

Sillyon Antik Kenti Roma Hamamı Yapısında Arkeometrik Analizler

Archaeometric Analyses of the Roman Bath at the Ancient City of Sillyon

Murat Eroğlu - Ali Yaşar - Yusuf Kağan Kadioğlu*

Öz: Bu alışmada, Sillyon antik kentinde (Antalya) bulunan Roma Hamamı'na ait harç örneklerinin korunmasına yönelik özelliklerinin arkeometrik yöntemlerle tespiti amaçlanmıştır. İncelenen yapı malzemelerinde kullanılan harç örnekleridir. Örneklenen yapı malzemeleri ve hammadde örneklerinin kimyasal ve petrografik özellikleri arkeometrik analizlerle belirlenmiştir. Gravimetrik analizi, X-Işını Floresans analizi (PED-XRF) ve hazırlanan özel ince kesitlerin polarizan mikroskoptan yararlanarak harçların petrografik incelemeleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında, Sillyon Roma Hamamı'na ait harç örnekleri fotoğraflanarak belgelenmiş, laboratuvar ortamında da analizler için kodlanmıştır. Harçlar petrografik, içeriklerinin oranları açısından benzer özellikler göstermektedir. Harçlar yüksek hidrolik özellik taşımaktadır. Harç içerisindeki agregalar petrografik olarak yerleşmenin yakın çevresindeki formasyonla ilişkili olup ofiyolit oluşumu ile uyumludur. Bu çalışmada örneklenen harçların tüm spektroskopik analizleri yapılarak harçlarda kullanılan agregaların kaynak kaya ve bu kayaların yer aldığı bölgelerin tanımı yapılmıştır. Buna göre harçlarda kullanılan agregaların Antalya Alanya napına ait ofiyolit birimlerini temsil eden serpantin, radyolarit, bazalt, gabro ve diyabaz kaya parçalarından alınmış olabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Sillyon, Roma Hamamı, Harç, XRF, Petrografik, Gravimetrik Analizler

Abstract: In this study, it was aimed to determine the characteristics of the construction materials of the Roman Bath at Sillyon for conservation purposes with the use of archeometric methods. The analyzed constructional materials were mortars. The chemical and petrographical features of the sampled construction materials and raw material samples were specified through archeometric analyses. Petrographical analyses implemented were gravimetric analyses, X-Ray Fluorescence Analysis (PED-XRF) and thin sections analysed using polarizing optical microscope. Within the scope of the study, the materials from the Roman Bath at Sillyon were photographed and documented on site and coded for the analyses in the laboratory. Mortars are similar with respect to petrographic content proportions. Mortars have high hydraulic quality. The aggregates within the mortars are petrographically related to the geological formation in the neighbourhood of the settlement and are congruent with the ophiolite formation. All the spectroscopic analyses of the mortars sampled for this study were made and the rock provenances of the aggregates in the mortars and the regions where these provenances are located were identified. As a result, it is shown that the aggregates used could have been taken from the serpentinite, radiolarite, basalt, gabro and diabase rock pieces which represent the ophiolite units belonging to the Antalya-Alanya nappe.

Keywords: Sillyon, Roman Bath, Mortar, XRF, Petrographic, Gravimetric Analysis

* Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Arkeoloji Bölümü, Kastamonu. ORCID ID: 0000-0001-8807-3906 | meroglu@kastamonu.edu.tr
 Öğr. Gör., Pamukkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kültür Vatlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Denizli. ORCID ID: 0000-0003-1705-3611 | ayasar@pau.edu.tr
 Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara. ORCID ID: 0000-0002-7894-2220 | kadi@eng.ankara.edu.tr

Giriş

Ortak kültürel mirasımız olan arkeolojik alanlarda disiplinler arası çalışmalar ile koruma ve onarım çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Çalışmaların önemli parçalarından birini ise laboratuvar incelemeleri oluşturmaktadır. Yapı malzeme gruplarında gerçekleştirilen çalışmalar, yapılarda kullanılan malzemelerin ve özelliklerinin belgelenmesi ve bilimsel olarak doğru değerlendirilebilmesine yöneliktir. Elde edilen veriler ile özgün malzeme ile uyumlu, onarımlarda kullanılacak malzemelere yönelik tespitler yapılabilmektedir. Bu bağlamda kültürel mirasımız olan yapılarda özgününde kullanılmış olan malzemelerin özelliklerinin arkeometrik açıdan araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Pamphylia Bölgesi'nin bulunduğu konum itibarıyla önemli kentlerinden birini oluşturan Sillyon, gerek antik dönem yapıları gerekse de İslami Dönem yapıları ile dikkat çekmektedir. Konumlandığı doğal yapısı ve güçlü surları ile bölgenin güçlü kentleri arasında olmuştur. Daha önceki yıllarda kentte yürütülmüş olan yüzey araştırmalarında, kentteki yapılaşmanın kronolojik olarak Hellenistik Dönem'den başlayıp Osmanlı Dönemi'ne kadar aralıksız devam ettiği belirtilmiştir¹. Bu çalışmada, Sillyon antik kentinde 2018 yılında yürütülen çalışmalar kapsamında ele alınan Roma Hamam yapısına ait duvar ve zemin harçlarındaki arkeometrik incelemeler ele alınmaktadır.

1. Sillyon Roma Hamamı

Sillyon Roma Hamamı, *opus quadratum* duvar örgü tekniği ile Roma İmparatorluk Dönemi'ne ait bir yapıdır (Fig. 1). Yaklaşık olarak 800 m² lik bir alanı kaplayan hamam yapısı kuzeybatı yönlüdür². Yöresel kireç taşından inşa edilmiş olan yapıda düzgün kesme blok taşlar, iç dolgu malzemesi olarak da moloz taşlar kullanılmıştır. Taş malzeme gözenekli, gri ve açık gri renklerde. Duvar bağlantı elemanlarında bağlayıcı olarak harç kullanılmıştır.

Kent içerisinde bulunan antik dönem yapıları arasında bulunan Roma Hamamı, plan ve mimari yapı özellikleri ile dikkat çekmektedir. Sillyon antik kentinin batı yamacına inşa edilmiş olan hamam, büyük bir kompleks yapıdan oluşmaktadır. Kentin güneybatı yamacında bulunan ve Bastion 1 olarak adlandırılan yapının güneybatısında, stadionun hemen doğusunda ve Ana Kent Kapısı'nın kuzeybatısına konumlanmaktadır. Kuzey-güney doğrultulu uzanan yapı yan yana dizilmiş 5 farklı mekandan oluşmaktadır. Giriş kısmının güneydoğu tarafta olduğu belirtilmiştir. Yapının ön tarafında 3 kapılı giriş bulunmakta, ortadaki en geniş kapının üst bölümü kemer şeklinde kalmıştır. Güney batı ucunda yöresel taşlar ile *isodomik* duvar örgü tekniği ile inşa edilmiş olan bir girişin daha olduğu, mekan içinde ayrıca geç dönem kullanımlarına yönelik izler bulunduğu belirtilmektedir³.

Mevcut haliyle günümüze ulaşan hamam yapısı farklı sebeplerden kaynaklı olarak bozulmalara maruz kalmıştır⁴. Yapının bölgede meydana gelen deprem hareketleri sonucunda yoğun olarak tahribata uğradığı anlaşılmıştır. Yapı duvarlarının yıkılmış olması, bakımsızlık, yapı elemanlarının büyük oranda toprak altında kalması, bitkisel oluşumlar, yağışlar, nem ve tuz oluşumları gibi faktörler hamamın bozulma sürecini hızlandırmaktadır.

1 Özer – Taşkiran 2012, 204 vd.

2 Coşkun 2007, 34.

3 Özer – Taşkiran 2012, 207, Res. 7.

4 Yapıda meydana gelen bozulmalar ve yapı ile ilgili risk faktörleri için bu kitap içinde bkz. Selekoğlu 2020.



Figür 1. Sillyon Roma Hamamı, Genel Görünüm (1-5 no.lu Mekanlar)

2.Yöntem ve Analizler

2.1.Örnekleme ve Belgelemeler

Sillyon Roma Hamamı'nda gerçekleştirilen arkeometrik analizleri kapsamında, hamam yapısını temsilen farklı noktalardan alınan toplam 6 adet harç örneği (Fig. 2) incelenmiřtir⁵. Hamama ait yapısal malzemeleri (harç) örneklere görsel olarak değerlendirilip, belgelendikten sonra gruplandırılmıştır.

Çalışmalarda oldukça zayıf ve dağılmış haldeki harç örneklere yerine, kütle halindeki ortalama 5-15 gr ağırlığında ve ortalama 7 cm³ büyüklüğindeki örnekler analiz için alınmıştır. Yeterli sayıda alınan harç örneklere arazi çalışması ve sonrasında ölçekli fotoğrafları çekilerek bilgi fişleri hazırlanmıştır. Fişlerde her bir harç örneği, gruplandırılarak kodlanmıştır. SH18-H1 örnek kodlamasında: S (Sillyon) H (Hamam) 18 (2018 çalışma sezonu) - H1 (Harç 1 nolu) örneği ifade etmektedir.

5 Harç analizleri Pamukkale Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (İLTAM) ile Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) laboratuvarlarında alet parkı kullanılarak analiz edilmiştir.



Figür 2. Silyon Hamamı, Harç Alım Noktaları

Roma hamam yapısının Figür 2'de gösterilen bölüm (duvar içi moloz dolgu harcından, zemin döşeme harcı ve döşeme harcı altında bulunan tuğla örgü: hypocaust ?) harçlarından örnekleme yapılmıştır (Tab. 1).

Örnekler	Açıklamalar	Malzeme Türü
SH18-H1	3 ve 4 Nolu Mekan Arasında Kalan Duvar İçi, Moloz Dolgu Harcı	Moloz Harcı
SH18-H2	2 ve 3 Nolu Mekan Arasında Kalan Duvar İçi, Moloz Dolgu Harcı	Moloz Harcı
SH18-H3	1 ve 2 Nolu Mekan Arasında Kalan Duvar İçi, Moloz Dolgu Harcı	Moloz Harcı
SH18-H4	1 ve 2 Nolu Mekan Arasında Kalan Duvar İçi, Moloz Dolgu Harcı	Moloz Harcı
SH18-H5	1 Nolu Mekan, Zemin Döşeme Harcı Altında Bulunan Tuğla Örgü Harcı	Örgü Harcı
SH18-H6	1 Nolu Mekan, Zemin Döşeme Harcı	Döşeme Harcı

Tablo 1. Silyon Hamam harç örnekleme

Saha incelenmesi sırasında toplanan örneklerin arkeometrik analizleri laboratuvar ortamında analiz edilmiştir. Bu analizler; Gravimetrik Analiz (Kızdırma analizi), polarizan mikroskobu yardımı ile mineralojik-petrografik ve X-Işını Floresans Analizi (PED-XRF) yardımı ile kimyasal analizleri yapılmıştır. Petrografik incelemeler ile harçlarda mikroskobik tanımlamada doku, mineral bileşimleri, matris bileşimi ve agrega bileşim ve oranları hakkında tanımlamalar yapılmıştır.

Gravimetrik Analiz (Kızdırma analizi), hamam harç örneklerinde artan sıcaklığa bağlı olarak oluşan ağırlık değişiminden yararlanarak nem, organik madde miktarı ve CO₂ kaybından CaCO₃ oranı tespit edilmesi için yapılmıştır. Kurutulmuş porselen krozenin darası alınarak içerisine konulan 2 gr arasındaki öğütülmüş harç örneği, ±0,1 mg hassasiyetle tartılmış ve etüvde 105 ± 5 °C'de yaklaşık olarak 4 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan örnek desikatörde soğutulduktan sonra tekrar tartılarak örneğin nem miktarı belirlenmiştir. Bu işlemin ardından harç örneği, etüvde 550 ± 5°C'de 1 saat bekletildikten sonra desikatörde soğutulmuş ve tekrar tartılmıştır. Bu işlem sonucunda

moleküler su ve organik madde miktarı belirlenmiştir. Son olarak harç örneği, etüvde $1050 \pm 5^\circ\text{C}$ 'de 30 dakika bekletildikten sonra desikatörde soğutulmuş ve tekrar tartılarak CaCO_3 oranı hesaplanmıştır⁶.

Petrografik analizde örneklerin petrografik dokusal (matriks) ve agrega (kayaç ve mineral içeriği) özellikleri ince kesit polarizan mikroskop analizi ile belirlenmiştir. Polarizan mikroskop analizlerinin yapılabilmesi için örnekler uygun bir kesici ile kesilmiş, lamlar üzerine alınıp, 0.25 mm'ye kadar inceltilerek ince kesitleri hazırlanmıştır. Örneklerin ince kesitleri, LEICA Research Polarizan Mikroskobu DMLP Model alt ve üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Fotoğraflamalar mikroskoba bağlı Leica DFC280 dijital kamera ile (uygun büyütme ile tek ve çift nikolde), değerlendirmeler de "Leica Qwin Digital Görüntüleme Programı" kullanılarak yapılmıştır. Örneklerde matriks ve matriksi oluşturan kil, kayaç ve mineraller "Point Counting Metodu" kullanılarak mineral bileşimleri belirlenmiştir.

X-Işını Floresans analizi (PED-XRF), X-ray Floresans (XRF)'in, yani X-ray veya gamma ışınlarıyla bombardıman edilerek uyarılmış bir maddeden, karakteristik ikincil (floresans) X ışınlarının emisyon tekniğinin bir çeşididir. Bir spektroskopi çeşidi olarak bir örneğin araştırılması, bir maddenin yüklü parçacıklarla vurulması sonucunda yaydığı X ışınlarının analizine, kısacası, elektromanyetik radyasyon ve maddenin etkileşimlerine dayanır. Karakterizasyon kapasitesi, büyük çoğunlukla, her bileşenin kendine has bir atomik yapısı olduğu ve bu atomik yapılar özğü X ışınlarının birbirlerinden ayırt edilebildiği prensibiyle çalışılmaktadır⁷.

Çalışmada XEPOS-III PED-XRF marka spektrometre Polarize Energy Dispersive X-Işını (PED X) sisteminde çalışmaktadır. Spektrometre kütüphanesine kayıtlı toplam 92 tür standartlar arasında jeoloji, maden, malzeme bilgisi ve yağ çözeltilerine ait özel standartlar da bulunmaktadır. XEPOS-III PEDXRF spektrometresi atom numarası 11 olan sodyumdan (Na), 92 olan uranyuma (U) kadar erişebilen elementleri analiz edebilme özelliğine sahiptir. Cihazın hassasiyet limiti, ağır elementlerde 0,5 ppm ve hafif elementlerde ise 10 ppm'e kadar ölçüm yapabilecek seviyededir. Örnek alımı toz, toz pelet, cam pelet, kayaç parçası ve çözeltili alabilecek özelliktedir⁸. PED-XRF analizi ile incelenen harç örneklerin bileşim özellikleri çimentolaşma indeksi (CI: Cementation Index) verileri ile deđerlendirilmiştir⁹.

3. Bulgular ve Değerlendirmeler

Çalışma kapsamında Sillyon Hamam Yapısı'nda gerçekleştirilen, arkeometrik analizler sonucu elde edilen bulgular aşağıda belirtilmektedir (Tab. 2). Gravimetrik analiz sonuçlarına göre 6 harç örneği birbirine yakın değerler içermektedir. Harç örneklerinin ortalama olarak nem miktarının %1,088 ile %3,072 arasında olduğu, organik madde miktarının %2,279 ile %3,424 arasında olduğu, karbonat (CO_3) miktarının ise %27,38 ile %30,27 arasında olduğu tespit edilmiştir. Petrografik analiz sonucunda elde edilen verilere göre de kimyasal analizler yapılmıştır.

6 Alkan *et al.* 2011, 62.

7 Alkan *et al.* 2011, 70.

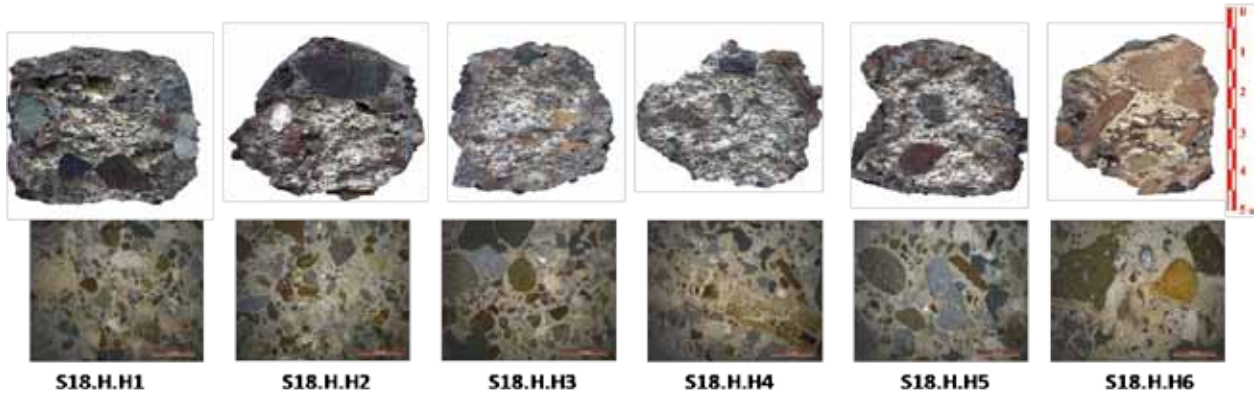
8 İnal *et al.* 2009, 46; Zhan 2005, 207.

9 Boynton 1980, 578.

Örnek No	Nem(%)	Organik Madde (%)	CO ₃ (%)
S18.H.H1	1,192	2,485	30,00
S18.H.H2	1,684	2,279	30,09
S18.H.H3	1,794	2,392	30,27
S18.H.H4	1,395	2,392	30,09
S18.H.H5	1,088	2,472	27,38
S18.H.H6	3,072	3,424	27,43
Ortalama	1,704	2,574	29,21

Tablo 2. Harç Örneklerinin Hesaplanan Nem, Organik Madde ve CaCO₃ Miktarları

İnce kesit optik mikroskop analizi sonunda mineral yapısı ve mikro yapısal özellikler petrografik olarak ince kesit incelemeleri sonrasında ortaya çıkarılmaktadır (Fig. 3). Harç örnekler petrografik ince kesit optik mikroskop analizlerine göre sınıflandırılmıştır. Petrografik analiz sonunda elde edilen verilere göre de kimyasal analizler yapılmıştır.



Figür 3. Harç Örneklerinin Örnek ve İnce Kesit Optik Mikroskop Fotoğrafları

Petrografik olarak bağlayıcı ve agrega oranları, harç agrega içeriğini tespit edilmiş devamında harç örnekleri, petrografik ince kesit optik mikroskop analizlerine göre 3 gruba ayrılmıştır (Tab. 3). Bu sonuçlara göre örneklerin hepsi tuğla kırığı içermektedir, bağlayıcı %100 kireç içeriklidir. Agrega bağlayıcı oranları birbirine yakındır. Bu çalışmada 3 grup tespit edilse de mineral bileşim ve içeriklerinin birbirine yakın olması bu harçların aynı olmalarını ve küçük farklılıklarından harç malzemenin homojen bir yapıya sahip olmamasından kaynaklandığı düşünülmelidir.

Harç Örnek Grupları	MTB (%)	MTA (%)	Matris Bağlayıcı İçeriği (% 100)				Matris Agrega İçeriği (% 100)		
			Kireç	Kil	Çm	Alçı	Kayaç&Mineraller	TK	Org
S18-H-H1, S18-H-H3, S18-H-H4, S18-H-H5	20	80	100	-	-	-	98,5 (Q, Ç, Pl, Qs, R, Ks, Prx, %5 S. Kaya parçası)	1,5	-
S18-H-H2	22	78	100	-	-	-	99(Q, Ç, Pl, R, Ks, Km Prx, Olv. S, G, D kaya parç.)	1	-
S18-H-H6	25	75	100	-	-	-	98 (Q, Ç, Pl, Qs, R, Kk, Kmt, Prx,)	2	-

(*), D: Diyabaz, Ç: Çört, Çm: Çimento, G: Gabro, Kk: Killi Kireçtaşı, Km: Mikritik Kireçtaşı, Ks: Sparatik Kireçtaşı, Kmt: Kumtaşı, Op: Opak Mineraller, Pl: Plajiyoklas, Prx: Piroksen, R: Radiolarya, S: Serpantinit Olv: Olivin, Qs: Kuvarsit, TK: Tuğla Kırığı Parçaları

Tablo 3. Harç örneklerinin petrografik özellikleri

Petrografik olarak içerikleri belirlenen örneklerde kimyasal içerik ve oranlarını belirlemek için analiz yapılmıştır. X-Işını Floresans Analizi (PED-XRF) sıva örneklerin kimyasal içeriği uygulanan PED-XRF analizi ile belirlenerek benzer ya da farklı kimyasal içerikte oluşlarına göre köken benzerlikleri veya farklılıkları anlaşılmaya çalışılmıştır. Örneklerin PED-XRF analizi sonuçları, ince kesit optik mikroskop destekler niteliktedir (Tab. 4).

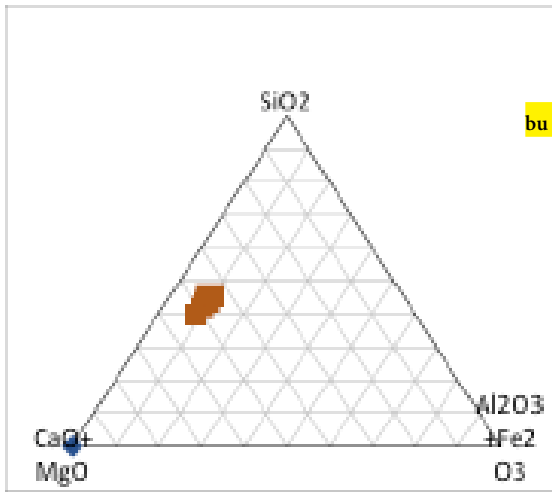
Ana Oksit Element	Dim.	S18-H-H1	S18-H-H2	S18-H-H3	S18-H-H4	S18-H-H5	S18-H-H6	Ortalama
Na ₂ O	%	0,631	0,699	0,601	0,540	0,532	0,599	0,601
MgO	%	6,224	3,121	2,697	2,244	2,341	3,093	3,286
Al ₂ O ₃	%	3,404	2,825	2,780	2,778	3,193	3,025	3,002
SiO ₂	%	31,010	30,280	27,760	25,920	29,190	25,640	28,3
P ₂ O ₅	%	0,157	0,127	0,116	0,121	0,129	0,404	0,175
SO ₃	%	0,050	0,047	0,046	0,054	0,067	0,420	0,114
K ₂ O	%	0,348	0,317	0,297	0,356	0,357	1,692	0,561
CaO	%	26,720	27,440	27,280	27,660	26,320	30,230	27,608
TiO ₂	%	0,301	0,251	0,257	0,251	0,318	0,255	0,272
Cr ₂ O ₃	%	0,048	0,027	0,025	0,026	0,021	0,051	0,033
MnO	%	0,097	0,087	0,088	0,090	0,097	0,073	0,088
Fe ₂ O ₃	%	3,514	2,861	2,894	2,860	3,137	2,666	2,988
LOI	%	27,496	31,918	35,159	37,1	34,298	31,852	32,970
Toplam	%	100,01	99,78	100,01	100,02	99,45	100,1	

İz Elementler	Dim.	S18-H-H1	S18-H-H2	S18-H-H3	S18-H-H4	S18-H-H5	S18-H-H6
Cl	ppm	67,500	31,800	26,500	27,900	53,000	55,000
V	ppm	63,300	48,200	57,000	55,400	64,600	66,000
Co	ppm	44,900	27,300	27,800	37,500	28,500	25,200
Ni	ppm	328,100	196,100	180,800	158,800	153,600	146,800
Cu	ppm	29,300	24,700	25,800	25,700	24,700	38,800
Zn	ppm	35,400	29,100	30,100	29,900	33,100	41,900
Ga	ppm	6,000	6,500	6,400	7,000	7,100	9,400
Ge	ppm	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
As	ppm	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,200
Se	ppm	< 0,5	0,400	0,400	< 0,5	< 0,5	0,400
Br	ppm	0,400	< 0,5	1,000	< 0,5	0,800	16,000
Rb	ppm	14,200	12,900	13,500	12,700	16,000	21,400
Sr	ppm	120,300	149,500	125,300	115,600	124,600	245,200
Y	ppm	9,500	9,300	10,000	9,900	11,100	9,700
Z	ppm	36,700	32,300	34,900	32,700	46,600	43,500
Nb	ppm	4,600	4,000	4,900	4,200	6,800	5,800
Mo	ppm	4,000	3,700	5,100	5,300	4,400	5,100
Cd	ppm	66,000	61,500	79,700	81,700	69,800	71,200
Sn	ppm	75,900	68,900	98,700	111,500	89,300	80,100
Sb	ppm	86,500	74,600	115,600	130,700	106,200	94,800
Te	ppm	126,700	114,200	172,300	202,300	157,500	119,400
I	ppm	90,400	75,300	103,200	116,300	98,200	86,500
Cs	ppm	< 4,0	< 4,0	262,400	323,600	< 4,0	< 4,0

İz Elementler	Dim.	S18-H-H1	S18-H-H2	S18-H-H3	S18-H-H4	S18-H-H5	S18-H-H6
Ba	ppm	265,000	294,000	450,000	549,000	452,000	300,000
La	ppm	402,000	434,000	491,000	704,000	500,000	346,000
Ce	ppm	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Pr	ppm	< 2,0	9,100	5,800	7,600	< 2,0	3,200
Nd	ppm	28,700	27,600	27,300	27,500	29,500	33,800
Er	ppm	< 5,1	< 5,1	< 5,1	< 5,1	< 5,1	< 5,1
Yb	ppm	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Hf	ppm	1,500	1,900	1,000	2,400	3,800	< 1,7
Ta	ppm	26,600	27,200	27,000	26,200	27,600	20,900
W	ppm	119,300	131,900	108,500	105,100	92,200	48,300
Hg	ppm	1,500	2,300	< 1,0	1,800	1,900	1,300
Tl	ppm	1,100	1,200	0,900	0,900	0,800	0,800
Pb	ppm	8,600	7,900	8,500	7,700	8,000	26,100
Bi	ppm	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Th	ppm	3,700	3,400	4,100	4,200	4,000	4,400
U	ppm	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

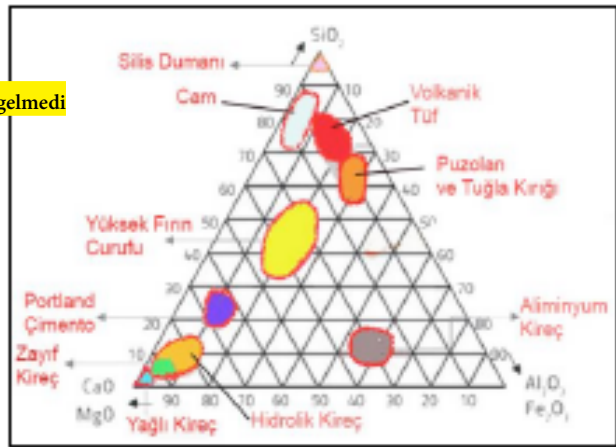
Tablo 4. Örneklerinin PED-XRF analizi verileri

Harç örneklerinde CaO içeriği ortalama % 27,608, Al₂O₃ içeriği ortalama % 3.002, Fe₂O₃ içeriği ortalama % 2,988 ve SiO₂ içeriği ortalama %28,3 değerleri belirlenmiştir (Figür 4). Harç örnekler ana element içerikleri (>%1) açısından (SiO₂-CaO+MgO-Al₂O₃+Fe₂O₃) değerlendirilmiştir (Fig. 5).



Figür 4. Harç Örneklerinin PED-XRF Analizi Verileri Üzerinden Ana Element İçeriklerine Göre Gruplandırılması (Triangle Plotting)

bu görsel gelmedi

Figür 5. Keily Diagram CaO+MgO-SiO₂-Al₂O₃ Sistemi

Harç örnekleri kimyasal bileşim özellikleri ile elde edilen Cementation Index verileri yardımı ile değerlendirilmiştir. Cementation Index (CI) asitte çözünen kısmın, bazlarda çözünen kısma orandır. Kireç türü olarak doğal çimento / çimento katsayısında veriler sunmaktadır. (Tab. 5). Keily'nin hazırladığı puzolan sınıflamasına göre de yüksek değerlere sahiptir¹⁰.

10 Ndiaye et al. 2003, 519.

Element	CI	Kireç Türü	Kireç Türü	Cementation Index (CI)
S18-H-H1	2,655	DÇ/Ç	Yağlı Kireç-YK (Fat Lime)	<0,30
S18-H-H2	2,853	DÇ/Ç	Zayıf Hidrolik Kireç-ZHK (WeaklyHydraulic Lime)	0,30 - 0,50
S18-H-H3	2,695	DÇ/Ç	Ortalama Hidrolik Kireç-OHK (ModeratelyHydraulic Lime)	0,51 - 0,70
S18-H-H4	2,548	DÇ/Ç	Hidrolik Kireç-HK (EminentlyHydraulic Lime)	0,71 - 1,10
S18-H-H5	2,986	DÇ/Ç	Doğal Çimento-DÇ (Natural Cement)	1,11-1,70
S18-H-H6	2,251	DÇ/Ç	Doğal Çimento/Çimento-DÇ/Ç (Natural Cement/Cement)	1,70<

Tablo 5. Harç örneklerde Cementation Index değerleri

Petrografik analiz sonuçları harç agregalarının içerisinde bulunan katkıların kaynağı hakkında ipuçları vermektedir. Bu agregalar başlıca serpantin (harzburjitin serpantinleşmesi), gabro, bazalt, radyolarit ve azda olsa sisileşmiş serpantinlerden (listevenit) oluşan agregalar yer almaktadır. Agregaların bu bileşimleri tipik olarak ofiyolitik kaya grubunu temsil etmektedir. Ofiyolitik kaya birimi tipik olarak okyanus kabuğunu temsil ederek tavandan tabana doğru pelajik kireçtaşı, bazalt yastık lavları, diyabaz dayları, gabro, harzburjit olarak isimlendirilen kaya istifinden oluşmaktadır. Bu istif çalışma alanındaki Antalya Alanya ofiyolit birimlerine de karşılık gelmektedir (Fig. 6).



Figür 6. Türkiye'de ofiyolitik kayaların (yeşil renkli kısımlar) dağılımları (Özek et. al 2017'den değiştirilerek alınmıştır).

Ofiyolit oluşumuna örneklerden bir de Tekirova Ofiyolitidir ve Antalya Birliği'nin bir birimi kabul edilmektedir¹¹. Bu ofiyolit oluşumu Antalya Serik'in kuzeybatısında ve kuzeydoğusunda; Sillyon antik kentinin hemen kuzeyinde görülmektedir (Fig. 7).

11 Sarıfaklıoğlu 2017, 56.



Figür 7. Antalya ve Serik Çevresi Ofiyolitik Kayaların (Yeşil Renkli Kısımlar) Dağılımları ve Sillyon Antik Kentinin konumu (Sarıfaklıoğlu 2017'den değiştirilerek alınmıştır)

Harç örnekleri içerisindeki agregalarda gabro, diyabaz, serpantinit ve radiolarit kaya parçalarına rastlanmış ve bu ofiyolitlerle ilişkilidir (bkz Tablo 3). Sillyon antik kentinin çok yakınındaki küçük akarsu yataklarındaki ofiyolit kaya birimlerinin üzerinden akmaktadır. Hamam yapımında kullanılan harçların agregaları, buradaki akarsu yataklarının sedimanlarından alınmış olmalıdır.

Sonuç

Sillyon antik kenti Roma Hamam yapısı arkeometrik analizleri kapsamında gerçekleştirilen örnekleme ile 6 adet temsil harç malzemeden oluşan örnekler incelenmiştir.

Harçlar üzerinde yapılan petrografik incelemeler sonucunda içermiş olduğu agregaların bileşim ve oranlarına göre 3 gruba ayrılmıştır. Tüm harçların ana bağlayıcıların (matriks) tamamen kireçten oluştuğu belirlenmiştir. Bununla birlikte harçlar içerisindeki agregaların bileşimleri başlıca ofiyolit istifine ait serpantinit, gabro, bazalt, radyolarit ve kısmen de olsa pelajik kireçtaşı bileşiminden oluştuğu belirlenmiştir. Sillyon antik kenti çevresinde bulunan akarsu kanalları jeolojik olarak ofiyolitik kaya birimleri üzerinden akmaktadır. Sillyon antik kenti inşaatında kullanılan kireçtaşı kaya blokların tutturulmasında kullanılan kireç harcı içerisinde yakın çevrede bulunan akarsu kanallarından bulunan ofiyolitik istife bağlı sedimanlar kullanılarak imalat yapıldığı belirlenmiştir. Aynı zamanda tüm bu harçların kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında %CaO içerik oranı 26.32 ile 30.23 arasında değişmiş olması harç bağlayıcısının kireçten imal edilmesinden ve nispeten yüksek SiO₂ Fe₂O₃ ve MgO değerine sahip olması harçlarda kullanılan ofiyolitik kayaların agregalarından kaynaklanmış olabileceği ortaya konulmuştur. Tüm bu harçlar içerisinde kullanılan ofiyolitik kaya birimine ait agregalar Sillyon antik kentinin yakınlarında bulunan Antalya (Alanya Napı) ofiyolit birimlerini temsil ettiği bu çalışmada ortaya konulmuştur.

Kaynakça

- Alkan *et al.* 2011 N. Alkan – E. Çağıran – Ersan – Ö. H. M. Eruş, *Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları*, İstanbul.
- Boynton 1980 R.S. Boynton, *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, New York.
- Coşkun 2007 A. Coşkun, “Salamis Kenti Roma Hamamı”, *Anadolu/Anatolia* 33 (2007), 25-41.
- İnal *et al.* 2009 A. Inal – A. Gunes – D. J. Pilbeam – Y. K. Kadioğlu – F. Eraslan, “Concentrations of Essential and Nonessential Elements in Shoots and Storage Roots of Carrot Grown in NaCl and Na₂SO₄ Salinity”, *X-Ray Spectrometry*, 38(1), basım yeri, 2009, 45-51.
- Ndiaye *et al.* 2003 M. Ndiaye - M. Diop – P. M. Ngom, Pozzolanic Activitiy of Acidic and Intermediate Volkanic Tuffs of Mako Areas (Senegal), Yüzer, E., Ergin. H. and Tuğrul, A. (Eds.) *International Symposium on Industrial Minerals and Building Stones (IMBS'2003)*, İstanbul. Kelebek ve Grafika Grup, 517-525.
- Özek *et al.* 2017 G. Özek – M. Akgül – N. Nurlu – N. Yapıcı, “Guleman Ofiyoliti (Elazığ)’nin Jeokimyasal Özellikleri ve Tektonik Ortamı”, *KSU Journal of Engineering Sciences*, 20(2) (2017), 29-44.
- Özer – Taşkıran 2012 E. Özer – M. Taşkıran, “Sillyon ve Çevresi Yüzey Araştırması 2011”, *ANMED Anadolu Akdenizi Arkeoloji Haberleri 2012-10* (2012), 204-208.
- Sarıfakılıoğlu *et al.* 2017 E. Sarıfakılıoğlu – M. Sevin – T. Dilek, *Türkiye Ofiyolitleri*. MTA, Özel Yayın Serisi:35, Ankara, 2017.
- Zhan 2005 Zhan, X. Application of Polarized EDXRF in Geochemical Sample Analysis and Comparison with WDXRF. *X-Ray Spectrometry*,34(3), 207-212.