zeumer, M., (2021), Adım Adım Yapı Malzemeleri, Yem Yayın
- Hinks, J., Cook, G., (2003), "The Technology of Building Defects", Spon Press Taylor & Francis Group
- Johansson, S., (2006), Biological Growth On Mineral Façades, Lund Div of Building Materials LTH, Lund University, Licentiate Thesis, Sweden
- Kiper, A., (1992), Yapı Fiziği Açısından Günümüz Cephe Sistemlerinin Analizi ve Malzeme Seçim Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, M.S.G.S.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Knyziak, P, Kanoniczak, M., (2019), "Difficulties in Operation of Elevations in Large-Panel Buildings, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing
- Koçu, N. ve Dereli, M., (2008), Yapı Cephelerini Görsel Yönden Olumsuz Olarak Etkileyen Sorunlar Ve Nedenlerin Analizi, 4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, İTÜ Mimarlık Fakültesi, 13-14 Ekim 2008, İstanbul
- Loughran P., (2007), Efflorescence in Masonry: Understanding the Problems and Solutions, (http://www.aia.org/aiaucmp/groups/ek_public/documents/document/aiap026860.pdf)
- Mills, E. D., (1994), Building Maintenance and Preservation-A guide for design and management, Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford
- Okumuş, M. E., Eren, Ö., (2021), Pencere Sistemlerindeki Bozulmaların Tespiti ve Değerlendirilmesine Yönelik Bir Karar Destek Modeli Önerisi, MEGARON, 2021;16(3):523-542
- Pereira, C., Brito, J., Silvestre, J.D., (2020), Harmonised Classification of the Causes of Defects in a Global Inspection System: Proposed Methodology and Analysis of Fieldwork Data, MDPI journal, Sustainability 2020, 12, 5564, 2-27(<http://www.mdpi.com/journal/sustainability>)
- Ransom, W.H., (2005), Building Failures Diagnosis And Avoidance, Taylor & Francis e-Library, UK
- Richardson, B.A., (2001), Defects And Deterioration In Buildings-2nd Edition, Spon Press Taylor & Francis Group
- Searls, L. C., (2012), Top Signs of Façade Problems – How to See the Invisible "Vision is the art of seeing things invisible" – Jonathan Swift –NAREIM Home Page, (<http://www.nareim.org/wp-content/uploads/2012/10/NAREIM-facade-problems-Formatted-Compressed-Rev-1.pdf>)
- Silva, A., Brito, J., Gaspar, P. L., (2016), Methodologies for Service Life Prediction of Buildings With a Focus on Façade Claddings, Springer International Publishing, Switzerland

Swinton, M. C., Kesik, T., (2005), Performance Guidelines for Basement Envelope Systems and Materials Final Research Report, Institute for Research in Construction National Research Council Canada

Tanrıkulu, E., (2015), İstanbul'daki Konut Binalarının Cephe Kaplamalarında Oluşan Hasarların İncelenmesi: Kadıköy- Moda Örneği, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

İnternet Kaynakları

URL-1, 1 Eylül 2022 tarihinde <http://framcos.org/FraMCoS-6/156.pdf> adresinden alınmıştır.

URL-2, 3 Eylül 2022 tarihinde <https://www.sandberg.co.uk/consultancy/concrete/concrete-durability.html> adresinden alınmıştır.

URL-3, 3 Eylül 2022 tarihinde http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/programlar/insaat/tas_restorator-moduller-/MODUL%204_TAS%20BOZULMALARINI%20TESHIS%20ETME.pdf adresinden alınmıştır.

URL-4, 5 Eylül 2022 tarihinde http://www.hms.civil.uminho.pt/ibmac/2008/14IBMAC_43.pdf adresinden alınmıştır.

URL-5, 8 Eylül 2022 tarihinde <https://www1.nyc.gov/assets/buildings/images/content/misc/FacadePresentation.pdf> adresinden alınmıştır.

URL-6, 7 Eylül 2022 tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alınmıştır.