



ISSN 1309-7016

### SAHİBİ

İBB adına;  
Kadir Topbaş  
İstanbul Büyükşehir  
Belediye Başkanı

### YÖNETİM

Genel Koordinatör  
Mimar İrfan Uzun  
İBB Genel Sekreter Yrd.

Genel Yayın  
Yönetmeni (Sorumlu)  
Y. Mimar  
M. Şimşek Deniz  
KUDEB Müdürü

Yazı İşleri Müdürü  
Erhan Erpamir

### YAYIN

Yayın Editörü  
Nimet Alkan  
Esra Kudde

Görsel Tasarım  
Aynur Karagöl

Fotoğraf Editörü  
Dilruba Kocaşık

Molla Hüsrev  
Mahallesi  
Kayserili Ahmet  
Paşa Sokak No: 16  
Fatih İstanbul  
Posta Kodu: 34134

Kapak Fotoğrafı  
Kayserili Ahmet Paşa  
Konağı

Dergimizin  
tüm sayılarına  
www.ibb.gov.tr/kudeb  
adresinden  
ulaşabilirsiniz.

Tel: (212) 455 37 53  
Tel: (212) 527 45 02  
Faks: (212) 527 44 99

### BASKI-CİLT

FSF Matbaacılık LTD. ŞTİ.  
Firuzköy Caddesi No: 44  
Avcılar/İstanbul  
Tel: (212) 690 89 89

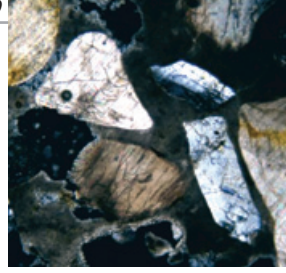
22



53



29



95

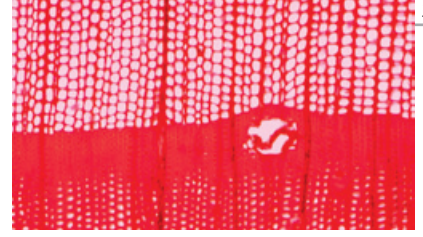


46

32



10



# İÇİNDEKİLER

Süleymaniye 569 Ada 13 Parsel'de Yer Alan Ahşap Yapıda Proje ve Uygulama	03	Malzeme Analizleri Işığında Boğaziçi'ndeki 19. yy Sonu-20. yy Başı Yapı Temelleri ve Kalıntıları Üzerine Bir Araştırma	70
Riva Kalesi Yapı Taşları, Sıva ve Harçlarının Petrografisi ve Kaynak Alanı	24	19. Yüzyılın Sonu ve 20. Yüzyılın Başında İstanbul'da Yapı Dış Cephelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimari Değerlendirmesi 4 Yapay Taşların Karakterizasyonu	78
Yedikule Kara Surları'nda Kullanılan Erken Bizans Dönemi Harçlarının Karakterizasyonu Üzerine Bir Araştırma	31	Araştırmacılara ve Araştırma Gruplarına SEM-EDX Analizleri...	93
Filibe Cuma Camii'nin Yapısal Restorasyonu	40	Dünyada "İstanbul Modeli" Olabilmek	94
Bulgaristan Filibe Cuma Camii'nin Duvar Bezemelerinin Restorasyonu	48	Restorasyon Konservasyon Testi	99
Anadolu Hisarı Harçlarının Fiziko-Kimyasal ve Petrografik Özelliklerinin İncelenmesi	59	Makale Yazım Kılavuzu	100

### Bu Sayımızda...

Dergimizin üçüncü sayısında sizlere "...Yayımlayacağımız her sayıda, Konservasyon Araştırma Laboratuvarlarımızda üreteceğimiz en az bir makale ile karşınıza çıkmayı umuyoruz..." diye bir söz vermiştik.

Bu sayımızda ise, Müdürlüğümüzün değerli uzman çalışanlarının üstün gayretleri ile bir de-ğil iki çalışmayı; "Örnek Proje ve Uygulama Çalışmaları" kapsamında, geleneksel yapım yöntemlerinin devam ettirildiği ve yapının sağlam kalabilen özgün parçalarının mümkün olduğunca korunması ilkesi esas alınarak gerçekleştirilen Süleymaniye Kayserili Ahmet Paşa Sokağı "569 Ada 13 Parsel'deki Ahşap Yapının Restorasyonu" çalışması ile İstanbul, Beykoz İlçesi'nde bulunan "Riva Kalesi'ndeki Yapı Taşları"nu oluşturan kayac topluluklarının çeşitli formasyonları, harç ve sıvaların üretiminde kullanılan agregaların petrografisi ve kaynak alanları hakkındaki makaleyi, İÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Arş.Gör. Bengü Başol'un katkılarına teşekkür ederek sizlere sunuyoruz.

Okuyacağımız diğer bir çalışma; İTÜ Mimarlık Fakültesi'nden Arş. Gör. Dr. Seden Acun Özgünler'in kar-gir yapım sistemli tarihi yapılarda kullanılan harçların analizi ile bozulma nedenlerinin ve morfolojilerinin belirlenmesine yönelik "Yedikule Kara Surları'nda Kullanılan Erken

Bizans Dönemi Harçları" üzerine yapı-lan değerli bir araştırmadır.

Önemli eserlerin restorasyon ve konservasyon uygulamalarındaki titiz çalışmaları ile tanıdığımız Konservatör Celaleddin Küçük, bu sayımızda, Balkanlar'daki "Erken Osmanlı Mimarisi" özelliklerini en iyi şekilde yansıtan, Sultan Murad Hüdâvendigâr tarafından 14.yy'ın sonlarında (1369-1389) Bulgaristan Filibe'de yaptırılan "Filibe Cuma Camii'nin Yapısal Restorasyonu"nu anlatmaktadır. Aynı caminin içi-ni süsleyen ve tamamen kalem işi tekniğinde yapılmış olan "Duvar Resimlerinin Onarım ve Koruma Uygulamaları"nu ise Konservatör N. Mine Yar'ın kaleminden okuyacağız.

Eşsiz güzellikteki İstanbul Boğaziçi'ndeki yapılar üzerine yapı-lan iki araştırma makalesinin ilki, İTÜ Mimarlık Fakültesi Restorasyon Ana Bilim Dalı'ndan Arş.Gör. Işıl Polat Pekmezci'nin, "Malzeme Analizleri Işığında Boğaziçi'ndeki 19. yy Sonu-20. yy Başı Yapı Temelleri ve Kalıntıları Üzerine Bir Araştırma" adlı çalışması; ikincisi ise, MSGSÜ'den Yrd. Doç. Dr. Sedat Kurugöl'ün "Anadolu Hisarı Harçlarının Fiziko-Kimyasal ve Petrografik Özelliklerinin İncelenmesi" adlı makalesi.

İTÜ Mimarlık Fakültesi Restorasyon Ana Bilim Dalı'ndan Arş.Gör. Dr. Nilüfer Baturayoğlu Yöney'in

dört bölüm halinde sizlere sunduğumuz "19. Yüzyılın Sonu ve 20. Yüzyılın Başında İstanbul'da Yapı Dış Cephelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimari Değerlendirmesi" başlıklı çalışması, 4.bölümüyle bu sayımızda son bulmaktadır.

İlgili her kesimin beğenisini kazanan dergimizdeki son çalışma ise, İBB KUDEB Müdürümüz Y.Mimar M.Şimşek Deniz'in KUDEB'in başarılı ve dünyada "İstanbul Modeli" olabilme sırlarının ipuçlarını veren yoğun faaliyetlerini anlatan açıklamaları.

Beşinci sayımızda dokuz adet makale bulunuyor; ayrıca bize ulaşıp da yayımlayamadığımız fakat gelecek sayılarımızda istifade edebileceğiniz oldukça fazla çalışma var. Yayıma koyma tercihlerimiz, tabii ki yazıların bize ulaşma önceliklerine göre oluyor. Dergimize çalışmalarlarıyla katkıda bulunan tüm yazarlarımıza teşekkürümüzü sunuyoruz.

İleriki sayılar için çalışmalarıyla katkıda bulunacak bilim insanlarına ve uygulamacılara, son sayfamızdaki yazım kılavuzunu dikkate alarak değerli makalelerini yazmalarını diliyor; reklamları ile bizlere yardımcı olan, kültür varlıklarının korunmasında hassasiyet gösteren kurum ve kuruluşlara teşekkür ediyoruz.

Saygılarımızla.

nimet alkan

#### HAKEM KURULU

Prof. Dr. Zeynep Ahunbay  
Prof. Dr. Erol Gürdal  
Prof. Dr. Ahmet Ersen  
Prof. Dr. Nur Akın  
Prof. Dr. Hasan Böke  
Prof. Dr. Mustafa Erdoğan

Doç. Dr. Yegan Kahya  
Doç. Dr. Ahmet Güleç  
Yrd. Doç. Dr. Gülsün Tanyeli  
Yrd. Doç. Dr. A. Vefa Çobanoğlu  
Yrd. Doç. Dr. F. Ahmet Yüksel  
Yrd. Doç. Dr. Namik Aysal

Y. Mimar M. Şimşek Deniz  
Y. Mimar (Rest.) Burçin Altınsay  
Kimya Müh. Güven Gökçe  
Kimya Müh. Nimet Alkan  
Uzm. Rest. Konservatör  
Gülseren Dikilitaş

## DOCUMENTATION AND RESTORATION PERIODS OF A TIMBER BUILDING IN SULEYMANIYE, ISTANBUL

### SUMMARY

Incidents of the implementations improper to the authenticity of the traditional timber buildings can be seen both in the project and restoration phases. In this context; KUDEB\* under Istanbul Metropolitan Municipality has conducted a sample project based on "the authenticity" including the whole methodology from documentation to implementation. The studies have been carried out according to the national and international conservation criteria. The projects of the building located on Kayserili Ahmet Pasha Street in Suleymaniye were prepared by the project team and the building materials were analysed by the Restoration & Conservation Laboratories in KUDEB. The restoration implementations of the project were proceeded by the craftsmen and the trainees of the Timber Training Workshop. The original building materials and traditional construction techniques were used in the project under the criteria of "authenticity" and "sustainability". In spite of the fact that the building was heavily ruined, original details were preserved in situ as much as possible and the missing parts were completed by the offered materials suited with the original ones. During the implementation process, firstly the improper additions were removed, then the structure was propped up and repaired partially in care. The building is assigned for KUDEB units after the restoration.

\*KUDEB: Directorate for the Inspection of Conservation Implementations

# Süleymaniye 569 Ada 13 Parsel'de Yer Alan Ahşap Yapıda Proje Ve Uygulama



SÜMEYYE MERYEM ARSLAN,  
ALİDOST ERTUĞRUL\*

► Süleymaniye, bilindiği üzere; Zeyrek, Sur-u Sultanî'nin içi ve İstanbul Kara ve Deniz Surları ile birlikte, 1985 yılında UNESCO Dünya Kültür Mirası Listesi'ne alınmıştır. Dünya miras alanları içerisinde yer alan İstanbul Tarihi Yarımada'da, özellikle Süleymaniye ve Zeyrek bölgelerinde var olan geleneksel ahşap mimari, yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Kentin tarihi bölgelerinde yer alan sivil mimarlık örneği yapılar, yangınlardan ve imar faaliyetlerinden zarar görmüşlerdir. Yapılar, özgünlüklerine aykırı yöntemlerle yürütülen bakım onarım çalışmaları ile niteliklerini yitirmektedirler. Öte yandan yeniden yapım veya restorasyon çalışmaları sırasında, ahşap yapılar için özgün niteliği- otantikliği bozmadan koruyacak bir proje metodolojisi ve uygulama yöntemi kullanılmadığından; yapılan restorasyon çalışmaları, geleneksel dokunun bozulma aracı olmaktadır.

Ahşap yapılarda proje ve uygulama çalışmalarının temel ilkesi: korunmuş olarak günümüze ulaşan özgün yapı elemanları ve detaylarının,



Şekil 1. Pervititch Haritası'nda yapı ve çevresi (Pafta No:41)

maksimum oranda yerinde korunabilmesi ve ömrünün uzatılabilmesi olmalıdır. Bugün koruma kavramının geldiği son noktada, çeşitli tüzük ve bildirilerde dile getirilen ve evrensel olarak kabul gören temel ilkeler: özgünlüğün korunması, korumanın sürdürülebilir olması, farklı uzmanlık alanlarının birlikte rol alması ve koruma yaklaşımları ile edinilen bilgi ve deneyimlerin paylaşılması olarak özetlenebilir.

Evrensel prensiplere paralel ola-

rak yapılarda ve tarihi çevrelerde özgünlüğü korumak amacıyla, dünya miras alanlarında dikkat edilmesi gerekenler uluslararası sözleşmelerde dile getirilmiştir. Dünya Miras Sözleşmesi'nde yer alan müdahale prensiplerine göre, otantikliği korumak için yapılması gerekenler;

- Malzemede Otantiklik
- İşçilikte Otantiklik
- Tasarım Otantikliği
- Konum Otantikliği şeklinde sıralanmıştır.

\* Restoratör-İç Mimar Sümeyye Meryem Arslan, Y. Mimar Alidost Ertuğrul; İBB KUDEB Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı-Proje Grubu; e-posta: alidost.ertugrul@ibb.gov.tr



Şekil 2. Yapının geçirdiği aşamalar. (En eski fotoğraftan uygulama öncesine kadar; kaynak: Koruma Kurulu (KTVKK) ve KUDEB arşivleri)

İBB KUDEB Proje Grubu, Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı, Ahşap Eğitim Atölyesi ve danışman öğretim üyelerinin katkılarıyla, yukarıda belirtilen nitelikte örnek proje ve uygulama çalışmalarının gerçekleştirilmesi amacıyla; Süleymaniye Kirazlı Mescit ve Kayserili Ahmet Paşa Sokağı'nda yer alan iki ahşap yapı üzerinde çalışılmaktadır.

Koruma-Restorasyon proje metodolojisi ve uygulaması konusunda yürütülen çalışma ile, Süleymaniye Kayserili Ahmet Paşa Sokağı'nda yer alan ahşap sivil mimarlık örneği yapıda proje ve uygulama metodolojisi, yukarıda belirtilen esaslar dâhilinde hayata geçirilmiştir. Geleneksel yapım yöntemi devam ettirilerek, aynı zamanda yapının sağlam kalabilen özgün parçalarının maksimum derecede korunması ilkesi esas alınarak uygulama gerçekleştirilmiştir.

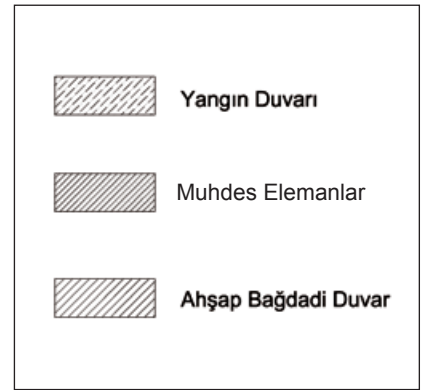
### Çalışma Konusu Yapı

Süleymaniye Kayserili Ahmet Paşa Sokağı, 569 Ada 13 Parsel'de yer alan ahşap evin tarihçesi ile ilgili olarak elimizde kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Yapı detayları ve eski haritalardan, yapının 19.yüzyıl sonu - 20.yüzyıl başına tarihlenen bir süreçte inşa edildiği tahmin edilmektedir. Yapı; yarım bodrum kat, iki normal kat ve çatı katından oluşmaktadır. Bodrum katı, yol eğiminden yararlanılarak yapının batı köşesine yerleştirilmiştir. Bu katın, ısınma şekline bağlı olarak kömür-odun deposu olarak kullanıldığı düşünülmektedir. İlk yapıldığında tek ailenin kullanımında olan yapı, zamanla çevrenin de niteliğini yitirmesiy-

le, her katında farklı ailelerin veya bekârların barındığı bir yapıya dönüşmüştür. Yapının farklı devirlerde kullanımına paralel olarak, arka tarafında yer alan bahçe kısmına yığma-betonarme karma teknikte, iki katlı bir yapı inşa edilmiştir. Ahşap yapıdan bu ek yapıya geçiş, merdiven pencerelerinden ve yapıya bitişik odada açılan bir kapıdan sağlanmış; içerisinde oluşturulan mutfak, ıslak hacim ve odalar, katlardan açılan geçişlerle kullanılmıştır. Zemin katta sokağın köşesinde yer alan odalardan bir tanesinin kapısı içeriden kapatılmış, bu hacmi dükkâna dönüştürmek amacıyla pencereler ve taşıyıcı ahşap elemanlar kaldırılmış, yığma ayaklar üzerine eklenen giriş ile dükkân vitrini oluşturulmuştur. İlerleyen süreçte, kısmi bodrum katını dükkân olarak kullanmak amacıyla dışarıdan merdiven yapılmış ve giriş verilmiştir.

### Belgeleme ve Tespit Çalışmaları

Yapının mevcut durumunu ortaya koyabilmek için yürütülen röle ve çalışmaları, KUDEB proje grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan analitik röle çalışmaları ile, yapının özgün malzemeleri ve değiştirilen malzemelerinin yanı sıra, özgün kalabilen ve niteliğini yitiren kısımları da tespit edilmiştir. Belgeleme-tespit çalışmalarının ileri aşaması olarak, yapının özgün niteliğini korumakta olan yapı malzemelerinin karakter ve bileşenlerini ortaya koymak amacıyla, KUDEB Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı tarafından malzeme örnekleri alın-



Şekil 3. Röle ve lejandı

mış ve incelenmiştir. Ardından yapıda kullanılan harç, sıva ve ahşapların cinsleri tayin edilmiştir.

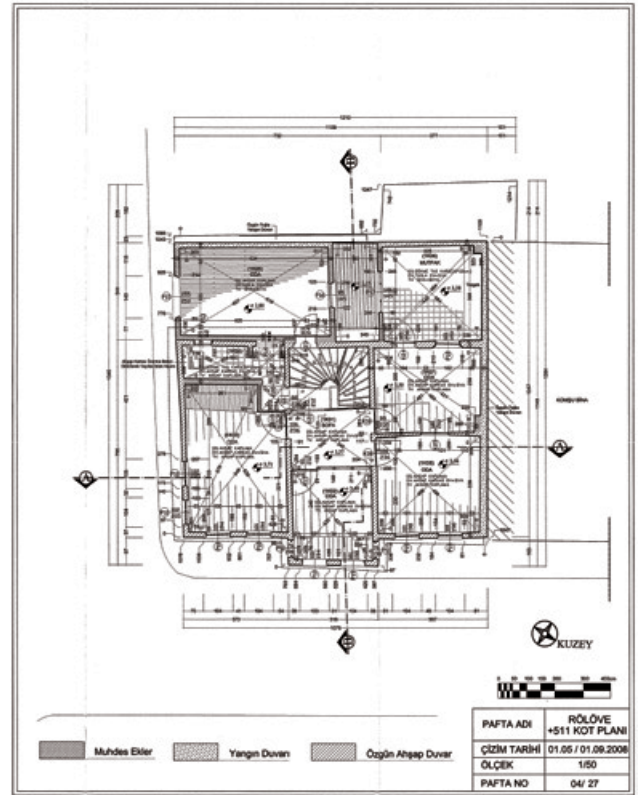
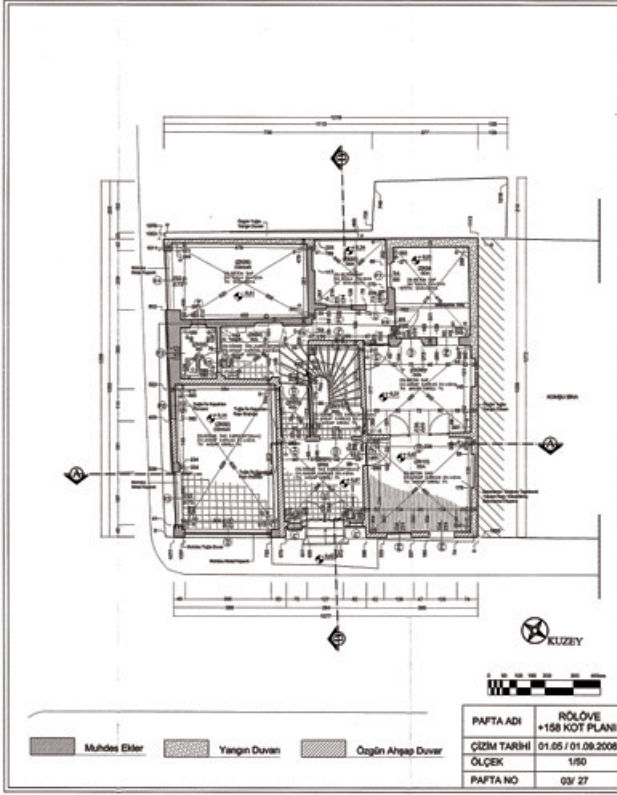
Yapıda gerçekleştirilen röle çalışmaları ile, yapının mevcut durumu ve koruma sorunları tespit edilmeye çalışılmıştır. Hazırlanan analitik rölede, yapının farklı dönem müdahaleleri, malzeme farklılıkları ve bozulmaları gösterilmiştir. Röle ve çalışmaları ile birlikte, yapıya ait eski belge, harita ve fotoğraf araştırmaları yapılmıştır. Bulunabilen eski fotoğraflar yardımıyla yapının özgün durumu tespit edilmiştir. Pervitich Haritaları'nda ve eski hava fotoğraflarında, yapı ile bahçe kısmındaki tek katlı müstemilat yapısı belirgin olarak görülmektedir.

Röle ve sonuçunda yapının plan düzleminde tespit edilen müdahaleler şu şekildedir: Kömürlük olarak inşa edilen bodrum katı, dışarıdan kapı açılarak dükkâna dönüştürülmüş; bodrum katın üzerinde yer alan hacimlerde, tavan yüksekliğini artırmak için özgün döşeme kaldırılıp betonarme olarak yeniden yapılmıştır. Girişin solundaki ZK02

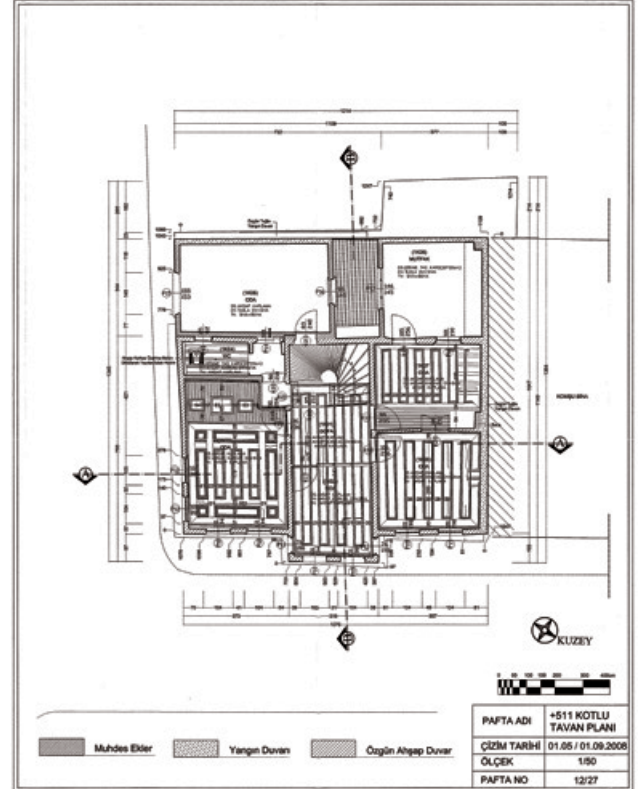
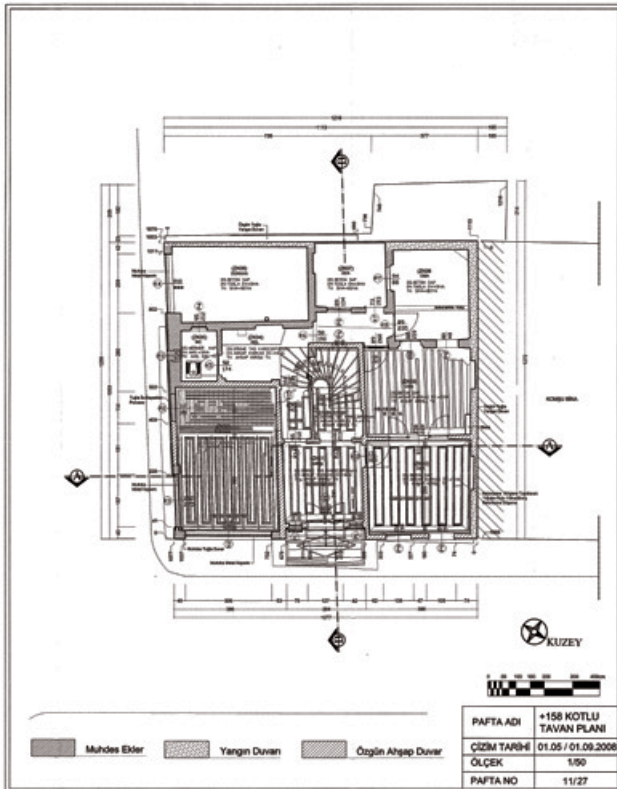
mekânı da dışarıdan kullanılan bir dükkâna dönüştürülmüş, içerideki giriş kapısı tuğla ile örülerek iptal edilmiştir. Merdivenin önünde, 1.kat ile zemin katı birbirinden ayırmak

üzere muhdes bölme duvarı oluşturulmuştur. Yapının bahçe kısmında zemin katın kullanımı için betonarme ekler oluşturulmuş ve yapıya birleştirilmiştir. ZKO9 ve ZK10 nu-

maralı odalar, aralarındaki duvar yıkılarak birleştirilmiştir. Birinci kattaki 1K03 ve 1K04 mekânları arasındaki duvarda kaydırma yapılarak, yapının arka cepheye bakan bölümünde



Şekil 4. Zemin kat ve 1.kat planları (Rölöve)



Şekil 5. Zemin kat ve 1.kat tavan planları (Rölöve)

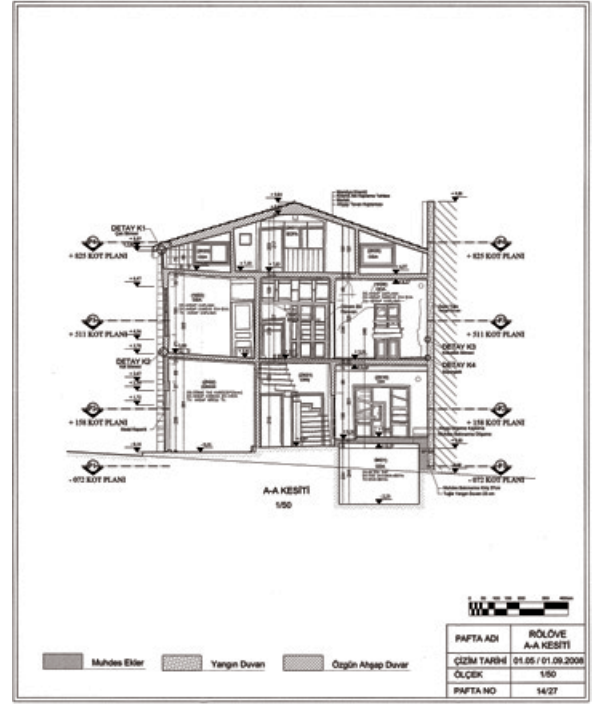
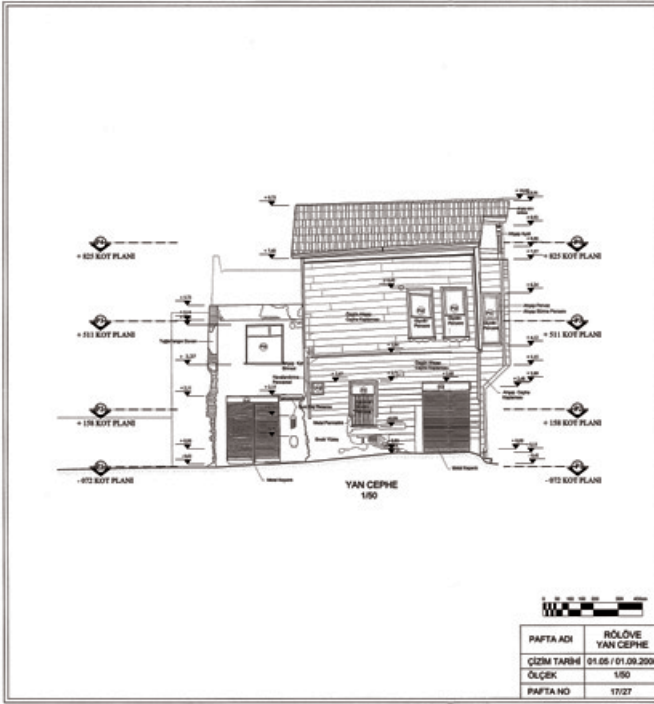
tuvalet-banyo olarak kullanılan bir mekân elde edilmiştir. 1.kat sofasında yer alan ahşap bölme, merdivenin önüne taşınmıştır. 1K07 ve 1K08 hacimleri arasında geçiş için çift kanatlı bir kapı açılmıştır. Çatı katında ise, merdivenin bir yanına tuvalet mekânı getirilmiş, diğer tarafına da ahşap bölme yapılmıştır.

### Yapının Problemleri

En belirgin problem olarak; asıl sahibinin yapıyı terk etmesinden sonra, yapının farklı kullanıcılar tarafından kullanılması gösterilebilir. Kiralayan kullanıcılar yapıyı sahiplenmemişler, ayrıca özgün yapıya kendi kullanımlarına göre, taşıyıcısın-

dan mekân düzenlemesine kadar farklı boyutlarda zararlar vermişlerdir. Yapılan müdahaleler ile, özgün yapının bazı taşıyıcı duvarları kaldırılmış; taşıyıcı sistemi bozulmuştur. Özellikle zemin katta oluşturulan dükkân, yapının arka tarafa doğru düşeyden ayrılmasına yol açmıştır. Benzer bir müdahale ile, bodrum kata dükkân yapmak amacıyla dükkânın olduğu tarafta ahşap döşeme kaldırılarak betonarmeye dönüştürülmüş; özgün döşeme kotu yaklaşık 25cm yukarıya kaldırılmıştır. Odalar arasında açılan boşluklar ve arka tarafa eklenen yığma yapıya geçişi sağlayan açıklıklar nedeniyle, taşıyıcı sistemin zarar gör-

düğü tespit edilmiştir. Yapıyı geçici sürelerle kullanan kiracılar, yapının bakım onarımını gerçekleştirmemişler; buna karşın yaptıkları geçici çözümlerle yapının otantikliğini yitirmesine yol açmışlardır. Özellikle çatı örtüsünün bakımı yapılmadığı için, buradan gelen su çatının taşıyıcı sistemine zarar vermiştir. Ayrıca yapı içerisindeki ıslak hacimlere farklı kalınlıklarda (15-25cm arasında) betonarme döşeme yapılmıştır. ıslak hacimlerden gelen su, ahşap taşıyıcı ve döşeme elemanlarında bozulmalara yol açmış; aynı zamanda betonarme döşemenin verdiği aşırı yük, yapının taşıyıcı sistemine zarar vermiştir.



Şekil 6. Kuzeydoğu görünüşü ve A-A kesiti (Rölöve)  
(Yapının dengesinin arka tarafa doğru bozulduğu görülmektedir.)



Şekil 7. Giriş kapısı ve 1.kata çıkan ahşap merdiven



Şekil 8. Zemin kattaki muhdes geçiş ve kapatılan oda giriş kapısı



Şekil 9. 1.kat merdiven holündeki dönem eki ahşap bölme



Şekil 10. 1.kat 1K03 nolu odada gözlenen deformasyon ve malzeme bozulmaları



Şekil 11. 1.kattaki muhdes tuvalet mekânı (1K04) ve oda kapıları



Sekil 12. Çatı katı ve balkonun görünümü



Sekil 13. Yapının ön ve yan cepheleri

## Malzeme Analizleri- Harç ve Sıvalar

Özgün yapıda kullanılan malzemelerin belirlenmesi amacıyla, yapının farklı noktalarından 16 adet malzeme örneği alınmıştır. Bunların ilk sekiz adedi harç ve sıva, diğer sekizi ise yapının farklı bölgelerinden alınan ahşap ör-

nekleridir. Yapıda kullanılan harç ve sıvalarla ilgili olarak yapılan tespit ve öneriler şu şekilde sıralanmıştır:

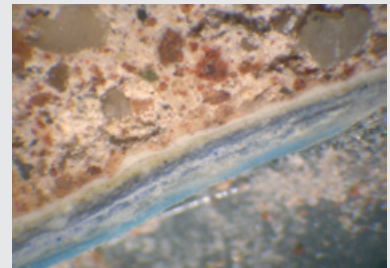
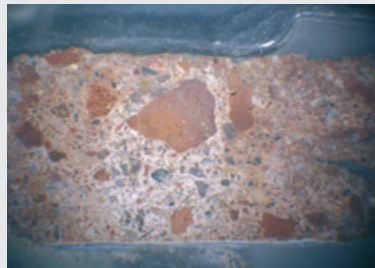
**Örnek 1a:** 1b numaralı örneğin yüzeyinde bulunan mavi renkli boya örneğinde protein

tespit edilememiştir.

**Örnek 1b:** Yapının ikinci kat merdiveninin solundaki duvar yüzeyi- bağdadi sıvasından alınmış olan örneğin bağlayıcısı %20-25 oranında hidrolik kireçtir. Örneğin 4mm elek altı olan ag-



Sekil 14. Örnek 1'in alındığı yer



Sekil 15. sol: Örnek 1b'nin genel dokusu (Tek Nikol, Stereo Mikroskop), sağ: Örnek 1b'den detay (Beyaz, sarı ve mavi renkli boya tabakaları; Tek Nikol, Stereo Mikroskop)



regalarının %30'u tuğla kırığı ve tozu olup, kalanı kara kumdur. İçerisinde kıtık bulunan örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tuzunun, canlı organizma kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir. Örnekte protein tespit edilememiştir.

**Örnek 2:** Çatı katı bağdadi kaba sıvasından alınmış olan sıva örneğinin bağlayıcısı %15-20 oranında hidrolik kireçtir. Örneğin 4mm elek altı olan agregalarının tamamı kara kumdur. İçerisinde kıtık bulunan örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tuzunun canlı organizma kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir. Örnekte protein tespit edilememiştir.

**Örnek 2a:** 2 numaralı örneğin yüzeyinde bulunan yeşil renkli boya örneğinde protein tespit edilememiştir.

**Örnek 3:** Çatı katı bağdadi sıvasından alınmış olan sıva örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hidrolik kireçtir. Örneğin 4mm elek altı olan agregalarının %20-25'i tuğla kırığı olup kalanı kara kumdur. İçerisinde kıtık katkı bulunan örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tuzunun canlı organizma kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir. Örnekte protein tespit edilememiştir.

**Örnek 3a:** 3 numaralı örneğin yüzeyinde bulunan mavi renkli boya örneğinin bağlayıcısı protein esaslıdır.

**Örnek 3b:** 3a'nın yüzeyinde bulunan beyaz renkli boya örneğinde protein tespit edilememiştir.

**Örnek 4:** Yapının ikinci kat bağdadi sıvasından alınmış olan sıva örneğinin bağlayıcısı %20 civarında hidrolik kireçtir. Örneğin 4mm elek altı olan agregalarının %2-3'ü karbonatlı agrega, %30-35'i tuğla kırığı ve tozu olup, kalanı kara kumdur. İçerisinde kıtık bulunan örnek-

te tespit edilen klor ( $\text{Cl}^-$ ) tuzunun yapı malzemesinden, sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) tuzunun hava kirliliğinden, az miktarda bulunan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tuzunun canlı organizma atıklarından, proteinin ise sıvaya katılmış olan kıtiktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Örnek 5:** Yapının ikinci kat bağdadi sıvasından alınmış olan sıva örneğinin bağlayıcısı 150-200 dozlu beyaz çimentodur. Örneğin 4mm elek altı olan agregalarının %20'si volkanik şistlik kayaç parçası olup, kalanı kara kumdur. Örnekte kayda değer oranda tuz tespit edilememiştir. Örnekte tespit edilen proteinin, sıvaya eklenen protein esaslı katkı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Örnek 6:** Yapının ikinci kat bağdadi sıvasından alınmış olan harç örneğinin bağlayıcısı %15 civarında hidrolik kireçtir. Örneğin 4mm elek altı olan agregalarının %15'i karbonatlı agrega olup, kalanı kara kumdur. Örnekte tespit edilen nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) tuzlarının canlı organizma kalıntılarında, proteinin ise harca eklenen protein esaslı katkı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Örnek 7:** Yapının giriş kat bağdadi sıvasından alınmış olan sıva örneğinin bağlayıcısı %25-30 oranında hidrolik kireçtir. Örneğin 2mm elek altı olan agregalarının tamamı kara kumdur. Örnekte tespit edilen az miktardaki klor ( $\text{Cl}^-$ ) tuzunun yapı malzemesinden, az miktardaki nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tuzunun canlı organizma kalıntılarında, proteinin ise sıvaya eklenen protein esaslı katkı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Örnek 7a:** 7 numaralı örneğin yüzeyinde bulunan mavi renkli boyanın bağlayıcısı protein esaslıdır.

**Örnek 8:** Yapının giriş kat bağdadi sıvasından alınmış olan

sıva örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hidrolik kireçtir. Örneğin 3mm elek altı olan agregalarının %2-3'ü karbonatlı parçacık, %5-10'u tuğla kırığı ve tozu, kalanı kara kumdur. İçerisinde az miktarda kıtık bulunan örnekte tespit edilen fazla miktardaki klor ( $\text{Cl}^-$ ) tuzunun yapı malzemesinden, az miktardaki nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tuzunun ise canlı organizma kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir. Örnekte protein tespit edilememiştir.

## Harç ve Sıva Önerileri

Yapının arka cephesinde yer alan yangın duvarının, işlev ve niteliğini yitirmiş olması nedeniyle, sökülüp yeniden örülmesi gerektiği ortaya konmuştur. Yeniden örme işlemi sırasında kullanılacak harcın terkinin şu şekilde olması gerektiği önerilmiştir:

1 kısım söndürülmüş kireç

2 kısım 4mm elek altı kara kumu

Bağdadi çıtalarının üzerine uygulanacak kaba sıva için:

1,5 kısım söndürülmüş kireç harcı

3/4 kısım 3mm elek altı dere kumu

1/4 kısım 2mm elek altı tuğla tozu

20L (1 teneke harç için) harç için 20-25g, 10-15mm

uzunlukta kesilmiş ve dibekte dövülmüş kıtık

Bağdadi çıtalarının üzerine uygulanacak ince sıva için:

1,5 kısım söndürülmüş kireç harcı

3/4 kısım 2mm elek altı dere kumu

1/4 kısım 2mm elek altı tuğla tozu

Yapının yangın duvarı ve bodrum pencerelerinin çevresine, aşağıda terkinin verilen suni taş sıvanın uygulanması tavsiye edilmiştir:

1 kısım hidrolik kireç

1 kısım 1mm elek altı

kireçtaşı (küfeki) kırığı

1 kısım 1mm elek altı  
Kemberburgaz kumu  
Harç suyu olarak, %3'lük  
konsantrasyonda akrilik emül-  
sion Primal AC33 kullanılması  
uygun olacaktır.

## Malzeme Analizleri- Ahşap

Yapıda kullanılan ahşap cinsle-  
rinin tayini için yapılan incele-  
mede, Süleymaniye evleri için  
de referans oluşturabilecek tes-  
pitlerde bulunulmuştur. Yapılan  
tespitler şu şekildedir:

**Örnek 9:** Pencere doğrama-  
sından alınan Örnek 9'un, mak-  
roskobik ve mikroskobik ince-  
lemeler sonucunda Çam (*Pinus*  
*spp.*) olduğu tespit edilmiştir.

**Örnek 10:** Bağdadi çıtasın-  
dan alınan Örnek 10'un, mak-  
roskobik ve mikroskobik incele-  
meler sonucunda Gökmar (*Abies*  
*spp.*) olduğu tespit edilmiştir.

**Örnek 11:** Ana dikmeden  
alınan Örnek 11'in, makrosko-  
bik ve mikroskobik incelemeler  
sonucunda Meşe (*Quercus spp.*)  
olduğu tespit edilmiştir.

**Örnek 12:** Döşeme kapla-  
masından alınan Örnek 12'nin,



Şekil 16. Örnek 9'un alındığı yer

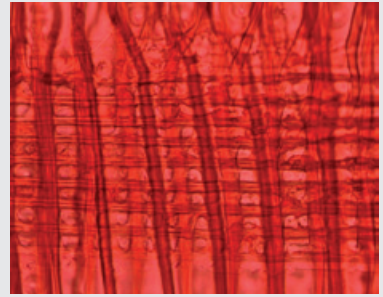
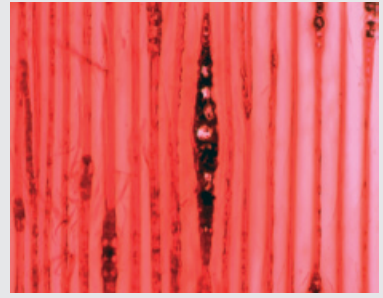
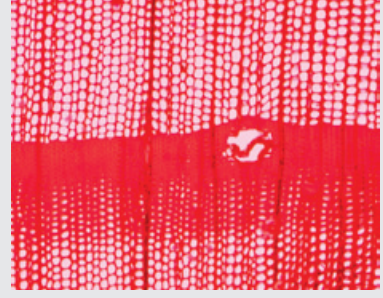
makroskobik ve mikroskobik in-  
celemeler sonucunda Ladin (*Pi-  
cea spp.*) olduğu tespit edilmiştir.

**Örnek 13:** Tavan kapla-  
masından alınan Örnek 13'ün,  
makroskobik ve mikroskobik in-  
celemeler sonucunda Ladin (*Pi-  
cea spp.*) olduğu tespit edilmiştir.

**Örnek 14:** Merdivenden  
alınan Örnek 14'ün, makrosko-  
bik ve mikroskobik incelemeler  
sonucunda Ladin (*Picea spp.*)  
olduğu tespit edilmiştir.

**Örnek 15:** Cephe kaplama-  
sından alınan Örnek 15'in, mak-  
roskobik ve mikroskobik ince-  
lemeler sonucunda Çam (*Pinus*  
*spp.*) olduğu tespit edilmiştir.

**Örnek 16:** Ara dikmeden  
alınan Örnek 16'nın, makrosko-  
bik ve mikroskobik incelemeler  
sonucunda Çam (*Pinus spp.*) ol-  
duğu tespit edilmiştir.



Şekil 17. Pencere Örnek 9 üst: Transversal kesit 4x (300 µ), Orta: Tanjansiyel kesit 10x (150 µ), alt: Radyal kesit 20x (50 µ)

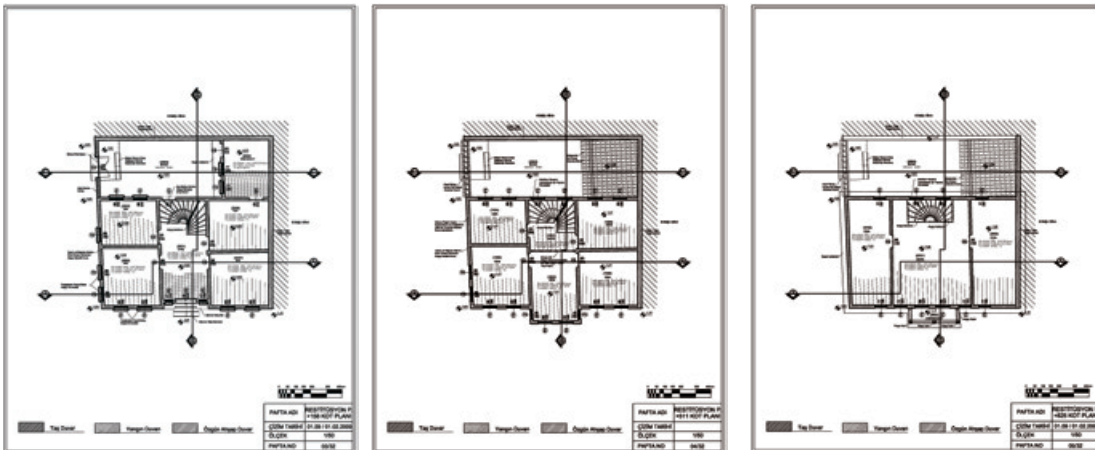
\* İBB KUDEB Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı, Restorasyon ve Konservasyon Raporu'ndan alınmıştır (Rapor no: 58, 05.06.2008).

## Restitüsyon ve Restorasyon Proje Çalışmaları

Süleymaniye 569 ada 13 parsel'de  
yer alan ahşap yapının özgün plan  
şeması, harap vaziyetine rağmen rö-

löveler üzerinden takip edilebilmek-  
tedir. Yapıda farklı dönemlere ait ni-  
teliksiz ekler dışında, korunması ge-

rekli dönem ekleri bulunmamakta-  
dır. Ayrıca, yapının analitik röleve-  
si üzerinde yapılan çalışmalarla, plan



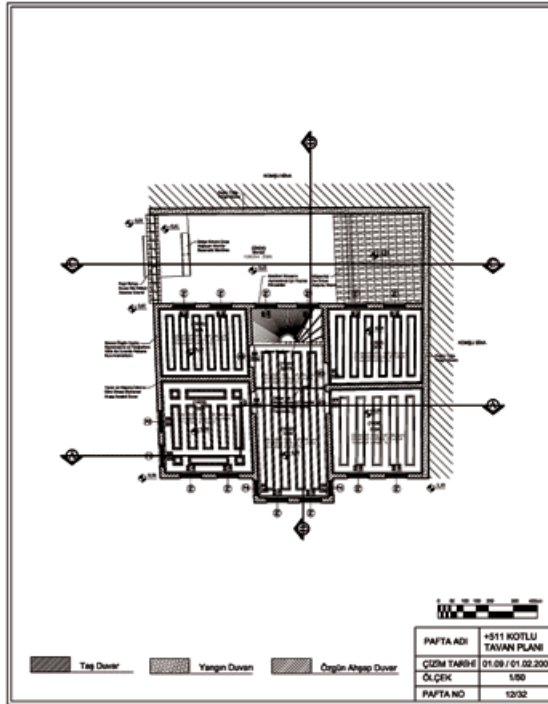
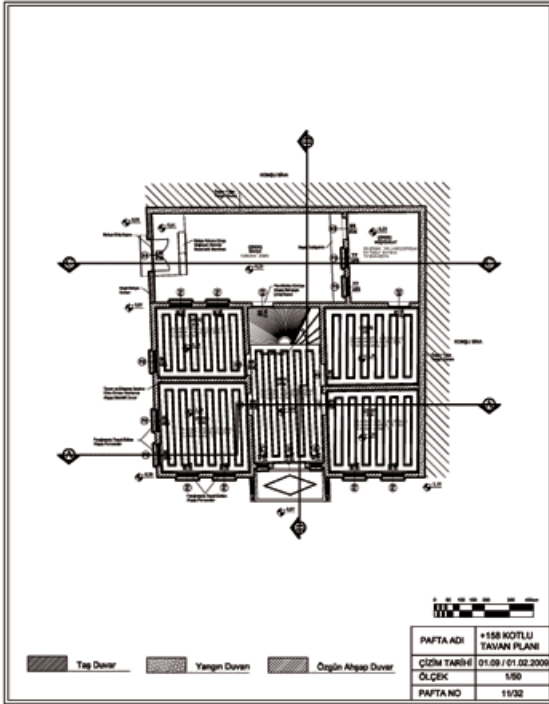
Şekil 18. Ze-  
min kat, 1.kat  
ve çatı katı  
planları (Resti-  
tüsyon)

ve kesit düzlemindeki bozulmaları ve malzeme değişimlerini okumak kolaylaşmıştır. Tespitlerin ardından, nitelsiz ekler ayıklanmış, plan ve kesitlerdeki değişimler belirlenerek restitüsyon çizimleri hazırlanmıştır. Elde edilen eski fotoğraflardan, yapının değişen pencere yerleri ve bazı mimari detayları tespit edilmiş; buna göre cephe restitüsyonları yapılmıştır. Özgün halinin “Karniyarik Plan” şeklinde olduğu düşünülen yapının planı, zaman içinde değiştirilmiştir.

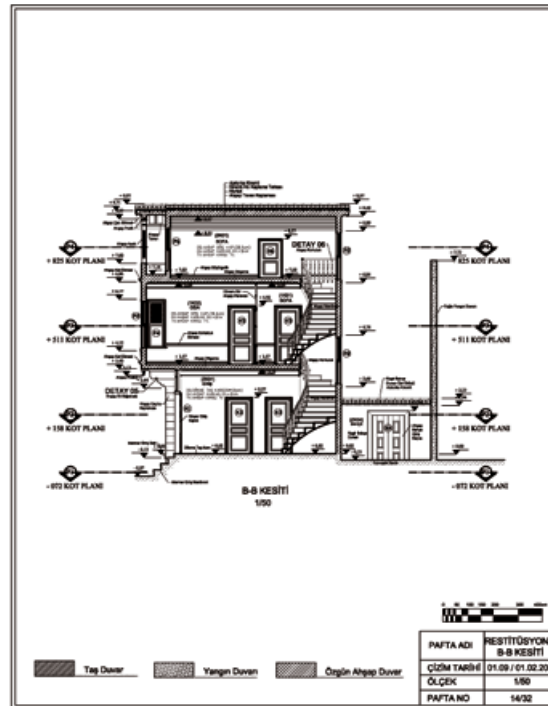
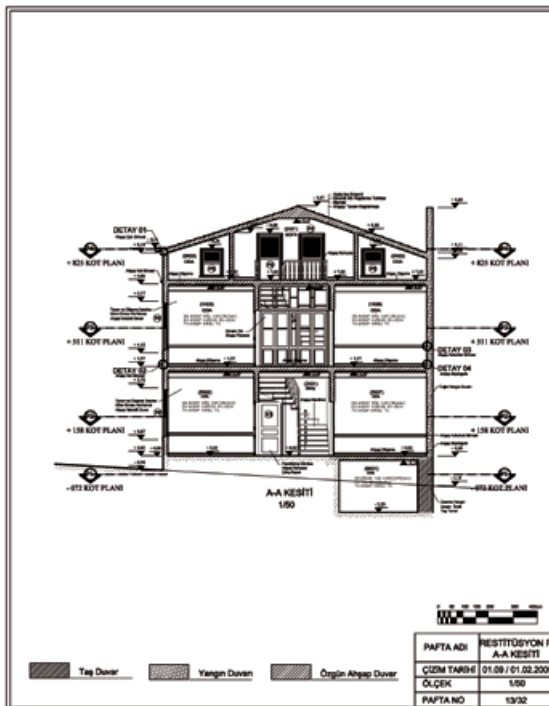
Haritalarda (Şekil 1), yapının Emir Hoca Sokak’tan girilen bahçesinin içerisinde görülen tek katlı müştemilat kısmı yıkılarak, yerine yeni betonarme yapılar eklenmiştir.

Yapının onarım sonrasında KUD-DEB birimleri tarafından kullanılması düşünülerek, restorasyon projesi hazırlanmıştır. Mutfak ve ıslak hacimler, özgün plan şemasında olduğu üzere zemin katta toplanmıştır. Tuvalet sayısı, bay ve bayan ihtiyacına yönelik olarak iki adet düşünülmüştür. Ya-

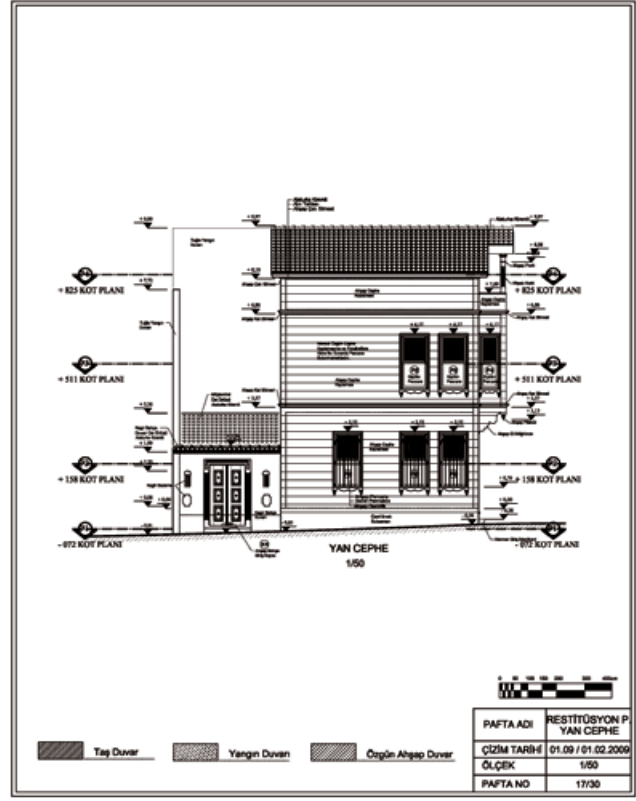
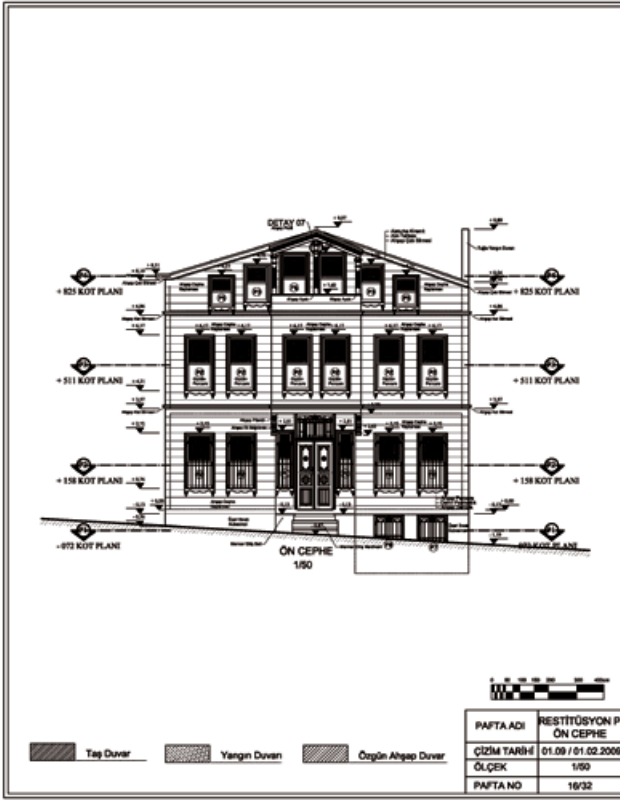
pının özgün planından farklı olarak, bodrum kata odanın içerisinde bir merdivenle erişilmektedir. Bunun gibi zorunlu düzenlemeler dışında, yapının özgün planı korunmuştur. Proje çalışmaları, yapının günümüz konfor koşulları ve kullanım amacına uygun olarak yürütülmüştür. Bu amaçla, yapının tamamını ısıtmak için kombi kalorifer tesisatı düşünülmüştür. Ayrıca ofis kullanımı için kablo kanalı ile yangın detektör sistemleri projelendirilmiş ve uygulanmıştır.



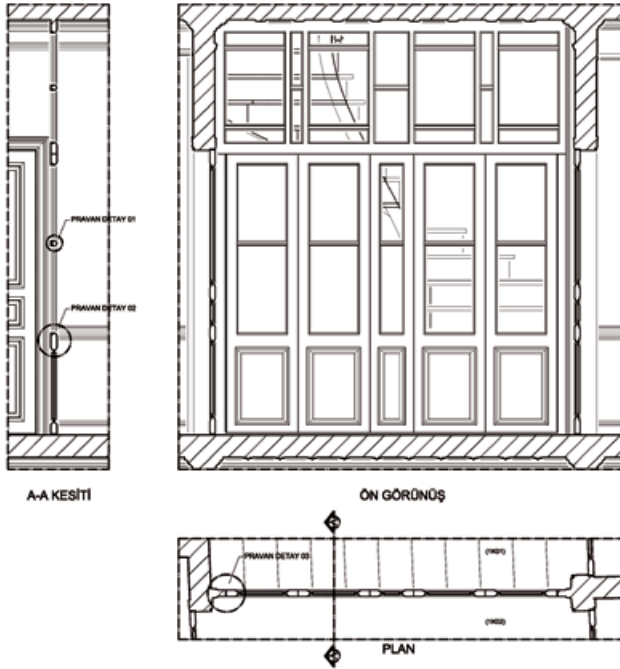
Şekil 19. Zemin kat ve 1.kat tavan planları (Resitüsyon)



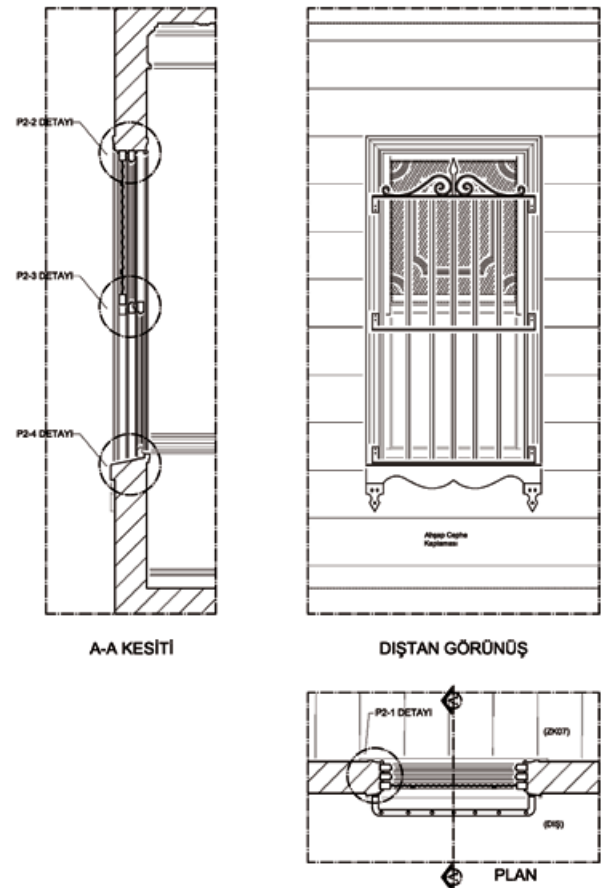
Şekil 20. A-A ve B-B Kesitleri (Resitüsyon)



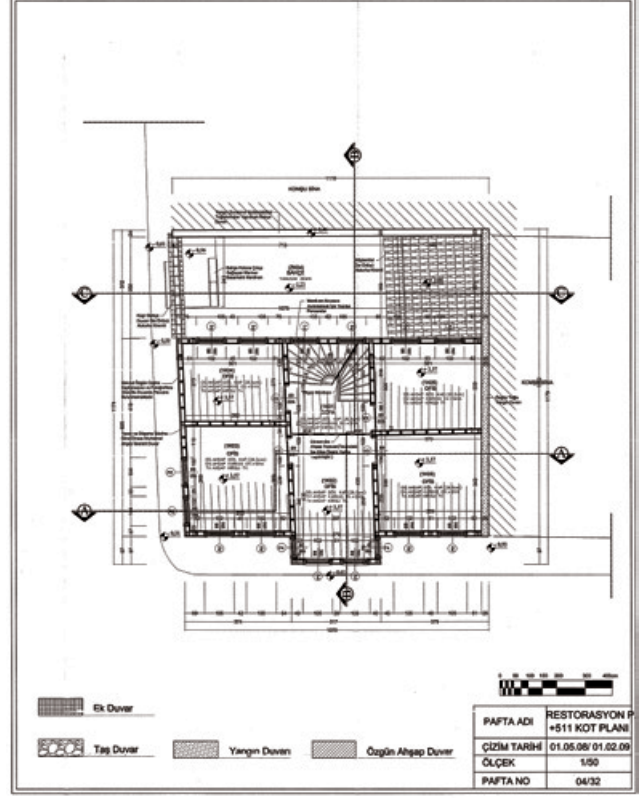
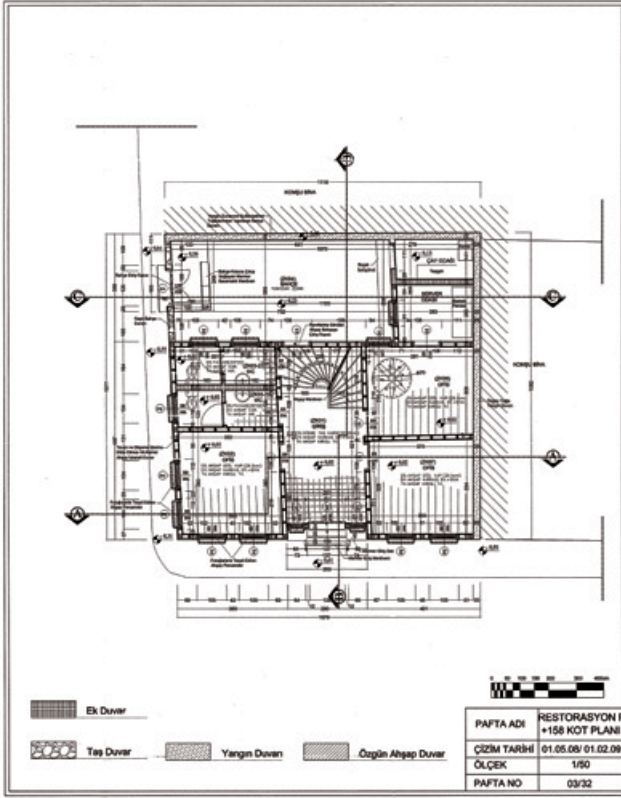
Sekil 21. Kuzeybatı ve Kuzeydoğu görünüşleri (Restitüsyon)



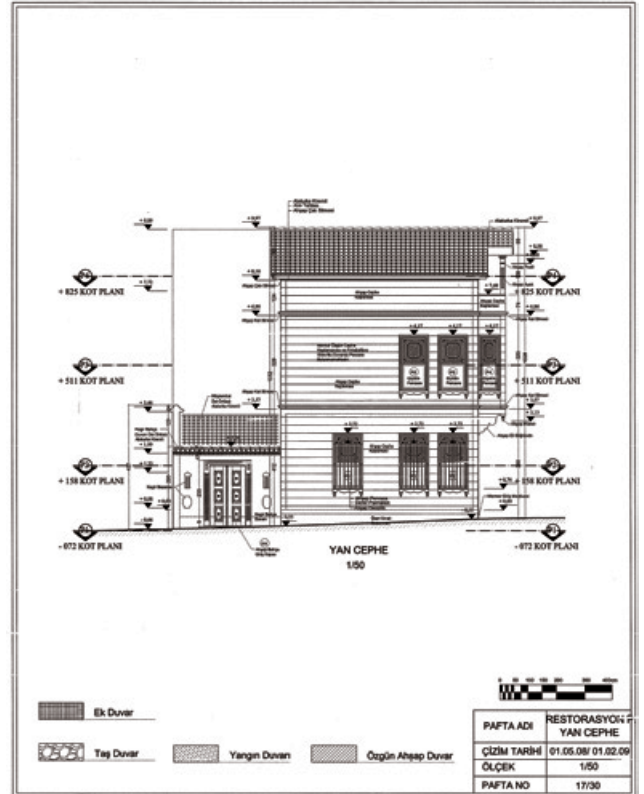
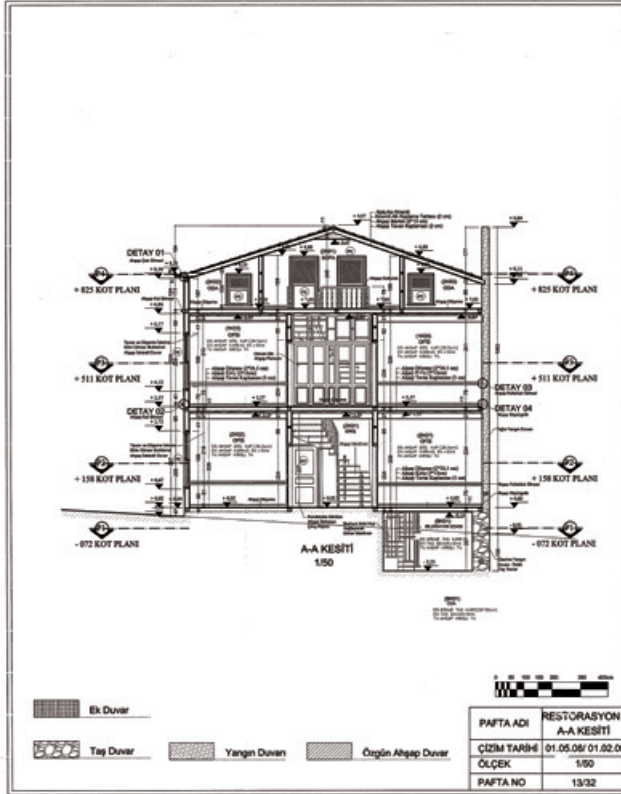
Sekil 22. İkinci kat ara bölme detayı



Sekil 23. Ahşap giyotin pencere detayı



Şekil 24. Zemin kat ve 1.kat planları (Restorasyon)



Şekil 25. A-A kesiti ve Kuzeydoğu görünüşü (Restorasyon)

## Uygulama Çalışmaları

Yapının proje çalışmasında metodoloji oluşturmanın yanı sıra, uygula-

ma aşamasında yapının özgün niteliğini kaybetmeden müdahale edil-

mesi temel yaklaşım olmuştur. Bu bağlamda, ulusal ve uluslararası dü-

zeyde kabul edilmiş tüzük ve kanunların uygulanabilirliği, çalışma kapsamında gösterilmek istenmiştir. Bilindiği üzere, Dünya Miras Alanı olan bölgelerde, dolayısıyla Süleymaniye’de yapılacak müdahaleler için, belirlenen kriterlere uyulması beklenmektedir. Aynı zamanda ICOMOS tarafından 1999’da kabul edilen “Tarihi Ahşap Yapıların Korunması İçin İlkeler” kapsamında belirtilen ilkelere de uyularak çalışmalar yürütülmüştür. Bu kapsamda yapının yıkılmadan, yerinde koruna-

rak parça parça sağlamlaştırılması, geleneksel yapım tekniğinin ve malzemelerinin korunması ve geleneksel işçilik yöntemlerinin kullanılması prensipleriyle çalışılmıştır. Ayrıca, KUDEB Ahşap Eğitim Atölyesi’nde eğitim gören öğrenci ve usta adaylarının da çalışmalara katılımı ile, geleneksel yapım tekniğinin uygulanması olarak öğrenilmesi sağlanmıştır.

**Uygulama çalışmalarının ilk aşamasında;** özgün yapıya ait olmayan niteliksiz ek ve malzemeler yapıdan uzaklaştırılmıştır. Nite-

liksiz malzemelerle yapılan bölme elemanlarının ve özgün olmayan çimentolu sıvaların sökülmesi gerçekleştirilmiştir. Yapının taşıyıcı sistemi deforme olduğundan, bahçeye inşa edilmiş olan niteliksiz ekin kaldırılması sona bırakılmıştır. Niteliksiz eklerin ayıklanması sırasında, yapının özgün ve sağlam durumunda kalabilen parçaları korunmuştur. İlk aşamada, bodrum katın betonarme döşemesi ile zemin katın yer alan dükkân kısmına müdahale edilmemiştir.



Şekil 26. Zemin kattaki betonarme döşemenin kaldırılması ve çimentolu sıvaların raspası



Şekil 27. Zemin katta dükkâna dönüştürülen hacimde siva raspası ve ahşap tavanın ortaya çıkarılması

Şekil 28. 1.kat duvarlarındaki çimentolu siva raspası sonrasında döşeme kaplamalarının sökülmesi



Şekil 29. Yapıdaki niteliksiz eklerin ayıklanması ve sağlam kalabilen parçalar korunduktan sonra askıya alma çalışmaları



Sekil 30. Yapının askıya alınmasının ardından taşıyıcı sistem ve döşemelerin değiştirilmesi ve takviyesi, kalın betonarme döşemeye teşkil edilen çatı katındaki tuvalet mekânının kaldırılması



Sekil 31. Yapı askıya alındıktan sonra dikmelerin takviyesi ve değişimi



Sekil 32. Özgün sağlam ahşap elemanlarla yeni elemanların bir arada kullanılması



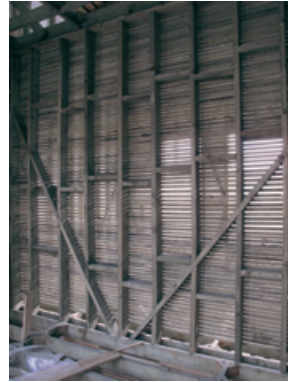
Sekil 33. Çatı katındaki döşeme ve dikmelerin değişimi ve takviyesi



Şekil 34. Yapının taşıyıcı sistem tamamlandıktan sonraki durumu



Şekil 35. Bahçeye yapılan niteliksiz ekin kaldırılması



Şekil 36. Taşıyıcı sistem onarımı tamamlandıktan sonra bağdadi çıtalarının çakılması işlemi



Şekil 38. Yangın duvarının ve bahçedeki müştemilatın yapımı

Şekil 37. Sağlam durumdaki özgün ahşap tavanların korunması ve eksik kısımların tamamlanması



Şekil 39. Cephe kaplamalarının montajı



**Çalışmanın ikinci aşamasında;** yapı askıya alınarak, taşıyıcı sistemi parça parça güçlendirilmiş ve gerekli kısımlarda yenilenmiştir. Askıya alma işlemine, yapının bitişik parselle arasında yer alan yangın duvarı tarafından başlanmıştır. Yapının taşıyıcı dikmeleri ve yangın duvarına saplanan ahşap döşeme kirişlerinden sağlam olanlar yerlerinde korunmuş, gerekenlere takviye yapılmış; bir kısmı ise değiştirilmiştir.

Taşıyıcı sistemin güçlendirilmesi ve onarımı, yangın duvarı çevresinden başlayarak, sırayla sokağın köşesinde yer alan bölümü ve bahçe cephesi olmak üzere, zemin kattan çatı katına doğru devam edecek şekilde ele alınmıştır. Yapının taşıyıcı karkas sistemi sağlamlaştırılırken, yukarıda belirtilen sürekliliği bozan niteliksiz ekler de kaldırılmıştır. Bu noktada, kritik durumdaki dükkân bölümü askıya alındıktan sonra, köşe ve

ara dikmeler yerlerine yerleştirilmiştir. Kuzeybatı bölümünün iskeleti oluşturulduktan sonra, yapının kendini taşıyabilir duruma geldiği görülmüş; bu aşamada, arka bahçede yapıya bitişik olarak inşa edilen niteliksiz yığma yapının yıkımı gerçekleştirilmiştir. Ardından arka cephenin taşıyıcı sistemi inşa edilmiştir. Bu işlemlere paralel olarak, döşeme kirişlerinin de sağlamlaştırılmaları ve onarımları yapılmıştır.

Şekil 40. Cephe kaplamaları tamamlandıktan sonra kasa ve doğramaların monte edilmesi



**Uygulamanın üçüncü aşamasında;** yapının taşıyıcı iskeletin sağlamlaştırılması işi, çatının onarımıyla tamamlanmıştır. Bu aşamada, üst örtüden gelebilecek yağmuru engelleyebilmek için, çatının kiremit örtüsü ile çinko derelerin imalatı ve montajı gerçekleştirilmiştir. Yapıdaki niteliksiz eklerin uzaklaştırılmasına paralel olarak, yapının sağlam pencere ve kapıları da sökülüp atölyede tamir edilmiş; niteliğini yitirenlerin yerine, özgün detaylara uygun olarak yenileri üretilmiştir. Bu kapsamda, yapının özgün giriş kapısı da atölyeye alınarak tamir ve bakımı yapılmıştır. Yapının dış cephe

kaplamaları ile iç bağdadi çıtalarının da montajı gerçekleştirildikten sonra, tamirleri yapılan pencere doğramaları yerlerine yerleştirilmiştir. Bahçe tarafına bitişik parseldeki yok olan yapıya ait yangın duvarı statik nedenlerle yıkıldığı için, bahçe duvarı olarak da kullanılacak olan bu duvar, özgün boyut ve niteliklerine uygun harman tuğlaları ile yeniden örülmüştür. Bu çalışmalarla birlikte, yapının arka bahçesinde yer alan ahşap karkaslı müstemilat yapısı da inşa edilmiştir. Yapının ahşap işlerinin sonunda, döşeme ve tavanların montajı ve merdivenin yapımı gerçekleştirilmiştir. Ahşap döşeme kap-

lamaları niteliklerini yitirmiş olduklarından, yerinde korunmaları mümkün olmamıştır; ancak tavan kaplamalarının sağlam kalabilenleri tamir edilerek yeniden kullanılmışlardır.

**Uygulamanın son aşamasında ise;** yapının sıva ve boya işleri ile zemin kat girişindeki döşeme kaplamalarının montajı yapılmıştır. Duvarların kaba ve ince sıva uygulamaları, laboratuvar analizleri ile belirlenen terkiplere göre yapılmıştır. Ardından yapının iç duvarları, tavanları ve cepheleri, nefes alabilen ve 19.yüzyılda üretilip yaygın olarak kullanılan renklerdeki boyalar ile boyanmıştır.



Şekil 41. Çatı onarımı ve çinko işlerinin ardından kiremitlerin döşenmesi ve balkonun tamiri

Şekil 42. Çıkma altındaki eliböğünde çıtalarının ve döşeme kaplamalarının montajı



Şekil 43. Merdivenin ilk basamağın yerleştirilmesi ve diğer basamakların montajı



Şekil 44. Duvar sıvası ve yangın duvarı üzerinde suni taş sıva uygulaması



Sekil 45. Ta-  
mir edilen gi-  
riş kapısının öz-  
gün kilit aksamı,  
montajı ve ze-  
min katta karo  
mozaik döşeme  
yapılması



Sekil 46. İç kapıların montajı, cephelerin iç ve dış astar sonrası nefes alan nitelikte boya ile boyanması

## Değerlendirme

Süleymaniye 569 Ada 13 Parsel'de yer alan geleneksel ahşap Süleymaniye evlerinden birisi olan yapıda, proje çalışmasından uygulama aşamasına kadar, özgün malzeme, yapım tekniği ve plan düzeninin korunmasına dikkat edilmiştir. Bu bağlamda, uygulama aşamasında pahalı ve zor bir yöntem olan

yapının askıya alınarak parça parça onarılması tercih edilmiştir. Sağlam kalan bütün ahşap parçalar korunmuş; niteliğini kısmen yitirmiş parçalar ise ek ve takviyeler ile yeniden kullanılmıştır. Kullanılan ahşapların özgün yapıdakilerle aynı olmasına dikkat edilmiştir. Yapıya sonradan getirilen ahşaplar ile ya-

pidan sökülen parçalar, emprenye edilerek kullanılmıştır. Yerinde korunan ahşaplar fırça ile sürme veya atomize yöntemle, yeni üretilen malzemeler ise daldırma yöntemiyle emprenye edilmiştir. Yapı, restorasyon çalışmalarının tamamlanmasının ardından, KUDEB tarafından kullanılmaya başlamıştır.

## Çalışmalar Tamamlandıktan Sonra



Şekil 47. Giriş kapısı ve giriş holünün görünümü



Şekil 48. Oda içinden ve ikinci kat holünden görünüşü

Sekil 49. Restorasyon çalışmalarını sonrasında yapının genel görünümü





Şekil 50. Çatı katındaki toplantı odası ve balkon



Şekil 51. Yapının genel görünümü



Şekil 52. Restorasyon çalışmaları sonrasında müstemilat ve bahçe kapısı

## PETROGRAPHICAL RESEARCH ON THE BUILDING STONES, PLASTERS AND MORTARS OF THE RIVA CASTLE, ISTANBUL

### SUMMARY

The Riva Castle was built near the break-in-point of the Riva Creek and the Black Sea, in the district of Riva in Beykoz, which is in the north of the Anatolian side of the Bosphorus. The castle was aimed to control the entrance and the exit of the enemy ships to the Riva Creek under the security objective of the Bosphorus and the coastline.

The western gate opens into a small atrium, passing that comes the citadel of the castle. Mostly used material in the construction is stone. However, brick walls are also encountered. The Riva Castle is quite small sized and differs from the Eskihisar and Yoros Castles in terms of architectural structure and strategic location. The circular stone arches, cellars and large cesspools show similarities with the castles of 18th and 19th centuries in Istanbul. The existing castle has no characteristics with the one conquered in the 14th century by Yıldırım Bayezid. During the English invasion, the castle was destroyed and lost its strategic significance. Today the castle is a sightseeing place. It has been detected that the rock particles used in the plasters, mortars and the building stones were provided from Upper Cretaceous formation of old Garipçe.

# Riva Kalesi Yapı Taşları, Sıva ve Harçlarının Petrografisi ve Kaynak Alanı

BENGÜ BAŞOL\*,  
M. OKAY ŞAHİN\*\*,  
MUSTAFA BAYKIR\*\*,  
GAZANFER AKINCI\*\*\*

İstanbul'un Anadolu yakasının kuzeyinde, İstanbul Boğazı'na ve Karadeniz'e sahili bulunan Beykoz ilçesinin Riva semtinde bulunan kale, Riva Deresi'nin Karadeniz'e kavuştuğu noktada inşa edilmiştir (Şekil 1). Kale, düşman gemilerinin derin olan Riva Deresi ve İstanbul Boğazı'ndan içeri girişlerini engellemek ve sahil bölgesinin güvenliğini sağlamak amacıyla yapılmıştır.

Batıya açılan bir kapı aracılığıyla içine girilen Riva Kalesi'nin küçük avlusundan geçilerek, daha yüksek olan iç kaleye ulaşılmaktadır. Kalenin yapımında, genellikle Riva ve çevresinde bulunan kayalardan elde edilen taşlar kullanılmıştır. Bununla birlikte, yer yer tuğla örgüleri de rastlanmaktadır. Bu kale, gerek ifade ettiği stratejik önem gerek de gösterdiği yapı özellikleri bakımından, Marmara kıyısındaki Eski-



Resim 1. Riva Kalesi'nin genel görünümü (kaynak: <http://www.panoramio.com/photo/29525562>, Murat Kurtel)

hisar ve Yoros kalelerinden farklılık göstermektedir. Kapıların yarım daire taş kemerleri, mahzenler ve geniş mazgallar, buranın on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıl İstanbul kaleleri ile benzerlik gösterdiği izlenimini uyandırmaktadır.

Günümüzdeki hali ile on dördüncü yüzyılda Yıldırım Bayezid döneminde Türkler'in eline geçen kale aynı değildir. İstanbul'un işgalinin ardından İngilizler tarafından tahrip edilen kale, günümüzde stratejik önemini kaybetmiştir ve bir gezi yeri

olarak hizmet vermektedir (kaynak: [www.beykoz.bel.tr](http://www.beykoz.bel.tr)).

Riva Kalesi'ndeki yapı taşları ile harç ve sıvaların üretiminde kullanılan agregaların, İstanbul'un kuzeyinde geniş bir alanda yayılım sunan Üst Kretase yaşlı volkanik istiften kaynaklandığı görülmektedir. Garipçe Formasyonu olarak adlandırılan andezitik lavlardan oluşan yapı taşları, bölgedeki dere yataklarından alınan kumlar ve yine bölgedeki taş ocaklarından sağlanan agregalar, harç ve sıvalarda kullanılmıştır.

\* Ars.Gör. BENGÜ BAŞOL, İÜ Jeoloji Müh. Bölümü, Avcılar-İstanbul, e-posta: bbasol@istanbul.edu.tr

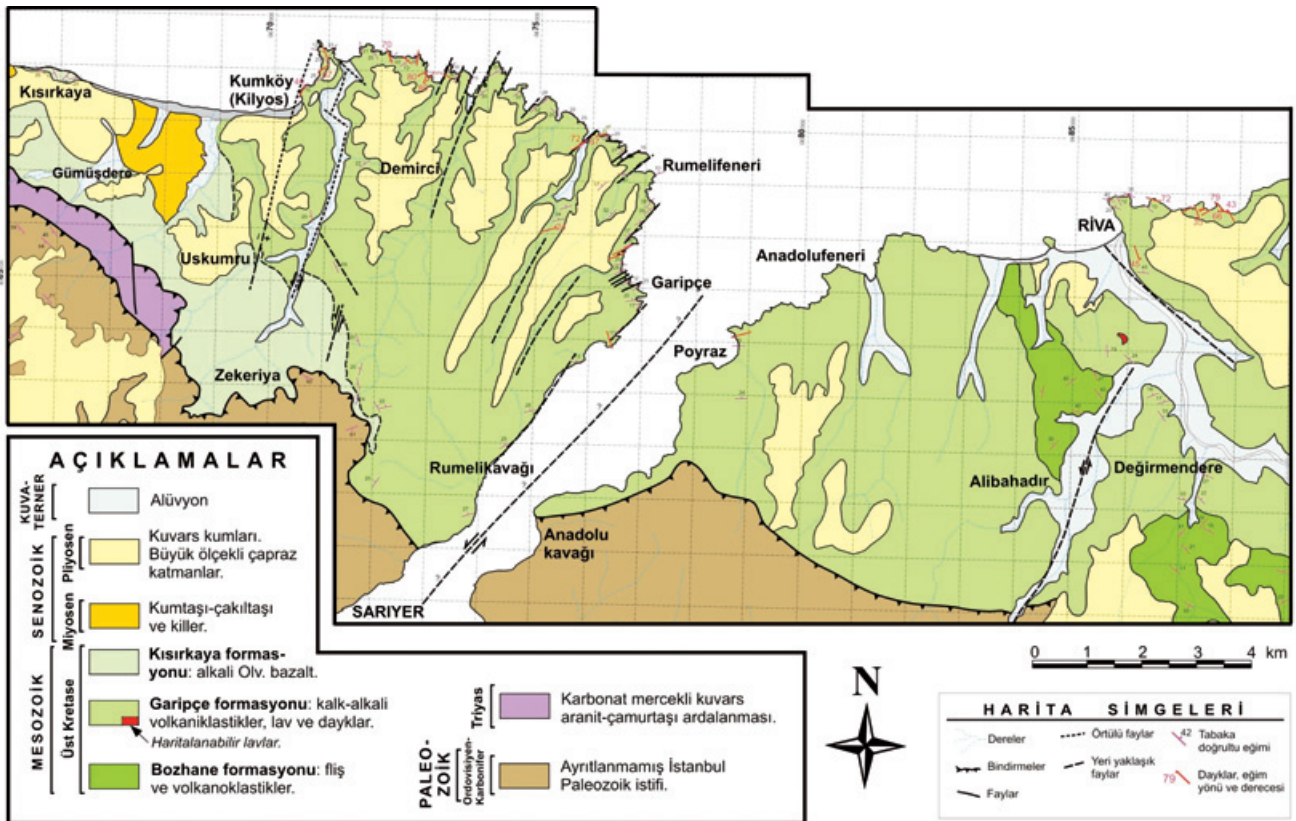
\*\* Jeo.Müh. M. OKAY ŞAHİN, Jeo.Müh. MUSTAFA BAYKIR, İBB KUDEB Restorasyon ve Konservasyon Lab., İst., e-posta: okay.sahin@ibb.gov.tr, mustafa.baykir@ibb.gov.tr

\*\*\* Maden Müh. GAZANFER AKINCI, İBB KUDEB Doğal Taş Lab., İst., e-posta: gazanferakinci@gmail.com

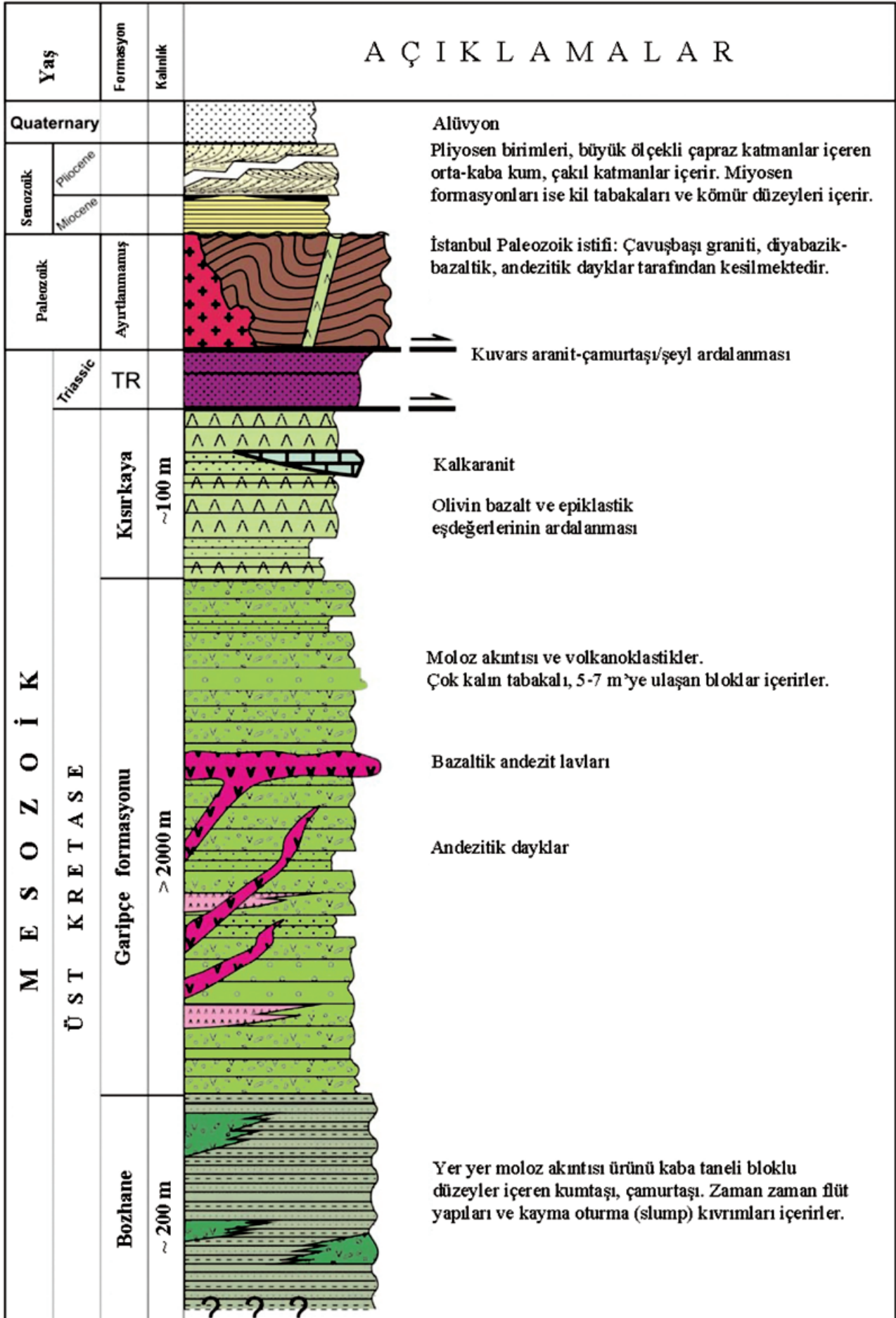




Sekil 1. Yer bulduru haritası (kaynak: Google Earth)



Sekil 2. İstanbul kuzeyi volkanik alanlarının jeoloji haritası (Keskin, vd., 2007)



Sekil 3. Riva Kalesi ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (Keskin, vd., 2007)

## Genel Jeoloji Ve Stratigrafi

Çalışma alanı ve çevresinde yaygın olarak gözlenen volkanik kayac topluluğu, Karadeniz sahiline paralel olarak uzanmaktadır. Farklı araştırmacıların çeşitli isimler altında tanımla-

dıkları bu birimler, Özgül (2005) tarafından "Sarıyer Formasyonu" içerisinde "Bozhane Üyesi", "Garipçe Üyesi" ve "Kısırkaya Üyesi" olarak tanımlanmıştır. Keskin ve diğerleri

(2003) tarafından ise Kavaklar Grubu olarak adlandırılmış; "Bozhane Formasyonu", "Garipçe Formasyonu" ve "Kısırkaya Formasyonu" olarak alt formasyonlara ayrılmıştır (Şekil 2,3).

## Bozhane Formasyonu

Formasyon, adını en tipik görüldüğü yer olan Bozhane Köyü'nden alır. Önceki araştırmalarda "Normal fliš" ve "Kaba fliš" (Baykal, 1943), "Kilyos Volkanitli Flišleri" (Yurtsever, 1996), gibi farklı şekillerde adlandırılan birimlerin tamamını ya da büyük bölümünü kapsar. Bozhane Formasyonu, alt düzeylerinde farklı kökenli taneler içe-

ren hamur destekli konglomeralar, orta-kalın tabakalı, çakıllı ve yine hamur destekli dereceli kumtaşları ve yeşil-bej renkli çamurtaşı arda-lanmalarından oluşur. Çakıl taneleri erozyonel olup, çoğunluğu kireçtaşı, kumtaşı ve kuvarstır. Her bir tabaka, tabanda ters derecelenme ile başlayıp normal derecelenme ile biter ve kalınlığı yaklaşık ola-

rak 200m'dir.

Bozhane Formasyonu'nun Garipçe Formasyonu ile dokanağına yakın düzeylerde, Geç Santoniyen- Erken Kampaniyen için karakteristik nano-fosiller bulunur (Gedik, 2003a ve b). İstifin üstüne doğru volkano-sedimenter birimler, kırıntılı çökeller ile ardalannmaya başlar (Keskin, vd., 2007).

## Garipçe Formasyonu

Adını, Boğaz'ın batı yakasında bulunan ve en tipik gözleendiği yer olan Garipçe Köyü'nden alır. Kavaklar Grubu'nun ağırlıklı litolojisini oluşturur ve başlıca volkaniklastik sedimentler (>%98) ve az oranda lavlardan (<%1-2) meydana gelir. Birim, altındaki Bozhane Formasyonu ve üstündeki Kısırkaya Formasyonu ile uyumludur. Kalınlığı 2000m'den fazladır. (Keskin, vd., 2007; Şekil 3).

Formasyon, tabaka kalınlığı ve

tane boylanması açısından üste doğru incelen bir istif sergilemektedir. Tabanda blok ve iri çakıl içeren konglomeralar bulunurken; üste doğru ince taneli konglomera ve kaba kumtaşı düzeylerine geçer. Tabaka kalınlıkları 50m ile birkaç santimetre arasında değişmektedir. Tane boylanması ise son derece kötüdür (Keskin, vd., 2007).

Garipçe Formasyonu'nun blok veya çakıl tanelerinin tümü lav parçalarından oluşmaktadır. Bu ta-

nelerin çoğu, bazaltik andezitten andezite değişen bileşimdedirler; dasit gibi daha evrimleşmiş lavlara az rastlanır. Garipçe Formasyonu yersel olarak dayklar, siller ve küçük intrüzif kütleler ile kesilir. Stratigrafik olarak, porfirik dokulu andezitler istifin alt düzeylerinde daha yaygındır. Garipçe Formasyonu'nun stratigrafik olarak orta kesimlerinde birkaç metre kalınlıkta bazaltik andezitik lavlar yer almaktadır (Keskin, vd., 2007).

## Kısırkaya Formasyonu

Başlıca mostraları Kilyos'un batısındaki Kısırkaya Köyü ve çevresindeki sahil falezlerinde görülen birim, ince-orta kalınlıklı bazaltik lavlar ile bunların kırıntılarında oluşan, bordo ayrışma rengi ile ko-

layca tanınabilen volkanojenik bir birimdir.

Birimin üst kesiminde birkaç metre kalınlıklı kalkarenit düzeyi yer alır. Alt seviyelerini ise siyah, yeşilimsi ve kırmızımsı siyah

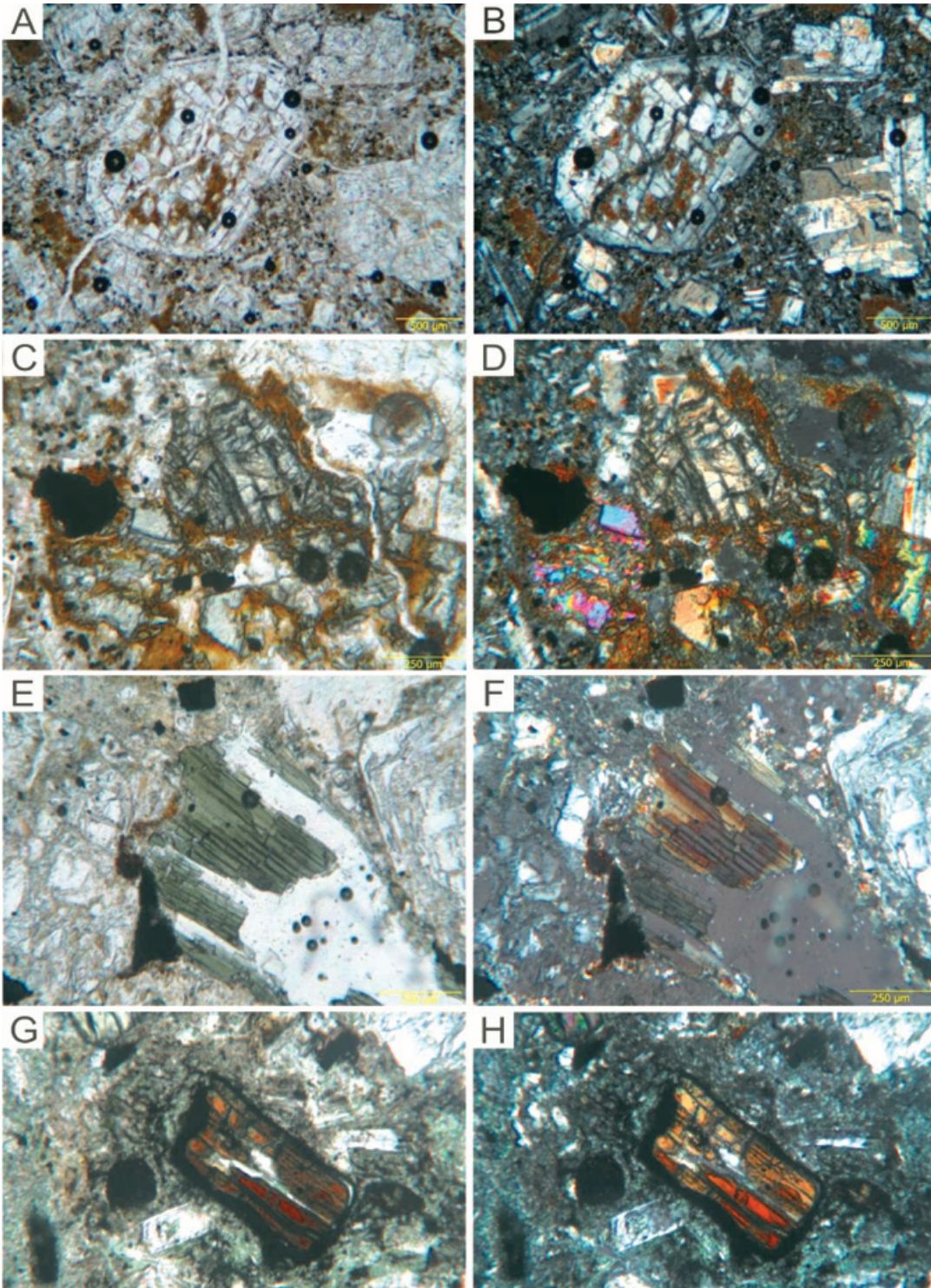
renkli bazaltlar oluşturur. Genelde 30-40cm kalınlıklı lav akıntıları, aralarında herhangi bir kırıntılı düzey olmaksızın 50m'ye yakın kalınlıkta bir istif oluşturur (Keskin, vd., 2007).

## Petrografi

Mikroskobik incelemelerde; taş örneklerinin, plajiyoklas mikrolitlerinden oluşan bir hamur içinde dağılmış plajiyoklas, amfibol, piroksen ve ikincil olarak kloritten meydana gelen andezit kayası olduğu belirlenmiştir. Bu kayalarda en fazla bulunan plajiyoklas fenokristalleri, zonlu ve ikiz-

lenmelidir. Alterasyonun yoğun olduğu bu minerallerde alterasyon, plajiyoklasların merkezinden kenarına doğru gelişmektedir (Şekil 4A,B). Piroksenler (ojit?) ise, oldukça rölyefli olan klinopiroksendir. Dilinimleri belirgin olan bu minerallerde, kloritik alterasyonu gözlenmektedir (Şe-

kil 4C,D). Amfibol mineralleri ise iki farklı şekilde gözlenmektedir: Bunlardan bir tanesi yeşil renkli, yüksek rölyefli ve tek yönde dilinimi belirgin olan "hornblend" dir (Şekil 4E,F). Diğeri ise, Ti içeriği yüksek olan kırmızı renkli kersütit türü "amfibol" dür (Şekil 4G,H).



Şekil 4. Alterasyonun gözleendiği plajiyoklas minerali (A.Tek nikol, B.Çift nikol)

Kloritik alterasyonun gözleendiği piroksen minerali (C.Tek nikol, D.Çift nikol)

Yeşil renkli hornblend minerali (E.Tek nikol, F.Çift nikol)

Kırmızı renkli kersütit (G.Tek nikol, H.Çift nikol)

### Harç ve Sıvaların Petrografisi

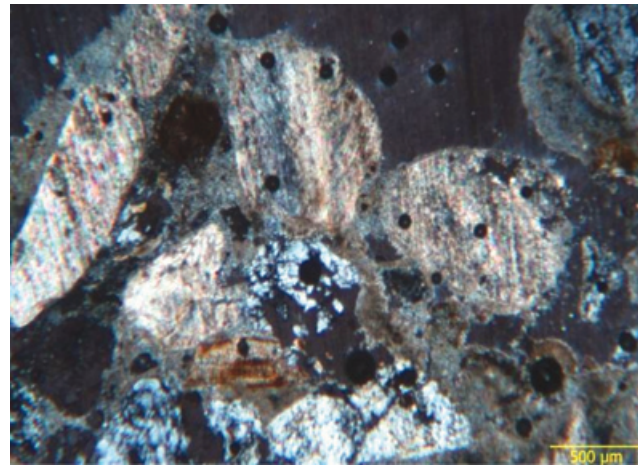
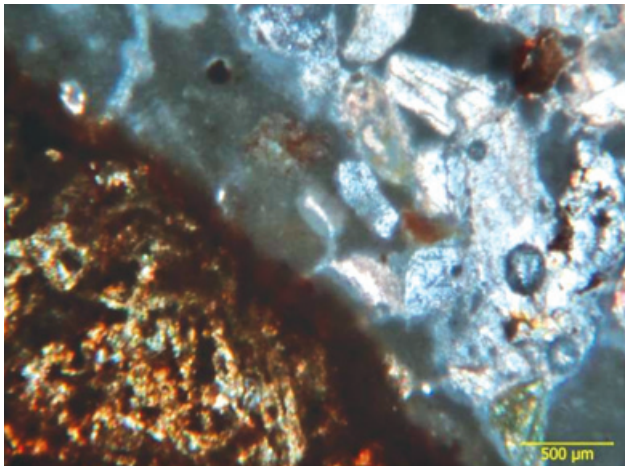
Harç ve sıva örneklerinde yapılan incelemelerde, kireçtaşı agregaları, kuvars ve yer yer tuğla parçalarının oluştuğu bir bileşim gözlenmiştir. Kızdırma kaybı ve asitle muamele sonucunda, %20,32 ile %49,15

arasında asitte çözülmeyen malzemenin bulunduğu, silikatlı ve tuğla parçalı agregaların geride kaldığı görülmüştür. Karbonatlı malzeme ise asitle tamamen ortamdaki uzaklaşmıştır. Örneklerin 105(±5)°C, 550(±5)°C ve 1050(±5)°C'de ya-

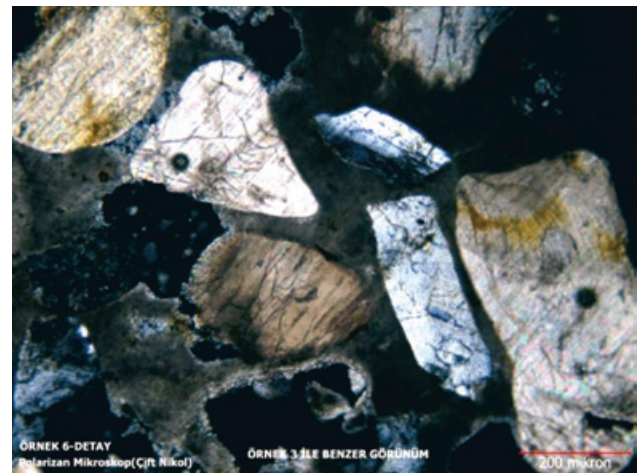
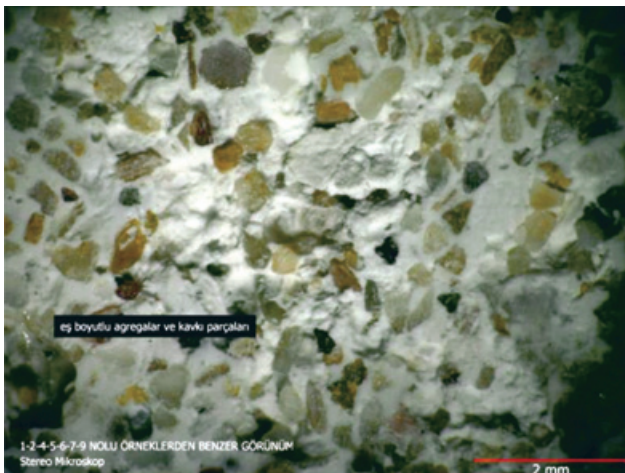
pılan kalsinasyon (kızdırma kaybı) analiz sonuçları ile asitle muamele sonucunda reaksiyona girmeyerek parçalanmadan kalmış olan silikatlı agregaların oranları ve boyut dağılımları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Riva Kalesi sıva ve harçlarının kızdırma kaybı ve asitle muamele sonuçları

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)			Asitte (%)		Elekte Kalan (%)							
	Nem	550°C	CaCO <sub>3</sub>	Kayıp	Kalan	5000µ	2500µ	1000µ	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ
1	11,96	3,10	48,19	66,75	33,25	0,00	0,00	0,00	12,21	78,70	5,19	2,08	1,82
2	17,31	3,47	46,47	63,97	36,03	0,00	0,00	1,70	17,72	71,91	4,81	2,07	1,79
3	3,68	0,72	43,83	50,85	49,15	0,00	0,21	0,07	6,44	83,32	6,37	1,87	1,73
4	15,28	4,02	44,40	59,52	40,48	0,00	0,00	0,10	11,42	72,88	8,77	3,98	2,85
5	16,39	2,43	75,58	79,68	20,32	4,34	1,99	1,06	10,20	66,24	11,02	3,28	1,88
6	4,61	3,44	56,56	67,91	32,09	2,98	1,37	1,94	20,97	56,94	8,71	4,35	2,74
7	24,32	3,52	55,53	63,98	36,02	3,40	0,73	4,00	21,97	53,52	8,50	3,88	4,00
8a	35,61	6,90	48,98	77,07	22,93	0,00	9,01	5,41	13,51	34,23	14,41	11,26	12,16
8b	29,09	5,01	50,05	70,60	29,40	0,00	0,00	0,00	19,24	64,60	7,90	3,78	4,47
9	12,80	2,61	52,27	59,62	40,38	1,35	1,12	3,75	25,26	54,90	7,25	4,06	2,31



Şekil 5. Sıva ve harç örneklerinin içerisinde görülen tuğla kırıkları (sol) ve kireçtaşı kırıntıları (sağ)



Şekil 6. Sıva ve harçlardan binoküler mikroskop ile alınmış görüntüde harç içerisinde kırıntılı malzemenin dağılımı (sol) ve polarizan mikroskop görüntüsü (sağ). Polarizan mikroskopta ağırlıklı olarak kuvars ve kalsit içeren taneler egemendir.

## Fiziksel Ve Mekanik Deneyler

İnceleme konusu olan Riva Kalesi yapıtaşlarından alınan 3 örnek üzerinde, kayanın fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için su emme, özgül ağırlık ve birim hacim ağırlık ile tek eksenli serbest basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır (Tablo 2). Yapılan deneylerden elde edilen ortalama sonuçlara göre; su emme %4,34, özgül ağırlık  $2,63\text{g/cm}^3$ , birim hacim ağırlık  $2,20\text{g/cm}^3$  ve tek eksenli serbest basınç dayanımı değeri  $59,47\text{MPa}$  olarak bulunmuştur.

Yapılan deneylerden elde edilen ortalama sonuçlara göre; su emme %4,34, özgül ağırlık  $2,63\text{g/cm}^3$ , birim hacim ağırlık  $2,20\text{g/cm}^3$  ve tek eksenli serbest basınç dayanımı değeri  $59,47\text{MPa}$  olarak bulunmuştur.

Yapılan Testler	Numune-1	Numune-2	Numune-3	Ortalama Değer
Su Emme (%)	4,23	4,39	4,40	4,34
Özgül Ağırlık ( $\text{g/cm}^3$ )	2,63	2,64	2,63	2,63
Birim Hacim Ağırlık ( $\text{g/cm}^3$ )	2,21	2,19	2,19	2,20
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	67,78	48,37	62,25	59,47

Tablo 2. Yapı taşlarında gerçekleştirilen fiziksel ve mekanik deneylerin sonuçları

## Sonuçlar

Riva Kalesi'nin yapımında kullanılan yapı taşlarının andezitik kökenli volkanik kayalardan oluştuğu, yapılan petrografik çalışmalarla belirlenmiştir. Bölgenin jeolojisi incelendiğinde, yapı taşı olarak kullanılan bu taşların, Garipçe Formasyonu'na ait lav düzeylerinden elde edildikleri görülmektedir.

Kalede kullanılan harç ve sıva

örneklerinin ise, bölgedeki dere yataklarından alınan kumlar ve bölgedeki taş ocaklarından sağlanan agregalardan oluştuğu belirlenmiştir. Agregalar, genellikle kuvars ve kalsit içeren malzemelerden türemiştir. Harç ve sıvaların içerisindeki agregaların, çevrede geniş alanlarda yayılım sunan İstanbul Paleozoyik is-

tifinden ve volkanik kayalardan türemiş oldukları görülmektedir.

Yapı taşlarının fiziksel özelliklerini belirleyen ortalama değerler; su emme %4,34, özgül ağırlık  $2,63\text{g/cm}^3$ , birim hacim ağırlık  $2,20\text{g/cm}^3$  ve tek eksenli serbest basınç dayanımı değeri  $59,47\text{MPa}$  olarak bulunmuştur.

## REFERANSLAR

- 1- Baykal, F., 1943, "Şile Bölgesinin Jeolojisi", *İÜ Fen Fak. Monog.*, 3, İstanbul.
- 2- Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Duru, M., Timur, E., Altun, İ., Akbaş, B., Özcan, İ., Alan, İ., 2003a, *1/50.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları*, (İstanbul F22-c,d; F23-c,d; Bursa G22-a,b; G23-a,b Paftaları), MTA yayınları, Ankara.
- 3- Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Timur, E., Duru, M., Altun, İ., Akbaş, B., Özcan, İ., Alan, İ., 2003b, *Kocaeli Yarımadası'nın Jeolojisi*, MTA Rap., Ankara.
- 4- <http://www.beykoz.bel.tr>
- 5- Keskin, M., Ustaömer, T. ve Yenyol, M., 2003, "İstanbul kuzeyinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı volkano-sedimenter birimlerin stratigrafisi, petrolojisi ve tektonik ortamı", *İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu I*, İstanbul, s.23-35.
- 6- Keskin, M., Ustaömer, T., Yenyol M., 2007, "İstanbul Kuzeyindeki Üst Kretase Volkanojenik İstiflerinin Magmatik Evrimi ve Jeodinamik Ortamı", *İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu III (7-9 Aralık 2007)*, İstanbul.
- 7- Özgül, N., Üner, K., Akmeşe, İ., Bilgin, İ., Kokuz, R., Özcan, İ., Yıldız, Z., Yıldırım, Ü., Akdağ, Ö., Tekin, M., 2005, *İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji Özellikleri*, İBB Deprem Risk Yönetim ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, İstanbul.
- 8- Yurtsever, A., 1996, *İstanbul Yarımadasının (1/50.000 ölçekli haritasının) Jeolojisi*, MTA Rap. No. 9989, Ankara.

## A RESEARCH ABOUT CHARACTERIZATION OF LIME MORTARS USED IN THE EARLY BYZANTINE PERIOD IN THE LAND WALLS OF CONSTANTINOPLE, YEDIKULE

### SUMMARY

The present paper deals with the scientific research related to the characterization of the Land Walls of Yedikule- Istanbul (Constantinople). For characterization purposes simple chemical analysis and petrographic analysis can be adequate, also certain information for the deterioration process can be derived from the aforementioned tests. However, for understanding the ancient production techniques, promenance of the materials and the complicated deterioration processes further scientific research based on instrumental analyses such as DTA, ICP, X-Ray Diffraction, SEM-EDX and Mercury Intrusion tests were conducted. By the results of the tests, the binder and aggregate types and ratios of the mortars were determined. Further more, the physical and mechanical properties and water soluble salt contents of the mortar samples were investigated.

It was determined that the brick pieces, limestone particles and river sand were used as aggregate in these lime mortar samples. And, the deterioration causes are water soluble salts originating from sea spray and polluted air.

# Yedikule Kara Surları'nda Kullanılan Erken Bizans Dönemi Harçlarının Karakterizasyonu Üzerine Bir Araştırma

SEDEN ACUN ÖZGÜNLER\*  
AHMET ERSEN\*\*  
AHMET GÜLEÇ\*\*\*

## 1. Giriş

Bu makalede, kargir yapım sistemli tarihi yapılarda kullanılan harçların analizi ile bozulma nedenlerinin ve morfolojilerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir bilimsel araştırma anlatılmaktadır. Deneysel çalışmalar için kullanılan örnekler, Kara Surları'nın T4 kulesinin tarihi gelişimi ve kronolojisi göz önünde bulundurularak, önceden tasarlanan bir sistematik dahilinde alınmıştır (Şekil 1). T4 kulesi, ilk olarak 5.yy'ın (M.S. 408-450) ilk yarısında, II.Teodosius zamanında inşa edilmiştir. Rampa ve kuleler, 740'ta olan depremden sonra büyük ölçüde bir rekonstrüksiyon geçirmiştir. 5.yy döneminde rampa ve kulelerin büyük bölümünde onarımlar olmuştur. Bu bilgiler ışığında, T4 kulesinde en az 3 farklı tarihi kat-

man olduğu anlaşılmaktadır. Tarihi harçların karakterizasyonu ile, katmanların tarihlendirilmesinde gerekli veri tam olarak elde edilememektedir; ancak kullanılan malzemeler ve yapım teknikleri hakkında gereken bilgi toplanabilmektedir.

Bu çalışmada karakterizasyon ve bilimsel araştırmalar, hasar nedenlerini ve bozulma morfolojilerini belirleme amaçlı olarak yapılmıştır. Erken dönem (5.yy) özgün harçları, çalışma konusu olarak seçilmiştir. Erken dönem harçlarının kompozisyonları ile fiziksel ve mekanik özellikleri, örnek alınan yere ve bölgeye göre az da olsa değişebilmektedir. Bu yüzden, doğru bir sonuca ulaşabilmek için, her tarihi katmandan çok sayıda örnek alınmış ve test sonuçları referans veri olarak saklanmıştır.

Bu kapsamda, örnek alınan yerler yapının ölçekli çizimlerine işaretlenmiş ve bu belgeleme fotoğraflarla desteklenmiştir. Erken dönem hora-

san harçlarında karakterizasyon, hasar nedenlerini ve morfolojilerini belirlemeye yönelik olarak yapılan deneysel çalışmalar, kimyasal ve petrografik analizler ile fiziksel ve mekanik özelliklerin tespiti için yapılan deneyleri içermektedir. Deneylerde TS 699 ve ilgili ASTM standartları kullanılmıştır. Kimyasal analiz olarak; asit kaybı, elek analizi, kızdırma kaybı, kalitatif ve yarı kantitatif suda çözünen tuz analizleri yapılmıştır. Daha detaylı çalışmalar; parlatılmış ince kesitlerde stereo-optik mikroskop ile yapılan petrografik analizler, DTA, ICP, XRD, SEM-EDX analizleri ve fiziksel ve mekanik özellik deneyleri ile yapılmıştır.

## 2. Örneklerin Alınması

Örnek alınan yerler, ölçekli çizimler üzerine işlenmiş ve fotoğraflar yardımı ile belgelenmiştir (Tablo 1, Şekil 2-3). Örnek miktarları, deney yöntemine göre değiş-

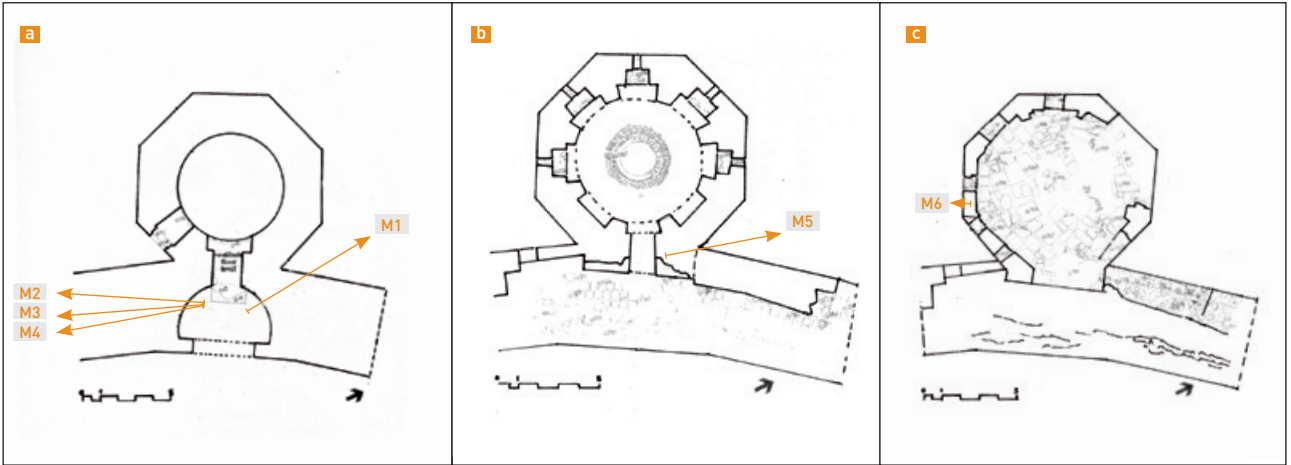
\* Ars.Gör.Dr. SEDEN ACUN ÖZGÜNLER, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taşkışla- Taksim, e-posta: acunsed@itu.edu.tr

\*\* Prof.Dr. AHMET ERSEN, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taşkışla- Taksim, e-posta: ersenah@itu.edu.tr

\*\*\* Doç.Dr. AHMET GÜLEÇ, İÜ Fen-Edebiyat Fakültesi, Laleli- Beyazıt, e-posta: ahgulec@yahoo.com.tr



Şekil 1. İstanbul, Yedikule karasurlarından genel görünüş, a) T4 kulesi ve karasurlarının görüntüsü 4, b) T4 kulesinden bir detay görüntü.



Şekil 2. T4 kulesinin çizimleri, a) Zemin kat planı, b) Üst kat planı, c) Platform seviyesi planı.

Tablo 1. Örneklerin alınmasında kullanılan kodlama ve belgeleme sistemi

Örnek numarası	Örnek kodu	Örnek konumu	Örnek fotoğrafının bulunduğu şekil numarası
1-2	M1 / M4	+2.00 m	Şekil 3a
3	M2	+2.00 m	Şekil 3b
4	M3	+1.90m	Şekil 3c
5	M5	+1.90m	Şekil 3d
6	M6	+2.00m	Şekil 3e

mektedir. Örneğin, kızdırma kaybı ve porozimetri analizleri için birkaç gram yeterli iken; asit kaybı analizi ve fiziksel özellikleri belirlemek için 20-50g örnek gerekmektedir. Petrografik analizler ve SEM analizi için, agregaları ve bağlayıcı-agrega arakesitlerini

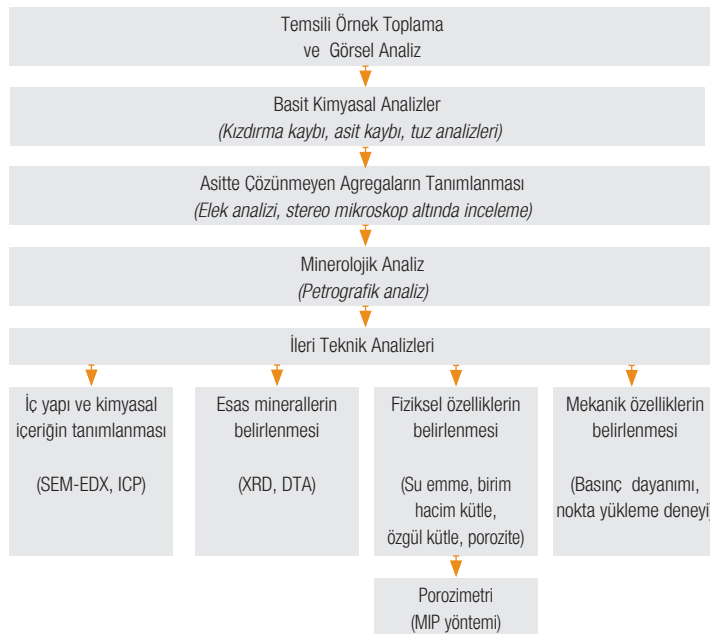
gösterecek temsili örnekler hazırlanmıştır. Basınç ve eğilme dayanımı deneyleri için, standart örnek boyutları min. 4x4x4cm olan küpler ile 4x4x16cm olan prizmalar gerekmektedir. Ancak, genellikle kireç harçlarında, bu boyutlarda örnek kesmek mümkün olmamak-

tadır. Bu nedenle standart basınç deneyleri yapılamamaktadır. Bu durumda, küçük örnekler üzerinde yapılabilen nokta yükleme deneyindeki sonuçlar değerlendirilerek, harç örneklerinin basınç dayanımları hakkında genel bir bilgi elde edilebilmiştir.





Sekil 3. (a-f). Örneklerin alınma yerlerini gösteren fotoğraflar



Sekil 4. Karakterizasyon metodolojisinde izlenen adımların yer aldığı deney akış şeması.

### 3. Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışmalar, içerisinde jeolog, kimyager, mimari korumacı ve araştırmacıların olduğu bir disiplin-

ler arası çalışma grubu tarafından yapılmıştır. Bu kapsamda, harç örneklerinin kimyasal, fiziksel ve me-

kanik özellikleri araştırılmıştır. Şekil 4'te, karakterizasyon yöntemindeki adımlar, sistematik olarak

akış şeması halinde gösterilmektedir. Örneklerin kimyasal, mineralojik ve diğer analitik araştırmalarından önce; görsel olarak renk, doku, görünen agregalarının (tip, boyut, renk gibi) özellikleri, kohezyon ve sağlamlıkları incelenmiştir. Harç örneklerinin görsel, petrografik ve basit kimyasal analiz sonuçları, bulunan bağlayıcı-agrega özellikleri ve bağlayıcı-agrega oranları Tablo 2-5'te gösterilmektedir.

### 3.1. Kimyasal Analizler

Basit kimyasal analiz olarak adlandırılan kızdırma kaybı analizi, asit kaybı ve elek analizi ile suda çözünen tuzların kalitatif ve kantitatif analizleri yapılmıştır. Kızdırma kaybı analizi için, çok ince öğütülerek hazırlanan 500mg ağırlığındaki örnekler, porselen krozelere konmuştur. Porselen

kroze içine konan örnekler, 105°C, 550 oC ve 1050 °C'lerde kül fırınında, sırasıyla 2 saat, 1 saat ve yarım saat tutulmuştur. Her ısıl işleminden sonra, örnekler desikatörün içinde soğutulmuş ve ağırlıkları tartılmıştır. Örneklerin, ağırlık farklarından nem oranı, 550 °C'deki kızdırma kaybı ve kalسيوم karbonat miktarları hesaplanmıştır (Tablo 3). Harçlarda hasara neden olan suda çözünen tuzların (klor, sülfat, nitrat, karbonat gibi), kalitatif ve yarı kantitatif analizleri yapılmıştır. Tuzların toplam miktarları, ölçülen iletkenlik değerleri ile değerlendirilmiştir. Her harç örneği için bir stok çözelti hazırlanarak (0.50g örnek, 50ml deiyonize su), suda çözünen tuzların analizi ile iletkenlik ölçümleri yapılmıştır (Tablo 2).<sup>1</sup>

Asit kaybı ve elek analizi için, örneğin bağlayıcı matrisi %10'luk HCl

asit ile reaksiyona sokulmuş; işlem sonunda silisli agrega ve diğer çözünmeyen malzemeler ayrılarak, asitte kayıp oranları hesaplanmıştır. Asit kaybı analizi sonunda kalan agregalarda elek analizi yapılmış, boyutları ve bulunma oranları hesaplanmıştır. Daha sonra bu agregaların tipleri, boyutları, renkleri, içerikleri ve ortalama bulunma oranları, stereo-optik mikroskop yardımı ile belirlenmiştir. 25-50g'lık kuru örnek, HCl asit ile tepkimeye sokularak bağlayıcı matris çözünmüş ve asitte çözünmeyen kısım filtreden geçirilerek yıkanmış ve tekrar 105oC'de etüvde kurutulmuştur. Asitte çözünmeden kalan silisli agregalar; 125, 250, 500 ve 1000 mikron ile 2,4 ve 8mm'lik eleklerden geçirilmiştir. Eleklerden geçen çeşitli boyutlardaki agregalarda stereo mikroskop altında görsel analizler yapılmıştır (Tablo 3-4).

Tablo 2. Harç örneklerinin yarı kantitatif tuz analizi ile iletkenlik testi sonuçları

Örnek	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	İletkenlik (µs)
M1	+++	+	-	++	484
M2	++++	+	-	+++	776
M3	++++	+	-	++	782
M4	+++	±	-	+	357
M5	++++	-	-	++	754
M6	++++	+	-	++	902
Distile su	-	-	-	-	6.7

- : Yok; ± : Çok nadir var ; + : Var

++ : Belirgin miktarda var ; +++ : Fazla var; ++++ : Çok fazla var.

Tablo 3. Harç örneklerinin asit kaybı, elek analizi ve kızdırma kaybı sonuçları

Örnek No	Nem %	550° C %	CaCO <sub>3</sub> %	Asit Kaybı %	Asitten Kalan %	İri (*) Agregalar A, %	İri (**) Agregalar B,%	(***) 1000 %	(***) 500 %	(***) 250 %	(***) 125 %	(***) <125 %
M1	1.81	4.17	45.59	51.35	48.65	15.08	26.74	57.34	4.84	28.63	3.61	5.58
M2	4.27	4.97	27.96	63.35	36.65	25.73	48.59	66.39	3.44	20.98	2.46	6.72
M3	4.58	9.12	40.43	60.53	39.47	0.00	0.00	57.33	2.76	28.00	4.18	7.73
M4	1.05	4.23	55.76	47.25	52.75	0.00	0.00	65.50	3.61	22.42	2.44	6.04
M5	4.41	6.94	28.28	39.95	60.05	13.95	21.26	48.37	3.42	42.31	2.31	3.58
M6	5.13	6.20	26.14	53.55	46.45	18.45	32.75	58.05	6.23	27.44	2.36	5.93

(\*) : İri agregaların, harç örneği içindeki bulunma oranı

(\*\*) : İri agregaların toplam agrega içindeki bulunma oranı

(\*\*\*) : 8 mm elek altı agregaların bulunma oranları

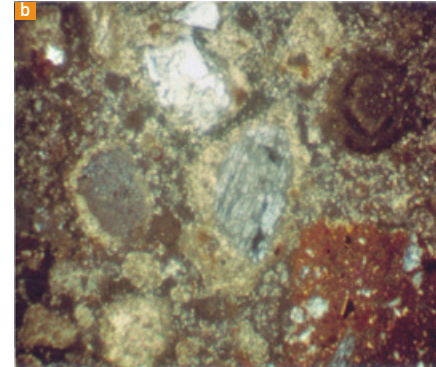
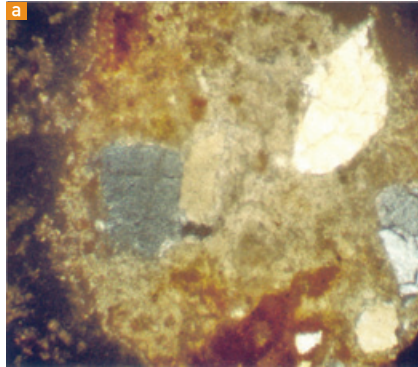
<sup>1</sup> (Ahunbay, vd., 2003; Güleç ve Ersen, 1998; Güleç ve Tulun, 1997; Güleç, 1990)

Tablo 4. Harç örneklerinin agregalarının elek analizi sonuçları

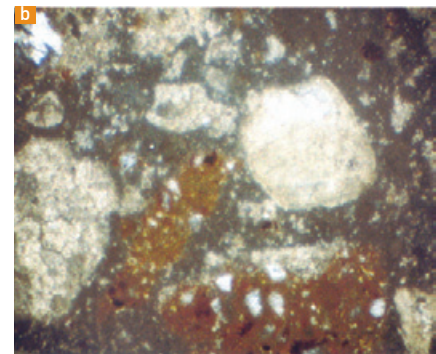
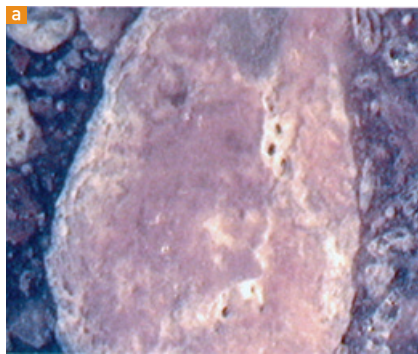
Örn. No	Asitte Çözünmeyen (%)	İri Agregalar		(8 - 1mm) %		Ortalama Oranlar (8 - 4mm) %		1-8 mm agregalar (4 - 1mm) %		(1 - 0,125 mm) %		Kalan% (> 0,125)
		BP (%)	S (%)	BP (%)	S (%)	BP (%) İri	S (%) İri	BP (%) Orta	S (%) Orta	BP (%) İnce	S (%) İnce	
M1	56.4	21.02 (10-15 mm)		54.26		20 (4-7 mm)		80 (1-4 mm)		21.5		3.23
		100	0	45-50	50-55	100	0	30-35	65-70	30-35	65-70	
M2	52.95	32.23 (10-12 mm)		55.83		60-65 (4-8mm)		25-40 (1-4 mm)		9.55		2.39
		100	0	60	40	100	0	50	50	75-80	20-25	
M3	39.47	0		57.33		60 (4-10 mm)		40 (1-4 mm)		34.94		7.73
				80	20	95	5	30	70	40-45	55-60	
M4	52.75	0		65.5		40 (4-12 mm)		60 (1-4 mm)		28.47		6.04
				50	50	95	5	20-25	75-80	25	75	
M5	65.62	17.41 (13 mm)		48.94		75 (4-8 mm)		25 (1-4 mm)		31.32		2.33
		100	0	40	60	50	50	35	65	15	85	
M6	56.33	24.62 (15-20 mm)		54.09		25-30 (4-9 mm)		70-75 (1-4 mm)		18.28		3.01
			0	50	50	50	50	50	50	50	50	

### 3.2. Petrografik Analizler

Petrografik analizlerde incelenen ince kesitler, dağılan yapıdaki harç örneklerinin epoksi reçinesine (*Araldite AY103- Hardener HY956, Ciba-Geigy*) daldırılmasıyla elde edilen örneklerden hazırlanmıştır. Örneklerin mineralojik içeriklerinin kalitatif ve yarı kantitatif olarak değerlendirilmesi amacıyla mineraller tanımlanmıştır. Bu ince kesitleri kullanarak, örnekler arasında mineral içeriği bakımından benzerlik veya farklılıklar olup olmadığı belirlenmiştir. Petrografik analizler, asitte çözünen parçacıkları da belirlemeye yardımcı olmaktadır. Petrografik analiz sonuçları, Tablo 5'te gösterilmiştir. Örnekler epoksi reçinesine daldırıldıktan sonra düşük hızlı bir testere ile kesilerek, ince kesitler elde edilmiştir. Örneklerin kesitleri 30 mikrona kadar inceltirilmiştir. Minerallerin kalitatif ve yarı kantitatif analizi, polarize mikroskop altında yapılmıştır (Şekil 5-6).<sup>2</sup>



Şekil 5. (a). Feldspat, kuvars ve tuğla parçacıklarının ince kesitteki görüntüsü  
(b). Feldspatların alterasyonu ve kil oluşumu



Şekil 6. (a). İri boyutlu parçacık görüntüsü, (b). Harç örneğinin ince kesitinde, %60 oranında kireçtaşı parçacığı ve %40 oranında kuvarsit ve tuğla parçacıkları bulunmaktadır.

<sup>2</sup> (Ahunbay, vd., 2003; Güleç ve Ersen, 1998; Güleç ve Tulun, 1997; Güleç, 1990; Moropoulou, vd., 2000; Charola, vd., 1984)

Tablo 5. Harç örneklerinin görsel ve petrografik analiz sonuçları ile kompozisyonları

Örnek No	Renk	Durumu	Partikül ve Mineraller (*)	İri Agregalar (%)		Ortalama Kompozisyonlar (%) Bağlayıcı:BP:S
				BP (%)	S (%)	
M1	Pembe	Zayıf- Dağılgan	BP,LS,Mr,Qz,Gr,OrC,Q,Pr	21.02 (10-15mm)	0	30-35:30-35:30-35
M2	Gri-Beyaz	Sağlam	BP,LS,SS, Q,OrC, Q	32.23 (10-12mm)	0	25:50:25
M3	Koyu Pembe	Dağılgan	BP,LS,Qz,OrC,PC	0		30-35:40-45:25
M4	Koyu Pembe	Sağlam	BP,LS,Qz,OrC,PC	0		30:40-45:25
M5	Pembe	Sağlam	BP,Qz,LS,Q,OrC	17.41 (13mm)	0	30:40:30
M6	Açık Pembe	Sağlam	BP,LS,Qz,Gr,OrC,PC,Q	24.62 (15-20mm)	0	20-25:40:40

(*) M	: Harç örneği	Qz	: Kuvarsit parçacıkları
B	: Biyotit parçacıkları	S	: Kum tanecikleri
Q	: Kuvars parçacıkları	PC	: Plajiolklas parçacıkları
SS	: Kumtaşı parçacıkları	Gr	: Granit parçacıkları
LS	: Kireçtaşı parçacıkları	BP	: Tuğla parçacıkları
AIF	: Alkali fedspat parçacıkları	Mr	: Marn parçacıkları
OrC	: Ortoklas parçacıkları	Pr	: Piroksen parçacıkları

### 3.3. İleri Teknik Analizleri

T4 kulesinden alınan harç örneklerinde, ileri teknik analizleri olarak DTA, ICP ve SEM-EDX analizleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre, farklı tarihi katmanlara ait örneklerin benzerlik ve farklılıkları karşılaştırılmıştır. Bu analiz-

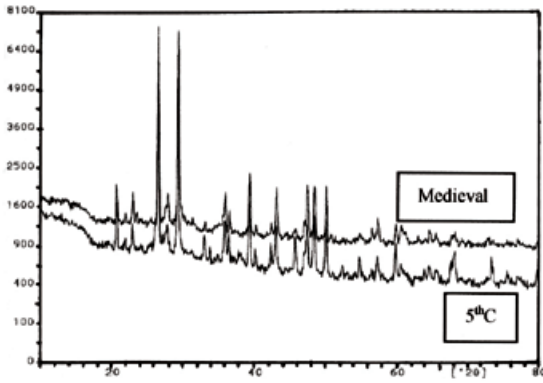
lerden elde edilen sonuçlar, basit kimyasal analizlerin sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Örneklerin toplam içeriği ICP analizi ile bulunmuş; Tablo 6'da gösterilmiştir. Mikro yapı, genel dokular ve hamur matrisin kimyasal ve fiziksel özellikleri, SEM-EDX analizle-

ri ile belirlenmiştir. XRD ve DTA analizleri ise, temel mineralojik kompozisyonların belirlenmesi için yapılmıştır (Şekil 7-8). Örneklerin genel mineralojik kompozisyonları XRD analizleri ile belirlenmiş; Şekil 7'de grafik olarak gösterilmiştir.

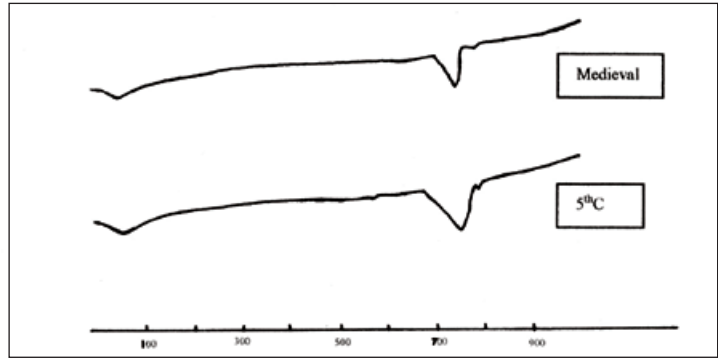
Örnek ,	"SiO <sub>2</sub> " %	"Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> " %	"Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> " %	"MgO" %	"CaO" %	"Na <sub>2</sub> O" %	"K <sub>2</sub> O" %	"TiO <sub>2</sub> " %	"P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> " %	"MnO" %	* Örnek		
Harç 1,	38.27,	4.35,	1.66,	0.64,	27.18,	1.05,	1.11,	0.23,	0.07,	0.06,			
Harç 2,	47.40,	6.74,	2.80,	1.32,	17.34,	2.02,	1.48,	0.30,	0.11,	0.05,			
Harç 3,	33.33,	4.53,	1.83,	0.84,	27.57,	1.22,	1.10,	0.29,	0.16,	0.06,			
Harç 4,	32.63,	3.07,	1.19,	0.62,	31.48,	0.88,	0.96,	0.15,	0.10,	0.06,			
Harç 5,	49.37,	4.78,	1.62,	0.51,	18.44,	1.88,	1.08,	0.27,	0.05,	0.06,			
Harç 6,	52.74,	5.71,	2.02,	0.56,	15.91,	1.80,	1.24,	0.34,	0.10,	0.07,			
"Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "	"Ba"	"Ni"	"Sr"	"Zr"	"Y"	"Nb"	"Sc"	"LOI"	"TOT/C"	"TOT/S"	"Cl"	"SUM"	Örnek
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	%	
0.008,	414,	39,	626,	70,	15,	<10,	4,	25.2,	6.09,	0.07,	3898,	99.96	Harç 1
0.005,	219,	32,	225,	68,	13,	<10,	6,	20.3,	3.73,	0.05,	11600,	99.93	Harç 2
0.005,	275,	28,	662,	78,	15,	<10,	4,	29.0,	5.90,	0.12,	5334,	100.0	Harç 3
<0.001,	267,	22,	788,	34,	13,	<10,	3,	28.8,	7.04,	0.12,	3147,	100.07	Harç 4
0.003,	264,	<20,	332,	73,	13,	<10,	4,	21.8,	4.01,	0.02,	10849,	99.95	Harç 5
0.002,	978,	21,	310,	87,	15,	<10,	5,	19.3,	3.46,	0.10,	8968,	99.95	Harç 6

Tablo 6. Erken Bizans dönemi horasan harcı örneklerinin ICP analiz sonuçları

(M1-M6: Harç örnekleri)



Şekil 7. Erken Bizans dönemi harçları ile Ortaçağ harçlarının XRD sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği



Şekil 8. Erken Bizans dönemi harçları ile Ortaçağ harçlarının DTA sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği (675°C ile 756°C arasında olan büyük endotermik pik CaCO<sub>3</sub>'ün ayrıştığını göstermektedir.)

### 3.4. Fiziksel Özellikler

Harçların fiziksel özelliklerini belirlemek için yapılan deneyler; atmosfer basıncı altında su emme (ağırlıkça/ hacimce, %), birim hacim kütle (g/cm<sup>3</sup>), özgül kütle (g/cm<sup>3</sup>), kompasite (%), porozite (%), doyma derecesi (%) vb.'dir. Bu deneylerde, başta TS 699 standardı olmak üzere, benzer şekilde ilgili ASTM standartlarından da yararlanılmıştır. Deney sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir. Harçların içinde bulunan toplam gözenek boyutunun ve dağılımının belirlenmesi için yapılan porozimetri deneyleri, MIP yöntemi ile TÜBİTAK laboratuvarlarında yaptırılmıştır; deney sonuçları Tablo 8'de gösterilmiştir.

### 3.5. Mekanik Özellikler- Nokta Yükleme Deneyi

T4 kulesinden alınan erken döneme ait horasan harcı örnekleri dağılan yapıda oldukları için, mekanik özellikleri tek eksenli basınç dayanımı deney yöntemi ile bulunamamıştır. Bu nedenle, özgül harçların basınç dayanımları; nokta yükleme deney yöntemi ile bulunan sonuçların, 'International Society for Rock Mechanics-ISRMS Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests' tarafından önerilen bir formül (katsayı) yardımıyla basınç dayanımına dönüştürülmesi ile bulunmuştur.

## 4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Petrografik analiz (Tablo 5), kızdırma kaybı (Tablo 3) ve asit kaybı ile elek analizi (Tablo 3-4) sonuçlarıyla, erken dönem Bizans harçlarının bağlayıcı/agrega oranları belirlenmiş-

Tablo 7. Harç örneklerinin fiziksel özellikleri

Örnek No	WA (ağırlıkça) (m/m, %)	WA (hacimce) (v/v, %)	D (g/cm <sup>3</sup> )	SG (g/cm <sup>3</sup> )	C (%)	P (%)	SD (%)
M1	21.08	34.02	1.62	2.63	61.60	38.40	88.60
M2	13.43	26.86	2.00	2.56	78.14	21.86	100.00
M3	21.49	35.50	1.65	2.59	63.70	36.29	97.83
M4*	-	-	-	-	-	-	-
M5	15.26	26.50	1.73	2.59	67.05	32.95	80.42
M6	19.30	32.42	1.68	2.53	66.40	33.60	96.49

\* Belirlenememiştir.

WA : Su emme oranı

D : Birim hacim kütle

SG : Özgül kütle

C : Kompasite

P : Porozite

SD : Doyma derecesi

Tablo 8. Harç örneklerinin boşluk boyutu dağılımı değerleri

Örnek	Toplam Boşluk (ml/g)	Ortalama (Median) Boşluk Çapı (µm) (Boşluk hacmi)	Ortalama Boşluk Çapı (µm)
Harç 1 (5.yy)	0.2151	0.3409	0.0704

Mikro boşluk,  $r < 0.001 \mu\text{m}$  ( $<10 \text{ \AA}$ ), Mezo boşluk,  $r = 0.001-0.0025 \mu\text{m}$  ( $10 \text{ \AA}-250 \text{ \AA}$ )

Makro boşluk,  $r > 0.025 \mu\text{m}$  ( $>250 \text{ \AA}$ )



Şekil 9. Nokta yükleme deneyi

Tablo 9. Harç örneklerinin mekanik özellikleri

Örnek	Nokta Yükleme ile Bulunan Basınç Dayanımı (MPa)	Tek Eksenli Yükleme Altında Basınç Dayanımı (MPa)
5.yy harcı	0,4*	4*

\* Değerler yaklaşık olarak alınmıştır.

tir. Katkılar ve onların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de belirlenmiş; Tablo 6 ve 7’de gösterilmiştir. Asitte çözünmeyen agregaların olması, onların boyutları ile ilgili bilgi edinmemizi sağlamıştır. Özellikle, çakıl boyutundaki ve daha küçük tuğla parçacıkları, en fazla 8-20mm boyutludur. Onların oranları ve toplam içindeki ağırlıkları bulunmuş ve sonuçları Tablo 3-4’te verilmiştir. Çakıl boyutunda iri boyutlu tuğla agregalarının toplam kütle içindeki bulunma oranları %17-32 arasındadır; Tablo 4-5’te gösterilmiştir. İri boyutlu agregaların toplam agregalar içindeki oranı % 82’dir.

Harç örneklerinin petrografik analizleri, kireçtaşı parçacıklarını da içermektedir. Bu kireçtaşı parçacıkları, yapıda kullanılan kireçtaşı bloklardan gelmektedir. Az miktarda olan parçacıklar da doğal kaynaklardan gelmiştir ve bunlar yuvarlak köşelidirler. Kireçtaşı agrega miktarları, örnekten örneğe farklılık göstermektedir. Diğerleri, çoğunlukla kuvars, kuvarsit, feldspat ve volkanik taş parçacıklarıdır. Seyrek miktarda görülen diğer mineraller, plajjoklas, piroksen, biyotit ve opak demir oksit mineralleridir. Tuğla kırıkları ile tuğla tozu, yapay puzolanik katkı olarak eklenmiştir. Birçok feldspat parçacığı farklı şekillerde bozulmaya uğramış, kil ve karbonatlar oluşmuş-

tur. Bozunmaya uğrayan agregalar nedeniyle, agrega ve bağlayıcı arasındaki adezyon kuvvetinin, tuğla kırığı ile bağlayıcı arasındaki adezyon kuvvetinden daha zayıf olduğu görülmüştür. Tuğla kırığı parçacıklarının etrafında ve yüzeyinde jel oluşumu gözlenmiştir. Puzolanik özellik sayesinde oluşan jel formu ile bağlayıcı ve tuğla kırığı parçacıkları arasında iyi bir adezyon olduğu tespit edilmiştir. Harç örneklerinde kızdırma kaybı deneyi ile belirlenen  $\text{CaCO}_3$  miktarı ile DTA ve ICP analizlerinin sonuçları birlikte değerlendirilmiştir. Tablo 6’da görülen harç örneklerinin ICP analizi sonuçları ile tuğla kırığı miktarları arasında korelasyon kurulmuştur. Harç örneklerinin tuğla kırığı miktarlarındaki artış, alüminyum oksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), demir oksit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), baryum (Ba) ve zirkonyum (Zr) miktarlarının da oransal olarak artmasına neden olmuştur. Dolayısıyla, asit kaybı ve elek analizi, kızdırma kaybı ve petrografik analiz sonuçları ile ICP analizi sonuçları arasındaki korelasyon değerlendirilmiştir.

Tarihi kireç harçları, genelde %20-40 arası açık gözenekliliğe ve makro boyutlu gözeneklere sahip olurlar (Borelli, 1999). Onarım harçlarının da, özgün harçların tüm özelliklerine sahip olması beklenir. Porozimetri analizi sonucunda, ortalama boşluk boyu-

tu 0.34 $\mu\text{m}$  olarak bulunmuştur; bu da tarihi harçlar için kabul edilebilir bir değerdir. Horasan harçları, surlarda çok geniş bir alanda kullanılmış olduğundan, karışımlarının homojen olmaması doğaldır. Ayrıca harçlar, uzun yıllar boyunca iklimsel değişikliklerin yol açtığı etkilere ve farklı yükler altında oluşan mekanik bozulmalara maruz kaldıklarından, heterojen davranışlar göstermektedirler.

M1 ve M3 kodlu harç örnekleri, denizden gelen su buharı nedeniyle sıkça ıslanma-kuruma döngülerine maruz kaldıklarından, suda çözünen tuzlar yağmur suyu ile yıkanamamış ve içeride kalmışlardır (Tablo 2). Bu örnekler, tuzların harcın yüzeyinde ve iç yapısında birikmesi ve kristallenmesi (çiçeklenme hasarı) nedeniyle oluşan basıncın etkisinde kalarak bozulmuşlardır. T4 kulesinin farklı bölümlerinden alınan örneklerde, deniz kaynaklı olarak gelen  $\text{Cl}^-$  iyonlarına bol miktarda rastlanmıştır. İçerden ve daha korunaklı bölümlerden alınan örneklerde de, büyük miktarlarda deniz suyu ve hava kirliliği kaynaklı suda çözünen tuzlar tespit edilmiştir. Suda çözünen tuzlar, harç yüzeylerinden emilerek iç yapıya kadar ulaşmış ve gözeneklerde birikmiş olarak, SEM-EDX analizleri ile belirlenmiştir.

## 5. Genel Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmaların sonucunda, İstanbul Kara Surları’nın T4 kulesine ait harç örneklerinin tüm özellikleri belirlenmiştir. Buna göre, harçlarda, bağlayıcı olarak sönmüş kireç, agrega olarak da tuğla kırığı parçaları, tuğla tozu, kireçtaşı parçacıkları ve dere kumu kullanıldığı belirlenmiştir. Bağlayıcı/agrega oranlarının 1/2 ve 1/3 arasında değiştiği ve agregaların %50’si-

nin tuğla kırığı, %50’sinin de kireçtaşı parçacıkları ve dere kumu olduğu bulunmuştur. Burada bulunan tuğla tozunun yapay puzolan olarak davrandığı ve harçlara hidrolik özellik kattığı görülmüştür. Bu hidrolik özellik, DTA, ICP, XRD ve SEM-EDX analizlerinde de belirlenmiştir. Harçlarda yapılan suda çözünen tuzların analizleri sonucunda bulunan tuzların, deniz ve hava

kirliliği kaynaklı olduğu söylenebilmektedir. Fiziksel ve mekanik özellikler ile boşluk boyutu dağılımı değerlerinin bulunması, üretilecek onarım harcı için önemli görülmektedir. Özgün harçların poroziteleri %22-38 arasında değişmektedir ve çoğunluğu, makro boyutlu gözenekler oluşturmaktadır. Basıncı dayanımı değerleri ise, 4-6MPa aralığında bulunmuştur.

---

## REFERANSLAR

- 1- Ahunbay, Z., Ahunbay, M., Ersen, A., Gürdal, E., Acun, S., Gülec, A., 2003, 'Research on the Characterization and Deterioration of the Stones, the Bricks and the Khorasan Mortars of the Tower 4 (T4) of the Land Walls of Istanbul (Constantinople)', *Unpublished Fortmed Project Report submitted to project manager in Venice*, EC Project no: ICA 3-CT-1999-00.
- 2- Gülec, A., Ersen, A., 1998, 'Characterization of Ancient Mortars: Evaluation of Simple and Sophisticated Methods', *Journal of Architectural Conservation*, Vol.4, No.1, March, pp.56-67.
- 3- Gülec, A., Tulun, T., 1997, 'Physico-Chemical and Petrographical Studies of Old Mortars and Plasters of Anatolia', *Cement and Concrete Research*, Vol.27, pp.227-229.
- 4- Gülec, A., 1990, 'Characterization of Mortars and Plasters of Some Historic Monuments, Part II', NATO, CCMS Plot Study, Conservation of Historic Brick Structures, *4<sup>th</sup> Expert Meeting Proceedings Book*, Amersfoort, 25-27 October 1990, pp.121-154.
- 5- Moropoulou, A., Bakolas, A., Moundoulas, P., 2000, 'Criteria and Methodology for Restoration Mortars Compatible to the Historic Materials and Structures', *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, 19-24 June 2000, Venice, pp.403-411.
- 6- Charola, A.E., Dupas, M., Shery, R.P., Freund, G.G., 1984, 'Characterization of Ancient Mortars, Chemical and Instrumental Methods', *Proceedings of the International Symposium on Scientific Methodologies Applied to Works of Art*, Florence.
- 7- TS 699, 1987, *Standard Test Methods for Natural Stones*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- 8- ASTM C 50, 1999, *Standard Practice for Sampling, Sample Preparation, Packaging and Marking of Lime and Limestone Products*, American Standards.
- 9- Borelli, E., 1999, *ARC Laboratory Handbook*, Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials, ICCROM, Rome.
- 10- Gülec, A., Acun, S., Ersen, A., Gürdal, E., 2003, 'Evaluation of Konya Region Volcanic Tuff as a Pozzolanic Additive in Conservation Mortar', *International Symposium on Industrial Minerals and Building Stones (IMBS)*, Istanbul, Turkey.

## STRUCTURAL RESTORATION OF PLOVDIV (FİLİBE) CUMA MOSQUE

### SUMMARY

The restoration project of Murat Hüdavendigâr Mosque (Cuma Mosque) commenced in 2006. The project was financed by Istanbul Metropolitan Municipality and undertaken by Taşyapı as the contractor.

Structural conservation work of the project is concluded. In this context, domes, main walls, minaret and pillars have undergone restoration and conservation processes. The processes which were applied by remaining true to original appearance and materials of the building will be explained and certain findings on structural techniques arising during restoration will be presented in our paper to the attention of researchers. In addition to restoration techniques, other information on methods, materials and material characteristics will be included in the paper.

# Filibe Cuma Camii'nin Yapısal Restorasyonu

 CELALEDDİN KÜÇÜK\*

### ► Giriş

Halk arasında Sultan Murad Camii, Hüdâvendigâr Camii, Cuma Camii veya Ulu Camii olarak adlandırılan yapı; Sultan Murad Hüdâvendigâr tarafından 14.yy'ın sonlarında (1369-1389), bir külliye yapısı olarak inşa edilmiştir (Resim 1; Harbova, 1991, s.71).

Yapı, son yüzyıl içerisinde uzun süre çeşitli nedenlerle bakımsız kalmış ve bölgenin deprem kuşağında olmasından kaynaklanan olumsuzluklardan ötürü ciddi derecede hasar görmüştür. Bunun yanında, kent içinde yapılan değişiklikler ve caminin etrafında kotların değiştirilmesi de eseri olumsuz olarak etkilemiş; önemli mimari risklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Uzun yıllar süren çalışmalar neticesinde, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2004 tarihinde İSTON'a bir restorasyon projesi hazırlamıştır. Projenin tamamlanmasını takip eden yıllarda, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile Bulgar makamları arasında yapılan bir anlaşma gereğince; Büyükşehir Belediyesi, İstanbul'da bulunan Bulgar Kilisesi'nin restorasyonunu yapmayı kabul etmiştir. Buna karşılık olarak, Bulgar makamları ile, Mu-



Resim 1. Caminin 1895 yılındaki görünümü

rat Hüdâvendigâr Camii'nin restorasyonuna izin verilmesi yönünde bir protokol hazırlanmıştır. Böylece, iki yıl sürecek olan Cuma Camii'nin restorasyonu başlamıştır.

Restorasyon uygulaması, Taşyapı İnş. San. ve Tic. A.Ş. tarafından üstlenilmiş; Ekim 2006 tarihinde restorasyon çalışmalarına fiilen başlanmıştır. Çalışmalar, Türkiye'den gelen restoratör, konservatör, mimar ve ustalardan oluşan uzmanlar ile Bulgaristan vatandaşlarından oluşan bir ekiple gerçekleştiril-

miştir. Yapılan uygulamalar sırasında yerel malzeme ve işçi kullanılmış; ancak Bulgaristan'da bulunmayan bazı malzemeler, Türkiye ve İtalya'dan getirilmiştir. Bu anlamda hem teknik kadro olarak, hem de kullanılan malzeme açısından uluslararası bir oluşum ortaya konmuştur.

Mimari restorasyonda temel ilke: eserin orijinal yapısının korunması ve esere zarar veren sonradan yapılmış eklentilerin temizlenmesi olarak benimsenmiştir.



## Bozulmalar

Eser üzerinde gözlenen bozulma türlerini 5 ana başlık altında toplamaktayız:

- 1 Deprem sonucu oluşan çatlak ve ayrılmalar
- 2 Arkeolojik kazılar sonucunda yapının beden duvarlarının zayıflaması
- 3 Bitkisel oluşumlardan kaynaklanan bozulmalar
- 4 Bozuk çatı örtüsünden kaynaklanan bozulmalar
- 5 Sonradan yapılan çimentolu eklentilerden kaynaklanan bozulmalar

### 1. Deprem sonucu oluşan çatlak ve ayrılmalar

Camideki en büyük sorunların başında, hiç şüphesiz deprem ve güneybatı köşesinde yapılan arkeolojik kazılardan kaynaklanan hareketlenmeler gelmektedir (Resim 2). Bu doğrultuda yapıda, kuzeydoğu-güneybatı ekseninde, temelden başlayarak kubbe ve tonozları boydan boya kesen ana çatlak ve buna bağlı yan çatlaklar meydana gelmiştir. Özellikle doğu duvarında oluşan çatlağın, beden duvarında, yatayda ve dikeyde 15cm'yi bulan kaymaya yol açtığı gözlenmektedir (Resim 3).

Ana çatlak olarak adlandıracağımız bu çatlağın dışında, batı giriş kapısının üzerinde bulunan çatlak, kubbeden zemine kadar devam ederek ilerlemiştir. Ancak bu çatlağın temel nedeni, giriş kapısında bulunan iç kemerin kaldırılması nedeniyle ile duvarın zayıflamasıdır.

### 2. Arkeolojik kazılar sonucunda yapının beden duvarlarının zayıflaması

1980'li yıllarda, antik şehir tiyatrosunun ortaya çıkartılması amacı ile arkeolojik kazılar yapılmıştır. Caminin beden duvarlarının altına kadar devam eden kazıların sonrasında, yapının güneybatı köşesinde, temel duvarlarının zayıflamasından kaynaklanan hareketlenmeler gözlenmiştir (Resim 4). Bu alan, aynı zamanda deprem çatlaklarının da en



Resim 2. Depremlerden sonra oluşan yapısal çatlaklar



Resim 3. Duvarlarda 15cm'yi bulan kaymalar

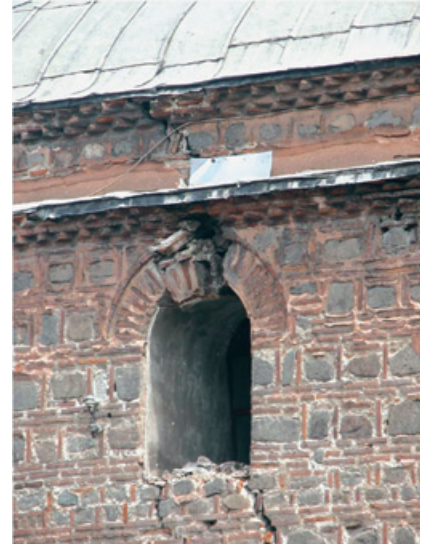


Resim 6. Restorasyon öncesi çatının görünümü

yoğun olduğu kısım olması nedeniyle ile, yapının en riskli bölümünü oluşturmaktadır.

### 3. Bitkisel oluşumlardan kaynaklanan bozulmalar

Eski fotoğraflarda, caminin hemen yanındaki yoğun kavak ağaçları ve batı beden duvarını tamamen kaplamış olan sarmaşıklar dikkati çekmektedir. Yapılan çalışmalar sırasında, bu bitkilerin köklerinin be-



Resim 4. Yapısal bozulmaya yol açan kazılar sonucu oluşan çatlaklar



Resim 5. Hatıl boşluklarından çıkarılan bitki kökleri



Resim 7. Derzlerdeki çimento katkıli eklentiler

den duvarlarının altına kadar, ahşap hatıl boşluklarından devam ettiği gözlenmiştir (Resim 5).

Kubbe kenarlarında bulunan incir ağaçları da, çatıdaki kurşun levhaların açılmasına ve kirpi saçığın tahrip olmasına neden olmuştur.

### 4. Bozuk çatı örtüsünden kaynaklanan bozulmalar

Yapının kubbe ve dereleri kurşun ile kaplanmıştır. Ancak yıllar içe-

risinde kurşunların tahrip olması, yağmur ve kar sularının içeriye akmasına ve buna bağlı bozulmaların oluşmasına yol açmıştır (Resim 6).

## 5. Sonradan yapılan çimentolu eklentilerden

### kaynaklanan bozulmalar

Çeşitli dönemlerde, yapının içinde ve beden duvarlarında onarımlar yapılmıştır. Bazı bölümlerde beden duvarının üstüne kadar devam eden ekler dikkati çekmektedir. Çi-

mento kullanılarak yapılmış olan bu müdahaleler, özellikle batı beden duvarında, nem hareketlerinin de etkisiyle çimentonun orijinal bölümlere zarar vermesine yol açmıştır (Resim 7).

## Restorasyon Uygulamaları

Kullanılan harçlar:

KABA HARÇ ORANI  
(DOLGU İÇİN)

2 ölçü kum  
2 ölçü taş tozu  
1 ölçü mermer tozu  
1 ölçü tuğla tozu  
1 ölçü hidrolik kireç  
1 ölçü kaymak kireç

İNCE HARÇ ORANI  
(SIVA İÇİN)

2 ölçü taş tozu  
1 ölçü kum  
1 ölçü mermer tozu  
1 ölçü tuğla tozu  
1 ölçü pozzolana  
1 ölçü hidrolik kireç  
1 ölçü kaymak kireç

İNCE ELENMİŞ HARÇ ORANI  
(ENJEKSİYON İÇİN)

1 ölçü taş tozu  
1 ölçü tuğla tozu  
1 ölçü pozzolana  
0.75 ölçü hidrolik kireç  
0.25 ölçü kaymak kireç  
%10 su bazlı epoxy

## 1. Çatı Restorasyonu

### a. Kubbe ve Tonzolar

Çalışmalar, öncelikle kubbe ve tonozların üzerindeki kurşunların açılması ile başlamıştır. Bu doğrultuda mevcut kurşun kaplama alınarak, kurşun altı toprak ve bozulmuş olan şap tabakaları temizlenmiştir (Resim 8).

Kubbe ve tonozlarda görülen bozulmaların tam olarak anlaşılması için, bütün kubbeler basınçlı su ile temizlenmiştir (Resim 9).

Temizlik sonrasında ortaya çıkan çatlakları iki ayrı grup olarak değerlendirmekteyiz:

- Ana çatlaklar
- Kılcal çatlaklar

Ana çatlaklar olarak nitelendirdiğimiz çatlaklar, deprem sırasında oluşan ayrılma ve kırılmalardır. Ana çatlaklarda, içten ve dıştan dikiş yapılmıştır (Resim 10).

Bu işlem, beden duvarlarından başlamak suretiyle bütün kubbe ve tonozlarda bulunan çatlaklar takip edilerek, alanın özelliğine göre tuğla veya taş kullanılarak, hidrolik kireç bazlı harç ile yapılmıştır.

Ana çatlakların oluşması sırasında, çatlağın her iki yanında kılcal

çatlaklar da oluşmaktadır. Ana çatlaklar dikine oluşurken, kılcal çatlaklar genellikle yatayda ilerlemektedir. Bu durum; harç, tuğla veya taş dolgularında kırılma, yumuşama ve güç kaybına neden olmaktadır. Çatlağın çevresi güç kaybına uğradığı için, yapılan enjeksiyon veya sağlamlaştırma yeterli sonucu vermektense uzaktır. Yeterli sağlamlaştırmayı yapabilmek için, kubbe ve tonozlarda 25cm ara ile, 20cm derinliğinde ve 20mm çapında delikler açılmıştır. Açılan bu delikler, öncelikle hava ile temizlenmiş ve %50



Resim 8. Kubbe ve tonozların restorasyon sırasındaki görünümü



Resim 9. Kubbelerde kurşun altı sivanın temizliği



Resim 10. Çatlakların dikiş yöntemi ile tamir edilmesi



Resim 11. Kubbe ve tonozlarda yapılan enjeksiyon uygulaması



Resim 12. Kubbe hatıllarının değiştirildikten sonraki görünümü



Resim 13. Kubbe ve tonozların arasında kalan derelerdeki çatlakların görünümü

alkol enjeksiyonu yapılmıştır. Bu işlemden sonra, 5 atm basınç altında, hidrolik bazlı sıvı harç enjekte edilmiştir. Kubbe ve tonozlarda yapılan enjeksiyon veya dolgu harcında epoxy kullanılmamıştır (Resim 11).

Özellikle kubbe ve tonozlarda oluşan deformasyonları ortadan kaldırmak için, enjeksiyon işleminin ardından, hidrolik kireç bazlı harç ile maksimum 3cm kalınlığında şap atılmıştır.

### b. Kirpi Saçaklar

Kirpi saçaklarda karşılaşılan bozulma, genellikle tuğlalarda görülen tozuma veya kirpi saçakların tahrip olması şeklindedir. Bu bölümler temizlenerek orijinal görünümünde yeniden yapılmıştır. Hatıllar tamamen çürümüş olduklarından, orijinal özelliklerinde ve 10x10cm meşe hatıllar kullanılarak değiştirilmiştir (Resim 12).

### c. Beden Duvarlarının Üzeri ve Dereler

Tonoz ve kubbe aralarında bulunan

derelerle ilgili çalışmalara, kubbe ve tonozların kurşunlarının tamamlanmasından sonra başlanmıştır. Beden duvarlarının üstü ile tonoz ve kubbe aralarında bulunan derelerde bulunan toprak dolgu tamamen temizlenmiştir. Bu bölümlerde, kubbelerden devam eden çatlaklar takip edilerek, dikiş ve enjeksiyon işlemlerine devam edilmiştir (Resim 13).

Özellikle fil ayaklarının üzerinde yer alan odacıkların içinde bulunan çatlaklarda, dikiş işlemleri ve enjeksiyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çatlaklar takip edilerek, en ince noktalarına kadar dikiş veya enjeksiyon işlemi uygulanmıştır. Kubbe altında bulunan çatlaklara yapılan enjeksiyonlarda, hidrolik kireç bazlı harcın içine %10 oranında su bazlı epoxy katılmıştır.

Derelerdeki toprak dolgunun açılmasından sonra, kubbe ve tonoz kenarlarında bulunan hatıl sistemi ortaya çıkmıştır. Eserin kubbesinden başlamak suretiyle, temel kadar devam eden bir hatıl siste-

mi mevcuttur. Analiz raporları sonucunda, hatıllarda kullanılan ahşabın meşe ağacından olduğu anlaşılmıştır. Ancak hatılların tamamı çürümüş durumdadır. Yapının dış etkenlerden bu derece yoğun olarak etkilenmesinin önemli nedenlerinden birisinin de, hatıl sisteminin zafiyete uğraması olduğu düşünülmektedir.

Tamamen çürümüş olan hatıllara ait boşluklar temizlenerek, bu bölümlere yeni meşe hatıllar yerleştirilmiştir. Hatıl boşluklarına ise, su bazlı epoxy içeren hidrolik kireç harcı enjekte edilmiştir. Beden duvarları ve hatıl boşluklarında, harç kendi akışkanlığında uygulanmış; basınçlı enjeksiyon yapılmamıştır.

Derelerde ve beden duvarlarında su akımı için yeterli eğimi vermek ve kurşun kaplama için zemin hazırlamak amacı ile, yapıya yük bindirmeyecek şekilde, ytong ve hidrolik kireç bazlı harç kullanılarak dolgu yapılmıştır. Bu dolguların üzerine çamur sıva yapılarak, kurşun kaplanmıştır.

Resim 14. Kurşunların yapımı sırasında kubbe-lerin görünümü



#### d. Kurşun Kaplama

Olumsuz hava şartlarının yapıyı etkilememesi için çalışma programı, kubbe ve tonozların sıvanmasından sonra hemen kurşun kaplamalarının yapılması; ardından dere ve beden duvarlarının, işlemleri yapılarak kurşun ile kaplanmaları şeklinde planlanmıştır (Resim 14).

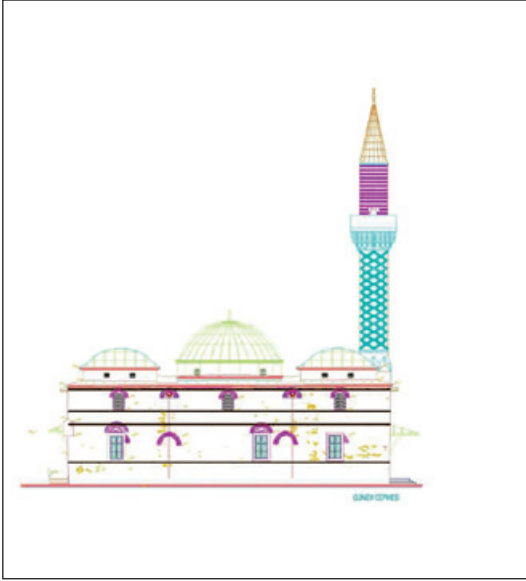
Kurşun kaplanacak yüzeyler yaklaşık 2-3cm kalınlığında çamur sıva ile sıvandıktan sonra, 2mm kalınlığındaki kurşun plakalar ile kaplama yapılmıştır. Kullanılan plakalar ve kurşun ustaları Türkiye'den gelmiştir. Yapının kurşun işleri, Aydın Arıboğa tarafından gerçekleştirilmiştir.



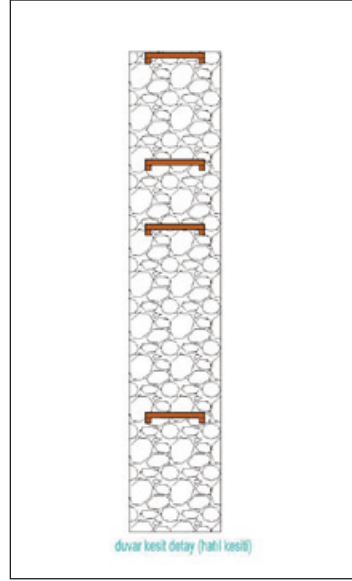
Resim 15. Beden duvarlarındaki çatlakların dikiş yöntemi ile onarılması



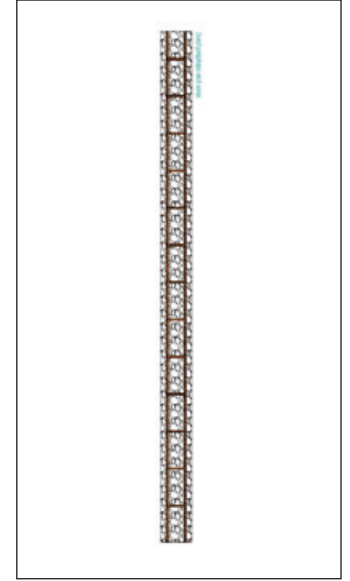
Resim 16. Beden duvarlarını çevreleyen hatılların görünümü



Çizim 1. Beden duvarlarını çepeçevre saran hatılların görünümü



Çizim 2. Hatılların duvar kesitindeki görünümü



Çizim 3. Hatılların yatay kesitteki konumları

## 2. Beden Duvarları

#### a. Temizlik

Beden duvarlarında bulunan atmosfer kirliliği, AB 57 formülü ile, basınçlı sıcak su kullanılarak temizlenmiştir. Bu işlemin ardından, sonradan yapılmış olan çimentolu eklentiler kaldırılmıştır.

#### b. Derz Açma ve Yapma

Beden duvarlarında, eski onarımlar

sırasında yapılmış olan kabartma derzler bulunmakta idi. 20.yy onarımında yapılmış olduğu tahmin edilen kabartma derzler temizlenmiş ve altındaki orijinal derzlerin, hemyüz olarak tabir edilen şekilde yapıldığı gözlenmiştir. Bu doğrultuda, özellikle bozulmuş ve bağlayıcılığını kaybetmiş olan derzler açılarak, hidrolik kireç esaslı harc

ile derzleme yapılmıştır.

#### c. Çatlaklarda Dikiş İşlemi

Beden duvarlarında, kubbelerden başlayarak devam eden önemli çatlak ve kaymalar bulunmaktadır. Özellikle batı duvarındaki giriş kapısında ve yapının güney köşesinde, önemli çatlaklar ve duvarın eklenenden kaymalar oluşmuştur. Be-

den duvarlarında, kubbelerde olduğu gibi, orijinal malzeme kullanılarak dikiş yapılmıştır. Beden duvarlarının dışında orijinal örgü sistemine ve taş büyüklüklerine sadık kalınırken; 70cm'yi bulan açıklıklarda, 1m aralıklar ile 150cm uzunluğunda taş bloklar, çatlakların üzerine gelecek şekilde kullanılmıştır (Resim 15).

Dikiş atılan bölümler, her 50cm'lik yükseklikten sonra, epoxy içeren sıvı hidrolik kireç bazlı harç ile doldurulmuştur. Bu işlem, beden duvarlarında içeriden ve dışarıdan, mevcut zeminin 3m altına kadar devam ettirilmiştir.

Beden duvarlarında dikiş sistemi yukarıda anlatıldığı şekilde uygulanırken; kaymanın gözlemlendiği giriş kapısının kemeri, kırık olan bölüme

kadar sökülmüş, kaymadan kaynaklanan görüntü ortadan kaldırılarak kemerin güçlendirilmesi sağlanmıştır. Aynı kapının iç duvarında, sökülmüş olan iç kemer tekrar yapılarak, bu alanda beden duvarının çatlamasındaki en büyük neden ortadan kaldırılmıştır.

Benzer uygulama, kuzeyde bulunan minare girişinin üzerinde de yapılmıştır.

#### d. Hatılların Yerleştirilmesi

Yapının hatıl sistemi, beden duvarlarında içten ve dıştan olmak üzere dört sıra halinde yapıyı çepeçevre dolaşmaktadır (Resim 16).

Aynı bölümlerde, fil ayaklarında da hatıllar kullanılmıştır. Beden duvarlarında bulunan hatıl boşlukla-

rı temizlenerek meşe hatıllar yerleştirilmiş; boşluklar, diğer bölümlerde olduğu gibi, su bazlı epoxy içeren hidrolik kireç harcı ile doldurulmuştur (Çizim1,2,3).

Özellikle çatlakların olduğu bölümlerde hatılların yenilenmesi tercih edilmiş; bu şekilde yapının kendi orijinal malzemesi ile güçlendirilmesi düşünülmüştür.

#### e. Pencere Söveleri

Eski onarımlar sırasında değiştirildiği anlaşılan ve tamamen bozulmuş durumda olan pencere söveleri ve demirleri yenilenmiştir. Sövelerde bazalt kullanılmıştır. Pencere söveleri, giriş merdivenleri ve tuvalet gibi yeni üretimler, Ali Öztürk tarafından gerçekleştirilmiştir.

## 3. Zemin Dolgusu

#### a. Temizlik

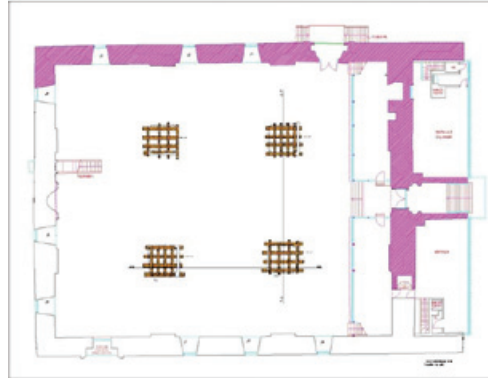
Caminin orijinal döşemesi, altıgen tuğlalıdır. Yapılan araştırmalarda tuğla altı döşemesinin, tuğla parçalarının karışımından oluşan 5cm kalınlığında dolgu harcı olduğu görülmüştür. Bu dolgunun altında ise az sıkıştırılmış toprak vardır. Eski bir onarıma ait olması muhtemel bu dolgunun yetersiz olması nedeni ile, mevcut döşemede çöküntüler oluşmuştur. Bu nedenle, büyük bölümü kırılmış veya bozulmuş olan mevcut altıgen tuğlalar kaldırılmıştır.

#### b. Fil Ayaklarının Hatılları

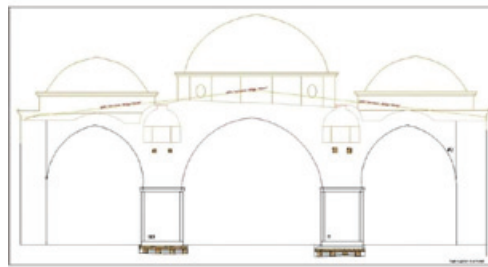
Zemin seviyesinin temizlenmesi sırasında, mevcut zeminin 30cm aşağısında, fil ayaklarının altında 30x30cm boyutlarında ve 4m uzunluğunda hatılların olduğu tespit edilmiştir (Çizim 4,5; Resim 17) Tamamen çürümüş olan hatılların yerine, daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve zift ile kaplanmış 25x25x400cm boyutlarında hatıllar yerleştirilerek; boşluklar, epoxy içeren kireç harcı ile doldurulmuştur.

#### c. Döşeme

Zemin kötü, mevcut duvar resimlerinin sıva tabakalarına, mihrap seviyesine ve minberin alt katmanına göre belirlenmiştir. Zemin dolgusu yaklaşık 30cm alınarak, zemine taş blokaj yapılmıştır. Klasik dönem özelliklerinde hazırlanan ve sıkıştırılan blokajın üzerine, yaklaşık 7cm kalınlığında hidrolik kireç harcı dökülerek master çekilmiştir. Bunun üzerine orijinal boyutlarında hazırlanan el yapımı tuğlalar döşenerek, zemin kaplaması tamamlanacaktır.



Çizim 4. Fil ayaklarının altlarında yer alan hatılların plan üzerindeki görünümü



Çizim 5. Fil ayaklarındaki hatılların dikey kesitte görünümü



Resim 17. Fil ayaklarındaki hatıl boşluklarının görünümü

## 4. Minare

Minarede yapılan uygulamalar, iki bölüm olarak değerlendirilebilir:

- a** Şerefe üzerinin sökülerek orijinaline uygun olarak tekrar yapılması
- b** Şerefe altında bulunan alanların ve minare kovanının restorasyonu

### a. Şerefe üzerinin sökülerek orijinaline uygun olarak tekrar yapılması

Eski onarımlar sırasında minare boyunun kısaldığı ve üzerinde bulunan tuğla rengi ve beyaz devam eden şeritlerin yok olduğu eski belge ve fotoğraflardan anlaşılmaktadır. Eski belgelerden yola çıkılarak şerefenin üzerinde kalan kısmı sökülerek tuğla ile orijinal boyutunda yeniden yapılmıştır. Kullanılan tuğla orijinal tuğlaların kalıbı alınarak Türkiye’de yaptırılmıştır (Resim 19,20).

### b. Şerefe altında bulunan alanların ve minare kovanının restorasyonu

- Derzler ile eski sıvaların sökülmesi ve tekrar yapılması

Minare gövdesinde, şerefe altına kadar baklava deseni şeklinde tuğla örgü devam etmektedir. Baklava dilimini oluşturan tuğla örgü, rölyefli olarak yapılmıştır. Örgünün içinde kalan kısımlarda ise çimento içerikli sıva bulunmakta idi. Çimento içerikli sıva ve derzler temizlenerek, derzlerin ve desenli örgünün içine hidrolik kireç bazlı harç ile dolgu yapılmıştır.

- Merdiven kovanının restorasyonu

Merdiven kovanında ise, bozuk ve işlevini yitirmiş olan derzler açılarak, orijinal derzin özelliklerinde tekrar yapılmıştır. Yapının bütününde görülen çatlaklar minare kovanında da devam ettiğinden, bu bölümlerde tuğla dikiş yöntemi ile sağlamlaştırma yapılmıştır. Merdiven basamaklarından



Resim 18. Minarenin 1926 yılındaki görünümü



Resim 19. Minarenin söküldükten sonraki görünümü



Resim 20. Minare aleminin takılması

eksik ya da bozulmuş olanlar değiştirilerek; üzerlerine orijinal basamakların özelliklerinde ahşap yerleştirilmiştir.

Restorasyon sırasında, çalışmanın Türkiye dışında bir ülkede yapılması; gerekli izinlerin alınması, ekiplerin organize edilmesi ve çalışma programının uygulanmasında en önemli sorun olarak karşımıza çıkmıştır. İki farklı ülkeden gelen uzmanların bir ara-

da ve uyum içinde çalışabilmeleri için küçük çaplı eğitim toplantıları yapılmıştır. Bütün proje, aynı zamanda bir eğitim projesi gibi planlanmıştır. İkinci bir ülkede çalışma ve iklim koşulları, bazı uygulamaların normal prosedürün dışında, daha önce veya daha geç yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu durum neticesinde, bazı bölümlerin tekrar yapılması gerekmiştir.

## Sonuç

Ekim 2006 tarihinde başlayan çalışmalarımız, Eylül 2008'de tamamlanmıştır (Resim 21,22,23).

Yapılan uygulamalarda, eser ile uyumlu, restorasyon kriterlerine uygun, geri dönüşümlü ve doğal malzemelerin kullanılmasına özellikle dikkat edilmiştir. Beden duvarları ve fil ayaklarının güçlendirilmesinde, özellikle emprenye edilmiş meşe hatıllar kullanılmıştır; bu durum, eserin bize verdiği imkânları kullanarak, esere müdahale etmeden güçlendirme yapılması şeklinde değer-

lendirilmelidir.

Çalışmada dikkat edilen diğer bir konu ise, bölgede bulunan usta ve uzmanların proje boyunca çalışmalara katılmış olmalarıdır. Projenin tamamlanmasından sonra, bölgede eski eser konusunda deneyimli bir grup geride bırakılmış ve gelecekte Bulgaristan'da yapılabilecek restorasyon çalışmaları için bir ekip yetiştirilmiştir. Böylece, "bölgede konservasyon çalışmalarının sürekliliği sağlanmış ve kültür varlıklarının korunması konusun-

da önemli bir aşama kaydedilmiş olacaktır" düşüncesindeyiz.

Kültür varlıkları, geçmişten bir takım mesajları geleceğe taşırlar. Korumacıların görevi, eserin taşıdığı mesajların orijinal şekli ile, kendi yorumunu katmadan korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması yönünde uygulamalarını yapmaktır. Bu doğrultuda, bilimsel bir restorasyon çalışması çerçevesinde, yapıda tespit edilen her türlü veri belgeyerek, araştırmacıların dikkatine sunulmuştur.

## REFERANSLAR

Harbova, 1991, *Razvitie na Planovata i Prostranstveneta Shema na Osmanskite Kultovi se Gradi Na Balkanite (XV-XIX)*, Balkan Araştırma Enstitüsü, Sofya, s.71.



Resim 21. Kar altında kalan kubbelerden bir görünüş



Resim 22. Caminin restorasyon öncesi görünümü



Resim 23. Caminin restorasyon sonrası görünümü

## RESTORATION OF MURAL PAINTINGS IN PLOVDIV (FİLİBE) CUMA MOSQUE SUMMARY

The restoration project of Murat Hüdavendigâr Mosque (Cuma Mosque) commenced in 2006. The project was financed by Istanbul Metropolitan Municipality and undertaken by Taşyapı as the contractor. The preservation of 18th and 19th century mural paintings to date in their original form is the highlight feature of this building.

The restoration of mural paintings was completed in 2008. Our paper will provide information on the methods and materials employed during the restoration and conservation of mural paintings which took about 20 months-work.

# Bulgaristan Filibe Cuma Camii'nin Duvar Bezemelerinin Restorasyonu

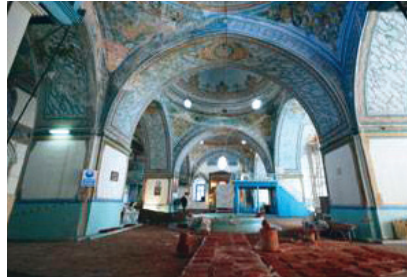
N. MİNE YAR

### Tarihçe

Filibe (Bulgaristan), uzun yıllar boyunca Osmanlı Devleti'nin önemli kentlerinden biri olmuştur. Bu nedenle ki, Balkanlar'daki en büyük camilerden biri olan, Murat Hüdâvendigâr'ın yaptırdığı Cuma Camii, 1369-1389 tarihleri arasında inşa edilmiştir.

Balkanlar'da "Erken Osmanlı Mimarisi" özelliklerini en iyi şekilde yansıtan, dikdörtgen planlı ve 25.18x31.86m ebadında olan cami, bu böl-

gedeki en büyük cami örneklerindedir. Cami, 1785 ve 1818 tarihlerinde onarım geçirmiştir (Tatarlı, 1966, s.220; Resim 1).



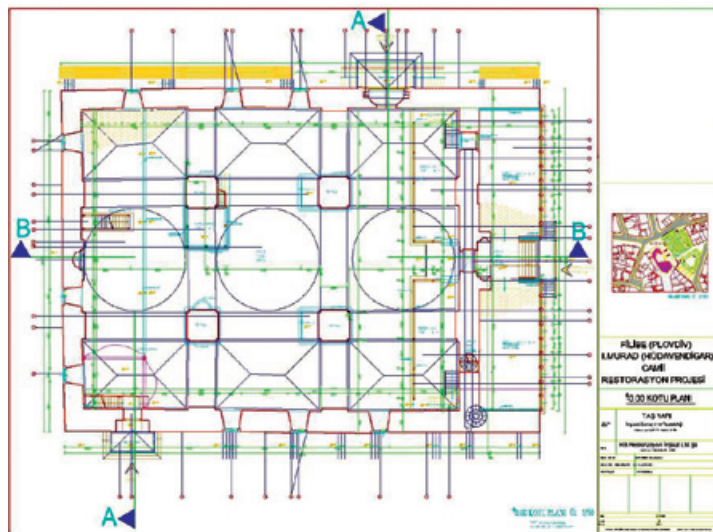
Resim 1. Caminin restorasyon öncesi iç görünüşü

Harim, dört ayak ile üç sahna bölünmüştür. Yan sahnalara nazaran daha geniş tutulmuş olan orta sahnın, üç kubbeyle; yan sahnınlar da üçer çapraz tonozla örtülüdür (İbrahimgil; Çizim 1).

Restorasyon öncesinde, caminin içi tamamen kalem işi tekniğinde yapılmış duvar resimleri ile süslenmiştir. Duvar resimlerinin, kemerlerde mermer taklidi, kubbelerde ise bitki figürlü bezeme şeklinde olduğu gözlenmektedir. Mihrapta ise Barok taklidi, ancak renk ve desen olarak klasik Osmanlı Baroğu'ndan farklı bir bezeme mevcuttur (Resim 2).



Resim 2. Mihrabın restorasyon öncesi durumu



Çizim 1. Murat Hüdâvendigâr (Cuma) Camii'nin planı



## Bozulmalar

1818 ve 1928'de yaşanan depremler ve sonrasında yapılan arkeolojik kazılar sonucu, yapısal bozulmalar oluşmuştur. Yeterli bakımın yapılmaması nedeni ile, yapıdaki tehlikeli çatlaklar, biyolojik bozulmalar ve süslemelerdeki kabarma ve dökülmeler günümüze kadar süregelmiştir. Yapının uzun yıllar boyunca çatıdaki çatlaklardan gelen su hareketlerine maruz kalması sonucu,

duvar resimleri doğrudan olumsuz etkilenmiştir. Bu nedenle, hem sıva tabakalarında hem de boya tabakalarında yoğun bozulmalar gözlenmektedir (Resim 3-6).

Bozulmalar;

- 1 Depremlerden kaynaklanan çatlaklar,
- 2 Arkeolojik kazıların etkileri sonucunda oluşan çatlaklar,
- 3 Yağmur sularının etkisi ile

oluşan biyolojik bozulmalar (yosunlar),

- 4 Çimentolu sıvalardan ve yoğun nem hareketlerinden dolayı oluşan tuzlanmalar,
- 5 Yağmur sularından kaynaklanan erozyon,
- 6 Boyada oluşan bozulma (tozuma, kavlanma, vs.) olarak sıralanabilir.

Resim 3. Restorasyon öncesi duvar resimlerinde oluşan yağmur suyu akıntıları



Resim 4. Kemirlerde oluşan bozulmalar



Resim 5. Boyada oluşan tozuma



Resim 6. Tuzların boya yüzeyine çıkarak birikmesi



## Resim Katmanları

Çalışmaların başlaması ile birlikte, yapı içerisinde günümüze kadar yapılmış olan katmanların tespit edilebilmesi için araştırma çalışmalarını yapılmıştır. Bunların sonucunda, yapının bütününde kullanılmış olan üç farklı tabaka tespit edilmiştir (Resim 7-9).

### Bu tabakaları:

- 1 20.yy
- 2 19.yy
- 3 18.yy olarak sıralayabiliriz.

### 1.tabaka (20.yy)

Görünür durumda olan bu tabakanın üzerinde, batı duvarında, 1910 tarihi bulunmuştur. Bu tabakayı, yazı içerisinde 20.yy olarak adlandıracağız. Mavi zemin üzerine kalıp baskı tekniği ile, bir bölümü Barok olarak nitelendirilecek bir üslup ile yapılmıştır. En altta, çok ince halde çivit mavi badana mevcuttur. Bu tabaka, 20.yy duvar resminin renk bütünlüğünü sağlayabilmek için tüm duvar yüzeyine uygulanmış; daha sonra, baskı yöntemi ile desenler oluşturulmuştur.

Yapının tamamının bu tarihte yeniden boyandığı söylenebilir. Bu dönem süslemelerinin, yapıldığı tarihten günümüze kadar mütemadiyen değişikliğe uğradığı, eklemelerin ve onarımların yapıldığı gözlenmiştir. Onarımlar, bazı bölümlerde plastik boya, yağlı boya veya kireç badana olarak karşımıza çıkarken; zemine yakın kısımlarda, sıva yüzeyinin 0,5cm kalınlığında çimento üzeri yağlı boya ile kaplandığı dikkati çekmektedir (Resim 10,11).



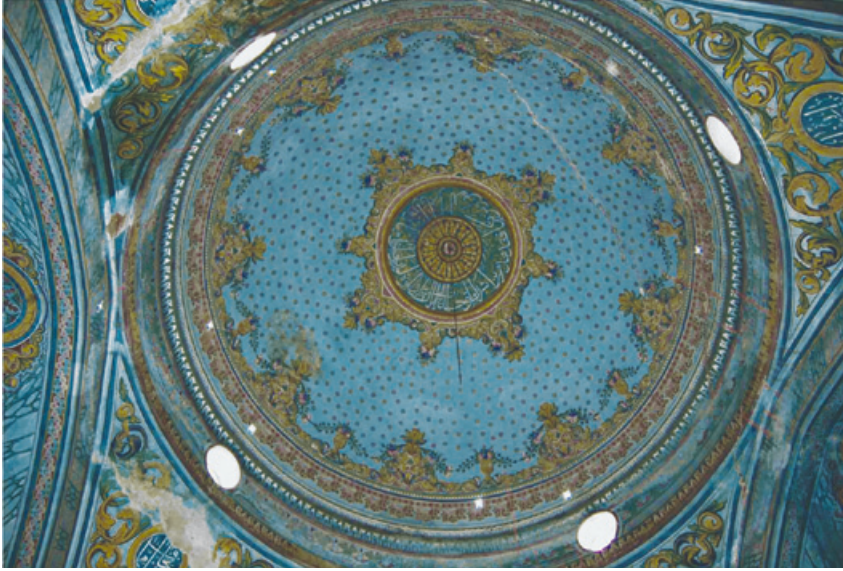
Resim 7. Boya katmanlarının açılması



Resim 8. 20.yy katmanının altından ortaya çıkan 19.yy'a ait boya katmanı



Resim 9. Raspa sonucu ortaya çıkan 18. ve 19.yy'a ait katmanlar



Resim 10. Son dönem sıva örneği



Resim 11. Zemine yakın yerlerde bulunan 0,5cm'lik çimento ve üzerindeki yağlı boya katmanı



Resim 12. 19.yy'a ait kirazlı bordür



Resim 13. Orta kubbe kasnağındaki 18.yy kubbe desenleri

## 2.tabaka (19.yy)

20.yüzyıl boya katmanının altından çıkan 1848 tarihli katman (19.yy), yapının bütününde devam etmektedir. Yapı içerisinde en sağlam durumda kalmış olan katmanı oluşturmaktadır. Açık zemin üzerine kiraz dallarından oluşan bordürlerin çevrelediği bir süsleme programı izlenmiştir (Resim 12).

## 3. tabaka (18.yy)

19.yüzyıl katmanının altında bulunan ve bir sıva katmanı ile ayrılan, 1755 yılına tarihlenen (18.yy) Barok tabakadır (Resim 13).

Bir önceki 19.yy katmanı, yaklaşık 0,5cm kalınlığında bir sıva tabakası üzerine yapılmıştır. Bunun altındaki 18.yüzyıl'a ait tabakanın tüm yüzeyine, sivri uçlu bir aletle çentikler açılarak üstüne sıva atılmıştır. Bu ne-

denle, alttaki 18.yy sıvasını "çentikli sıva" diye de adlandırmış olduk. Barok tarzda yapılan süslemenin, yapının bütününde uygulandığı tespit edilmiştir.

Her üç katmanda da, kendi dönemlerinde basit onarımların yapıldığı ve resim programına bağlı kalınarak bozulmuş olan bölümlerin onarıldığı tespit edilmiştir. Bu bölümleri, eski restorasyonlar olarak nitelendireceğiz.

## Uygulamalar

Uygulama aşamasında karşımıza çıkan en önemli sorunların başında, hangi tabakanın korunması gerektiği sorusu gelmekte idi. Yapının geçirdiği dönemler içerisinde uygulanan süslemelerin tamamının eserin geçmişini yansıtmaması ve bir dönemi ifade etmesi açısından önemi ve korunmasının gerekliliğinden, kültür varlıklarının korunması yönünde yapılan anlaşmalar ve uluslararası yönetmeliklerin tamamında bahsedilmektedir (KÜMİD; Venedik Tüzüğü, Atina Sözleşmesi, Nara Özgünlük Belgesi, vb.).

Nereye kadar restorasyon?

Bu doğrultuda yapı içerisinde korumamız gereken katman veya katmanlar konusunda uluslararası kriterlerden yola çıkarak değerlendirmeler yaptık.

1.katman; plastik boya kullanılarak yapılmış ve iki tonozda tamamen olmak üzere yapının %40'a varan bölümünde yok olmuş durumdadır. Yanlış malzeme kullanımı ve yapıda oluşan nem hareketle-

ri sonucunda, tabakaların yüzeylerinde kavlanma ve tozuma bağlı bozulmalar gözlenmektedir.

Bilindiği gibi, geleneksel malzemeler kullanılarak yapılan uygulamalarda nem ve tuz hareketlerinin etkileri, çağdaş malzemelere göre farklılık göstermektedir. Bu bölümlerde eser neme maruz kaldığında, lokal olarak alanın kendisi zarar görürken; plastik boyadan dolayı eser nefes alamadığından ve eski onarımlarda kullanılan çimento nedeniyle tuzlanmalar olduğundan, orijinal alanlar daha fazla zarar görmüştür.

Yukarıda sözü edilen etkenler ışığında:

1 Mevcut tabaka 19. ve 18. yüzyıl tabakalarında bozulmaya yol açtığından (Bliskova, 2006) (*plastik boyalı, çimento içerikli sıvanın yol açtığı asidik veya bazik etkiler nedeni ile*),

2 Sanatsal ve estetik açıdan değer ifade etmediğinden (*kalıp yöntemi*

*ile yapılmış olması nedeni ile*),

3 Kullanılan renkler, Türk sanatı ve mimarisini temsil eden renkler olmadığından (*Bu konu tabakanın temizlenmesindeki en önemli gerekçelerden birisi olmuştur.*),

4 Kullanılan renkler ve süsleme programı nedeni ile (*Yapı, kullanılan renkler nedeni ile basık ve karanlık olarak algılanmakta idi.*),

5 Büyük oranda dökülmüş olması nedeni ile;

yapının dönemi göz önüne alınarak bir rapor hazırlanmış, bu tabakanın temizlenmesi doğrultusunda görüş bildirilmiş ve Bulgaristan Kültür Bakanlığı Sofya Ulusal Kültürel Değerler Enstitüsü'nün 26.01.2007/ 4180 numaralı kararı gereğince, söz konusu katmanın belgelenecek alınması uygun bulunmuştur. Alınan kararlar ve yapılan sondajlar ışığında restorasyon çalışmaları başlatılmıştır.

## Sıva Analiz Sonuçları Raporu (Bliskova, 2006)

Analizler, Milli Sanat Akademisi Restorasyon Bölümü Kimya Laboratuvarı'nda, Dr. Krasimira Frangova ve Prof.Dr.Valentin Todorov tarafından, 2006 yılında yapılmıştır.

**Numune 1:** Batı girişi, yeni sıva

**Numune 2:** Orijinal dönem sıvası

**Numune 3:** Dış derz

**Numune 4:** İç sıva, erken dönem orijinal kaba ve ince sıva

**Numune 5:** Geç dönem iç sıva

Numune 1	
CaO	47,64 %
MgO	0 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,10 %
SiO <sub>2</sub>	14,30 %
SO <sub>3</sub>	0,64 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,80 %
Toplam:	67,50 %

Numune 2	
CaO	60,35 %
MgO	0,78 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,34 %
SiO <sub>2</sub>	2,91 %
SO <sub>3</sub>	0,37 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,02 %
Toplam:	66,81 %

Numune 3			
Numune 3a (kırmızı)		Numune 3b (beyaz)	
CaO	45,04 %	CaO	20,68 %
MgO	1,77 %	MgO	1,51 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,38 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,74 %
SiO <sub>2</sub>	14,50 %	SiO <sub>2</sub>	37,36 %
SO <sub>3</sub>	0,17 %	SO <sub>3</sub>	0,50 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,78 %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,89 %
Toplam:	70,87 %		71,70 %

Numune 4			
Numune 4a (üst katman)		Numune 4b (alt katman)	
CaO	56,26 %	CaO	53,66 %
MgO	0,37 %	MgO	0,30 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,43 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,36 %
SiO <sub>2</sub>	0,25 %	SiO <sub>2</sub>	3,16 %
SO <sub>3</sub>	0,13 %	SO <sub>3</sub>	1,39 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14 %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51 %
Toplam:	57,60 %		61,40 %

Numune 5			
Numune 5a (üst katman)		Numune 5b (alt katman)	
CaO	51,65 %	CaO	57,32 %
MgO	1,35 %	MgO	0,23 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 %
SiO <sub>2</sub>	0,47 %	SiO <sub>2</sub>	0 %
SO <sub>3</sub>	0,18 %	SO <sub>3</sub>	0,17 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 %
Toplam:	54,16 %		57,73 %

## Restorasyon Uygulama Basamakları

- 1 Temizlik:
  - a. Mekanik temizlik
  - b. Kimyasal temizlik
- 2 Sağlamlaştırma:
  - a. Ön sağlamlaştırma
  - b. Enjeksiyon
  - c. Paslanmaz çelik saplama
- 3 Dolgu
- 4 Estetik Bütünlük:
  - a. Tamamlama
  - b. Rötüş
- 5 Dokümantasyon

### 1. Temizlik

#### a. Mekanik temizlik

Özellikle çimentolu sıva yapılıms olan veya 20.yüzyıl onarımı sırasında

orijinal sıvaların döküldüğü bölümlere yapılan niteliksiz sıva tabakaları (çimento içeren), mekanik olarak temizlenmiştir. Ortaya çıkan tabakalar, bilgisayar ortamında (AutoCad programı kullanılarak) dokümanite edilmiştir (Resim 14,15).

#### b. Kimyasal temizlik

Yüzeyde bulunan 20.yy boya katmanları, yağlı boya tabakaları ve badana tabakalarını temizlemek amacıyla; yüzeye asidik veya bazik olmayan ve kanserojen özellikler içermeyen su bazlı boya sökücüler sürülmüş, üzeri streç film ile kapatılarak 15 dakika bekletilmiştir. Boya tabakasının ka-

barmasından sonra, yüzeyde bulunan kalıntılar bisturi ile, orijinal katmana zarar vermeden mekanik olarak temizlenmiştir. Bu işlem, her tabaka için ayrı ayrı tatbik edilmiş; böylece boya tabakaları, yüzeyden kat kat alınmıştır (Resim 16,17,18).

Altan çıkan orijinal tabakanın üzerinde, atmosfer kirliliği, is tabakası ve yağlı kir tespit edilmiştir. Bu bölümlerde: *Contrad 2000* ve %20 *amonyum bikarbonat*, bazı bölümlerde: *CMC içermeyen AB 57* ile birlikte kağıt kompresi kullanılarak yüzey temizliği yapılmıştır.

Temizlik işlemi sırasında, yüzeyde



Resim 14. Çivit mavi tabakanın altından ortaya çıkan kalem işi süslemeler



Resim 15. Raspa çalışmaları sonucu ortaya çıkan 19.yy duvar resmi



Resim 16,17,18. Kimyasal temizlik çalışması



Resim 20. Ön sağlamlaştırma için duvar resimlerindeki çatlakların sıvanması



Resim 21. Sıva- duvar arasında oluşan boşlukların enjeksiyon harcı ile doldurulması



Resim 19. Üst pencerelerin 19.yy resim programına göre konumu



bulunan üç kat yağlı boya veya plastik boya katmanları, orijinal tabakalara zarar vermeden, tek tek yüzeyden alınmıştır. Temizlik işlemi sonucunda elde edilen verilerle:

- dönemin desen programının anlaşılması ve
- mimari elemanların yerlerinin tespit edilmesi sağlanmıştır.

Bu sayede, caminin üst pencerelerinin daha önceki dönemlerde bulunmadığı ve cami planında olmadığı; 19.yy resim programındaki tonoz kasnağını çevreleyen bordürleri keserek daha sonraki dönemde açıldığı gözlenmiştir. Kubbe kasnağında ortaya çıkan bordür çizgilerinin devam etmesi gerekirken, pencerelerin yerleştirilmesi sonucu desen programı kesintiye uğramıştır. Pencerelerin varlığını belirten, bu döneme ait herhangi bir çerçeve veya ize rastlanmamıştır. Bu nedenle, üst pencerelerin bu dönemden daha sonraki bir tarihte yapıldığı düşünülmektedir (Resim 19).

## 2. Sağlamlaştırma

### a. Ön sağlamlaştırma

Restorasyon çalışmalarının en başında, öncelikle kubbede yapılacak onarımlara geçebilmek için, çatlak kısımlara alttan, hidrolik kireç bazlı harç

(2 no'lu kireç harcı) ile dolgu yapılmıştır. Bu sayede, gerek kubbele-re dışarıdan yapısal enjeksiyon yapılabilmiş; gerek de dökülen boya tabakasının daha fazla tahrip olmasının önüne geçilmiştir. Bu şekilde, kubbenin dışından yapılan enjeksiyon uygulamaları sırasında duvar resimlerinin arkasına kadar gelen harcın akması engellenmiş ve duvar resimleri de bir ölçüde güçlendirilmiştir (Resim 20).

### b. Enjeksiyon

Orijinal sıva tabakaları arasında veya sıva ile duvar arasında boşlukların olduğu gözlenmiştir. Kabarmış olan tabakaları taşıyıcıya bağlamak amacıyla, oluşan boşluklara enjeksiyon yapılmıştır. Enjeksiyon işlemi, 19.yy ile 18.yy sıva tabakaları arasında bulunan veya 18.yy sıva tabakası ile taşıyıcı duvar arasında oluşan boşluklara uygulanmıştır. İşlem yapılırken, öncelikle oluşan boşluğa %50 oranında alkol-su karışımı enjekte edilmiş; eski sıva suya doyurularak enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. Daha sonra,



Resim 22,23. Duvar resimlerinin sağlamlaştırılması için kullanılan paslanmaz çelik saplamalar



1mm ve üzerindeki boşluklarda, çok hafif olan *Malta 6001* hidrolik özellikli enjeksiyon harcı kullanılmıştır. Daha ince boşluklarda ise, *Primal AC 33*, %30 oranında enjekte edilmiştir. 1-3cm'lik boşluklara, çok ince elenmiş agrega içeren hidrolik kireç harcı enjekte edilerek boşluklar doldurulmuş ve sıva katmanlarının taşıyıcılığı artırılmıştır (Resim21).

### c. Paslanmaz çelik saplama

Kubbe ve tonozlarda oluşan 1-3cm'lik boşluklarda, enjeksiyondan önce 0,8mm çapında 10cm'lik paslanmaz çelik saplamalar yapılarak, sıvanın kubbe duvarına tam oturması sağlanmıştır (Resim 22,23).



Resim24,25. Orijinal sıvaların arasındaki tuğla yüzeylerin sıvanması



Resim 26. İnce siva sonrasında duvar resimlerinin görünümü



Resim 27,28,29. Duvar resimlerinin eksik kısımlarının tamamlanması



Resim 30,31. Orijinal duvar resimlerinin arasındaki eksiklerin rötuşlanması



### 3. Dolgu

Yüzeydeki orijinal olmayan eklentilerin temizlenmesinden sonra, beden duvarlarına kadar bütün orijinal tabakaların yok olduğu gözlenirken; bazı bölümlerde 18.yy tabakasına kadar kayıplar tespit edilmiştir.

Beden duvarlarına ulaşılan bölümlerde, duvarlara 18.yy tabakası seviyesine kadar 1 no'lu harç ile kaba siva 'intonacco' yapılmıştır. Bu seviyenin üzerine ise, korunan 19.yy tabakasının 0,5cm altına kadar, 2 no'lu harç ile kıtık (keten lifleri) katkılı ince siva yapılarak yüzey düzeltilmiştir (Resim 24, 25).

Desenlerin devam ettirilebilmesi için, yüzeylerde 'intonacchino' ta-

bakasını elde edebilmek amacı ile, 0,5cm kalınlığında bir tabaka yapılması gerekmekte idi. Özellikle aşınma veya kavlanma olan yüzeylerde çok ince elenmiş agregalı kireç harcının kullanılması, yüzeye iyi bağlanmayacağı için risk oluşturmaktaydı.

Alçı özelliğinde olan malzemeler ise, kireç harcı ile uyumlu genleşmediği, kireç harcından daha sert bir tabaka oluşturduğu ve nem hareketlerine karşı zayıf olduğu için tercih edilmemiştir.

Bu nedenle, CMC bazlı, esnek, her türlü yüzeyde çok iyi bağlantı kuran ve çok ince bir malzeme olan *polyfilla interior*, 'intonacchino' olarak ve çatlak, kavlanma, vs. görülen alan-

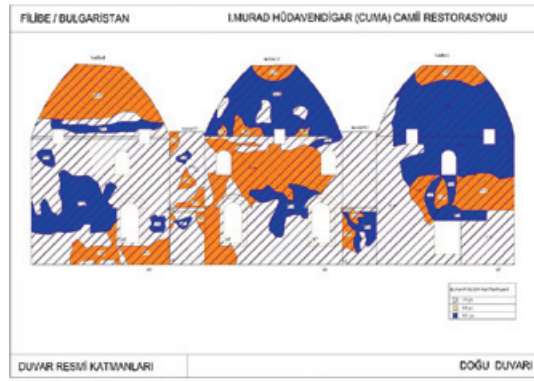


Resim 32. Caminin Kuzeydoğu Tonozu'nda yer alan duvar resmi katmanları

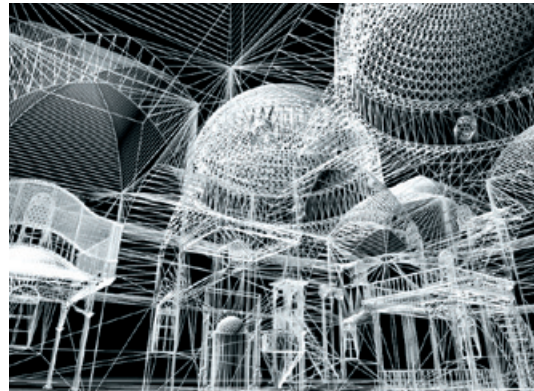
ların doldurulmasında kullanılmıştır. *Polyfilla*'nın kurumasından sonra, nem hareketlerine karşı güçlendirmek amacı ile, yüzeyine %3 oranında *Paraloid B 72* emdirilmiştir. Böylece tamamlama yapabileceğimiz ve uzun yıllar olası olumsuzluklara karşı direnç gösterebilecek, eser ile çok uyumlu, çok ince ve kirli harcından zaman ve maliyet olarak daha ekonomik bir malzeme olan *polyfilla interior* ile dolgu yapılmıştır (Resim 26).

#### 4. Estetik Bütünlük

Uzun yıllardan beri konservatörler için en önemli sorunların başında gelen, tamamlama ve restorasyonun nereye kadar yapılacağı sorunudur. Uluslararası anlaşmalarda, teorik olarak yapılacak müdahalelerin sınırları belirlenmeye çalışılırken, estetik kaygılar ile hareket edilmesi öngörülmüştür. Bu doğrultuda bilimsel restorasyon anlayışı, orijinallerin korunmasını ve mümkün olduğu nispette az müdahale yapılmasını içerir. Ancak yaşayan kültür varlıkları ile arkeolojik kültür varlıkları, restorasyon uygulaması aşamasında bazı farklılıklar göstermektedir. Bu durum, diğer ülkelerde de zaman zaman tartışmalara neden olmaktadır. Cami gibi yaşayan kültür varlıkları dediğimiz eserler, kullanılmaları nedeni ile bazı müdahaleleri zorunlu hale getirmektedir. Söz konusu olan inanç gibi tartışılmaz bir konu olduğunda, yapılan eserin gelecekte farklı müdahalelere maruz kalmaması ve orijinal görünümünde korunmasının sürdürülebilmesi için **estetik bütünlüğü sağlamak** zorunlu olmaktadır.



Çizim 2. AutoCad çizimi ile duvar resminin raspaşı sonucu ortaya çıkan katmanlar ve miktarı



Resim 33,34. 18.yy duvar resimlerinin cami içerisindeki konumunun 3DMax çizimleriyle gösterilmesi

#### a. Tamamlama

Bu nedenle yapıdaki orijinal tabakalar, orijinal konumlarında korunurken; daha önce çeşitli sebepler ile yok olan kısımlarda tamamlama yapma

yoluna gidilmiştir. Tamamlama işlemleri için, mevcut desenler çıkartılarak restorasyon olduğu anlaşılacak şekilde ve orijinal desen programına uygun olarak devam ettirilmiştir. Bu işlem sırasında, asit içermeyen geri dönüşümlü su bazlı boyalar kullanılmıştır (Resim 27,28,29).

#### b. Rötüş

Orijinal desenlerin dökülen kısımları, orijinal kısımları kapatmayacak şekilde ve geri dönüşümlü sulu boya ile, restorasyon prensipleri çerçevesinde rötüşlanmıştır (Resim 30,31).

Caminin Kuzeydoğu Tonozu'nda, alttaki ve üstteki kaldırılan tabakalardan örnekler bırakılarak, caminin geçirdiği evreler gösterilmek istenmiştir (Resim 32).

#### 5. Dokümantasyon

Başından sonuna kadar yapılan bütün uygulamalar ve tespit edilebilen bütün veriler, çeşitli yöntemler ile dokümanite edilmiştir. Bu uygulamalar şunlardır:

- AutoCad çizimi (Çizim 2)
- 3DMax çizimi (Resim 33,34)
- Dijital dokümantasyon (Canon Powershot 7.1, Nikon D80 dijital fotoğraf makineleri ile)
- Film (Çalışmanın başından sonuna kadar amatör kamera ve ayrıca profesyonel kamera ile kameraman tarafından, çalışmanın tüm aşamaları görüntülenmiş ve film haline getirilmiştir.)
- Elde hazırlanan çizim ve raporlar ile, dijital dokümantasyon öncesi alt yapı oluşturulmuştur.

## Sonuç

Duvar resimlerinin restorasyonunda, sadece desen veya boya katmanını değil, onun taşıyıcısı durumundaki siva katmanları da çok önemli veriler elde edilebilecek tabakalardır.

Çalışmamızın başından sonuna kadar, yapıda ulaşabildiğimiz orijinal katmanların tamamının korunması yoluna gidilmiştir. Eserin, 18.yy gibi bazı katmanları siva altında olsa bile,

iyi bir dokümantasyon ve hazırlanan 3DMax filmi ile ulaşılabilir ve görülebilir şekilde uzmanların bilgisine sunulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, geri dönüşümlü ve mümkün

olduğu kadar doğal malzemelerin kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık iki yıl süren bir araştırma ve restorasyon çalışması sonucunda, Murat Hüdâvendigâr (Cuma) Camii'nin duvar resimleri tamamlanmıştır. Çalışma sürecinde ulaşıla-

bilen bütün veriler dokümanite edilerek uzmanların görüşüne sunulmuştur. Bu doğrultuda projenin tamamlanma aşamasında uluslararası Cuma camii konferansı düzenlenmiş ve yapılan uygulamalar tartışmaya açılmıştır. Konferansta sunu-

lan bildiriler ise bir kitapta toplanmıştır. Projenin bütün aşamalarının sistemli olarak video kayıtları yapılmış ve projenin tamamlanmasından sonra 27 dakikalık bir film haline getirilmiş ve kitabın eki olarak yayınlanmıştır. (Resim 35,36,37).



Resim 35,36.  
Orta kubbenin restorasyon öncesi ve restorasyon sonrası görünüşü





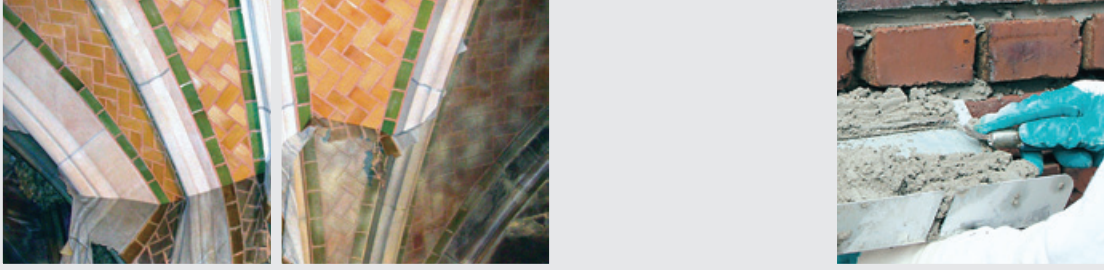
Resim 37. Caminin restorasyon sonrası iç görünüşü

---

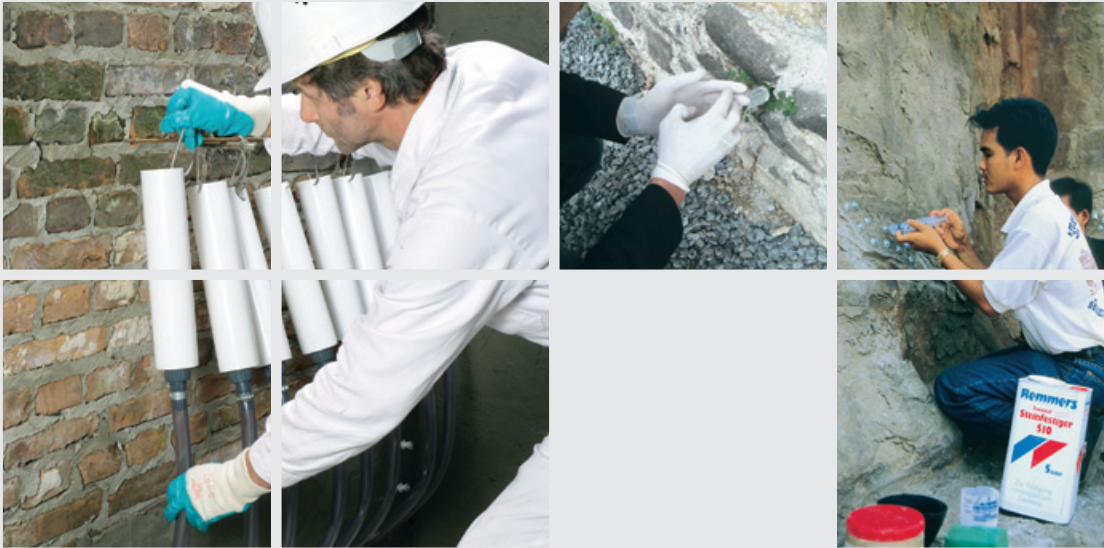
## REFERANSLAR

1. Bliskova, G. (Doc.Dr.), 2006, *Sıva Analiz Raporu*, Sofya Lestotehniceski Üniversitesi, Ağaç Bilimleri Laboratuvarı
2. İbrahimgil, M.Z., "Bulgaristan'daki Türk Eserlerinde Duvar Süslemelerinden Örnekler", Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Veli Araştırma Merkezi, [http://www.hbektas.gazi.edu.tr/dergi\\_dosyalar/43-107-115.pdf](http://www.hbektas.gazi.edu.tr/dergi_dosyalar/43-107-115.pdf)
3. KÜMİD (Kültürel Mirasın Dostları Derneği), "AB mevzuatı", <http://web.deu.edu.tr/terracottas/kumid/dokumanlar.asp>
4. Tatarlı, İ., 1966, "Bulgaristan'daki Önemli Türk Yapıları ve Yazıtları", *God.SU.FZF*, 60, Sofya, s.220.

**ÜRÜN GRUPLARI:** ■ **Cephe temizleme kimyasalları** (Yosun-yeşillenme sökücü, boya sökücü, kireç-tuz kusmalarını temizleyen toz ürünler, kullanıma hazır jöle temizleyiciler, peeling tarzı mermer-alçı temizleyiciler) ■ ■ **Taş koruyucu emprenyeler** (Silan-siloksan esaslı, su veya solvent bazlı, tabaka oluşturmeyen, su buharı geçirgenliğine sahip krem veya sıvı taş koruyucu emprenyeler) ■ ■ ■ **Silisik Asit Ester esaslı sıvı taş sağlamlaştırıcılar** ■ ■ ■ ■ **Eski bina güçlendirme malzemeleri** (Karbon lifler, laminatlar, yapıştırıcılar) ■ ■ ■ ■ ■ **Horasan harcı yapımı için kullanıma hazır hidrolik kireç** ■ ■ ■ ■ ■ **Hidrolik kireç esaslı enjeksiyon harçları** ■ ■ ■ ■ ■ **Hidrolik kireç esaslı hazır tamir sıvaları** ■ ■ ■ ■ ■ **Derz dolgu harçları** ■ ■ ■ ■ ■ **Kerpiç siva üzerine özel silikat esaslı boyalar** ■ ■ ■ ■ ■ **Grafiti boya önleyici sıvı koruyucu malzemeler** ■ ■ ■ ■ ■ **Kılcal Yalıtım Sistemleri**



## Tarihi Eser Restorasyonunda **GÜVENİLİR ÜRÜNLER**



**REFERANSLAR:** ■ Kazıklı Kervansaray Gölcük (Bitki/Yosun Sökücüler, Taş Koruyucu Emprenyeler) ■ Edirne Saray Mutfakları (Hidrolik kireç ve hidrolik kireç esaslı enjeksiyon malzemeleri) ■ Dolmabahçe Sarayı Bodrum Kat Odaları (Kılcal Yalıtım Sistemleri) ■ Kılıç Ali Paşa Hamamı (Taş Koruyucu Emprenyeler, Taş Sağlamlaştırıcılar, Bitki/Yosun Sökücüler) ■ Kuleli Askeri Lisesi (Hidrolik kireç) ■ Büyükkada Con Paşa Köşkü (Taş Koruyucu Emprenyeler) ■ Gaziantep Kürkçü Han (Cephe Temizleyiciler)

Remmers Yapı Malz. San. Ltd. Şti. Tel. (216) 394 43 04 Fax (216) 394 44 43 [www.remmers.com.tr](http://www.remmers.com.tr)

## PHYSICO-CHEMICAL AND PETROGRAPHICAL RESEARCH ON THE LIME MORTARS OF THE ANATOLIAN FORTRESS

### SUMMARY

This study aims to analyze petrographical, chemical, physical and mechanical properties of specific lime mortars used during the construction of the historical Anatolian Fortress. Chemical composition of the mortars is identified by ICP analysis, whereas their mineralogical structure is determined by XRD analysis. Petrographical analysis of thin section samples is executed under polarizan microscope. Mechanical tests are performed with the samples adjusted to appropriate dimensions. Ultrasound speed of samples is measured before mechanical experiments and their dynamic elasticity modules are calculated on the basis of this data. In accordance with data obtained, mortars of Fortress consist of lime binder with a rate of 30-40% and resting part includes various natural and artificial aggregates. Mortars have hydraulic features and associated feature of pink mortars is achieved by means of brick dusts added. As for cream colored mortars, it is anticipated that this feature is obtained by means of cystic and tuffic materials. Protein is identified in some mortar samples during spot tests. This identification indicates that organic additives are used during production of mortars. In addition, mortars have superior characteristics in mechanic sense. Data obtained also represent a guide for new materials to be used during repair works.

# Anadolu Hisarı Harçlarının Fiziko-Kimyasal ve Petrografik Özelliklerinin İncelenmesi

SEDAT KURUGÖL\*,  
AHMET GÜLEÇ\*\*

## 1. Giriş Tarihi Bilgiler

Osmanlı döneminin ilk askeri mimari eserlerinden biri olan Anadolu Hisarı, İstanbul Boğazı'nda, Gökusu Deresi'nin Boğaz'a karıştığı alanda bulunan tarihi bir kaledir. Çevreye de ismini vermiş olan bu tarihi hisar, Osmanlı padişahlarından Yıldırım Bayezid tarafından 1395 yılında yaptırılmıştır. O sıralarda kıyıları dolmamış olan Gökusu üzerinde ve güneyinde Boğaz'a dayalı büyük bir kaya çıkıntısının üstüne inşa edilmiştir. Düzgün bir iç kule ile onu çevreleyen ve üzerine oturduğu kayanın biçimine kesinlikle uyan bir çevre duvarından oluşmaktadır (Kuban, 2007). Fatih Sultan Mehmed, Rumeli Hisarı'nı yap-

tırırken bu kaleye de bazı kule ve surlar ilave ettirmiştir (Eyice, 1978). İstanbul'un fethinden sonra bu kalenin eski işlevi bitmiş ve bir süre suçlu Yeniçeriler için hapisane olarak kullanılmıştır. Boğaz girişindeki kale ve istihkamların yapılması ile de zamanla önemini yitmiştir. Asıl kalenin surları, doğu-batı yönünde 65 metre, kuzey-güney yönünde 80 metre boyunca uzanmaktadır (Şekil 1). Günümüzde bazı duvarları yıkılarak, kalenin ortasından Beykoz sahil yolu geçirilmiştir (Şekil 2). Hisar'ın, bazı tarih kitaplarında *Güzelce-Hisar*, *Gözlüce Hisar*, *Yenice-Hisarı* ve *Yeni-Hisar* gibi çeşitli isimler altında da adı geçmektedir (Eyice, 1978).

Anadolu Hisarı, Osmanlı kale mimarisine göre yapılmış olup, ilk yapımında kare planlı bir kule ve bunu çev-



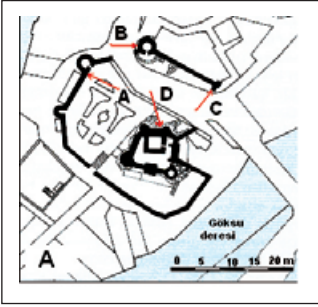
Şekil 1. Asıl kale ve burçlar (sahil tarafı)



Şekil 2. Kara tarafındaki burç ve duvarlar

\* Yrd.Doç.Dr. SEDAT KURUGÖL, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, e-posta: sedatkurugol@gmail.com

\*\* Doç.Dr. AHMET GÜLEÇ, İstanbul Üniversitesi, e-posta: gulecah@istanbul.edu.tr



Şekil 3. [a] Anadolu Hisarı, 1984 (Kuban), Kırmızı okla işaretli kısımlar örneklerin alındığı bölgelere işaret etmektedir. [b] A. Gabriel'in gravürlerinde Anadolu Hisarı (Gabriel, 1941)

releyen duvarlardan meydana gelmiştir. Hisar, dört ayrı bölümden oluşmaktadır. Bunlar: Asıl Kale (İç Kale), İç Kale duvarı, Dış Kale duvarı ve Dış Kale duvarındaki kulelerdir. Asıl Kale, bazı yerlerde toprakla düzleştirilerek kayalık üzerine oturtulmuştur; kare planlı ve oldukça yüksek bir yapıya sahiptir (Şekil 3a).

İç Kale'den sonra inşa edilmiş olan Dış Kale'nin duvarları, tamamen kesme ve moloz taştan örülmüştür. İç Kale duvarlarına göre daha ince olan Dış Kale duvarları, İç Kale'ye güneydoğu ve kuzeydoğu köşelerinden bağlanmıştır. Mazgallı korkuluklarla sonuçlanan Dış Kale duvarlarının üç köşesine de si-

lindirik, yarım yuvarlak ve at nalı biçiminde kuleler yerleştirilmiştir (Pekin, 2008).

1830'lara kadar, Hisar'ın baş kulesi ile bütün burçlarının üstlerinde, dış yüzeyleri kurşunla kaplı sivri ahşap külahlar bulunmaktaydı. A.Gabriel, G.Sandis, A.J.Melling ve Ch.Pertusier'in seyahatnamelerinin gravürlerinde, bu külahlar açıkça gözükmektedir (Şekil 3b). İstanbul'a 1830 yılında gelen Thomas Allom'un gravürlerinde ise, Hisar külahsız olarak görülmektedir. Bu da gösteriyor ki, kalenin külahı 1830 yılından önce yıkılmıştır (Eyice, 1993).

Kale, çeşitli kireç taşları, mer-

mer ve kumtaşı gibi değişik tür ve boyutlardaki doğal taşların yanında, yer yer tuğla da kullanılarak inşa edilmiştir. Ayrıca, kulelerde ve duvarlarda devşirme malzemelere rastlanmaktadır. Kalenin taş ve tuğlalardan oluşan duvar kalınlığı, 1,5-3m arasında değişmektedir. Kuleleri ve kale duvarlarını oluşturan taşların aralarındaki boşluklar, moloz taş ve tuğla parçaları ile desteklenmiş; bağlayıcı olarak da tuğla kırığı katkılı ve katkısız kireç harçları kullanılmıştır. Asıl kalenin kule eteklerinde, taş-tuğla sıraları ile aralarında dekoratif olarak dizilmiş balık sırtı biçimindeki tuğla örgüleri de dikkati çekmektedir.

## 2. Anadolu Hisarı Harçları

Hisar'ın kule ve surlarında kullanılan özgün harçlar, kireç bağlayıcı, agrega olarak kum, çakıl ve tuğla kırığı karışımından üretilmiş,

krem-beyaz renkli hidrolik harçlardan oluşmaktadır. Bu harç üzerinde sonraki dönemlerde onarım amacıyla yapılan bazı müdahalelerde,

tuğla kırığı ve tozları ile hazırlanmış pembe-kırmızı renkte Horasan harcı örneklerine de rastlanmaktadır. Bu uygulamalar, genellikle ku-

lelerde yer yer görülmektedir. Son dönem onarım çalışmalarında ise, özgün malzemelerle iyi bir uyum sağlamadığı ve tuzlanma, ayrışma gibi çeşitli malzeme sorunlarına neden olduğu gözlenen çimento bağlayıcı harçlarla derz ve dolgu uygulamaları yapılmıştır. Bu onarımlar, Hisar duvarlarında oldukça fazladır. Geç dönemde yapılan çimento bağlayıcı bu son uygulamalar dikkate alınmazsa diğer tüm harçlar, kendi dönemleri içinde özgün ve sağlıklı onarımlar olarak kabul edilebilir.

Hisar'ın taş-tuğla örgü sistemindeki derzlerin kalınlıkları, yer yer 3-10cm arasında değişmektedir. Taşların aralarındaki boşluklar harçla ve tuğla parçalarıyla iyice desteklenmiş ve arada hiç boşluk bırakılmamaya çalışılmıştır. Kule ve duvarın zemine yakın yerlerinde, bir tür hafif beton diyebileceğimiz ve içinde çeşitli iri agregaları bulunan harç örneklerine de rastlanmaktadır. Bu tespitler doğrultusunda, Anadolu Hisar'ının inşasının



Şekil 4. Kalede kullanılan özgün krem (A) ve pembemsi (B) renkli horasan harcı örnekleri

da ve onarımlarında kullanılan tüm harçlar genel olarak iki grupta toplanabilir:

**a.** Genellikle beyaz-krem renklerde olan, kireç bağlayıcı, sağlam görümlü, özgün örgü harçlarıdır (Şekil 4a). Bu grubun içinde yer yer pembe renkli, kireç bağlayıcı harçlara da rastlanmaktadır (Şekil 4b).

**b.** Gri ve pembe-kırmızı renklerle sahip, 200-250 dozlu portland çimentosu ile üretilmiş çeşitli onarım harçlarıdır. Yakın zamanlarda uygulanmış olan bu harçlara, kalede yaygın bir şekilde rastlanmaktadır.

Günümüzde, Hisar'ın ayrışmaya uğramış çeşitli bölgelerinde onarım çalışmalarının yapılması söz konusudur. Bu nedenle, harçların karakteristik özelliklerinin tespit edilmesi, bu çalışmanın amacını oluşturmuştur. Hisar'ın kendi özgün harçları olmaları nedeniyle, burada sadece [a] grubunu oluşturan harç örnekleri incelenmektedir. Diğer gruptaki harçlar [b], yakın zamanlarda onarım amacıyla yapılan çimento bağlayıcı uygulamalar olduklarından, çalışma dışında tutulmuşlardır.

### 3. Deneysel Çalışma ve Yöntem

#### 3.1. Örnekler

Deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere, Hisar'ın Şekil 3'te gösterilmiş olan 4 değişik yerinden [A, B, C ve D], çeşitli boyutlarda toplam 12 adet harç örneği toplanmıştır. Örneklerin yüzeylerinde bulunan yabancı maddeler yarı sert plastik fırça ile temizlendikten sonra, uygun olanlar 40x40x120mm ( $\pm 3$  mm) boyutlarında kesilerek prizma şekline getirilmiş, bunlar üzerinde mekanik deneyler; her grubun kesim sırasında kalan parçaları üzerinde de fiziksel, kimyasal ve petrografik analizler yapılmıştır.

#### 3.2. Kimyasal Analizler

Harçların genel kimyasal kompozisyonunu tespit etmek için, her grubun 125 mikron elek altı incelekte ve 0,200g ağırlığındaki birer örneği, lityum metaborat-lityum tetraborat ( $\text{LiBO}_2\text{-LiB}_4\text{O}_7$ ) füzyonu ile çözünürleştirilerek bunlar üzerinde ICP-ES (Inductively Co-

upled Plasma Emission Spectroscopy, ICP-ES (ACME Labs)) analizleri yapılmış; sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.

#### 3.3. Suda Çözünebilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri

Harç örnekleri üzerinde suda çözünebilir tuzların (klor, sülfat, karbonat ve nitrat tuzları) niteliklerini belirleyebilmek ve sabunlaşabilir yağ, protein gibi maddelerin katılıp katılmadığını tespit etmek üzere, spot testlerle analizler yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

#### 3.4. Kızdırma Kaybı, Asitle (HCl) Muamele ve Granülometri Analizleri

Örneklerin termal davranışlarını tespit etmek için, 105, 550 ve 1050 ( $\pm 5$ ) °C'de kalsinasyon (kızdırma kaybı) analizleri yapılmıştır. Sıcaklık aralıklarına göre meydana gelen kütle kayıplarından hareketle, örneklerin % olarak nem içerik-

leri ve kalsiyum karbonat miktarları tespit edilmiştir. Agrega/bağlayıcı ve karbonatlı malzeme oranlarını tespit etmek için, 50g ağırlığındaki örnekler %10 seyreltilmiş HCl asidiyle muamele edilmiş, asitte çözünmeden kalan malzeme filtre edilip süzülükten sonra 105 ( $\pm 5$ )°C'de kurutularak kütle kayıpları ölçülmüştür. Asitle reaksiyona girmemiş silikatlı agregalar standart eleklerden geçirilerek, bunların granülometrik analizleri yapılmıştır.

#### 3.5. X-Işını Difraksiyonu (XRD Analizi)

Harçların genel mineralojik kompozisyonları, karakteristik iki harç örneği üzerinde "Philips X-Pert Pro X-Ray Diffractometer" cihazı ile yapılan XRD analizleri ile belirlenmiştir (İYTE, MAM Lab.,  $2\theta$ The-ta açıları 5°-70°, exploration hızı 2,12°/min, 45 KV ve 40 mA).

### 3.6. Fiziksel, Petrografik ve Mikroskopik Analizler

Harç örneklerinin Arşimet metodu-na göre, birim hacim ağırlık, porozite, su emme gibi temel fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde; EN 1936 ve TS EN 13755 standartları esas alınmıştır. Vakum altında epoksi-ye gömülen örnekler 1mm inceltile-rek kesitleri hazırlanmış (RAKU tool EL-2200 ve EH-2900) ve bu ince di-limler lama yapıştırılarak "STRU-RES Dicoplan -TS" model ince ke-sit cihazıyla 30µ'a kadar inceltilmiş-tir. Bu örneklerin genel ve mikros-kobik dokuları ile mineral içerikleri-ni tespit etmek için yapılan gözlem

ve analizlerde stereo mikroskop (tek nikel), harçların ince kesit örnekle-rinde ise soif polarizan (çift nikel) mikroskop kullanılmıştır. Fotoğraflar, "Olympus SP-350 Compact Di-gital Camera" ile çekilmiştir.

### 3.7. Mekanik Analizler ve Ultrases Hızı Ölçümleri

Mekanik deneylerin öncesinde, uygun özellikte ve 40x40x120mm ( $\pm 3$  mm) boyutlarında kesilmiş olan örneklerin ultrases hızı ge-çiş süreleri uzunlamasına (longitu-dinal) ölçülerek, buradan dinamik elastik modülleri  $[E_d]$  belirlenmiş-tir (transducer frekans 54kHz). Ult-

rases süreleri, "PUNDIT" marka (CNS. Electronics Ltd.) ultrases ci-hazı ile tespit edilmiş ve bu ölçüm-lerde TS EN 14579 standardından yararlanılmıştır. Bu örnekler son-ra tek eksenli eğilme deneyleri-ne tabi tutulmuşlardır; kalan par-çaların biri yarmada çekme, diğeri ise basınç deneyinde kullanılmıştır. Mekanik deneyler, 6-60kN kapa-siteli "AMSLER Universal Pres"te yapılmıştır. Eğilme ve basınç de-neylerinde TS EN 1015-11, yarma-da çekme deneylerinde de TS EN 12390-6 standardı esas alınmıştır. Fiziksel ve mekanik analiz sonuç-ları, Tablo 4'te verilmiştir.

## 4. Deney Sonuçları ve Değerlendirmeler

### 4.1. Harçların Kimyasal Özellikleri

Her grubun karakteristik birer ör-neği üzerinde yapılan ICP ana-lizleri ile, harçların genel kimya-sal yapıları oksit (%) olarak, içe-riklerinde bulunan eser miktar-daki diğer maddeler de element (ppm) olarak tespit edilmiş; so-nuçlar Tablo 1 ve Tablo 2'de gös-terilmiştir.

ICP analizi sonuçları, harçların CaO oranlarının yaklaşık %27-31 arasında değiştiğini ve genel olarak birbirine benzer oranlar-

da kalsit içerdiklerini göstermek-tedir. MgO oranları ise %1,0-1,6 arasındadır. Yüksek kalsiyum içe-riğine karşın az magnezyum içe-riği, bağlayıcının kalsitik bir ki-reç özelliği taşıdığını ifade etmek-tedir. Harçlar, genel olarak yük-sek oranda  $CaCO_3$  içermektedir. Diğer yandan, bağlayıcının  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  ve  $Fe_2O_3$  bileşiklerini içe-rmesi, puzolanik tepkimenin var-lığına da işaret etmektedir. Ayrıca bu oksit bileşik konsantrasyonları, harçların hidrolik özellikleri hak-kında önemli bilgiler vermekte-

dir. ICP analiz sonuçlarından ha-reketle, harçların hidrolik (HI) ve çimento (CI) indisleri aşağıda ve-rilmiş Boynton formülüne (Böke, vd., 2008) göre hesaplanarak, elde edilen veriler Tablo 1'de gösteril-miştir.

[1]

$$HI = \frac{\%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3 + \%SiO_2}{\%CaO + \%MgO}$$

[2]

$$CI = \frac{1.1\%Al_2O_3 + 0.7\%Fe_2O_3 + 2.8\%SiO_2}{\%CaO + 1.4\%MgO}$$

Tablo 1. Harçların genel kimyasal kompozisyonları

Harç	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	MnO %	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	kk %	TOP %	T/C %	T/S %	HI	CI
A	26,17	6,64	2,55	1,58	31,34	0,64	0,84	0,38	0,12	0,05	0,012	29,5	99,95	7,28	0,09	1,07	11,3
B	32,06	6,76	1,67	1,06	29,98	0,83	0,6	0,19	0,09	0,05	0,003	26,6	99,96	5,68	0,12	1,30	11,5
C	32,74	7,18	2,82	1,44	27,3	1,46	2,15	0,22	0,14	0,06	0,003	24,3	99,97	5,91	0,11	1,49	13,0
D	28,47	5,6	2,07	1,41	30,6	0,54	1,02	0,3	0,08	0,05	0,007	29,7	99,97	7,16	0,19	1,13	10,1

Tablo 2. Harçların iz element içerikleri

Harçlar	Cu ppm	Ba ppm	Zn ppm	Ni ppm	Co ppm	Sr ppm	Zr ppm	Ce ppm	Y ppm	Nb ppm	Sc ppm	Ta ppm
A	26	171	66	30	<20	288	90	31	17	<5	7	<20
B	15	114	58	<20	<20	226	51	<30	8	<5	3	<20
C	24	391	39	<20	<20	461	84	<30	11	<5	5	24
D	19	245	43	23	<20	230	98	<30	11	<5	5	19

Harçların elde edilen Hl ve Cl indisleri, genel olarak birbirine yakın olup, bu veriler bağlayıcının hidrolik ve çimentolaşma karakteristiklerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bilindiği gibi, indisi yüksek değerler alan bağlayıcının hidrolik özelliği de yüksektir (Banfill ve Forrester, 2000; Callebaut, vd., 2001), bu durum puzolanik özellikleri hakkında da önemli bilgiler vermektedir. Literatürde, puzolanik harçların SiO<sub>2</sub> miktarının yüksek, MgO miktarının ise düşük değerler aldığı ifade edilmektedir (Maravelaki-Kalaitzaki, vd., 2003). Tüm harç örneklerinin SiO<sub>2</sub> minerali bakımından zengin yapıda olmaları, hidrolik ve puzolanik karakter taşıdıklarını göstermektedir. Bu durum, harçlardaki bağlayıcılarda puzolanik reaksiyonun ve dolayısıyla puzolan katkılarının kullanılmasına da işaret etmektedir.

#### 4.2. Suda Çözünabilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri

Literatürde, tarihi kireç harçlarının üretiminde kazein, üre, albümin, yağ gibi çeşitli organik maddelerin katkı olarak kullanıldığı ifade edilmektedir (Davidovits, 1995; Pavia ve Caro, 2008). Bunun için, harçlara sabunlaşabilir yağ, protein gibi organik maddelerin katılıp katılmadığını belirlemek ve içeriklerinde bulunabilecek suda çözünabilir tuzların (klor, sülfat, karbonat ve nitrat tuzları) niteliklerini tespit etmek üzere, spot testlerle kalitatif ve kabaca semi-kantitatif analizler yapılmış; elde edilen sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Hemen hemen her örnekte rastlanan klor [Cl<sup>-</sup>] tuzlarının denizden, topraktan ve malzemenin bünyesinden, bazı örneklerde tespit edilen nitrat tuzunun [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>] yapının içinde barınan kuşlar ile böcek, vb. canlı organizmaların kalıntılarından, birkaç örnekte az miktarda bulunan sülfat [SO<sub>4</sub><sup>=</sup>] tuzunun ise hava kirliliğinden ileri geldiği düşünülmektedir. Krem-beyaz ve pembe renkteki bazı numunelerde tespit edilen protein ise, büyük bir ihtimalle üretimleri sırasında har-

Tablo 3. Örneklerin tuz ve organik madde içerikleri

Grup	Örnekler	Tuz				Organik madde	
		Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Protein	Yağ
A	A1	+++	++	-	-	+	-
	A2	++	±	-	-	-	-
	A3	++	-	±	-	+	-
B	B19	+++	++	+	-	-	-
	B2	++	-	-	-	+	-
	B3	+++	++	++	-	-	-
C	C1	±	+++	-	-	-	-
	C2	++	-	-	-	+	-
	C3	+++	+	-	-	+	-
D	D1	+++	+	-	-	-	-
	D2	+++	±	-	-	+	-
	D3	+++	+	-	-	-	-

Lejant: - = yok, ± = var-yok, + = az var ++ = var +++ = fazla var

cın içerisine eklenmiş olan organik esaslı katkılardan kaynaklanmaktadır. Geleneksel kireç harçlarına, bağlayıcının karbonizasyonunu hızlandırmak amacıyla çeşitli organik maddelerin katıldığı bilinmektedir (Böke, vd., 2004; Sickels, 1981). Yapılan spot testlerde, örneklerin hiçbirinde yağ tespit edilmemiştir.

#### 4.3. Harçların XRD Analizleri

Bağlayıcının kimyasal kompozisyonunu belirleyebilmek için, A ve B grubu harçların agregaları arasındaki kalsit kütlelerinden örnekler alınmıştır. Alınan örnekler 45 mikron elekten geçirildikten sonra, üzerlerinde XRD analizleri yapılmış ve sonuçlar Şekil 5'te gösterilmiştir.

Örneklerin X ışını difraksiyonları, bağlayıcının büyük oranda kalsiyum karbonattan (kalsitten) oluştuğunu ve *kuvars*, *kyanit* ve *vaterit* gibi mineraller içerdiğini göstermektedir. XRD analizinde kuvars piklerinin bulunması, üretim sırasında bağlayıcıya eklenen puzolanik katkılardan kaynaklanmakla birlikte; aynı zamanda kirecin çok zayıf da olsa hidrolitik bir özellik taşıdığını, yani kireç üretiminde kullanılan kireçtaşının az da olsa killi bir karakterde olduğunu da ifade edebilir. Pembemsi renkteki harçta (B1) tespit edilen *kyanit* minerali, harca katılmış olan tuğla tozlarının varlığına işaret etmektedir. Krem/beyaz renkli A grubu harç örneğinde ise (A1), *vaterit* minerali tespit edilmiştir.

Doğada, kalsiyum karbonatın *kalsit*, *aragonit* ve *vaterit* olmak üzere üç değişik kristal fazına rastlanmaktadır (Martinez-Ramirez, vd., 2003). Yapılan çeşitli araştırmalarda, kalkerli sedimanter (Benton, vd., 1963), ile metamorfik taşlarda (McConnel, 1960) ve milli çamurlarda (Friedman ve Schultz, 1994) vaterit minarellerine rastlanabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca, portland çimentosu (Cole ve Krome, 1959), Kudüs'teki Siolam tünelinin eski tarihi sıvaları (Frumkin, vd., 2003) ve Vatikan'daki Floransa Katedrali'nin mozaik harçları (Signorelli, vd., 1996) gibi çağdaş ve tarihi yapı malzemelerinin bağlayıcılarında da vaterit mineralleri tespit edilmiştir. Bu araştırmada, vaterit mineralinin, mozaik harçlarına eklenen organik katkılardan kaynaklandığı saptanmıştır. Organik kökenli çeşitli katkıların da vaterit oluşumuna neden olabileceği, literatürde de belirtilmektedir. Diğer bir araştırmada da, vateritin stabilitesi üzerinde surfaktanların, polimerlerin ve proteinlerin etkili olduğu gösterilmiştir (Fiori ve Vandini, 2009). Başka bir araştırmada ise, amino asit ve alkollerin de vaterit formasyonunu kolaylaştırdığı tespit edilmiş; bu oluşumda alanin, glisin, lisin, poliglisin, polimetionin ve polisin gibi amino asit grubu organik katkıların etkili olduğu belirtilmiştir (Manoli, vd., 2002).

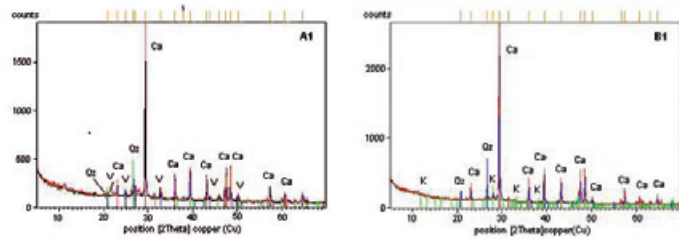
A grubu örneğinin (A1) protein

ve yağ analizi sonucunda proteinin tespit edilmesi ve aynı örneğin XRD analizinde de vaterit mineralinin belirlenmesi, bunun organik bir katkıdan kaynaklanabileceğini göstermektedir. Çünkü, yukarıda da belirtilmiş olan ilgili referanslarda, organik katkıların vaterit formasyonunda önemli bir rol oynadığı ifade edilmekte; dolayısıyla bu, görüşümüzü güçlendirmektedir. Eski horasan harçlarının üretiminde, yumurta akı, kazein, üre gibi çeşitli organik kökenli katkıların kullanıldığı bilinmektedir. Bu, gerek spot analizlerle tespit edilen proteinin gerek de XRD analizinde belirlenen vateritin, harçların hazırlanmasında kullanılan ve protein içeren organik bir katkıdan ileri geldiğine işaret etmektedir.

#### 4.4. Harçların Fiziksel Özellikleri

Numuneler üzerinde yapılan birim hacim ağırlık, su emme ve porozite gibi temel fiziksel analizlerle elde edilen sonuçlar, Tablo 4'te topluca gösterilmektedir.

Bu testlerin sonucunda, harçların yoğunluklarının 1,50 ile 1,81g/cm<sup>3</sup>, porozite değerlerinin ise %27-37 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değerlerin genel ortalaması alındığında, harçın birim hacim ağırlığının 1,6g/cm<sup>3</sup> civarında olduğu kabul edilebilir. Ağırlıkça su emme oranları ise %15-24 arasındadır. Tarihi yapılar da kullanılan kireç harçlarının birim ağırlıklarının kullanılan kirecin ve puzolanların tipine göre 1,5-2,1g/cm<sup>3</sup>, porozite oranlarının ise %18-45 arasında değişebileceği, literatürde ifade edilmektedir (Moropolou, vd., 2005). Dolayısıyla harçların su emme kapasiteleri ve poroziteleri, kullanılan malzemelerin kompozisyonuna ve harcın üretim teknolojisine göre çeşitli değerler alabilmektedir. Elde edilen bu değerler, harçların fiziksel özelliklerinin tarihi kireç ve horasan harçlarına ait değerlerden (Güleç, 1992) çok da farklı olmadığını ve benzer niteliklere sahip olduklarını göstermektedir.



Şekil 5. Harç örneklerinin X ışını difraksiyonları ve patern analizleri

Visible	Ref.Code	Score	Compound Name	Displ.[°2Th]	Scale Fac.	Chem.Formula	
01-083-1762	73	Calcite (Ca)	0,000	0,977	Ca(CO <sub>3</sub> )	A1	
00-024-0030	47	Vaterite (V)	0,000	0,059	CaO <sub>3</sub>		
01-070-3755	37	Quartz (Qz)	0,000	0,190	SiO <sub>2</sub>		
01-072-1937	81	Calcite (Ca)	0,000	0,967	CaCO <sub>3</sub>	B1	
01-070-3755	40	Quartz (Qz)	0,000	0,225	SiO <sub>2</sub>		
01-083-1567	6	Kyanite (K)	0,000	0,073	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>		

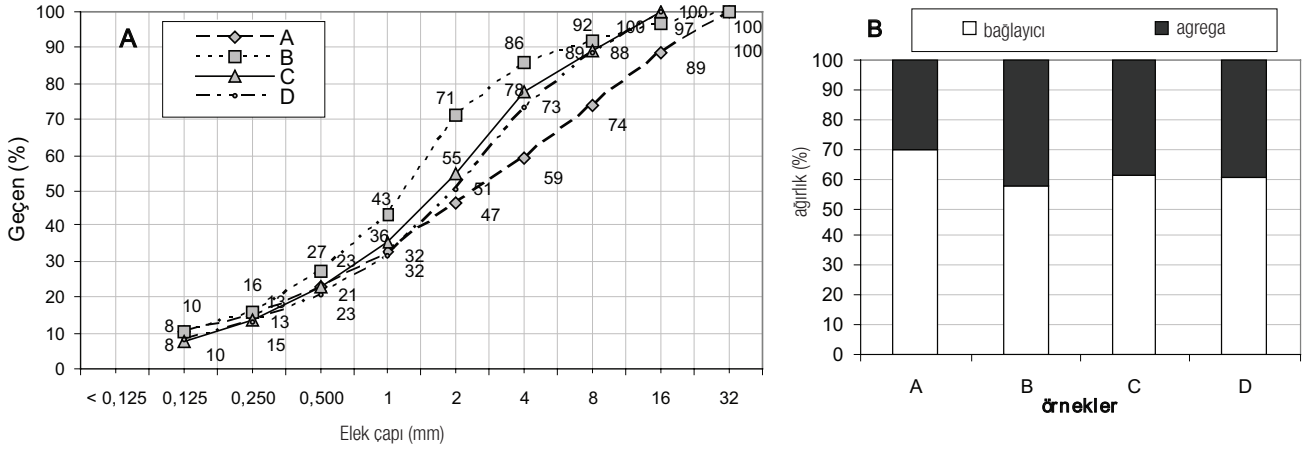
Tablo 4. Harçların temel fiziksel ve mekanik özellikleri

Grup	örnekler	Birim ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Görünen porozite (%)	Ağırlıkça su emme (%)	Ultrases hızı (km/sn)	Elastik Modülü (kN/mm <sup>2</sup> )	Basınç dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Eğilme dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Yarma dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )
A	A1	1,50	36,7	24,4	2,41	9,3	5,5	2,5	2,9
	A2	1,50	36,9	24,5	-	-	-	-	-
	A3	1,70	30,2	17,8	2,48	9,6	6,2	2,4	3,7
B	B1	1,56	33,9	21,7	2,53	10,6	5,3	2,2	3,6
	B2	1,67	31,4	18,8	2,46	10,1	8,5	2,7	3,2
	B3	1,65	29,7	18,0	-	-	-	-	-
C	C1	1,63	32,8	20,2	-	-	-	-	-
	C2	1,81	26,6	14,7	2,69	11,2	7,5	2,8	2,7
	C3	1,58	36,7	23,2	2,33	10,5	6,6	1,9	3,0
D	D1	1,74	26,9	15,4	-	-	-	-	-
	D2	1,56	37,1	23,8	-	-	-	-	-
	D3	1,65	31,7	19,2	2,56	10,9	6,3	2,2	3,3

Tablo 5. Kızdırma kaybı ve asitle muamele analiz sonuçları

Grup	Örnekler	Kızdırma kaybı (%)			Asitle (HCl) muamele (%)	
		105°C	550°C	CaCO <sub>3</sub>	kayıp	kalan
A	A1	5,96	5,37	58,17	68,9	31,1
	A2	1,52	4,11	68,15	87,7	12,3
	A3	2,35	4,69	63,01	68,9	31,6
B	B1	5,19	7,44	44,48	78,7	21,2
	B2	1,24	3,45	48,59	39,4	60,7
	B3	5,26	6,62	42,41	55,1	44,9
C	C1	10,64	7,06	64,3	93,5	6,5
	C2	4,32	3,56	40,42	38,9	61,1
	C3	29,92	5,4	33,9	50,8	49,2
D	D1	7,91	4,16	54,23	53,7	46,3
	D2	6,8	3,2	73,18	75,1	24,9
		7,77	5,0	47,21	52,4	47,6





Şekil 6. [a] Silikatlı agregaların elek analizi [b] Harçların ortalama bağlayıcı/agrega oranları

#### 4.5. Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizleri

Harç örnekleri üzerinde 105, 550 ve 1050 ( $\pm 5$ )°C'de yapılan kalsinasyon (kızdırma kaybı) analiz sonuçları ile asitle muamele sonucunda reaksiyona girmeyerek parçalanmadan kalmış olan silikatlı agregaların oranları Tablo 5'te; bu agregaların ortalama granülometrik dağılım oranlarını gösteren granülometri grafiği de Şekil 6a'da gösterilmiştir.

Bilindiği gibi, harçlarda sıcaklık aralıklarına göre çeşitli oranlarda ağırlık kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bazı örneklerin 105°C'de fazla miktarda kütle kaybına uğramaları, bünyelerindeki fazla nem içeriğini göstermektedir. Bu aralık, fiziksel suyun ayrıştığı bölgeyi ifade etmektedir. 550°C'deki ağırlık kayıpları ise %3,2-7,4 arasındadır. 200°C'den sonra, kalsiyum silikat hidrat ve kalsiyum alüminat hidrat gibi hidrolik ürünlerin kimyasal bağları bünyeyi terk etmektedir (Bakolas, vd., 1995). 200-550°C arasında, bünye suyunun yanında, harçlarda bulunan çeşitli organik katkılar da kaybolmaktadır. Harçların 1050°C'deki kızdırma kaybı oranları %34-77 arasında olup, bu değerler yüksek oranda kalsiyum karbonat içeriğini göstermektedir. Aynı zamanda bu oranlar, harçlarda ayrılan toplam kalsiyum karbonat (kalsit), vaterit ve magnezyum karbonat miktarlarının toplamını ifade etmektedir. Sonuç olarak, harçların kızdırma kaybı değerlerinin yer yer yüksek olması, kireç bağlayıcının yanında içeriklerindeki karbo-

natlı agregaların da fazla olmasının bir göstergesidir.

Asitle muamele sonucunda çözünmeden kalmış olan silikatlı agregaların tane dağılım oranları ise Şekil 6a'da gösterilmiştir. Harçlarda her tane grubu agregaya rastlanabilmektedir ve granülometri eğrileri hemen hemen birbirine benzer niteliktedir. Tüm örneklerin 1mm'nin altındaki tane dağılım oranları genel olarak birbirine yakın olup, iri agrega bölümlerini oluşturan tanelerin karışım oranlarında ise farklılıklar görülmektedir. Özellikle [B] ve [C] grubu örneklerin tane dağılım oranları, birbirine çok yakın olarak elde edilmiştir. Sonuçta bu oranların, Hisar harçlarında kullanılan agregaların en genel tane dağılımını ifade ettiği ileri sürülebilir.

Bazı harç örneklerinin agregalarında çeşitli kavkılara ve deniz canlılarının kabuklarına da rastlanması, bunların deniz kaynaklı ve muhtemelen Göksu Deresi'nin denize döküldüğü kısımlardan elde edilmiş olduklarını düşündürmektedir. Agregasyon oranlarında ve türlerinde görülen küçük çaplı değişimler, harcın üretimi sırasında kullanılan kaynakların çok farklı olmadığını, bununla birlikte tek bir kaynağa da bağlı kalınmadığını göstermektedir.

Her grubun ortalama bağlayıcı/agrega oranları ise Şekil 6b'de verilmiştir. %5-15 oranındaki asitle çözünmüş karbonatlı taneciklerin varlığı da dikkate alındığında, harçlardaki bağlayıcı oranının ağırlıkça %30-40 arasında olduğu ve bağlayıcı/agrega oranının 1:2,5 ile 1:3

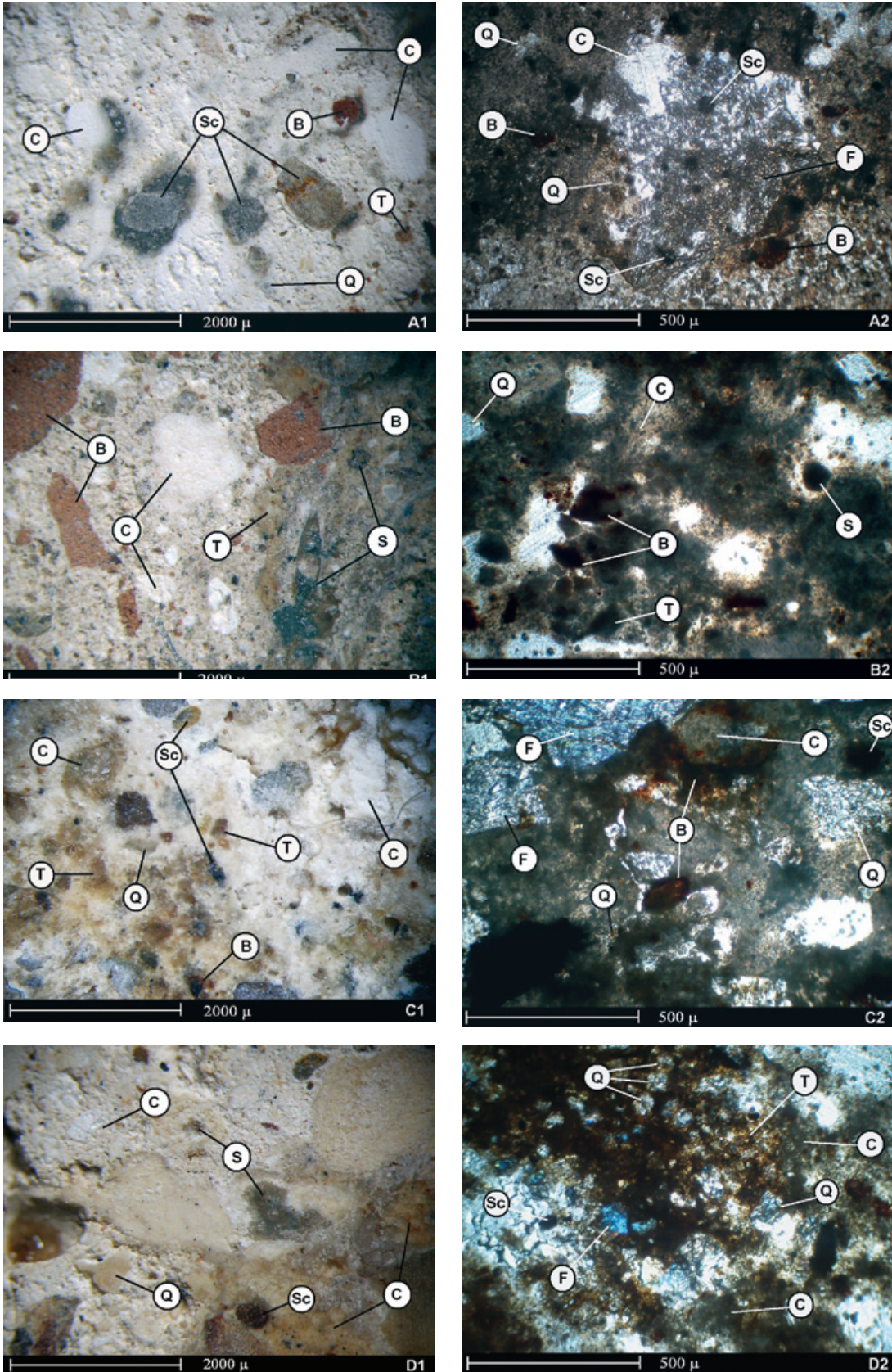
arasında değiştiği söylenebilir. Genel olarak, tarihi yapılarda kullanılan harçlarda kireç/agrega oranlarının 1:1 ile 1:4 arasında değişiklik gösterebildiği, doğal puzolan katkılı bazı Bizans harçlarında ise, bu oranın 1:5'e kadar çıkabildiği literatürde de ifade edilmektedir (Moropoulou, vd., 2005).

#### 4.6. Harçların Petrografik Analizleri

Örneklerin epoksiye gömülerek hazırlanan ince kesitleri soif stereo mikroskop (tek nikol) ve soif polarizan mikroskop (çift nikol) altında incelenerek, dokuları ve mineral içerikleri ile bunların genel oranları tespit edilmiştir. Her grubun karakteristik özelliklerini yansıtan birer örneğinin petrografik analiz sonuçları şu şekildedir;

**A.** Krem rengindeki bu grup harçlarının 2mm boyuta kadar olan agregalarının %5-10'u sistik parçacık, %5-10'u kuvars, %35-40'ı kalsit, %5-10 kadarı ise toz boyutlu tuğla kırığı parçacıklarından oluşmaktadır. Bağlayıcı alanı %35 kadar olan örneğin agrega/bağlayıcı fazı iyi olup, bağlayıcısı sağlam bir yapıdadır (Şekil 7; A1, A2).

**B.** Pembemsi renkteki örneğin 10-15mm boyutlu tuğla çakılı harcinde 3mm boyuta kadar olan agregalarının azı siyah cüruf parçacığı, %10 kadarı tükük parçacık, %15-20'si tuğla kırığı ve çoğunluğu toz boyutlu olmak üzere %10-15 kadarı karbonatlı parçacıktır. İri agregaların haricindeki bağlayıcı alanı %30 civarında olan örneğin bağlayıcı/agrega ve bağlayıcı/bağlayıcı fazları da



Şekil 7. A, B, C ve D grubu örneklerin genel dokuları ve mineral içerikleri (B= tuğla parçacıkları, Sc= şistik parçacıklar, Q= kuvars, C= kalsit, T= tüfik parçacıklar, S= cüruf, F= feldspat) (A1, B1, C1, D1: tek nikol, soif stereo mikroskop; A2, B2, C2, D2: çift nikol, polarizan mikroskop görüntüleri)

sağlamdır (Şekil 7; B1, B2)

**C.** Krem/beyaz renkteki örneğin, 9-20mm boyutlarındaki şist haricindeki bağlayıcı alanı %40 kadar olup, agregalarının %15 kadarı kalsit ve karbonatlı tanecikler, %5-8 kadarı

feldspat, az miktarı şistik parçacık ve %3-5'i kuvars ve tuğla kırığıdır. Agrega/bağlayıcı fazı ise nispeten iyidir (Şekil 7; C1, C2). Polarizan mikroskopta tespit edilen feldspatlar, tüfik katkılardan gelmektedir.

**D.** Krem/beyaz renkteki örneğin 4mm boyuta kadar olan agregalarının az miktarı siyah cüruf, %10 kadarı şistik parçacıklar, %5-10 kadarı karbonatlı ve %3-5 kadarı tüfik parçacık olup, geri kalanı kuvarştır.

Bağlayıcı alanı %30 kadar olan örneğin bağlayıcı/agrega fazı iyi olup, agregasız bağlayıcı kısımları biraz zayıftır (Şekil 7; D1, D2). Örneğin dokusunda yer yer kapalı ve uzunlamasına boşlukları mevcuttur.

Genel olarak tüm örneklerde, iri boyutlu çeşitli taş ve tuğla kırıklarına da rastlanabilmektedir. Petrografik analizlerle, agregaların yaklaşık %25-30 kadarının karbonatlı taşlardan, %5-10 kadarının tuğla kırığı ile tozlarından, %15-30 kadarının da kum ve tufik karakterdeki parçacıklardan oluştuğu tespit edilmiştir. Örneklerde tuğla kırığı kökenli feldspat minerallerinin yanında, çeşitli oranlarda siyah cüruf, kuvars, kalsit ve şistik parçalara da rastlanmaktadır. Kalsit, kirecin karbonatlaşması sonucu oluşmuş mineraldir. Kuvars ise, kullanılan puzolanik tuğla kırığı ve tozlarında ya da diğer puzolanik katkılarda bulunan minerallerden ileri gelmektedir. Kullanılan bağlayıcının hidrolik kireç olmamasına rağmen, harçlar hidrolik bir karakter taşımaktadır; harcın, bu özelliğini doğal ve yapay puzolanik malzeme olan tuğla tozları ile şistik ve tufik parçacıklar sayesinde kazandığı düşünülmektedir. Nitekim bir araştırmada, hidrolik olmayan kireçle üretilmiş tarihi Roma harcına tespit edilmiş

olan seramik ve tuf parçacıklarının harçlara hidrolik özellik kazandırdığı, yapılan analizlerle belirlenmiştir (Pavia ve Caro, 2007).

Harç örneklerinin dokuları stereo ve polarizan mikroskop altında incelendiğinde, kireç ile yukarıda belirtilmiş çeşitli boyutlardaki agregaların birbirlerine yer yer çok iyi bağlandıkları görülmektedir. Bu durum, üretim sırasında bağlayıcı ile agregaların çok iyi karıştırıldıklarını, böylece bağlayıcının agregalarla adezyonunun çok iyi sağlandığını, dolayısıyla agrega boy dağılımının uygun olduğunu ve agregalar arasında geniş ve zayıf bağlayıcı faz kalmadığını göstermektedir.

#### 4.7. Harçların mekanik özellikleri

Mekanik deneylerin öncesinde, prizma şekilli örneklerin ultrases hızları ölçülerek dinamik elastik modülleri belirlenmiş ve bu değerlerin 9,3-11,2 kN/mm<sup>2</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ultrases hızları ise 2,3 ile 2,7km/sn arasında ölçülmüştür. Mekanik deneyler sonucunda, basınç dayanımlarının 5,3-8,5N/mm<sup>2</sup>, eğilme dayanımlarının ise 1,9-2,8 N/mm<sup>2</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4). Bu değerler, bazı tarihi yapılar-

da kullanılan puzolanik harçların mekanik özelliklerine benzer niteliktedir (Degryse, vd., 2007; Papianni ve Stefanidou, 1997). Basınç dayanımı değerlerinin, genel olarak kireç harçlarında 0,5-2,0N/mm<sup>2</sup>, hidrolik kireçle üretilmiş harçlarda ise 2,0-15N/mm<sup>2</sup> arasında (Lawrence, 2006; Stewart, vd., 2001; Valek ve Veiga, 2005) olduğu göz önüne alındığında; Hisar harçlarının, hidrolik kireçlerle üretilmiş harçların mekanik özelliklerine yakın değerler taşıdıkları söylenebilir. Tarihi yapılarda kullanılan harçların mekanik özellikleri, dönemin üretim teknolojileri ve karışıma giren malzemelerin kompozisyonuna göre değişik değerler alabilmektedir (Moropoulou, vd., 2005). Bağlayıcı kirecin özelliklerinin yanında, agrega tipinin, granülometrik dağılımının ve özellikle kullanılan puzolanik katkılarda burada etkili olduğu kuşkusuzdur. Harçlarda gözlemlenen agrega boy dağılım oranlarının uygun olması da, mekanik özellikler üzerinde etkili olmuştur. Bu değerler göz önüne alındığında, günümüzde bazı ayrışmalara uğramakla birlikte, Hisar'ın özgün harçlarının mekanik açıdan yer yer üstün özelliklere sahip oldukları ve uygun tekniklerle üretiltikleri anlaşılmaktadır.

## 5. Sonuç

Yapılan bu deneysel çalışma sonucunda, genel olarak Hisar'ın inşasında kullanılan özgün harçların, düşük yoğunluğa sahip malzemeler olmalarına karşın günümüzde mekanik özellikler açısından hala iyi durumda oldukları söylenebilir. Kullanılan bağlayıcı %30-40 oranında hava kirecidir; bununla birlikte, harçlar hidrolik özelliğe sahiptirler. Pembe renkli harçlarda, bu özellik puzolanik karakterdeki tuğla kırıkları ve tozları sayesinde sağlanmıştır. Krem-beyaz renkli harçlar ise, daha çok doğal şistik ve

tufik parçacıklar sayesinde bu özelliği kazanmışlardır. Ayrıca, bu grubun bazı örneklerinde spot testlerle tespit edilen protein, harcın özelliklerini iyileştirmek amacıyla ilave edilmiş olan kazein, albümin gibi organik katkılardan kaynaklanmaktadır. Bu gruba ait bir örneğin XRD analizinde tespit edilen vaterit oluşumunun da, bu organik katkıdan ileri geldiği anlaşılmaktadır.

Günümüzde çeşitli nedenlerle, özellikle son dönem onarımlarında kullanılmış olan malzemeler nedeniyle bozulmaya uğramış bölgelerde,

bakım ve onarım gereği de kendisini hissettirmektedir. Özellikle kulelerin iç yüzeylerindeki tuğla ve taş örgüler ile kara tarafındaki duvarların örgü harçlarında ortaya çıkan ayrışmalar dikkati çekmektedir. Bununla birlikte, yeni restorasyon harçlarının eski malzemelerle ve mimari yüzeyle fiziko-kimyasal, mekanik ve estetik bakımdan gerekli uyumu sağlaması gerekeceği için; yapılan bu deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar, gelecekte üretilen onarım malzemelerinin sahip olması gereken özellikler için bir referans oluşturabilecektir.

## REFERANSLAR

- 1- Bakolas, A., Biscontin, G., Contardi, V., Franceschi, E., Moropoulou, A., Palazzi, D., 1995, "Thermoanalytical research on traditional mortars in Venice", *Thermochimica Acta*, 269 (270), Elsevier, pp.817-828.
- 2- Banfill, P.F.G., Forrester, A.M., 2000, "A relationship between hydraulicity and permeability of hydraulic lime", *Proceedings of the International RILEM Workshop "Historic Mortars: Characteristics and Tests"*, Paisley, pp.173-183.
- 3- Benton, Y.K., Gross, S., Heller, L., 1963, "Some unusual minerals from the 'mottled zone' complex", *Israel. Am. Miner.*, 48, pp.924-930.
- 4- Böke, H., Akkurt, S., İpekoglu, B., 2004, "Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcının Özellikleri", *Yapı Dergisi*, No: 269, İstanbul.
- 5- Böke, H., Çizer, Ö., İpekoglu, B., Uğurlu, E., Şerifaki, K., Toprak, G., 2008, "Characteristics of lime produced from limestone containing diatoms", *Construction and Building Materials*, 22, Elsevier, pp.866-874.
- 6- Callebaut, K., Elsen, J., Van Balen, K., Viaene, W., 2001, "Nineteenth century hydraulic restoration mortars in the Saint Michael's Church (Leuven, Belgium), Natural hydraulic lime or cement?", *Cement and Concrete Research*, 31, Pergamon, pp.397-403.
- 7- Cole, W.F., Kroone, B., 1959, "Carbonate minerals in hydrated portland cement", *Nature*, 184, p.57.
- 8- Davidovits, E., 1995, "Les Mortiers de pouzzolanes artificielles chez Vitruve evolution et historique architecturale", *These de D.E.A Les Cultures de L'Antiquite Classique (1992-93)*, Universite Paris X-Nanterre, France.
- 9- Degryse, P., Elsen, J., Waelkens, M., 2002, "Study of ancient mortars from Sagalassos (Turkey) in view of their conservation", *Cement and Concrete Research*, 32, Pergamon, pp.1457-1463.
- 10- EN 1936, 2006, *Natural Stone Test Methods- Determination of Real Density and Apparent Density, and of Total and Open Porosity*, Brussels.
- 11- Eyice, S., 1978, "Anadolu Hararı", *İslam Ansiklopedisi*, I.Cilt, MEB, İstanbul, s.253.
- 12- Eyice, S., 1993, "Anadolu Hararı", *İstanbul Ansiklopedisi*, I.Cilt, İstanbul.
- 13- Fiori, C., Vandini, M., 2009, "Vaterite in the mortars of a mosaic in the Saint Peter Basilica, Vatican (Rome)", *Journal of Cultural Heritage*, 10, Elsevier, pp.248-257.
- 14- Friedman, G.M., Schultz, D.J., 1994, "Precipitation of vaterite (CaCO<sub>3</sub>) during oil-field drilling", *Miner. Mag.*, 58, pp.401-408.
- 15- Frumkin, A., Shimron, A., Rosembaum, J., 2003, "Radiometric dating of the Siloam Tunnel, Jerusalem", *Nature*, 425, pp.169-171.
- 16- Gabriel, A., 1941, *İstanbul Türk Kaleleri*, (Çev.: Alp Ilgaz), Tercüman 1001 Temel Eser, İstanbul.
- 17- Güleç, A., 1992, *Bazı Tarihi Ant Harç ve Sıvalarının İncelenmesi*, (Characterization of Mortars and Plasters of Some Historic Monuments, Ph.D. Thesis, Turkish), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, İstanbul.
- 18- Kuban, D., 2007, *Osmanlı Mimarisi*, YEM Yayınları, No:134, İstanbul.
- 19- Lawrence, R.M.M., 2006, *A Study of Carbonation in Non-Hydraulic Lime Mortars*, A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Faculty of Engineering and Design Department of Architecture and Civil Engineering, University of Bath, October 2006, UK.
- 20- Manoli, F., Kanakis, J., Malkaj, P., Dalas, E., 2002, "The effect of aminoacids on the crystal growth of calcium carbonate", *Journal of Crystal Growth*, 236, pp.363-370.
- 21- Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakolas, A., Moropoulou, A., 2003, "Physico-chemical study of Cretan ancient mortars", *Cement and Concrete Research*, 33, Pergamon, pp.651-661.
- 22- Martinez-Ramireza, S., Sanchez-Cortesa, S., Garcia-Ramosa, J.V., Domingoa, C., Fortesb, C., Blanco-Varela, M.T., 2003, "Micro-Raman spectroscopy applied to depth profiles of carbonates formed in lime mortar", *Cement and Concrete Research*, 33, Pergamon, pp.2063-2068.

- 23- McConnel, J.D.C., 1960, "Vaterite from Ballycraigy, Larne, Northern Ireland", *Miner. Mag.*, 32, pp.534-544.
- 24- Moropoulou, A., Bakolas, A., Anagnostopoulou, S., 2005, "Composite Materials in Ancient Structures", *Cement and Concrete Composites*, 27, Elsevier, pp.295-300.
- 25- Papayianni, I., Stefanidou, M., 1997, "Repair mortars suitable for interventions of Ottoman Buildings", (Ed.: G.Özsen), *Proceedings of Conference on Studies in Ancient Structures*, Yıldız Technical University, İstanbul, pp.255-263.
- 26- Pavia, S., Caro, S., 2008, "An investigation of Roman mortar technology through the petrographic analysis of archeological material", *Construction and Building Materials*, 22, Elsevier, pp.1807-1811.
- 27- Pekin, F., Yılmaz, H.F., 2008, *Türkiye'nin Kültür Mirası 100 Kale*, NTV yay., 24-25, İstanbul.
- 28- Sickels, L.B., 1981, "Organics and Synthetics: Their Use as Additives in Mortars", *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings*, Rome, pp.25-52.
- 29- Signorelli, S., Peroni, C., Camaiti, M., Fratini, F., 1996, "The presence of vaterite in bonding mortars of marble inlays from Florence Cathedral", *Miner. Mag.*, 60, pp.663-665.
- 30- Stewart, J., Glover, R., Houston, J., Seeley, N., Proudfoot, T., 2001, "Field and laboratory assessment of lime-based mortars", *Journal of Architectural Conservation*, 7 (1), Donhead, pp.7-41.
- 31- TS EN 1015-11, October 2000, *Methods of Test Mortar for Masonry- Part 11: Determination of Compressive and Flexure Strength of Hardened Mortars*, TSE, Ankara.
- 32- TS EN 12390-6, April 2002, *Testing Hardened Concrete- Part 6: Tensile Splitting Strength for Test Specimens*. TSE, Ankara.
- 33- TS EN 13755, January 2003, *Natural Stone Test Methods- Determination of Water Absorption at Atmospheric Pressure*, TSE, Ankara.
- 34- TS EN 14579, October 2006, *Natural Stone Test Methods - Determination of Sound Speed Propagation*, TSE, Ankara.
- 35- Valek, J., Veiga, R., 2005, "Characterisation of mechanical properties of historic mortars: testing of irregular samples", *International Conference on Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture*, No.9, MALTE 2005, Vol.83, Malta, pp.365-374.

## A MATERIAL RESEARCH BASED EVALUATION ON THE FOUNDATIONS AND WALLS OF THE LATE 19<sup>th</sup> AND EARLY 20<sup>th</sup> CENTURY BUILDINGS IN BOSPHORUS SUMMARY

Bosphorus with all the historical buildings standing on its two coasts is one of the most impressive sceneries in the world beyond any doubt. The area has been the subject of the work of numerous travelers, artists, architects and scientists throughout history and it is possible to find lots of old maps, photos or engravings about the area. During proposals of restitution and conservation projects for historical buildings where only foundations or ground level walls are the existing structures, characterization analyses of the building materials certainly serve the process. Joint evaluations of laboratory research and inspections of building techniques on site lead us to understand the technology of the construction period and to differentiate the structures belonging to various periods. In this context, the methodology and results of the analyses on samples collected from 5 different sites located on two sides of Bosphorus which enclose mainly late 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> century foundations and remaining walls will be presented in the article. Results of the analyses and inspections on samples of mortars, plasters, stones and artificial stones are stated under three titles as wall mortars, plasters and pavement mortars referring their locations and a general evaluation of the construction techniques and materials of the period is presented in the conclusion.

# Malzeme Analizleri Işığında Boğaziçi'ndeki 19. yy Sonu-20. yy Başı Yapı Temelleri ve Kalıntıları Üzerine Bir Araştırma

Arş.Gör. Işıl POLAT PEKMEZCİ,  
Prof.Dr. Ahmet ERSEN<sup>1</sup>

## 1. Giriş

Boğaziçi, iki yakası boyunca dizili büyük ve küçük çok sayıda tarihi yapı ile şüphesiz dünyanın en etkileyici manzaralarından birini oluşturur. Tarih boyunca birçok gezgin, sanatçı, mimar ve uzman için ilgi çekici olan bu alan ve yapılar hakkında çok sayıda eski harita, fotoğraf ya da gravür bulmak mümkündür. Boğaz kıyılarında, günümü-

ze ulaşamayan ancak kazılar sonucunda kısmi temel ve duvar kalıntılarının ortaya çıkarıldığı yapılarda, doğru restitüsyon önerilerinin ve restorasyon projelerinin hazırlanabilmesi için, tarihi belgelerin yanında somut verilerin elde edilebileceği malzeme analizi çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, yapılardan belirli bir sistem içinde, harç, sıva, taş, suni taş gibi yapı malzemeleri örnekleri toplanarak, laboratuvar ortamında karakterizasyon çalışmaları yürütülmelidir.

Laboratuvar analizleri, yapım teknikleri üzerine yapılacak incelemeler ile birlikte, yapının inşa edildiği dönem ya da varsa farklı yapım dönemlerinin tespiti için gerekli verileri elde etmemizi sağlayacaktır. Makalede, Boğaziçi'nin iki kıyısındaki 5 ayrı alanda bu kapsamda yürütülen çalışmalarda izlenen metod ve araştırmalar sonucunda, 19.yy sonu-20.yy başına tarihlenen yapı temelleri ve duvar kalıntıları üzerine elde edilen verilerin bir değerlendirilmesi sunulacaktır.<sup>2</sup>

## 2. Örneklerin Alınması ve Laboratuvar Çalışmaları

Günümüze korunarak ulaşamayan yapıların buldukları alanlarda, temel ve duvar kalıntılarının orta-

ya çıkarılması için yürütülen kazı çalışmalarının, dikkatle ve tüm detayları ortaya çıkartacak şekilde yü-

rütülmüş olması ve detayları örten toprak yığınlarının ya da bitki örtüsünün kaldırılması, örneklerin top-

<sup>1</sup>Arş.Gör. Işıl POLAT PEKMEZCİ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Taşkışla-Taksim, İstanbul, polatisil@itu.edu.tr  
Prof.Dr. Ahmet ERSEN, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Taşkışla-Taksim, İstanbul, ersenah@itu.edu.tr

<sup>2</sup>Örneklerin toplandığı alanlar: 1.Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı arazisindeki Güney Yalı (GY), Harem Yalısı (HY), Meşruta Binası (MB) ve Kuzey Yalısı'nı (KUY) kapsayan yapı topluluğu /Anadoluhisari, 2.Kanlıca Mahallesi 22 Pafta 35 Ada 7-8 Parseller'de yer alan kalıntılar (KAY)/Beykoz, 3.Çubuklu Mahallesi 30 pafta 194 Ada 9 Parsel'de yer alan yapı kalıntıları (CUY)/Beykoz, 4.Sarıyer ilçesi 605 Ada 205 Parsel'de yer alan yapı kalıntıları (SAY)/Sarıyer, 5.Tarabya Mahallesi 72 Pafta 430 Ada 47-48-110-112-115 Parseller'de yer alan kalıntılar (TAY)/Sarıyer.

lanmasını kolaylaştıracaktır (Şekil 1-2). Temel duvarları ya da ayaklar, üst yapının mekansal biçimlenişi ile ilgili fikirleri oluşturacağından; kalıntılar üzerinden örnek alınırken, öncelikle süreklilik gösteren ya da farklılaşan kısımların belirlenmesine çalışılmıştır. Duvar yüzeylerinde farklılaşan dokuların ya da malzemelerin olduğu kısımlardan ya da farklı kotlardaki duvarlar üzerinden örnek almaya dik-

kat edilmiştir. Yapılardaki incelemelerde, temel duvarlarının yanı sıra; su kanalları, tonozlar, döşeme kaplamaları ve sarnıç ya da havuz kalıntılarına rastlanmıştır. Bu izler, mekansal işlevler, kapalı-açık mekan ilişkileri, bahçe düzenleri gibi bilgilerin yorumlanması açısından önemli oldukları kadar, farklı dönemlere ait yapım tekniklerini yansıtmaları açısından da önemlidir. Dolayısıyla, bu kısımlardan da ör-

nekler alınarak, değerlendirilmiştir.

Örnek alınan noktalar, rölöve çizimleri üzerine işlenmiştir (Şekil 3). Örnek alınan kısım, fotoğrafla belgelenmiş; gerektiği yerde duvar kalınlıklarının, tuğla boyutlarının ve derz aralıklarının ölçüleri alınmış ve gözlemler not edilmiştir. Örnekler, kodlanarak koruyucu poşetler içinde laboratuvar ortamına taşınmıştır (Hughes ve Callebaut, 1999).



Şekil 1-2. Harem Yalısı kalıntılarının genel görünümü, Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı (sol), Kanlıca'daki kalıntıların genel görünümü (sağ)



Şekil 3. Örnek alınan noktaların vaziyet planı üzerinde gösterilmesi<sup>3</sup> (Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı, Güney Yalısı kalıntıları, Anadolu Hisarı)

<sup>3</sup> Şekil 1 ve Şekil 3, Akdeniz İnşaat ve Eğitim Hizmetleri A.S./ Ataner Mimarlık tarafından sağlanmıştır. Aksi belirtilmedikçe fotoğraf ve çizimler yazarlara aittir.

Laboratuvara getirilen harç ve taş örnekleri, öncelikle makroskobik olarak gözlemlenmiştir. Daha sonra, harçlarda asit kaybı ve elek analizi deneyleri uygulanmış; kızdırma kay-

bı ve protein-yag deneyleriyle araştırmalar derinleştirilmiştir (Middendorf, vd., 2005a). Harç örneklerinde kullanılan agregalar, stereo mikroskop altında incelenmiştir. Gerekli

görülen hallerde taş ve harç örneklerinin ince kesitleri hazırlanarak, polarizan mikroskop altında değerlendirilmiştir. (Middendorf, vd., 2005b; Blaeuer ve Kueng, 2007)

### 3. 19.yy Sonu-20.yy Başı Yapı Temelleri ve Kalıntılarından Alınan Örneklerin Analizleri

19.yy sonu- 20.yy başı yapı temelleri ve kalıntılarından alınan örnekleri, alındıkları yerlere göre; duvar harçları, sıvalar ve döşeme harçları olarak 3 başlık altında toplamak mümkündür.

#### Temel duvarları

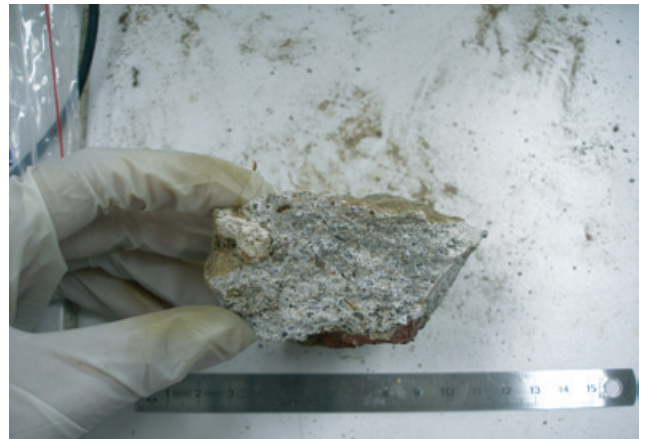
19.yy ve sonrasına tarihlendiği düşünülen temel duvarları, taş ve harç ile oluşturulmuşlardır. Genellikle moloz taş örgü tekniğinin kullanıldığı temel duvarlarında kullanılan taş cinsi kalkerdir. Du-

var harçları incelendiğinde 3 farklı tipe rastlanmaktadır. Az da olsa karşılaşılan harç türlerinden biri, kile bir miktar kireç katılarak elde edilen toprak harçlardır (SAY.5; Şekil 4-5). Toprak harçlara, agrega olarak dere kumu ile birlikte, kimi örneklerde iri tuğla kırıklarının katıldığı tespit edilmiştir. Bu döneme ait temel duvarlarında sıkça kullanılan bir diğer harç tipi, sönmüş kirece dere/ocak kumu-taş kırığı agrega katılmasıyla elde edi-

len kireç harçlarıdır (GY.15; Şekil 6). Kireç harçlarının bir kısmında, tuğla kırığı ve tozu katkısı görülmektedir (TAY.4- GY.9- KAY.9- KAY.10). Yakın dönem duvarlarında, dayanımları kireç harçlarına göre yüksek, içerisinde tuf gibi puzolanik katılara rastlanan (SAY.8) ya da hidrolik kireç kullanımının görüldüğü harç örnekleri (TAY.11) de vardır (Şekil 7). Odun kömürü ya da cüruf izlerine örneklerin birçoğunda rastlanmıştır (Tablo 1).



Şekil 4-5. Toprak harçlı duvar örgüsü, Güney Yalı Kalıntısı (sol), SAY.5 nolu örneğin alındığı laboratuvar görüntüsü (sağ)



Şekil 6-7. GY.15 no.lu örneğin alındığı moloz taş örgülü duvar (sol), TAY.11 no.lu hidrolik kireç bağlayıcılı örneğin laboratuvar görüntüsü



Tablo 1. Deney sonuçları ve değerlendirmeler

Örnek Adı	Asit kaybı		Kızdırma Kaybı			Agregalar	Katkılar	Bağlayıcı: agrega oranı	
	Kayıp (%)	Kalan (%)	105 °C	550 °C	1050 °C				
DUVAR HARÇLARI	SAY.5	12	88	1,24	4,78	9,22	K,Q,F,M	OK	1:1
	GY.15	34	66	1,79	8,27	34,23	V,Q,F	OK	1:2
	SAY.8	33	67	5,14	8,05	32,70	T,K,KL,V	OK	1:2
	TAY.4	50	50	14,13	9,23	41,29	V,Q,KC,F	TK,Ttz,OK	2:3
	TAY.11	45	55	3,00	6,56	63,95	V,Q,KC,F,KL	--	1:2
	GY.9	12	88	2,25	6,81	51,20	V,Q,F	TK,Ttz,OK	1:4
	KAY.9	81	19	5,35	7,61	39,40	V,Q,KC,F,KL,K	TK,Ttz,C	2:3
	KAY.10	56	44	3,55	7,11	45,67	V,Q,KC,F,KL,K	TK,Ttz,C	1:1
SIVALAR	KAY.5	77	23	4,14	8,31	46,55	V,Q,KC,F,KL,K	TK,Ttz,C	1:1
	KAY.7	35	65	6,68	9,65	46,80	Q,V,F,KC,M	TK,Ttz,OK	1:1
	ÇUY.5	70	30	1,32	5,30	53,14	K,Q,V,F,KC	TK,Ttz,S	1:1
	SAY.6	70	30	2,49	7,58	48,54	K,Q,T,F,KC	TK,Ttz,OK,C	1:1
	SAY.1	34	66	1,69	7,00	62,05	T,K,Q,V,KC	Tft	1:2
	SAY.2	40	60	7,00	8,27	29,81	T,Q,K,KC,M,V	Tft,OK	2:3
	ÇUY.15	54	46	22,85	6,59	50,71	K,F,Q	Tft,TK,Ttz,OK,C	1:1
	ÇUY.16.ü	56	44	8,86	5,99	40,16	K,F,Q,KC	TK,Ttz,C	2:3
	ÇUY.16.a	25	75	7,30	8,63	38,43	Q,K,V,F,KL,M	OK	2:3
	ÇUY.17	20	80	6,98	7,07	37,12	K,Q,V	OK	2:3
	ÇUY.18.ü	65	35	0,50	1,87	85,30	Q,F,V	C	4:1
	ÇUY.18.a	84	16	13,44	13,94	29,37	Q,F,K,KC	OK	1:2
DÖŞEME HARÇLARI	ÇUY.8	31	69	1,16	2,10	44,10	Q,F	Tft, Ttz,C	1:2
	ÇUY.6	39	61	6,40	8,67	30,00	K,Q,KC,KL,F	Tft, OK,C	1:2
	KAY.3	67	33	11,54	10,17	21,04	Q,F,K,KC,T,V	OK	1:4
	KAY.4	48	52	4,77	8,97	46,25	V,F,KL,Q	Tft, Ttz,C	1:1
	ÇUY.7.ü	96	4	5,77	7,88	35,54	Q,KC	Tft	1:2
	ÇUY.7.a	64	36	15,27	11,63	56,28	Q,KC	Tft	2:5

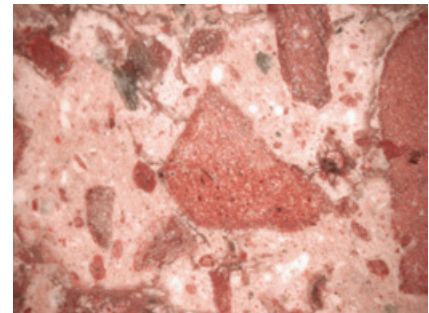
K: Kum taşı, KL: Kil Taşı, KC: Kireç taşı, V:Volkanik kayalar, Q: Kuvars, F: Feldspat, T: Tüf, Tft: Tüf Tozu,  
TK: Tuğla kırığı, Ttz: Tuğla tozu, M: Mika, OK: Odun kömürü, C: Cüruf, S: Saman

### Sıvalar

İncelenen alanlarda, sıva tabakaları ve uygulamaları çok farklı noktalarda karşımıza çıkmaktadır. Duvar yüzeylerinde rastladığımız sıva tabakaları olduğu gibi; sarnıç, havuz gibi su geçirimsizliğinin özellikle amaçlandığı kısımlarda, dayanımı yüksek sıva örnekleri bulunmaktadır. Erken uygulamalarda, tuğla kırığı ve tozu katkısının yüksek olduğu kireç harçları kullanılmıştır (KAY.5-KAY.7- SAY.6- ÇUY.16.ü; Şekil 8-9). Bu örneklerde, saman-kıtık gibi organik katkıları da görülmektedir (ÇUY.5). Duvar harçlarında olduğu gibi, daha geç dönem uygulamaları olan puzolan katkılı kireç bağlayıcılı sıvalar da tespit edilmiştir (SAY.1- SAY.2- ÇUY.15;



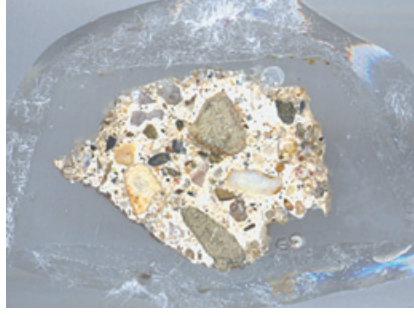
Şekil 8-9. ÇUY.5 no.lu sıva örneğinin alındığı kısım (sol), KAY.7 no.lu tuğla kırığı ve tozu katılmış örneğin kesit görüntüsü (sağ)



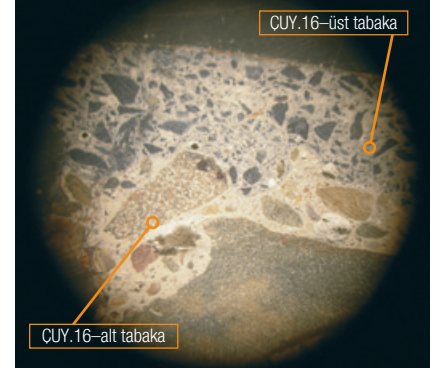
Şekil 10-11).

19.yy sonu- 20.yy başından itibaren ise hidrolik bağlayıcılı örnekler karşımıza çıkmaktadır (ÇUY.16- ÇUY.17- ÇUY.8). ÇUY.16, iki tabakadan oluşan ve hidrolik özellik gösteren bir suni taş örneğidir (Şekil 12). Alt ta-

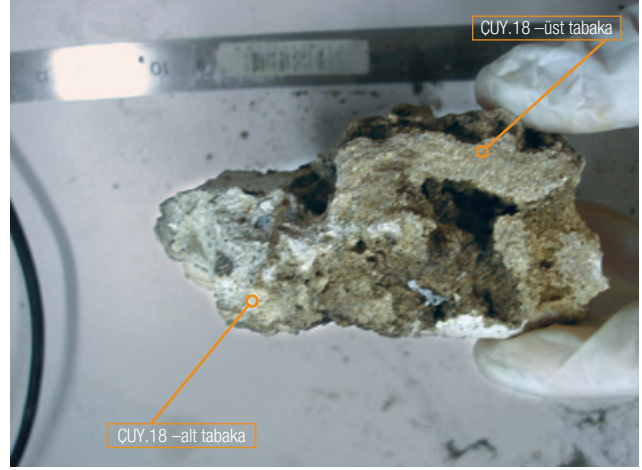
bakanın bağlayıcı:agrega oranı 2:3'tür. Bağlayıcısı, kirece puzolan eklenmesiyle elde edilmiştir. Agregaları 4mm ve altı dere kumundan oluşmuştur (Tablo 2). Üst tabaka, bağlayıcı: agrega oranı 2:3 olan ~450 dozlu çimento harcıdır. Agregası kısmı büyük oranda kum



Şekil 10-11. Hamam olduğu düşünülen yapıda mermer levhaların sabitlenmesi için kullanılmış sıva tabakasından alınan ÇUY.15 no.lu örnek (sol), hidrolik özellik gösteren SAY.2 no.lu örneğin kesit dokusu (sağ)



Şekil 12. ÇUY.16 no.lu örneğin kesit dokusu



Şekil 13-14. ÇUY.18 no.lu örneğin alındığı kısım (sol), ÇUY.18 no.lu örneğin görüntüsü (sağ)

taşı ve cüruftan oluşmuştur. Rötreyi önlemek amacıyla eklenmiş %15 oranında karbonatlı agrega içermektedir.

Çubuklu'da havuz kısmında rastlanan "grotto" (suni püskürtme taş) uygulaması, 2 farklı çimento tabakasından oluşmaktadır (Şekil 13-14). Alt tabaka, bağlayıcı:agrega oranı 1:2 olan 400-450 dozlu çimento harcıdır. Agregalarının %50'si karbonatlı agregadır. Üst tabaka, bağlayıcı:agrega oranı 4:1 olan

400-450 dozlu erken çimento örneğidir. Bej renkli ithal çimento kullanılmıştır ve 500µ altına yığılmış dere kumu ve cüruf katkısı görülmektedir.

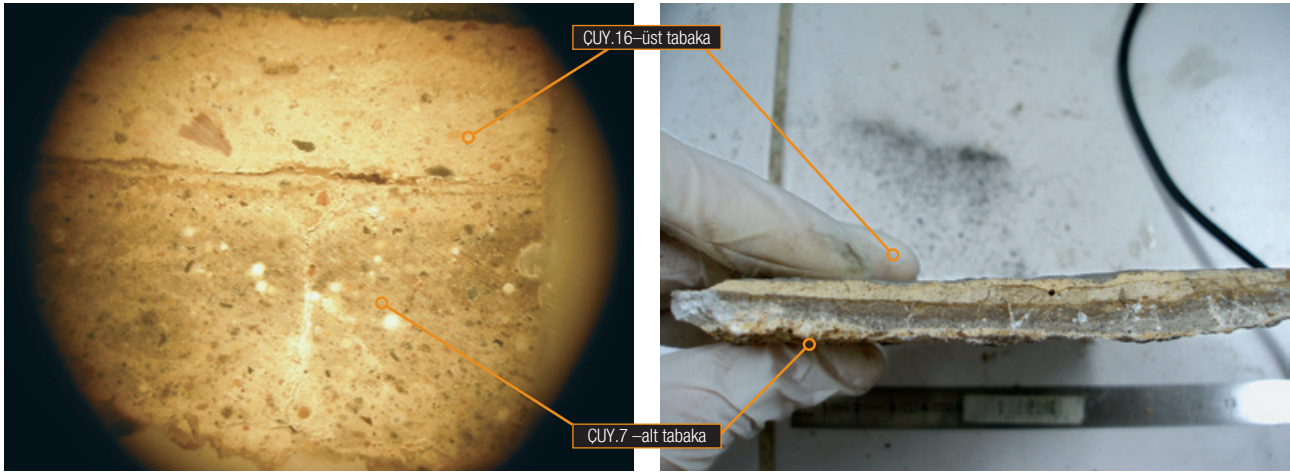
#### Döşeme harçları

Çalışma kapsamında, döşeme kaplaması olarak kullanılan malzemeler de incelenmiştir. Döşemeler, malta taşı ya da mermer gibi doğal taş kaplamaların ya da karo-siman gibi malzemelerin bir tesviye harcı ile zemine tespit edilmesiyle ya da düzgün yüzeyli suni

taş dökümleriyle elde edilebilmektedir (Şekil 15-16). Suni taş döşemelerin altında da yine bir tesviye tabakası bulunmaktadır. Tesviye tabakaları, puzolan katkılı kireç harçları ile oluşturulmuştur ve odun kömürü ve cüruf katkıları içermektedir (ÇUY.6- ÇUY.8-KAY.4). Hidrolik bağlayıcı suni taş döşeme kaplamalarında, çok ince kum ya da taş kırığı ve tozundan oluşan agregaların kullanıldığı görülmektedir (KAY.3- ÇUY.7; Şekil 17-18; Tablo.2).



Şekil 15-16. ÇUY.8 no.lu örneğin görüntüsü, malta taşı döşeme kaplaması ve altındaki tesviye harcı (sol), KAY.3 no.lu suni taş örneğinin alındığı kısım (sağ)



Şekil 17-18. ÇUY.7 no.lu suni taş döşeme harcı örneğinin alt ve üst tabakalarını gösteren mikroskop görüntüsü (sol), ÇUY.7 no.lu örneğin genel görüntüsü (sağ)

Tablo.2. Agregaların boyut dağılım yüzdeleri

Örnek Adı	Elek açıklığı kalan (%)							
	8mm	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	<125µ
SAY.5	23	8	15	18	13	9	9	4
GY.15	13,6	26,1	20,9	16,4	3,9	8,9	0,6	9,7
SAY.8	8	11	13	14	13	12	9	21
TAY.4	7,8	22,9	5,1	3,8	3,6	3,6	4,2	49,1
TAY.11	0,0	1,0	0,7	4,1	29,5	57,8	2,5	4,5
GY.9	0,0	17,5	11,3	6,7	3,1	17,8	3,0	40,4
KAY.9	0,0	8,0	8,6	15,8	17,4	9,2	2,9	38
KAY.10	0,0	5,1	6,2	16,9	15,7	9,4	3,7	43
KAY.5	0,0	4,8	1,2	1,9	8,3	60,4	13,4	9,9
KAY.7	0,0	9,3	7,0	4,9	6,0	5,2	4,7	62,9
ÇUY.5	0,0	4,0	11,5	16,9	12,5	9,5	5,5	40,1
SAY.6	0	16	18	13	12	8	6	27
SAY.1	6	15	22	15	14	12	8	8
SAY.2	23	8	15	18	13	9	9	4
ÇUY.15	0,0	2,0	8,5	11,3	20,3	16,2	4,3	62,9
ÇUY.16.ü	0,0	16,8	8,5	13,2	17,2	12,1	6,8	25,6
ÇUY.16.a	0,0	26,2	25,0	18,0	13,0	8,7	3,8	5,2
ÇUY.17	12,3	20,0	24,2	15,4	10,8	8,2	3,1	6
ÇUY.18.ü	0,0	0,0	0,7	0,7	2,4	23,0	55,7	17,5
ÇUY.18.a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	27,4	45,2
ÇUY.8	2,3	9,9	19,7	18,5	14,4	8,8	4,3	22,2
ÇUY.6	3,6	13,9	17,8	13,2	9,8	7,2	4,1	30,4
KAY.3	0,0	0,0	2,1	2,6	8,3	50,4	14,3	22,3
KAY.4	18,2	5,3	13,0	20,0	14,6	6,0	2,0	21,1
ÇUY.7.ü	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
ÇUY.7.a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100

## 4. Değerlendirme ve Sonuç

Alan araştırmaları ve malzeme analizleri sonucunda, özellikle 19.yy ve sonrasına ait yapım teknikleri ve malzeme özellikleri hakkında bilgiler edinilmiştir. Kaba yonu/ moloz taş devon kalkerleri ile örülmüş duvarlar,

puzolan katkılı kireç harçları, hidrolik kireç- erken çimentoların kullanımı, malta taşı döşeme, suni taş döşeme, havuzlardaki ve diğer yüzeylerdeki yalıtım harçları ve “grotto”lar, bu döneme ait özelliklerdir.

İncelenen bu özelliklerin yanında, çalışma alanlarında kullanılan malzemeler ve yapım teknikleri dikkate alındığında; 19.yy öncesine ait olduğu düşünülen, kimi zaman 19.yy tamirlerinin izlerinin gö-

rülebildiği, tuğla örgü duvar, kemer ya da tonozlara da rastlanmıştır. Bunlar, toprak seviyesinden 40-50cm yükselen kısa duvarlar olabildiği gibi, günümüze korunmuş durumda ulaşılabilen daha yüksek duvarlar olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Kullanılan tuğla boyutları, harçların özellikleri ve örgü tekniklerine bakıldığında, duvar yüzeylerindeki dönem fark-

lılıkları anlaşılmaktadır. 19.yy öncesi-ne ait olduğu düşünülen duvarlarda, dikdörtgen (32x16cm, 20x10cm, vb.) ve 2-3cm kalınlığında tuğlaların kullanıldığı tespit edilmişken; daha geç dönem duvarlarında tuğlaların kalınlıklarının 4-6cm'ye çıktığı görülmektedir (Şekil 19-20-21). Tuğla örgünün aralarında kullanılan harçlar, sönmüş kirece kum agregaları ile tuğla kırığı

ve tozu eklenmesiyle oluşturulmuştur. Bağlayıcı:agrega oranları 1:1, 1:1,5 oranlarında değişmektedir (Tablo.3).

Bütün bu değerlendirmelerin sonucunda, kalıntılar için tarihsel değerlendirme paftalarının hazırlanması mümkündür; ancak bu paftalar, kesin bir tarihlendirme yapmaktan çok farklı dönemlerin ayırt edilebilmesi amacını taşımaktadır (Şekil 22).



Şekil 19-20-21. MB.46 no.lu örneğin alındığı kısım (tuğla boyutları 32x16x 3cm, derz aralıkları 6cm (sol), GY.12 no.lu örneğin alındığı kısım (orta), SAY.3 no.lu örneğin alındığı kısım (tuğla boyutları 24x12x4cm, derz aralıkları 4 cm; sağ)

Tablo 3. Tuğla örgülü duvarlarda kullanılan kireç harçlarının bağlayıcı:agrega oranları ve elek dağılım yüzdeleri

Örnek Adı	Bağlayıcı oranı (%)	Agrega oranı %	Elek açıklığı kalan (%)							
			8mm	4mm	2mm	1mm	500µ	250µ	125µ	<125µ
GY.18	48	52	9,5	16,1	12,2	17,3	6,2	13,0	0,9	24,9
GY.19	50	50	5,1	17,2	10,8	19,7	6,6	15,0	1,8	23,8
HY.29	38	62	8,4	14,8	10,1	14,6	4,6	25,2	4,3	17,9
MB.46	46	54	6,3	48,2	14,8	9,1	1,5	4,7	0,7	14,8
MB.48	36	64	0,0	4,3	23,0	33,8	5,7	16,1	1,3	15,8
SAY.3	46	54	0,0	6	16	13	10	9	7	38
SAY.7	40	60	20	19	10	10	11	8	5	16
SAY 9	49	51	0,0	5	14	18	20	15	8	20



Şekil 22. Güney Yalı kalıntıları tarihsel değerlendirme paftası, Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı, Anadolu Hisarı

---

## REFERANSLAR

- 1- Blaeuer, C., Kueng, A., 2007, "Examples of Microscopic Analysis of Historic Mortars by Means of Polarising Light Microscopy of Dispersions and Thin Sections", *Materials Characterization*, 58, pp.1199-1207.
- 2- Hughes, J.J., Callebaut, K., 1999, "Practical Sampling of Historic Mortars", *Historic Mortars: Characteristics and Tests, Proceedings of the International RILEM Workshop*, pp.17-26.
- 3- Middendorf, B., Hughes, J.J., Callebaut, K., Baronio, G., Papayianni, I., 2005a, "Investigative Methods for the Characterisation of Historic Mortars- Part 2: Chemical Characterisation", *Materials and Structures*, 38, pp.771-780.
- 4- Middendorf, B., Hughes, J.J., Callebaut, K., Baronio, G., Papayianni, I., 2005b, "Investigative Methods for the Characterisation of Historic Mortars- Part 1: Mineralogical Characterisation", *Materials and Structures*, 38, pp.761-769.

## AN ARCHITECTURAL EVALUATION OF THE ARTIFICIAL STONES USED ON BUILDING FAÇADES OF THE LATE 19<sup>TH</sup> AND EARLY 20<sup>TH</sup> CENTURIES WITH REFERENCE TO CONSERVATION SCIENCE - 4

### CHARACTERISATION OF ARTIFICIAL STONES

#### SUMMARY

The material defined as “artificial stone”, frequently used on the façades of the late 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> century buildings, is a mixture of binder, aggregate and other additives, and consists of flat plaster coatings applied in-situ and architectural elements with decorative reliefs, some of which may be load-bearing and which may be produced with different types of moulds either in-situ or precast at the workshop. One of the effects of the Industrial Revolution in the 19<sup>th</sup> century was a tendency to standardize architectural production, which in turn moved away from time-consuming and costly traditional techniques in search of those in accordance with the dynamic social, economic and cultural structure of the period. Early modern scientific understanding of binders with hydraulic properties at the end of the 18<sup>th</sup> century and the development of new methods for their artificial production in early 19<sup>th</sup> century supported this new material and technique.

Turkey and more specifically Istanbul, located on the periphery of these developments in architecture, techniques and materials was also affected contemporaneously. However, it is only partially possible to trace this transformation in publications and archive material. The main sources of information are the period buildings themselves. Thus, the use of artificial stone was evaluated with reference to architectural, material and application characteristics. Field-work enabled the selection of ca. 30 buildings for sampling and the number was reduced to 15 in the final stage, focusing on those buildings reflecting the characteristics of their period. Samples were taken from various types of artificial stone used in architectural programs of different styles. The experiments, conducted according to related national and international standards based on research programs recommended for similar mortar and plaster samples in literature, enabled the determination of the physical, raw material and mineralogical characteristics of the samples.

Results indicate that all the binders have hydraulic quality, some being artificial cements and/or natural water limes and others being fat limes mixed with mostly artificial pozzolanic additives, such as brick dust and ash, charcoal or slag as well as some natural pozzolanas such as opal. Some of the limes included magnesite, which is known to enhance the mechanical properties, whereas the identification of calcium sulphate (in XRD and SEM-EDX analyses) enabled the identification cements, as this additive is known to have been used since the 1850s to regulate the setting characteristics of these binders. Those including higher ratios, on the other hand, may be identified as calcium sulphate based binders, which appear frequently in literature.

The physical characteristics of the plasters are somewhat different, compared to similar mortars and concretes: The densities and binder/aggregate ratios are generally higher, porosities are lower and the size of the aggregates is smaller. The plasters may have single or multiple (two to three) layers. As it may be expected, compared to the lower rough layers, the upper finishing layers are denser, have higher binder/aggregate ratios and include aggregates smaller in size and usually lighter in colour, such as white sands and lime stones as well as marble pieces in some cases. Fibrous aggregates as well as artificial aggregates with pozzolanic qualities are used in almost all samples, including those with hydraulic binders, indicating a continuity of tradition and/or distrust in these new materials.

# 19. Yüzyılın Sonu ve 20. Yüzyılın Başında İstanbul'da Yapı Dış Cephelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimari Değerlendirmesi - 4

## Yapay Taşların Karakterizasyonu

 NİLÜFER BATURAYOĞLU YÖNEY,  
AHMET ERSEN\*

► Temelde bir bağlayıcı ile bir dolgu malzemesinden yani agregadan oluşmuş karışımlar olan “yapay taşlar”, konuya ilişkin daha önceki yayınlarında detaylı biçimde ele alındığı üzere (Baturayoğlu Yöney ve Ersen, 2009a, 2009b, 2009c ve 2010; Baturayoğlu Yöney, 2008), çeşitli tekniklerle yüzeylere uygulanan ya da kalıba dökülerek hazırlandıktan sonra yerine sabitlenen, sıva, kaplama,

bezeme ve mimari elemanlar ile uygulama yöntemlerini kapsar. Aşağıda, İstanbul'da 19.yüzyılın ikinci yarısı ile 20.yüzyılın ilk çeyreğinde gelişen ve/veya yangın benzeri bir afet sonucu yeniden inşa edilen bölgelerden (Galata-Beyoğlu ve Fener-Balat ağırlıklı olmak üzere) seçilen, onarılmamış kargir yapılardan alınan örnekler üzerinde, malzeme karakterizasyonuna yönelik olarak yürütülen araştırmanın yöntemi ve sonuçları özetlenmektedir. Temelde hidrolik nitelikli harçlardan oluşan

bu örneklerin analiz ve değerlendirilmesinde yöntem olarak, benzer harç ve sıvalar için literatürde önerilen deneysel çalışma programları esas alınmış; ilgili ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak, malzemelerin fiziksel, ham madde ve mineralojik niteliklerini belirlemeye yönelik bir sistem oluşturulmuştur.<sup>1</sup>

### 4.1. Örneklerin Toplanması

Yapı seçiminde, tarihesine dayanak oluşturacak eski haritalar gibi altlıkların bulunması, döneminin

Tablo 1. Örnek alınan yapılar, genel bilgi ve gözlemler

Örnek No	Yapı Adı / Adresi	Yapım Tarihi	Konum	Örneğin Tanımı		
				Mimari Görevi	Üretim Yöntemi	Tabaka Sayısı
01.İŞY	Türkiye İş Bankası Müzesi, eski Yenicami Şubesi ( <i>Bureaux de la Poste Ottomane</i> )	1892	Z	pencere eteği	basma kalıp	1
02.HİD	Bebek Hıdıva Sarayı / Mısır Arap Cumhuriyeti İstanbul Konsoloslugu ve Rezidansı, mimar: A. Lasciac	1900-1901	Z	kabartma bezekli bahçe duvarı	öndöküm	1
03.MEM	Arnavutköy Memduh Paşa Silah Koleksiyon Salonu ve Kitaplık Pavyonu, mimar: Raimondo D'Aronco	1904	Z-1	düz yüzeyli kabartma levha	öndöküm	3
04.İSG	Türkiye İş Bankası Galata Şubesi, Bankalar Caddesi 27-29	1918	1	sütunçe göbeği	öndöküm	1
05.KAM	Kamondo Apartmanı/Hanı, Serdar-ı Ekrem Sokak 30-40 ( <i>Apparts. Camondo</i> )	1861-1868, 1870-1876	Z	kesme taş taklidi sıva	derz kesilmiş düz sıva	1
06.HZP	Beyoğlu İstiklal Caddesi Haco Pulo Pasajı ( <i>Apparts./Passage Hazzopulo 12</i> )	1871, 1890, 1905	1	pencere sövesi	çekme kalıp	1
07.KGT	Galata Serdar-ı Ekrem Sokak 26, konut	1905 öncesi	Z	kesme taş taklidi sıva	derz kesilmiş düz sıva	2
08.KBY	Beyoğlu Yeşilçam Sokak 27, konut ( <i>Apparts. Castorides</i> )	1905 öncesi	Z	kesme taş taklidi sıva	derz kesilmiş düz sıva	1
09.KGT	Galata Serdar-ı Ekrem Sokak 68, konut ( <i>Apparts. Dikéos</i> )	1905 öncesi, 1920'ler	Z	kesme taş taklidi sıva	derz kesilmiş düz sıva	2
10.KBY	Beyoğlu Halas Sokak 31, konut	1905 öncesi	Z	yivli pilastr gövdesi	çekme kalıp	2
11.KBL	Balat Ayan Caddesi 14-18-22, konut	19.yy sonu	1	balkon kapısı sövesi	çekme kalıp	1
12.KBL	Balat Akçın Sokak 17 – Yıldızlı Sokak 18, konut	19.yy sonu	1	kat silmesi	çekme kalıp	1
13.KBL	Balat Vodinya Caddesi 96, konut	20.yy başı	Z	dokulu kabartma levha	öndöküm	3
14.KBL	Balat Yıldırım Caddesi 32, konut	20.yy başı	1	mermer taklidi sıva	derz kesilmiş düz sıva	2
15.KBL	Balat Hızırçavuş Köprüsü Sokak 2, konut	20.yy başı	Z	kesme taş taklidi sıva	derz kesilmiş düz sıva	2

\* Arş.Gör.Dr. NİLÜFER BATURAYOĞLU YÖNEY, Prof.Dr. AHMET ERSEN, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Restorasyon Ana Bilim Dalı, Taşkışla - Taksim, İstanbul; e-posta: baturayogl@itu.edu.tr

<sup>1</sup> Burada yöntem ve sonuçların bir özeti sunulmaktadır. Daha detaylı bilgi, hesaplarda kullanılan formüller, sonuçların detayları ve örnek toplanan yapılar ile örneklerle ilişkin bilgi ve değerlendirme fişleri için; bkz. Baturayoğlu Yöney, 2008.

üslup ve mimarisini yansıtması ve ait olduğu tarih kesitinin yapay taş uygulamalarına özgün biçim ve nitelik, çeşitlilik ve zenginlik yönlerinden örnek oluşturması esas alınmıştır (Tablo 1; bkz. Baturayoglu Yöney ve Ersen, 2009c). Dış cephe sıvalarının konumları nedeniyle bozulma koşulları göz önüne alınarak, seçilen yapılarda izlenebilen eski tarihli müdahalelerin bulunup bulunmadığı irdelenmiş ve örneklerin özgün yapı dönemine ait olduğu düşünülen kısımlardan alınmasına dikkat edilmiştir. Örnek alınan kısımlar, görsel belgeler üzerinde işaretlenerek, fişlerde yer almıştır. Örneklerin boyut ve sayıları, yapıya ve yapının bütünlüğüne en az zarar verecek biçimde seçilmiştir. Örnekler alınırken, mevcut yüzeyin sağlamlık durumu göz önüne alınmış ve buna uygun aletler (*bistüri, falçata, keski ve çekiç*) kullanılmıştır. Toplanan örnekler, hava almayacak ve nem oranları değişmeyecek biçimde, kilitli polietilen torbalarda saklanmışlardır. Örnekler, yapı niteliği,

gözlemlenen bağlayıcı türü ve rengi göz önüne alınarak, bir ön ayrıştırılmaya tabi tutulmuş ve kronolojik sırayla numaralandırılmışlardır. Birden fazla tabakaya sahip örneklerin katmanları, aşağıdan yukarıya doğru harflerle (a - alt, o - orta, ü - üst biçiminde) tanımlanmıştır.

## 4.2. Görsel Analizler

Laboratuvar analizleri öncesinde, örneklerin durumu, rengi, lifli veya diğer görünür organik maddelerin varlığı, agregaların renk, boyut ve nitelikleri gibi özellikleri görsel olarak incelenmiş ve tanımlanmıştır. Ayrıca, örnekleri oluşturan tabakaların kalınlıkları verniye ile ölçülerek belirlenmiştir (Tablo 2). Sıvaların uygulandığı alt yüzeylerin tamamı tuğladır ve kargir yapıların dış cephelerinde yer alırlar. Bağlayıcı renkleri genellikle açık-koyu arasında değişen çeşitli gri tonlarında, ancak bazı örneklerde beyaz ve pembe/beyazdır (Tablo 2); ince üst sıva tabakaları ve tek kat sıvalar görece açık renklidir. Gri tonları, bağ-

layıcı olarak çimento; beyaz, hidrolik nitelikli veya normal kireç kullanıldığını, pembe ise sıvaya tuğla kırığı ve/veya tozunun eklendiğini göstermektedir. Tabaka kalınlıkları değişkendir. Kalınlığı 5cm'nin üzerine çıkabilen kaba alt sıva tabakaları, kalınlığı 2mm seviyesine kadar inebilen ince üst sıva tabakalarına göre genellikle daha kalındır (Tablo 2). Agregaların boyutları, tabaka kalınlığı ve konumu ile doğrudan ilişkilidir; alt tabakalarda, üst tabakalara göre daha büyük boyutlu agrega kullanılır. Sıklıkla tuğla kırığı ve cüruf/kül/odun kömürü gibi katkılar ile kırıksaman gibi organik liflere rastlanır. Boya tabakasının altında ve üstünde patina tabakalarına rastlanması, üst yüzeylerin genellikle boyanmadan bırakıldığına, ancak kirlendiğinde boyandığına işaret etmektedir.

## 4.3. Temel Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Örneklerin temel fiziksel özelliklerini oluşturan yoğunluk ve göze-

Tablo 2. Sıva örneklerinin görsel özellikleri

örnek no	alt yüzey	sıva tabakaları (aşağıdan – yukarıya)			üst yüzey
		a - alt	o - orta	ü - üst	
<i>anıtısal nitelikli yapılar</i>					
01.İSY	tuğla	beyaz, orta sert, yak. 2cm; kireç bağlayıcılı, ince/orta dokulu			boya, patina
02.HİD	tuğla?	gri, sert, yak. 5cm; çimento bağlayıcılı, çok ince dokulu			patina
03.MEM	tuğla	gri, çok sert, 3,75cm; çimento bağlayıcılı, orta/iri dokulu	açık gri, çok sert, 6mm; çimento bağlayıcılı, ince dokulu	gri, çok sert, 2mm; çimento bağlayıcılı, çok ince dokulu	patina
04.İSG	tuğla	beyaz, çok sert, değişken kalınlıkta (yak. 1-3cm); su kireci bağlayıcılı, ince dokulu			patina
05.KAM	tuğla	koyu gri, yumuşak, kalınlığı belirsiz, su kireci bağlayıcılı, orta/iri dokulu			boya, patina
06.HZP	tuğla	beyaz/pembe, yumuşak, kalınlığı belirsiz; su kireci bağlayıcılı, orta/iri dokulu			boya, patina
<i>sivil mimarlık örnekleri</i>					
07.KGT	tuğla	beyaz/pembe, yumuşak, yak. 1cm; kireç bağlayıcılı, orta/iri dokulu	beyaz, sert, 2,5mm; su kireci bağlayıcılı, ince dokulu		boya, patina
08.KBY	tuğla	beyaz/gri, orta sert/yumuşak, kalınlığı belirsiz; su kireci bağlayıcılı, ince/orta dokulu			boya, patina
09.KGT	tuğla	beyaz/pembe, yumuşak, kalınlığı belirsiz; kireç bağlayıcılı, ince/orta dokulu		orta gri, sert, 2,5-6,5mm; su kireci/çimento bağlayıcılı, ince dokulu	boya, patina
10.KBY	tuğla	pembe, yumuşak, kalınlığı belirsiz; kireç bağlayıcılı, ince/orta dokulu		beyaz, orta sertlikte, kalınlığı değişken; su kireci bağlayıcılı, ince/orta dokulu	boya, patina
11.KBL	tuğla	gri, sert, 2-3cm; çimento bağlayıcılı, ince/orta dokulu			patina
12.KBL	tuğla	pembe/bej, sert, kalınlığı belirsiz; su kireci bağlayıcılı, iri dokulu			boya, patina
13.KBL	tuğla	beyaz, sert, 3mm; su kireci bağlayıcılı, ince dokulu	san/bej, sert, 1cm; su kireci bağlayıcılı, ince dokulu	gri, sert, 3mm; su kireci bağlayıcılı, ince dokulu	patina
14.KBL	tuğla	koyu gri, sert, 8-11mm; çimento bağlayıcılı, ince/orta dokulu		açık gri, sert, 16-19mm; çimento bağlayıcılı, orta dokulu	patina
15.KBL	tuğla	gri, sert, 6-12mm; çimento bağlayıcılı, orta dokulu		açık gri, sert, 6-7mm; çimento bağlayıcılı, iri dokulu	patina



neklilikleri, RILEM (1980) standart deney yöntemleri ve TSE standartları (TS EN 1936, 2001) kullanılarak belirlenmiştir. Ancak örnek miktarının yetersizliğinden dolayı, yoğunluk ve gözeneklilik ölçümleri, her sıva ve/veya sıva tabakasından birer örnekte gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, sıva tabakalarının birbirinden ayrılması sırasında örnekler parçalanma eğilimi gösterdiği ve bazı tabakalar fazla ince olduğu için, her örnekte bu ölçümleri gerçekleştirmek mümkün olmamıştır. Belirlenen yoğunluk (1,70-2,60g/cm<sup>3</sup>) değerleri, genel olarak hidrolik nitelikli bağlayıcı harç ve sıvalardan beklenen aralıklardadır. Agregat türlerinin benzer oluşu, yüksek yoğunluk değerlerinin, bağlayıcı olarak çimento/su kireci kullanımı ile bağlayıcı/ agrega oranları arasındaki farklardan kaynaklandığını düşündürür. Gözenekliliğin belirlenmesi için, kalın harç kesitlerinin binoküler mikroskop altında incelenmesine ve çekilen sayısal fotoğrafların vektörel destekli bir tasarım yazılımında alansal olarak değerlendirilmesine dayalı bir yöntem geliştirilmiştir. Örneklerin kendi aralarında karşılaştırılmaları için yararlı olan bu yöntemle belirlenen %3-10 aralığındaki gözeneklilik değerleri, kireç harçlarına göre düşüktür (Franzini, vd., 2000; Moropoulou, vd., 2003; Böke, vd., 2006; Tunçoku ve Caner-Saltık, 2006; Güleç, 1992). Gözenekler, genellikle yuvarlak ya da yuvarlağa yakın poligonal biçimlidir; bazı örneklerde sıkıştırma yönünde yassı oldukları izlenir. Gözenek boyutları, agregat boyutları ve harç dokusu ile doğrudan ilişkilidir (Tablo 3).

**4.4. Ham Madde Kompozisyonlarının Belirlenmesi**

Örneklerin ham madde kompozisyonları, asitte çözünen ve çözünmeyen kısımlar ile asitte çözünmeyen kısımların parçacık boyutlarını belirleyerek gerçekleştirilmiştir.

#### 4.4.1. Asit Kaybı Deneyi

Asit kaybı deneyinin amacı, yapay taş karışımlarının kompozisyonunda bulunan kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) miktarını belirleyerek, bağlayıcı ve agregalar ile bunların oranları konusunda bilgi edinmektir (Jedrzejewska, 1981; Teutonico, 1988, s.113-115; Middendorf, vd., 2005b; RILEM TC167-COM). Hidrolik nitelik taşıyan harçların agregat ve bağlayıcılarının asit kaybı yöntemi ile birbirinden ayrılması çoğu kez mümkün değildir: Bağlayıcının silikatlaşmış kısımları asitte çözünmezken, agreganın kireçtaşı, mermer vb. karbonatlı kısımları çözünür. Bu durum, her zaman bu yöntemden yararlanarak Bağlayıcı: Agregat oranının belirlenmesine olanak vermez. Ancak kalsiyum hidroksit ve kalsiyum karbonat moleküllerinin ağırlığına dayalı bir bağlantı ile Kireç / Agregat oranları hesaplanabilir (Baturayoglu Yöney, 2008, s.133).

Kullanılan kireç oranı, genellikle %20-40 aralığında değişiklik göstermekte olup, yüksek oranlarda ( $\geq$ %50) kireç içeren geleneksel harç ve sıvalardan farklıdır (Tablo 4; Böke, vd., 2006; Fran-

Tablo 3. Sayısal kalın kesit görüntüleri üzerinde belirlenen gözeneklilik değerleri (%).

Örnekler	(%) Gözeneklilik	Gözeneklerin Özellikleri
01.ISY	6,24	yuvarlak ve yer yer yassı uzun, ince (Ø0,5-1mm)
02.HID	10,89	yuvarlak, yer yer çok iri (Ø2-4mm), genellikle ince (Ø1mm ve altı)
03.MEM.a	13,90	iyi sıkışmamış izlenimi veren, düzensiz biçimli, iri agregat etrafında farklı biçim ve boyutta, yer yer yassı uzun, yer yer poligonal, iri/orta (Ø1-2mm)
03.MEM.o	3,39	yuvarlak ve sıkıştırma yönünde yassılmış, ince / çok ince (Ø1mm altı)
03.MEM.ü	4,63	yuvarlak, çok ince (Ø1mm altı)
04.ISG	5,96	yuvarlak ve sıkıştırma yönünde yassılmış, çok ince (Ø1mm altı)
05.KAM	1,97	yuvarlak ve sıkıştırma yönünde yassılmış, ince (Ø0,5-1mm)
06.HZP	3,60	iyi sıkışmamış izlenimi veren, düzensiz biçimli, poligonal ve yassı uzun (Ø0,5-1mm)
07.KGT.a	6,53	düzensiz biçimli, poligonal ve yassı uzun (Ø0,5-1mm)
07.KGT.ü	1,07	düzensiz biçimli, yassı uzun (en 0,5-1mm)
08.KBY	2,42	yuvarlağa yakın ancak düzensiz poligonal (Ø0,5-1mm)
09.KGT.a	9,15	yuvarlak ve yassılmış (Ø0,5-1mm)
09.KGT.ü	4,84	yuvarlağa yakın ancak düzensiz poligonal (Ø0,5-1mm)
11.KBL	3,28	yuvarlak ve sıkıştırma yönünde yassılmış, ince (Ø0,5-1mm)
12.KBL	4,39	yuvarlak ve yuvarlağa yakın poligonal, yer yer sıkıştırma yönünde yassılmış, çok ince (Ø1mm altı)
13.KBL.a	6,79	yuvarlak ve yuvarlağa yakın poligonal, ince (max. Ø1-2mm, ortalama Ø0,5-1mm)
13.KBL.o	7,61	iyi sıkışmamış izlenimi veren, düzensiz biçimli, orta/iri poligonal (max. Ø2-3mm, ortalama Ø1mm)
13.KBL.ü	4,56	yuvarlak ve yuvarlağa yakın poligonal, çok ince (Ø0,5mm altı)
14.KBL.a	3,70	yuvarlak ve yuvarlağa yakın poligonal, ince (Ø1-0,5mm)
14.KBL.ü	3,62	yer yer düzensiz çok iri boşluklar (max. Ø5mm), yuvarlak ve yuvarlağa yakın poligonal, sıkıştırma yönünde yassılmış, orta/ince (Ø1-0,5mm)
15.KBL.a	4,42	yuvarlak ve yuvarlağa yakın poligonal, sıkıştırma yönünde yassılmış, orta/ince (Ø2-0,5mm)
15.KBL.ü	3,94	çoğunlukla sıkıştırma yönünde yassılmış, eliptik biçimli, ince boşluklu (Ø1-0,5mm)

zini, vd., 2000; Moropoulou, vd., 2003; Tunçoku ve Caner-Saltık, 2006; Tunçoku, 2001; Güleç ve Ersen, 1998; Güleç, 1992). Örneklerin düşük gözeneklilik değerleri de göz önüne alınırsa, üretimlerinde çimento veya su kireci gibi hidrolik nitelikli bir bağlayıcı kullanıldığı söylenebilir. Bazı örneklerde izlenen daha yüksek oranda kireç (%35-50; 06.HZP ve 12.KBL), hidrolik bağlayıcıyla birlikte kireç ve/veya su kireci kullanıldığını göstermekte; bağlayıcı dokusunun rengi ve içeriği ile tuğla kırığı gibi yapay agregaların varlığı, bu görüşü desteklemektedir. Diğer yandan, doku, renk ve içerikleri değerlendirildiğinde bağlayıcı olarak doğal ya da yapay çimento kullanıldığı düşünülen diğer örneklerdeki (03.MEM.o, 03.MEM.ü, 05.KAM, 07.KGT.ü, 09.KGT.ü, 11.KBL, 13.KBL.ü, 14.KBL.a) görece yüksek kireç oranı ise; agregadaki kireç-

li kavkı ve taş kırıklarına bağlanabilir. Özellikle çimento bağlayıcılı ince üst tabakalarda, sıvanın rengini açarak doğal taşlara benzetmek amacıyla açık renkli agregalar ve mermer gibi doğal taş kırıklarının kullanıldığı ve kuvars- kuvarsit oranlarının %50 seviyesinin altında seyrettiği izlenir. En yüksek kireç oranına sahip 04.İŞG (%56) ve 14.KBL.ü (%73) numaralı örneklerde ise, agregada yalnızca kireç taşı (mermer, traverten, vb. kırığı) kullanılmıştır.

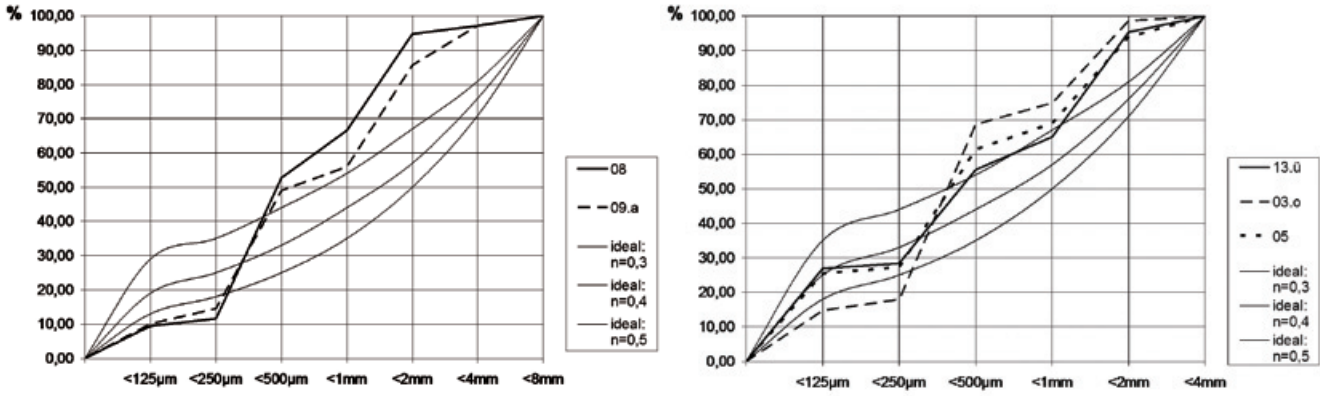
#### 4.4.2. Agregada Boyut Dağılımının Belirlenmesi (Elek Analizi)

Asitte çözünmeyen agregaların boyut dağılımları ve oranları, elek analizi yöntemiyle belirlenmiştir (TS 3530 EN 933-1, 1999/2007; Teutonico, 1988, s.114-116; Midendorf, vd., 2005b). Bu deneyde, standart göz açıklığı 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25 ve 0,125mm olan kare göz-

lü tel eleklerden oluşan bir elek takımı (TS 1227) kullanılmıştır. Elek analizlerinden elde edilen sonuçlar, her elek aralığı için asitte çözünmeyen toplam malzeme miktarının yüzdesi ("yığılımlı ağırlık yüzdesi"; TS 3530 EN 933-1, 1999/2007) olarak verilmiştir. Sıvaların asitte çözünmeyen kısmına ait agregada boyut dağılımı eğrileri, "Fuller eğrisi" adı verilen ve "ideal" kabul edilen eğri ile karşılaştırılmıştır (Fuller ve Thompson, 1907; Güleç, 1992, s.30; Shakhmenko ve Birsh, 1998). Agregaların biçimlerinin değerlendirilmesinde ise, Powers tarafından geliştirilen, morfolojik gözleme dayalı biçim tablosundan yararlanılmıştır (Sims ve Brown, 2004, s.944). Agregalar binoküler mikroskop altında gözlemlenerek; renkleri, biçimleri, bileşenleri ve yaklaşık bileşim oranları görsel olarak tanımlanmış ve mikroskop altında dijital olarak fotoğraflanmıştır.

Tablo 4. Asit kaybı deneyi sonuçları: bağlayıcı / agregada ve doğal / yapay agregada oranları (%)

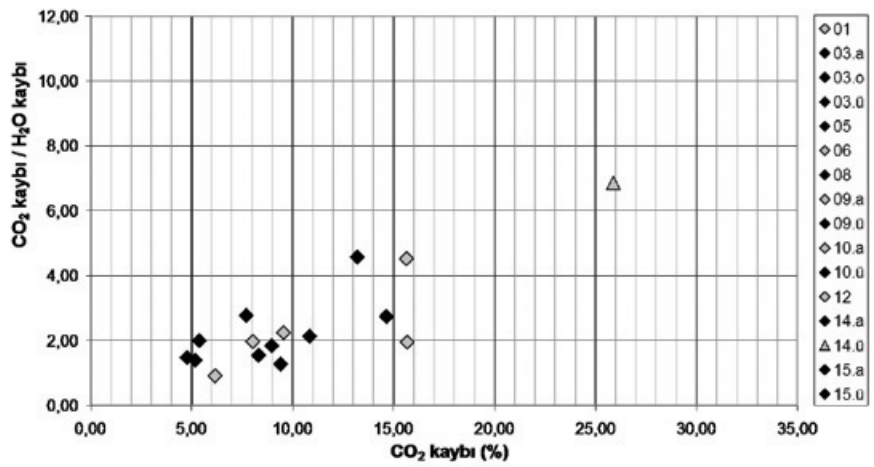
Örnek No	Agregada (%)	Kireç (%)	Kireç / Agregada Oranı	Yapay agregada		Doğal agregada (%)
				Tuğla (%)	Cüruf (%)	
01.İSY	66,56	33,44	1 : 2	-	-	100
02.HID	-	-	-	-	-	100
03.MEM.a	79,76	20,24	1 : 4	2,5	2,5	95
03.MEM.o	62,18	37,82	3 : 5	7	3	90
03.MEM.ü	63,11	36,89	3 : 5	2,5	2,5	95
04.İŞG	44,30	55,70	5 : 4	2,5	2,5	95
05.KAM	59,14	40,86	2 : 3	7,5	7,5	85
06.HZP	51,11	48,89	1 : 1	70	10	20
07.KGT.a	66,67	33,33	1 : 2	40	10	50
07.KGT.ü	54,16	45,84	4 : 5	20	-	80
08.KBY	71,44	28,56	2 : 5	-	5	95
09.KGT.a	73,99	26,01	1 : 3	12,5	2,5	85
09.KGT.ü	54,29	45,71	4 : 5	5	5	90
10.KBY.a	72,26	27,74	1 : 3	50	-	50
10.KBY.ü	66,54	33,46	1 : 2	2,5	2,5	95
11.KBL	60,21	39,79	2 : 3	-	-	100
12.KBL	58,98	41,02	2 : 3	10	5	85
13.KBL.a	68,94	31,06	2 : 5	2,5	2,5	95
13.KBL.o	69,17	30,83	2 : 5	5	5	90
13.KBL.ü	55,85	44,15	4 : 5	2,5	2,5	95
14.KBL.a	50,84	49,16	1 : 1	2,5	2,5	95
14.KBL.ü	26,83	73,17	3 : 1	7,5	2,5	90
15.KBL.a	74,95	25,05	1 : 3	2,5	2,5	95
15.KBL.ü	66,75	33,25	1 : 2	5	5	90



Şekil 1. Agrega dağılım eğrileri: Agrega oranı %69-75, agrega <8mm (08.KGT, 09.KGT.a; sol), Agrega oranı %56-63, agrega <4mm (03.MEM.ü, 05.KAM, 13.KBL.ü; sağ)

Genel olarak, benzer asit kaybı oranlarına sahip örneklerin boyut dağılım eğrilerinin de benzeştiği görülmektedir (Şekil 1). Bunlar beton harçları için ideal olarak tanımlanan Fuller eğrileriyle karşılaştırıldığında, genel olarak ince ve kalın agrega oranlarının daha düşük, ancak orta büyüklükte agrega oranlarının daha yüksek olduğu izlenir. Sıva örneklerinin alt ve üst katmanlarında benzer dağılımların kullanılması, uygun dağılımların kaba ve ince katmanlar arasında değişmediğine işaret edebilir. Agrega boyutları ince sıvalarda 4mm, kaba katmanlarda ise 8mm altında olduğundan; ağırlıklı olarak ince boyutlu agrega (TS 706 EN 12620, 2003) kullanıldığı söylenebilir.

Elek üzerinde kalan agregalar ve diğer katkı malzemeleri, genellikle kuvars ve kuvarsit, opak mineraller, tuğla tozu ve kırıkları, cüruf ile kıtık, saman, vb. organik lifli malzemelerden oluşmaktadır. Doğal agregalar genel olarak köşeli (çok köşeli, köşeli, az köşeli ve az yuvarlak) biçimlere sahiptirler. Deneyime dayalı eski ve erken modern kaynaklar (ör: Millar, 2004, s.462-463), yuvarlak biçimli dere ve deniz kumlarına göre, temelde taş kırıklarından oluşan ocak kumlarının bağlayıcı ile daha sağlam bağlar oluşturduklarını belirtir. Pişirilmiş toprak tozu (tuğla, kiremit, seramik, vb.) ile "cüruf" olarak tanımlanan kömür, odun kömürü, kül ve cüruf kullanımına üçü (01.İŞY, 02.HID, 11.KBL) dışında her örnekte rastlanmakta-



Şekil 2. Örneklerin CO<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>/YS-H<sub>2</sub>O kayıplarını karşılaştıran grafik

dır. Cüruf ile tuğla tozunun birlikte kullanılması dikkat çekicidir. Roma Dönemi'nden beri geleneksel olarak harçlara hidrolik nitelik kazandırmak amacıyla kullanılan tuğla kırığı ve tozuna ek olarak, kemik ve odun külü gibi organik kökenli cürufların da aynı amaçla kullanıldığı bilinmektedir (Vitruvius, 1990, s.145-147; Raymond, 1908, s.100-105; Vicat, 1997, s.89-90; Pasley, 1997, s.2-4, 162). Kül ve cürufların, harçlara hidrolik nitelik kazandırmanın yanı sıra, kaynaklarda belirtildiği gibi sıva ve ön döküm yapay taş elemanların yoğunluklarını düşürmek ve/veya yangın dayanımı kazandırmak amacıyla kullanılmış olması da mümkündür (*Blocs et Murs en Béton*, 1930; Millar, 2004, s.369, 480-497). Ayrıca bu geçiş döneminde, çimento kullanımına rağmen, geleneksel kireç katkılardan vazgeçilmediği de söylenebilir. Özellikle sıvaların çekme gerilmelerine karşı dayanımını artırmak

için geleneksel bir katkı olarak Eski Çağ'dan beri kullanılan hayvan kılları, kıyılmış saman, jüt, pamuk gibi organik liflere (Sickels, 1981), hidrolik nitelikli ince ve kaba sıva tabakalarında rastlanması dikkat çekicidir; bu geleneğin, geçiş niteliği taşıyan erken modern dönemde devam ettiği öne sürülebilir (ör: Millar, 2004, s.79-80; Verall, 2000, I, s.63-64). Asitte çözünmeyen kısım süzülürken filtre kâğıdında toplanan çok ince boyutta parçacıkların renk ve nitelikleri ise, bağlayıcılar hakkında bilgi vermektedir: Pembe, tuğla tozunun; beyaz/gri tonları ise asitte çözünmeyen hidratasyona uğramış çimentoların varlığını göstermektedir.

#### 4.4.3. Kızdırma Kaybı (Kalsimetri Analizi)

Kızdırma kaybı deneyi, örneklerin hidrolik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örneklerin 105-550°C'de içerdikleri kal-

siyum silikat ve alüminat hidratlarda bulunan su kayıplarından ve 550-1050°C'de kirecin karbonatlaşması sonucu meydana gelen kalıtsite bulunan karbon dioksitin kaybindan ortaya çıkan ağırlık azalmalarının oranlarından, harçların hidrolik özellikleri hakkında bilgi edinilebilmektedir (Bakolas, vd., 1998; Biscontin, vd., 2002; Moropoulou, vd., 2002; Moropoulou, vd., 2003; Moropoulou, vd., 2005; Genestar, vd., 2006). Ayrıca kızdırma kaybı deneyi ile, sıvalarda bulunan (1) higroskopik su, (2) yapısal su ve (3) karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) miktarları belirlenmektedir (Moropoulou, vd., 2003; Güleç, 1992, s.30-31; Moropoulou, vd., 2002; Moropoulou, vd., 2005). Deneylerde yaklaşık 0,5g öğütülmüş harç örnekleri kullanılmıştır.

CO<sub>2</sub>/YS oranı hidrolik harçlarda 10'un altındadır (Şekil 2; Biscontin, vd., 2002; Moropoulou, vd., 2003; Moropoulou, vd., 2005; Genestar, vd., 2006; Pecchioni, vd., 2005). İzlenen CO<sub>2</sub>/YS oranlarının genellikle 1-2,5 aralığında oluşu, bütün örneklerin hidrolik nitelikli olduğunu göstermektedir. Bu durumun, CO<sub>2</sub>/YS oranı görece yüksek 14.KBL.ü'de (6,86) agrega olarak mermer kırığı kullanımından, 01.İŞY (4,52) ve 10.KBY.ü'de (4,57) ise bağlayıcıdaki yüksek kireç oranından kaynaklandığı öne sürülebilir. Geleneksel kireç harçlarında 100-550°C arasında kirecin agregalarla tepkimesi sonucu hidrolik ürünlerde bulunan yapısal su (YS) kaybının %4'ten az olduğu; buna karşılık bu oranın, horasan harçlarında %4-8 aralığında değiştiği, doğal veya yapay puzolanlı hidrolik kireç harçlarında ise %8'den büyük olduğu bilinmektedir. Bu oranlarda çoğu kez gözlenen sapmalar ise kireç/agrega oranlarının değişmesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, hidrolik harçları daha iyi tanımlamak için CO<sub>2</sub>/YS oranları ile CO<sub>2</sub> miktarını karşılaştırmanın daha doğru olacağı ileri sürülmüştür (Şekil 2; Moropoulou, vd., 2003). Elde edilen sonuçlar, harçların benzer hidrolik nitelikli bağlayıcılar (çimento, vb.) ve bazen de su kireçleri,

yapay puzolan katkılı kireçler gibi kireç oranı fazla türevlerinden üretildiğini göstermektedir.

#### 4.4.4. Sıvaların pH Değerlerinin Belirlenmesi

Bağlayıcıların pH değerleri, hidroliklik ve karbonatlaşmamış kireç konusunda bilgi vermektedir. Bu amaçla, örnekler agat havanda agrega taneciklerini kırmamaya özen göstererek iri taneli halde öğütülüp ardından de-iyonize su ile hafifçe ıslatıldıktan sonra, pH kâğıdı ile pH değerleri belirlenmiştir.

Sıvaların pH değerleri, genellikle 8,0-8,5 aralığındadır. Bu değerler, örneklerin düşük bazik özelliklere sahip olduklarını göstermektedir. Düşük bazik özellikler, bağlayıcı olarak var olan yağlı kireç, su kireci veya çimentonun sertleşmesi sırasında açığa çıkan kirecin kalsiyum karbonata dönüştüğünü göstermektedir. Bazı örneklerde (02.HID, 14.KBL.a, 14.KBL.ü) ise yüksek pH değerleri gözlenmiştir (pH>8,5). Bu bulgu, söz konusu örneklerde kirecin tamamının karbonatlaşmadığını göstermekte; XRD analizinden elde edilen bulgular da bu bilgiyi desteklemektedir.

#### 4.4.5. X-Işını Toz Difraksiyonu (İng. X-Ray Diffraction, XRD) Analizleri

X-ışını toz difraksiyonu analizi, sıva bağlayıcılarının mineralojik yapılarını bulmaya yönelik olarak yapılmıştır. Bu analizler için, örnekler seramik ya da tunç havanda agregaları kırmamaya özen göstererek dövülmüş ve öğütülmüşlerdir. Öğütülen bu kısım daha sonra 0,063mm elekten geçirilerek, harçların bağlayıcı kısmının agregalardan ayırt edilmesine çalışılmıştır. Elekten geçen yak. 0,5g ağırlığındaki kuru örneğin mineralojik yapısı, X-ışını difraktometresi cihazı ile belirlenmiştir (Tablo 5).

İncelenen bütün örneklerin XRD kırınım desenlerinde, bağlayıcı bünyesinde bulunan kirecin karbonatlaşması sonucu oluşan kalsiyum karbonat pikleri gözlemlenmiştir. Bazı örneklerde ayrıca, magnezyum hidroksit, kalsiyum mag-

nezyum hidroksit ve anhidrit alçının, su ve havanın karbon dioksiti ile tepkimesi sonucu oluşan dolomit, magnezyum karbonat, alçı gibi mineraller tespit edilmiş; ayrıca bağlayıcı içeriğinde ham madde (agrega) kaynaklı kuvars, albit, feldspat gibi minerallere de rastlanmıştır. Floransa'da benzer nitelikte örneklerin incelenmesinde de, XRD desenlerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir (Pecchioni, vd., 2005).

Yapay bağlayıcı olarak üretimine 18.yüzyılın ikinci yarısında başlanan su kireci, bünyesinde %10-25 oranında kil bulduran kireçtaşlarının 900°C'nin üzerinde ısıtılmasıyla üretilir. Ortaya çıkan temel ürün, sönmemiş kireç (CaO) ve dikalsiyum silikattır (2CaO.SiO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S). Kireç oranının yüksekliği nedeniyle serbest kireç miktarı fazla olan hidrolik kireçler, su ve karbon dioksit etkisiyle sertleşirler. Roma çimentosu grubuna giren ve bünyesinde serbest kireç barındırmayan daha güçlü hidrolik niteliğe sahip ve su etkisiyle sertleşen bağlayıcıların, üretimi sırasında yakma sıcaklığının 1200°C'nin üzerine çıkmaması nedeniyle dikalsiyum silikat (2CaO.SiO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S) (Sabbioni, vd., 2001; Massazza, 2004); 1200-1450°C'de pişirilen Portland çimentolarında ise yüksek oranda (%60) trikal-siyum silikat (3CaO.SiO<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S) oluşur (*Decorated Renders*, 1999, s.119). Çimentoyu oluşturan temel mineraller C<sub>3</sub>S ve C<sub>2</sub>S ile trikal-siyum alüminat (C<sub>3</sub>A) ve alümino-ferritir (C<sub>4</sub>AF). Anhidrit çimento, yak. %75 oranında C<sub>2</sub>S ve C<sub>3</sub>S'tan oluşur. Çimentonun suyla reaksiyonu sonucunda (hidratlanma) koloidal kalsiyum-silikat-hidrat (C-S-H) ve kalsiyum hidroksit (CH, portlandit) oluşur. C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S'a göre daha hızlı tepkimeye girerek, daha büyük oranda CH'ı serbest bırakır ve erken mekanik dayanım gelişimi konusunda daha önemli bir rol oynar. Jel halinde amorf yapıdaki C-S-H oluşumları, XRD analizlerinde tespit edilememektedir. Zamanla olgunlaşmış bir Portland çimentosu harcının ya da betonunun bağlayıcısı, %60-70 oranında C-S-H, %25 oranında CH, %10'a kadar mono-

sülfat hidratlar (AFm) ve az miktarda hidrogarnetlerden oluşur (Peccioni, vd., 2005; *Decorated Renders*, 1999, s.120). Benzer şekilde hidrolik kireçte bulunan  $C_2S$  da, hidratlanma sonucunda koloidal C-S-H ve CH'a dönüşür. Havanın karbon dioksiti ile kalsiyum karbonata dönüşen CH, amorf yapıda olmadığından XRD desenlerinde izlenebilir. Bazı örneklerdeki daha yoğun kalsit piklerinin ise, hidrolik bağlayıcılarla birlikte kireç kullanımından kaynaklandığını söylenebilir (Baturayoglu Yöney ve Ersen, 2009a).

İncelenen harçlarda kullanılan bağlayıcı türünü (çimento, su kireci veya kireç), XRD desenlerin-

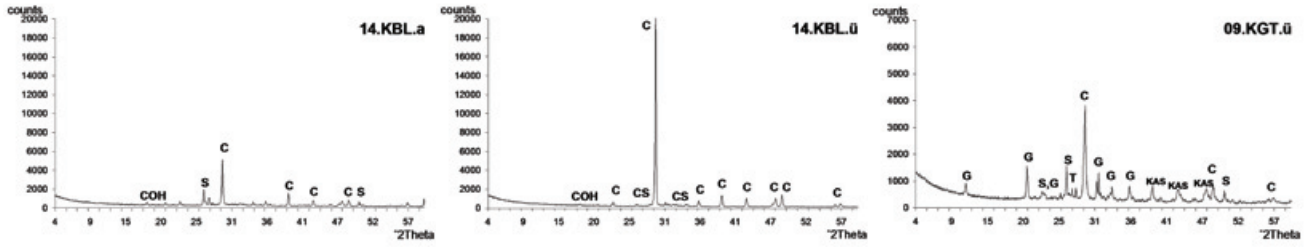
den ayırt etmek mümkün olmuştur. Klinkerin çimentooya dönüştürülmesi sırasında, çimento harcının priz süresini düzenlemek amacıyla yak. %5 oranında alçıtaşı katılmakta ve karışım çok ince öğütülmektedir (Eckel, 2005, s.200-267); bu yöntemin 1850'lerde Johnson'ın Portland çimentosundan başlayarak uygulandığı bilinmektedir. Oysa hidrolik kireç üretiminde elde edilen temel ürün  $C_2S$  olduğu için, alçıtaşı kullanılmaz. Dolayısıyla, XRD kırınım desenlerinde izlenen alçı pikleri, bağlayıcıların çimento olduğunu gösterir (Tablo 2, 3).

Bazı bağlayıcılarda rastlanan magnezitin ( $MgCO_3$ ; Tablo 2), ki-

reç harçlarının mekanik özelliklerini yükselttiği bilinmektedir (Vicat, 1997, s.175-176; Burn, 2001, s.50; Cowper, 2000, s.52). Bir örnekte (14.KBL.ü), harcın halen hidrate olmadığını gösteren kalsiyum silikat pikleri tespit edilmiştir. Yüksek kalsit oranına sahip kaba ve ince siva tabakaları 14.KBL.a ve 14.KBL.ü ile öndöküm 02.HID numaralı örneklerde CH bulunması; karbon dioksitin siva içine difüzyonunun, karbonatlaşan geçirimsiz üst tabaka ile engellendiğini göstermektedir. İki örneğin (05.KAM ve 15.KBL.ü) bağlayıcı kısmında, tarihi yapı harçlarında puzolan olarak kullanıldığı bilinen (Tunçoku ve Caner-Saltık,

Tablo 5. XRD analizlerinin sonuçları

Örnek No	BAĞLAYICILAR				AGREGALAR				DİĞER
	Kalsit ( $CaCO_3$ )	Alçı ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ )	Magnezit ( $MgCO_3$ )	Kalsiyum Silikat ( $Ca_2SiO_4$ )	Portlandit ( $Ca(OH)_2$ )	Kuvars ( $SiO_2$ )	Feldspatlar ( $Na(AlSi_3O_8)$ , $KAlSi_3O_8$ )	Opal ( $SiO_2 \cdot nH_2O$ )	
01.İŞY	+++					++	+		
02.HID	-				+++				
03.MEM.a	++					+++	++		
03.MEM.o	+++		+			+++	+		
03.MEM.ü	+++					+++			
04.İŞG	+++					+			
05.KAM	++	+	+			++	+	+	
06.HZP	+++	+				++			
07.KGT.a	+++					++	+		
07.KGT.ü	+++					++	+		
08.KBY	+++	+	+			++			
09.KGT.a	+++	+				++			
09.KGT.ü	+++	+				++	++		±
10.KBY.a	+++					++	++		
10.KBY.ü	+++	+				++			
11.KBL	++					++	+		
12.KBL	++					++	+		
13.KBL.a	++					++	++		±
13.KBL.o	++					+++	+		
13.KBL.ü	++	+				++	+		
14.KBL.a	+++				+	+			
14.KBL.ü	+++			+	+				
15.KBL.a	++	+				+++			±
15.KBL.ü	++	+	+			++	++	+	



Şekil 3. 14.KBL.a (sol) ve 14.KBL.ü (orta) numaralı örneklerin XRD desenleri (C-kalsit, S-silisyum dioksit, COH-kalsiyum hidroksit / portlandit, CS-kalsiyum silikat); 09.KGT.ü (sağ) numaralı örneğin XRD deseni (C-kalsit, S-silisyum dioksit; G-alçı; KAS-ortoklas, T-titanyum dioksit)

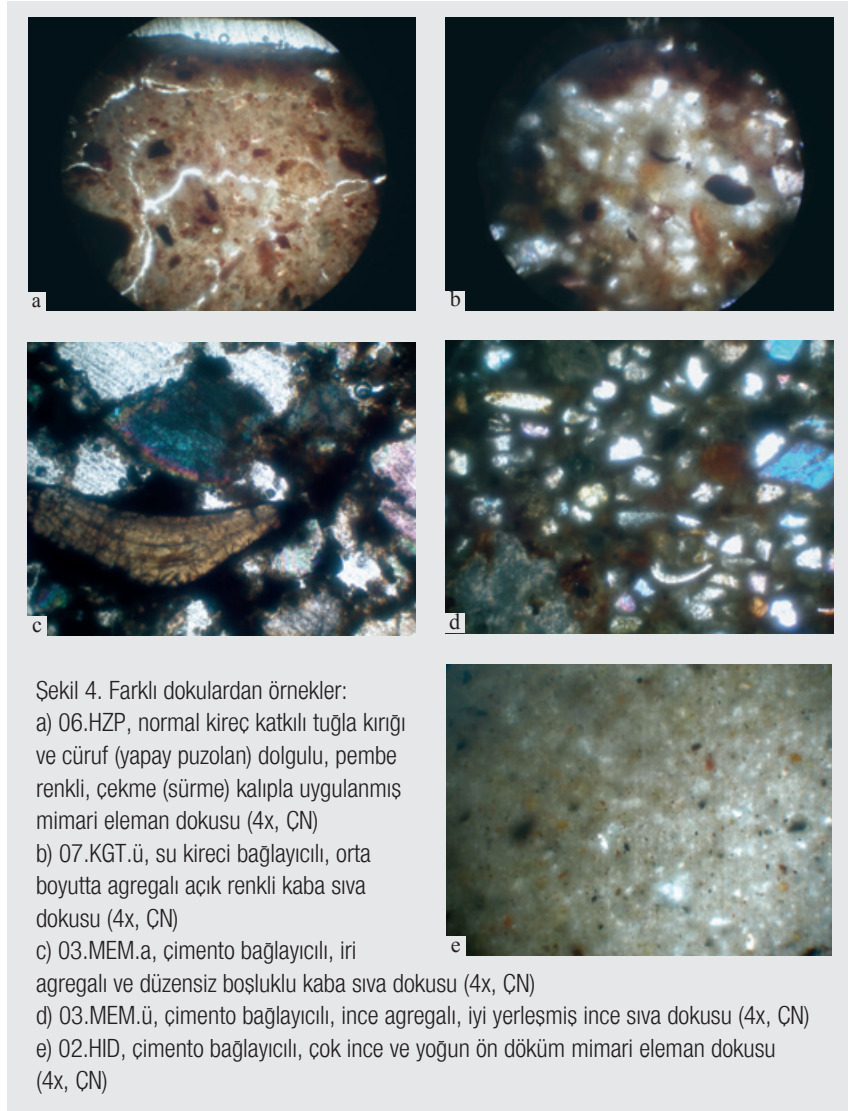
2006) opal bulunmuştur. Üç örnekte rastlanan titanyum dioksit (TiO<sub>2</sub>) ise, beyaz pigment olarak kullanıldığı bilinen bir katkıdır (Cassar ve de Angelis, 2000).

#### 4.5. Petrografik Özellikler

Malzemelerin petrografik özellikleri, hazırlanan kalın ve ince kesitlerin mikroskop altında incelenmesi sonucunda elde edilmiştir. Bu çalışma ile dokusal özellikler, makro-gözeneklerin biçim, boyut ve dağılımı (Middendorf, vd., 2005; RILEM TC167-COM), mineral cinsleri ve başkalaşımaları, agrega / bağlayıcı arayüzü, alansal olarak yaklaşık agrega / bağlayıcı oranı gibi niteliksel ve yarı-niceliksel özellikleri belirlenmiştir (TS EN 12407, 2002).

Örneklerin kalın kesitleri, örneklerle vakum altında epoksi reçinesi emdirilmesi, epoksinin sertleşmesi ve daha sonra sertleşen örneklerin taş kesme cihazı ile kesilmesi yöntemiyle hazırlanmışlardır. Hazırlanan kalın kesitlerin ikiz eşleri, SEM-EDS analizi için numaralandırılarak oda şartlarında kurutulduktan sonra, nem geçirmeyen kilitli polietilen torbalarda saklanmışlardır. Kalın kesitler, binoküler mikroskop altında incelenmiş ve dijital olarak fotoğraflanmışlardır. Harç matrisleri içinde bulunan agregaların biçimlerinin değerlendirilmesinde, Powers tarafından geliştirilen, morfolojik gözleme dayalı biçim tablosundan yararlanılmıştır (Sims ve Brown, 2004).

Sıvaların gözeneklilikleri, dijital olarak mikroskop altında çekilen fotoğraflar üzerinde belirlenmiştir. Bu amaçla kalın kesit fotoğrafları (1x, 2x, 4x) üzerinde boşluk yapısı izlenebilen örnekler, vektörel bir bilgisayar destekli tasarım



yazılımında çizim altına yerleştirilmiş ve üzerlerinden boşluk (yuvarlak, eliptik, vb. biçimlerdeki gözenekler ile kılcal çatlak) sınırları çizilmiştir. Daha sonra bu yazılım üzerinde yer alan sistemden yararlanarak, boşluk alanlarının incelenen toplam yüzey alanına oranı hesaplanmıştır (Baturayoğlu Yöney, 2008, s.136).

Bağlayıcı / agrega oranları, dijital kalın kesit görüntüleri üzerinde, sayısal ortamda alansal ve nice-

liksel olarak belirlenmiştir (RILEM TC167-COM C1, 2001). Bu amaçla, yukarıda anlatılan yöntemle vektörel bir bilgisayar destekli tasarım yazılımından yararlanılmıştır. Harçların bağlayıcı oranlarının hesaplanmasında, kuru ağırlık oranlarını hacme çevirmek için yoğunluk ve moleküler ağırlık değerleri kullanılmıştır (RILEM TC167-COM C1, 2001).

İnce kesitler, lâm üzerine yapılandırılan kalın kesitlerin taş kesme ci-

hazı ile aşındırılması ile; bağlayıcı ve agregaların şeffaflığına bağlı olarak 0,050-0,030mm arasında hazırlanmışlardır. Hazırlanan ince kesitler, petrografik çalışma için polarizan mikroskop ile incelenmiş ve dijital olarak fotoğraflanmışlardır. Çalışmalarda 4x ve 10x, çift nikol kullanılmıştır.

Hemen hemen tüm örneklerde, agrega ve bağlayıcının iyi bağlandığının ve agregalar arasında boşluk olmadığının izlenmesi (Şekil 4, 5), harçların iyi karıldığını gösterir. Harçlar, genellikle hacimce 1 kısım bağlayıcı ve 3 kısım agregayla karılmıştır (Tablo 6). Agregaların köşeli, açılı ve pürüzlü yüzeyli olmaları, bağlayıcının agregalara iyi yapışmasını ve harcın mekanik özelliklerinin yüksek olmasını sağlar. Agregalara ilişkin petrografik bulgular, diğer analiz sonuçları ile uyumludur.

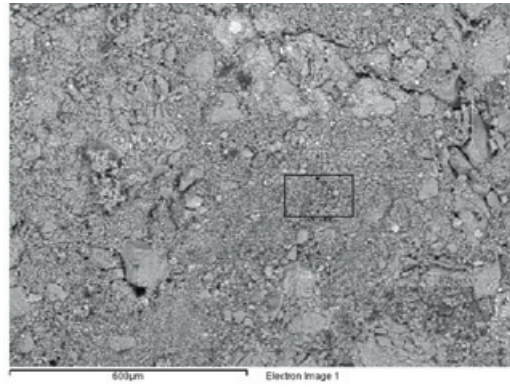
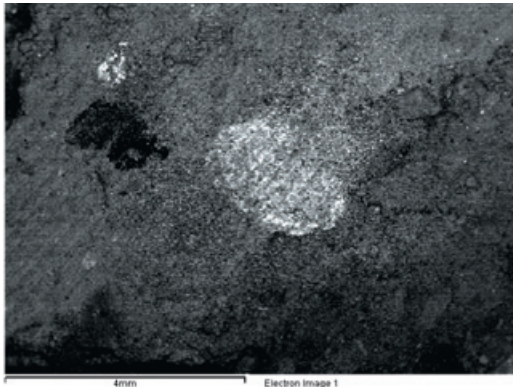
Harçların bağlayıcılarının genellikle amorf jel silikalari içermeşi, bağlayıcı olarak çimento, su kireci ve bazen de kireç ile çimentonun bir arada kullanıldığını göstermektedir (Tablo 6). Çimento kullanılan örneklerde, jel halindeki silika-

lar genellikle gri renktedir (02.HID, 03.MEM.a, 03.MEM.ü, 05.KAM, 08.KBY, 09.KGT.ü, 11.KBL, 13.KBL.a, 13.KBL.o, 13.KBL.ü, 14.KBL.a, 14.KBL.ü, 15.KBL.a ve 15.KBL.ü). Su kireciyle hazırlananlar çimentoya oranla daha beyaz (01.İŞY, 03.MEM.o, 04.İŞG, 07.KGT.ü, 10.KBY.ü), yapay puzolan katkılı olanlar ise daha pembe-dir (06.HZP, 07.KGT.a, 09.KGT.a, 10.KBY.a, 12.KBL), (Şekil 3). XRD ve petrografi verileri birleştirildiğinde, harçların bağlayıcı türlerini belirlemek mümkün olmuştur (Tablo 3). Örneklerin bağlayıcı oranları, mikroskopik sayısal kalın ve ince kesit görüntülerinin vektörel bir yazılımla incelenmesiyle yak. alan olarak belirlenmiş ve RILEM TC167- COM C1 (2001) önerisindeki yöntemle yak. kütleyle (%) dönüştürülmüştür (Tablo 3). Bağlayıcı oranları yak. %20-40 arasındadır. Bu oranın, alt tabakalarda genellikle %20-30, üst tabakalarda %30-40 aralığında değiştiği ve ince tabakaların bağlayıcı oranının kaba tabakalara göre genellikle daha yüksek olduğu söylenebilir. Ancak iki ör-

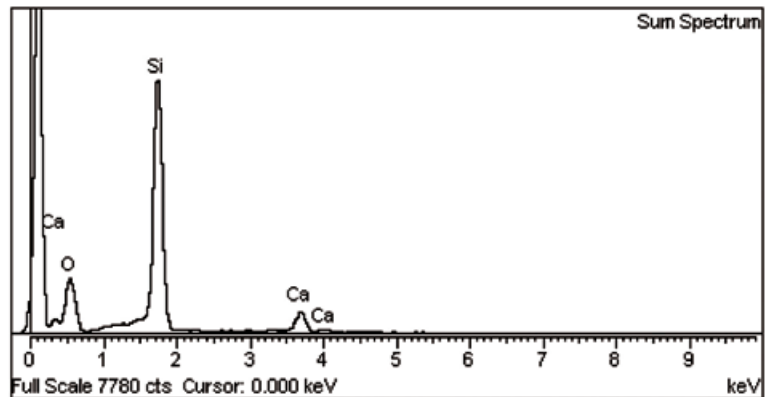
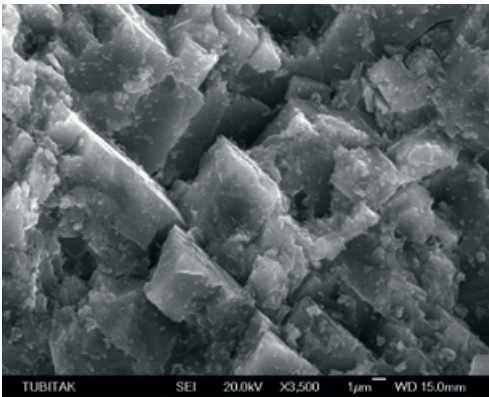
nekte (07.KGT ve 10.KBY) durumun tersine oluşu, alt tabakada yapay puzolanik agregalarla birlikte normal kireç, üst tabakada su kireci veya beyaz çimento kullanılması ve harçta normal kireç kullanıldığına bağlayıcı oranının zorunlu olarak yükselmesiyle açıklanabilir. Hemen her örnekte kireçli agrega bulunduğundan, asit kaybı analizi sonucu elde edilen kireç ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) kaybı oranları, petrografide izlenen bağlayıcı oranına göre genellikle daha yüksektir. Özellikle büyük oranda mermer kırığına karşılık kuvarsa rastlanmayan iki örnekte (04.İŞG, 14.KBL.ü) fark büyüktür.

#### 4.6. Yapısal ve Kimyasal Özellikler

Örneklerin mikro yapısal ve kimyasal özellikleri, SEM-EDS analizleri ile belirlenmiştir. Bu analizler, hazırlanan kalın kesitler üzerinde yapılmıştır. Örnekler karbon filmiyle kaplandıktan sonra SEM-EDS analizleri yapılmıştır. Bağlayıcılarda yüksek oranlarda kalsiyum, silisyum ve düşük oranlarda alüminyum bulunması, bunların kalsiyum



Şekil 5. Agregalar ile bağlayıcı arasındaki iyi bağlanmayı gösteren ara yüzeylerin SEM görüntüleri: 12.KBL cüruf çeperi (sol) ve 01.İŞY (sağ)



Şekil 6. Sıva matrisi içinde (14.KBL.ü, Balat Hızırcavus Köprüsü Sokak 2 adresindeki konutta) gözlenen kalsit kristallerinin SEM görüntüsü (sol) ve EDS spektrumu (sağ)

silikatlardan oluştuklarını, yani hidrolik nitelikli olduklarını göstermektedir.

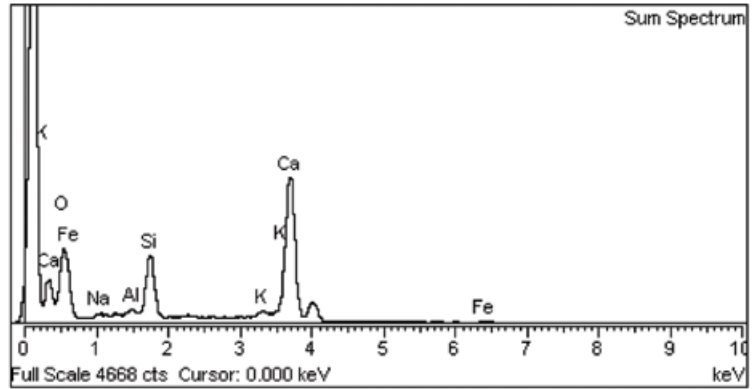
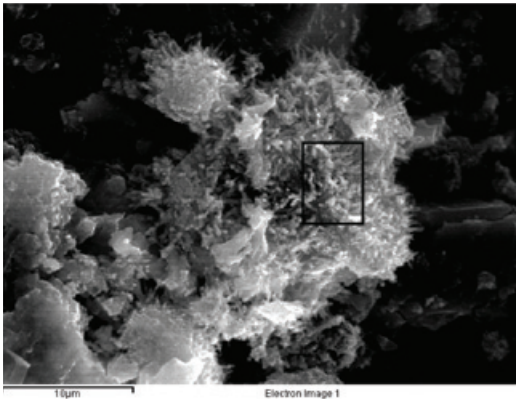
Bağlayıcı kompozisyonlarına (% oksit) dayanarak, Boynton formülüne göre kireçteki beyaz toprakların kompozisyonundan hesaplanan bağlayıcılık (CI, İng. *cementation index*) endeksiyle (Vicat, 1997; Eckel, 2005, s.172-188, 268-275), örneklerin hidrolik niteliğe sahip olduklarını belirlenmiştir. Ancak silis ve alüminin birbirinin yerini doldurabileceğini ve aynı etkiyi yaptığını kabul eden bu sistem, değerlendirmede yetersiz kalabilir. Bu nedenle Eckel (2005), hidrolik özelliği daha geniş elementlerin oksitlerini de katarak sistemi geliştirmiştir. İdeal CI değeri kuramsal olarak 1,00; uygulamada yak. 0,85'tir. Bazı örneklerde, değerler ancak az hidrolik nitelikli kireçler için verilen taban sınırına ulaşır (01.İŞY, 04.İŞG). Agregalar ise, XRD ve petrografi bulgularına uygun olarak, genellikle yüksek oranlarda silisyum ve alüminyum içermekte; az miktardaki kalsiyum ise bağlayıcıdaki kalsitten kaynaklanmaktadır.

Sıvaların ve bağlayıcıların yapısal özellikleri, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile belirlenmiştir. Petrografide de izlendiği gibi agregaların, bağlayıcılarla iyi bağlandıkları (Şekil 5); siva örneklerini daha dayanıklı ve mekanik özelliklerini daha güçlü kıldıkları görülmektedir. Ayrıca, bağlayıcı yapılarında çökelmiş halde bulunan ve XRD ile tespit edilen kalsit kristalleri gözlenmektedir (Şekil 6). Bağlayıcıların genel yapıları amorf olmakla birlikte, bu yapı içinde düşük oranlarda C-S-H yapılı iğnemsî kristaller de bulunmaktadır (Şekil 7, 8). Ayrıca tarihi yapılarda kullanılan hidrolik harçların bağlayıcılarında daha önce de gözlenen (Tunçoku, 2001) ve C-S-H oluşumu sırasında meydana gelen, süresiz mikro çatlaklara da rastlanmıştır (Şekil 9).

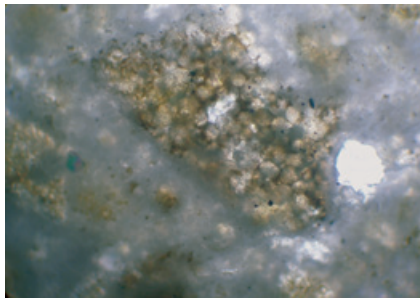
#### 4.7. Sıva ve Bağlayıcıların Hidrolik Özellikleri ve Olası Kaynakları

Sıvaların hidrolik özellikleri kızdırma kaybı, bağlayıcıların hidrolik özellikleri ise XRD ile yapılan mineralojik analizler ve SEM-EDS ile ya-

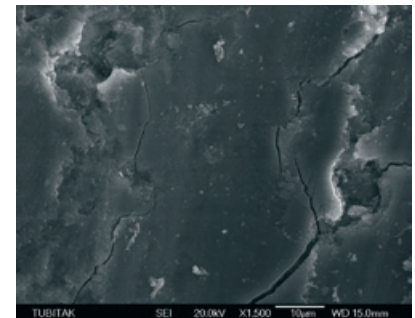
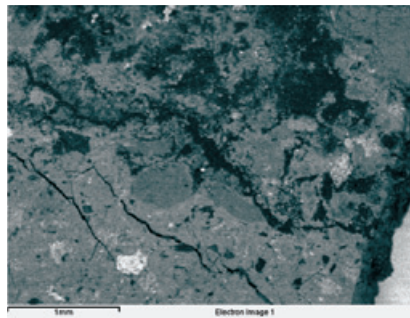
pılan kimyasal kompozisyon ve yapısal özellik analizleriyle incelenmiş; karışımların hidrolik niteliklerinin bağlayıcıdan mı yoksa puzolan katkısından mı kaynaklandığı belirlenmiştir (Tablo 6). Malzemenin yaklaşık olarak yarısını temsil eden örnekler dışında (02.HID, 03.MEM.a, 03.MEM.ü, 05.KAM, 08.KBY, 09.KGT.ü, 11.KBL, 13.KBL.a, 13.KBL.o, 14.KBL.a, 14.KBL.ü, 15.KBL.a ve 15.KBL.ü), harç matrislerinin genellikle açık renkli olması; bazı örneklerde yapay puzolanlarla birlikte normal yağlı kireç (06.HZP, 07.KGT.a, 09.KGT.a, 10.KBY.a, 12.KBL), diğerlerinde ise su kireci (01.İŞY, 03.MEM.o, 07.KGT.ü), alçı esaslı çimento (10.KBY.ü, 13.KBL.ü) veya açık renkli doğal/yapay çimentoların kullanıldığını düşündürmektedir. Hamurlar, genellikle kızıl-kahverengi tonlarında demir oksit lekeli ve toz boyutta cürufudur. Ayrıca, iki örnekte (05.KAM, 15.KBL.ü) doğal puzolan olan opale rastlanmıştır. Koyu renkli matrislere sahip, çimento olarak yorumlanan harçlarda da aynı puzolanik katkılar kullanılı-



Şekil 7. Sıva matrisi içinde (14.KBL.ü) gözlenen iğnemsî kalsiyum silikat hidrat kristallerinin SEM görüntüsü: 6.500x, SEI (sol) ve işaretli alanın EDS spektrumu (sağ)



Şekil 8. Örnek 14.KBL.a, dikalsiyum silikat (C<sub>2</sub>S, belit) kristalleri: polarizan mikroskop görüntüsü (60x, ÇN)



Şekil 9. Sıvaların hidrolik bağlayıcılarında gözlenen mikro çatlaklar: 09.KGT.ü (sol) ve 02.HID (sağ)



mıştır; ancak cüruf, hafifletici dolgu rolü de oynayabilir. Güçlü hidrolik bağlayıcılarla geleneksel yapay puzolanların birlikte kullanılması, yeni bir malzemenin kullanıma girişinde bir geçiş dönemi güvensizliği olarak yorumlanabilir.

SEM görüntülerinde (500x, 1500x, 3500x), hamurların kırıklı kristal dokularında büyük ve belirleyici farklar gözlenmemekte; literatürde, aynı durumun çimento hamurları için de geçerli olduğu belirtilmektedir (Odler, 2004, s.273). Temelde yapay ve/veya doğal puzolan katkılı veya katkısız hidrolik nitelik taşıyan bağlayıcıların tamamı benzer bileşime sahip olduğundan, hidrasyon ve sertleşme sonunda yine benzer bileşikler oluşturur-

lar (Massazza, 2004). Bu nedenle, bileşenlerden birinin veya birkaçının varlığı, bağlayıcı türü bakımından tek başına belirleyici olamaz. Ancak çimentolarda, hidrolik bağlar oluşturan ve hidrate olmamış kalsiyum silikat, alüminat ve alüminoferrit bölgeleri, diğer hidrolik nitelikli bağlayıcılarda rastlandığından daha yoğundur. Bu hidrate olmamış bileşiklerin kristal yapıları iyi bilinmekle birlikte, daha kolay ayırt edilebilir görünüme sahip olanlar belit (C2S) ve alittir (C3S). Bu kristaller, polarizan mikroskop altında (Lawrence, 2004, s.146,147; Elsen, 2006; Sabbioni, vd., 2001) ve SEM görüntülerinde (Odler, 2004, s.279; Callebaut, vd., 2001) belirlenebilmektedirler. Bu çalışma kapsamında in-

celenen örneklerin SEM-EDS analizlerinde, yalnızca bir örnekte (14.KBL.ü) belite rastlanmış (Şekil 7); ince kesitlerin polarizan mikroskop altında incelenmesiyle yine aynı örnekte (14.KBL.a) belit kristalinin bulunduğu izlenmiştir (Şekil 8). Bu bulgular, erken modern hidrolik bağlayıcılara ilişkin benzer araştırmalarda elde edilen sonuçlarla tutarlıdır (Pecchioni, vd., 2005; Sabbioni, vd., 2001; *Decorated Renders*, 1999, s.128).

Bağlayıcı türünün çimento olarak tanımlanabilmesi bakımından belirleyici diğer bir katkı ise, çimentolara priz düzenlemek amacıyla geciktirici olarak ağırlıkça yak. %5 oranında eklendiği bilinen alçıdır. Özellikle uygulandıktan sonra ye-

Tablo 6. Analizlere dayanarak bağlayıcılar üzerine yapılan sınıflandırma

Örnek no	Üretim yöntemi	Gözeneklilik (% alan)	Hidrolik özellik	Cl (bağlayıcılık endeksi)	Bağlayıcı türü	Bağlayıcı / Agregata oranı (% kt)	Alçı	Doğal agregata oranı (% kt)	Lifli agregata	Puzolanlar	
										Doğal (opal, vb.)	Yapay (tuğla, cüruf)
01.İSY	basma kalıp	6,24	X	0,26	su kireci	25-30		100	+		X
02.HID	ön döküm	10,89	X	1,40	çimento	90	X	100	-		X
03.MEM.a	ön döküm	13,90	X	-	çimento	20-25		95	+		X
03.MEM.o		3,39	X	-	su kireci	30-35		90	+		X
03.MEM.ü		4,63	X	1,10	çimento	30-35	X	95	-		X
04.İSG	ön döküm	5,96	X	2,78	su kireci/ çimento	35-40	X	95	+		X
05.KAM	yerinde yüzey	1,97	X	22,72	çimento	20-25	X	85	+	X	X
06.HZP	çekme kalıp	3,60	X	1,01	kireç	30-35	X	20	+		X
07.KGT.a	yerinde yüzey	6,53	X	0,92	kireç	25-30	X	50	+		X
07.KGT.ü		1,07	X	-	su kireci	20-25		80	+		X
08.KBY	yerinde yüzey	2,42	X	-	çimento	20-25	X	95	+		X
09.KGT.a	yerinde yüzey	9,15	X	0,76	kireç	20-25	X	85	+		X
09.KGT.ü		4,84	X	1,49	çimento	25-30	XX	90	+		X
10.KBY.a	çekme kalıp	-	X	-	kireç	30-35		50	+		X
10.KBY.ü		-	X	-	su kireci/ çimento	20-25	XX	95	-		X
11.KBL	çekme kalıp	3,28	X	10,00	çimento	20-25		100	-		X
12.KBL	çekme kalıp	4,39	X	1,70 / 5,65	kireç	25-30	X	85	+		X
13.KBL.a	yerinde yüzey	6,79	X	-	çimento	20-25		95	-		X
13.KBL.o		7,61	X	-	çimento	20-25		90	-		X
13.KBL.ü		4,56	X	-	çimento	35-40	XX	95	-		X
14.KBL.a	yerinde yüzey	3,70	X	1,29	çimento	35-40	X	95	+		X
14.KBL.ü		3,62	X	-	çimento	35-40		90	+		X
15.KBL.a	yerinde yüzey	4,42	X	2,41	çimento	25-30	X	95	+		X
15.KBL.ü		3,94	X	17,65	çimento	35-40	X	90	+	X	X

rinde veya kalıp içinde çekme (sürme) kalıp ya da sıvacı/taşçı aletleri ile düzeltilmesi gereken yapay taş uygulamalarında kullanılan harçların, fazla hızlı priz almasının istenmeyeceği açıktır. Alçı katkısının, geleneksel olarak 19.yüzyılın ortalarından beri üretilen erken çimentolarda mevcut olduğu bilinmektedir (Baturayoğlu Yöney ve Ersen, 2009a, 2009b).

XRD analizlerinde, incelenen örneklerin sekizinde alçı bulunduğu saptanmıştır (Tablo 5, 6). Bun-

lardan yarı-niceliksel alçı oranı az (+) olarak tanımlanan 05.KAM, 08.KBY, 15.KBL.a ve 15.KBL.ü numaralı örnekler, bağlayıcı olarak çimento kullanılan harçlarla üretilmişlerdir. 09.KGT.ü numaralı örneğin, alçı oranı daha yüksek olmakla birlikte; ince kesitte izlenen renk, doku, vb. nitelikleri bakımından yine aynı sınıfa ait olduğu öne sürülebilir. Bunlardan 15.KBL ve 09.KGT.ü numaralı örneklerin, incelenen diğer örneklerle göre daha geç tarihli oldu-

ğu düşünülmektedir. Yine az (+) oranda alçı içeren 06.HZP numaralı örnek ise, bu katkının varlığına rağmen diğer nitelikleriyle yapay puzolan katkılı normal yağlı kireç olarak tanımlanmıştır. Hidrolik niteliği benzer, ancak matrisi açık renkli ve bünyesindeki alçı oranı daha yüksek iki örnek (10.KGT.ü ve 13.KBL.ü) ise; literatürde sık rastlanmakla birlikte, henüz Türkiye’de kullanılmış olduğu kanıtlanmamış olan alçı esaslı çimentolar olarak tanımlanabilir.

## REFERANSLAR

- 1- Bakolas, A., Biscontin, G., Moropoulou, A., Zendri, E., 1998, "Characterization of Structural Byzantine Mortars by Thermogravimetric Analysis", *Thermochimica Acta*, 321, Elsevier, pp.151-160.
- 2- Baturayoğlu Yöney, N., 2008, *19. Yüzyıl Sonu ve 20. Yüzyıl Başı Yapı Cephelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimarlık ve Koruma Bilimi Açısından Değerlendirilmesi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- 3- Baturayoğlu Yöney, N., Ersen, A., 2009a, "19. Yüzyılın Sonu ve 20. Yüzyılın Başında İstanbul’da Yapı Dış Cephelelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimari Değerlendirmesi 1", *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları*, Sayı 2, Temmuz-Ağustos-Eylül 2009, İBB KUDEB, İstanbul, s.21-31.
- 4- Baturayoğlu Yöney, N., Ersen, A., 2009b, "İstanbul’da 19. Yüzyıl Sonu ve 20. Yüzyıl Başında Kullanılan Erken Çimentolar", *Mimarlıkta Malzeme*, Sayı 13, 2009/3, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükşehir Şubesi, İstanbul, s.53-65.
- 5- Baturayoğlu Yöney, N., Ersen, A., 2009c, "19. Yüzyılın Sonu ve 20. Yüzyılın Başında İstanbul’da Yapı Dış Cephelelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimari Değerlendirmesi 2", *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları*, Sayı 3, Ekim-Kasım-Aralık 2009, İBB KUDEB, İstanbul, s.49-58.
- 6- Baturayoğlu Yöney, N., Ersen, A., 2010, "19. Yüzyılın Sonu ve 20. Yüzyılın Başında İstanbul’da Yapı Dış Cephelelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimari Değerlendirmesi 3", *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları*, Sayı 4, Ocak-Şubat-Mart 2010, İBB KUDEB, İstanbul, s.14-21.
- 7- Biscontin, G., Birelli, M.P., Zendri, E., 2002, "Characterization of Binders Employed in the Manufacture of Venetian Historical Mortars", *Journal of Cultural Heritage*, 3, Elsevier, pp.31-37.
- 8- *Blocs et Murs en Béton - Pierre Artificielle et Décoration Élémentaire*, 1930, Groupment Professionnel des Fabricants de Ciment Portland Artificiel de Belgique (G.P.C.), No.7, Bruxelles.
- 9- Böke, H., Akkurt, S., İpekoglu, B., Uğurlu, E., 2006, "Characteristics of brick used as aggregate in historic brick-lime mortars and plasters", *Cement and Concrete Research*, 36, Pergamon, pp.1115-1122.
- 10- Burn, R.S., 1871/2001, *Masonry Bricklaying and Plastering: Theoretical and Practical*, UK.
- 11- Callebaut, K., Elsen, J., Van Balen, K., Viaene, W., 2001, "Nineteenth century hydraulic restoration mortars in the Saint Michael’s Church (Leuven, Belgium), Natural hydraulic lime or cement?", *Cement and Concrete Research*, 31, Pergamon, pp.397-403.
- 12- Cassar, J.A., de Angelis, R., 2000, *Glossary: Materials used in 19th and 20th century Plaster Architecture*, <http://www.plasterarc.net/essay/essay/Cassarindex.html>.
- 13- Cowper, A.D., 1927/2000, *Lime and Lime Mortars*, Donhead, UK.
- 14- *Decorated Renders around 1900 in Europe: Technological Studies and Principles of Conservation and Restoration*, 1999, EU-Rendec, Vienna.
- 15- Eckel, E.C., 1912/2005, *Cements, Limes and Plasters*, Donhead, UK.

- 16- Elsen, J., 2006, "Microscopy of historic mortars - a review", *Cement and Concrete Research*, 36, Pergamon, pp.1416-1424.
- 17- Franzini, M., Leoni, L., Lezzerini, M., 2000, "A procedure for determining the chemical composition of binder and aggregate in ancient mortars: its application to mortars from some medieval buildings in Pisa", *Journal of Cultural Heritage*, 1, Elsevier, pp.365-373.
- 18- Fuller, W., Thompson, S.E., 1907, "The laws of proportioning concrete", *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, Paper no: 1053, pp.67-143.
- 19- Genestar, C., Pons, C., Mas, A., 2006, "Analytical Characterisation of Ancient Mortars from the Archaeological Roman City of Pollentia", *Analytica Chimica Acta*, 557, Elsevier, pp.373-379.
- 20- Güleç, A., 1992, *Bazı Tarihi Anıt Harç ve Sıvalarının İncelenmesi*, İTÜ FBE Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- 21- Güleç, A., Ersen, A., 1998, "Characterization of Ancient Mortars, Evaluation of the Simple and Sophisticated Methods", *Journal of Architectural Conservation*, 1, Donhead, pp.56-67.
- 22- Jdrzejewska, H., 1981, "Ancient Mortars as Criterion in Analysis of Old Architecture", *Mortars, Cements & Grouts in the Conservation of Historic Buildings*, Rome, pp.311-329.
- 23- Lawrence, C.D., 2004, "The Constitution and Specification of Portland Cements", *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, P.C. Hewlett (ed.), IV, Butterworth Heinemann, pp.131-193.
- 24- Massazza, F., 2004, "Pozzolana and Pozzolanic Cements", *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, P.C. Hewlett (ed.), X, Butterworth Heinemann, pp.471-635.
- 25- Middendorf, B., Hughes, J.J., Callebaut, K., Baronio, G., Papayianni, I., 2005, "Investigative Methods for the Characterisation of Historic Mortars RILEM TC 167-COM", *Materials and Structures*, 38 (October), Springer, pp.761-769, 771-780.
- 26- Millar, W., 1897/2004, *Plastering — Plain and Decorative*, (2nd ed.), Donhead, UK.
- 27- Moropoulou, A., Çakmak, A.S., Biscontin, G., Bakolas, A., Zendri, E., 2002, "Advanced Byzantine Cement Based Composites Resisting Earthquake Stresses: The Crushed Brick-Lime Mortars of Justinian's Hagia Sophia", *Construction and Building Materials*, 16, Elsevier, pp.543-552.
- 28- Moropoulou, A., Polikreti, K., Bakolas, A., Michailidis, P., 2003, "Correlation of physicochemical and mechanical properties of historical mortars and classification by multivariate statistics", *Cement and Concrete Research*, 33, Pergamon, pp.891-898.
- 29- Moropoulou, A., Bakolas, A., Anagnostopoulou, S., 2005, "Composite Materials in Ancient Structures", *Cement and Concrete Composites*, 27, Elsevier, pp.295-300.
- 30- Odler, I., 2004, "Hydration, Setting and Hardening of Portland Cement", *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, P.C. Hewlett (ed.), VI, Butterworth Heinemann, pp.241-297.
- 31- Pasley, C.W., 1838/1997, *Observations on Limes*, Donhead, UK.
- 32- Pecchioni, E., Malesani, P., Bellucci, B., Fratini, F., 2005, "Artificial Stones in Florence Historical Palaces Between the XIX and XX Centuries", *Journal of Cultural Heritage*, 6, Elsevier, pp.227-233.
- 33- Raymond, A.M., 1908, *Notes Pratiques et Résumés sur l'Art du Constructeur en Turquie*, Della Rocca, Alexandrie.
- 34- RILEM TC 167- COM C1, 2001, "RILEM Technical Committee, Assessment of mix proportions in historical mortars using quantitative optical microscopy", *Materials and Structures*, 34, Springer, pp.387-388.
- 35- Sabbioni, C., Zappia, G., Riontino, C., Blanco-Varela, M.T., Aguilera, J., Puertas, F., Van Balen, K., Toumbakari, E.E., 2001, "Atmospheric deterioration of ancient and modern hydraulic mortars", *Atmospheric Environment*, 35, Elsevier, pp.539-548.
- 36- Shakhmenko, G., Birsh, J., 1998, "Concrete Mix Design and Optimization", *2<sup>nd</sup> Int. PhD Symposium in Civil Engineering*, Budapest, pp.1-8.
- 37- Sickels, L.B., 1981, "Organics vs. Synthetics: Their Use as Additives in Mortars", *Mortars, Cements & Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings*, Rome, pp.25-52.
- 38- Sims, I., Brown, B., 2004, "Concrete Aggregates", *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, P.C. Hewlett (ed.), 16, (4th ed.),

Butterworth Heinemann, pp.907-1015.

39- Teutonico, J.M., 1988, *A Laboratory Manual for Architectural Conservators*, ICCROM, Rome.

40- TS 1227 ISO 3310-1, Şubat 1996, *Deney Eleklere-Teknik Özellikler ve Deneyler-Kısım 1: Tel Örgülü Deney Eleklere*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

41- TS EN 1936, 2001, *Doğal Taşlar, Deney Metotları, Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik*, TSE, Ankara.

42- TS 3530 EN 933-1, Nisan 1999, *Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler-Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini-Eleme Metodu*, TSE, Ankara.

43-TS 3530 EN 933-1/A1, Şubat 2007, *Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler-Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini-Eleme Metodu*, TSE, Ankara.

44- TS EN 12407, 2002, *Doğal Taşlar, Deney Metotları, Petrografik İnceleme*, TSE, Ankara.

45- TS EN 12620, 2003, *Beton Agregaları*, TSE, Ankara.

46- Tunçoku, S.S., 2001, *Characterization of Masonry Mortars Used in Some Anatolian Seljuk Monuments in Konya, Beyşehir and Akşehir*, ODTÜ FBE Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.

47- Tunçoku, S.S., Caner-Saltık, E.N., 2006, "Opal- A rich additives used in ancient lime mortars", *Cement and Concrete Research*, 36, Pergamon, pp.1886-1893.

48- Verrall, W., 2000, *The Modern Plasterer*, Donhead, UK.

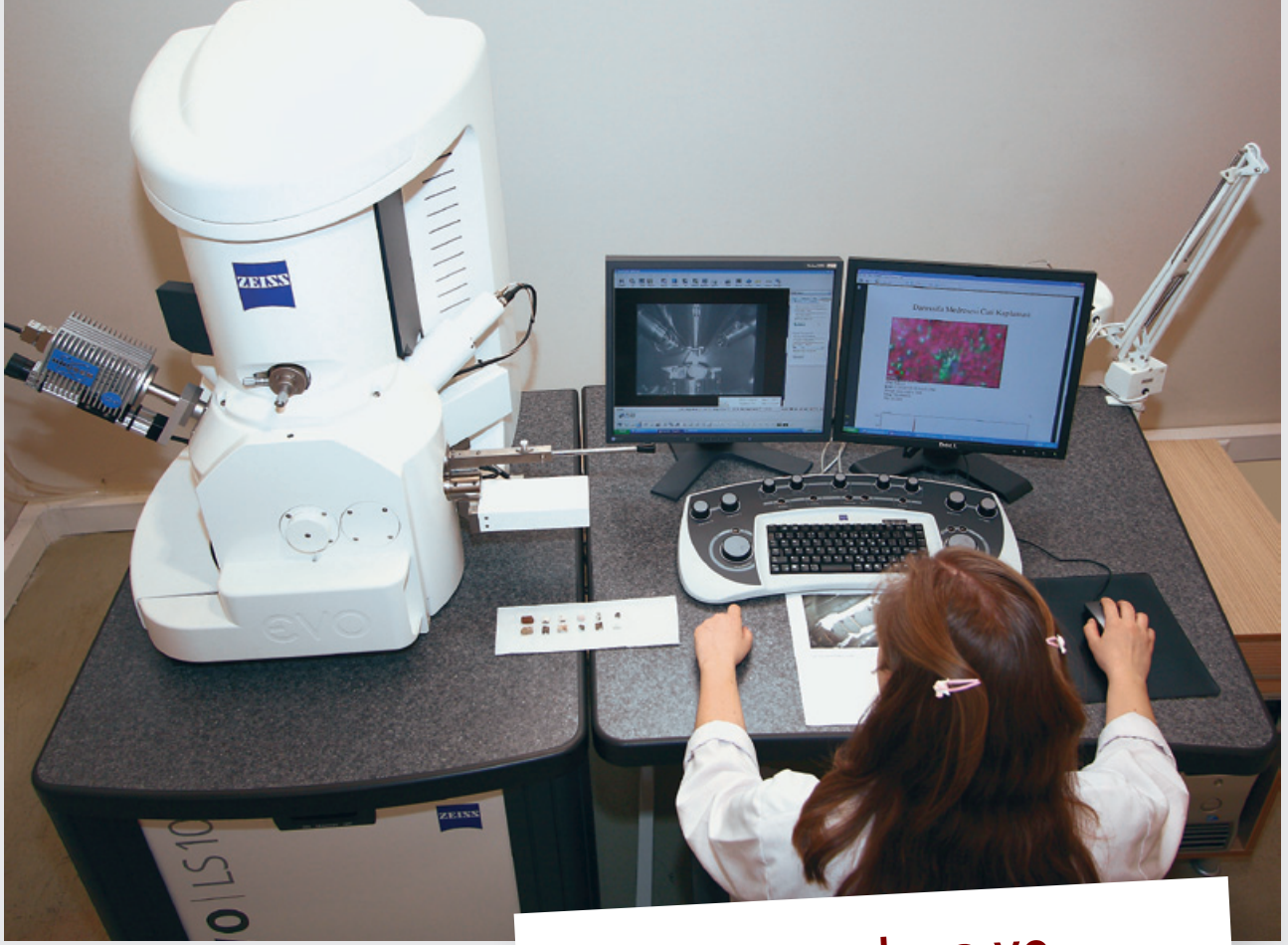
49- Vicat, L.J., 1837/1997, *Mortars and Cements*, (Çev.: J.M. Smith), Donhead, UK.

50- Vitruvius, M.P., 1990, *Mimarlık Üzerine On Kitap*, (Çev.: S. Güven), Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yay., Ankara.

#### KATKI BELİRTME

*Tesekkürler; Mevcut ve görece sağlam yapılardan örnek toplanmasında yaşanabilecek sorunlar aşikardır. Bu çalışma kapsamında, örneklerin toplanmasında destek sağlayan Fener-Balat Semtleri Rehabilitasyon Programı yöneticisi Y.Mimar Burçin Altınsay ile ekibine, özellikle Y.Mimar Serra Özay, Y.Mimar Aysegül Özer ve Y.Mimar Emrah Ünlü'ye teşekkür borçluyum.*

*Deneysel çalışmanın gerçekleştirilmesi konusunda ise, İTÜ Mimarlık Fakültesi ile İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Su Ürünleri Fakültesi ve Edebiyat Fakültesi Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü laboratuvarları çalışma olanağı sağlamış; TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Malzeme Enstitüsü ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi, ileri araştırma yöntemleri konusunda destek vermiştir. İTÜ Mimarlık Fakültesi'nden çalışma dönemindeki laboratuvar yürütücüsü ve doktora çalışmamda jüri üyeliği yapan Prof.Dr. Erol Gürdal ile Arş.Gör.Dr. Seden Acun Özgünler'e, İÜ Edebiyat Fakültesi Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü öğretim üyesi ve yine doktora çalışmamda jüri üyeliği yapan Doç.Dr. Ahmet Güleç'e, TÜBİTAK MAM'dan Prof.Dr. Sunullah Özbek, Doç. Dr. Ali Arslan Kaya, Dr. Füsün Okyar ve Uzman Orhan İpek'e, İYTE MAM Müdürü ve Mimarlık Fakültesi Mimari Restorasyon Bölümü öğretim üyesi, doktora çalışmamda jüri üyeliği yapan Prof.Dr. Hasan Böke ve görevli Uzman Evrim Yakut'a katkıları nedeniyle teşekkür borçluyum.*



## Araştırmacılara ve Araştırma Gruplarına SEM-EDX Analizleri...

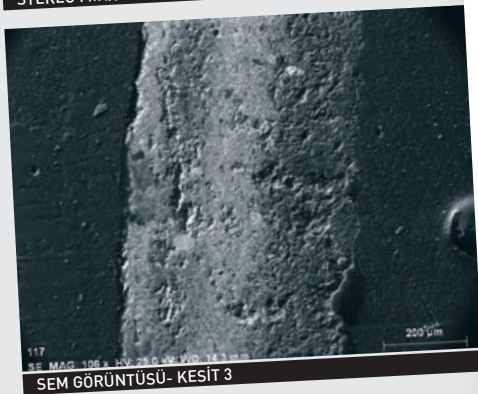
İBB Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlüğü bünyesinde bulunan Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı'nda, SEM-EDX (Taramalı Elektron Mikroskopu- Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi) cihazı ile: kültür varlıklarının taş, sıva-harç, ahşap, metal, keramik, kalemişi boya, yağlı boya, vb. pek çok malzemelerinin yanında, çağdaş malzemelerin de mikro yapı özelliklerinin görsel incelemesi ve istenen bölgelerin analiziyle; malzemenin içeriği element veya element oksit olarak, kısa sürede belirlenebilmektedir. Ayrıca, üniversitelerimizdeki araştırma grupları ve araştırmacılara veya AR-GE birimlerine SEM-EDX analizi hizmeti verilmektedir.



BOYA KESİTLERİ GENEL GÖRÜNÜM (STEREO MİKROSKOP)



STEREO MİKROSKOP GÖRÜNTÜSÜ-3



SEM GÖRÜNTÜSÜ- KESİT 3

İ.B.B. KUDEB  
RESTORASYON - KONSERVASYON  
LABORATUVARLARI  
ARAşTIRMA ve EğİTİM MERKEZİ

# Dünyada “İstanbul Modeli” Olabilmek

İBB-KUDEB MÜDÜRÜ  
Y. Mimar M. ŞİMŞEK DENİZ

► Üç ayda bir yayınlamakta olduğumuz bilimsel ve hakemli Restorasyon Konservasyon Çalışmaları adlı dergimizin 5.Sayısı ile karşınızdayız.

Bu vesileyle okuyucularımıza İBB KUDEB’deki çalışma ve gelişmelerden bahsetmek istiyorum.

İBB KUDEB; bugün sayısı 250’ye ulaşan personeli, Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları, Ahşap ve Taş Eğitim Atölyeleri, Bakım Onarım İzinleri Bölümü, Envanter ve Sayısallaştırma Grubu, Tarihi Peyzaj Grubu ve Denetim ekipleri ile, Türkiye çapında oldukça kapsamlı bir Eski Eser Merkezi haline gelmiştir. Bilimsel dergi ve yayınları, eğitim çalışmaları ve restorasyon faaliyetleri ile bir “enstitü” düzeyinde olan KUDEB, İstanbul’un ve ülkemizin kültür mirasının korunmasında önemli bir yere sahip olmuştur.

Bildiginiz gibi, 2008-2009 yılında yaptığı eğitim çalışmaları, seminerler ve düzenlediğimiz sempozyumlar, kitap haline getirilerek yayınlanmışlardır. Ayrıca Tarihi Yarımada’nın Kayıp Çeşmeleri adlı kitap çalışması tamamlanmış olup, yayına hazırlanmaktadır. Türkiye geneline dağıtılan yayınlarımızı, kurumumuzun internet sitesinden (<http://www.ibb.gov.tr/kudeb>) ya da Süleymaniye’deki merkezimizden elde edebilirsiniz.

İlgili tüm kişi, kurum ve kuruluşların beğenilerini belirttiği dergimizin yayımlanmasına öncülük eden Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı Koordinatörü Kimya Müh. Nimet Alkan Bey’e ve “yayın grubu”na teşekkür ediyorum.



İnanıyorum ki İstanbul, gelecekte dünya çapında nitelikli bir Kültürel Mirası Koruma ve Restorasyon Merkezi olacaktır.



## Laboratuvarlarımız

Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarlarımız, tarihi eserlerdeki yapı malzemelerini araştırma ve koruma önerileri geliştirme konusunda ülkemizin en gelişmiş laboratuvarları olup, yurt içi ve yurt dışındaki tarihi eserlerden gelen malzeme örneklerinin analiz ve konservasyon raporlarını hazırlamaktadır. Restorasyon Uzmanı Yüksek Mimar, İç Mimar, Kimya Müh., Kimyager, Jeoloji Müh., Jeolog, Arkeolog, Orman Müh., Restoratör, Konservatör gibi farklı disiplinlerden 27 uzmanın hizmet vermekte olduğu ve 2007 sonları itibarıyla faaliyete geçen laboratuvarlarımızda, bugüne kadar 309 adet malzeme analiz ve konservasyon raporu hazırlanmıştır.

Ancak üstün gayret, disiplinli ve titiz bir ekip çalışması ile ulaşılabilecek bu başarı vesilesiyle, Danışman Öğretim Üyelerimiz Sayın Prof.Dr. Ahmet Ersen, Prof. Dr. Erol Gürdal, Doç.Dr. Ahmet Güleç, Yrd.Doç.Dr. Namık Aysal'a ve uzman çalışanlarımıza takdir ve teşekkürlerimi sunuyorum.

## Bakım Onarım İzinleri Bölgesel Çalışma Gruplarımız

İstanbul'un tamamında 7 bölge bazında görev yapan çalışma gruplarımız, bu bölgelerdeki talepleri değerlendirerek, tarihi yapılarla bakım-onarım izin belgeleri ve iskân görüşleri vermektedirler. 2010 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla, 634 adet yapıya bakım-onarım izni ve iskân görüşü verilmiştir.

Ayrıca, sit alanlarındaki aykırı yapılaşmalar ve sit karakteristiğini bozan unsurların temizlenmesi amacıyla, belirlenen 30 adet yapının yıkımı gerçekleştirilmiştir.

Yapılan iş gereği çeşitli zorlukların aşıldığı ve ancak yılmadan yerine getirilen görevlerle sağlanabilecek bu başarılı sonucun alınmasından dolayı; Müdür Yardımcılarımız Taner Avlamaz, İhsan İlze,

Meltem Gündoğdu'ya ve gruplardaki uzman çalışanlarımıza teşekkür ederim.

## Envanter ve Sayısallaştırma Grubumuz

İstanbul'un hâlâ derli toplu bir eski eser envanteri mevcut değil; bu durumu önemli bir eksiklik olarak değerlendiriyoruz.

İstanbul Taşınmaz Kültür Varlıkları Envanter ve Sayısallaştırma Grubumuz, yaklaşık 2 yıl süren bir çalışma ile Belediyeler ve Koruma Kurulları'ndaki arşivlerde bulunan 41393 adet dosyayı tarayarak sayısal ortama aktarmış ve merkezi bir kayıt sistemi oluşturmuştur.

Şimdi bu çalışmalar, İstanbul'un Eski Eser Envanteri şeklinde bir külliyat olarak kitap haline getirilmektedir. 2010 yılı sonunda bu dev çalışmayı bitirmeyi hedefliyoruz.

## Denetim Ekiplerimiz

Laboratuvarlarımız bünyesinde çalışan uzmanlar ile bölgelerdeki çalışma gruplarından oluşturulan ekiplerimiz, İstanbul çapında restorasyon uygulamasının devam etmekte olduğu şantiyelerde yerinde tespit ve denetim faaliyetlerini sürdürmektedirler.

KUDEB'in kuruluş amaçları ve temel görevleri arasında yer alan koruma ve onarım uygulamalarının denetimi ile, restorasyon çalışmalarının süreçleri hakkında bilgi ve belge arşivinin güncellenmesi, yapılan işlemlerle ilgili fikir alışverişinde bulunularak restorasyon uygulamalarının kalitelerinin artırılması ve işleyen süreçte kurumlararası entegrasyonun sağlanması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda, İstanbul il sınırları içerisinde bulunan tarihi yapı-



larda, özellikle İBB KUDEB Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı tarafından Malzeme Analiz ve Konservasyon Öneri Raporları çalışılmış olanlar ile restorasyon uygulaması devam etmekte olan önemli tarihi eserler öncelikli olmak üzere; aralarında eserin gereksinimine göre çeşitli meslek gruplarından uzmanların yer aldığı ekiplerimiz tarafından şantiyeler yerinde ziyaret edilmekte ve çalışmalarla ilgili bilgi alınmaktadır.

Koruma ve onarım uygulamalarının farklı uzmanların gözüyle değerlendirilmeleri ve gerektiğinde önerilerle geliştirilmelerine, işlemin kaliteleri ve korumanın bütününe olan katkıları için özellikle önem vermekteyiz.

### Ahşap Eğitim Atölyelerimiz

Süleymaniye ve Zeyrek'te kurulan Ahşap Eğitim Atölyelerimiz'de, eğitim çalışmalarının yanında; Dünya Miras Alanları olan Süleymaniye, Zeyrek, Sultanahmet ve Sulukule'de 75 adet tescilli ahşap yapının restorasyonu tamamlanmıştır.

Ayrıca; "Ahşap Camiler"imiz de bu kapsamda programa alınarak, önce Eyüp'teki Ya Vedud

Camisi'nin onarımı yapılmıştır.

Geleneksel ahşap işçiliği konusunda meslek liseleri ile üniversitelerin restorasyon bölümleri başta olmak üzere yaklaşık 400 kursiyere 6 aylık sürelerle eğitim verilerek, kursiyerlerin çalışmaları sertifikalandırılmıştır. Bu zor ve yoğun emek isteyen organizasyonu başarıyla sürdüren Ahşap Atölyesi Koordinatörü Demet Sürücü'yu takdirle anmak istiyorum.

### Deneyimlerimizi İlçe Belediyelerinin KUDEB'leri ile Paylaşmak

Eyüp Belediyesi'nin işbirliğiyle, Eyüp Sultan'da da Ahşap Eğitim Atölyesi açılmıştır; üçgen adada Feshane ve Kızılmescit Sokağı restorasyon çalışmaları devam etmektedir.

Aynı şekilde, bir Ahşap Eğitim Atölyesi'ni de Üsküdar Belediyesi ile kurma çabamızın, yakın gelecekte gerçekleşeceğini umut ediyorum.

### Taş Eğitim Atölyemiz ve Onarım Çalışmalarımız

Taş Eğitim Atölyemiz, eğitim çalışmalarının yanında, Danışman Kimya Müh. Güven Gökçe'nin koordinasyonu ile konusunda deneyim-



li restoratör ve konservatörlerle anıt eserlerde restorasyon faaliyetlerine devam etmektedir.

2009 yılında, Tarihi Yarımada başta olmak üzere 24 adet tarihi eserin (çeşme, türbe, kuş evi) cephe temizlikleri ve gerekli onarımları yapılmış, bunlara aslına uygun olarak fonksiyon kazandırılmıştır.

İBB KUDEB Taş Eğitim Atölyesi, 2010 yılında İstanbul'da 15 çeşmenin restorasyonunu gerçekleştirmek üzere çalışmalarına başla-





muş bulunmaktadır. Program içinde; Süleymaniye'deki Su Maksemi ile Eminönü'ndeki Hatice Sultan Çeşmesi gibi önemli yapılar da yer almaktadır.

İstanbul Ticaret Odası ile yaptığımız protokol sonucu, Tarihi Yarımada ve Üsküdar'daki 15 çeşmenin uzmanlarımızın denetiminde yapılacak olan restorasyon ve konservasyon çalışmalarına başlanmıştır.

### **Tarihi Peyzaj Grubumuz**

Yeni kurulan Tarihi Peyzaj Grubumuz, Prof.Dr. Bülent Seçkin başkanlığında çalışmalarına başlamış bulunmaktadır. Tarihi çevre düzenlemelerinin de taşınmaz kültür varlıkları içinde hak ettiği değeri

kazanması adına, "tarihi peyzaj grubu" yeni ve önemli bir adımdır.

Mimari yapı kadar onun ayrılmaz bir bileşeni olan bahçe dokusunun ve geleneksel peyzajın sürdürülmesi, bilimsel koruma ve restorasyon prensipleri içinde göz ardı edilmemelidir.

Tarihi peyzajın tanımlanması, belgelenmesi, bitki çeşitliliğinin tespiti, bir proje metodolojisi bütünlüğü içinde bilimsel koruma prensiplerinin ve yöntemlerinin belirlenmesi; Tarihi Peyzaj Grubu'nun çalışmaları kapsamında yer almaktadır.

### **Çalışmalarımıza Uluslararası İlgî**

Geçen Mart ayında Bağdat'ta yapı-

lan toplantıda, KUDEB'in çalışmalarının "İstanbul Modeli" olarak müzakere edilmesi ve deklarasyona geçirilmesi bizleri oldukça gururlandırdı.

Mayıs ayında Sudan Kültür Bakanı'nı ve Rusya'dan gelen bir heyeti ağırladık.

Önümüzdeki günlerde Bağdat ve Musul'dan bir heyet, inceleme için KUDEB'i ziyaret edecek.

UNESCO Dünya Miras Komitesi'nin "İstanbul 2010 Raporu"nda kuruma yapılan takdir ve tavsiyeler de bizlere daha çok sorumluluk yüklemektedir.

İnanıyorum ki İstanbul, gelecekte dünya çapında nitelikli bir Kültürel Mirası Koruma ve Restorasyon Merkezi olacaktır.

## Yeni Çalışmalar

Sit alanlarının ve kültürel mirasın korunmasında, 2010 yılında kişi ve kurumlarla paydaşlık ve ortaklık üzerine yaptığımız organizasyon ve faaliyetler hız kazandı. İstanbul 2010 Kültür Başkenti Ajansı, Kanal D ve İlçe Belediyeleri ile Süleymaniye ve Zeyrek'te mahalle dokusunun rehabilitasyonu çalışmalarını yürütülmektedir. Ayrıca, İTO (İstanbul Ticaret Odası) ile taş eserlerin onarımı üzerine yeni programlar hazırlanmaktadır.

Tüm çalışma arkadaşlarıma candan ve gönül dolusu teşekkür ediyorum.

Dergimizin 5.Sayı'nın çalışmalarınızda yararlı olması temennisiyle...





1. 2863 sayılı yasanın 660 sayılı ilke kararlarına göre tarihi yapılara müdahale biçimlerinden üç tanesini yazınız?

(A).....

.....

(B).....

.....

(C).....

.....

2. İkinci grup yapıların özelliklerini sıralayınız?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Esaslı onarım için, ..... projelerinin hazırlanması gerekir.

4. Koruma Bölge Kurulları tarafından onaylanmış ..... projelerine aykırı..... tarafından Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü'ne bildirilir.

5. Bir konservasyon laboratuvarının görevlerini sıralayınız

.....

.....

.....

.....

.....

6. 1994 Bergen ve Nara Konferanslarının sonuç bildirgeleri, dünya kültür mirası listesine girmiş olan anıt ve sitlerin korunmasında hangi ilkenin üzerinde durmaktadır?

(A) Otantikliğin korunması

(B) Sürekli belgeleme

(C) Replikasyonlarla sürekli yenileme

(D) Kötü restorasyonların kaldırılması

(E) Hiçbiri

7. Aşağıdaki yapı taşı ve ocağı ikililerinden hangisi Bizans ve Osmanlı anıtlarında yoğun olarak kullanılmıştır?

(A) Küfeki , Bakırköy

(B) Mikritik kireç taşı , Sazlıbosna

(C) Od taşı , Rumeli Kavağı

(D) Hereke Pudingi, Hereke

(E) Amfibollu Granit , Asuan



## RESTORASYON KONSERVASYON ÇALIŞMALARI DERGİSİ'NE KATKI İÇİN YAZIM KILAVUZU

**İçerik:** Dergiye özgün yazı, derleme, proje tanıtımı, yarışma tanıtımı, yayın tanıtımı, çeviri yazı gibi alanlarda ve daha önce yayımlanmamış olmak koşuluyla metin ve o metinle ilişkili görsel malzeme katkısında bulunulabilir. Yazı Boyutu: Dergiye sunulacak yazılar, standart yazı sayfası (yak. 2000-2500 karakter) ile 10-15 sayfayı aşmamalıdır. Bu metin uzunluğu, konu ve içerik özellikleri dikkate alınarak artırılabilir. Dipnotlar bu yazı hacim sınırlamasına dahildir.

Metin Yazım Özellikleri: Metin, Microsoft Word programıyla yazılmalıdır. Kullanılacak punto boyutu 10'dur. Yazım karakteri olarak "Arial" kullanımı yeğlenmelidir. Paragraf ayrımları programın "önce-sonra aralık bırakma" özelliği kullanılarak değil, paragraflar arasında bir satır boşluk bırakılarak yapılmalıdır. Metnin e-posta ile ya da CD halinde yollanması olanaklıdır.

**Gerekli iletişim bilgileri:** Editör Nimet Alkan (212) 455 37 53  
KUDEB Grafik Birimi (212) 455 37 73 Dilruba Kocarışik-Aynur Karagöl

**Görsel Malzeme:** Fotoğraf, harita, çizim vb. görsel malzemenin sayısının 25'i aşmamasına dikkat edilmelidir. Bu sayı, konu ve içerik özellikleri dikkate alınarak değiştirilebilir. Yayımlanmak üzere gönderilen görsel malzeme, iki koşulu da sağlamalıdır: Görsel, metindeki yerini belirtmek üzere, metnin içine yerleştirilmiş ve Şekil, Tablo ya da Fotoğraf numarası verilerek görseli tanımlayıcı notu eklenmiş olmalıdır.

Görseller, orijinal hallerinin bulunduğu bir klasör ile mutlaka ayrıca gönderilmelidir. Siyah-beyaz ve renkli opak fotoğraf, dia, bilgisayar çıktısı gibi farklı ortamlarda görsel yollanabilir. Görsel boyutu A3 formatını aşmamalıdır. Görsellerin dijital imaj dosyası olarak JPG, TIFF, PSD gibi formatlarda da sunulması olanaklıdır. Mimari çizimler Autocad programıyla değil, kağıt çıktısı olarak veya PDF, JPG, TIFF vb. formatlarda gönderilmelidir. Tablo-grafik gibi görseller, hazırlandıkları orijinal program dosyası olarak gönderilmelidir (Excel dosyası gibi). Tüm dijital görsellerde çözünürlük 300 DPI'dan düşük olmamalıdır.

**Kaynak gösterme/ alıntı yapma:** İki tür kaynak gösterme sistemi uygulanabilir:

1 Metnin içindeki kaynak göndermeleri, parantezli sistemle yapılır: (Yazar/ Yazarların soyadı, Yayın yılı, varsa sayfa numarası). Aynı parantez ile birden fazla kaynağa referans verilecekse, aralarına noktalı virgül konmalıdır.

**Örnek olarak:** (Batur, 1994; Borrelli ve Umland, 1999, s.21; Caneva vd., 1998, s.21).

Bu sistem kullanıldığında, metnin sonunda bir kaynakça yer almalıdır. Alfabetik olarak sıralanmış kaynakçanın yazım şekli şu şekilde olmalıdır:

**Kitaplar için:** Yazar Soyadı, Yazar adının ilk harfi., Basım Tarihi, Kitap Adı (italik), Yayınevi/ Kurum/ Basımevi adı, Basım Yeri, varsa sayfa numarası/ aralığı.

Örnek: Bayramgil, O., 1959, *Petrografi*, İ.Ü. yayını, İstanbul.

Borrelli, E., Umland, A., 1999, *ARC Laboratory Handbook*, ICCROM, Rome.

**Editör adı verilecekse:** Editör Soyadı, Editör adının ilk harfi. (ed.), Basım Tarihi, Kitap Adı (italik), Yayınevi/ Kurum/ Basımevi adı, Basım Yeri, varsa sayfa numarası/ aralığı.

Örnek: Larsen, K.E. (ed.), 1995, *Nara Conference on Authenticity: Proceedings*, Tapir, Norway.

**Makale/ Bildiriler için:** Yazar Soyadı, Yazar Adının İlk Harfi., Basım Tarihi, "Makalenin Başlığı", Makalenin Bulunduğu Kitap/ Dergi/ Sempozyumun Adı (italik), Sayı/ Cilt no, Yayınevi/ Kurum/ Basımevi adı, Basım yeri, varsa sayfa numarası/ aralığı.

Örnek: Güleç, A., 1986, "Ayasofya Müzesi Eski Aşevi Kapılarında Koruma Uygulaması", *İnşaat Dergisi*, Haziran, İstanbul, s.44-48.

Böke, H., Akkurt, S., İpekoğlu, B., 2004, "Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri", *Yapı*, S.269, YEM yayını, İstanbul, s.90-95.

2 Dipnot kullanımı tercih ediliyorsa, dipnotlar sayfa altında yer almalıdır. Programın otomatik dipnot verme özelliği kullanılmamalı, dipnotlar ana metinle aynı yazı karakterinde, 10 punto boyutu ile yazılmalıdır. Metnin içinde dipnot göndermeleri, sıra numarası verilerek yapılmalıdır. Dipnotlarda kaynağın yazım şekli 1. maddede belirtildiği gibidir. Farklı dipnotlarda aynı yazarın eserinden farklı sayfalara gönderme yapılacaksa, ikinci dipnot:

Yazar soyadı, a.g.e., sayfa no.

şeklinde yazılmalıdır. Aynı esere ard arda iki dipnotta gönderme yapılması durumunda ise ikinci dipnotta:

a.e., sayfa no.

ifadesi yeterlidir.

Bir kaynaktan bire bir alıntı yapılacaksa metnin alıntı olan bölümü: "tırnak içinde ve italik olarak" yazılmalıdır, kaynağı parantez içi veya dipnot ile belirtilebilir.

**Özet:** Dergide İngilizce özetlere de yer verildiğinden, makaleler İngilizce'ye çevrilmiş özetleri ile birlikte gönderilmelidir. Özetler, makalenin tam adını içermeli; metnin anlaşılabilirliği için çok gerekli olmadığı takdirde, başlık hariç 350 kelimeyi aşmamalıdır. Özet, sayfa sınırlamasına dahil değildir.

\* Makalenin yazarının varsa akademik unvanı, geçerli e-posta adresi ve bağlı olduğu kurum, kuruluş, üniversite ya da enstitünün adı belirtilmelidir.