



PRİŞTİNA - FATİH CAMİİ RESTORASYONUNDA KULLANILAN ONARIM MALZEMELERİNİN ÖZELLİKLERİ

PROPERTIES OF THE REPAIRMENT MATERIALS USED FOR
RESTORATION OF THE FATİH MOSQUE IN PRISHTINE

Doç. Dr. Sedat Kurugöl | MSGSÜ
Uzm. Dr. Özden Ormancı Öztürk | MSGSÜ
Prof. Dr. Meriç Bakiler | MSGSÜ





Kosova'nın Prishtina kentinde bulunan tarihi Fatih Camii, inşa edildiği 15. yüzyıldan günümüze kadar çeşitli onarımlardan geçmiştir. Bu onarımlardan sonuncusu 2008 yılında yapılmıştır. Kısa bir süre sonra iç ve dış cephe onarımlarında kullanılan imitasyon ve sıva kaplama malzemelerinde, kalem işi ve bezemelerde çeşitli problemlerin ortaya çıkması sorunun nereden kaynaklandığını düşündürmektedir. Yapılan yerinde incelemeler neticesinde, onarım sırasında uygun malzemelerin kullanılmadığı ve doğru uygulamaların yapılmadığı görüşüne varılmıştır. Bu çalışmada, caminin iç ve dış yüzeylerinde uygulanmış olan onarım malzemelerini bilimsel yöntemler kullanarak karakterize etmek amacı ile, kimyasal, fiziksel, petrografi ve XRD analizleri yapılarak elde edilen sonuçların genel değerlendirmesi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Koruma, onarım, malzeme analizi, XRD

Fatih Mosque which is located in Prishtina, Kosovo, had various restorations from 15th century to this day. The last one of these restorations was made in 2008. After a short time, the problems emerged with imitation and plaster materials applied on interior and exterior surfaces, hand-carvings and ornaments make us think the problems are due to moisture. As a result of in-situ examinations, it is concluded that the restoration materials and their applications were not appropriate. In this study, chemical, physical, petrographical and XRD analyses were evaluated to characterization of the restoration materials which had been applied on interior and exterior surfaces of the mosque with scientific methods.

Keywords: Restoration, conservation, material characterization, XRD



1. GİRİŞ

Fatih Camii, Kosova'nın en eski camilerinden olup Priştina kentinin fethinden hemen sonra Fatih Sultan Mehmet tarafından H. 865, M. 1461-1462 yıllarında yaptırılmıştır. Bölgede camiye, "Cami-i Kebir (Büyük Camii)" veya "Sultan Camii" ismi de verilmektedir (Fotoğraf 1, 2).

Cami, mimari özellikleri açısından Erken Osmanlı ve Beylikler Dönemi özelliklerini yansıtmaktadır. Kare planlı caminin harim kısmı 14 m çapındaki merkezi bir kubbe ile örtülüdür, kubbeye pandantiflerle geçiş sağlanmıştır. Bu kubbenin dış yüzeyi kurşun kaplıdır.

Kubbe dıştan onikigen kasnağa oturmakta, kasnağın her bir kenarında sivri kemerli pencereler yer almaktadır. Kubbe kasnağındaki pencerelerin dışında harim; kible, doğu ve batı cephelerinde altta iki, ortada üç, üstte ikişerden oluşan bir

pencere düzeni ile aydınlatılmaktadır. Orta ve üst sıradaki pencereler sivri kemerlidir. Alt sıradaki pencerelerin üzerindeki sivri kemerler içinde kemer aynaları yer almakta, bu aynaların içerisinde kalemişi bezemeler bulunmaktadır.

Son cemaat yeri sekiz köşeli dört adet sütunun taşıdığı üç kubbe ile örtülüdür. Her bir sütun beş parça taş ile yığma olarak yapılmıştır. Kare planlı camiye, son cemaat yerinin orta aksında yer alan geniş bir taş çerçeve içindeki kapıdan girilmektedir. Son cemaat yeri Erken Osmanlı ve Beylikler Dönemi'nin mimari özelliklerini göstermektedir. Caminin minaresine yapının dışından girilmektedir (Fotoğraf 3).

Kubbe içinde ve pandantiflerde kalemişi bezemeler mevcuttur (Fotoğraf 4). 1960'lı yıllarda yapılan onarımda eski kalem işlerinin üzerine alçı çekilerek yeni kalem işleri yapıldığı bilinmektedir.



Fotoğraf 1. Fatih Camii yol cephesi (2012).



Fotoğraf 2. Fatih Camii duvar örgü sistemi (2012).



Fotograf 3. Fatih Camii giriş cephesi, son cemaat yeri.

Cami tarihsel süreç içinde çeşitli onarımlardan geçmiştir. Giriş kapısı üzerinde yer alan H.1093, M.1682-1683 tarihli kitabesinde, yapının onarımının Sultan IV. Mehmet tarafından yaptırıldığı belirtilmektedir. Sonraki onarımlar 18. ve 19. yüzyıllara tarihlenmektedir. 1961-1965 yıllarında son cemaat yeri, 1966-1967 yıllarında ise minarenin 17. metresinden sonra şerefeye kadar olan bölümünün onarımları gerçekleştirilmiştir. En son onarım çalışması ise 2008 yılında yapılmıştır. Bu kapsamda kubbe onarımları, zemin suyuna karşı drenaj, iç ve dış duvar yüzeylerinde imitasyon, sıva uygulamaları, duvarlardaki çatlakların mikro enjeksiyon ile doldurulması, kalemişleri ve bezemelerde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak kısa bir süre sonra iç ve dış cephe onarımlarında kullanılan imitasyon ve sıva kaplama malzemelerinde, iç mekan kalem işi ve bezemelerde çeşitli problemlerin ortaya çıktığı görülmüştür.



Fotograf 5-6. Duvar yüzeylerindeki onarım malzemelerinde kapilarinin neden olduğu hasarlar.



Fotograf 4. Fatih Camii iç mekandaki kalem işleri.

Yapılan son onarım sonrası ortaya çıkan bu problemleri değerlendirmek için Prof. Dr. Suphi Saatçi, Prof. Dr. Demet Binan, Doç. Dr. Meriç Bakiler, Doç. Dr. Sedat Kurugöl, Yrd. Doç. Dr. Hale Tokay, Yrd. Doç. Dr. Binnur Kıracı ve Dr. Ümit Arpacıoğlu'ndan oluşan bir ekiple Mayıs 2012 tarihinde Kosova'ya gidilerek yerinde tespit ve incelemeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerin sonucu aşağıda özetlenmiştir:

Caminin dış duvar taş yüzeylerine yer yer uygulanan sıva ve imitasyon onarım malzemelerinde oluşan kabuklanma ve ayrışmalar, zeminden kapiler yolla yükselen su nedeniyle oluşan nemden kaynaklanmaktadır (Fotograf 5, 6). Söz konusu duvarın temelinde drenaj yapılmasına rağmen, temel duvarının zemine yakın bölgelerinde kapiler geçirimsizlik olayı halen devam etmiş ve çeşitli malzeme sorunları ortaya çıkmıştır. Bu durum, zemin suyuna karşı drenaj uygulamasının sağlıklı yapılmadığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Dış yüzeylerde olduğu gibi, caminin zemine yakın iç duvar yüzeylerindeki kaplama malzemelerinde, kalem işi ve bezemelerde de nem dolayısıyla problemler ortaya çıkmıştır (Fotograf 7).



Fotograf 7. İç duvarların zemine yakın bölgelerinde sıva ve bezemelerdeki malzeme sorunları.

Mihrabın bulunduğu bölgedeki duvarların yüzeylerinde nemden dolayı onarım sıvalarında kabarmalar ve dökülmeler meydana gelmiştir. Yine nem nedeniyle bezemeler üzerinde de malzeme kayıpları ortaya çıkmıştır. Tespit edilen hasarlı yüzeylerin dış duvar cephesinde de benzer hasarlarla karşılaşmıştır.

Son cemaat yerinin kubbeleri üzerindeki kalem işlerinde bozulmaların başladığı tespit edilmiştir. Bu durum, son cemaat yeri kubbelerinin kurşun örtülerinin onarım işleminin gecikmeli yapılması nedeniyle kubbenin yağışlara maruz kalarak ıslanmasına ve kurşun örtülerin, kurumunun tam gerçekleşmeden kaplanmış olmasına dayandırılabilir. Böylece su almış olan örtüsüz kubbelerin bünyesindeki nemi zaman içinde dışarı kusması, bahsedilen bölgelerdeki problemlerin temel kaynağı olarak görülebilir.

Bu çalışmada, caminin onarımı sırasında dış cephe taş duvar yüzeylerde kullanılmış olan malzemelerin karakterizasyonunun yapılması amaçlanmış, yapı fiziği ile ilgili diğer problemler ve bunlara karşı geliştirilebilecek öneri ve önlemlerle ilgili konular çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Yapının farklı yerlerinden alınan sıva, harç ve taş örneklerine ait malzeme karakterizasyonu Mimar Sinan Üniversitesi Kültür Varlıkları ve Sanat Eserleri Malzeme Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Fatih Camii'nin onarımı sırasında kullanılan malzemelerin özelliklerini belirlemek için caminin farklı yerlerinden alınan harç, sıva ve taş örneklerinin kodları, görsel tanımlamaları ve alındıkları yerler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Fatih Camii'nden alınan örneklerde suda çözünebilir tuzların varlığını tespit etmek için basit spot testler gerçekleştirilmiş, örneklerin yoğunluk, su emme ve birim hacim ağırlık gibi temel fiziksel özellikleri incelenmiştir.

Harç, sıva ve taş örneklerinin bağlayıcı/agrega içeriklerini ve oranlarını tespit etmek için asit kaybı ve kızdırma kaybı analizleri yapılmıştır. Asit kaybı analizi sırasında, örnekler %10'luk hidroklorik asit (HCl) ile işleme sokulmuştur. Kızdırma kaybı analizi için kir tabakası bulundurmeyen örnekler toz haline getirilerek nem, organik madde ve kalsiyum karbonat miktarını belirlemek için sırasıyla 105°C, 550°C ve 1050°C sıcaklıklarda bekletilmiştir. Örnekler kızdırma kaybı analizinin her aşamasından sonra tartılarak, meydana gelen yüzde ağırlık kayıpları hesaplanmıştır.

Petrografik analizler NİKON marka SMZ 1000 model stereo mikroskop ve NİKON marka 500iPOL model polarizan mikroskop kullanılarak yapılmıştır. Kesit analizleri için malzemenin petrografik özelliklerini temsil edecek bir mik-

Tablo 1. Fatih Camii'nden alınan örneklerin kodları, görsel tanımlamaları, alındıkları yerler.

| Örnek Kodu | Görsel ve genel özellikler | Alındığı bölge |
|------------|---|---|
| S-1 | Kahverengi, yaklaşık 1cm kalınlığında, 3mm'ye kadar agregaları görülen, nispeten sağlam yapıdaki onarım sıvası. | Son cemaat yerinin sağındaki sütun |
| H-1 | Krem rengi, 5mm'ye kadar agregaları ve yer yer aynı boyutta beyaz kütleleri bulunan, nispeten sağlam yapıdaki imitasyon harç örneği. | Batı cephesi duvarı |
| S-2 | Kahverengi, yaklaşık 1cm kalınlığında, 2mm'ye kadar agregaları, yüzeyinde kirlilikler ve yer yer yosunlaşma olduğu görülen, nispeten sağlam yapıdaki onarım sıvası. | Batı cephesi duvarı |
| Taş-1 | Krem rengi, homojen yapıda, 2mm'ye kadar gözenekleri bulunan sağlam yapıdaki taş örneği. | Son cemaat yerinin sağındaki son sütun |
| S-3a | Kahverengi, yaklaşık 8 mm kalınlığında, 2mm'ye kadar agregaları görülen, nispeten sağlam yapıdaki onarım sıvası. | Son cemaat yerinin sağındaki son sütun |
| S-3b | Gri renkli, yaklaşık 3 mm kalınlığındaki onarım sıvası. | |
| Taş-2 | Krem rengi, 1mm'ye kadar mika parçacıkları görülen, homojen, nispeten sağlam yapıdaki taş örneği. | Doğu cephesi duvarı |
| H-2 | Kiremit renkli, yaklaşık 1,5 cm kalınlığında, 3 mm'ye kadar mermer pirinci agregası içeren, nispeten sağlam yapıdaki harç örneği. | Doğu cephesi duvarı |
| S-4a | Krem rengi ve yüzeyinde kahverengi kirlilik görülen, yaklaşık 5 mm kalınlığında, nispeten sağlam yapıdaki sıva örneği. | Doğu cephesi duvarı |
| S-4b | Gri renkli, yaklaşık 3 mm kalınlığındaki sıva örneği. | |
| Taş-3 | Pembe, yüzeyinde gri renkte birikinti ve kirlilik görülen, 2 mm'ye kadar gözenekleri bulunan, homojen ve nispeten sağlam yapıdaki taş örneği. | Doğu cephesi üst duvarından |
| Taş-4 | Krem rengi, yüzeyinde koyu renkli kirlilik görülen, 2 mm'ye kadar gözenekleri bulunan, yer yer 1mm'ye kadar kiremit renkli parçaları görülen, nispeten sağlam nitelikteki taş örneği. | Son cemaat yerinin solundaki en son sütunun alt kısmından |
| S-5 | Koyu gri renkli, 4 mm'ye kadar agregaları görülen, sağlam yapıdaki sıva örneği. | Son cemaat yerinin solundaki en son sütunun alt kısmından |

Tablo 2. Örneklerin spot tuz testi sonuçları.

| Örnek Kodu | Tuz İyonları | | | | İletkenlik (µS) | % Tuz |
|------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------|
| | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | CO ₃ ²⁻ | | |
| S-1 | ++ | - | - | - | 120 | 0,72 |
| S-2 | ++ | - | - | - | 160 | 0,89 |
| S-3a | + | - | - | - | 110 | 0,62 |
| S-4a | + | - | - | - | 110 | 0,62 |
| S-5 | + | - | - | - | 130 | 0,73 |
| H-1 | ± | - | - | - | 160 | 0,89 |
| H-2 | + | - | - | - | 125 | 0,70 |
| Taş-1 | ± | - | - | - | 95 | 0,53 |
| Taş-2 | - | + | - | - | 280 | 1,57 |
| Taş-3 | - | - | - | - | 100 | 0,56 |
| Taş-4 | ± | - | - | - | 90 | 0,50 |

(-): yok, (±): var-yok, (+): az var, (++): var, (+++): fazla var, (++++): çok fazla var

tar örnek epoksiye gömülerek kalın kesitleri hazırlanmıştır. Kalın kesitler stereo mikroskop altında incelenerek doku, bağlayıcı-agrega oranları, bağlayıcı fazları, agrega tür, şekil ve boyutları belirlenmiştir. İnce kesit cihazı kullanılarak inceltelen örneklerin polarizan mikroskop altında mineral tanımlaması yapılmıştır.

Örneklerin XRD analizleri Bruker marka, D8 Discover model XRD cihazı ile 40 kV, 40 mA Ni filtreli CuKα radyasyonu ölçüm şartlarında, Vantec 500 dedektörü kullanılarak elde edilmiştir.

3. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRMESİ

3.1 Spot Tuz Testleri

Spot testler sonucunda tüm harç ve sıvalarda farklı oranlarda klor (Cl⁻) tuz iyonlarının bulunduğu tespit edil-

Tablo 3. Örneklerin kızdırma ve asit kaybı analiz sonuçları.

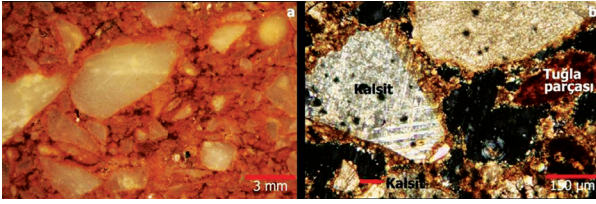
| Örnek Kodu | Kızdırma Kaybı (%) | | | | | Asitte (%) | |
|------------|--------------------|--------|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------|-------|
| | 105 °C | 550 °C | 1050 °C (CO ₂) | CaCO ₃ | CO ₂ /H ₂ O | Kayıp | Kalan |
| S-1 | 0,76 | 1,24 | 8,19 | 18,38 | 10,78 | 21,26 | 78,74 |
| S-2 | 3,52 | 2,66 | 6,31 | 13,95 | 1,79 | 12,62 | 87,38 |
| S-3a | 1,71 | 8,01 | 4,37 | 9,21 | 2,56 | 13,76 | 86,24 |
| S-4a | 0,88 | 6,63 | 5,94 | 12,60 | 6,75 | 13,08 | 86,92 |
| S-5 | 0,78 | 3,86 | 9,12 | 19,75 | 11,69 | 7,49 | 92,51 |
| H-1 | 0,74 | 1,73 | 6,87 | 15,35 | 9,28 | 29,44 | 70,56 |
| H-2 | 1,68 | 2,95 | 13,48 | 29,32 | 8,02 | 83,54 | 16,46 |
| Taş-1 | - | - | - | - | - | 0,33 | 99,67 |
| Taş-2 | - | - | - | - | - | 2,58 | 97,42 |
| Taş-3 | - | - | - | - | - | 1,05 | 98,87 |
| Taş-4 | - | - | - | - | - | 0,14 | 99,86 |

miştir (Tablo 2). Bu tuzlanmanın kapilarite yoluyla zeminden gelen su nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir.

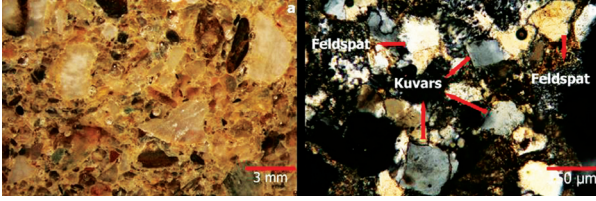
3.2 Kızdırma Kaybı Analizi

Sıcaklık etkisine bağlı olarak harç ve sıvalarda meydana gelen su kaybı ve karbondioksit (CO₂) ayrışması ile ortaya çıkan ağırlık azalmaları, bu malzemelerin karakteristik bazı özellikleri hakkında bilgiler vermektedir. Kızdırma kaybı testiyle tespit edilen CO₂ kaybının H₂O kaybına oranı (CO₂/H₂O) %10'dan küçükse harcın hidrolik özellikte olduğu söylenebilmektedir (Moropoulou vd. 2004).

Fatih Camii'nden alınan örnekler için kızdırma kaybı sonuçları incelendiğinde tüm harç ve sıvalarda bu oranın %10'un altında olduğu tespit edilmiş ve örneklerin hidrolik özellik taşıdıkları sonucuna varılmıştır (Tablo 3).



Fotoğraf 8. H-2 kodlu örneğin a) stereo mikroskop altındaki, b) polarizan mikroskop görüntüleri.



Fotoğraf 9. S-3a kodlu örneğin a) stereo mikroskop altındaki, b) polarizan mikroskop görüntüleri.



Fotoğraf 10. Taş-4 kodlu örneğin a) stereo mikroskop altındaki ve polarizan mikroskop altındaki b) çift nikol, c) tek nikol görüntüleri.

Kızdırma kaybı testi sonucunda, örneklerin 1050°C'deki toplam CO₂ kayıp oranlarının %30'un altında olması, harçların hidrolik özellik taşıdıkları yönünde fikir verebilmektedir (Moropoulou vd. 2000). Tablo 3'te verilen kızdırma kaybı sonuçları incelendiğinde, tüm örneklerin hidrolik özellikte oldukları görülmektedir. Sıvaların bu niteliklerinin kullanılan bağlayıcıdan ileri geldiği, 3.4 başlığı altında sonuçları ve değerlendirmeleri verilen, XRD analizi ile tespit edilmiştir.

3.3 Petrografik Analizler

Fatih Camii'nin onarım malzemelerinden alınan tüm örneklerin petrografik analizleri yapılmıştır ancak bu çalışmada H-2, S-3a ve Taş-4 örneklerinin petrografi görüntülerine yer verilmiştir.

H-2 kodlu harç örneğinin bağlayıcı alanının %20-25 oranında olduğu tespit edilmiştir. Taneler arası aderansı yüksek olan harç örneğinin %75-80 olan agrega bölümü az miktarda küçük-orta taneli kuvars ile yoğun olarak sparitlik ve çok iri taneli rekristalize kalsit minerallerinden meydana gelmektedir. Harç örneğinin agrega bileşimi az miktarda

tuğla parçaları ile %5-10 oranında kireçtaşı ve mermer parçalarından oluşmaktadır (Fotoğraf 8).

S-3a kodlu sıva örneğinin bağlayıcı alanının %20-25 oranında olduğu tespit edilmiştir. Taneler arası aderansı yüksek olan sıva örneğinin %75-80 olan agrega bölümü az miktarda opak, mika, plajiyoklas, %5-10 oranında feldspat ve %20-25 oranında orta-iri taneli bazalı dalgalı sönme gösteren kuvars minerallerinden oluşmaktadır. Feldspatlar büyük oranda alkali feldspat ve daha az oranda plajiyoklaslardan oluşmuştur. Alkali feldspatlar çok büyük oranda alteredir. Mikalar çok az oranda olup küçük muskovit kristalleri halinde görülmektedir. Agrega bileşimi ise kumtaşı, metakumtaşı, kuvarsit, şist, volkanik ve epidotlaşmış kayaç parçalarından oluşmaktadır (Fotoğraf 9).

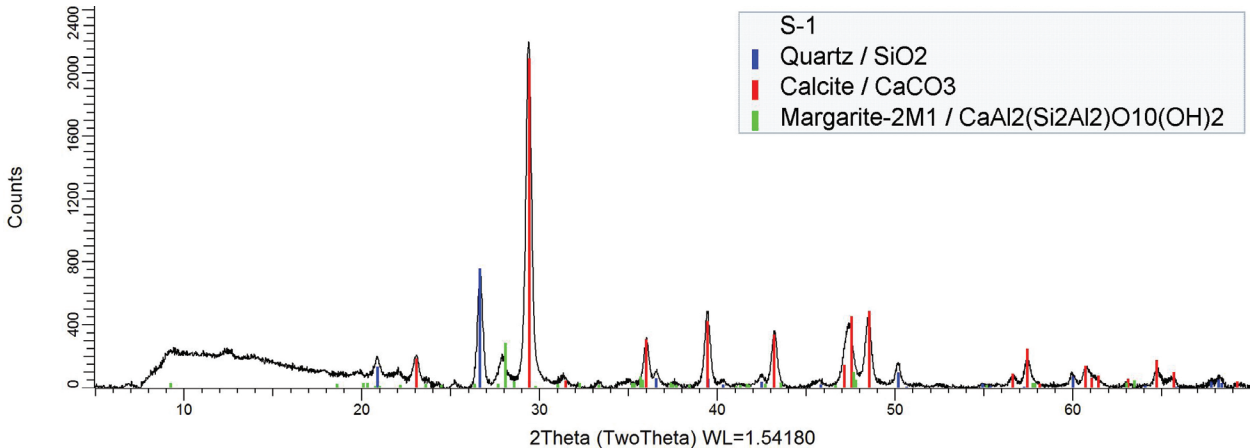
Taş-4 kodlu örnek kristalce zengin, %25-45 oranında volkan camı ile orta-iri taneli kuvars, mika ve feldspat minerallerinden oluşan, kristal tüftür. Kayaç içerisinde az miktarda tespit edilen feldspat mineralleri alkali feldspat, mika mineralleri ise muskovit türündedir. Bazı fissürlerde demir oksit getirimi söz konusudur. (Fotoğraf 10).

3.4 XRD Analizi

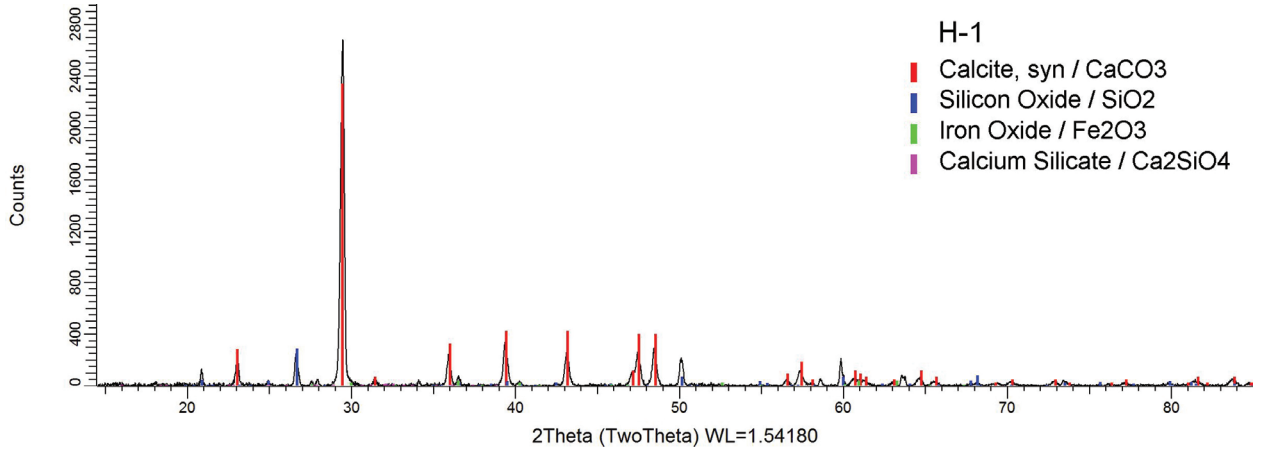
Fatih Camii'nden alınan tüm örneklerin XRD analizleri gerçekleştirilmiş ve S-1, S-2, S-3a, S-3b, H-1 ve H-2 kodlu harç ve sıva örnekleri ile Taş-4 kodlu taş örneğine ait XRD difraktogramları verilmiştir.

S-1 kodlu sıva örneğinin bağlayıcısı üzerinden yapılan XRD analizi sonucunda kalsit, kuvars ve margarit (hidrate kalsiyum silikat, CSH) mineralleri tespit edilmiştir. Bağlayıcının baskın piki kalsit olup, önemli miktarda silisyum oksit ve ayrıca portland çimentosunun hidratasyon ürünlerinden biri olan margarit mineralinin tespit edilmesi, sıvanın hidrolik özellikte bir harç olduğunu, dolayısıyla çimento bağlayıcısı ile üretildiğini göstermektedir (Şekil 1). Ayrıca, kalsitin baskın pik vermesi sıvanın melez harç (kireç+çimento karışımı) olduğunu ifade etmektedir.

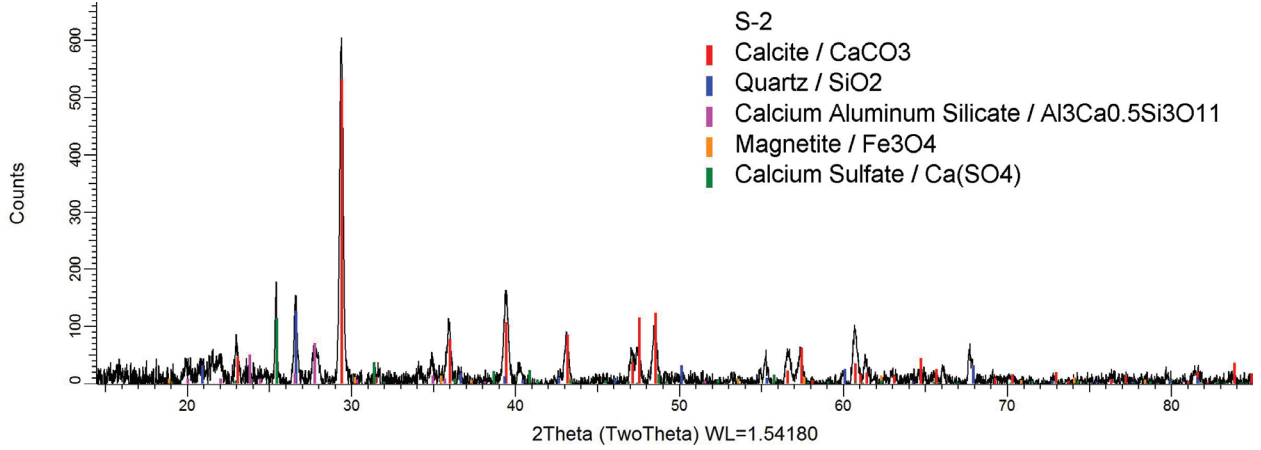
H-1 kodlu imitasyon harç örneğinin 43 mikron elek altı toz kalıntısı üzerinde yapılan XRD analizi sonucunda kalsit, kuvars, demir oksit ve hidrate kalsiyum silikat minerali



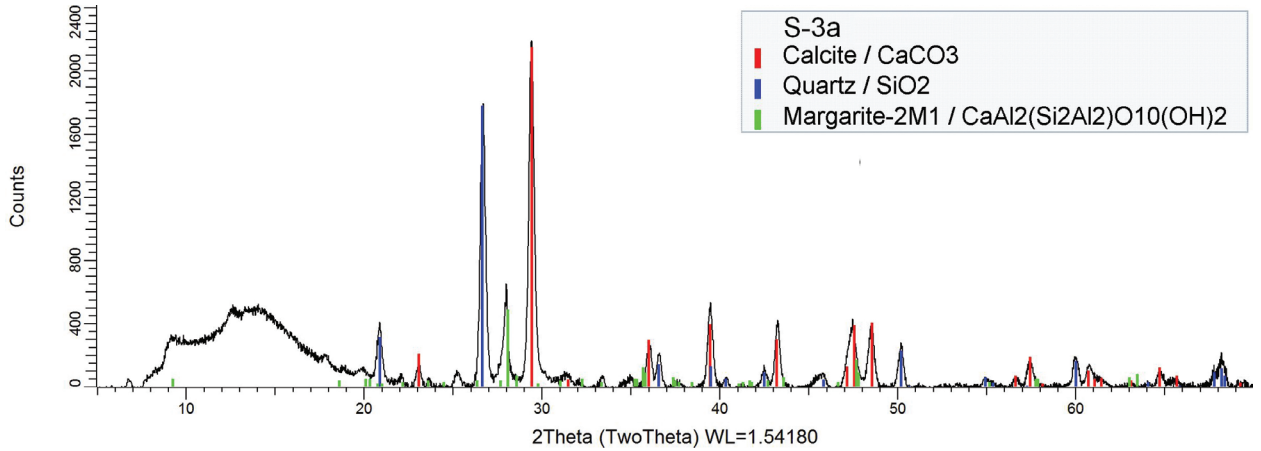
Şekil 1. S-1 kodlu sıva örneğinin XRD difraktogramı.



Şekil 2: H-1 kodlu sıva örneğinin XRD difraktogramı.



Şekil 3: S-2 kodlu sıva örneğinin XRD difraktogramı.



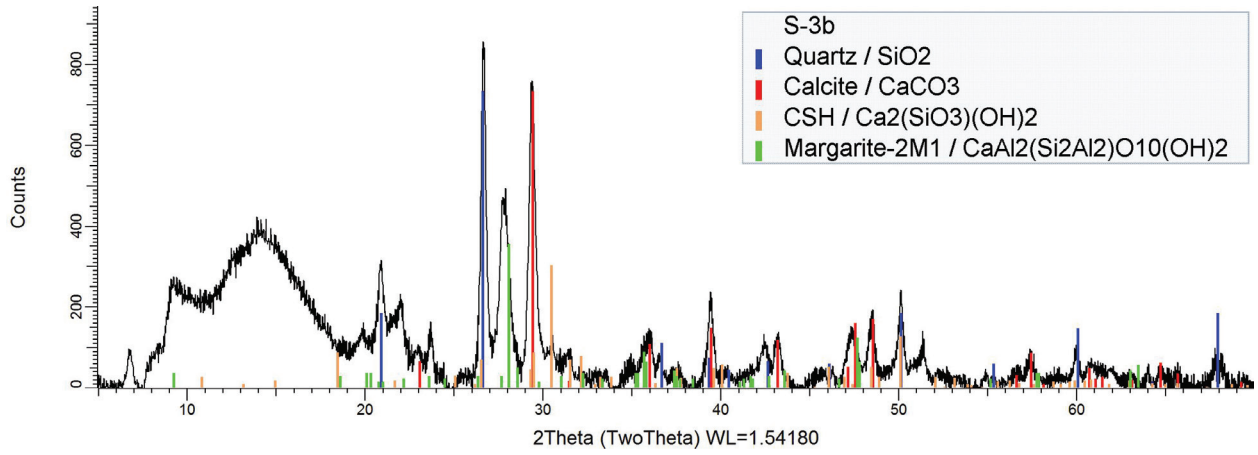
Şekil 4: S-3a kodlu sıva örneğinin XRD difraktogramı.

(CSH) tespit edilmiştir. Bağlayıcının baskın piki kalsit olup, önemli miktarda silisyum oksit ve ayrıca portland çimentosunun hidrasyon ürünlerinden olan margarit mineralinin de tespit edilmesi bu sıvanın hidrolik özellikte, çimento ile kireç karışımından üretilmiş melez harç karakterinde olduğunu ifade etmektedir. Demir oksit ise harca ilave edilen renk verici katkıdan ileri gelmektedir (Şekil 2).

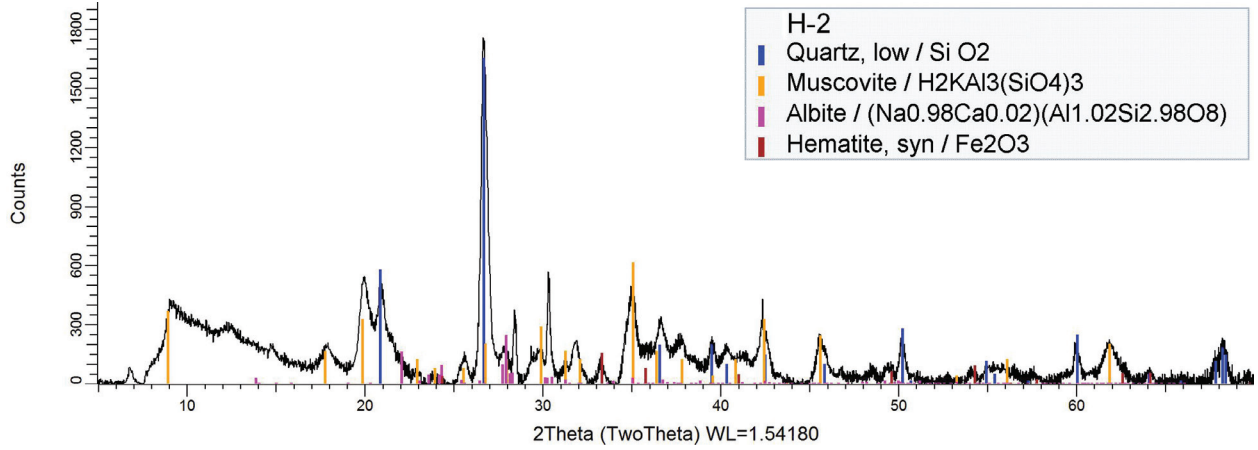
S-2 kodlu örneğin 43 mikron elek altı toz kalıntısı üzerinde yapılan XRD analizi sonucunda kalsit, kuvars ve kalsiyum alüminyum silikat, magnetit ve kalsiyum sülfat mineralleri tespit edilmiştir. Bağlayıcının baskın piki kalsit olup, belirgin oranda silisyum oksit ve ayrıca kalsiyum alümina silikat (CASH) mineralinin de tespit edilmesi örneğin hidra-

rolik özellikle olduğunu göstermektedir. CASH bileşiği, S-2'nin beyaz çimento ile hazırlanmış olduğunu ifade edebileceği gibi puzolanik reaksiyon sonucu meydana gelmiş bir reaksiyon ürünü de olabilir. Diğer yandan belirgin pik veren kalsiyum sülfat minerali, hem bir tuz etkisinin varlığına hem de bağlayıcı olarak çimento kullanılmış olduğuna da işaret edebilmektedir. Bununla beraber spot testlerde bu örnekte sülfat iyonlarının tespit edilmemesi bu bileşiğin bağlayıcıdan ileri geldiğini desteklemektedir. Demir minerali olan magnetit ise sıvaya rengini veren katkıdan kaynaklanmaktadır. (Şekil 3).

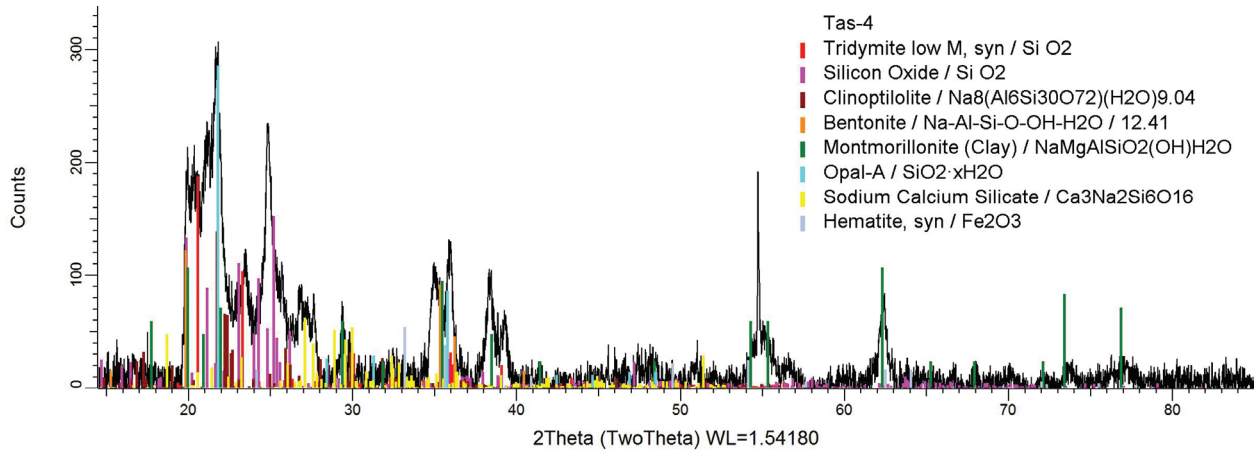
S-3a kodlu sıva örneğinin bağlayıcısı üzerinden yapılan XRD analizi sonucunda kalsit, kuvars ve margarit (hidra-



Şekil 5. S-3b kodlu sıva örneğinin XRD difraktogramı.



Şekil 6. H-2 kodlu harç örneğinin 44 mikron elek altı toz örneğinin XRD difraktogramı.



Şekil 7. Taş-4 kodlu taş örneğinin XRD difraktogramı.

te kalsiyum silikat, CSH) mineralleri tanımlanmıştır. Bağlayıcının baskın piki kalsit ve kuvars olup bunun yanında önemli miktarda portland çimentosunun hidrasyon ürünlerinden biri olan margarit mineralinin tespit edilmesi bu sıvanın hidrolik özellikte bir harç olduğunu, dolayısıyla çimento bağlayıcısı ile üretildiğini göstermektedir (Şekil 4).

S-3b kodlu örneğin bağlayıcısı üzerinden yapılan XRD analizi sonucunda kalsit, kuvars, margarit mineralleri ve hidrate kalsiyum silikat bileşikleri (CSH) tanımlanmıştır. Bağlayıcının baskın piki kalsit ve kuvars olup, önemli miktarda portland çimentosunun hidrasyon ürünlerinden biri olan margarit ve CSH fazlarının tespit edilmesi,

bu sıvanın hidrolik özellikte bir harç olduğunu, dolayısıyla adı geçen hidrate kalsiyum silikat bileşiklerini içermesi nedeniyle çimento bağlayıcısı ile üretildiğini ortaya koymaktadır (Şekil 5).

H-2 kodlu harç örneğinin üretiminde kullanılmış olan agrega tipini tespit etmek için asit etkisi ile bağlayıcısı çözüldürülmüş 44 mikron elek altı toz kalıntısı üzerinde yapılan XRD analizi sonucunda kalsit, kuvars, muskovit, albit ve hematit mineralleri tanımlanmıştır. Bu durum, harcın hazırlanmasında tuğla tozlarının ya da kil içerikli malzemelerin dolgu ve/veya renk verici agrega olarak kullanıldığını göstermektedir (Şekil 6).

Taş-4 örneği üzerinde gerçekleştirilen XRD analizi sonucunda çeşitli silikatlar ve kil mineralleri tespit edilmiştir. Hematit, taşın dokusunda yer alan ve taşa rengini veren, fissürlerdeki demir bileşiklerine işaret etmektedir. Silikatlar, taşın kristalce zengin camı yapısını karakterize etmektedir. Bentonit ve montmorillonit minerallerinin tespit edilmesi, taşın killi bir iç yapısının olduğunu düşündürmektedir. Tespit edilen mineraller, taş örneğinin tufik karakterde olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, örneğin petrografi analizi ile de uyumludur.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Fatih Camii'nin onarımında kullanılan karakteristik harç, sıva ve taş örneklerinin temel fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş, petrografik analizleri yapılmış ve XRD analizi ile mineralojik kompozisyonları tespit edilmiştir.

XRD sonuçları, sıva ve harçların bağlayıcı alanlarında kalsit ve silisyum oksit yanında çeşitli hidrate kalsiyum silikat bileşiklerinin de bulunduğunu göstermektedir. Bu mineralojik kompozisyon, onarım sırasında kireç ile çimentodan oluşan ve melez harç karakteri taşıyan malzemelerin kullanılmış olduğuna işaret etmektedir. Kızdırma kaybı verileri XRD sonuçları ile uyumludur. Ayrıca, sıva ve harçların üretiminde, uygulanacakları yerlere göre renklendirici katkıları da ilave edildiği mineralojik analizlerle belirlenmiştir.

Alınan taş örnekler üzerinde yapılan petrografik ve mineralojik analizler sonucunda caminin inşasında kristalce zengin tuf türleri kullanıldığı tespit edilmiştir. Volkanik orijinli bu taşlar üzerinde yapılan fiziksel testler, düşük birim hacim ağırlıklarına ve yüksek su emme ve nispeten yüksek porozite oranlarına sahip olduklarını göstermektedir. Bu durum taşların kapilarite etkilerine hassas olduklarını ifade etmektedir.



Fotoğraf 11. Cephe yüzeylerinde yapılan ve özgün yüzeylerle bütünlük göstermeyen imitasyon şeklinde sıva kaplama uygulamaları.



Fotoğraf 12. Cephenin zemin bölgelerinde bu kaplama malzemelerinde kapilariteye bağlı ortaya çıkan hasarlar.



Fotoğraf 13. Son cemaat bölgesindeki sütunların yüzeyinde bulunan farklı renklerdeki kaplama uygulamaları.

Cami cephelerinin taş yüzeylerine ve son cemaat yerindeki sütunlara uygulanan sıva ve imitasyon malzemelerinin mevcut taş yüzeyle yeterli aderansı sağlamadığı ve yüzeyden kolaylıkla ayrılabilir durumda olduğu görülmektedir. Ayrışma ve çeşitli malzeme problemlerinin özellikle zemine yakın yerlerdeki onarım malzemelerinde yoğunlaşması dikkat çekmektedir. Bu durum, zeminden kapilarite yoluyla gelen su ve nem etkisine işaret etmektedir. Yüzeyle uygulanan imitasyon şeklindeki onarımlar, görsel açıdan bir bütünlük sağlamamakla beraber özgün yüzeyle karşılaştırıldığında farklı doku ve renklere sahip oldukları dikkat çekmektedir (Fotoğraf 11, 12).

Son cemaat yerindeki sütunlar üzerine yapılan onarımlarda da cephe yüzeylerinde karşılaşılan malzeme ve uygulama sorunlarına benzerlik göstermektedir. Sütunların yüzeylerine farklı renklerde onarım uygulamaları yapıldığı görülmektedir (Fotoğraf 13). Bu uygulamanın, cephelerde olduğu gibi özgün yüzey karakteristiğinin yansıtılması kaygılarından ileri geldiği düşünülebilir. Ancak, kaplama altındaki özgün yüzeyin farklı bir karakter taşıdığı ayrışan bölgelerden de anlaşılmaktadır.

Caminin dış duvar taş yüzeylerinde, iç mekanda zemine yakın duvar yüzeylerinde, kalem işi ve bezemelerde nem etkisine bağlı olarak meydana gelen hasarlar, onarım sırasında yapılan drenaj sisteminin fonksiyonel olmadığını ve drenaj çukurunun tekrar açılarak uygulamanın yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Sağlıklı bir drenaj sistemi planlamasının ardından, yapılacak onarımın türü, kullanılacak onarım malzemesi ve yöntemin tespit edilmesi gerekmektedir. Yukarıda sözü edilen malzeme sorunlarına neden olan temel problem tam anlamıyla çözülmeyen, çağdaş onarım malzemeleri kullanılarak onarım yapılmış olması, bu onarım çalışmasının amacına ulaşamadığını göstermektedir.

KAYNAKÇA

Moropoulou vd. 2000:

A. Moropoulou/A. Bakolas/K. Bisbikou, Physico-chemical adhesion and cohesion bonds in joint mortars imparting durability to the historic structures, *Construction and Building Materials*, 14,35-46.

Moropoulou vd. 2004:

A. Moropoulou/A. Bakolas/S. Anagnostopoulou, Composite materials in ancient structures, *Cement and Concrete Composites*.