

# Tarihi yığma yapıların malzeme özelliklerinin belirlenmesi ve uygulama önerileri

**Bariş SAYIN\***<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Istanbul Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34322, İstanbul*

Makale Gönderme Tarihi: 03.02.2016

Makale Kabul Tarihi: 30.05.2016

## Öz

*Tarihi yığma yapıların iyileştirme sürecinde uygun malzemelerin seçimi, yapıyı oluşturan özgün malzemelerin bilimsel analiz sonuçları referans alınarak gerçekleştirilmeli ve bu durum, anılan yapıların kültürel değerinin yanı sıra özgün kimliğinin korunması açısından zorunluluk kapsamında değerlendirilmelidir. Söz konusu husus gözetilerek gerçekleştirilen bu araştırma; 1800'lü yıllarda hastane binası olarak inşa edilerek zaman içerisinde farklı işlevsel özelliklerle hizmet veren ve günümüzde üniversite eğitim binası olarak kullanılan tarihi yığma bir yapının iyileştirme sürecini içermektedir. Bu çalışma kapsamında, ilk aşama olarak yapının farklı noktalarından temsili numuneler alınarak malzeme karakteristikleri belirlenmiştir. Malzeme örneklerinin içerik analizleri; kalsinasyon, asitle muamele, asitle reaksiyona girmeyen agregaların analizi, agrega boyut dağılımlarını gösteren elek analizi, suda çözünen tuz analizleri, petrografi gibi kimyasal ve mineralojik analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. İkinci aşamada, analiz verileri değerlendirilerek yapı üzerinde gerçekleştirilecek koruma ve onarım önerileri sunulmuştur. Bu çalışmada; yapıyla ilgili müdahale kararları ve koruma önlemlerinde ölçülebilir veriler esas alınarak yapısal anlamda geri dönüşümü olmayan hatalı uygulama olasılığını ortadan kaldırmak ve yapının özgün yapısının muhafaza edilmesi amaçlanmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Tarihi yapı; iyileştirme; onarım; kimyasal test; mineralojik analiz

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Bariş SAYIN. barsayin@istanbul.edu.tr; Tel: (212) 473 70 70 (17937)

## Giriş

Tarihi kimliğe sahip olan yapılarda, çevre şartları ve kullanıcı kaynaklı nedenlerle zaman içerisinde kısmen veya belirgin düzeyde dayanım ve dayanıklılık azalması sebebiyle gerçekleştirilen iyileştirme uygulamaları sürecinde, yapısal elemanların malzeme özelliklerini belirlemek, önemli bir adım olarak kabul edilmekte ve son yıllarda özellikle tarihi yapılarda yoğun olarak gerçekleştirilmektedir.

Yapıların tarihi dokularına uygun teknikler kullanılarak, inşa edildiği dönemdeki özgün haline sadık kalınarak iyileştirilmesinde, söz konusu yapıların kültürel ve sanatsal değerinin korunması önemli bir husus olmakla beraber, yapısal emniyet ve ihtiyaç analizi de göz önünde tutulmalıdır. Bu tür bir yaklaşım, ancak farklı disiplinlere ait bilgi ve öngörünün bir arada değerlendirilmesiyle mümkün olmaktadır. İyileştirme çalışmalarında yapım dönemine ait yapım teknikleri ve özgün malzemeler kullanılmasına karşın, geleneksel yöntemlerin çeşitli nedenlerle veya kısıtlarla yetersiz kalması durumunda, doğruluğu bilimsel olarak kanıtlanmış teknik ve malzemeler de tercih edilebilmektedir (Sayın vd., 2015).

Tarihi yapıların, malzeme ve yapısal özellikler açısından iyileştirilmesi konusunda bir çok araştırma yapılmıştır (Güleç ve Ersen, 1998; Martinet ve Quenee, 1999; Leslie ve Gibbons, 1999; Mavi, 2000; Montoya vb., 2004; Böke vd., 2004; Özgünler, 2011; Şolt vd., 2011; Altaş vd., 2012; Altaş vd., 2013; Bozkurt vd., 2015; Karakaş vd., 2015). Söz konusu yapılarda kullanılan malzemelerin özelliklerini belirlemek için, tarihi harçların fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik özellikleri ile agrega elek analizi ve tuz analizleri kapsamında incelenerek, malzemenin basınç dayanımı, bağlayıcı kompozisyonu ve bağlayıcı-agrega ara yüzeyinin durumu tespit edilebilmektedir (Altaş vd., 2012). Bununla beraber, tarihi yapıların onarımında yakın tarihteki, benzer tekniklerle inşa edilen yapılara ait analiz, bilgi ve belgelerin, incelenen yapının restorasyonunda referans alınması, her yapının kendine özgü bir yapım tekniği ve malzemesi olması nedeniyle hatalı

sonuçlara yol açabilmekte ve bu durum, incelenen yapıya özgü analizlerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu itibarla, tarihi yapıların onarımında, özgün bağlayıcı, agrega ve katkıları analize tabi tutularak uygun malzeme içeriklerinin belirlenmesi gerekmektedir (Özgünler, 2011).

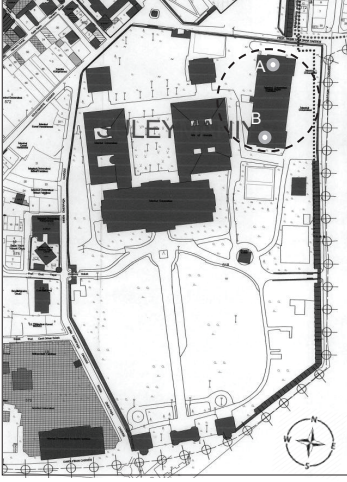
Sunulan çalışma, italyan mimar Fossati tarafından yaptırılarak Bab-ı Seraskeri hastanesi olarak hizmet vermiş, zaman içerisinde farklı fonksiyonlara sahip olan ve son olarak İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi olarak kullanılan tarihi bir yapının iyileştirme sürecini içermektedir. Çalışma kapsamında, üniversite eğitim binası olarak servis vermeye devam etmesi hedeflenen yapıyla ilgili olarak; *i.* Tarihsel süreç araştırması yapılmış, *ii.* Temsili malzeme örneklerinin alınacağı yerler tespit edilerek toplanmış, *iii.* Harç, sıva ve ahşap elemanların malzeme karakteristikleri, kimyasal ve mineralojik analizler kapsamında belirlenmiştir. Üç aşama neticesinde elde edilen veriler değerlendirilerek, yapıyla ilgili koruma ve onarım yönelik uygulama önerileri sunulmuştur.

## Yapının Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

İstanbul'un Fatih ilçesi, Beyazıt bölgesinde 618 ada 19 parselde yer alan İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakülte yapısı yaklaşık olarak 4067 m<sup>2</sup> oturma alanına sahip olup, Osmanlı döneminde, 1841-1843 yılları arasında, ilk harman tuğlası kullanılarak inşa edilmiş yapı olma özelliğini taşımaktadır (Şekil 1). Üç kattan oluşan yapı, bodrum katta 30, zemin katta 75 ve sonradan eklenmiş olan asma katta 57 olmak üzere toplam 162 mahalden oluşmaktadır.

İstanbul Üniversitesi merkez kampüsünün kuzey-doğusunda yer alan yapı, Bab-ı Seraskerat bünyesinde 250 yatak kapasiteli bir askeri hastane olarak tasarlanıp inşa edilmiş, sonrasında, Hassa ordusu komutanlığı ve inzibat bölüğü olarak kullanılmaya başlanmış, 1870 yılından itibaren Bab-ı Serasker-i Askerî Tevkifhanesi olarak işlev değiştirmiştir (Can, 1993). 1922 yılına kadar hapishane fonksiyonunu sürdüren bina, Harbiye

nezaretinin taşınması nedeniyle boşaltılıp, Darülfunun'a devredilmiştir. Uzun yıllar tıp fakültesi olarak hizmet veren bina; 1979 yılından itibaren Siyasal Bilgiler Fakültesi'nin eğitim faaliyetlerini sürdürdüğü yapı olarak günümüze kadar ulaşmıştır (Yergün, 2002).



*Şekil 1. İstanbul Üniversitesi merkez kampüsü, Siyasal Bilgiler Fakültesi: Daire içinde görülen yapı (Seçgin, 2011)*

Yaklaşık 41.5 x 98.0 m. ölçülerinde dikdörtgen bir forma sahip olan yapı, Süleymaniye'de eğimin başladığı yamaca inşa edilmiş olmasına karşın, kuzey-güney istikametinde yapı kütleline paralel uzanan bir istinat duvarıyla arazi topografyasının uygun hale getirilmesi sonucu tüm yönlerden algılanabilen iki katlı mimari strükture sahiptir (Şekil 2).

Yapının tarihsel süreç içerisinde plan şeması olarak özgünlüğünü koruduğu gözlenirse de, zaman içerisinde farklı işlevlere yönelik kullanımı nedeniyle, Şekil 1'deki A ve B kodlarıyla belirtilen kısımlara dörtgen formunda betonarme ek yapıların inşa edilmesiyle yapısal kurgusunda, bölme duvar gibi özgün olmayan ve niteliksiz eklerle iç mekan teşekkülünde ve pencere ebatlarının değiştirilmesiyle cephe düzenlemesinde önemli oranda değişikliklere uğramıştır.



*Şekil 2. Siyasal Bilgiler Fakültesi, 1950 (Seçgin, 2011)*

## **Deneysel Çalışma**

İncelenen yapıda tarihsel süreç içerisinde farklı zamanlarda onarımların gerçekleştirilmesi nedeniyle anılan yapı hakkında yapım dönemine ait özgün mahaller tespit edilerek uygun kısımlardan temsili örnekler alabilmek amacıyla detaylı bir araştırma yapılmıştır. Alınan örnekler; görsel detaylandırma ile birlikte, ilgili standartlar kapsamında, içerik analiz yöntemleri kullanılarak incelenmiştir (TS EN 196-2, 2014; TS 10088 EN 932-3, 2006; TS EN 933-10, 2015).

Laboratuvar ortamında gerçekleştirilecek testler için binanın farklı noktalarından, ahşap, sıva ve harç malzemeleri olmak üzere sekiz adet örnek alınarak kimyasal ve mineralojik analiz testlerine maruz bırakılmıştır.

Ahşap malzeme örneklerinin, makroskobik ve mikroskobik inceleme sonucu cinsleri tayin edilmiş, sıva ve harç örneklerinde ise protein, yağ ve suda çözünebilir tuzları basit spot testlerle araştırılmış, örneklerin nitelikleri, bağlayıcı, agrega, katkı maddesi içerikleri ve oranları belirlenmiş; kızdırma kaybı, petrografik, asit kaybı ve asitle reaksiyona girmeyen agregaların stereo mikroskop altında görsel analizleri yapılmıştır. Yapıdan alınan numunelerin kodları ve lokasyonları Tablo 1'de verilmektedir.

**Tablo 1.** Numunelerin malzeme tanımı ve lokasyonları

Numune kodu	Malzeme	Lokasyon
1	Harç	Yapı dışı sarnıç
2	Sıva	Su deposu
3a	Sıva	Bodrum kat
3b	Sıva	Bodrum kat
4	Sıva	Bodrum kat
5	Ahşap	Zemin kat
6	Ahşap	Asma kat
7a	Sıva	Zemin kat
7b	Sıva	Zemin kat
8	Harç	Zemin kat

Temin edilen örneklerin görsel olarak detaylı tanımlaması Tablo 2’de sunulmaktadır:

**Tablo 2.** Numunelerin görsel tanımı

Numune	Görsel tespit
1 (Harç)	Açık kahve renkli, 4-5 mm boyuta kadar agregaları ve tuğla kırıkları görülebilen, kireç topakları bulunan, zayıf yapıda örgü harcı örneği
2 (Sıva)	Açık pembe renkli, 2-3 mm boyuta kadar agregaları ve 3-4 mm boyuta kadar tuğla kırıkları görülebilen, kıtıkları ve beyaz kütleleri bulunan, zayıf yapıda iç yalıtım sıvası örneği
3a (Sıva)	Beyazımsı-gri renkli, 1 mm boyuta kadar agregaları görülebilen, beyaz kütleleri bulunan, zayıf yapıda sıva örneği
3b (Sıva)	Yüzeyinde sarımsı renkli, en üst yüzeyde ise beyaz renkli boya tabakası bulunan sıva örneği
4 (Sıva)	Gri renkli, 3-4 mm boyuta kadar tuğla kırıkları görülebilen, 1-2 mm boyuta kadar agregaları bulunan, sağlam yapıda sıva örneği
5 (Ahşap)	Yıllık halkaları belirgin, sarı renkli, üzerinde <u>kahverengi</u> boya tabakası bulunan, sert ve sağlam ahşap örneği
6 (Ahşap)	Yıllık halkaları belirgin, sarı renkli, üzerinde <u>beyaz renkli</u> boya tabakası bulunan, sert ve sağlam ahşap örneği
7a (Sıva)	Koyu gri renkli, 4-5 mm boyuta kadar agregaları görülebilen, beyaz kütleleri bulunan, sağlam yapıda sıva örneği
7b (Sıva)	Yüzeyinde 17-18 mm kalınlığında açık gri renkli, 1-2 mm boyuta kadar agregaları görülebilen, beyaz kütleleri bulunan, en üst yüzeyinde birkaç katman halinde suni taş görünümlü boya tabakası olan sağlam yapıda sıva örneği
8 (Harç)	Açık gri renkli, 2-3 mm boyuta kadar agregaları görülebilen, beyaz kütleleri bulunan, zayıf yapıda örgü harcı örneği

## Test Sonuçları

### Kimyasal Özellik Analizleri

İncelenen yapıdan alınan örneklerde; harçların kimyasal özellikleri ve agrega morfolojisini tespit etmek amacıyla asit kaybı analizi, asit kaybı analizi sonunda kalan agrega üzerinde elek analizi, kızdırma kaybı analizleri, protein, yağ ve tuz testleri uygulanmıştır.

### Suda çözünebilir tuzlar ile protein ve yağ analizi

Söz konusu numunelerin içeriğinde bulunan suda çözünebilir tuzların niteliklerini (klorür, sülfat, karbonat, nitrat ve fosfat tuzları) ve miktarlarını belirlemek üzere basit spot testler yapılmıştır. Alınan örneklerde çözünen tuzların miktarı iletkenlik ölçümü ile bulunmuş, örneklerden toz haline getirilmiş harç ile distile su solüsyonu hazırlanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Suda çözünebilir tuzların analizi

Numune	Tuz					İletkenlik (µS)
	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	
1	++	-	-	-	-	196
2	++	-	-	-	-	240
3a	++	-	-	±	-	170
3b	Boya örneği olduğundan tuz analizi yapılmamıştır.					
4	±	-	-	++	-	387
7a	++	-	-	-	-	121
7b	++	-	-	-	-	200
8	++	-	-	-	-	116

–:yok; ±:var/yok; +:az var; ++:var

Teste tabi tutulan tüm harç ve sıva örneklerinde sülfat, karbonat ve fosfat tuzlarına rastlanılmazken, klorürün olduğu saptanmıştır. Örnek 3a ve Örnek 4'te tespit edilmiş olan nitrat tuzunun (NO<sub>3</sub>) ise kanalizasyon akıntılarında veya kuş, böcek gibi canlı organizma kalıntılarından kaynaklandığı öngörülmektedir. Tüm örneklerde saptanmış olan klorür (Cl), agregata olarak kullanılan tuğla kırığının bir sonucu olabileceği gibi duvar örgüsünde bulunan tuğlalar vasıtasıyla da taşınmış olabileceği öngörülmüştür. Ayrıca, analizde sülfat (SO<sub>4</sub>) oluşumunun tespit edilmemesi, örneklerin hiçbirinde alçı taşının mevcut olmadığını göstermektedir.

Söz konusu yapıdan alınan örneklerde organik katkı maddelerini tespit etmek için protein ve yağ analizleri yapılmıştır. Tablo 4'ten görüleceği üzere, protein ve yağ analizlerinde yağ izine rastlanmazken, tüm harç ve sıva örneklerinde az miktarda protein bulunmuştur. Tüm örneklerde proteinin bulunması, harcın bağlayıcı özelliğini arttırmak için organik bir

malzeme (örn. yumurta akı) kullanıldığını göstermektedir. Yumurta akı gibi organik katkı maddeleri, harcın plastik özelliğini artırıp kırılabilirliğini azaltarak, harcın çalışabilirliğini artırmaktadır (Özgen, 2012).

**Tablo 4.** Protein ve yağ aktivite deney sonuçları

Numune	Protein	Yağ
1	+	-
2	+	-
3a	+	-
3b	+	-
4	+	-
7a	+	-
7b	+	-
8	+	-

–:yok; +:az var (%1-2)

*Kızdırma kaybı, asitle muamele ve elek analizi*

Örneklerin 105±5°C, 550±5°C ve 1050±5°C'de yapılan kalsinasyon (kızdırma kaybı) analiz sonuçları ile asitle muamele sonucunda reaksiyona girmeyerek parçalanmadan kalmış olan silikatlı agregaların oranı ve bu agregaların boyut dağılımları Tablo 5-6'da verilmiştir.

**Tablo 5.** Kalsinasyon ve asitle muamele analizi

Numune	Kızdırma kaybı (%)			Asitle (%)	
	Nem	550°C	CaCO <sub>3</sub>	Kayı p	Kalan
1	17.56	2.98	53.44	63.40	36.60
2	6.21	11.21	32.64	46.23	53.77
3a	0.27	2.18	33.01	28.01	71.99
4	0.98	3.47	57.08	*	*
7a	2.67	2.69	25.00	28.28	71.72
7b	2.21	2.70	35.06	42.93	57.07
8	0.36	12.96	21.03	23.75	76.25

\*Örnek yetersiz olduğundan test yapılmadı.

**Tablo 6.** Elek analizi

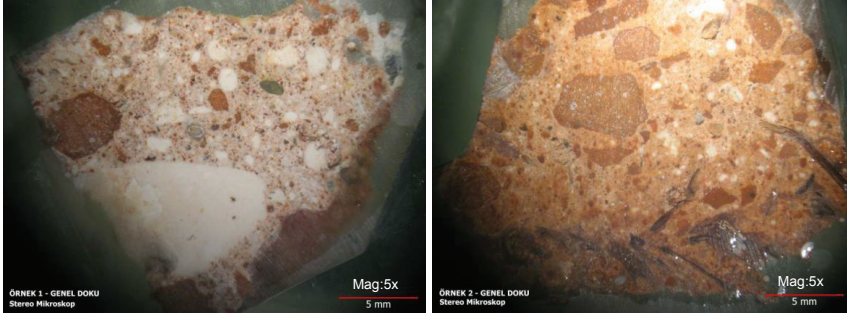
Numune	Elekte kalan (%)							
	5000 µ	2500 µ	1000 µ	500 µ	250 µ	125 µ	63 µ	63 < µ
1	0.00	18.02	14.53	2.33	15.99	23.55	13.95	11.63
2	1.95	18.73	20.22	5.17	18.20	15.58	11.54	8.61
3a	0.00	0.49	1.37	6.24	44.10	46.15	1.37	0.29
4	Örnek yetersiz olduğundan test yapılmadı.							
7a	0.00	3.04	18.50	27.88	34.05	12.09	1.89	2.55
7b	0.00	0.13	1.72	5.23	52.51	31.20	4.86	4.35
8	0.00	3.05	25.43	31.42	28.05	9.53	1.55	0.96

### Mikro yapı analizleri

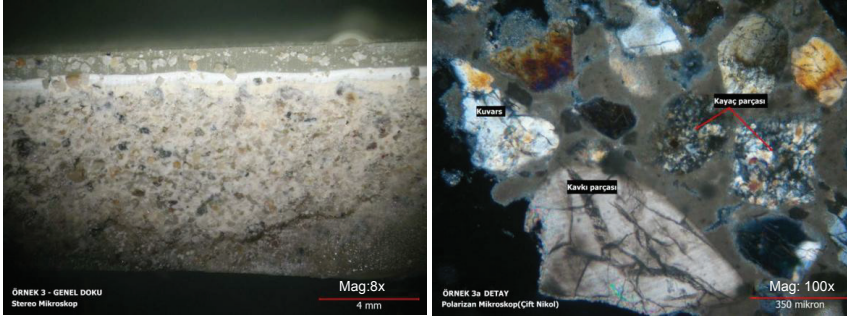
#### Stereo mikroskop analizi

Asitle muamele edilerek parçalanan örneklerin, asitle reaksiyona girmeyen silikatlı agregaları,

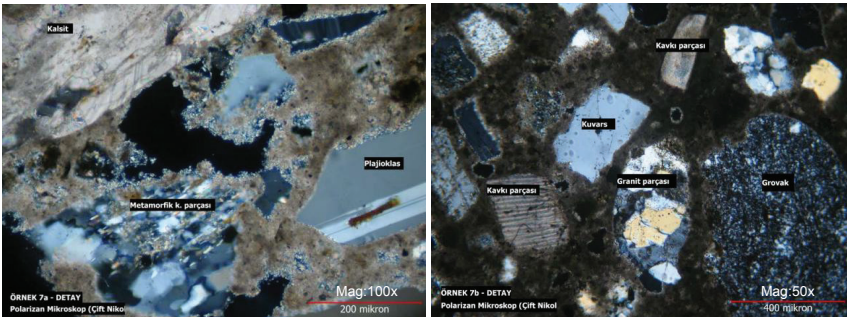
elek analizi ile boyutlarına ayrıldıktan sonra, stereo mikroskop altında gözlenmiştir. İncelenen numunelerin genel doku ve detay görüntüleri Şekil 3-6'da sunulmaktadır.



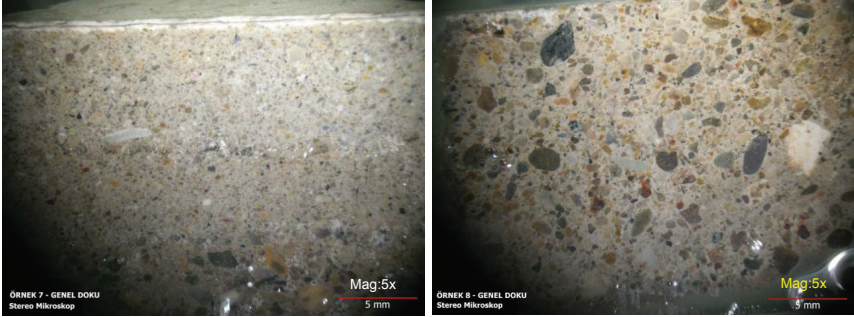
Şekil 3. Örnek 1, Örnek 2: Genel doku görüntüsü



Şekil 4. Örnek 3: Genel doku, Örnek 3a: Detay görüntüsü



Şekil 5. Örnek 7a, Örnek 7b: Detay görüntüsü



Şekil 6. Örnek 7, Örnek 8: Genel doku görüntüsü

Söz konusu örneklere ait genel doku ve detay görüntüleri Tablo 7’de içerik ve oran olarak detaylandırılmıştır. Tanımlamalarda %1’den az

miktarlar için “çok az”, %1-2 arası miktarlar için “az” terimleri kullanılmıştır.

Tablo 7. Numunelerin stereo mikroskop analiz değerlendirmesi

Numune	Agrega boyutu, $d$		
	$d \leq 125 \mu$	$125 < d < 500 (\mu)$	$d \geq 500 \mu$
1	Tek tükü siyah cüruf parçası ve mika, %10-15’i kuvars olup, kalanı tuğla tozu ve kil nitelikli malzeme	Tek tükü siyah cüruf parçası ve mika, %2-3’ü kuvars olup, kalanı tuğla tozu içeren pembe renkli dağılmamış kütleler ve tuğla tozu	Çok az miktarı beyaz renkli dağılmamış kütleler, az miktarı kuvars olup, kalanı tuğla kırığı, İri agregalar 2 mm elek altı
2	Az miktarı kuvars olup, kalanı tuğla tozu ve kil nitelikli malzeme	Tek tükü siyah cüruf parçası ve mika, çok az miktarı kırık, az miktarı kuvars, %10-15’i tuğla tozu olup, kalanı açık kahve renkli dağılmamış kütleler	Tek tükü kırık ve kuvars, %30 civarı açık kahve renkli dağılmamış kütleler olup, kalanı tuğla kırığı, İri agregalar 4 mm elek altı
3a	~%5 kayaç parçası, ~%20 kil nitelikli malzeme olup, kalanı kuvars	Çok az miktarı feldspat, %5-10’u kayaç parçaları olup kalanı kuvars	Tek tükü siyah cüruf parçası, %3-5’i kayaç parçası olup kalanı kuvars, İri agregalar 1 mm elek altı
7a	Az miktarı kayaç parçası olup, kalanı kil nitelikli malzeme	~%5 krem renkli dağılmamış kütleler, ~%10 kayaç parçası olup, kalanı kuvars	Tek tükü tuğla kırığı, %20-25’i volkanik ve metamorfik kayaç parçaları olup, kalanı kuvars, İri agregalar 2 mm elek altı
7b	%3-5’i kayaç parçası olup, kalanı kuvars ve kil nitelikli malzeme	Tek tükü mika ve feldspat, %10-15’i kayaç parçaları olup kalanı kuvars	Tek tükü mika ve feldspat, ~%10 kayaç parçaları olup, kalanı kuvars, İri agregalar 1 mm elek altı
8	Tek tükü tuğla tozu, ~%5 kayaç tozu olup, kalanı kuvars ve kil nitelikli malzeme	Tek tükü siyah cüruf parçası ve tuğla tozu, ~%5 krem renkli dağılmamış kütleler, %10 kadar kayaç parçası olup, kalanı kuvars	Tek tükü siyah cüruf parçası ve tuğla kırığı, %25-30’u kayaç parçası olup, kalanı kuvars, İri agregalar 2 mm elek altı

*Petrografik analiz*

Epoksiye gömülen örnekler kullanılarak hazırlanan ince kesitlerden; mineral içerikleri ve kabaca oranları polarizan mikroskop (çift nikol)

ve stereo mikroskop (tek nikol) altında incelenerek tespit edilmiş ve sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Numunelerin petrografik analizi

Numune	Bağlayıcı alanı	Bağlayıcı-agrega-bağlayıcı fazı	İçerik
1	~%25	İyi	%35 kireç topağı, tek tük siyah cüruf ve kumtaşı parçası, kireçtaşı parçası, az miktarda kuvars tanesi, kalan: tuğla parçası
2	%20-25	İyi	%5-10 kireç topağı; kırıntı parçası, az miktarda kuvars tanesi, kalan: tuğla parçası
3a	~%15	Zayıf	Tek tük feldspat, bazalt parçası ve kuvarsit parçaları, kalan: kavas, agrega: eş boyutlu.
7a	%10-15	İyi	Tek tük plajiolklas ve kireçtaşı parçası, agregalar: kuvars ve kayac parçaları
7b	~%15	İyi	Çok az miktarda plajiolklas, az miktarda kireç topağı, %2-3 kavki, kayac parçaları, kalan agregalar: kuvars
8	~%20	İyi-Zayıf	%2-3 kireç topağı, Agregalar: hemen hemen eş boyutlu kuvars ve kayac parçaları

**Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

İnceleme kapsamındaki yapıdan temin edilen numunelerin analizlerine ait değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur:

- Yapı dışı sarnıçtan alınmış olan 1 no'lu örneğin bağlayıcısı, %20-25 civarında söndürülmüş kireç katkılı yaklaşık 150 dozajlı beyaz çimento ile üretilmiş melez örgü harcıdır. Örnek 1 agregalarının %3-5'i kara kumu, %5'i kireçtaşı kırığı olup kalanı tuğla kırığıdır. Agrega boyutu 2 mm elek altı olan örnek hamuru içeriğinde tek tük siyah cüruf parçacıkları ve yaklaşık %25 civarında kireç toprakları bulunmaktadır.
- Su deposundan alınmış olan 2 no'lu örneğin bağlayıcısı, söndürülmüş kireç olup alansal olarak bağlayıcı oranı %25-30 aralığında olan sıva harcıdır. Örnek 2 agregalarının tamamına yakını (yaklaşık %98) tuğla kırığı olup, %2'si kara kumdur. Örnek hamuru içeriğinde tek tük siyah cüruf parçacıkları ve yaklaşık %5-7 oranında kırıntı bulunmaktadır. Örnek 2'nin ağırlıkça bağlayıcı-agrega oranı yaklaşık 1:2.5 oranına sahip iken, agrega boyutu 4 mm elek altıdır.
- Bodrum katından alınmış olan 3 no'lu örneğin bağlayıcısı, söndürülmüş kireç olup

alansal olarak %15-20 oranında bağlayıcı olan sıva harcıdır. Örnek 3 agregalarının tamamı kara kumdur. Örnek hamuru içeriğinde tek tük siyah cüruf parçacıkları bulunmaktadır. Örnek 3'ün agrega boyutu 1 mm elek altı olup, ağırlıkça bağlayıcı-agrega oranı yaklaşık 1:3-3.5 olarak tespit edilmiştir.

- Bodrum katından alınmış olan 4 no'lu örneğin bağlayıcısı, söndürülmüş kireç olup alansal olarak bağlayıcı oranı %20 olan sıva harcıdır. Örnek 4 agregalarının tamamı kara kumdur. Örnek hamuru içeriğinde tek tük siyah cüruf parçacıkları bulunmaktadır. Örnek 4'ün ağırlıkça bağlayıcı-agrega oranı yaklaşık 1:3-3.5 iken, agrega boyutu 1 mm elek altıdır.
- Zemin kat ve asma kat pencere doğramalarından alınmış olan 5 ve 6 no'lu ahşap örneklerinin, gerek makroskobik gerekse mikroskobik incelemeler sonucunda sarıçam cinsi olduğu tespit edilmiştir.
- Zemin katından alınmış olan 7a no'lu örneğin bağlayıcısı, %20 oranında hidrolik kireç katkılı, yaklaşık 250 dozajlı portland çimento ile üretilmiş melez karakterli suni taş kaba sıva harcıdır. Örnek 7a'nın agregaları 2 mm elek altı olup tamamı kara kumdur.



- Zemin katından alınmış olan 7b no'lu örnek, bağlayıcı olarak yaklaşık 300-350 dozajlı portland çimento kullanılarak üretilmiş suni taş ince sıva harcıdır. Örnek 7b'nin agregaları 1 mm elek altı olup tamamı kara kumdur. Örnek hamuru içeriğinde kum agrega ile beraber harca dahil olmuş yaklaşık %2-3 oranında fosil kavrısı mevcuttur.
- Zemin katından alınmış olan 8 no'lu örneğin bağlayıcısı, %20 oranında hidrolik kireç katkılı, ~150-200 dozajlı portland çimento ile üretilmiş melez karakterli tuğla örgü harcıdır. Örnek 8 agregaları 2 mm elek altı olup tamamı kara kumdur. Örnek hamuru içeriğindeki kirlilik oranında (%1'den az) tuğla kırığı ve siyah cüruf parçacıkları bulunmaktadır.
- Özgün pencere doğramalarının tahrip olmuş noktasal bölümlerinden alınmış ahşap örnekler ile "sarıçam" cinsi ahşaptan üretildiği tespit edilen pencere doğramalarının gerçekleştirilecek olan onarımlarında aynı cins emprenyeli ahşap kullanılmalıdır.
- Değiştirilmeyerek yerinde kalacak tüm ahşap elemanlar, mantar ve böcek tahribatının önlenmesi için su bazlı emprenye maddesi kullanılarak fırçayla sürme yöntemi kullanılarak ilaçlanmalıdır. Fırçayla sürme yönteminin uygulanamayacağı iç kısımlardaki ahşap elemanlar için püskürtme ile böcek ve mantar yok edici ilaç kullanılmalıdır.

## Uygulama Önerileri

Malzeme analizlerinin değerlendirilmesi sonucunda, yapıda gerçekleştirilecek koruma yaklaşımları aşağıda önerilmektedir:

- Yapının dış cephe yüzeylerinde yakın tarihli onarımlar ile uygulanmış olan mineral sıvanın kaldırılması ve yerine Tablo 9-11'de içerikleri verilen sıvaların uygulanması önerilmektedir.

**Tablo 9.** Dış duvar yüzey sıvası

Malzeme	Karışım oranı
Hidrolik kireç*	1 kısım (NHL 3.5/orta MPa)
Tuğla kırığı ve tozu	1 kısım 4 mm elek altı
Dere kumu	1.5 kısım, 3 mm elek altı

\* su/katı oranı: %35

**Tablo 10.** İç duvar yüzey sıvası

Malzeme	Karışım oranı
Söndürülmüş kaymak kireç*	1 kısım
Tuğla kırığı ve tozu	2 kısım, 4 mm elek altı
Ocak kumu	0.5 kısım, 3 mm elek altı

\* su/katı oranı: %35-50

**Tablo 11.** Bitim sıvası

Malzeme	Karışım oranı
Söndürülmüş kaymak kireç*	1 kısım
Mermer tozu	1 kısım elek altı
Kireçtaşı tozu	1 kısım elek altı

\* su/katı oranı: %35-50

- Ahşap malzemenin sağlamlığını yitirdiği kısımlarda, aynı cinsteki özgün malzeme ile değiştirilmeli, böylelikle hastalıklı hiçbir malzeme ortamda bırakılmamalıdır. Özgün malzemenin mümkün olduğu kadar kurtarılması amacıyla, hastalıklı kısımlar kesilerek alınmalı, tamamen hastalıklı olup kurtarılamayacak kısımlar çıkartılmalıdır.
- Böcek tahribatı yoğun, ancak yapısı sağlam olan ahşap elemanlar, emprenye edildikten sonra deliklerin doldurulması ile yerinde korunabilmeli, ancak niteliğini kaybetmiş kısımlar yeni parça ile değiştirilmelidir.
- Anılan binanın bodrum kat planı dahilinde kalan su sarnıcı tonozunun iç yüzeylerinde yüksek dozajlı, oldukça kalın birden çok uygulama katmanı halinde portland çimento bağlayıcılı sıva uygulanmış olduğundan, söz konusu sıvaların rasplanarak alınmaları uygun olacaktır.
- Yapının özgünlüğünü belli ölçülerde koruyabilen su sarnıcı ve deposu işlevli mekanların, tuğla örgü tekniği kullanılarak üretilmiş yığma teknikli duvarlar ve yapının üretim tekniği hakkında bilgi vermesi nedeniyle, su sarnıcı / deposu işlevli mekanlardan alınmış tuğla örgü teknikli duvar örgü harcı ve iç mekan yüzey sıvalarının analiz verilerine göre, ilgili kısımlarda, malzeme ve karışım oranları verilmiş olan örgü harcının kullanılması önerilmektedir (Tablo 12-13).

**Tablo 12.** Tuğla duvar örgü harcı

Malzeme	Karışım oranı
Söndürülmüş kaymak kireç*	1 kısım
Tuğla kırığı ve tozu	1.5 kısım, 4 mm elek altı
Kara kumu	0.5 kısım, 4 mm elek altı
Kireçtaşı kırığı	0.5 kısım, 2 mm elek altı
* su/katı oranı: % 35-50	

**Tablo 13.** Sarniç ve su deposu işlevli mekan duvar yüzey sıvası

Malzeme	Karışım oranı
Söndürülmüş kaymak kireç	1 kısım
Tuğla kırığı ve tozu	2 kısım, 2 mm elek altı
Kara kumu	0.5 kısım, 4 mm elek altı
Polipropilen lif veya kıtık*	15-20 g, 10-15 mm uzunlukta (20 lt. harçta)
*Kıtık; kireç katılmadan kuru iken harca konulmalı ve söndürülmüş kireç ilave edilerek iyice karıştırılmalıdır.	

## Sonuçlar

Çalışmada, farklı fonksiyonlara sahip olarak hizmet vermiş ve günümüzde üniversite eğitim yapısı olarak kullanılan tarihi bir yığma yapının iyileştirme süreci kapsamında gerçekleştirilen malzeme analizlerinin esas alındığı müdahale kararları ve koruma önerileri sunulmuştur.

Gerçekleştirilen araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir:

- Harman tuğlasının gözenekli yapısının gereği olarak su itici olmayıp, aksine su emici bir malzeme olmasından dolayı, yapılacak uygulamalarda, yapının atmosferik koşullardan korunması ve özgün yapı tekniğine bağlı kalarak onarılması ilkeleri dikkate alınmalıdır. Bu doğrultuda, dış yüzey sıvalarının içerik ve performans analizlerinin yapılarak, mevcut sıvalarda konsolidasyon yapılması, mevcut olmayanlarda ise analiz sonuçları doğrultusunda sıva üretilerek, performanslarının laboratuvar ortamında değerlendirilmesi ve yapıya herhangi bir zarar vermeyecek, bozulmaya neden olmayacak ya da var olan bozulmayı tetiklemeyecek özgün ve uygun malzeme ile onarılması yapının uzun süreli korunması açısından gerekli bir uygulama olacaktır.

- Yenilenecek ve onarımı yapılacak tüm ahşap elemanlarda, belirlenen özgün malzeme cinsinin emprenye işleminden sonra kullanılması önerilmektedir.

Onarım harcı için sunulan önerilerin içerik analiz sonuçları esas alınarak yapılmasına karşın, harcın uygulanacağı taşıyıcı elemanın ve hazırlanacak harcın performans testlerinin yapılarak birlikte değerlendirilmesi daha efektif sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

İncelenen yapının iyileştirilmesi sürecinin bir aşaması olarak, yapının dayanım ve dayanıklılık kusurlarının ortaya çıkartılması ve böylece yapının mevcut yapısal dayanımında ayrıntılı bir değerlendirmede bulunulması, iç ve dış duvar yüzeylerinde gerçekleştirilecek araştırma rasparları sonucunda mümkün olabilecektir. Bu itibarla, anılan yapının restorasyonu kapsamında, sismik yükler etkisine karşı yapının yeterli dayanım seviyesine yükseltilmesine yönelik olarak yapı genelinde uygulanabilecek onarım ve güçlendirme teknikleri, gelecek çalışmanın araştırma konusunu oluşturacaktır.

## Teşekkür

Yazar, İstanbul Üniversitesi Yapı İşleri & Teknik Daire Başkanlığı ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Koruma Uygulama Denetim Müdürlüğü'ne teşekkür eder.

## **Kaynaklar**

- Altaş, G.K., Özgünler, S.A. ve Gürdal, E., (2012). “İstanbul’deki Roma dönemi saray yapılarındaki horasan harçlarının incelenmesi”, *Restorasyon Yıllığı Dergisi*, 4, 41-49.
- Altaş, G.K., Özgünler, S.A. ve Gürdal, E., (2013). “İstanbul’da bulunan erken bizans dönemi savunma yapılarında kullanılan horasan harçların özelliklerinin incelenmesi”, *Restorasyon Yıllığı Dergisi*, 6, 81-88.
- Bozkurt, T.S., Sayın, B., Karakaş, A.S., Akçay, C. ve Yıldızlar, B., (2015). “The preserving and improvement of historical structures based on qualified a RC structure: A case study”, *CACMS ISTANBUL 2015: International Conference on Advances in Composite Materials and Structures*, İstanbul.
- Böke, H., Akkurt, S. ve İpekoğlu, B., (2004). “Tarihi yapılarda kullanılan horasan harcı ve sıvaların özellikleri”, *Yapı Dergisi*, 69, 90-95.
- Can, C., (1993). “İstanbul’da 19. yüzyıl batılı ve levanten mimarların yapıları ve koruma sorunları”, *Doktora tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Güleç, A. ve Ersen, A., (1998). “Characterization of ancient mortars: Evaluation of simple and sophisticated methods”, *Journal of Architectural Conservation*, 4, 1, 56-67.
- Karakaş, A.S., Bozkurt, T.S., Sayın, B., Akçay, C. ve Yıldızlar, B., (2015). “Tarihi yapılarda restorasyon uygulamaları: Bir durum çalışması”, *ISITES 2015: 3rd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science*, Valencia.
- Leslie, A. ve Gibbons, P., (1999). “Mortar analysis and repair specification in the conservation of Scottish historic buildings, Historic Mortars: Characteristics and Tests”, *International RILEM Workshop, Scotland*, 273-280.
- Martinet, G. ve Quenee, B., (1999). “Proposal for a useful methodology for the study of ancient mortars, Historic Mortars: Characteristics and Tests”, *International RILEM Workshop, Scotland*, 81-91.
- Mavi, Ö., (2000). “Kireç harç ve sıvaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi”, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Montoya, C., Lanas, J., Arandigoyen, M., Garcia-Casado, P.J. ve Alvarez, J.I., (2004). “Mineralogical, chemical and thermal characterisations of ancient mortars of the church of Santa Maria de Irache monastery”, *Materials and Structure*, 37, 6, 433-439.
- Özgen, Ö., (2012). “Horasan harcı üzerine deneysel çalışmalar”, *Uzmanlık Tezi, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, İstanbul Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü.*
- Özgünler, A., (2011). “Erken bizans dönemi dini yapılarında kullanılan horasan harçların özelliklerinin incelenmesi”, *Restorasyon Yıllığı Dergisi*, 2, 63-72.
- Sayın, B., Akçay, C., Yıldızlar, B. ve Korkmaz, N.M., (2015). “Tarihi bir yapıda rekonstrüksiyon uygulaması: İbrahim Efendi Konağı”, *5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu*, 2, 29-41, *Erzurum.*
- Seçgin, N., (2011). “Sanat tarihi araştırma raporu”, *MSGSÜ, Sanat Tarihi Bölümü, İstanbul.*
- Şolt, A., Sayın, B., Yıldızlar, B., Karakaş, A.S., Altan, A.U., Akçay, C. ve Korkmaz, N.M., (2011). “Hatalı onarım uygulamalarının Beyazıt yangın kulesi örneğinde irdelenmesi”, *TAYKON 2011: Tarihi Yapıları Koruma ve Onarım Sempozyumu*, İstanbul, 411-420.
- TS EN 196-2, (2014). *Çimento deney yöntemleri-Bölüm 2: Çimentonun kimyasal analizi*, *Türk Standardları Enstitüsü, Ankara*
- TS 10088 EN 932-3/A1:2006, (2006). “Agregaların genel özellikleri için deneyler Kısım 3: Basitleştirilmiş petrografik tanımlama için işlem ve terminoloji”, *Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.*
- TS EN 933-10, (2015). “Agregaların geometrik özellikleri için deneyler-Bölüm 10: İnce malzeme tayini-İnce dolgu malzemelerinin tane büyüklüğüne göre sınıflandırılması (hava jetiyle eleme)”, *Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.*
- Yergün, U., (2002). “Batılılaşma dönemi mimarisinde, yapım teknolojisindeki değişim ve gelişim”, *Doktora tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*

## The determination of material properties of historical masonry structures and application suggestions

### Extended abstract

*To determine the material properties of the structural members, especially in historical buildings, is considered as an important step in performed recently rehabilitation process as a result of the reduced level of its strength and durability as partially or significantly over time due to environmental conditions and false using.*

*The choice of appropriate materials for rehabilitation of historical masonry structures should be made a decision by the reference to scientific analysis of original materials the mentioned structures, and this fact is evaluated in terms of the protection of the original identity as well as the cultural value of the said structures. The Research which is carried out considering this aspect involves the rehabilitation process of a historical masonry structure that was built as a hospital building in the 1800s, serving in different functional properties in time, and now used as a college education building.*

*In this study, referring the building to be used as a university education building; i. Investigation of the historical process, ii. Determination and gathering of the representative sample locations, iii. Material characteristics of mortar, plaster and wooden samples is specified in the scope of chemical and mineralogical analyses. Application proposals, evaluating the obtained data, are presented for the preservation and repairing of the examined structure.*

*In the first stage of the study, chemical and mineralogical tests of eight samples including mortar, plaster and wooden taken from building's different locations is performed on laboratory environment. In the macroscopic and microscopic examination, material characteristics are determined by the methods of chemical and mineralogical analyses such as calcination, petrographic, grain size distribution analyses, water soluble salt analyses, acidic treatment and fine layer chromatography.*

*The second stage of the study consists of preservation and repair proposals evaluating analysis results. The mentioned application recommendations are presented: i. The removing of mineral plasters which is applied via recent repairs on the exterior facade surfaces of the building, and replaced with the specified content, ii. The using of the impregnated original material type in the all renovated and repaired wooden members, iii. The using of brickwork mortar determined according to the results of the analysis of brickwork mortar and plaster the interior surface taken from water cisterns and storage that were preserved the originality, iv. Determination of insufficient material strength of the structure by making search rasp in interior and exterior wall surfaces due to the lack of required data in the current situation for a detailed assessment in the existing strength of the structure in order to rehabilitation of the examined structure.*

*In the investigation performed on under the above-mentioned issues; it is aimed to maintain the building's original structure and eliminate the irreversible improper application in the intervening decisions and preservation measures based on measurable data regarding the examined structure.*

**Keywords:** Historical structure, rehabilitation, repair, chemical test, mineralogical analysis