

TOPKAPI SARAYI DARPHÂNE-İ ÂMİRE'NİN 2 VE 4 NUMARALI BİNALARINDAKİ TAŞIYICI SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YAPISAL MÜDAHALE KARARLARI

Mehmet Selim Ökten*

Gönderilme Tarihi: 20.10.2023 - Kabul Tarihi: 21.12.2023

Özet

Osmanlı Devleti'nin darp faaliyetleri kapsamında, 16. yüzyıldan beri Topkapı Sarayı içinde de bir darphâne olduğu bilinmektedir. 18. yüzyıl başındaki Simkeşhâne yangınının ardından, darphâne tamamen saray içindeki Darphâne-i Âmire binalarına taşınmıştır. Darphâne 1967 senesinde Balmumcu'daki binasına taşınana kadar İstanbul'daki tüm darp faaliyetleri saray içerisindeki darphâne'de devam etmiştir.

Bu makalede, böylesine tarihi değere ve uzun dönemli kullanıma sahip olan Darphâne kompleksinin 2021-2023 dönemi restorasyonları kapsamında 2 (dökümhâne) ve 4 (sıra odalar) numaralı binalarında Millî Saraylar Bilim Kurulu kararları doğrultusunda hazırlanan statik projeler ve güçlendirme uygulamalarının anlatılması amaçlanmaktadır. Çalışmada Darphâne-i Âmire kompleksi ve işleyişi ile 2 ve 4 numaralı binalar genel olarak anlatılmış, 2 ve 4 numaralı binaların restorasyonu kapsamında Bilim Kurulu kararları ile yapılan ve yapılacak olan taşıyıcı sistem güçlendirme uygulamaları hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Ayrıca proje müellifleri tarafından hazırlanan projelere ve rapor metinlerine de yer verilmiştir.

Binaların ilgili kılavuzlara göre belirlenen performans seviyelerini sağlamak amacıyla duvarın içindeki ayrılmış parçaları bağlayan enjeksiyon yöntemi, duvarın kesme dayanımını arttıran duvar yüzeylerine hidrolik kireç harcı ile tatbik edilen lifli polimer uygulamaları, birbirine dik duvarları irtibatlandıran paslanmaz helezonik çubuk dikişleri, duvarın düzlem dışı davranışını iyileştiren hatıl ve ara kat uygulamaları etkin olarak kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Darphâne-i Âmire, Taşıyıcı Sistem Performansı, Onarım, Güçlendirme, Lifli Polimer, Harç Enjeksiyonu, Sayısal Analiz, Kültürel Miras

THE EVALUATION OF THE STRUCTURAL SYSTEM AT THE BUILDINGS NUMBERED 2 AND 4 IN TOPKAPI PALACE'S IMPERIAL MINT AND DECISIONS ON STRUCTURAL INTERVENTION

Abstract

It is known that the minting activities of the Ottoman Empire also took place in the Topkapı Palace since the 16th century. After the fire broke out at Simkeşhâne at the beginning of the 18th century, these activities were completely conducted at the Darphâne-i Âmire (Imperial Mint) buildings in the palace. Until this above-mentioned mint moved to the building in Balmumcu in 1967, all minting activities in Istanbul continued at the mint in the palace.

This article aims to explain the structural projects and strengthening applications at buildings numbered 2 (foundry) and 4 (row rooms) in the Imperial Mint complex which has such historical value and long-term use. These works were planned in accordance with the decisions of the National Palaces Scientific Board for the restorations underwent at the complex between the years 2021-2023. In our study, the Imperial Mint complex and its functioning, as well as buildings numbered 2 and 4, are described in general, and within the scope of the restorations that have been and will be carried out upon the decisions of the Scientific Board, detailed information is given about the strengthening applications at the structural systems of the buildings numbered 2 and 4. Projects and report texts prepared by the project owners are also mentioned in the study.

In order to ensure the performance levels of buildings determined according to the relevant guidelines, the mortar injection method connects the decomposed parts inside the wall, textile reinforced mortar applied with hydraulic lime mortar to the wall surfaces that increase the shear strength of the wall, stainless helical bar seams connecting perpendicular walls to each other, lintels and rigid floors that improve the out-of-plane behavior of the walls were used effectively.

Keywords: Imperial Mint, Structural System Performance, Repair, Strengthening, Fiber Reinforced Polymers, Mortar Injection, Numerical Analysis, Cultural Heritage

* Doç. Dr., Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, selim.okten@msgsu.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-4689-767X

1. Giriş

16. yüzyıldan beri Topkapı Sarayı içinde Osmanlı Devleti'nin darp faaliyetlerini yürüttüğü bir darphâne olduğu bilinmektedir. Darphâne, 18. yüzyıl başındaki Simkeşhâne yangınının ardından Topkapı Sarayı içindeki Darphâne-i Âmire binalarına taşınmıştır. İstanbul'daki tüm darp faaliyetleri, 1967 senesinde Balmumcu'daki binasına taşınana kadar saray içerisindeki darphâne'de devam etmiştir.



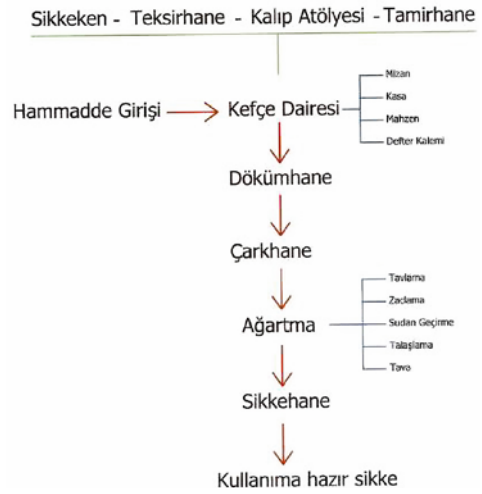
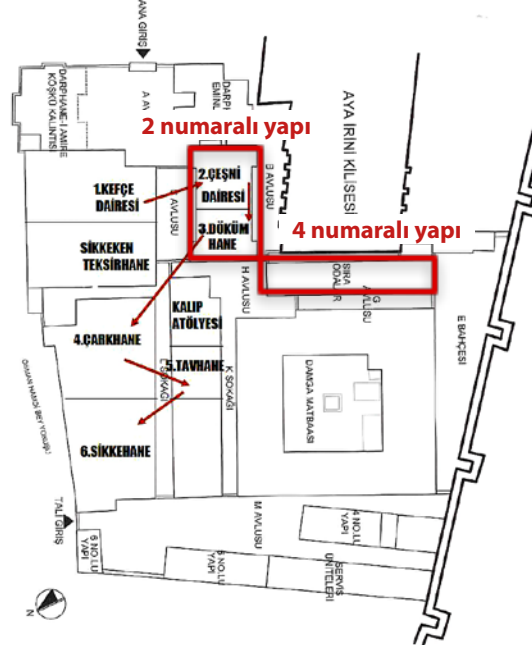
Şekil 1. Darphâne-i Âmire Kompleksi Vaziyet Planı, 2 ve 4 numaralı binalar (<https://earth.google.com>)

- Darphane-i Amire'nin güneydoğu yönündeki ana girişle ulaşılan ilk avluda Darphane Emniyeti, Dökümhane, Sikkeken-Teksirhane cepheleri ile günümüze ulaşamayan Darphane Köşkü'nün zemin kat duvarları bulunmaktadır.
- İkinci avlunun sağında Sikkeken, solunda ise Dökümhane binası bulunmaktadır.
- Avlu giriş kapısı karşısındaki yan yana yerleştirilen iki kapıdan sağdaki Çarkhane ile Kalıp Atölyesi'nin yer aldığı sokağa, soldaki ise Sıra Odaları, Damga Matbaası ve Kalıp Atölyesi tarafından çevrili avluya açılmaktadır.
- Darphane-i Amire'nin alt kotundaki avluda ise 4, 5 ve 6 no'lu binalar yer almaktadır.



Şekil 2. Darphâne-i Âmire Kompleksi Vaziyet Planı, Avluları ve Bina Numaraları¹

Topkapı Sarayı'nın 1. Avlusu'nda yer alan Darphâne-i Âmire; Sûr-ı Sultânî'nin içinde, Aya İrini Kilisesi, Osman Hamdi Bey Yokuşu ve Gülhane Parkı arasında bulunan ve tamamı günümüze ulaşmamış on yedi binadan oluşmaktadır. (Şekil 1, 2, 3)

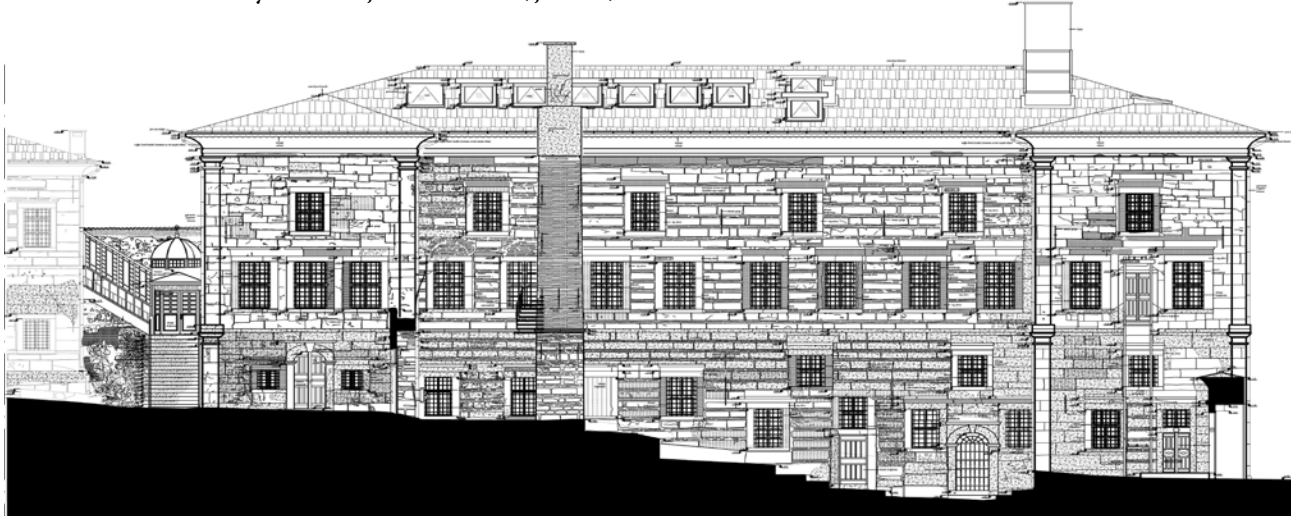
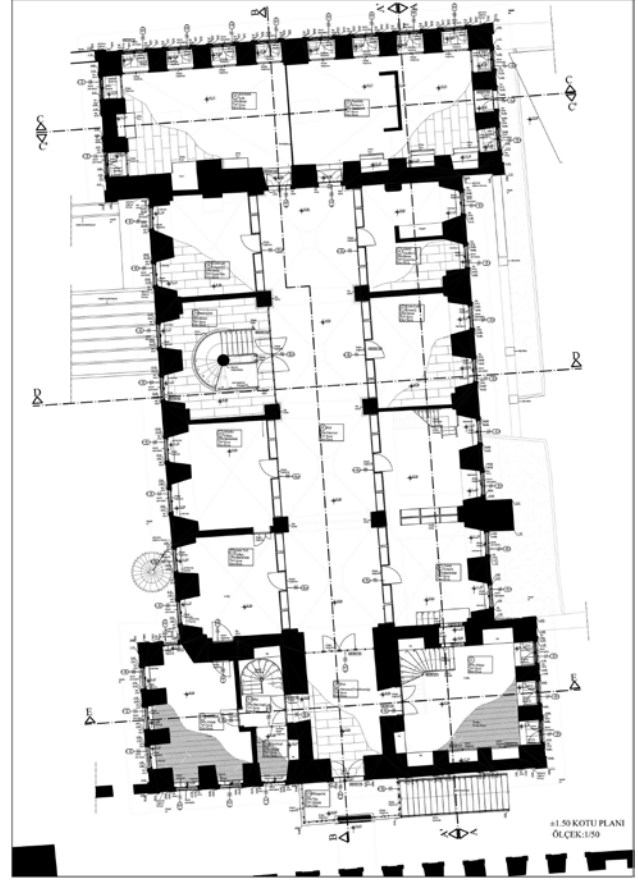


Şekil 3. Darphâne-i Âmire İşleyiş Şeması²

- 1 Didem Sunan, *Tarihsel Gelişim İçinde Darphâne-i Âmire Yapıları ve Damga Matbaası'nın Mimari Analizi ve Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İTÜ, 2007.
- 2 Sunan, *Tarihsel Gelişim İçinde Darphâne-i Âmire Yapıları*, 2007.

2. Darphâne-i Âmire 2 Numaralı Bina

Sultan II. Mahmud döneminde (1809-1839) inşa edilen bina,³ Darphâne'nin faal olduğu dönemde Dökümhâne ve Çeşni Dairesi'ni de barındırmıştır. Çeşni Dairesi, madenlerin ayar ve niteliklerinin kontrol edildiği bir kimyahâne olarak hizmet vermiştir. Dökümhâne ise içerisinde altın ve gümüş ergitme ocakları bulunan, bu ocaklarda 5 x 30 cm boyutlarında, "sebike" adı verilen külçelerin basıldığı yerdir.⁴ Darphâne 1967'de Balmumcu'ya taşındıktan sonra bina bir süre kâğıt deposu olarak kullanılmış, 1982-1983'te restore edilerek İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı Müdürlüğüne tahsis edilmiştir. 1982-1983 onarımı sırasında yapının yeni fonksiyonuna uygun olarak binada laboratuvarlar ve ofisler yer almış, çatı katına bir konferans salonu ve buraya ulaşmak için bir metal merdiven eklenmiştir. Bina, iki başta yer alan 7,71 x 20,19 m boyutlarındaki kanatlar arasında uzanan 22,81 x 15,80 m boyutundaki dikdörtgen planlı bir kütlede oluşmaktadır. Bodrum kat, zemin kat ve çatı katından oluşan bina, simetrik plan düzenine sahiptir. Kat yükseklikleri yaklaşık 8 metredir, bodrum kat ve zemin kat haçvari tonozlar ile örtülüdür. Kesme taş ve almaşık örgüye sahip cephelerde duvar kalınlıkları 1,5 metreye kadar çıkmaktadır. (Şekil 4)



Şekil 4. Darphâne-i Âmire 2 No'lu Bina Zemin Kat Planı ve Kuzeydoğu Görünüşü⁵

3 Gülsün Tanyeli, Topkapı Sarayı 1. Avlusundaki Darphâne Kompleksi, Tarihsel/Mimari Teknolojik Değerlendirme, Basılmamış Proje Raporu, İTÜ, 1996.

4 Emre Dölen, "Darphâne", *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, Cilt 3, İstanbul: Kültür Bakanlığı ve Tarih Vakfı, 1994, 551.

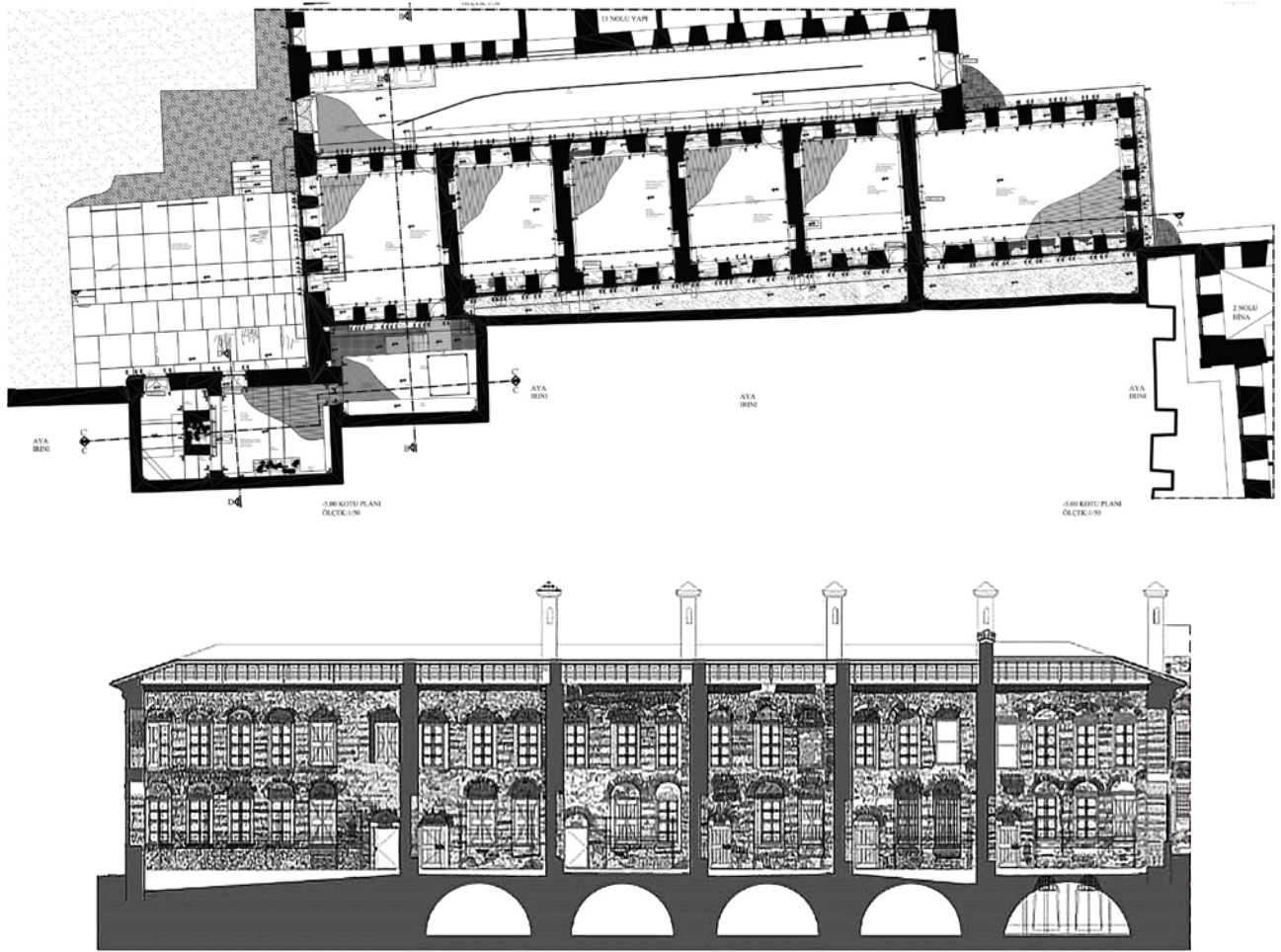
5 Büyükseçkin Mimarlık, İstanbul Eski Darphâne Binaları Rö-lövesi, Ocak 2011.

3. Darphâne-i Âmire 4 Numaralı Bina

Birbirine bitişik nizamda 6 adet odadan oluşan ve Sıra Odalar olarak adlandırılan 4 numaralı bina, Aya İrini Kilisesi ile Damga Matbaası arasında, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanmaktadır. II. Mahmud döneminde inşa edilen binanın⁶ Darphâne faaliyeteyken hangi amaçla kullanıldığına dair bir bilgiye ulaşılamamıştır. Binadaki izler incelendiğinde, konaklama alanı veya lojman işlevinde olabileceği düşünülmektedir.

52 x 10 m boyutlarındaki Sıra Odalar, yan yana sıralanmış, kare ve dikdörtgen planlı 6 oda ve bunlara küçük bir arka avlu ile eklemlenen, 19 x 6 m boyutlarındaki, 2 odalı tonozlu yapıdan oluşmaktadır.

Özgün hâliyle bodrum kat, zemin kat ve birinci kattan oluşan bina, günümüzde bodrum kat ve zemin kattan müteşekkildir. (Şekil 5) Bodrum kat beşik tonozlu, zemin kat ise çelik konstrüksiyonlu kırma çatılıdır. Moloz taş örgü ve nim sıvaya sahip cephelerde duvar kalınlıkları 1,35 metreye kadar çıkmaktadır.



Şekil 5. Darphâne-i Âmire 4 No'lu Bina Zemin Kat Planı ve Kesiti⁷

6 Tanyeli, Topkapı Sarayı 1. Avlusundaki Darphâne Kompleksi, Tarihsel/ Mimari Teknolojik Değerlendirme, Basılmamış Proje Raporu, İTÜ, 1996.

7 Büyükçekin Mimarlık, İstanbul Eski Darphâne Binaları Rö-lövesi, Ocak 2011.

4. 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyonu Kapsamında Taşıyıcı Sistem Güçlendirme Uygulamaları

“Darphâne-i Âmire 2 ve 4 No’lu Binaların Restorasyon Uygulama İşi” kapsamında yapılan taşıyıcı sistem mevcut durum analizine göre binalarda güçlendirme ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Bu ihtiyaca binaen Bilim Kurulu heyetinin ve danışman hocaların denetimi ve kararları doğrultusunda her iki bina için de taşıyıcı sistem güçlendirme projeleri hazırlanmıştır. Proje kapsamında, sözü edilen binalarda ilerleyen bölümlerde detayları verilen güçlendirme kararları alınmıştır. Gürsoy Grup Restorasyon Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından yürütülen çalışmaların sözleşme tarihi 20.12.2021, bitiş tarihi ise 29.01.2024’tür.

4.1 Gözlemler ve Çalışma Yöntemi

2 ve 4 numaralı binaların taşıyıcı sistem değerlendirme projesi hazırlık süreçlerinde öncelikli olarak yerinde gözlem ve analiz çalışmaları yapılmıştır. Yapılan gözlemlerin sonucunda, binalarda beden duvarı kalınlıklarının 150 cm’ye kadar çıktığı; cephelerde moloz taş, kesme taş ve almaşık örgü, ayaklarda kesme taş tuğla almaşık, beden duvarlarında ise yine moloz taş örgü olduğu, ayrıca cephelerde kapı ve pencere açıklıklarının fazla olduğu görülmüştür.

Taşıyıcı sistem çalışmaları kapsamında yapılan tüm değerlendirmeler, standartlar ve yönetmeliklerde (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, Tarihî Yapılar İçin Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu 2017, TS EN 1996-1-1 Kâgir Yapıların Tasarımı- Bölüm 1-1: Donatılı ve Donatısız Kâgir Yapılar için Genel Kurallar, Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik, TS EN 1991-1-3; Yapılara Olan Etkiler-Bölüm 1-3: Genel Etkiler-Kar Yükleri, Türk Standartları Enstitüsü, TS EN 1991-1-7; Yapılara Olan Etkiler-Bölüm 1-4: Genel Etkiler-Rüzgâr Etkileri, Türk Standartları Enstitüsü) geçen kurallar ve yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sırasında SAP2000 v21.1.1, Computers and Structures, Inc., ETABS v18.0.2, Computers and Structures, Inc., GstarCAD 2018, Gstarsoft Co., Ltd. yazılımları kullanılmıştır.

Binanın mevcut hâli ile düşey yükler ve yatay yükler altındaki davranışının tahminine yönelik olarak binanın sayısal modellemesi çıkarılmış, düşey yükler (kendi ağırlığı ve servis yükleri) altında ve eşdeğer deprem yükü altında gerilme ve deplasman okumaları yapılmış, eleman bazında gerekli tahkikler gerçekleştirilmiştir.⁸

4.2 Malzeme, Zemin Özellikleri ve Yükler

Taşıyıcı elemanlarının malzeme özellikleri, zemin özellikleri ve taşıyıcı sisteminin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken zatî yükler (sabit yükler, hareketli yükler, kar yükü, rüzgâr yükü ve deprem yükü) için kullanılan parametrelere ait tablolar bölüm 3.1’de bahsedilen yönetmelik ve standartlara uygun olarak tablolarda verilmiştir. (Tablo 1, 2, 3)

	f_{vko} (Mpa)	f_k (Mpa)	f_b (Mpa)	E (Mpa)	G (Mpa)	Birim Ağırlık (kN/m ³)
Yığma Taş	0,1	1	5	600	240	22

Tablo 1. Projede esas alınan duvar malzemenin mekanik özellikleri⁹

- 8 Murat Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.
- 9 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Murat Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

Zemin Parametreleri	
Zemin Sınıfı	ZC
Enlem	41,010547
Boylam	28,979563
En büyük yer ivmesi (PGA)	0,392 g
En büyük yer hızı (PGV)	24,188 cm/sn
Kısa periyod harita spektral ivme katsayısı (S_s)	0,957
1 sn periyod için harita spektral ivme katsayısı (S_1)	0,264
Kısa periyod tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS})	1,148
1 sn periyod için tasarım spektral ivme katsayısı (S_{D1})	0,396

Deprem Parametreleri DD2	
Dayanım fazlalığı katsayısı (D)	2
Bina önem katsayısı (I)	1
Zemin Sınıfı	ZC
Deprem azaltma katsayısı (R)	3
Kısa periyod harita spektral ivme katsayısı (S_s)	0,957
1 sn periyod için harita spektral ivme katsayısı (S_1)	0,264
Kısa periyod tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS})	1,1484
1 sn periyod için tasarım spektral ivme katsayısı (S_{D1})	0,396

Tablo 2. Kabul edilen zemin ve deprem parametreleri¹⁰

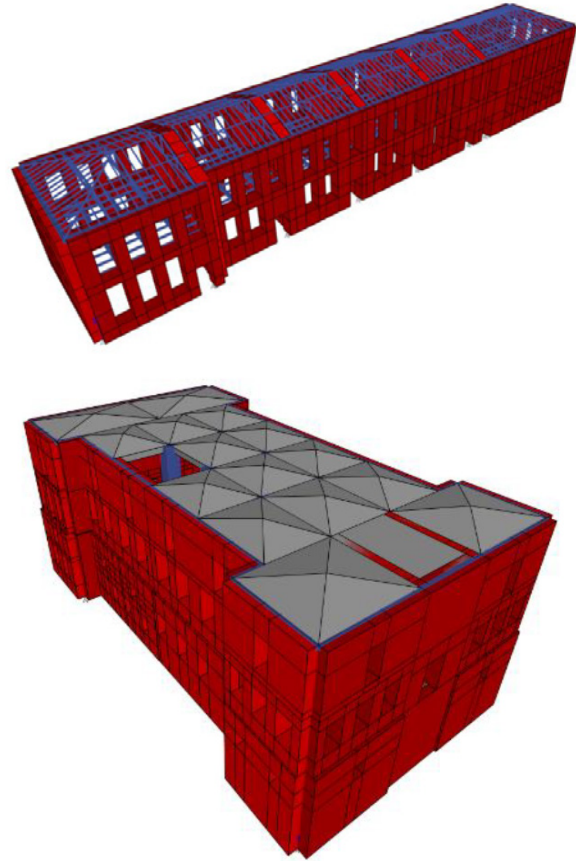
1,4G	G : Sabit Yükler
1,4G+1,6Q	Q : Hareketli Yükler
G+Q+(±E+S±W)	S : Kar Yükü
0,9G+(±E+S±W)	W : Rüzgâr Yükü
$E=±E_x, 0,3±E_y$ veya $E=±0,3E_x±E_y$	E : Deprem Etkisi

Tablo 3. Yük kombinasyonları¹¹

- 10 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.
- 11 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

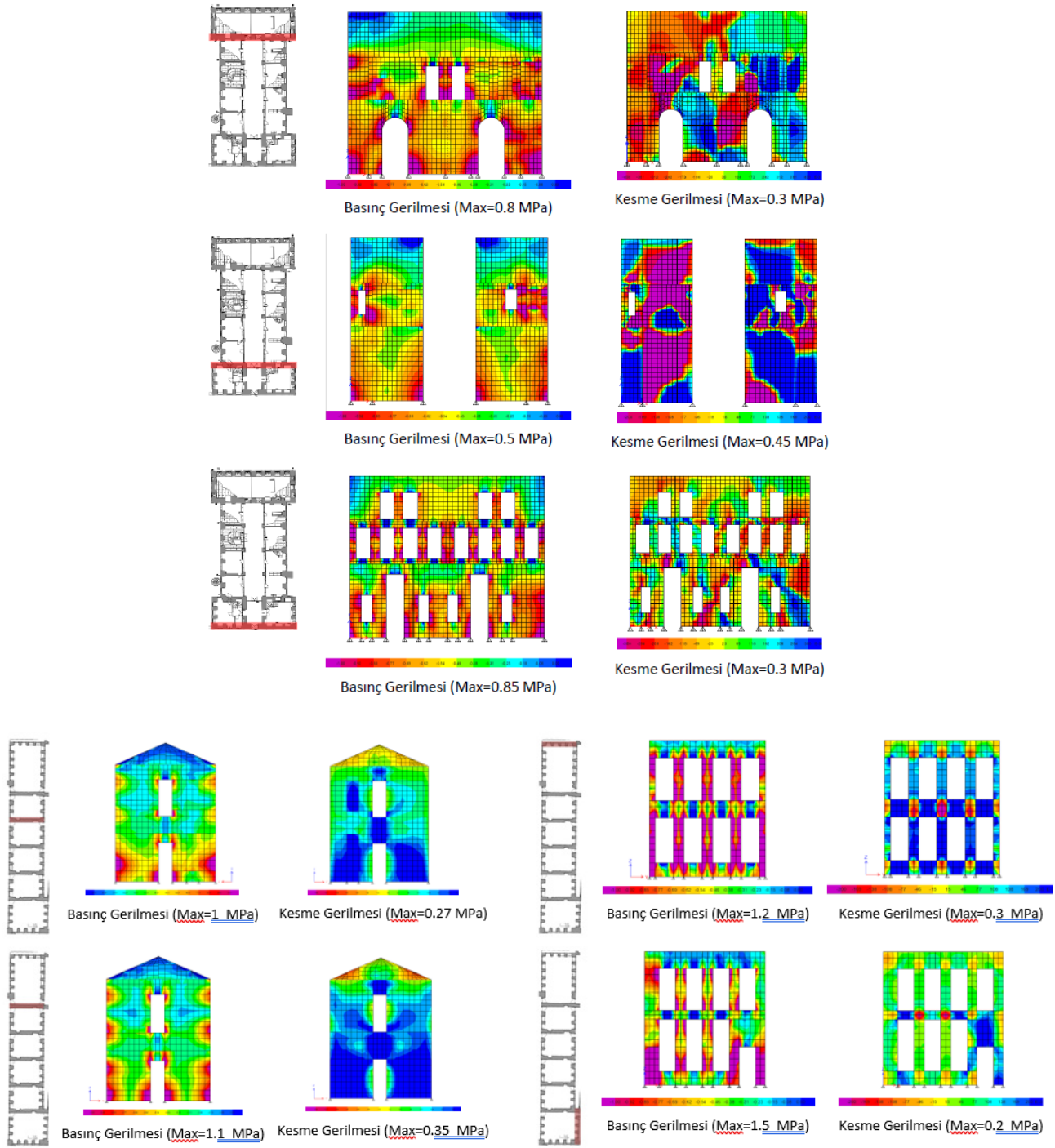
4.3 Sayısal Analizler, Bina Duvarlarında Oluşan Kesme ve Basınç Gerilmeleri

Binaların üç boyutlu modeli, ETABS 2018 yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Taşıyıcı sistemin duvarları kabuk (shell) eleman olarak ve çelik çatı sistemi çubuk (frame) eleman olarak oluşturulmuştur. Aşağıdaki görsellerde analiz öncesi model geometrisi görülmektedir. Kırmızı ile gösterilen elemanlar kabuk duvar elemanlarını, mavi ile gösterilenler çatı çelik profillerini, gri olarak görülen kabuk elemanlar ise tonozları temsil etmektedir.¹² (Şekil 6)



Şekil 6. Binaların üç boyutlu yapısal modeli (üstte 4 No'lu bina, altta 2 No'lu bina)¹³

- 12 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.
- 13 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.



Şekil 7. Binalarda bölgesel basınç ve kesme gerilmeleri (4 No'lu bina)¹⁴

Deprem yükleri altında yapılan analiz sonrası, binaların duvarlarında beklenen basınç ve kesme gerilmesi dağılımları aşağıdaki grafiklerde duvar bazında sunulmuştur. (Şekil 7) Sınır spektrumu malzeme gerilme kapasitesine göre belirlenmiştir. Görsellerdeki kırmızı ve mor renkler, sınır değerlerin aşıldığı kısımları ifade etmektedir.

14 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşİ Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşİ Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

4.4 Mevcut Bina Performansı

Binaların performans seviyesinin belirlenmesi amacıyla Tarihi Yapılarda Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu'nda önerildiği şekilde, DD2 depremi altında "göçmenin önlenmesi düzeyi" performans durumuna göre tahkikler yapılmıştır. (Tablo 4)

Kabul edilen performans düzeyine göre aşağıdaki tabloda (Tablo 5) sunulan kriterler kontrol edilmiş; binaların duvarlarında gerilme aşımının, taşıyıcı eleman kapasitesinin %50'sine kadar olan aşımarda oluşabilecek hasarlara izin verilmiş, bunun ötesine geçen kısımların göçme durumunda olduğu kabul edilmiştir. İç gerilmeler ile birlikte yapı tepe deplasmanının yüksekliğe oranının (öteleme oranı) %1'i aşmamasına dikkat edilmiştir.

TARİHİ YAPILARIN ÖNEMİNE GÖRE SEÇİLEBİLECEK PERFORMANS DÜZEYLERİ	Ulusal öneme sahip tarihi yapı Grup I		Evrensel öneme sahip tarihi yapı	
		DD-3 (50/%50, 72 yıl) Sınırlı hasar düzeyi (SH)	DD-2 (50/%10, 475 yıl) Sınırlı hasar düzeyi (SH)	DD-3 (50/%2, 2475 yıl) Sınırlı hasar düzeyi (SH)
Yerel öneme sahip tarihi yapı Grup II	DD-3 (50/%50, 72 yıl) Kontrollü hasar düzeyi (KH)	DD-2 (50/%10, 475 yıl) Kontrollü hasar düzeyi (KH)	DD-1 (50/%2, 2475 yıl) Kontrollü hasar düzeyi (KH)	
	DD-3 (50/%50, 72 yıl) Göçmenin önlenmesi düzeyi (GÖ)	DD-2 (50/%10, 475 yıl) Göçmenin önlenmesi düzeyi (GÖ)	DD-1 (50/%2, 2475 yıl) Göçmenin önlenmesi düzeyi (GÖ)	

Tablo 4. Tarihi yapılar için önerilen performans seviyeleri¹⁵

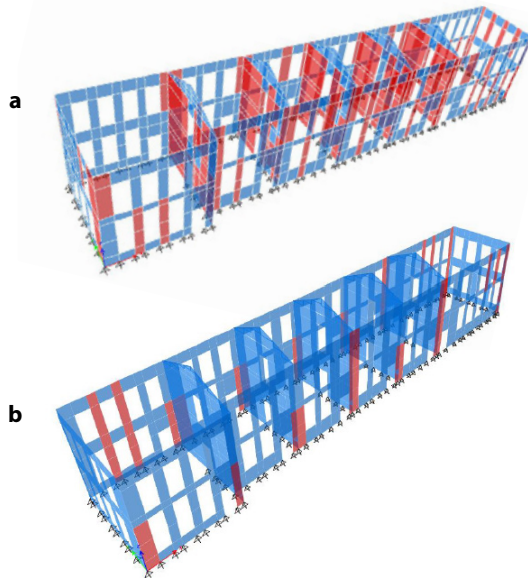
Performans düzeyi	Hesap yöntemi ve sınırlar
Sınırlı hasar sınır durumu (SH)	1. Doğrusal hesap yöntemi kullanılıyor; a) Düşey yük ve azaltılmamış öngörülen deprem etkisinde bulunan hesap dayanımları aşılmıyor. b) Azaltılmamış deprem etkisinde öteleme oranı 0,3% sınırını aşmıyor.
Kontrollü hasar sınır durumu (KH)	1. Doğrusal hesap yöntemi kullanılıyor; a) Düşey yük ve $R_a \leq 3$ ile azaltılmış öngörülen deprem etkisinde bulunan hesap dayanımları aşılmıyor. b) Azaltılmamış deprem etkisinde öteleme oranı 0,7% sınırını aşmıyor. 2. Doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılıyor; a) Öteleme oranı 0,7% sınırını aşmıyor. b) Malzemelerin şekil değiştirme kapasiteleri aşılmıyor.
Göçme öncesi sınır durumu (GÖ)	1. Doğrusal hesap yöntemi kullanılıyor; a) Düşey yük ve $R_a \leq 3$ ile azaltılmış öngörülen deprem etkisinde bulunan hesap dayanımları belirli bir oranda (~1,5 katı) aşılabılır. b) Azaltılmamış deprem etkisinde öteleme oranı 1% sınırını aşmıyor. 2. Doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılıyor; a) Öteleme oranı 1% sınırını aşmıyor. b) Malzemelerin şekil değiştirme kapasiteleri sınırlı oranda (~1,2 katı) aşılabılır.

Tablo 5. Tarihi yapılar için önerilen performans seviyelerine ait değerlendirme kriterleri¹⁶

15 Tarihi Yapılar İçin Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu, Vakıflar Genel Müdürlüğü, 2017.

16 Tarihi Yapılar İçin Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu, Vakıflar Genel Müdürlüğü, 2017.

4 No'lu binaya ait grafiklerde kırmızı ile işaretlenen kısımlar, performans hedefi kriterleri gereği, iç gerilme kapasitesinin %50'den fazla aşılıp geçme durumuna gelecek kısımları göstermektedir. (Şekil 8) Duvarlarda beklenen hasar seviyelerinin bütün duvarlara oranı ve gerilme aşımı oranları Tablo 6'da verilmiştir. 2 No'lu binada beklenen hasar durumu ve gerilme aşımına ilişkin özet bilgiler Şekil 9 ve Tablo 7'de gösterilmiştir.



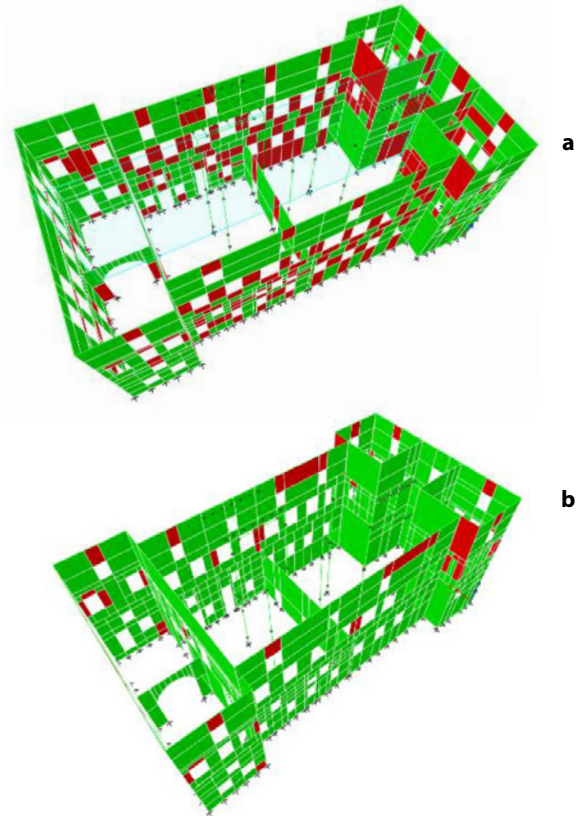
Şekil 8. a- Kesme kapasitesi aşan duvarların sayısal model üzerinde gösterimi – 4 No'lu bina (kırmızı renkli duvarlar)
b- Düzlem dışı eğilme etkisinde kapasitesi aşan duvarların gösterimi – 4 No'lu bina (kırmızı renkli duvarlar)¹⁷

Total Göçen Duvar Oranı (Mevcut)	%46
Basınçtan Göçen Duvar Oranı	%0
Kesmeden Göçen Duvar Oranı %	%42
Ortalama Kesme Aşım Oranı	%199
Maksimum Kesme Aşım Oranı %	%361
Eğilmeden Göçen Duvar Oranı %	%6
Ortalama Eğilme Aşım Oranı %	%296
Maksimum Eğilme Aşım Oranı %	%730

Tablo 6. 4 No'lu binanın mevcut hasar dağılımı özeti¹⁸

17 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

18 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.



Şekil 9. a- Kesme kapasitesi aşan duvarların sayısal model üzerinde gösterimi – 2 No'lu bina (kırmızı renkli duvarlar)
b- Düzlem dışı eğilme etkisinde kapasitesi aşan duvarların gösterimi – 2 No'lu bina (kırmızı renkli duvarlar)¹⁹

Total Göçen Duvar Oranı	%33
Basınç Kapasitesi Yetersiz Olan Duvar Oranı %	%0
Kesme Kapasitesi Aşan Özgün Duvar Oranı %	%28
Ortalama Kesme Kuvveti Etki/Kapasite Oranı %	%128
Eğilme Kapasitesi Aşan Duvar Oranı %	%4
Ortalama Eğilme Momenti Etki/Kapasite Oranı %	%236

Tablo 7. 2 No'lu binanın mevcut hasar dağılımı özeti²⁰

19 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

20 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

4.5 Müdahale Önerileri ve Uygulamalar

2 ve 4 numaralı binalarda kâgir duvarların güçlendirilmesi kapsamında; duvarlarda görülen baca boşluğu, niş gibi kısımların doldurulması önerilmiştir.²¹

4 numaralı binada, kısa doğrultudaki duvarlarda, üst katta mahaller arası geçişi sağlayacak olan nişler mimari proje kararına uygun olarak açılmış; diğer niş boşlukları ise taşıyıcı sistemde zafiyet oluşturduğu için mevcut duvar örgüsüne dikiş yapılarak örülmüştür. Yapılan günümüz müdahalesi, eklenen örgünün duvar yüzeyinden bir miktar taşırılması ile ifade edilmiştir. (Şekil 10)

- 21 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.
- 22 PETA Aerial Analysis, İstanbul Eski Darphâne Binaları Mevcut Uygulama Fotoğrafları, 2023.



Şekil 10. 4 No'lu binada güçlendirme öncesi ve sonrası niş açıklıklarının görünümü²²

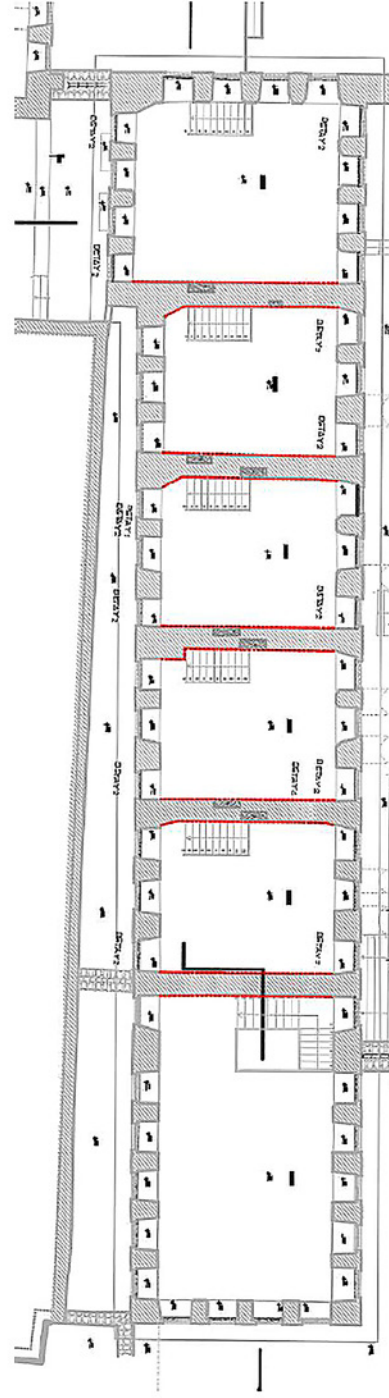
Her iki binada da duvarların bütününde güçlendirme amaçlı derz yoklama ve kontrollü enjeksiyon yapılması önerilmiştir.²³ Restorasyon kapsamında çürütme, tımlama ve niş örümlerinin tamamlanmasının ardından yüzeylerde derz yoklaması yapılmış; daha sonra yüzeyler enjeksiyona hazırlanmıştır. Enjeksiyon hazırlığı kapsamında derzlere uygun çapta ve duvar kalınlığının en az yarısı boyutunda enjeksiyon delikleri açılmış ve açılan deliklerin içi temizlenmiştir. Delikler açılırken yaklaşık 50 cm aralıklarla eşkenar üçgen şeklinde açılmasına dikkat edilmiş ve deliklere enjeksiyon hortumları yerleştirilmiştir. Hortumların sabitlenmesi için hortum etrafı restorasyona uygun nitelikteki tamir harcı ile doldurulmuştur. Bu harcın mukavemetini almasının ardından delikler nemlendirilerek enjeksiyon uygulamasına başlanmıştır. Enjeksiyon uygulamasından önce duvar boyutlarına göre yaklaşık olarak kullanılması gereken enjeksiyon miktarları belirlenmiş ve enjeksiyon basımında takibi yapılmıştır. Enjeksiyon uygulamasında makine uygun basınca (maksimum 2 bar) ayarlanmış ve en alttaki hortumdan uygulamaya başlanmış, başka bir hortumdan malzeme çıkana kadar uygulamaya devam edilmiştir. Basımı tamamlanan hortumların ağzı bağlanarak uygulama duvar yüzeyleri boyunca yapılmıştır. (Şekil 11) Malzemenin ilk 7 günlük mukavemetini alması sonrası hortumlar kesilerek uygulama tamamlanmıştır. Nitekim, normal kürlenme durumunda enjeksiyon harçları 7 günde yaklaşık 5, 28 günde ise 10 MPa dayanıma kadar çıkabilmektedir.



Şekil 11. Enjeksiyon uygulama süreçleri (delik açılması, hortum yerleştirilmesi, enjeksiyon basılması)

²³ Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

Binaların duvarlarında DD2 depremi altında beklenen kesme gerilmesi seviyesi, mevcut duvar kapasitesinin 2 katına ulaşmaktadır. Kesme kapasitesinin artırılması ve olası deprem hasarlarının minimize edilmesi amacıyla 4 numaralı binanın kısa doğrultudaki duvarlarının iki tarafında hidrolük kireç esaslı sıva içerisinde tekstil donatı ile güçlendirme, 2 numaralı binada ise iç mekândaki tüm duvarlara çift kat tekstil donatı ile güçlendirme önerilmiştir.²⁴ (Şekil 12)



Şekil 12. 2 ve 4 No'lu binalarda tekstil donatılı sıva güçlendirmesinin plan üzerinde gösterimi²⁵

24 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

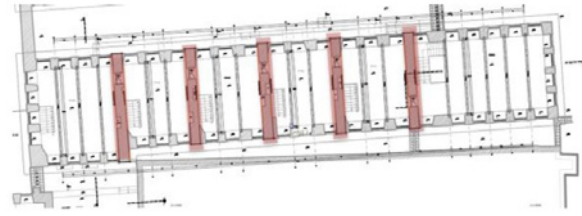
25 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022; Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

Tekstil donatılı güçlendirme uygulaması kapsamında bina içerisinde duvar yüzeylerinde çürütme, tümlenme, enjeksiyon uygulamalarının yapılmasının ardından 4 numaralı binada tek kat, 2 numaralı yapıda çift kat bazalt tekstil donatılı güçlendirme uygulaması yapılmıştır. Uygulama aşamaları; yüzeye hidrolik kireç esaslı güçlendirme sıvasının uygulanması, yüzeye bazalt tekstil donatının en az 10 cm bindirme yapacak şekilde yerleştirilmesi, donatının metrekarede 4 adet bazalt L ankraj ile sabitlenmesi ve son kat sıvanın uygulanması şeklindedir. Toplam kalınlık her iki binada da statik rapora uygun olarak 3 cm yapılmıştır. (Şekil 13)



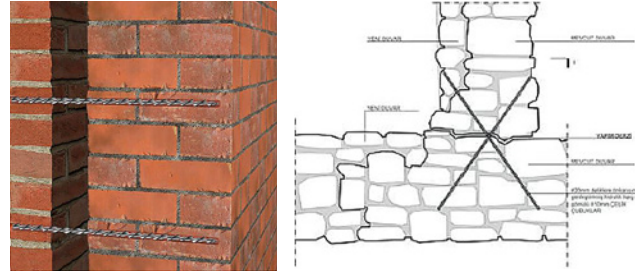
Şekil 13. Tekstil donatılı sıva güçlendirme uygulaması

4 numaralı binada kısa yöndeki duvarların cephe duvarlarına birleşim yapmadığı tespit edilmiştir. Söz konusu duvarların yapısal katkısından faydalanmak ancak cephe duvarları ile tam bir birleşim sağlandığı durumda mümkündür. Bu sebeple döşeme kotu hizasından itibaren duvar içerisinden serbest olarak geçen gergiler yapılarak cephede profil veya flanş ile bağlantı yapılması önerilmiştir. (Şekil 14)²⁶



Şekil 14. Gergilerin plan üzerinde gösterimi²⁷

Kısa yöndeki duvarların cephe duvarları ile bağlantılarının sağlanabilmesi amacıyla kısa duvarların cephe ile bağlandığı kısımda, aşağıdaki planda gösterildiği şekilde, düşey doğrultuda 50 cm'de bir sıklıkta helezonik ankraj uygulanması önerilmektedir. (Şekil 15)²⁸



Şekil 15. Helezonik ankraj detayı²⁹

26 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşleri Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

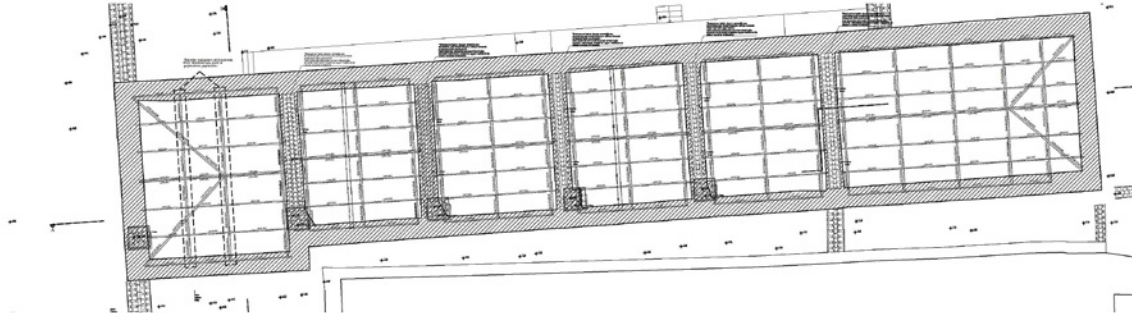
27 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşleri Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

28 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşleri Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

29 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşleri Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

Mevcut çelik çatı sistemi, üst başlık kirişleri üzerine kutu profil kaynatılarak ve aşık kirişleri sıklaştırılarak veya değiştirilerek yerinde korunabilecek durumdadır. Çatı sisteminin oturduğu ve bina sacak kotunda bağlayıcı görev gören betonarme hatlı sisteminin yerinde tutulması yapısal olarak tercih edilmekte, cephe duvarlarının düzlem dışı hareketini sınırlayıcı etki göstermektedir.³⁰

Çatı güçlendirme kapsamında iyi durumda olmayan ahşap çatının sökümü yapılmış, geçici çatı kurulmuş ve güçlendirme imalatlarına başlanmıştır. Analizlere göre iyi durumda olan çelik konstrüksiyonun kumlama yöntemi ile temizliği yapılmış, yüzeylere zinga antipas uygulanmıştır. Mevcut 1 profiller üzerine kutu profil kaynatılarak makas üst başlıklarını güçlendirme ve projeye uygun UPN 160 aşıklar ile takviye yapma işleri devam etmektedir. Birleşimler projeye uygun biçimde, kaynaklı olarak yapılmaktadır. (Şekil 16, 17)



Şekil 16. 4 No'lu binada çelik çatı güçlendirme projesi, planı³¹



Şekil 17. Çelik çatı güçlendirme uygulaması³²

30 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

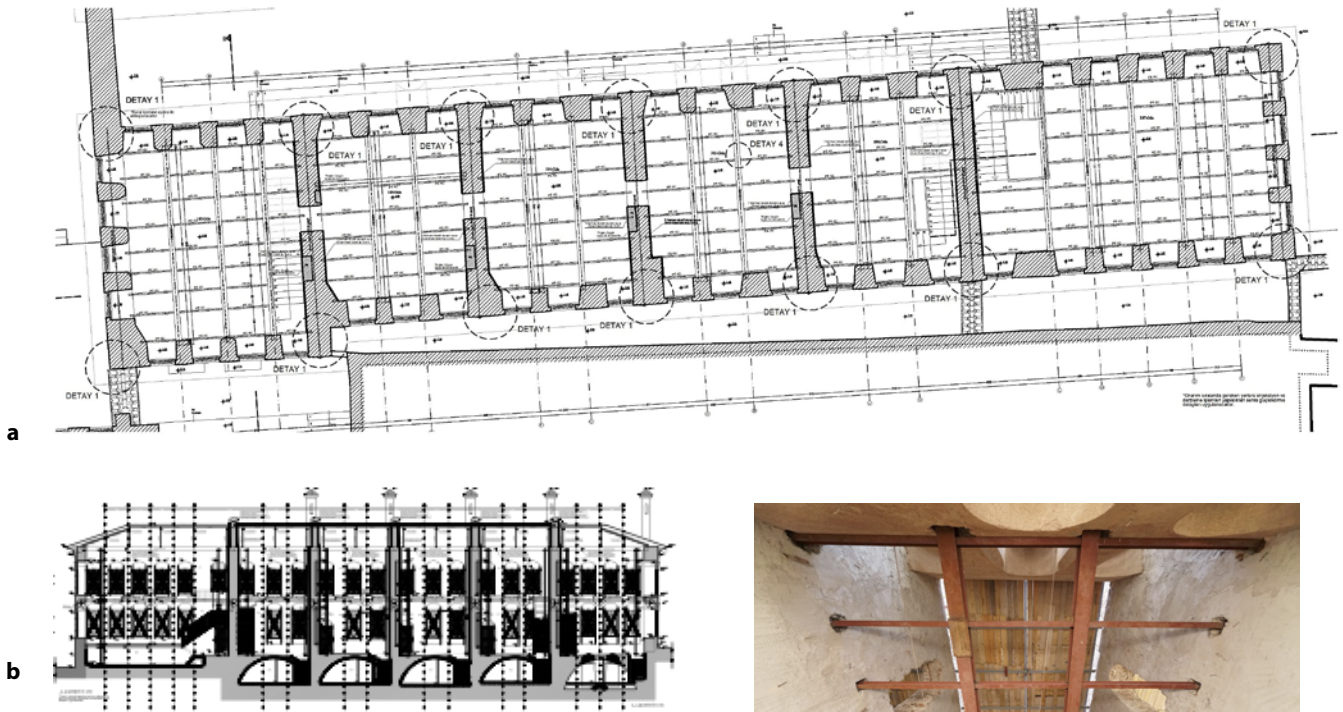
31 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

32 PETA Aerial Analysis, İstanbul Eski Darphâne Binaları Mevcut Uygulama Fotoğrafları, 2023.

4 numaralı binada çelik ara kat döşemesi yapılması ile duvar serbest yüksekliğinin azaltılması ve cephe duvarlarının düzlem dışı etkilerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Binanın özgün tasarımında ara kat döşemesinin olması da önerilen müdahale için referans oluşturmuştur.³³ Döşeme sistemi duvar serbest boyunu yarıya indiren, duvarları birbirine bağlayan, düzlem dışı etkileri azaltan işlevlere sahiptir. Bu sebeplerle binanın mevcut performansının geliştirilmesi amacı ile ara kat çelik projesi hazırlanmıştır. Projeye göre kısa doğrultuda IPN 240 profiller kâgir duvarlar içerisine 20 cm yerleşecek şekilde sabitlenecektir. IPN 240 profillere dik doğrultuda IPN 160 profiller kaynatılarak döşeme sistemi oluşturulacaktır. (Şekil 18)

Çelik ara kat uygulaması için öncelikli olarak kâgir duvarlarda profillere uygun boyutlarda itinalı olarak çürütmeler yapılmıştır. Mahallere uygun boyutlarda hazırlanan IPN 240 profiller bu açıklıklara yerleştirilmiştir. Aynı şekilde dik doğrultudaki çürütmelerin yapılmasının ardından IPN 160 profiller projeye uygun sayıda kaynatılarak (kaynak boyu projesine uygun şekilde) ve duvar içerisine yerleştirilerek sabitlenmiştir. (Şekil 19) Çürütülen duvar boşlukları içerisine grout harcı doldurularak profillerin sabitlenmesi sağlanmıştır. Sözü edilen uygulama, binada bulunan 6 mahalde de yapılacaktır.

2 numaralı binada dönem müdahalesi olarak eklenen betonarme elemanların kontrollü şekilde sökülmesi ve duvar örgülerinin tamamlanması önerilmektedir.³⁶



Şekil 18. a-b Ara kat çelik projesi, plan ve kesiti³⁴



Şekil 19. Ara kat çelik uygulaması³⁵

33 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

34 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.

35 PETA Aerial Analysis, İstanbul Eski Darphâne Binaları Mevcut Uygulama Fotoğrafları, 2023.

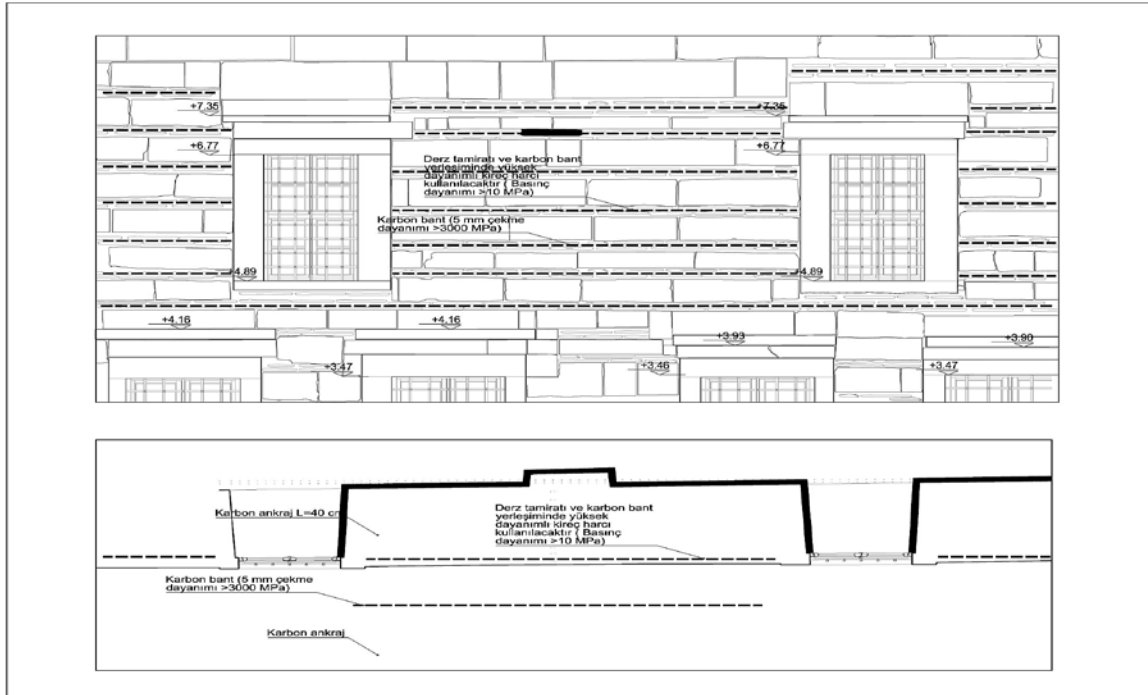
36 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

Binada dönem eki olarak eklenmiş betonarme hacimler özgün elemanlara zarar verilmekten uzaklaştırılmış, duvar yüzeylerindeki betonarme hatıllar itinalı olarak alınarak özgün örgüsü dikiş yapılarak örülmüştür. (Şekil 20) Tümlemeleri tamamlanan yerlerde enjeksiyon ve çift kat bazalt tekstil uygulamasına devam edilmektedir.³⁷

2 numaralı binanın dış cephe duvarların düzlem dışı eğilme kapasitesinin iç tarafta verilen müdahale ile istenen seviyeye ulaştırılamamış olması sebebiyle, tuğla hatıl sıralarında, derz arasında karbon halatla takviye uygulaması önerilmiştir. (Şekil 21)³⁹



Şekil 20. Betonarme bölümlerin alımı, öncesi-sonrası³⁸



Şekil 21. Derz içi karbon halat uygulama detayı⁴⁰

37 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşİ Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

38 PETA Aerial Analysis, İstanbul Eski Darphâne Binaları Mevcut Uygulama Fotoğrafları, 2023.

39 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşİ Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

40 Alaboz, Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşİ Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.

5. Sonuç

Darphâne-i Âmire 2 ve 4 numaralı binalar yerinde gözlenmiş, yapısal duruma ilişkin tespitler yapılmış, rölöve ve tespitlere bağlı olarak sayısal model kurularak güncel deprem talebi altında iç kesit gerilmeleri ve deplasmanlar, Tarihî Yapılarda Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu ve ilgili şartname literatürüne göre değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre belirtilen müdahale kararları alınmış, Millî Saraylar Bilim Kurulunca onaylanmış ve sözü edilen binalarda uygulamalara başlanmıştır.

Uygulamalar kapsamında 4 numaralı binada; kısa yöndeki duvarlarda görülen baca boşluğu ve niş gibi kısımlar doldurulmuş, duvarların tümünde güçlendirme amaçlı derz yoklama ve kontrollü enjeksiyon uygulaması yapılmıştır. Kısa doğrultudaki duvarlarda kireç harcı içerisinde tekstil donatı ile çift taraflı güçlendirme yapılmıştır. Cephe duvarları ile bu duvarlara dik doğrultudaki (kısa doğrultudaki) duvarların yükseklikleri boyunca helisel çelik ankrajlar ile birbirine bağlanması ve duvarların birlikte çalışması hedeflenmiştir. Mevcut durumdaki gergi kotunun altından duvar içerisinden geçecek yeni gergilerin yapılması, taşıyıcı sistem performansının artırılması için gereklidir. Binanın özgün tasarımındaki ara kat döşemesi, duvar serbest yüksekliğinin azalmasını ve cephe duvarlarının düzlem dışı etkilerinin iyileştirilmesini sağlamaktadır. Bu amaç ile çelik ara kat döşemesinin yapımına başlanmıştır. Mevcut çelik çatının yapısal sistem ve malzeme bozulması gibi durumları değerlendirildiğinde genel olarak iyi durumda olduğu görülmüş, kesit tespitleri yapılarak kesit arttırma amaçlı profil takviyeleri yapılmıştır.

2 numaralı binada; duvarların tümünde güçlendirme amaçlı derz yoklaması yapılmıştır. Kontrollü enjeksiyon uygulamasına devam edilmektedir. Enjeksiyon uygulaması tamamlanan yerlerde bazalt tekstil donatılı güçlendirme uygulaması çift kat olarak yapılmaktadır. Dış cephe duvarlarında düzlem dışı eğilme kapasitesinin iç tarafta verilen müdahale ile istenen seviyeye ulaştırılamamış olması sebebiyle, tuğla hatıl sıralarında, derz arasında karbon halatla takviye önerilmiş ve numuneler hazırlanmıştır.

Son yıllarda karot teknolojisi/gergi uygulamalarının gelişmesi, lifli polimer ve paslanmaz çelik malzemelerin üretimi, durabil enjeksiyon malzemelerinin temin edilebilmesi tarihî yapıların güçlendirilmesinde taşıyıcı sistem performansının istenilen düzeyde sağlanabilmesinin önünü açmaktadır. Her iki binada da güçlendirme çalışmaları proje kararlarına uygun olarak kontrollü şekilde devam etmektedir. Tarih boyunca çeşitli sebeplerle zarar görmüş bu binaların 2021-2023 restorasyonu ile güçlendirilerek kültür mirası olarak geleceğe güvenli bir şekilde aktarılması yapılan çalışmaların en önemli hedefidir.

Kaynakça

- Alaboz, Murat. Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 4 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2022.
- Alaboz, Murat. Topkapı Sarayı Darphâne-i Âmire 2 ve 4 Numaralı Binaların Restorasyon Uygulama İşi Kapsamında 2 Numaralı Yapı Yapısal Değerlendirme ve Hesap Raporu, İstanbul 2023.
- Büyükseçkin Mimarlık. İstanbul Eski Darphâne Binaları Rölöve Projesi, Ocak 2011.
- Dölen, Emre. "Darphâne", *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*. Cilt 3, İstanbul: Kültür Bakanlığı ve Tarih Vakfı, 1994, 551.
- PETA Aerial Analysis. İstanbul Eski Darphâne Binaları Mevcut Uygulama Fotoğrafları, 2023.
- Selânikî Mustafa Efendi. *Tarih-i Selânikî II*. 2. Baskı, Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 1999.
- Sunan, Didem. *Tarihsel Gelişim İçinde Darphâne-i Âmire Yapıları ve Damga Matbaası'nın Mimari Analizi ve Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İTÜ, 2007.
- Tanyeli, Gülsün. Topkapı Sarayı 1. Avlusundaki Darphâne Kompleksi, Tarihsel/Mimari Teknolojik Değerlendirme, Basılmamış Proje Raporu, İTÜ, 1996.
- Tarihî Yapılar İçin Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu, Vakıflar Genel Müdürlüğü, 2017.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018.