

HASANKEYF SULTAN SÜLEYMAN CAMİ MİNARESİ HARÇ ÖRNEKLERİNİN ARKEOMETİK ANALİZLERİ

ARCHAEO-METRIC ANALYSIS OF MORTAR SAMPLES FROM THE MINARET OF HASANKEYF SULTAN SÜLEYMAN MOSQUE

ALİ AKIN AKYOL* MESUT YILMAZ**

Öz: Hasankeyf'in aşağı şehir olarak isimlendirilen Dicle Nehri kenarındaki kesimi, Ilısu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HEPP) Projesi'nin tamamlanmasıyla büyük bir bölümü su altında kalma tehdidi ile karşı karşıya bulunmaktadır. Bu alandaki kültürel mirasın belgelenmesi, korunması ve kurtarılmasına yönelik bütünlük kurtarma projeleri oluşturulmuştur. Çalışmanın konusunu oluşturan Sultan Süleyman Cami Minaresi de, yeni Hasankeyf yerleşiminde oluşturulan arkeopark alanındaki yeni yerine bütünüyle taşınarak baraj gölü suları altında kalma tehdidinden kurtarılmıştır. Sultan Süleyman Cami Minaresi'nde gerçekleştirilen söküm işlemleri sonucu farklı seviyelerinden elde edilen derz/moloz dolgu harç örnekleri, çeşitli analitik metotlar kullanılarak arkeometrik yönden incelenmiştir. Sultan Süleyman Cami Minaresi'ne ait harç örnekler öncelikle görsel olarak incelendikten sonra yerinde ve laboratuvar ortamında fotoğraflanıp kodlanmıştır. Arkeometrik çalışmalar kapsamında örneklerin fiziksel, kimyasal ve petrografik özellikleri belirlenmiştir. Harçların birim hacim ağırlıkları ve gözeneklilik özelliklerine göre dayanım özellikleri belirlenmiştir. Bazik ortam şartlarındaki örnekler yüksek oranda suda çözünen tuzlar (anyonlar) içermektedir. Örneklerin ana agrega içeriğini kil/silt boyutundaki agregalar oluşturmaktadır. Petrografik yönden kireç türü bağlayıcı içeren harçlar genel özellikleri ile benzer halde dört farklı alt grup halinde sınıflandırılmıştır. Örneklerin agrega içeriğinde mukavemeti artırıcı olarak tuğla kırığı da belirlenmiştir. PED-XRF analizi ile harçların dolomitik özellik taşıdığı anlaşılmıştır.

Abstract: A large part of Hasankeyf that named the Lower city on the bank of the Tigris River the threat of being submerged with the completion of the Ilısu Dam and Hydroelectric Power Plant (HEPP) Project. Complementary rescue projects have been presented to document, conserve and rescue the cultural heritage within this area. The minaret of the Sultan Süleyman Mosque, the subject of this study, has been completely moved to its new location in the archeopark area created in the new Hasankeyf settlement and has been saved from the threat of being flooded by the dam lake. As a result of the dismantling operations of the minaret of the Sultan Süleyman Mosque, joint / rubble filling mortar samples that were obtained from different levels were examined archaeometrically using various analytical methods. The mortar samples from the minaret were first photographed and coded after being visually evaluated. The physical, chemical and petrographic properties of the samples were determined within the scope of archaeometric studies. The strength properties of the mortars were determined according to their unit volume weights and porosity properties. The samples contain highly water-soluble salts (anions) in basic conditions. The aggregate in clay / silt size constitutes the main aggregate content of the samples. Mortars containing petrographically lime type binders were classified into four different subgroups with similar characteristics. In the aggregate content of the samples, brick particles was also determined as increasing the strength. PED-XRF analysis revealed that the mortars employed for the minaret of the Sultan Süleyman Mosque at Hasankeyf have dolomitic properties.

Anahtar Kelimeler: Hasankeyf • Sultan Süleyman Cami Minaresi • Arkeometri • Yapı Malzemeleri • XRF

Keywords: Hasankeyf • The Minaret of Sultan Süleyman Mosque • Archaeometry • Building Materials • XRF

* Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Ankara. ☎ 0000-0002-4174-575X | aliakinakyol@gmail.com

** Restoratör-Mimar-Sanat Tarihçi, M.A., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kültür Varlıklarını Koruma Yüksek Lisans Programı, Ankara. ☎ 0000-0001-7143-4349 | yilmazmesut10@gmail.com

1- Giriş

Türkiye hızlı kalkınma süreci içindeki bir ülke olarak; su kaynaklarının geliştirilmesi yönündeki politikaları ve çalışmaları kapsamında Anadolu coğrafyasının akarsu havzalarında birçok baraj projesi yatırımları hızlı bir şekilde devam etmektedir. Bunların en önemlilerinden bir tanesi Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Dicle Nehri'nin toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesine ilişkin çalışmalar doğrultusunda, 1954 yılında Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından başlatılan ve 2006 yılında fiilen inşasına başlanan Ilisu Barajı ve Hidroelektrik Santrali Projesi'dir¹ (Fig. 1). Ilisu Barajı ve Hidroelektrik Santrali Projesi'nin rezervuar alanında kalacak olan tarihi Hasankeyf yerleşimindeki taşınmaz kültür varlıklarının korunarak gelecek nesillere aktarılabilmesi gibi önemli bir görev amacı doğrultusunda yürütülmekte olan yerinde koruma ve taşıma projeleri dünyada uygulanmış az sayıdaki önemli örneklerinden birini oluşturmuştur.

Tarihi Hasankeyf yerleşiminde yer alan ve baraj gölü suları altında kalma riski altındaki taşınmaz kültür varlıklarının korunması ve kurtarılması için yürütülen yerinde koruma ve taşıma projeleri, Kültür Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nun "Baraj Alanlarından Etkilenen Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunması" hususunda aldığı 36 sayılı İlke Kararı ile oluşturulan "Bilim Komisyonu" ve Kazı Başkanlığı görüşleri ile Diyarbakır Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu'nun kararları doğrultusunda DSİ Genel Müdürlüğü ve Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü (KÜVAM) teknik ve mali işbirliğinde gerçekleştirilmektedir². Söz konusu bu tarihi Hasankeyf yerleşiminde gerçekleştirilen yerinde koruma ve taşıma projelerinin, kapsamında Sultan Süleyman Cami Minaresi'nin "Yapı Elemanlarına Ayırarak Taşıma Yöntemi" uygulandığı Koruma ve Kurtarma (Taşıma) çalışmaları da yer almaktadır.

Hasankeyf'in aşağı şehir olarak isimlendirilen Dicle Nehri güney yakasındaki kesiminin ortasına yakın bir konumda bulunan, merkezi kazı alanının kuzey batısında konumlanan Sultan Süleyman Cami ve külliyesi, açıkta kalan kısımları dışında, arkeolojik kazılarla ortaya çıkartılmış Ortaçağ Türk dönemine ait önemli yapı ve kalıntılardan oluşmaktadır (Fig. 2). Cami ve çevresinde yer alan yapılardan oluşan külliyenin arkeolojik kazıları, ilk kez 1985 yılında Prof. Dr. Oluş Arık tarafından gerçekleştirilmiş, ardından 2010 yılında Prof. Dr. Abdülislam Uluçam tarafından sürdürülerek tamamlanmıştır³.

Sultan Süleyman Cami minaresinin kaidesinde bulunan kitabeye göre söz konusu yapılar, 1407 yılında Eyyübi sultanlarından Sultan Süleyman tarafından yaptırılmıştır. Cami, imaret, medrese ve türbelerin oluşturduğu külliyenin doğu ucunda 1432 yılında ölmüş olan Sultan Süleyman'ın türbesi yer almaktadır. Minare, bitişiğinde yer alan taç kapı ve güneyindeki çeşme ile birlikte anıtsal bir cephe özelliğini almaktadır (Fig. 2). Çeşme üzerinde yer alan kitabesinde 1416 tarihinde Sultan Süleyman tarafından yaptırıldığı yazılıdır⁴.

Sultan Süleyman Cami minaresinin, günümüze kaide, gövde ve şerefe bölümlerinin oluşturduğu yaklaşık 36 m yüksekliğe sahip bir kısmı ulaşmıştır. Şerefe üstü bölümleri ise günümüze ulaşamamıştır (Fig. 2). Kaide küfi yazılar ve geometrik motiflerle oluşturulmuş panolarla süslüdür. Gövde yatay kuşaklarla dört bölüme ayrılmıştır. Bölümler kemerli pencere şeklindeki panolar, yivler ve

¹ Sevgi *et al.* 2017, 11; Yılmaz *et al.* 2019, 32.

² Sevgi *et al.* 2017, 11.

³ Uluçam – Eliüşük 2018, 279.

⁴ Kılıcı 1987, 181; Yurddaş 2002, 171; Uluçam 2017, 17.

kemerlerle süslüdür⁵. Üzerinde bulunan kûfi yazıların bazı bölümlerinde parça kayıpları gözlenmektedir. Zemin seviyesine yakın olan bu alanların çimento içeren harç ile doldurulduğu izlenmektedir.

Sultan Süleyman Cami minaresini baraj gölü suları altında kalmaktan kurtarmak için söküm ve taşınma -birim yapı elemanlarına ayırarak taşıma uygulamasında- çalışmaları öncesinde betimsel, mimari çizim, fotoğraflama ve lazer tarama belgeleme yöntemleri kullanılarak mevcut durumun çok ayrıntılı tespiti ve belgelemesi yapılmıştır. Ardından minareyi oluşturan birim yapı elemanlarının belgeleme çizimleri üzerinde numaralandırılma sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem kullanılarak söküm çalışmasına en üst örgü sırasından başlayarak her bir örgüdeki birim yapı elemanları geleneksel el aletleri (murç, keski vb.) kullanılarak sökümleri gerçekleştirilmiş ve taşıyıcı platform üzerine alınarak taşınması gerçekleştirilmiştir⁶ (Fig. 3).

Sultan Süleyman Cami minaresinin söküm ve taşıma çalışmalarının ardından yeni Hasankeyf'te bulunan arkeopark alanındaki yeni yerinde önceden hazırlanmış moloz taş malzemeli temel kaidesi üzerine en son sökülen en alt örgü sırasını oluşturan birim yapı elemanlarından başlayarak ve numaralama sisteminde kullanılan kodlama düzeninde, aslına uygun şekilde yeniden kurulumu gerçekleştirilmiştir (Fig. 4). Minarenin yeniden kurulumunda, özgünündeki işçilik, yapım tekniği ve bağlayıcı harç malzemelerine benzer işçilik, yapım tekniği ve harç malzemesi kullanılmış ve uygulanmıştır. Kullanılan bağlayıcı harç malzemesi, söküm çalışmaları esnasında her 10 örgü sırasındaki seviyelerinden elde edilen derz/moloz dolgu harç örneklerinin arkeometrik analizleri sonuçlarında belirlenen malzeme ve oranları gözetilerek hazırlanmıştır. Minarenin yeniden kurulum çalışmaları ilk sökümü ve taşınması gerçekleştirilen en üsteki örgü sırasını oluşturan birim yapı elemanlarının yerine yerleştirilmesi ile tamamlanmıştır (Fig. 4).

Sultan Süleyman Cami minaresinde gerçekleştirilen söküm ve taşıma çalışmaları kapsamında her 10 örgü sırasındaki seviyelerinden elde edilen derz/moloz dolgu harç örnekleri, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Tarihi Malzeme Koruma ve Araştırma Laboratuvarı (MAKLAB)'nda incelenmiştir. Üzerinde gerçekleştirilen arkeometrik çalışmaların sonuçları ve değerlendirmeleri bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

2- Materyal ve Metot

Görsel olarak incelendiğinde oldukça dayanıklı olarak değerlendirilebilecek yapıyı oluşturan malzemeler çeşitli etkilerle -iklimsel, çevresel, atmosferik ve insani- olumsuz olarak etkilenmekte, kısa veya uzun vadede tuzlanma, çatlak, kırık, parça kaybı, alge-liken vb. gibi bozulmalara maruz kalarak tahrip olmaktadır.

Hasankeyf Sultan Süleyman Cami minaresinin farklı seviyelerine ait derz/moloz dolgu harçlarından oluşan örnekler önce görsel olarak alanda yerinde incelenmiş, fotoğraf ile belgelenmiş, gruplandırılmış ve analiz edilmek üzere kodlanmıştır (Tablo 1 ve Fig. 5).

Harç örneklerin birim hacim ağırlığı (doygun-kuru), gözeneklilik ve su emme oranlarını saptayabilmek için temel fiziksel testler (Tablo 2), suda çözünen toplam tuz içerikleri ile türlerinin belirlenmesi için de spot tuz testleri ve kondaktometrik analizler uygulanmıştır (Tablo 3). Harçlarda

⁵ Kılıcı 1987, 181; Yurddaş 2002, 171.

⁶ Yılmaz 2019, 132.



Fig. 1. *Ilisu Barajı ve Hidroelektrik Santrali projesi ve rezervuar alanı (DSİ Arşivi)*

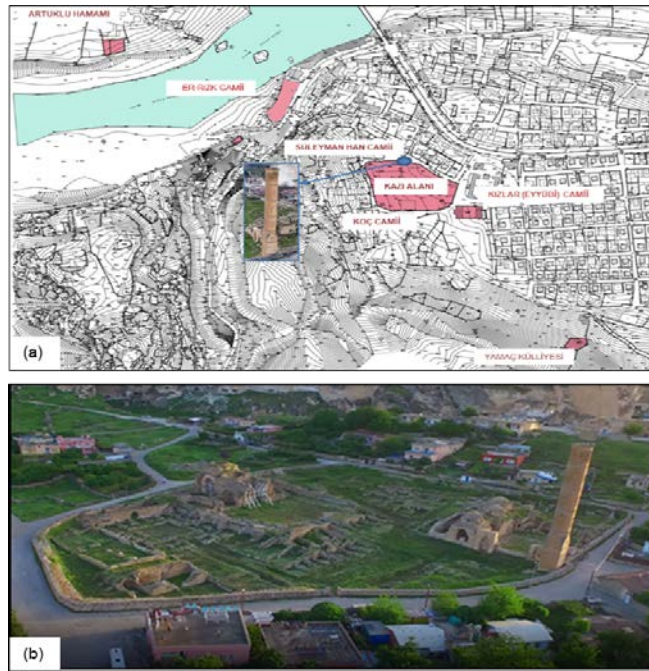


Fig. 2. *Hasankeyf Sultan Süleyman Camii ve minaresinin konumu (a) ve taşıma öncesi görünümü (b)*



Fig. 3. *Sultan Süleyman Camii minaresinin birim yapı elemanlarının numaralandırma, söküm çalışmaları (a,b) ve taşıyıcı platformların üzerine alınarak depo alanına taşınması (c)*

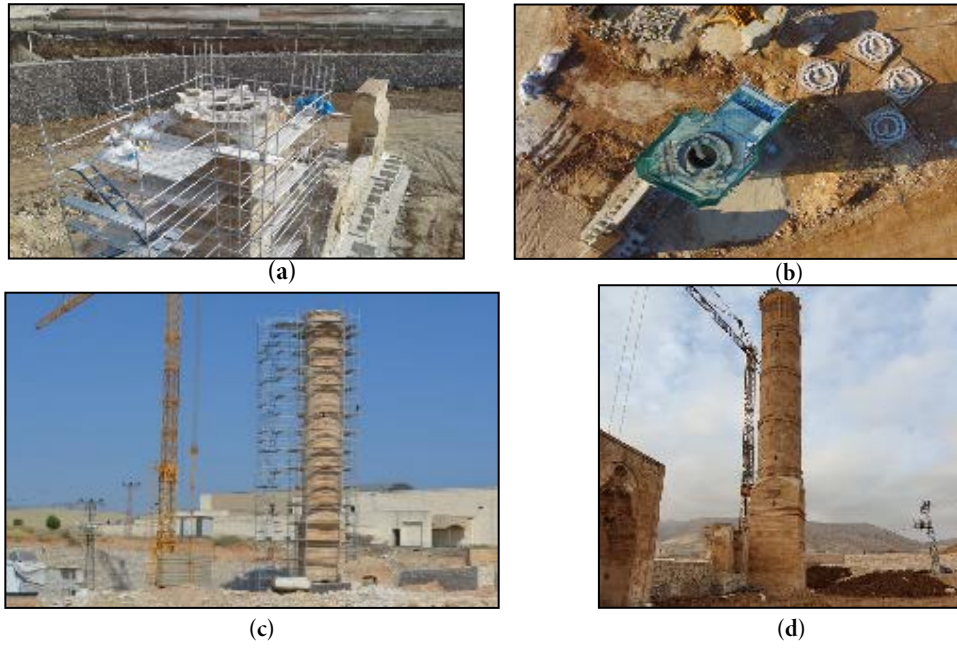


Fig. 4. Sultan Süleyman Cami minaresinin yeni Hasankeyfte bulunan arkeopark alanındaki yeni yerinde aslına uygun şekilde yeniden kurulum çalışmaları (a,b,c,d).

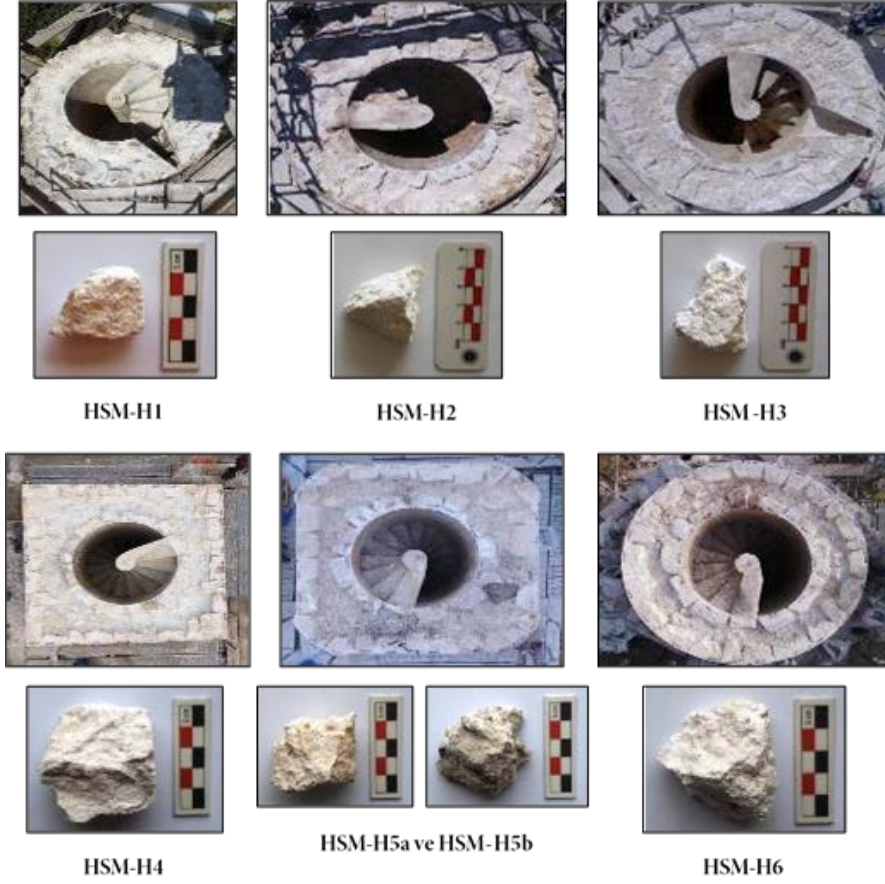


Fig. 5. Sultan Süleyman Cami Minaresi'nin sökümü esnasında harç örneklemeleri

bağlayıcı ve agrega toplam oranları ile agregaların tane boyutu dağılımlarının belirlenmesi için asidik agrega/bağlayıcı analizi ve granülometrik analizler uygulanmıştır (Tablo 4 ve Fig. 6). Örneklerin petrografik özellikleri ve tanımlamaları ince kesit optik mikroskop analizi ile (Tablo 5 ve Fig. 5), kimyasal özellikleri de X-ışını Floresans (PED-XRF) analizi ile (Tablo 7) belirlenmiştir. Örneklerin dayanım özellikleri ve kireç türü (kategorisi) Cementation Index verileri ile değerlendirilmiştir (Tablo 6).



Fig. 6. Asidik agrega & bağlayıcı analizi; (a) Asidik işlem (%5 HCl), (b) Süzme / yıkama ve (c) Kurutma işlemleri (MAKLAB Fotoğraf Arşivi)

2.1. Fiziksel Testler

Fiziksel özellikler, yapısal malzemelerin belirlenmiş standartlar içinde tanımlanabilen özelliklerinin teknik yönden ifadesidir. Malzeme türlerinin dayanımlarının belirlenmesi için su tutma kapasitesi, hacim birim ağırlığı ve gözeneklilik gibi temel fiziksel testler uygulanmıştır. Örneklerin doğrudan ölçülerek belirlenen kuru ağırlıkları, arşimet ve doymuş ağırlıkları -50 torr basınç altında- yardımıyla hacim birim ağırlıkları (doymuş-kuru BHA, g/cm^3), su tutma kapasitesi (%SEK) ve gözeneklilik (%P) değerleri belirlenmiştir⁷. Standart fiziksel testleri yapabilmek için gereken örnek miktarı standart uygulamalar -küp veya silindirik standart karot örnekler- açısından mümkün olmadığı için - arkeolojik malzeme- test uygulamaları, örnekleme ile alınan amorf harç parçaları üzerinde gerçekleştirilmiştir (Tablo 2). Analiz verilerine aşağıdaki eşitlikler kullanılarak ulaşılmıştır.

$$d = (m_{kuru}) / (m_{suda} - m_{arş})$$

$$P = ((m_{suda} - m_{kuru}) / (m_{suda} - m_{arş})) \times 100$$

$$SEK = ((m_{suda} - m_{kuru}) / m_{kuru}) \times 100$$

$$(m_{kuru} = \text{kuru ağırlık}, m_{suda} = \text{suya doymuş ağırlık}, m_{arş} = \text{su içindeki/arşimet ağırlığı})$$

2.2. pH ve İletkenlik Testleri

Farklı inşa malzeme türlerinin içeriğinde doğal olarak yer alan veya kılcal etki (kapilarite) sonucu su ile taşınan tuzlar, malzeme türlerin kendi bünyesinde veya ilişkide buldukları diğer malzeme türlerinin yapılarında oluşabilecek kimyasal dönüşümler hakkında bilgi vermektedir. Tarihi yapıya ait harç örneklerin bünyesinde yer alan suda çözünebilen tuzların miktarı ve pH değerleri ile türleri belirlenmiştir (Tablo 3). Örneklerdeki toplam tuz miktarı ölçümü için; 5 gram olarak hazırlanan örnekler 25 ml su içerisine alınarak, 1 saat süreyle santrifüj edilip süzölmüş, sonra da standart sodyum heksametafosfat eklenmiştir. Analiz için hazırlanmış olan örneklerin içerdikleri toplam tuz miktarı iletkenlik ölçer -Neukum Seri 3001 model sıcaklık-pH- iletkenlik ölçer- ile kaydedilmiş, sonuçlar

⁷ Rilem 1980.

ilgili eşitlikler kullanılarak toplam tuz miktarlarına ağırlıkça yüzde olarak (%w/w) ulaşılmıştır⁸.

2.3. Spot Tuz Testleri

Standart spot tuz testleri, örneklemeler esnasında alanda veya analizler öncesinde laboratuvar koşullarında uygulanan süreçsel anyon/kasyon testleri veya ön testlerdir. Tarihi yapılarda inşa malzeme türlerinin doğal içeriklerinin ya da çevresel/dış faktör etkileriyle (kar, yağmur, gündüz-gece sıcaklık farkları, eksoz gazları, hava kirliliği vb.) sonradan kazandıkları özellikleri tespit etmek amacıyla uygulanmaktadır. Malzemeye taşınan bu tuz türleri; potasyum, magnezyum ve sodyum tuzları olan karbonat, klorür, nitrat, nitrit, fosfat ve sülfat vb. gibi gruplardır⁹. Harç örneklerinde tuz (anyon/kasyon) türlerinin tespit edilmesi amacıyla spot tuz testleri uygulanmış, örneklerin pH dağılımları belirlenmiştir (Tablo 3). Çözeltilerde spot test türüne bağlı olarak ya şerit kullanılarak ya da reaktifler eklenerek testler gerçekleştirilmiştir. Anyon analizlerinde; standart Merck nitrit (NO₂; 108025) ve Merck nitrat (NO₃; 111170), Merck sülfat (SO₄²⁻; 114789), Merck fosfat (PO₄³⁻; kod: 114846), Merck klorür (Cl⁻; kod: 110079), Merck toplam sertlik (CO₃²⁻; kod: 110025) test kitleri kullanılmıştır.

2.4. Asidik Agregata / Bağlayıcı ve Agregata Granülometrik Analizler

Hasankeyf Sultan Süleyman Cami minaresinden örneklenen harç örneklerin bağlayıcı ve agregata oranlarının tespit edilmesi amacıyla öncelikle kuru ağırlıkları alınan örnekler daha sonrasında bağlayıcı (toplam karbonat içerik; CO₃²⁻) içeriğinden arındırılmak üzere seyreltik asitte (%5'lik HCl) bekletilmiştir. Yıkama, süzme ve kurutma işlem süreciyle (Fig. 6) kireç ve karbonat içeriğinden (bağlayıcısından) arınan ve agregata elde edilen harç örnekler, oda sıcaklığında kuruması sağlandıktan sonra tekrar tartıma alınarak ağırlıkça toplam bağlayıcı ve agregata (%w/w) oranlarına ulaşılmıştır (Tablo 4). Örneklerin içeriğinde karbonat bulunmayan agregaları sistematik elek işlemi¹⁰ uygulanarak (63-1000 µm arasındaki eleklerle) agregata tane dağılımları (granülometrik analiz) tespit edilmiştir (Tablo 4).

2.5. Petrografik İnce Kesit Optik Mikroskop Analizi

Minareye ait harç örneklerinin ince kesitleri hazırlanarak optik mikroskop altında incelenmiştir. Örneklerin ince kesitleri reçine ile sertleştirme yapılarak hazırlanmıştır¹¹. İncelemelerde üstten ve alttan aydınlatmalı optik mikroskop (LEICA Research Polarizan DMLP Model) kullanılmıştır. Dijital fotoğrafçılık mikroskoba bağlı dijital kamerayla (Leica DFC280 Model), değerlendirmeler de bilgisayar Programı (Leica Qwin Digital Imaging Programı) kullanılarak yapılmıştır. Agregatanın oluşumundaki mineraller ve kayalar Point Counting Programı ile tanımlanmıştır (Tablo 5 ve Fig. 7).

2.6. Polarized Energy Dispersive X-Işınlı Floresans (PED-XRF) Analizi

Bir elementin verdiği floresans ışınlarının dalga boyu o element için ayırdedici. Işımanın dalga boyunun saptanmasıyla elementin cinsi, saptanan bu ışının yoğunluğunun ölçülmesiyle elementin o madde içerisindeki derişimi belirlenebilmektedir¹². Hasankeyf Sultan Süleyman Cami minaresine

⁸ Black *et al.* 1965; Brady – Weil 2004; Means – Parcher 1963.

⁹ Feigl 1966.

¹⁰ TSE 2012.

¹¹ Kerr 1977; Rapp 2002.

¹² Shackley 2011.

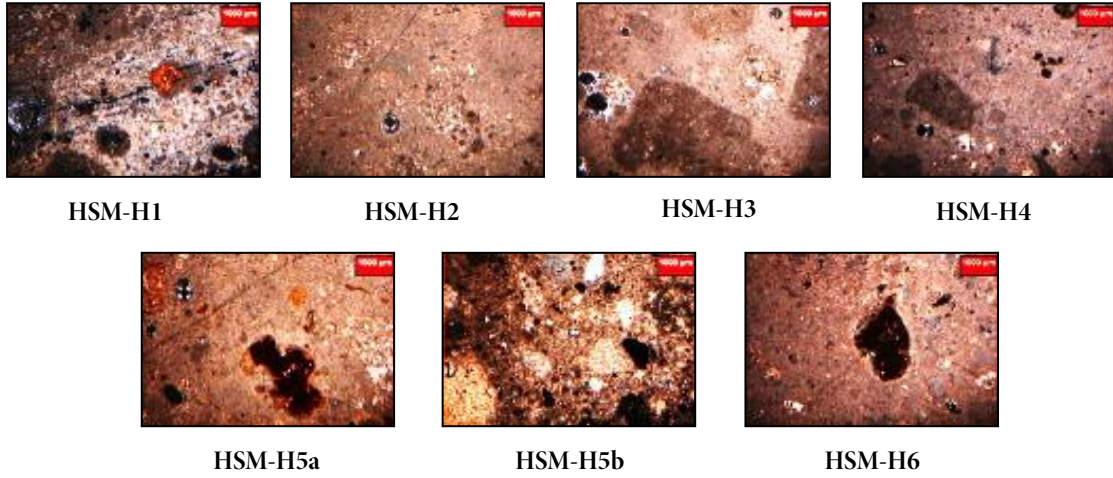


Fig. 7. Harç örneklerin ince kesit optik mikroskop altı görüntülemeleri

ait harç örneklerin kimyasal bileşimi X-Işınlı Floresans (PED-XRF) analizi ile tespit edilmiştir (Tablo 7). Analiz için belirlenen harç örneklerin agat havanda toz şekline getirilmesi sonrasında 32 mm'lik diskler -wax ile karıştırılıp preslenerek- oluşturulmuş ve analizi -atom numarası 11 olan sodyumdan, 92 olan uranyuma- yapılmıştır. Bu çalışmada, Polarized Energy Dispersive-XRF (PED-XRF) spektrometre (X-LAB 2000 model) kullanılmıştır. Analiz kapsamında az (%1) ve temel elementler (>%1) oksit yüzdeleri (%) şeklinde, iz elementler ise milyonda bir (ppm) derişimle verilmiştir. Analizde Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma (USGS) standartları ve referans olarak GEOL, GBW-7109, ve GBW-7309 kullanılmıştır.

Harç örneklerin kireç türü (hidroliklik özelliği ile) ve dayanım özellikleri, örneklerin kimyasal bileşim özellikleri ile elde edilen Cementation Index (CI) verileri yardımı ile değerlendirilmiştir¹³. Cementation Index; asit ile çözünebilen kısmın bazlar ile çözünebilen kısma oranıdır. Kireç içeren harçların agrega içeriği ve türüne bağlı olarak yağlı harç (YK), hidrolik harç (ZHK, OHK ve HK) ya da çimentolaşma özelliğindeki harç (DÇ ve DÇ/Ç) olarak ayrımı yapılmaktadır. Harçların toplamdaki agrega içeriği %5'in altında olan yağlı harçlar kireç oranı, yani CaO oranı yüksek harçlardır. Harçların toplamdaki agrega oranı %5'in üzerinde olan harçlar, CaO oranı düşük hidroliklik özelliği olan harçlardır. Bu tür harçların bileşiminde silisyum (SiO₂), alüminyum (Al₂O₃) ve demir (Fe₂O₃) oranı yüksektir (Tablo 6).

3- Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeler

Tarih içinde çeşitli dönemlerde geçirdiği değişiklikler ve uğradığı tahribat ile Hasankeyf Sultan Süleyman Cami minaresinin korunmasına yönelik olarak arkeometrik yapı malzeme analizleri, alanda gerçekleştirilen örnekleme çalışmaları sonrasında başlatılmıştır (Tablo 1 ve Fig. 5).

Harç örneklerin arkeometrik incelemeleri; alanda ve laboratuvar ortamında görsel olarak değerlendirilmiş, malzeme türlerine göre gruplandırılması gerçekleştirilmiş, fotoğraf ile belgelenmiş ve kodlanmıştır (Tablo 1 ve Fig. 5).

Arkeometrik incelemeler doğrultusunda, harçların fiziksel, kimyasal ve petrografik özellikleri çeşitli arkeometrik yöntemler uygulanarak değerlendirilmelerde bulunulmuştur.

¹³ Boynton 1980.

Minarenin farklı seviyelerine ait amorf yapıdaki derz/moloz dolgu harçlarına temel fiziksel testler uygulanmıştır. Harç örneklerin doygun/kuru birim hacim ağırlıkları sırasıyla 2,07-2,38 g/cm³ (ort. 2,28 g/cm³) / 1,18-1,50 g/cm³ (ort. 1,38 g/cm³) arasında, toplam su emme kapasiteleri %18,39-43,01 (ort. %29,21) arasında ve toplam gözeneklilikleri de %27,52-50,58 (ort. %39,08) arasındaki değerlerdedir (Tablo 2). Harç örnek seti kendi içinde değerlendirildiğinde; yapısal özellikleri ile düşük yoğunluklu ve yüksek oranda gözenekli yapıya sahip olan HSM-H6 örneği, harç örnekler içinde en düşük, yüksek yoğunluklu ve düşük oranda gözenekli yapıya sahip HSM-H1 örneği de en yüksek dayanım verileri sunan örnektir (Tablo 2).

Harç örneklerin suda çözünen toplam tuz miktarları, içerdiği tuz (anyon) türleri ile pH değerleri belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri zayıf bazik ortam şartlarını yansıtır şekilde 7,85-8,51 arasındaki (ort. 8,18) değerlerdedir (Tablo 3). Aynı örneklerin içerdiği toplam tuz miktarı da %1,31-4,06 (ort. %2,39) arasında değişmektedir (Tablo 3). Örnekler içinde HSM-H4 örneği en yüksek, HSM-H1 örneği de en düşük toplam tuz içeriğine sahip örneklerdir. Kondaktometrik iletkenlik analizi uygulanan harçlar yüksek değerlerde toplam tuz içeriklerine sahiptir -toprakta >%0,15 yüksek miktarda tuzlanmayı işaret etmektedir¹⁴.

Harç örnekler içerdikleri tuz türleri açısından değerlendirildiğinde; örnekler düşük miktarda nitrit (0,025 mg/L), sülfat (20 mg/L), klorür (3 mg/L), ortalama/yüksek miktarda karbonat (80, 112 ve 192 mg/L) türlerinde tuzlanmalar içermektedir (Tablo 3). Örneklerde nitrat ve fosfat türü tuzlanmalar belirlenmemiştir (Tablo 3).

Minareye ait harçların toplam bağlayıcı/agrega oranları asidik agrega/bağlayıcı analizi ile belirlenmiştir. Harç örneklerin toplam agrega -karbonat içermeyen- içerikleri %0,31-45,63 (ort. %9,25) arasında değişim göstermektedir (Tablo 4). Sadece toplam agrega/bağlayıcı oranları açısından yapılacak bir değerlendirme ile özgün nitelik taşıyan harçların oldukça düşük (HSM-H1 dışında) oranda toplam agrega içeriklerinin bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Harç örneklerin toplam agrega oranları, yüksek bağlayıcı oranı nedeniyle geleneksel/standart uygulamalarda görülen 2:1 (agrega: bağlayıcı) karışım oranının çok uzağındadır. Örnekler içinde HSM-H1 örneği diğer örneklerden daha yüksek oranda toplam agrega içeriği ile oldukça farklı agrega/bağlayıcı yapısı sergilemektedir. Bu örnekte çözünmeyen tüm kısım agrega olarak anılsa da dolomitik içerikten de kaynaklanmaktadır. Minarenin bu seviyesinde farklı agrega/bağlayıcı dağılımı içeren bir harç karışımı tercih edilmiş olmalıdır.

Minarenin taşlarının derzlerinden örneklerek agrega/bağlayıcı analizine tabi tutulan harçların asidik işlem sonrası elde edilen agregaları, sistematik elemelerden geçirilerek granülometrik ayrımları <63 µm – 1000 < µm elek aralığında 6 farklı bölümlene ile yapılmıştır (Tablo 4). Harç örneklerde kil/silt (<63 µm Ø) boyutlu agrega oranı %5,52-46,75 (ort. %30,01) arasındaki değerlerdedir (Tablo 4). Harçların çok iri kum boyutlu (>1000 µm Ø) agrega içerikleri %6,15-21,11 (ort. %13,33) arasındaki değerlerdedir (Tablo 4). Analiz edilen örneklerin silt/kum boyutlu agrega içeriğini de toplam kil/silt ve çok iri kum dışındaki agregalar -%100'e tamamlanan oranda- oluşturmaktadır. Harç örneklerin ana agrega içeriklerini -HSM-H1 ve HSM-H5b dışında- kil/silt boyutundaki (<63 µm Ø) agregalar birlikte oluşturmaktadır¹⁵ (Tablo 4). Harç örneklerin agrega boyutu dağılımları genel olarak (HSM-H1 ve HSM-H5b dışında) benzerlik taşımaktadır (Tablo 4).

¹⁴ Dursun *et al.* 2008.

¹⁵ Wentworth 1922.

Örnekler	Açıklamalar
HSM-H1	Minare 2,5 m seviyesinden dolgu harcı (F-14)
HSM-H2	Minare 11 m seviyesinden dolgu harcı (E-1)
HSM-H3	Minare 12,5 m seviyesinden dolgu harcı (D-20)
HSM-H4	Minare 25,5 m seviyesinden dolgu harcı (B2)
HSM-H5a	Minare 23 m seviyesinden dolgu harcı (B12)
HSM-H5b	Minare 23 m seviyesinden dolgu harcı (B12)
HSM-H6	Minare 21,5 m seviyesinden dolgu harcı (C5)

Tablo 1. *Hasankeyf Sultan Süleyman Cami Örnekleri*

Örnekler	BHA-Doygun (g/cm ³)	BHA-Kuru (g/cm ³)	SEK (%)	P (%)
HSM-H1	2,07	1,50	18,39	27,52
HSM-H2	2,37	1,43	27,87	39,80
HSM-H3	2,34	1,33	32,57	43,26
HSM-H4	2,38	1,29	35,56	45,85
HSM-H5a	2,29	1,44	25,96	37,32
HSM-H5b	2,14	1,34	27,92	37,42
HSM-H6	2,38	1,18	43,01	50,58
Ortalama	2,28	1,38	29,21	39,08

Tablo 2. *Harç örneklerinde temel fiziksel testler*

(BHA: Birim Hacim Ağırlığı, SEK: Su Emme Kapasitesi, P: Porozite)

(*) Testlerin minimum deteksiyon limitleri; (NO₂⁻): 0,025 mg/L, (NO₃⁻): 10 mg/L, (SO₄²⁻): 20 mg/L,(Cl⁻): 3 mg/L, (CO₃²⁻): 4 mg/L, (-): Hassasiyet sınırı altında kalan miktar (**) 100 mL suda

Örnekler	Nitrit (NO ₂ ⁻)	Nitrat (NO ₃ ⁻)	Fosfat (PO ₄ ³⁻)	Sülfat (SO ₄ ²⁻)	Klorür (Cl ⁻)	Karbonat (CO ₃ ²⁻)	pH	SS (%)
HSM-H1	0,025*	-*	-*	20*	3*	192*	7,85**	1,31**
HSM-H2	-	-	-	-	3	112	8,21	1,47
HSM-H3	0,025	-	-	-	3	112	8,30	1,77
HSM-H4	-	-	-	-	3	80	8,12	4,06
HSM-H5a	-	-	-	-	3	112	8,02	3,21
HSM-H5b	-	-	-	-	3	80	8,51	1,47
HSM-H6	-	-	-	-	3	80	8,23	3,44
Ortalama							8,18	2,39

Tablo 3. *Harç örneklerinde spot tuz testleri, pH ve Suda çözünen toplam tuz oranı (SS)*

(*) TA: Toplam agrega oranı, TB: Toplam bağlayıcı oranı

Örnekler	TB (%)*	TA (%)*	<63 μm Silt-kil	>63 μm Çok ince kum	>125 μm İnce kum	>250 μm Ortalama kum	>500 μm İri kum	>1000 μm Çok iri kum
HSM-H1	54,37	45,63	5,52	14,44	18,78	22,97	18,96	19,32
HSM-H2	99,53	0,47	39,19	9,63	7,94	12,16	9,97	21,11
HSM-H3	99,69	0,31	32,10	10,08	9,55	12,20	29,44	6,63
HSM-H4	99,56	0,44	37,75	10,79	12,58	10,79	18,43	9,66
HSM-H5a	97,17	2,83	46,65	6,52	12,25	17,24	11,20	6,13
HSM-H5b	85,51	14,49	17,66	10,68	18,94	20,37	20,06	12,29
HSM-H6	99,42	0,58	31,17	10,17	11,67	13,17	15,67	18,17
Ortalama	90,75	9,25	30,01	10,33	13,10	15,56	17,68	13,33

Tablo 4. Harç örneklerinde agrega/bağlayıcı ve granülometrik analizler

Harç Grupları	MTB (%)	MTA (%)	Matriks Bağlayıcı İçeriği (%100)				Matriks Agrega İçeriği (%100)		
			Kireç	Kil	Çm	M/A	Kayaç & Mineraller*	TK	Org
Grup 1	60	40	85	15	-	-	98 (Q,K,Ç,Pl,Op)	2	-
Grup 2	60	40	75	25	-	-	99 (Q,K,Ç,Pl,Op)	1	-
Grup 3	55	45	70	30	-	-	98,5 (Q,K,Ç,Pl,Op,Sr)	1,5	-
Grup 4	40	60	80	20	-	-	97,5 (Q,K,Ç,Pl,Op,Sr)	2,5	-

Grup 1: HSM-H1 Grup 2: HSM-H2, HSM-H3, HSM-H4, HSM-H6 Grup 3: HSM-H5a Grup 4: HSM-H5b

(*) Ç: Çört, Çm: Çimento, K: Kireçtaşı, M/A: Mermer Tozu/Alçı, MTA: Matriks Toplam Agrega Oranı, MTB: Matriks Toplam Bağlayıcı Oranı, Op: Opak Mineraller, Org: Organik İçerik, Pl: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Sr: Serizit, TK: Tuğla Kırığı Parçaları

Tablo 5. Harçların petrografik özellikleri

(*) LOI: Yüksek Sıcaklık Fırınında 950°C'de Kızdırma ile Ağırlık Kaybı (Loss on Ignition)

Element	Birim	HSM-H1	HSM-H2	HSM-H3	Ortalama
Na ₂ O	%	0,056	0,042	0,042	0,047
MgO		19,96	18,03	17,72	18,57
Al ₂ O ₃		0,149	0,154	0,178	0,160
SiO ₂		0,824	0,930	0,879	0,878
P ₂ O ₅		0,003	0,004	0,003	0,003
SO ₃		0,211	0,178	0,137	0,175
Cl		0,694	0,044	0,048	0,262
K ₂ O		1,39	0,100	0,106	0,533
CaO		28,40	37,07	36,13	33,87
TiO ₂		0,012	0,012	0,016	0,013
V ₂ O ₅		0,010	0,012	0,001	0,008
Cr ₂ O ₃		0,002	0,002	0,002	0,002

MnO		0,003	0,011	0,003	0,006
Fe ₂ O ₃		0,081	0,093	0,112	0,095
LOI*		48,52	43,72	44,82	45,69
Co	ppm	4,6	2,6	5,7	4,3
Ni		7,3	5,6	4	5,6
Cu		3,1	4,1	1,5	2,9
Zn		2,3	2,1	2,5	2,3
Ga		1,2	2,6	1,3	1,7
Ge		0,3	0,3	0,3	0,3
As		0,6	0,5	0,3	0,5
Se		0,4	0,3	0,2	0,3
Br		9,5	1,9	3	4,8
Rb		3,7	0,8	0,5	1,7
Sr		52,7	60,5	56,3	56,5
Y		0,3	0,4	1,2	0,6
Zr		4	4,2	4,5	4,2
Nb		2,5	2,8	2,7	2,7
Mo		2,3	2,5	3,9	2,9
Cd		0,7	0,8	0,8	0,8
In		0,7	0,7	0,8	0,7
Sn		0,9	1	0,8	0,9
Sb		0,8	0,8	2,4	1,3
Te		1,1	1,1	1,1	1,1
I		1,9	1,9	1,9	1,9
Cs		3,4	3,3	3,3	3,3
Ba		19,2	4,9	17,7	13,9
La		16,9	7,1	14,2	12,7
Ce		9,9	14,4	9,6	11,3
Hf		2,4	2,3	2,1	2,3
Ta	1,8	2	2	1,9	
W	1,6	1,7	1,7	1,7	
Hg	0,5	0,6	0,6	0,6	
Tl	0,5	0,6	0,6	0,6	
Pb	1,5	4,1	2,7	2,8	
Bi	0,4	0,5	0,4	0,4	
Th	0,4	0,6	0,9	0,6	
U	6,5	7,5	7,6	7,2	

Tablo 7. Harç örneklerin PED-XRF analizi sonuçları

Harç örnekler asidik agrega/bağlayıcı analizinden geçirildikten sonra elde edilen agregaların içeriği ve tanecik türleri binoküler mikroskop altında incelenmiştir. Harçların içeriğine ait agregaların fiziksel yapılarının yoğunlukla ince ve kırıklı/köşeli taneli bir yapı sergilediği, ayrıca daha az oranda iri ve yuvarlanmış agregaları da birlikte içerdiği görülmektedir. HSM-H1 örneğinin agrega içeriği diğer örneklerden farklıdır. Bu örnekte çözülmeyen -kalsitten daha az çözünen dolomitik- kısım, ince kesit optik mikroskop ile PED-XRF analizlerinde ele alınmıştır.

Harç örnekler, ince kesit optik mikroskop analizi ile petrografik yönden detaylı olarak incelenmiştir. Agregabağlayıcı bileşimleri incelenen harç örnekler 4 farklı grup altında sınıflandırılmıştır (Tablo 5 ve Fig. 7). Tümü özgün nitelik taşıyan harç örneklerin bağlayıcı içeriğini; kireç/kil karışımı bağlayıcıların oluşturduğu belirlenmiştir (Tablo 5 ve Fig. 7).

Minareye ait harçlarda ince kesit optik mikroskop analizi ile belirlenen toplam matris agrega içeriği %40-60 arasında değişmektedir (Tablo 5). Harçların tümünün agrega içeriğinde tuğla kırığı parçalarının (toplam agreganın %1, %1,5 ve %2'si oranlarında) bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 5 ve Fig. 7). Harç örneklerden 23 m seviyesinden örneklenen HSM-H5a ve HSM-H5b örnekleri diğer örneklerden farklılık göstermektedir. Her ne kadar bu örnekler farklı mineral ve kayaç yapısına sahipse de örneklerin agrega/bağlayıcı yapılarında görülen (agregabağlayıcı oran ve dağılımlarına ait) benzerlikler, bu uygulamaların aynı dönemde yapıldığına işaret etmektedir.

Analize uygunluğu ile harç örnekler arasından seçilen HSM-H1, HSM-H2 ve HSM-H3 örneklerinin kimyasal bileşimlerine PED-XRF analizi ile ulaşılmıştır (Tablo 7). Harç örneklerin ana (>%1) element içeriğini azalan oranda LOI (toplam karbonat, ort. %45,69), CaO (ort. %33,87) ve MgO (ort. %18,57) oluşturmaktadır (Tablo 7). İncelenen harçlar içinde HSM-H1 örneğinin ana (LOI, CaO, K₂O ve Cl gibi) ve eser element (Ni, Br ve Rb gibi) bileşimi diğer örneklerden farklılaşmaktadır (Tablo 7). Diğer iki örneğin ana ve eser element içerikleri ise oldukça benzerdir. İnce kesit optik mikroskop analizini destekler nitelikte harç örneklerin petrografik yapılarında görülen benzerlikler ve farklılıklar, örneklerin kimyasal içeriklerinde de izlenebilmektedir. Özellikle örneklerin yüksek MgO içeriğinin tüm harçların ortak yapısını oluşturduğu PED-XRF analizi ile açıkça anlaşılmıştır. Örneklerin tümünde asidik işlem ile çözülmeyen dolomitik [CaMg(CO₃)₂] bir yapı mevcuttur (Fig. 7). Dolomit, kireçtaşlarından CaO'nin yerini kısmen veya tamamen MgO'in alması ile oluşmaktadır. Çoğu dolomitler, yüksek tuzlulukta sular tarafından kalsiyum karbonatlı sedimanların veya kayaçların alterasyonu ile oluşmuşlardır. Kalsit, seyreltilmiş HCl çözeltisinde dolomitten çok daha fazla çözünmektedir.

Harç örneklerin PED-XRF analizi ile elde edilen verileri üzerinden Cementation Index (CI) değerlerine ulaşılmıştır (Tablo 6). Harçların dayanım özellikleri ve kireç türleri hakkında fikir veren bu veriler, örneklerin tümüyle benzer özellikte (örneklerin tümü yağlı kireç-YK türünde) olduğunu göstermiştir. Harç örneklerin CI değerleri ort. 0,05 değerindedir (Tablo 6). Harç örneklerin CI verileri örneklerin dayanımları hakkında da veriler sağlamaktadır. CI verileri yüksek örneklerin hidroliklik ya da dayanım özellikleri de yüksektir. İncelenen harçlar oldukça düşük değerlerde CI verilerine yani oldukça düşük dayanımlara sahiptirler.

4- Tartışma ve Sonuçlar

Hasankeyf Sultan Süleyman Cami minaresinin, "Birim Yapı Elemanlarına Ayırarak Taşıma Yöntemi" uygulanarak, baraj gölü suları altında kalmaktan kurtarılması çalışmalarında %30'luk özgün bir birim yapı elemanı kaybı oluşabileceği öngörülmüştür. Ancak gerçekleştirilen sökülme ve taşıma çalışmalarında bu oranın çok altında bir oran olan %2 birim yapı elemanı kaybı ile 2 km uzaklığa ve

daha yüksek bir kota taşınmıştır. Söküm çalışmaları esnasında her 10 örgü sırasındaki seviyelerinden elde edilen derz/moloz dolgu harç örnekleri çeşitli analitik metotlar kullanılarak arkeometrik yönden incelenmiş, tanımlanmış, sınıflandırılmış ve malzeme açısından belgelenmiştir. Malzeme analizi çalışmaları ile minarenin hem yapısal yönden tanımlanması ve belgelenmesi, hem de yenisinden kurulumunda kullanılan özgün bağlayıcı harç malzemelerine eşdeğer malzeme seçimi ve oranlarının belirlenmesi açısından da önemli rol oynamıştır.

Tümü özgün nitelik taşıyan harç örneklerin agregalarının fiziksel ve petrografik analizleri de dikkate alınarak zengin içerikli akarsu yatağı -Dicle Nehri havzasına ait- malzemesi olan, genel bir eleme sonucu seçilmiş belli tane boylarındaki agregalardan oluştuğu belirlenmiştir. Harçların içeriğini oluşturan akarsu yatağına ait yoğunlukla silt boyutlu agregalar yerel kayaç formasyonunu yansıtmaktadır¹⁶.

Minarenin özgün taş derz/moloz dolgu harçları ince kesit optik mikroskop analizi ile tanımlanmıştır. Harçlar kireç (%70-85) ve kil (%15-30) karışumlu bağlayıcı içeriğine sahiptir. Koruma ve onarım alanının en temel yaklaşımı özgün/orijinal malzeme (harçla) uyumlu onarımlarda bulunulmasıdır. Gerçekleştirilen bütüncül arkeometrik çalışmaların ışığı altında minarenin özgünündeki işçilik, yapım tekniği ve bağlayıcı harç malzemelerine benzer şekilde yeniden kurulum uygulamalarında harç onarımları için (ağırlıkça);

- %25 oranında kireç içeren homojen olarak karıştırılacak bağlayıcının içerisinde (ince kesit optik mikroskop analizi baz alınarak),
- %35 oranında dişli/kırıklı, elenmiş, yıkanmış, dağılımı analiz edilen harçlarla uyumlu yerel akarsu yatağı malzemeli (ortalama %45 oranında ortalama/iri/çok iri kum boyutlu, %25 oranında silt ve çok ince/ince kum boyutlu ve %30 oranında da <63 µm kil/silt boyutlu agrega karışımından oluşan) agrega (asidik agrega/bağlayıcı analizi baz alınarak),
- %20 oranında öğütülmüş, elenmiş kireçtaşı tozu/kırığı (asidik agrega/bağlayıcı ve ince kesit optik mikroskop analizleri baz alınarak),
- %18 oranında kil (tercihen pozolonik özellikte tuf) ve
- %2 oranında tuğla kırığı parçaları (ince kesit optik mikroskop analizi baz alınarak) içeren *kireç harcı* kullanılmıştır.

Uygulamada kullanılan kireç harçları, söndürülmüş ve dinlendirilmiş kireçten oluşan (doğal) uygulama harçlarıdır. Bu tür harçlar mukavemet açısından orta ve uzun vadede yapılar için daha başarılı dayanım özelliğine sahiptirler. Harca eklenen tuğla kırığı parçaları da teknolojik bir başarı olarak döneminin de bilinçli harç karışımını temsilen nemlenmenin etkisi ile harçta oluşabilecek ayrışmanın önüne geçecek bir özellik taşımaktadır.

Bir restorasyon çalışması için arkeometrik analizler, hem belgeleme hem koruma/onarıma yönelik uygulamalar için oldukça önemli bir role sahiptir. Bu çalışma, Hasankeyf Sultan Süleyman Cami Minaresi'nin yeni yerinde korunmasına (konservasyonuna) yönelik olarak gerçekleştirilen arkeometrik analizler ile elde edilen veriler üzerinden planlanan onarım (restorasyon) uygulamaları ile kendi çapında hem farklı, hem de bir ilk çalışma olarak alanda yerini alacak uygulamalar içeren bir nitelik taşımaktadır.

¹⁶ Akyol – Kadioğlu 2012; Eskici *et al.* 2008.

BİBLİYOGRAFYA

- Akyol – Kadioğlu 2012 A. A. Akyol – Y. K. Kadioğlu, “Hasankeyf Artuklu Köşkü Arkeometrik Çalışmaları”. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* I/2 (2012) 29-42.
- Black *et al.* 1965 C. A. Black, D. D. Evans, L. E. Ensminger, J. L. White – F. E. Clark, *Methods of Soil Analysis No. 9 in the Series Agronomy, American Society of Agronomy, Wisconsin* 1965.
- Boynton 1980 R. S. Boynton, *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*. New York 1980.
- Brady – Weil 2004 N. C. Brady – R. R. Weil, *Elements of the Nature and Properties of Soils*. New Jersey 2004.
- Dursun *et al.* 2008 H. Dursun, M. Y. Dizdar, Ş. Kırıştioğlu, İ. Özcan – Y. Hamurkar, *Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat*. Ankara 2008.
- Eskici *et al.* 2008 B. Eskici, A. A. Akyol – Y. K. Kadioğlu, “Hasankeyf Zeynel Bey Türbesi Malzeme Analizleri ve Koruma Sorunları”. *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi* 8 (2008) 15-30.
- Feigl 1966 F. Feigl, *Spot Test in Organic Analysis*. Amsterdam 1966.
- Kerr 1977 P. F. Kerr, *Optical Mineralogy*. New York 1977.
- Kılıcı 1987 A. Kılıcı, “Hasankeyf Vakıf Eserleri”. *V. Vakıf Haftası, Restorasyon ve Vakıfların Ekonomik ve Sosyal Etkileri Semineri*. Ankara (1987) 159-187,
- Means – Parcher 1963 R. E. Means – J. V. Parcher, *Physical Properties of Soils*. Ohio 1963.
- Rilem 1980 Rilem, *Research and Testing, Materials and Construction* 13. Paris 1980.
- Rapp 2002 G. Rapp, *Archaeomineralogy*. Berlin 2002.
- Sevgi *et al.* 2017 S. Sevgi, M. Çetin – M. Yılmaz, “Hasankeyf Zeynel Bey Türbesi'nin Koruma ve Kurtarma (Taşıma) Projesi”. *Kâgir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri IX Bildirileri*. İstanbul (2017) 10- 37.
- Shackley 2011 M. S. Shackley, *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*. London 2011.
- TSE 2012 TSE/Türk Standartları Enstitüsü, *Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler, Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini - Eleme Metodu*. Ankara 2012.
- Uluçam 2017 A. Uluçam, “Hasankeyf'teki Kültürel Mirasın Bugünkü Durumu”. Ed. E. Taş, *XX. Uluslararası Ortaçağ ve Türk Dönemi Kazılar ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri*. Sakarya (2017) 14-36.
- Uluçam – Eliüşük 2011 A. Uluçam – M. Eliüşük, “Hasankeyf kazıları 2004-2017”. *Batman Müzesi İhsu Barajı Kurtarma Kazıları*. Batman (2018) 263-290.
- Wentworth 1922 C. K. Wentworth, “A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments”. *Journal of Geology* 30 (1922) 377-392.
- WCD 2001 WCD/ The World Commission on Dams, *Heritage at Risk 2001-2002: Dams and Cultural Heritage*. <https://www.icomos.org/risk/2001/dams2001.htm#> (Erişim Tarihi 18.01.2019).
- Yılmaz 2019 M. Yılmaz, “Yok Olma Riski Altındaki Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunma Yöntemleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara 2019.

Yılmaz *et al.* 2019

M. Yılmaz, B. Eskici, M. Eliüşük, S. Akgönül – Y. S. Şener, “Hasankeyf Mardinike Külliyesi Kalıntılarının Sağlamlaştırılması ve Su Altında Korunmasına Yönelik Uygulama Çalışmaları”. *MASROP E-Dergi*, 13/1 (2019) 30-51.

Yurttaş 2002

H. Yurttaş, “Hasankeyf de Artuklu, Eyyübi, Akkoyunlu ve Osmanlı Dönemi Mimari Eserleri”. *Türkler* 8. Ankara (2002) 100-101.