



Yığma Yapılarda Gözleme Dayalı Bozulma/Hasar Tespiti: Eski Harbiye Kışlası

Şule YILMAZ ERTEN^{1*}, Arif MISIRLI¹

¹Trakya Üniversitesi, Mimarlık, Edirne, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Yığma yapı
hasarları, Yapı
hataları, Eski
Harbiye Kışlası

Özet

Geçmişteki kültürel mirası günümüze aktarmada önemli rolleri olan tarihi yığma yapılar, içinde buldukları fiziksel koşullar ve doğal afetlerin de etkisiyle zarar görmekte ya da yok olmaktadır. Zarar gören yapılar ise onarım veya yenileme geçirerek günümüze ışık tutmaktadır. Onarım aşaması için gerekli alt yapının iyi kurgulanması, hasarların tespitinin doğru yapılması önem taşımaktadır. Edirne'de bulunan Eski Harbiye Kışlası, günümüze ulaşan önemli tarihi bir yığma yapı olmakla birlikte halen işlevini sürdürerek Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi olarak kullanılmaktadır. Ancak yapının strüktürü incelendiğinde, taşıyıcı duvarları oluşturan taş malzemede önemli ölçüde bozulmalar ile strüktürel elemanlarda hasarlara dayalı çatlaklar gözlemlenmektedir. Yapının daha uzun yıllar ayakta kalmasını sağlayarak gelecek nesillere ışık tutması için gerekli yenileme ve onarımlar geçirmesi önemlidir. Bu noktada, öncelikle yapılacak hasar tespitlerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Eski Harbiye Kışlası'nın yenileme ve onarım çalışmaları için bir ön rapor niteliği taşıyan hasar tespitlerinin yapılmasıdır. Bu amaçla gözleme dayalı hasar tespitlerinde kullanılan bozulma haritalama yöntemi uygulanmıştır. Yapının hasar tespit çalışmaları sonucunda biyolojik ve kimyasal bozulmalar ile birlikte fiziksel ve mekanik hasarların da bulunduğu ortaya koyulmuştur.

*e-posta: suleyilmaz@trakya.edu.tr

Bu makaleye atıf yapmak için:

Şule YILMAZ ERTEN; Arif MISIRLI, "Yığma Yapılarda Gözleme Dayalı Bozulma/Hasar Tespiti: Eski Harbiye Kışlası", Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, C. 6, s 1, ss. 38-50

How to cite this article:

Şule YILMAZ ERTEN; Arif MISIRLI, "Observational Deterioration/Damage Detection of Masonry Buildings: Old Harbiye Barracks", Bayburt University Journal of Science, vol. 6, no 1, pp. 38-50

Observational Deterioration/Damage Detection of Masonry Buildings: Old Harbiye Barracks

Keywords:

*Masonry defects,
Building
deterioration,
Old Harbiye
Barracks*

Abstract

Historical masonry buildings, which have an important role in transferring the cultural heritage of the past to the present, are damaged or destroyed due to the physical conditions and natural disasters they are in. Damaged buildings, on the other hand, are repaired or renovated and shed light on the present. It is important that the infrastructure required for the repair phase is well established and that the damage is determined correctly. Although the Old Harbiye Barracks in Edirne is an important historical masonry building that has survived to the present day, it is still used as the Faculty of Architecture of Trakya University. However, when the structure of the building is examined, significant deteriorations in the stone material forming the load-bearing walls and cracks due to damages in the structural elements are observed. It is important that the building undergoes the necessary renovations and repairs so that it will survive for many years and shed light on future generations. At this point, first of all, the importance of damage assessments emerges. The aim of this study is to determine the damage, which is a preliminary report for the renovation and repair works of the Old Harbiye Barracks. For this purpose, the deterioration mapping method used in observation-based damage determinations was applied. As a result of the damage assessment studies of the building, it has been revealed that there are physical and mechanical damages as well as biological and chemical deterioration.

1 GİRİŞ

Mimari miras olarak kabul edilen tarihi yapılar, geçmişten gelen kültürü ve bilgi birikimini günümüze aktaran ve geleceğe yön veren çalışmalar yapmaya olanak sağlayan formlardır [1]. Bu yapılar uzun yıllar boyunca deprem, sel, yangın vb. türlü doğal afetlere maruz kalmış bunun yanı sıra savaşlar, nükleer sızıntılar, atmosferik etkiler vb. fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilere maruz kalmıştır. Bununla birlikte bilinçsiz onarımlar ile verilen zararlar sonucunda bu yapılarda geri dönüşü olmayan hasarlar oluşabilmektedir. Yığıma yapım tekniğiyle inşa edilen bu yapılarda kullanılan taş malzemeler, uzun yıllar içerisinde çeşitli etkenlerden dolayı bozulmalara uğramaktadır. Bu bozulmalarda kimyasal ve fiziksel etkenler ile birlikte biyolojik etkilere de söz edilebilir [2]. Bu yapıların korunması ve varlığını sürdürmesi bakımından meydana gelen hasarların doğru tespiti [3] ve bu hasarlara müdahale edilmesi önemlidir.

Yığıma yapım sistemi, strüktürel olarak duvarların taşıyıcı eleman görevini üstlendiği yapım sistemidir. Duvarlar ise büyük oranda taş, tuğla vb. dolgu malzemelerinin harçlı birleşimiyle meydana gelmektedir. Türk Bina Deprem Yönetmeliği'nde [4] donatılı ve donatısız olarak türleri tanımlanan dolgu duvar malzemelerinde meydana gelebilecek bozulma ve hasarlar, bu yapım sistemi türünde zamanla direncin ve taşıyıcılığın azalmasına, özellikle donatısız yığıma bina türünde fiziksel/mekanik etkilere gevrek kırılmalara yol açarken fiziksel ve kimyasal etkilere oluşan bozulmalar yapıya zarar vermekle birlikte daha da ileriki durumlarda çeşitli biyolojik kirlenmelerin (mantar, küf vb.) iç ortam kalitesinin azalmasına ve kullanıcılarda "hasta bina sendromu"na sebep olabildiği belirtilmektedir [5].

Onarım öncesi bu hasarların tespitinde, hasarın boyutunun ortaya konması ve yapılacak onarıma dair doğru bilgi akışını sağlamak bu süreçte oldukça önemlidir. Bozulma nedenlerini doğru bir şekilde ortaya koymak, koruma ve onarım için gerekli müdahaleleri tanımlamak için temel bir gerekliliktir. Son yıllarda bu tür hasar tespitlerinin yapımında modern yöntemler üzerinde çalışılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi de malzemeler üzerinde haritalama yaparak hasar tespiti yapmaktır [6, 7]. Bu noktada malzemede tahribat yaratmadan uygulanan görsel bozulma analizi ve haritalama, taş malzeme türlerinde meydana gelen bozulmaların belgelenmesinde yardımcı bir tekniktir [8]. Bununla birlikte bu tür çalışmaların kesin sonuçlarının ortaya koyulmasında laboratuvar analizleriyle desteklenmesi önemlidir.

Bu çalışmada Edirne Eski Harbiye Kışlası'nın taş yığıma ile oluşturulan kuzeybatı kanadında meydana gelen bozulmalar detaylı olarak incelenmiş olup diğer kollarındaki hasarlardan da kısmen bahsedilmiştir.

1.1 Yığıma yapılarda gözlemlenen hasar türleri

Yapı malzemeleri kullanılmaya başladığı süreç içerisinde çevre ve iklim koşulları, doğal afetler vb. etkiler nedeniyle çeşitli bozulmalara maruz kalırlar. Bozulma türünün, kayacın fiziksel ve kimyasal yapısı ile dış ve iç etkilerin özelliklerine bağlı olduğu bilinmektedir [9]. Benzer şekilde bozulmaya yol açan nedenler iç nedenler ve dış nedenler olarak iki ana başlık altında ele alınmıştır [10]. İç nedenler olarak yapının konumu, zemin özellikleri, bünyesinde taşın özellikleri ile işlenmesi, onarımı veya kullanımı sırasında meydana gelen hatalar olarak sınıflandırırken; dış nedenler olarak doğal afetler, atmosferik etkiler, hava kirliliği, yangınlar, savaşlar, turizm ve denetimsiz konaklama, bitkisel ve canlı organizmalar, trafik ve insanların neden olduğu hasarlar olarak sıralanmaktadır.

Malzemelerde meydana gelen bazı değişiklikler, malzemenin bütünselliğini etkilemeden estetik görünümünü bozarken, bazı durumlarda meydana gelen bu bozulmalar, malzemelerin sahip olduğu fiziksel ve strüktürel gücü zayıflatmaktadır. Bozulmaların meydana geldiği durumlara sebep olan etkenlerin tespiti ile sonrasında yapılacak onarım işlemleri için öncelikle orijinal malzemenin özellikleri ve sorunlarının belirlenmesi gereklidir [11]. Taş yığıma yapılarıdaki deformasyonları ortaya koyarken öncelikle bu fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerin yarattığı değişikliklerin tanımını yapmak önemlidir. Literatür araştırmasında yapılan sınıflandırmalarda en yaygın olarak hasarlar 3 ana başlık altında toplanmaktadır [9, 10, 12, 13, 14].

1.1.1 Fiziksel hasarlar

Malzemede meydana gelen fiziksel bozulmalar, genellikle atmosferik koşullara bağlı bir etki veya mekanik bir etkiyle oluşmaktadır. Bu etkiler kısaca taş malzeme üzerindeki ayrışmalar, taşın içerisindeki minerallerin kimyasal yapısı değişmeden yalnızca fiziksel yapısının bozulması (parçalanma, kırılma, ufalanma vb.) sonucu gerçekleşir [9]. Özellikle yapının bulunduğu bölgenin iklimine bağlı olarak gerçekleşen ani sıcaklık değişimleri, donma-çözülme-genleşme vb. etkiler taşın yapısında mekanik ayrışmaya sebep olmaktadır [15, 16]. Genel anlamda bozulmalar bu başlık altında 6 kategoride ele alınmıştır.

Parça kaybı: Malzemede parça kaybı, sıklıkla görülen bir durumdur. Parça kaybı genel olarak fiziksel bir güç ile malzemenin bir kısmının koparak eksilmesi sonucu malzeme bütünlüğünün bozulması olarak tanımlanabilir.

Çatlak-kırık-ayrılma hasarı: Deprem etkisi yapıların bütünlüğüne etki eden önemli etkilerden biridir. Özellikle Eski Harbiye Kışlası gibi donatısız yığıma taş duvar strüktürle oluşturulan yığıma yapıların deprem etkisiyle yanal ötelenme ve esneme payı bulunmadığından gevrek kırılmalara uğrayabilmektedirler. Buna bağlı olarak taşıyıcı duvarların yüzeylerinde meydana gelen ayrılmalar ile bu duvarların kırımlardan ayrılması durumu söz konusu olabilmektedir.

Tahrifat-aşınma hasarı: Çeşitli fiziksel ve kimyasal etkiler sonucunda malzemede meydana gelen ileri derece hasarların, yapının sanatsal, görsel ve tarihi değerini düşüren, yapısal bütünlüğü kısmen bozması sonucu oluşan ve geri dönüşü olmayan hasarlardır. Taş merdivenlerde meydana gelen basınç kaynaklı eğilmeler, taş duvarlarda meydana gelen aşırı fiziksel hasara uğramış parçalanmalar bu gruba örnek verilebilir.

1.1.2 Kimyasal hasarlar

Dış ortam koşullarına bağlı olarak meydana gelen çeşitli doğa olayları, havada bulunan bazı kimyasal kirleticiler ile yapının bulunduğu bölgenin iklimsel koşullarına bağlı döngüsel olarak gerçekleşen bazı atmosferik koşulları malzemede hasarlara sebep olabilmektedir [17, 18]. Kimyasal bozulmaya sebep olan en temel koşullar sıcaklık ve nemdir [9]. Bu hasarlar genel olarak 3 başlık altında ele alınmıştır.

Gözeneklilik-petekgözlülük: Malzemenin yüzeyinde bir dizi kimyasal ayrışma/çözünme sonucunda meydana gelen, şekil ve boyut olarak değişken olan görünür boşlukların yaygın olarak bulunması durumudur. Literatürde Alveolar ayrışma olarak da bilinir [19, 20].

Atmosferik hasarlar: Eserin inşa edildiği taş malzemenin yapısında bulunan çeşitli minerallerin hava koşulları sebebiyle ayrışmaya uğraması sonucunda taşta meydana gelen bozulmalardır. Atmosferik etkilerden özellikle nem ve suyun, malzemelerde bulunan kimyasalların çözülmesi ve daha fazla hasara sebep olduğu bilinmektedir [21, 22, 23, 24]. Malzemenin yüzeyindeki kararma (siyah tabakalaşma), tuzlanma, tozlaşma, mikrokarst oluşumu, korozyon, çiçeklenme vb. bozulmalar örnek gösterilebilir [10, 18]. **Kararma (siyah tabakalaşma)**, özellikle nemli iklimlerde bulunan taş eserlerin yağışa maruz kalması sonucu yüzeyinde meydana gelen renk değişimleridir. **Tuzlanma**, taşın içeriğinde bulunan tuzların su etkisiyle yüzeye çıkması sonucunda yüzeyde beyaz bir tabaka

oluşturmasıyla sonuçlanır. **Çiçeklenme** ise taş malzemenin yüzeyine zamanla birikmiş tuzların nem ve yağış etkisiyle yüzeyde oluşturduğu pamuğumsu beyaz tabakadır. **Tozlaşma** ise taşın kendi özelliğinden kaynaklı olarak yüzeyinde meydana gelen toz halinde birikmelerdir. **Mikrokarst**; alveolar veya gözeneklilik bozulmasından hem boyut hem de şekil olarak farklı meydana gelen, taşın yapısında bulunan CaCo₃ çözünmesine bağlı olarak taşta meydana gelen boşluklar-delikler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tür hasarlar, taşta meydana getirdiği deformasyonun formu ve büyüklüğü-ölçüsü ile de birbirlerinden ayrılır [18, 19, 25]. **Korozyon**, tarihi yapıda bulunan metal elemanların zamanla paslanması sonucunda yağışın da etkisiyle pasın taş malzemeye akması sonucunda turuncu-kahverengi arası bir renk oluşturmasıyla taşın görsel etkisinin bozulmasına sebep olmaktadır. Kimyasal bir reaksiyondur. Kimyasal reaksiyonlardan kaynaklı bozulmalar, bazen fiziksel hasarlara da sebep olabilmektedir. Bu sebeple bazı bozulmalar hem kimyasal hem de fiziksel bozulma olarak değerlendirilebilmektedir. **Derz boşalması**: Yığma yapı duvarlarının oluşturulmasında taşlar arası bağlayıcılığı sağlayan harçların zamanla işlevini yitirmesi sonucu taşların alt ve/veya üst ara kısımlarında boşluklar oluşmasıdır [10].

1.1.3 Biyolojik hasarlar

Yüzeysel birikim: Özellikle doğada meydana gelen çeşitli toz, kir, atıklar ile birlikte doğadaki hayvan pisliklerinin rüzgâr, su vb. etmenlerle taşınarak yapı yüzeyinde birikmesi sonucunda meydana gelen, özellikle malzemenin renk değişimi, tabaka oluşturma vb. sebeplerle görsel etkisini bozan etmenlerdir [26]. Bununla birlikte yine rüzgâr, yağış vb. etmenlerde taş yüzeyindeki boşluklara yerleşen bitki tohumları yüzeyde yeşil doku oluşumuna sebep olabilmektedir. Taş yüzeyinde meydana gelen biyolojik bozulmaların zamanla çatlak oluşumları ve yüzeyde malzeme kayıplarına neden olabildiği bilinmektedir.

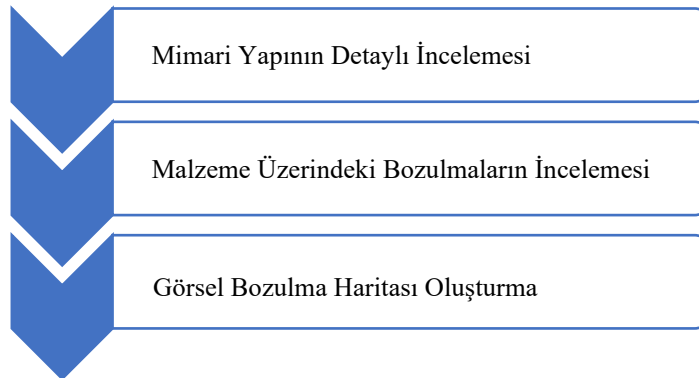
1.2 Materyal ve metod

Çalışmanın metodolojisi 3 aşamada ele alınmıştır (Şekil 1). Yapının plan özelliklerinden kaynaklı olarak meydana gelen hasarlar söz konusu olduğundan, öncelikli olarak planlama ve oluşum aşamalarından detaylı olarak bahsedilmiştir. Bununla birlikte taş malzemede meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmaların tanımlaması yapılarak bu tanımlara uyan ve yapıda gözlemlenen hasar türleri ortaya konmuştur. Bununla birlikte mekanik etkilerden kaynaklı olarak meydana gelen çatlak-ayrılma vb. hasarlar incelenerek gerekli müdahaleler için ön raporlama niteliğinde ele alınmıştır.

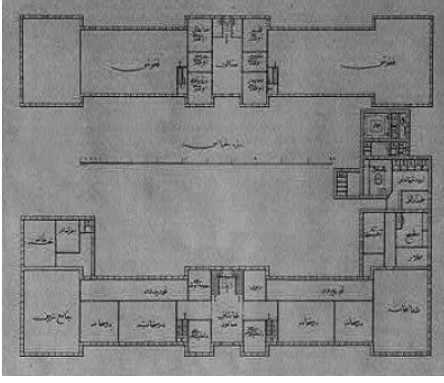
1.2.1 Mimari yapının detaylı incelemesi

Yapı Edirne kenti Merkez İlçe'de Umurbey Mahallesi'nde 693 Ada 5 numaralı parselde yer almaktadır. Geniş bir bahçe içinde yer alan yapı, kuzeydoğuda Harbiye Mektep Sokak, kuzeybatıda Harbiye Çeşme Sokak, güneybatıda Paşa Köylü Sokak ve güneydoğuda Mimar Sinan Caddesi ile çevrilidir. Kuzey-güney yönünde eğimli bir alan üzerinde inşa edilmiştir.

Harbiye Kışlası farklı tarihlerde inşa edilen kanatlarla günümüzde avlulu dörtgen bir form göstermektedir. Yapının kuzeybatı kanadı kitabesine göre 1871/72 yılında Sultan Abdülaziz Dönemi'nde Vali Hurşit Paşa tarafından Edirne Askeri Lisesi olarak inşa edilmiştir [27]. Kuzeybatı kanadının iki katlı olarak inşa edildiği, bu kanada bitişik kuzeydoğu ve güneybatıya uzanan tek katlı kısa kanatlar bulunduğu, ayrıca güneybatı kanadının devamında bir hamamın yer aldığı II. Abdülhamit koleksiyonundan elde edilen planda (Şekil 2) ve görünüşte (Şekil 3) okunmaktadır.



Şekil 1. Çalışmanın metodu



Şekil 2. Edirne Askeri Lisesinin zemin ve birinci kat planları [28]



Şekil 3. İlk evreye ait bir görsel (iki katlı kuzeybatı kanadı ve tek katlı kuzeydoğu kanadı) [29]



Şekil 4. Yapının 1930'lara ait fotoğrafı [38]

Yapı, 1878/79 Rus istilasında işgal yıllarında hastane olarak kullanılmış ve bu sırada bir kısmı yanmıştır. 1896/97 tarihinde ise güneydoğu kanat inşa edilmiştir [35]. 1922 yılında Edirne'nin kurtuluşu sonrasında bir süre boş kalmış, daha sonra Edirne Kız Öğretmen Okulu bu binaya yerleştirilmiştir. Yaklaşık 1930'larda M. Şevki tarafından çekildiği belirtilen fotoğraftan [30] (Şekil 4) yapının kuzeydoğu kanadının tamamlandığı, ilk kanat (kuzeybatı) ile ikinci paralel kanadın (güneydoğu) birleştirildiği görülmektedir. Bu tarihlerde güneybatı kanadın küçük bir bölümüne ikinci katın eklendiği ve hamamın hala varlığını devam ettirdiği okunmaktadır.

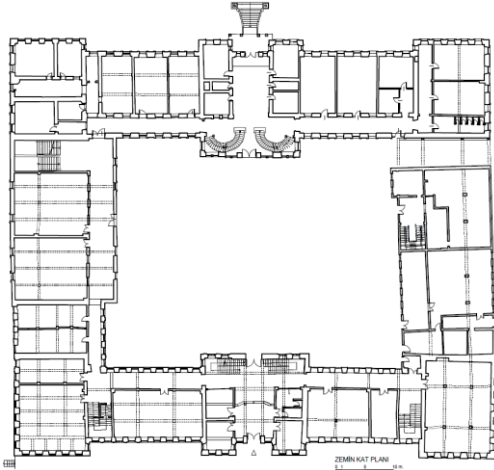
Bina 1932 yılında Gazi Yatılı İlkokulu'na devredilmiş, okulun kapanması üzerine Askerlik Şubesi olarak kullanılmıştır. Daha sonra bir süre boş kalan yapı 1949 yılında Edirne Jandarma Er Okulu'na tahsis edilmiştir. 1961 yılında okul binadan ayrılmış 1962 yılında tekrar askeri birlikler yerleşmiştir. 1965 yılında askerler tarafından binanın restorasyonu başlamış, 18 ayda tamamlanmıştır [31]. Bu restorasyon sırasında ve ya sonrasında dördüncü kanat olan güneybatı kanadının betonarme olarak eklenmiş olabileceği düşünülebilir. Bina, son olarak 2008 yılında Trakya Üniversitesine devredilmiş, bir süre Resim Bölümü'ne ev sahipliği yapmış 2011 yılından itibaren ise Mimarlık Fakültesi olarak kullanılmaktadır.

Yapının ilk inşa edilen kuzeybatı kanadı ve kuzeydoğu kanadı iki katlı, ikinci evrede inşa edilen güney doğu kanadı 3 katlı, güney batı kanadının ise bir bölümü iki bir bölümü üç katlıdır. Yapı günümüzde dıştan yaklaşık 83,50×72,85 metre ölçülerinde kareye yakın dikdörtgen planlı avlulu bir şemaya sahiptir (Şekil 5). Avlu ise yaklaşık 51,35×39,90 metre ölçülerindedir. Yapının özgün kanatları simetrik planlanmıştır. Günümüzdeki durumunda da simetriye yakın bir karakter göstermektedir. Yapının iki ana girişi bulunmaktadır. Bu girişler özgün kanatların ortalarında yer almaktadır (Şekil 6). Bununla birlikte güneybatı kanadın güney ucunda güneydoğu kanatla birleştiği noktada yaklaşık 5 metre genişliğinde 16 metre uzunluğunda bir dehlizden avluya ulaşarak da giriş sağlanmaktadır. Ayrıca zemin katta bağımsız çalışan güneybatı kanadından da kafeteryaya giriş sağlanmaktadır. Avludan ise güneybatı kanat hariç her kanadın orta aksından yapıya giriş sağlanırken güneybatı kanatta iki ayrı mekana (kafeterya ve maket atölyesi) giriş bulunmaktadır. Zemin katta yapıyı kuzeybatı, kuzeydoğu ve güneydoğu kanatlar boyunca kat eden bir koridor bulunurken güneybatı kanada geçiş bulunmamaktadır. Birinci katta ise koridor her yönden birbirine bağlanmaktadır. İki kat arasındaki düşey sirkülasyon beş noktadan sağlanmaktadır. Bunlardan ikisi özgün kanatların ortalarında bulunmakta olup merdivenler kuzeybatı kanatta iki kollu, güneydoğu kanatta ise döner merdiven şeklindedir. Diğer üç merdiven iki

kollu olup, ikisi kuzeydoğu kanadının uçlarında kuzeydoğu ve güneybatı kanatlarıyla birleşme noktasında bulunurken, sonuncusu ise kuzeydoğu kanat ile güneydoğu kanadın birleştiği noktada yer almaktadır.

Yapı genel hatlarıyla kareye yakın dikdörtgen planlı olsa da bazı bölümlerde dışa taşmalarla yapıya hareketlilik kazandırılmıştır. Özellikle ana giriş akslarının kuvvetlendirilmesini destekleyecek nitelikte kuzeybatı ve güneydoğu kanatlarda orta bölümde girişlerin her iki yanında (yaklaşık 6 metre uzunluğunda) dış cephede, yaklaşık 18 metre uzunluğunda da avlu cephesinde (yaklaşık 2-3 metre derinliğinde) dışa taşırılmıştır. Ayrıca yapının köşelerinde kuzeybatı ve güneydoğu cephenin uçlarında da (yaklaşık 18 metre uzunluğunda 2 metre derinliğinde) dışa taşmalar mevcuttur. Kuzeybatı ve güneydoğu kanatların avlu yönündeki dışa taşan bölümleri merdivenlere ayrılmıştır. Yapının kuzeybatı ve güneydoğu kanatlarındaki iki ana kapıdan girildiğinde hollere ulaşılmaktadır. Holler avlu yönünde koridorlara açılmaktadır. Tüm mekânlar bu hollere ve koridorlara açılmaktadır. Yapının zemin katında kuzeybatı kanatta ofisler, derslikler, güvenlik ve yemekhane; kuzeydoğu kanatta derslikler, ıslak hacim ve laboratuvar; güneydoğu kanatta ofisler, derslikler, laboratuvarlar ve ıslak hacim ve güneybatı kanatta derslik, laboratuvar ve kafeterya yer almaktadır. Yapının birinci katında ise kuzeybatı kanatta ofisler, derslikler, ıslak hacim ve amfi; kuzeydoğu kanatta derslikler ve ıslak hacim; güneydoğu kanatta ofisler, derslikler ve ıslak hacim ve güneybatı kanatta ofisler ve derslikler bulunmaktadır.

Yapıda taş, tuğla, mermer, dökme mozaik, karo mozaik malzemeler mevcutken, yeni müdahalelerde seramik, ahşap parke, PVC gibi malzemeler kullanılmıştır. Yapının kuzeybatı cephesi yatayda iki sıra tuğla bir sıra kesme taştan oluşan almaşık örgüye sahiptir (Şekil 7, 8). Ayrıca girişin solundaki bölümlerde kesme taşların yanında dikine bir tuğlanın da kullanıldığı görülmektedir. Kuzeybatı cephenin avlu cephesi, kuzeydoğu cephenin batı bölümü ve güneybatı cephenin batı bölümü de almaşık düzendedir. Güneydoğu cephede birinci kademe ile ikinci kademe yüzeylerinin kenarları kesme taş örgüye sahipken, cephenin diğer bölümleri sıvalıdır.



Şekil 5. Eski Harbiye Kışlası zemin kat planı



Şekil 6. Eski Harbiye Kışlası anıtsal giriş cephesi



Şekil 7. Taş yığıma bölüm, giriş cephesi



Şekil 8. Harbiye Çeşme Sokak görünümü

Güneydoğu kanadın orta bölümünde bulunan çift kollu merdivenlerde mermer diğer tüm merdivenlerde dökme mozaik kullanılmıştır. Karo mozaik güneydoğu kanadın giriş holünde ve birinci katta bu holün üstündeki holde kullanılmıştır. Ayrıca kuzeybatı kanatta mermer giriş holünün bağlandığı ve döner merdivenlerin bulunduğu koridorda da kullanılmıştır. Günümüzde seramik kaplı alanların da dökme mozaik kaplı olduğu bilinmektedir. Yapıda mermer kullanımı, kuzeybatı kanattaki ana giriş holünün zemininde ve duvarlarında kullanılmakla beraber, bu mekândaki sütunlarda da kullanılmıştır. Bu holün üzerinde birinci kattaki holün zemini de yine mermer malzemedir. Yapının özgün pencere doğramaları ahşap iken yapılan onarımlarda PVC olarak değiştirilmiştir. Ayrıca bazı mekânlarda zemin kaplamaları ahşap parke olarak yeniden kaplanmıştır.

1.2.2 Malzeme üzerindeki bozulmaların tespiti

Tarihi yapıların hasar tespitinde esere zarar vermeden gözleme dayalı tespit edilebilecek kusurlar görsel bozulma haritalaması ile tariflenebilirken, kesin bilgi gerektiren durumlarda laboratuvar testleri yapılabilmektedir. Bu çalışmadaki bozulmaların tespiti yerinde gözleme dayalı yapılmış olup, makale içerisinde fotoğraflar üzerinden lejantlama yoluyla cepheler üzerinde gösterilmiştir. Çalışmada malzeme üzerindeki bozulmalar, Bölüm 3'te detaylı olarak anlatılmış ve tablo halinde verilmiştir.

1.2.3 Görsel bozulma haritalarının oluşturulması

Yapıdaki bozulmalar, tespit edildikten sonra bir lejant oluşturulmuştur. Bu lejantta her bir bozulma türü için bir renk tanımlanmıştır. Yapının yerinde çekilen fotoğrafları üzerinde bozulmalar, türlerine göre verilen renkler doğrultusunda işaretlenmiştir. Bununla birlikte yapıda tespit edilen bozulma türleri de ayrıca tablo halinde verilmiştir.

1.3 Literatür araştırması

Malzeme bozulmalarının nedenleri ve tespitiyle ilgili birçok çalışma literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalardan taş malzeme özelindeki fiziksel ve kimyasal bozulmalarla ilgili olarak; Niğde'de bulunan Kapadokya Bölgesi'ndeki bazı yapılardaki taş bozulmalarının onarımı için tespit çalışması yapılmıştır [32]. Bir diğer çalışmada, Ankara Şehir Merkezi'ndeki anıtlarda meydana gelen doğal (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) ve insan kaynaklı hasarların onarımı öncesinde hasarların tespiti üzerine çalışılmıştır [33]. Bununla birlikte, doğa olayları ve insan kaynaklı hasarların gözlemlendiği Aksaray ilinde bulunan Çanlıkilise'de korozyon hasarı tespiti yapılmış [34], ayrıca tarihi yapılarda görülen hasar türlerini ele alınmıştır [35]. Başka bir çalışmada tarihi taş yapılar için uygulanacak onarım yöntemleri öncesinde yapılacak tespitlerin önemini vurgulamaktadır. Çalışma alanı olarak Hierapolis Kuzey Nekropolü özelinde tuz kaynaklı bozulmaları tespit etmek için analizler yapılmıştır [36].

Yığma yapı hasarlarında fiziksel/mechanik etkilerden kaynaklı olarak meydana gelen bozulmalarla ilgili olarak; yığma yapılarda taşıyıcı eleman olarak görev yapan duvarlarda özellikle deprem etkisiyle görülen hasarları ele alınmıştır [37]. Diğer çalışmalardan birinde yığma yapıların yönetmeliklere göre tasarımına değinilirken, gözlemlenen hasarların sebeplerini ortaya koyulmuştur [38]. Yığma yapı davranışı ile yığma yapıların deprem etkisi altındaki davranışları ve meydana gelen hasarlarla ilgili yayımlar da dikkat çekmektedir [39].

Gözleme dayalı hasar tespit çalışmaları literatürde sıkça yer almaktadır. Ancak günümüze kadar ulaşan ve malzeme yönünden herhangi bir restorasyona uğramayan önemli tarihi yığma yapılara az rastlanmaktadır. Bu yapılarda fiziksel-kimyasal-biyolojik ve mekanik hasarların neredeyse tümünü gözlemek mümkündür. Eski Harbiye Kışlası bu kapsamda oldukça zengin bir örnek olup, bu çalışmanın yapının olası bir onarım işlemi öncesindeki hasarların saptandığı bir rapor niteliğinde literatürde yer alması amaçlanmıştır.

2 ALAN ÇALIŞMASI: ESKİ HARBİYE KIŞLASI YAPI HASARLARI ANALİZİ

2.1 Eski Harbiye Kışlası hasarları ve bozulmalar

Eski Harbiye Kışlası taş yığma cephesinde atmosfer koşullarına bağlı bozulmalar ile iç mekanlarda fiziksel ve mekanik etkilere bağlı bozulmalar aşağıda yer alan 3 başlık altında ele alınmıştır.

2.1.1 Fiziksel bozulmalar

Çatlak-kırık/ayrılma hasarı ve parça kayıpları: Yapıda mekanik etkilerle meydana gelen en temel bozulmalardan bir tanesi çatlaklardır. Özellikle iç mekânda koridor ve sınıflarda gözlemlenebilen duvarlarda oluşan çatlaklar ile birlikte duvarların kırışlardan ayrılması durumu mevcuttur (Şekil 9 ve Şekil 10).

Bu durumun temel oturmasından kaynaklı olarak yapının terazisinin bozulması ile meydana gelen gerilme etkileri ile de oluşmuş olabileceği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte yapının L formunda oluşan bu çatlaklar, geometriden kaynaklı olarak farklı doğrultulardaki iki kol arasına deprem derzi bırakılmamış olması sebebiyle yatay etkilerle farklı yönlerde çalışması sonucunda meydana gelmiş olabileceği de değerlendirilmektedir. Bu sebeple bazı bölgelerde parça kopmaları da meydana gelmiştir. Bununla birlikte dış cephede taş malzemede görülen parça kayıpları da mevcuttur. Şekil 11’de giriş cephesi üzerindeki kemerin birleşim noktası üzerinde tabela asmak için yapılan tahribata bağlı olarak meydana gelen parça kayıpları görülmektedir. Şekil 12’de ise pencerelerin üzerindeki kemerlerin köşe birleşim noktalarında parça kayıpları mevcuttur.



Şekil 9. Duvar-kiriş birleşim bölgesinde çatlak



Şekil 10. Duvarın kirişten ayrılması



Şekil 11. Giriş cephesi üzerinde parça kayıpları



Şekil 12. Köşe kesme taşa görülen parça kaybı ve siyah tabakalaşma



Şekil 13. Köşe kesme taşa görülen bozulma



Şekil 14. Korozyon hasarı



Şekil 15. Kararma (Siyah tabakalaşma)

2.1.2 Kimyasal bozulmalar

Yapıda kullanılan farklı taş türlerinde farklı bozulmalar gözlemlenmiştir. Özellikle yapının köşe bölgelerinde kullanılan bazı kesme taşlarda mikrokarst hasarı meydana geldiği görülmektedir (Şekil 13 ve Şekil 14). Tüm köşe taşlarında görülmemekle birlikte nadiren kullanılan farklı taş tiplerindeki $CaCo_3$ çözümlerinden kaynaklı deformasyonlar mevcuttur.

Yapıda görülen bir başka atmosferik bozulma ise kararma (siyah tabakalaşma) olayıdır. Yağış ve nem etkisiyle taş yüzeylerinde özellikle dış duvarların bel altı kısımlarında kararmalar gözlemlenmektedir (Şekil 15). Aynı bozulma türü avluya bakan dış duvarlarda da gözlemlenmektedir.

Yapının giriş cephesi üzerindeki bazı beden duvarlarında yapılan müdahaleler sonucunda taşlar üzerinde korozyon hasarı gözlemlenmektedir.

2.1.3. Biyolojik bozulmalar

Yapıda kuzeybatı cephesinin beden duvarlarının zemin ve zemine yakın bölgelerinde en çok gözlemlenen hasar yeşillenme-bitki topluluklarıdır. Rüzgarla sürüklenmiş olan tohumların yeşillenmesi ile birlikte yağış alan bölgedeki nemlilik ve kuzey ve türevi cephe olmasından kaynaklı olarak yosunlanma durumu gözlemlenmektedir (Şekil 15). Bununla birlikte yağmur iniş borularının binaya temas ettiği yüzeylerde zaman zaman sızıntıların olmasından kaynaklı olarak boruların birleşim bölgelerinde de yeşillenmeler görülmektedir.

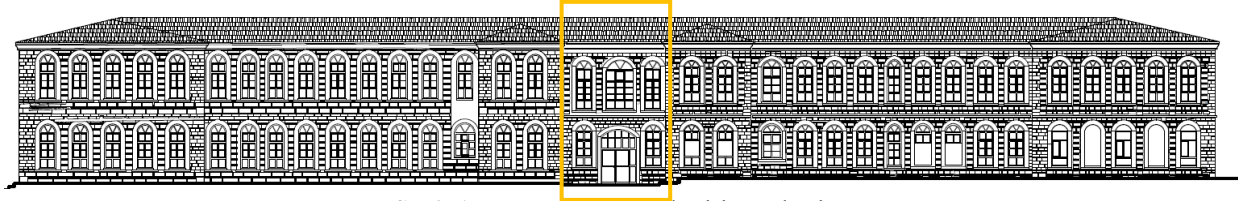
3 BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada Eski Harbiye Kışlası ele alınmış; yapının tarihçesine, mimari özelliklerine ve yapısal özelliklerine yer verilmiştir. Yapı uzun yıllar ayakta kaldığı süreç boyunca çeşitli hatalı uygulamalara maruz kalıp bazı kısımlarda özgünlüğünü yitirmiştir. Yapının sahip olduğu orijinal ahşap çerçeveler pvc pencereler ile değiştirilmiş, iç mekânda işleve ve kullanıma bağlı özel gereksinimler sebebiyle döşeme kaplamaları değiştirilmiş, çeşitli altyapı-tesisat sorunlarından kaynaklı olarak bazı kısımlar tahribata uğramıştır. Bununla birlikte çalışmada gözlemlenen hasarların büyük bir kısmının atmosferik kimyasal ve biyolojik hasarlar olduğu görülmektedir.

Yapının ilk olarak yığma taş teknik ile inşa edilen kuzeybatı kanadı üzerinde yapılan incelemeler doğrultusunda, mevcut bozulma ve hasarlar tespit edilmiştir. Avlulu yapının kolları, Bölüm 3.2’de bahsedildiği üzere yaklaşık 80m uzunluğunda olduğundan, tek parça halinde cephe analizi yapılamamış, bölümlere ayrılmıştır. Bu noktada hasarların en çok görüldüğü ve her türlü hasarın mevcut olduğu kısımlar üzerinde analiz yapılmıştır. Yapıda üzerinde çalışılan cephe kısımları Şekil 16 ve Şekil 17’de verilmiş, Şekil 18’de ise fotoğraflar üzerinde yapılan bozulma haritasına ait lejant aktarılmıştır.



Şekil 16. Kuzeybatı kanadı avlu cephesi



Şekil 17. Kuzeybatı kanadı giriş cephesi

	Soyulma
	Parça Kaybı
	Petekgözlülük
	Siyah Tabakalaşma
	Derz Boşalması
	Biyolojik bozulma
	Mikrokarst

Şekil 18. Bozulma haritası lejantı

Aşağıda verilen bozulma haritalarında, 3. Bölümde tespiti yapılan hasarlar, yapının kuzey batı kanadının giriş ve avlu cephesi üzerinde verilmiştir (Şekil 17-20).



Şekil 19. Kuzeybatı kanadı giriş cephesi bozulma haritası



Şekil 20-21-22. Kuzeybatı kanadı avlu cephesi bozulma haritaları

Şekil 19'da verilen bozulma haritasına göre; taş yığma olarak inşa edilen avlulu yapının kuzeybatı kolunun giriş cephesindeki en etkin bozulma türü siyah tabakalaşmadır. Yapıya müdahale olan tabela kısmı ile pencere altı kısımlarda parça kayıpları gözlemlenmektedir. Zemine yakın kısımlarda nemliliğe bağlı biyolojik bozulmalar mevcuttur. Özellikle giriş kapısının etrafını çevreleyen kemeri oluşturan taşlarda petekgözlülük gözlenmiştir.

Bununla birlikte bazı pencere altı bölgelerde derz boşalmaları görülmektedir. Yapıda nadir olarak mikrokarst oluşumuna da rastlanmıştır.

Şekil 20-21-22 avlu cephesine ait farklı bölümleri göstermektedir. Buna göre yapının avlu kısmında özellikle köşe noktalarda hasarların yoğunluk gösterdiği görülmektedir. Bu bölgeler hem biyolojik kirliliklerin biriktiği hem de yapının formundan kaynaklı olarak içe girintili kısımlar olduğundan üzerine gölge düşmekte, günün çoğunluğunu güneş almadan geçirmektedir. Bununla birlikte avluda yapının yakınında bulunan ağaçlar da yapının gölgede kalmasına sebep olmaktadır. Bu durum yapıda çoğunlukla siyah tabakalaşma, yapının zeminle bitiştiği noktalarda yeşillenme hasarını meydana getirmektedir. Bunun yanı sıra özellikle pencere sövelerinde soyulmalar görülmektedir.

4 SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında Edirne'nin önemli tarihi yapılarından birisi olan Eski Harbiye Kışlası'nın fiziksel, kimyasal ve biyolojik hasarlarının tespiti yapılmıştır. Yapıların onarımı öncesi hasar tespitlerinin mümkün olduğunca tahribatsız yöntemlerle yapılması, mevcut yapının sağlıklı kalması bakımından önemlidir. Bu noktada, çalışmada gözleme dayalı hasarların türleri ve buldukları bölgeler, yapının fotoğrafları veya mimari çizimleri üzerinde işaretlenerek tanımlanmıştır. Yapıdaki bozulmalar ayrıca Tablo 1'de bütüncül olarak verilmiştir.

Tablo 1'de görüldüğü üzere, avlulu Eski Harbiye Kışlası yapısının taş yığma bölümünde meydana gelen hasarlar ağırlıklı olarak fiziksel ve kimyasal hasarlardır. Yapının inşa edildiği yıllardan buyana geçirdiği doğa olayları ve atmosferik koşullar sonrasında işlevlendirilebilme ve aktif kullanıma devam etmesi için birkaç kez onarım geçirmesi gerekmiştir. Ancak bu onarımlarda yapılan müdahalelerin mümkün olduğunca yapıya zarar vermeden yapılması, zorunlu olarak gerekmedikçe yapının özgünlüğüne zarar verecek müdahalelerden kaçınılması gerekmektedir. Yapının kullanımını ve kullanıcısını tehlikeye sokacak en öncelikli onarılması gereken hasarlar iç mekânlardaki çatlaklar ve ayrılmalarıdır. Bununla birlikte özellikle yapıdaki taşıyıcı duvarların görevini olumsuz etkileyecek derecede bir taş bozulması olmadığı, yalnızca görsel etkiyi olumsuz etkileyen ve yapının bakımsız görünmesine sebep olan bozulmaların olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu bozulmalara müdahale edilmediği takdirde, biyolojik ve kimyasal hasarların artarak devam etmesi fiziksel hasarlara da sebep olabileceğinden yapının bütüncüllüğünü bozacağı düşünülmektedir.

Tablo 1. Yapıda tespit edilen bozulmalar

Yapıda Tespit Edilen Bozulmalar			
Yön ve Cephe	Bozulma Türü	Bozulma Adı	Bozulmanın Nedeni
Kuzey Batı, Avlu (Dış Cephe)	Kimyasal Hasar	Siyah Tabakalaşma	Köşeli form ve gölge (Avlulu form-girinti çıkıntı)
	Biyolojik Hasar	Yeşillenme	
	Fiziksel Hasar	Sövelerde Soyulma	
Kuzey Batı, Giriş (Dış Cephe)	Kimyasal Hasar	Siyah Tabakalaşma	Köşeli form ve gölge (Avlulu form-girinti çıkıntı)
	Kimyasal Hasar	Petek Gözlülük	Kimyasal Etkiler
	Kimyasal Hasar	Derz Boşalmaları	Atmosferik Etkiler (Donma-Çözünme)
	Fiziksel Hasar	Parça Kayıpları	Yanlış Müdahaleler
	Kimyasal Hasar	Mikro karst	Kimyasal-Biyolojik Etkiler
İç Cephe	Fiziksel Hasar	Çatlaklar	Mekanik Etkiler, Atmosferik Etkiler

Yazar Katkıları

Şule YILMAZ ERTEN: Kavramlaştırma, Metodoloji, Veri analizi, Araştırma, Materyaller / Kaynaklar, Yazım - Özgün Taslak, Yazım - Değerlendirme & Düzenleme

Arif MISIRLI: Kavramlaştırma, Metodoloji, Veri analizi, Araştırma, Materyaller / Kaynaklar, Yazım - Özgün Taslak, Yazım - Değerlendirme & Düzenleme

Yazarlar makalenin son halini okuyup onaylamışlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynakça

- [1] B. Sabbioni, and M. Cassar, *The Atlas Of Climate Change Impact On European Cultural Heritage Scientific Analysis And Management Strategies*. London: Anthem Press, 2012.
- [2] C. A. Price, *Stone Conservation an Overview of Current Research*. Newyork: Getty Conservation Institute, 1996.
- [3] B. J. Smith, J. A. Baptista-Neto, M. A. M. Silva, J. J. McAlister, P. A. Warke, and J. M. Curran, “The decay of coastal forts in southeast Brazil and its implications for the conservation of colonial built heritage,” *Environmental Earth Sciences*, vol. 46(3), pp. 493–503, August. 2004.
- [4] Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, “Türk Bina Deprem Yönetmeliği (TDBY),” 2018. [Online]. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>. [Son Erişim Tarihi: 18.02.2023].
- [5] EPA, “Indoor Air Facts No.4 Sick Building Syndrome,” 1991. [Online] https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-08/documents/sick_building_factsheet.pdf. [Son Erişim Tarihi: 15.03.2023].
- [6] J. D. Rodrigues, “Defining, mapping and assessing deterioration patterns in stone conservation projects,” *Journal of Cultural Heritage*, vol. 16(3), pp. 267-275, May-June. 2015.
- [7] H. Gür ve N. Arıoğlu, “Tarihi kârgir yapıların cephelerindeki hasar ve bozulmaların tespiti ve ifadelenirilmesi için bir model önerisi ve modelin Galata-Pera bölgesindeki 19. yüzyıl yapılarında sınanması,” *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, cilt. 1(20), ss. 42-52, Ağustos. 2017.
- [8] B. Fitzner and H. Kurt, “Damage diagnosis at stone monumentsweathering forms, damage categories and damage indices,” *ACTA-Universitatis Carolinae Geologica*, vol.1, pp.12-59, Jan. 2001.
- [9] M. Dal, M. Yalçın ve A. D. Öcal, “Gazimağusa Kaleiçindeki tarihi taş yapılarda görülen bozunmalar,” *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, cilt. 31(2), ss. 355-363. Aralık. 2016.
- [10] U. Hasbay ve S. Hattap, “Doğal taşlardaki bozunma (ayırışma) türleri ve nedenleri,” *Munzur Üniversitesi Bilim ve Gençlik Dergisi*. cilt 5(1), ss. 23-45. 2017.
- [11] A. Güleç, “Nuruosmaniye Camii’ne ait malzemelerin nitelik ve problemlerinin analizi,” *Vakıf Restorasyon Yıllığı*, sayı:5, ss. 59-75, 2012.
- [12] B. Fitzner, K. Heinrichs, and R. Kownatzi, “Weathering forms-classification and mapping of weathering forms,” *7th Int. Cong. On Deterioration and Conservation of Stone*, 1992, pp. 957-968.
- [13] V. Vergés-Belmin, “Pseudomorphism of gypsum after calcite: a new textural feature accounting for the marble sulphation mechanism,” *Atmospheric Environment.*, vol. 28(2), pp. 295-304, 1994.
- [14] K. N. Dhami, M. S. Reddy, and A. Mukherjee, “Application of clacifying bacteria for remediation of stones and cultural heritages,” *Frontiers in Microbiology*, vol. 5, pp. 1-12, June. 2014.
- [15] E. Gökaltun, “Eskişehir tarihi Kurşunlu Camii'nin duvarlarında yüzey suyunun etkisi,” *Trakya Univ J Sci*, cilt. 11(2), ss. 70-80, Ağustos. 2010.
- [16] F. Şenol, “Biyo-Remediasyon: tarihi yapılarda kullanılan karbonatlı taşlarda görülen siyah kabuk tabakasının temizliğinde alternatif bir yöntem olarak biyo-temizlik ve biyosağlamlaştırma,” *IBAD Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, cilt: 2(1), ss. 1-15, 2017.
- [17] R. N. Butlin, *Effects of air pollutants on buildings and materials*. Cambridge University Press. 2011. [Online]. <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-royal-society-of-edinburgh-section-b-biological-sciences/article/abs/effects-of-air-pollutants-on-buildings-and-materials/8F75F984DF1A00FBFA7A7B6E63760671>, [Son Erişim Tarihi: 10.03.2023].
- [18] A. D. Öcal ve M. Dal, *Doğal Taşlardaki Bozunmalar*. İstanbul: Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi, 2012.
- [19] G. Pappalardo, S. Mineo, D. Calio, A. Bognandi, “Evaluation of natural stone weathering in heritage building by infrared thermography”, *Heritage*, 5(3), 2594-2614, 2022. <https://doi.org/10.3390/heritage5030135> 2022
- [20] H. Siedel, “Alveolar weathering of cretaceous building sandstones on Monuments in Saxony, Germany,” *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ*, vol. 333, pp. 11-23, 2010.

- [21] F. G. Bell, "Durability of carbonate rock as building stone with comments on its preservation," *Environmental geology*, vol. 21(4), pp. 187-200, August. 1993.
- [22] D. Benavente, M. G. del Cura, and S. Ordonez, "Salt influence on evaporation from porous building rocks," *Construction and building materials*, vol. 17(2), pp. 113-122, March. 2003.
- [23] P. Theoulakis, and A. Moropoulou, "Microstructural and mechanical parameters determining the susceptibility of porous building stones to salt decay," *Construction and Building Materials*, vol. 11(1), pp. 65-71, Feb. 1997.
- [24] E. M. Winkler, *Stone in architecture: properties, durability*. Berlin: SpringerVerlag, 1997.
- [25] M. Dal, "The deterioration problems observed in the natural building blocks of Saint George Church in Diyarbakır Province," *Online Journal of Art and Design*, vol. 9(1), pp. 254-262, Jan. 2021.
- [26] F. Marano, F. Di Rita, M. R. Palombo, N. T. W. Ellwood, and L. Bruno, "A first report of biodeterioration caused by cyanobacterial biofilms of exposed fossil bones: A case study of the middle Pleistocene site of La 152 Polledrara di Cecanibbio", *International Biodeterioration & Biodegradation* 106, ss. 67-74, 2016.
- [27] R. Osman, *Edirne Rehnüması (Edirne Şehir Klavuzu). 3. Baskı*. Osmanlı Alfabetesinden Günümüz Diline Aktaran Ratip Kazancıgil. İstanbul: Edirne Valiliği Kültür Yayınları, 2013.
- [28] Library of Congress, "First and second floor plan, imperial high school, Edirne," 1880-1893. [Online]. <https://www.loc.gov/resource/cph.3b28240/> [Son Erişim Tarihi: 15.03.2023].
- [29] Library of Congress, "Front, imperial high school, Edirne," 1880-1893. [Online]. <https://www.loc.gov/resource/cph.3b28241/> [Son Erişim Tarihi: 15.03.2023].
- [30] E. Özendes, *Osmanlı'nın İkinci Başkenti Edirne Geçmişten Fotoğraflar. 2. Baskı*. İstanbul: YEM Yayın, 2005.
- [31] S. Ünkan, *Edirne ve Çevresinde Osmanlı Dönemi Askeri Mimari*, İstanbul: Edirne Valiliği Kültür Yayınları, 2013.
- [32] M. Korkaç, 2013. "Deterioration of different stones used in historical buildings within Niğde province, Cappadocia," *Construction and Building Materials*, vol. 48, pp. 789-803, Nov. 2013.
- [33] M. Tokmak, and M. Dal, "Classification of physical, chemical and biological deteriorations observed in Ankara Stone Monuments," *Int. J. Pure Appl. Sci.* Vol. 6(1), pp. 8-16, June. 2020.
- [34] Ö. Bozdoğan, A. Yaman, and H. M. Yılmaz, "An analysis on the corrosion of a cultural heritage," *International Journal of Engineering and Geosciences*, vol. 7(2), pp. 112-127, July. 2022.
- [35] M. S. Döndüren, Ö. Şişik ve A. Demiröz, "Tarihi yapılarda görülen hasar türleri," *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, sayı: 13, ss. 45-58, 2017.
- [36] H. O. Erdem ve E. Caner, "Koruma onarım çalışmaları öncesi bozulmaların teşhisine bir örnek: Hierapolis Kuzey Nekropolü 175 nolu anıtsal mezar," *ART-SANAT*, sayı. 8, ss. 73-89, Temmuz. 2017.
- [37] İ. F. Çırak, "Yığma yapılarda oluşan hasarlar, nedenleri ve öneriler," *SDU International Journal of Technologic Sciences*. vol. 3(2), pp. 55-60. Feb. 2011.
- [38] M. M. Önal ve A. Koçak, "Yığma Yapı Hasarları ve Onarım ve Güçlendirme Yöntemlerinin Ayrıntıları," *Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi*, 2005, cilt.1, ss. 93-108.
- [39] G. Arun, (2005). "Yığma Kagir Yapı Davranışı," *YDGA2005-Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı*. 17 Şubat 2005, ODTÜ, Ankara.