

31

ARKEOMETRİ SONUÇLARI TOPLANTISI



T.C. KÜLTÜR ve TURİZM BAKANLIĞI
Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü



T.C.

KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI
Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü

31. ARKEOMETRİ SONUÇLARI TOPLANTISI

11-15 Mayıs 2015
ERZURUM

T.C.
KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI
Ana Yayın No: 3476

Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları
Yayın No: 173

YAYINA HAZIRLAYAN
Dr. Adil ÖZME



11-15 Mayıs 2015 tarihlerinde gerçekleştirilen
37. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu,
Erzurum Atatürk Üniversitesi'nin katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Kapak ve Uygulama
Yusuf KOŞAR

ISSN: 1017-7671

Kapak Fotoğrafı: *Emine TORGAN*
Tahribatsız ve Mikro Analiz Yöntemleri ile
Arkeolojik Eserlerin Karakterizasyonu

Not : Arkeometri raporları, dil ve yazım açısından Dr. Adil ÖZME tarafından
denetlenmiştir. Yayımlanan yazıların içeriğinden yazarları sorumludur.

İsmail Aygöl Matbaacılık San. Tic. ve Ltd. Şti.
Tel: 0312 310 59 95
ANKARA - 2016

İÇİNDEKİLER

Tamer KORALAY, Bahadır DUMAN, Yusuf Kağan KADIOĞLU, Ali Akın AKYOL Tarihi Harç ve Siva Örneklerinin Çoklu Analitik Yöntemler Kullanılarak İncelenmesi: Tripolis (Yenice/Denizli) Örneği	1
Daniş BAYKAN M.Ö. 1. Bin Nif Dağı Metalurji Verileri	21
Gizem KARTAL Karain B Orta Paleolitik Yontmataş Endüstrisi	37
Hande BULUT Batı Toros Mağaraları Kemik Alet İşçiliğine İlişkin Tekno-Tipolojik Değerlendirme: Karain Mağarası Örneği	55
İsmail ÖZER, Mehmet SAĞIR, Ayça KARATUFAN, Serkan ŞAHİN Havuzdere İskeletlerinin Paleoantropolojik Analizi: Burun Dişi Örnekleri.....	85
Ergun KAPTAN Nif (Olympos) Dağı Karamattepe'de Bulunan Çok Çukurlu Taş Havan	93
Saadet KAYMAZ, Ümit ATALAY, Ali Akın AKYOL Side Tiyatrosu Duvar Resimlerinde Arkeometrik Ön Çalışmalar.....	103
Emine TORGAN, Recep KARADAĞ Tahribatsız ve Mikro Analiz Yöntemleri ile Arkeolojik Eserlerin Karakterizasyonu	119
Bülent ARIKAN Holosen Süresince Anadolu'da Makrofiziksel İklim ve Toprak Kullanım Modellemelerine Örnekler ve Arkeolojik Yerleşme Örgüsüne Yeni Bir Bakış	131
Gonca DARDENİZ Cam Üretmek ve/veya Cam İşlemek: Anadolu'da Geç Tunç Çağı Verilerinin Bilimsel ve Arkeolojik Olarak Gözden Geçirilmesi	147

M. Alper ŐENGÜL, Oğuz ARAS, Mehmet IŐIKLI Ağartı Köyü (Van Gölü Doğusu) Civarının Aktif Tektoniği ve Ayanis Kalesi'ne Olan Etkileri	159
AyŐegül AKIN, Damase MOURALIS, Ebru AKKÖPRÜ Erzurum-Kars Müzesi'nde Bulunan Obsidiyen Buluntuların P-Xrf Analizlerinin n Sonuçları.....	177
Canan ÇAKIRLAR, Rianne BREIDER, YaŐar ERSOY, Elif KOPARAL Klazomenai'de Zooarkeoloji alıŐmaları (2013-2014)	189
Mücella ERDALKIRAN Barcın Hyk 2014 Yılı Kemik Aletlerinin n Raporu	207
A. Bahar Mergen 2013-2014 Kazı Sezonlarında Su Terazisi Nekropolnden ıkarılan İskeletlerin Paleoantropolojik Değerlendirmesi.....	223
Marion BENZ, Marc FECHER, Mirjam SCHEERES, Kurt W. ALT Yılmaz S. ERDAL, Feridun S. ŐAHIN, Vecihi ÖZKAYA Results Of Stable Isotopes From Krtik Tepe Southeastern Turkey	231
Lisa PELOSCHek Archaeometric Analyses Of Ceramic Household Inventories: Current Research In Ephesos and At Çukuriçi Hyk	253
Can Ymni GÜNDEM, Göksel SAZCI, Mürsel SEÇMEN, Aylin BADEM Maydos Kilisetepe Höyüğü 2012-2013-2014 Yılı Arkeozooloji alıŐmaları	261
Volkan SEVİNÇ, Ali Akın AKYOL, Devrim ERŐEN Anadolu Madencilik Tarihi Çanakkale-Lapseki Bölgesi AhŐap Merdiven ve Mur Buluntularının Belgeleme ve Malzeme alıŐmaları.....	279
Berna ALPAGUT, Nihat ERDOğAN Mardin - Dara Geç Roma Dönemi İskelet Toplumunun Demografik Analizi.....	291
AyŐegül ŐARBAK, Berna ALPAGUT, Mustafa Tolga ÇIRAK Dara Antik Kenti Toplumunda DiŐ Varyasyonları.....	301
Billur TEKKK, Ali Akın AKYOL, Yusuf Kağan KADIOğLU, Gülşen ALBUZ Thyatira Seramik alıŐmaları 2013-2014 Arkeometrik Analiz Sonuçları.....	311
Hüseyin AKILLI Őarhöyük 2009-2013 Kil Eser Onarım alıŐmaları	331

TARİHİ HARÇ VE SIVA ÖRNEKLERİNİN ÇOKLU ANALİTİK YÖNTEMLER KULLANILARAK İNCELENMESİ: TRİPOLİS (YENİCE/DENİZLİ) ÖRNEĞİ

Tamer KORALAY*

Bahadır DUMAN

Yusuf Kağan KADIOĞLU

Ali Akın AKYOL

ÖZET

Tripolis antik kenti Denizli İli, Buldan İlçesi, Yenicekent Mahallesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Helenistik Dönemde Lydia, Phrygia ve Karia bölgelerinin kesişim noktasında, Menderes Nehri' nin kenarında kurulmuştur.

Bu çalışmada Tripolis kentinde bulunan önemli yapılardan alınan harç ve sıva örneklerinin üzerinde görsel analiz, spot testler, mineralojik-petrografik analiz, kalsinasyon testleri ve jeokimyasal analizler yapılarak harç/sıvaların bileşen türleri ve oranları, bağlayıcı malzeme türleri ile zamana bağlı olarak malzemelerde gelişebilen değişimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak yapıların koruma ve onarım çalışmalarında kullanılacak veriler üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tripolis kenti, Harç ve sıva, Mineral bileşen, Jeokimya, Spot testler.

* Doç. Dr. Tamer KORALAY, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli/TÜRKİYE.

Doç. Dr. Bahadır DUMAN, Pamukkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Denizli/TÜRKİYE.

Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü / Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) Ankara/TÜRKİYE.

Yrd. Doç. Dr. Ali Akın AKYOL, Gazi Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB), Ankara/TÜRKİYE.

GİRİŞ

Günümüzde bilimsel ve teknik problemlerin çözümünde disiplinler arası çalışmalar hızla artmaktadır. Farklı bilim disiplinlerinin birlikte çalışabileceği alanlardan biri de tarihi yapıların koruma ve onarım çalışmalarıdır. Tarihi yapıların koruma ve onarım çalışmalarında öncelikle yapılması gereken orjinal malzemelerin özelliklerinin belirlenmesidir. Sonrasında bu özelliklere sahip harç ve sıvaların üretilerek gereken yerlere doğru bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Herhangi bir araştırma yapılmadan seçilen malzemelerle yapılan koruma ve onarım çalışmaları, tarihi yapılarda ciddi bozulma sorunları oluşturabilmektedir. Son yıllarda tarihi yapılarda kullanılan harç ve sıvaların özellikleri üzerine bir çok çalışma yapılmış, bu konuda araştırma yapanlar için önemli bir kaynak oluşturmuştur (Eskici ve diğ., 2006; 2008; Eskici, 2007; Uğurlu, 2008; Güleç, 2012; 2013; Akyol ve diğ., 2013).

Tarihi yapılarda kullanılan, atmosfer şartlarına uzun süre dayanabilen, özenle seçilmiş kayaç ve bağlayıcı harçlar bile belli bir dönem sonra ayrışmakta, ayrışmanın hız kazanmasıyla tarihi yapının yok olmasına kadar varan tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir. Kullanılacak yere ve amaca uygun doku ve özellikte kayaç ve harçların seçilmemiş olması yapının dayanımını düşürmekte ve daha büyük ölçekli mühendislik problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Koralay ve diğ., 2014). Geçmiş dönemlerde yapılan koruma-onarım çalışmalarında yaygın olarak kullanılan çimento ve çimento içerikli harçlar ne yazık ki tarihi yapılarda onarılması mümkün olmayan hasarlar meydana getirmiştir. Çimento ortamdaki su ile etkileşime girerek bünyesinde bulunan klorür, sülfat türü tuzlarını kusmakta ve yapı üzerinde çiçeklenme adı verilen beyaz lekelerin oluşmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde çimento içerikli harçlar, orjinal harçların gözenekli yapısına sahip olmadığından dolayı yapının nefes almasını engellemiş ve nefes alamayan yapı malzemeleri içerisinde nem tuttuğundan bozulma sürecini hızlandırmaktadır (Özgen, 2012).

Tarihi yapıların korunması, onarımı ve güçlendirilmesi çalışmalarında jeolojik kökenli malzemelerin (harç ve sıva) özelliklerinin bilinmesi onarımda kullanılacak malzemelerin seçimi açısından çok önemlidir. Bu makalede Tripolis kentinde bulunan "Erken Bizans Kilisesi 4", "Kemerli Agora", "Hiera-

polis Caddesi", "Sütunlu Cadde duvarı" ve "Erken Bizans Güney Sur" yapısından alınan harç ve sıva örneklerinin mineralojik, petrografik, jeokimyasal bileşimleri belirlenerek, koruma ve onarım çalışmalarında doğru malzeme seçimi ve doğru uygulamaların yapılabilmesi için veri altlığı hazırlanmıştır.

TRİPOLİS ANTİK KENTİNİN TARİHÇESİ

Tripolis antik kenti Denizli İli, Buldan İlçesi, Yenicekent Mahallesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Hellenistik dönemde Lidya, Frigya ve Karya bölgelerinin kesişim noktasında, Menderes Nehri'nin kenarında kurulmuştur (Şekil: 1a). Lydia sınırları içerisinde Apollonia ismiyle kurulmuş, bir dönem Antonopolis olarak anılan kent, M.Ö. 1. yy.da üç noktanın kesişim noktasında olması sebebiyle bu bölgelerden gelen halkların yerleşim yeri olmuş ve Tripolis ismini almıştır (Duman, 2013).

Antik kentin kuruluşu her ne kadar Hellenistik Dönem olarak görülse de, kentin doğusunda yer alan Hamambükü mevki ve kentin güneydoğusunda yer alan Akkaya mevkiinde yer alan höyüklerde bulunan arkeolojik materyaller, bu bölgede yerleşimin Tunç Çağı'na kadar ulaştığını göstermektedir (Duman, 2013).

Tripolis antik kentnin de içinde bulunduğu Çürüksu Vadisi, Seleukos'lar ve Bergama Krallığı arasında M.Ö. 190 yılında yapılan Magnesia Savaşı'na kadar bağımsız kentlerden oluşur. Bu savaşı, Roma'nın desteğiyle kazanan Bergama Krallığı M.Ö. 188'de Apameai (Dinar) barışı ile bölgenin yönetimini ele geçirmiştir. Bergama Krallığı, M.Ö. 133 yılında III. Attalos'un ölümü ve vasiyeti ile bölge Roma İmparatorluğu'na bağlanmıştır. Kent en ihtişamlı çağını Roma Dönemi'nde yaşamıştır. M.S. 2. yy.dan itibaren kentte yapılanmaya gidilerek, şehir kapıları, hamamlar, caddeler, stadyum, tiyatro, meclis binası gibi kamu binaları yapılmıştır. M.S. 325'de Tripolis, Nicaea (İzmit) Konsülü'nde piskoposluk seviyesinde temsil edilmiştir. Kent, M.S. 494 depreminden etkilenmiş, M.S. VI. yy. sonu-VII yy. başında Anadolu'da etkili olan Sasani akınlarıyla halk, Tripolis'in 5 km. kuzeyinde yer alan Direbol'a (Narlıdere) taşınmış olmalıdır. Kentte VII. yy. başında gerçekleşen göçün ardından XIII. yy.a kadar yerleşim izine rastlanmamıştır. XIII. yy.ın ilk yarısında kent

Bizanslılar ve Türkler arasında birkaç kez el değiştirmiş, 1304-1306 tarihinden itibaren Germiyanogulları ile Türk hâkimiyetine girmiştir. 1429 yılında Denizli ve çevresi Osmanlı egemenliğine girmiştir (Duman, 2014).

TRİPOLİS ANTİK KENTİ VE ÇEVRESİNİN JEOLJİK YAPISI

Tripolis antik kenti ve çevresini kapsayan inceleme alanı 1/25000 ölçekli Uşak L21-c3 paftasında yer almaktadır. Tripolis antik kentinin bulunduğu alan graben tektoniğinin hâkim olduğu bir bölgede kurulmuş olup, deniz seviyesinden yüksekliği 220 metredir. Kentin kuzeyine doğru yükseklik değerleri artmaktadır (Şekil: 1b). 51 m³/s'lik debisi ile bölgenin en büyük akarsuyu olan Büyük Menderes Nehri antik kentin doğudan sınırlamaktadır. Bununla birlikte çalışma alanı ve çevresinde Büyük Menderes nehrine bağlanan mevsimsel akışa sahip dereler bulunmaktadır. Bu dereler özellikle yağışlı mevsimlerde yüksek kotlardan sellenmeler ile taşıdıkları çökelleri eğimin düştüğü antik kent kalıntıları üzerinde biriktirmekte ve kazı çalışmalarını güçleştirmektedir. Çalışma alanında İç Anadolu'nun güney bölümü ve Ege ikliminin yaygın özellikleri görülmektedir. Güney Meteoroloji istasyonununun 1975-2006 tarihleri arasındaki 32 yıllık ortalama sıcaklık değeri 10.9 °C'dir. Ölçüm yapılan 32 yılın ortalamalarına göre en soğuk ay -0.1°C ortalama ile Ocak ayı, en sıcak ay ise 22.2 °C ortalama ile Temmuz ayıdır. Yağış miktarı yıllık 47.32 kg/m² olup, yağışın %40'ı kışın, %21'i ilkbahar ve %33'ü sonbahar dönemlerinde gerçekleşir (Web1).

Tripolis antik kenti Batı Anadolu'da yaklaşık doğu-batı uzanımlı normal fayların şekillendirdiği ve aktif olarak genişleme tektoniğinin etkisinde kalan Büyük Menderes Grabeni içerisinde yer alan bir bölgedir. Çalışma alanında görülen jeolojik birimler yaşlıdan gence doğru;

- Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar,
- Üst Pliyosen yaşlı Kızılburun formasyonu,
- Pliyosen yaşlı Sazak, Kolonkaya ve Tosunlar formasyonları ve
- Kuvaterner yaşlı karasal sedimanter kayalardır (Şimşek, 1984; Sun, 1990; Gökçöz, 1994; Bülbül, 2000; Koralay ve diğ., 2014) (Şekil: 2).

Tripolis ve çevresinde temel kayalarını Menderes Masifi olarak tanım-

lanan yüksek dereceli metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Menderes Masifinde iki stratigrafik düzey ayırt edilmektedir. Bunlar; ileri derecede metamorfizmaya uğramış gözlü gnays, migmatit, amfibolit ve eklojit kayalarından oluşan çekirdek seviyesi ve bu seviyeyi örten kuvarsit, mikaşist, fillat ve mermerlerden oluşan örtü seviyesidir (Oberhänsli ve diğ., 1997; Yılmaz ve diğ., 1998; Koralay ve diğ., 2011). Örtü seviyesini oluşturan şist ve kuvarsitler ince-orta tabakalı olup, baskın olarak kuvars, muskovit, biyotit minerallerinden oluşmaktadır. Menderes Masifinin çekirdek seviyesinin Pan Afrikan temeline ait yaşlı bir kristalen kütle olduğu ve yaşının 0.8-2 milyar yıl arasında değiştiği farklı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Şengör ve diğ., 1984; Satır ve Friedrichsen, 1986; Candan ve diğ., 2011). Masifi oluşturan örtü kayalarının tanım ve ayırımından kaynaklanan farklılıklar nedeniyle yaşları üzerinde bir fikir birlikteliği bulunmamaktadır. Bazı araştırmacılar örtü kayalarında Kambriyen'den Eosen'e kadar olan bir istifin varlığını kabul ederken, diğer bazı araştırmacılar ise Üst Karbonifer'den Üst Kretase - Eosen'e kadar olan bir istiften söz etmektedir (Yılmaz vd., 1998). Neojen yaşlı çökeller yaşlıdan gence doğru Kızılburun, Sazak, Kolankaya ve Tosunlar formasyonlarından oluşmaktadır (Ercan ve diğ., 1978; Şimşek, 1984; Gökgöz, 1994; Bülbül, 2000; Alçiçek, 2007; Koralay ve diğ., 2014). Orta Miyosen yaşlı Kızılburun formasyonu yaklaşık 300 m. kalınlığında kaba ve ince taneli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Kızılburun formasyonu üzerine uyumlu olarak Orta Miyosen yaşlı Sazak formasyonu gelmektedir. Sazak formasyonu 150-300 m. kalınlığa sahip olup, kireçtaşı, gri renkli marn, laminalı silttaşı-çamurtaşı, killi kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, selenitik jips, jips arenit, jipsli halit, jipsli çamurtaşı litolojilerinden oluşmaktadır. Orta Geç Miyosen yaşlı Kolankaya formasyonu marn, çamurtaşı (kil-silt ardalı) ve egemen olarak kumtaşlarından oluşmakta olup, 500 m. kalınlığa sahiptir. Kumtaşları açık kahverengi, sarımsı ve gri renklerde yer yer az pekleşmiş, orta-kalın tabakalı, bol miktarda Gastrapod ve Lamellibrans fosillidir. Pliyosen yaşlı çökeller Tosunlar formasyonu tarafından temsil edilmekte olup, 500 m. kalınlığındadır. Formasyon genellikle kırmızımsı turuncu ve/veya sarımsı beyaz renkli, orta-kalın tabakalanmalı, gevşek karbonat-kil çimentolu, çoğunlukla kendinden önceki formasyonlara kaya litolojilerinden oluşan yarı yuvarlanmış çakıltaşı-kumtaşı ardalı ve yer yer marnlı, kireçli seviyelerden oluşmaktadır

(Şimşek, 1984; Gökğöz, 1994; Çakır, 1999; Bülbül, 2000; Alçiçek, 2007) Tripolis ve yakın çevresinde görülen alüvyon, taraça çökelleri, yamaç molozu ve traverten oluşumları Kuvaterner dönemi çökellerini oluşturmaktadır (Şekil: 2).

YÖNTEM VE ANALİZLER

Bu çalışma kapsamında Tripolis kentinde bulunan Erken Bizans Kilisesi 4, Kemerli Agora, Hierapolis Caddesi, Sütunlu Cadde duvarı ve Erken Bizans Güney Sur yapısından toplam 9 adet harç ve sıva örneği alınmıştır (Şekil: 3). Harç ve sıva örneklerinin dokusunu ve mineral bileşimlerini belirlemek amacıyla ince kesit çalışmaları yapılmıştır. İncelenecek malzemenin petrografik özelliklerini temsil eden kütle halindeki bir miktar örnek, üzerindeki tozlar bir fırçayla alındıktan sonra $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de 2 saat kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler epoksi polimer içerisinde bekletilerek, harç ve sıva örneklerinin sağlam bir yapı kazanması sağlanmıştır. Daha sonra 30 μm kalınlığa kadar inceltilecek mikroskop altında incelemeye hazır hale getirilmiştir. İnce kesit incelemeleri Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Optik Mineraloji Laboratuvarında, "Leica DM750P marka polarize mikroskop" kullanılarak yapılmıştır.

Harç ve sıva örneklerinde optik mikroskop çalışmaları sırasında belirlenemeyen daha küçük boyutlu bileşenleri belirleyebilmek için X-Işınları Difraktometre (XRD) analizleri yapılmıştır. XRD analizler için alınan 9 adet örnek, halkalı değirmende 150-200 mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toz halindeki kayaç örneklerinin XRD analizler Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Araştırma Merkezi (YEBİM) Laboratuvarında "Inel Equinox 1000" marka cihazla kobalt katotlu tüp kullanılarak yapılmıştır.

Harç ve sıva örnekleri üzerinde standart spot tuz testleri uygulanmıştır. Spot tuz testleri Gazi Üniversitesi, Kültür Varlıkları Koruma ve Onarım Bölümü Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı'nda (MAKLAB) yapılmıştır. Örneklerde toplam tuz ölçümü tayini için; 25 ml su içerisine alınan 5 gram örnek, 1 saat santrifüjlenip süzöldükten sonra üzerine standart sodyum hekzametrafosfat eklenmiştir. Hazırlanan örneklerin toplam tuz içerikleri iletkenlik ölçer (Neukum Seri 3001 marka pH-sıcaklık-iletkenlik ölçer) ile kaydedilmiş,

sonuçlar ilgili eşitlikler kullanılarak toplam tuz miktarlarına ağrılıka yzde olarak (%^w/w) ulaşılmıştır (Means ve Parcher, 1963; Black ve diğ., 1965; Brady ve Weil, 2004). zeltelerde spot test türüne göre ya reaktifler eklenerek ya da şerit kullanılarak testler yapılmıştır. Anyon analizlerinde; standart Merck toplam sertlik (CO₃²⁻; kod no: 110025), (Cl⁻; kod no: 110079), sülfat (SO₄²⁻; kod no: 114789), fosfat (PO₄³⁻; kod no: 114846), nitrit (NO₂⁻; kod no: 108025) ve nitrat (NO₃⁻; kod no: 111170) test kitleri kullanılmıştır.

XRF analizleri yapılan harç ve sıva örneklerinin kimyasal analizleri Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü XRF Laboratuvarı'nda Spectro XEPOS-III PEDXRF cihazı kullanılarak yapılmıştır. XRF analizleri için, harç ve sıva örnekleri halkalı değirmende 150-200 mesh boyutuna kadar öğütülmüştür. Her bir örnek tozundan 6.25 gr alınarak, 1.40 gr bağlayıcı wax ile homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Karışım halindeki örnek tozu 15-20 N/m basınç altında, 40 mm. apında bir tablet şeklinde sıkıştırılmış ve analize hazır hale getirilmiştir.

BULGULAR VE DEğERLENDİRMELER

Tripolis Harç ve Sıva Örneklerinin Mineralojik-Petrografik Özellikleri

Harç yapıyı oluşturan duvar elemanlarını; örneğin taş ve/veya tuğla gibi malzemeleri bir arada tutan kireç ve çakıl esaslı bağlayıcı malzemedir. Kalınlığı uygulandığı yere göre değişir. Sıva ise yapının duvarlarını oluşturan malzemelerin (taş, tuğla ve harç) karışımının üzerine atılan kireç, kil, alçı ile kum veya daha büyük tane boyutlarından oluşan çakıl karışıklı malzemedir (Web2). Koruma ve onarım çalışmaların yeni hazırlanacak harç ve sıva için orjinal malzemenin petrografik özelliklerinin belirlenmesi (akıl-kum boyutlu bileşenlerin adlandırılması, tane boyutu, % tane miktarı vb.) başarılı sonuçlar alınabilmesi bakımından önemlidir.

İncelenen harç ve sıva örneklerinin mineralojik ve petrografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Harç ve sıva örneklerinde genel olarak litik bileşenler, mineral bileşenler ve bağlayıcı olmak üzere 3 farklı bileşene rastlanılmıştır. Örnekler içerisinde belirlenen mineral bileşenler başlıca kuvars, feldispat mineraller (ortoklaz ve plajiyoklaz), mika mineralleri (biyotit, muskovit) ile

daha az oranda klorit, kalsit ve opak minerallerden oluşmaktadır. Litik bileşenler çoğunlukla kuvarsit, gnays ve kuvars mikaşist türünden olup, daha az miktarda traverten, mermer ve kumtaşı bileşiminden oluşmaktadır. Bununla birlikte 1, 3 ve 5 No.lu örnekler içerisinde azda olsa tuğla-kiremit parçası görülmüştür. Harç ve sıva örnekleri içerisinde görülen mineral ve litik bileşenler Tripolis kenti çevresinin jeolojik yapısı ile uyumlu olup, muhtemelen çok yakın bölge/bölgelerden çok fazla bir işleme tabi tutulmadan getirilmiş olmalıdır. Harç/sıva örneklerinde görülen bağlayıcı genellikle kireç olup, 5, 8 ve 9 No.lu örneklerde kaymak kireç bağlayıcı olarak kullanılmıştır.

Harç ve sıva örnekleri tüm kayaç toz XRD sonuçlarına göre, örneklerde kuvars, kalsit, k-feldispat, muskovit, biyotit, klorit ve plajiyoklaz (oligoklas, andezin) pikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte 8 No.lu örneğin XRD grafiği diğer örneklerden farklı olup, kalsit, jips ve biyotit pikleri belirlenmiştir. Harç ve sıva örneklerinin XRD grafiklerinin tümünde düzenli ve belirgin mineral pikleri görülmektedir (Şekil: 4).

Kızdırma Kaybı ve Standart Spot Tuz Testleri

Toz haline getirilmiş harç veya sıva örnekleri üzerinde sıcaklık ayarlı kül fırın kullanılarak yapılan kızdırma kaybı (kalsinasyon) analizi sonucunda örneklerin içerdiği % nem, % molekül suyu-organik madde miktarı ve % CaCO_3 içerikleri hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre 7 ve 8 No.lu örneklerin CaCO_3 içeriklerinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yapıları oluşturan malzemelerin içeriğinde doğal olarak bulunan veya suda çözünerek sonradan malzemelerin yüzeyine veya gözeneklerine kapiler etki sonucu su ile taşınan tuzlar, zamanla hem malzemenin kendi bünyesinde, hem de ilişkide buldukları diğer malzemelerin yapılarında önemli kimyasal değişimlere neden olabilmektedir. Bu nedenle harç ve sıva örneklerinin doğal içeriğini oluşturan ve/veya dış/çevresel etkilerle (yağmur, kar, gece-gündüz sıcaklık farkları, hava kirliliği, trafik vb.) sonradan kazandıkları tuz içeriklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Tripolis antik kenti harç ve sıva örneklerine uygulanan standart (Merck) spot tuz türü testleri ve pH dağılımı sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Nitrit (NO_2^-) ve Nitrat testi (NO_3^-): NO_x içerik; kent merkezlerinde doğrudan maruz kalınan eksoz gazlarının yanı sıra hava kirliliğinin yoğun olduğu endüstri bölgelerinde atmosferik etki ile yapısal malzemeye taşınabilmekte, yüzeylerinde siyah tabakalanmaya yol açabilmektedir. Nitrit/nitrat içerik açısından incelenen tüm örnekler oldukça düşük (hassasiyet sınırında) değerler vermiştir. İncelenen örneklerden sadece 2 ve 8 No.lu örneklerde sırasıyla 25, 10 mg/L değerinde nitrat içeriği belirlenmiştir.

Fosfat Testi (PO_4^{3-}): Tarımsal etkinlikler (fosfat içerikli gübreleme), hayvansal (dışkılama) veya bitkisel kalıntılar, kanalizasyon veya evsel atıkların etkisi, atık veya piknik alanlarına yakınlıkta gıda birikintilerinin doğrudan veya dolaylı olarak toprak rezervuardan nemlenme ile malzemeye taşınmasından kaynaklanabilmektedir. İncelenen harç/sıva örneklerinden sadece 6 ve 8 No.lu örneklerde sınır değerinde (0.20 mg/L) fosfat içeriği belirlenmiştir.

Sülfat Testi (SO_4^{2-}): Özellikle alçı içerikli bağlayıcıların kayalara etkisinin yanında eksoz veya baca gazı kaynaklı hava kirliliğinin malzeme üzerinde oluşturduğu siyah tabakalanmanın tespitinde bilgi vermektedir. İncelenen harç/sıva örneklerinden 8 No.lu örnekte yapıdaki alçı içerikten kaynaklanabilecek yüksek miktarda (600 mg/L) sülfat içerik belirlenmiştir.

Klorür Testi (Cl^-): Kanalizasyon ve atık alanlarına yakınlık (klorlu temizlik malzemeleri), çimento içerikli harçların nemle etkileşimine açık yerler ile denizel bölge yakınındaki yapısal malzemelerde tespit edilebilmektedir. İncelenen 4, 6 ve 9 No.lu harç/sıva örneklerinde hassasiyet sınırında (3 mg/L), diğer örneklerde ise yüksek oranda (6-60 mg/L) klorür tespit edilmiştir.

Karbonat Testi (CO_3^{2-}): Karbonat içerikli taş/kayaç (mermer, traverten, kireçtaşı vb.) türlerinin belirlenmesinde ve kalkerleşmiş yüzeylerin bileşimlerinin tespitinde kullanılmaktadır. İncelenen harç/sıva örneklerinde yüksek oranda (112-400 mg/L) karbonat içerik belirlenmemiştir. Bu durum örneklerin içerdiği kireç bağlayıcı ile ilişkilendirilebilir.

pH Testi: İncelenen harç/sıva örneklerinin pH içerikleri 7,60-8,25 arasında değişim göstermektedir. İncelenen örneklerin tümü bazik özellik taşımaktadır. Bu durumun örneklerin içerdikleri kireç bağlayıcıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tripolis Harç ve Sıva Örneklerinin Jeokimyasal Özellikleri

Harç/sıva örneklerine ait jeokimyasal analiz sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Örneklerin kimyasal bileşim açısından değerlendirilmesi yapılırken felsik ve mafik minerallerde yüksek değerlerde bulunan elementler birlikte ele alınmıştır. Na_2O , K_2O ve Al_2O_3 gibi elementler özellikle feldispat, beyaz mika (muskovit) ve kil grubu minerallerde bol olarak bulunmaktadır. 8 No.lu örnek dışında örneklerin Na_2O , K_2O ve Al_2O_3 içerikleri birbirine yakın değerler göstermektedir. Petrografik incelemelerinde 8 No.lu örneğin kalsit ve kireç bağlayıcıdan oluştuğu, bu nedenle diğer örneklerle göre daha düşük Na_2O , K_2O ve Al_2O_3 içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer örneklerin Na_2O , K_2O ve Al_2O_3 içeriklerinin birbirine yakın ve nispeten yüksek değerlerde olması petrografik olarak içerdikleri ortoklaz ve plajiyoklaz mineralleri ile ilişkilendirilebilir (Şekil: 5a).

MgO , Fe_2O_3 ve TiO_2 ve gibi elementler özellikle siyah mika (biyotit, flogopit), klorit, amfibol ve piroksen grubu minerallerde bol olarak bulunmaktadır. Harç/sıva örneklerinin TiO_2 içerikleri birbirine yakın değerler gösteriyor, MgO ve Fe_2O_3 içerikleri bakımından farklılıklar bulunmaktadır (Şekil: 5b). 2, 4 ve 6 No.lu örneklerde MgO içeriği Fe_2O_3 içeriğine göre daha yüksek değerlerde iken, 1, 3, 5 ve 8 No.lu örneklerde Fe_2O_3 içeriği daha yüksektir. Bu durum örneklerin içerdiği mafik mineral parçaları ile ilişkilendirilebilir.

Tripolis harç/sıva örneklerinin SiO_2 ve CaO içerikleri bakımından zengin oldukları görülmektedir. 4 ve 8 No.lu örnekler dışında örneklerin SiO_2 içeriklerinin CaO içeriklerine göre daha yüksek değerlerde (Si:Ca oranı 3:1) olduğu belirlenmiştir (Şekil: 5c). 4 No.lu örnek içerisinde Si:Ca oranı 1:1 iken, 8 No.lu örneğin CaO içeriği SiO_2 içeriğine göre daha yüksek değerdedir.

P_2O_5 , SO_3 ve MnO gibi elementler açısından 8 No.lu örnek dışında örneklerin birbirine yakın değerler gösterdikleri belirlenmiştir. 8 No.lu örneğin özellikle SO_3 içeriği diğer örneklerle göre daha yüksek değerdedir. Bu durum 8 No.lu örneğin bir sıva örneği olması ve sülfat içerikli bir kireç bağlayıcı kullanılmış olması ile ilişkilendirilmiştir (Şekil: 5d).

Harç ve sıva örnekleri SO_3 - CaO - SiO_2 üçgen diyagramına 8 No.lu örnek dışında kalan örneklerin CaO - SiO_2 çizgisi üzerine düştüğü görülmektedir. Bu durum harç örneklerinde bağlayıcı olarak %20-50 arasında değişen kireç

(CaO) kullanılması ile ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde 8 No.lu örneğin bir sıva örneği olması ve diğer örneklerle göre kısmen yüksek SO_3 içeriğine sahip olması, alçı esaslı bir bağlayıcı kullanıldığını göstermektedir. (Şekil: 6a). $(MgO+Fe_2O_3+TiO_2)-(Na_2O+K_2O)-(SiO_2+Al_2O_3)$ üçgen diyagramına yerleştirilen harç/sıva örneklerinin $(SiO_2+Al_2O_3)$ köşesine düştüğü görülmüştür. Bu durum harç ve sıva örneklerinin bileşiminde çoğunlukla açık renkli minerallerin (ortoklaz, plajiyoklaz) bulunması ile ilişkilendirilmiştir (Şekil: 6b).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tripolis antik kenti yapılarında kullanılan harç/sıva örneklerinin minero-petrografik ve kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik olarak hazırlanan bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir.

i) Tripolis kenti yapılarında kullanılan harç ve sıva örnekleri benzer özellikler göstermektedir. Örnekler içerisinde litik bileşenler (baskın olarak kuvarsit, gnays, kuvars mikaşist, daha az miktarda mermer traverten, kumtaşı ve tuğla-kiremit parçası), mineral bileşenler (kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, biyotit, muskovit ile daha az oranda klorit, kalsit ve opak mineraller) ve bağlayıcı (kireç) olmak üzere 3 farklı bileşen belirlenmiştir.

ii) Harç ve sıva örneklerinin XRD grafiklerinin tümünde düzenli ve belirgin kuvars, kalsit, k-feldispat, muskovit, biyotit, klorit ve plajiyoklaz (oligoklas, andezin) pikleri tespit edilmiştir. Diğer harç örneklerinden farklı olarak 8 No.lu örneğin XRD grafiğinde kalsit, jips ve biyotit pikleri belirlenmiştir.

iii) Harç ve sıva örnekleri içerisinde görülen litik ve mineral bileşenler Tripolis kenti çevresinin jeolojik yapısı ile uyumlu olup, muhtemelen çok yakın bölge/bölgelerden temin edildiği düşünülmektedir.

iv) Genel olarak Tripolis kenti harç ve sıva örneklerinin nem içerikleri % 0.60-2.46 arasında değişirken, molekül suyu-organik madde içeriği % 2.01-7.30 ve $CaCO_3$ içeriği %22.67-76.59 arasında değişmektedir. 8 No.lu örneğin % $CaCO_3$ içeriğinin diğer örneklerle göre daha yüksek olması örneğin bir sıva örneği olması ile ilişkilendirilmiştir.

v) Örneklerin spot tuz testi sonuçları değerlendirildiğinde; nitrit/nitrat içerik açısından incelenen tüm örnekler oldukça düşük (hassasiyet sınırında) değerler vermiştir. İncelenen örneklerden sadece 2 ve 8 No.lu örneklerde

gübrelemeden kaynaklanabilecek nitrat içeriği belirlenmiştir. Harç/sıva örneklerinden sadece 6 ve 8 No.lu örneklerde likenleşmeden kaynaklanabilecek oldukça düşük değerde fosfat içeriği belirlenmiştir. 8 No.lu örnekte yapıdaki alçı içerikten kaynaklanan yüksek miktarda sülfat, 4, 6 ve 9 No.lu harç/sıva örneklerinde hassasiyet sınırında, diğer örneklerde ise yüksek oranda klorür tespit edilmiştir. Örneklerin tümünde kireç bağlayıcıdan kaynaklanan yüksek oranda karbonat içerik belirlenmiştir.

vi) Örneklerin pH tayinlerine genel olarak bakıldığında; incelenen örneklerin tümü bazik ortam şartlarındadır. Bu durum örneklerin içerdikleri kireç bağlayıcıdan kaynaklanmış olmalıdır.

vii) Tripolis harç/sıva örneklerinin SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , K_2O ve Na_2O içeriklerinin diğer ana oksit elementlere göre yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum örnekleri oluşturan mineral ve litik bileşenlerin çoğunlukla açık renkli minerallerden oluşması ve kireç bağlayıcı ile ilişkilendirilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan harç ve sıva analizlerinin gerçekleşmesinde değerli katkılar sağlayan Kıymet Deniz (Ankara Üniversitesi-YEBİM) ve Gülşen Albuz (Gazi Üniversitesi-MAKLAB) yazarlar teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKÇA

- AKYOL, A.A., ESKİCİ, B. ve KADIOĞLU, Y.K. 2013. *Ankara Akköprü Arkeometrik Çalışmaları*, Ankara Araştırmaları Dergisi, Sayı, 1(1), s.1-19.
- ALÇİÇEK H. 2007. *Denizli Havzası (Sarayköy-Buldan Bölgesi, GB Türkiye) Neojen Çökellerinin Sedimantolojik İncelenmesi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- BLACK, C.A., EVANS, D.D., ENSMINGER, L.E., WHITE, J. L. ve CLARK, F.E. 1965. *Methods of Soil Analysis No. 9 in the Series Agronomy*, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- BRADY, N.C. ve WEIL, R.R. 2004. *Elements of the Nature and Properties of Soils, 2nd ed.*, Pearson and Prentice Hall, New Jersey, 96.

- BÜLBÜL, A. 2000. *Kamara ve Çizmeli (Yenice-Buldan) Sıcak ve Mineralleri Sularının Hidrojeolojisi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- CANDAN, O., OBERHÄNSLI, R., DORA, O.Ö., ÇETİNKAPLAN, M., KORALAY, O.E., RIMMELÉ, G., CHEN, F. ve AKAL, C. 2011. *Menderes Masifi'nin Pan-Afrikan Temel ve Paleozoik-Erken Tersiyer Örtü Serilerinin Polimetamorfik Evrimi*, MTA Dergisi, 142, 123-167.
- DUMAN, B. 2013. *Son Arkeolojik Araştırmalar ve Yeni Bulgular Işığında Tripolis ad Maeandrum*, Cedrus I, 179-200.
- DUMAN, B. 2014. *Tripolis'teki Geç Bizans Kalesi*, Mustafa Büyükkolancı'ya Armağan, (ed. Celal Şimşek, Bahadır Duman, Erim Konakçı), Ege Yayınları, İstanbul, 229-246.
- ERCAN, T., DİNÇEL, A., METİN, S., TÜRKECAN, A., GÜNAY, E. 1978. *Uşak Yöresindeki Neojen Havzaların Jeolojisi*, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 21, 97-106.
- ESKİCİ, B., AKYOL, A.A. ve KADIOĞLU, Y.K. 2006. *Erzurum Yakutiye Medresesi Yapı Malzemeleri, Bozulmalar ve Koruma Problemleri*, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46(1), 165-188.
- ESKİCİ, B., 2007. *Mimarî Onarımlarda Malzeme Kullanımı Ve Yöntem Sorunları, Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu-1*, 257-268.
- ESKİCİ, B., AKYOL, A.A. ve KADIOĞLU, Y.K. 2008. *Hasankeyf Zeynel Bey Türbesi Malzeme Analizleri ve Koruma Sorunları*, Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi, Sayı 8, s. 15-30.
- GÖKGÖZ, A. 1994. *Pamukkale-Karahayıt - Gölemezli Hidrotermal Karstının Hidrojeolojisi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Isparta.
- GÜLEÇ, A. 2012. *Nuruosmaniye Camii'ne Ait Malzemelerin Nitelik Ve Problemlerinin Analizi*, Restorasyon Yıllığı Dergisi, Sayı 5, s. 59-75.
- GÜLEÇ, A. 2013. *Fatih Camii ve I. Mahmut Kütüphanesi Harç ve Sıvalarının Karakterizasyonu*, Restorasyon Yıllığı Dergisi, Sayı 7, s. 109-118.
- KORALAY, O.E., CANDAN, O., AKAL, C., DORA, O.Ö., CHEN, F., SATIR, M. ve OBERHANSI, R. 2011. *Menderes Masifindeki Pan Afrikan ve Triyas*

Yaşlı Metagranitoidlerin Jeolojisi ve Jeokronolojisi, Batı Anadolu, Türkiye, MTA Dergisi, sayı 142, 69-121.

KORALAY, T., KADIOĞLU, Y. ve JIANG, S.Y. 2013. *Determination of Tourmaline Composition in Pegmatite from Buldan - Denizli (Western Anatolia-Turkey) Using XRD, XRF and Confocal Raman Spectroscopy, Spectroscopy Letters, 46, 499-506.*

KORALAY, T., ÖZKUL, M., KUMSAR, H., ÇELİK, S.B. ve PEKTAŞ, K. 2014. *Tarihi Yapılarda Mineralojik, Petrografik ve Jeoteknik Çalışmaların Önemi: Bitlis Kalesi Örneği (Bitlis-Doğu Anadolu), Selçuk Üniv. Müh.-Mim. Fak. Dergisi, Sayı, 2-3, s.54-68.*

MEANS, R.E. ve PARCHER, J.V. 1963. *Physical Properties of Soils, Charles E. Merrill Publishing Co., Columbus, Ohio, USA.*

OBERHÄNSLI, R., CANDAN, O., DORA, O.Ö. ve DÜRR, S. 1997. *Eclogites within the Menderes Massif/Western Turkey, Lithos 41, 135-150.*

ÖZGEN, Ö. 2012. *Horasan Harcı Üzerine Deneysel Çalışmalar, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı İstanbul Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi, 50s.*

SATIR, M. ve FRIEDRICHSEN, H. 1986. *The origin and evolution of the Menderes massif, W-Turkey: A Rb/Sr and Oxygen isotope Study, Geol. Rdsch., 75/3, 703-714.*

SUN, S. 1990. *Denizli-Uşak Arasının Jeolojisi ve Linyit Olanakları, MTA Rapor No: 9985.*





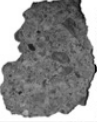

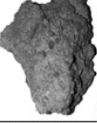



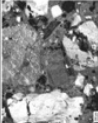
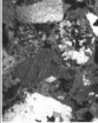
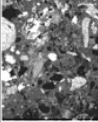
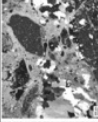
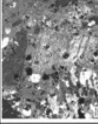
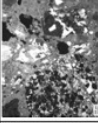
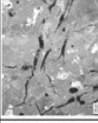

ŞENGÖR, A.M.C., SATIR, M. ve AKKÖK, R. 1984. *Timing of tectonic events in the Menderes Massif, Western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey, Tectonics, 3, 693-707.*

UĞURLU, E. 2008. *Koruma Çalışmalarında Tarihi Harç ve Sıva Analizlerinin Önemi, Mimarlıkta Malzeme, Sayı 11, s. 83-87.*

YILMAZ, Y., GENÇ, S.C., GÜRER, Ö.F., KARACIK, Z., ALTUNKAYNAK, Ş., BOZUCU, M., YILMAZ, K. ve ELMAS, A. 1998. *Ege Denizi ve Ege Bölgesinin Jeolojisi ve Evrimi", Türkiye Denizlerinin ve Yakın Çevresinin Jeolojisi (editör N. Görür), İstanbul. 210-336.*

Web1: <http://www.dmi.gov.tr>

Web2: <http://www.anitesermalzemeanaliz.name.tr>

Örnek Numarası / Özellik	1	2	3	4	5	6	7	8	9
El Örneği									
Alınış Yeri	Kilise Derez Harcı	Tonozlu Yapı Eski Harç	Tonozlu Yapı Yeni Harç	Sur Davanı Harcı	Tonozlu Yapı Eski Harç Kırmaz renkli	Kemethi Yapı Yünlük Harç Kuşey Davanı	Hierapolis Caddesi Banı Ayaklıları	Kemethi Yapı Sıva	Agona Banı Poritik
Renği	Beşaz, grimsi beşaz renkli (N7, N8, N9)	Grİ, grimsi beşaz renkli (N8, N9)	Grİ, koyu grİ renkli (N5)	Grİ, grimsi beşaz renkli (N8, N9)	Dış yüzeyleri kırmızı renkli olup, taze kırık yüzeyleri Grİ, grimsi beşaz renkli (N8, N9)	Grİ, grimsi beşaz renkli (N8, N9)	Grİ, grimsi beşaz renkli (N8, N9)	Grİ, grimsi beşaz renkli (N8, N9)	Grİ, grimsi beşaz renkli (N8, N9)
Tane Boyutu	Orta-ince taneli (1-2 mm)	Orta-iri taneli (2-5 mm)	İnce taneli (< 1 mm)	Orta-iri taneli (2-5 mm)	Orta-ince taneli (1-2 mm)	Orta-ince taneli (< 1 mm)	İnce taneli (< 1 mm)	İnce taneli (< 1 mm)	Orta-iri taneli (2-5 mm)
% Tane Miktarı	% 25	% 20	% 20	% 25	% 25	% 15	% 15	% 10	% 15
Diğer Özellikler	Koyu grİ, sarımsı kahverengi, bordo renkli ksmen yuvarlaklaşmış taneler içeryor.	Atmosferle temas eden yüzeylerinde açık kahve, sarımsı renkte çamurlar görülmektedir. Bazen küçük bir yapıya sahiptir.	Sıkı ve tuzlu bir yapıda ve inşaatın dış ortamın yalıtıcısıdır.	Koyu grİ, sarımsı kahverengi, bordo renkli ksmen yuvarlaklaşmış taneler içeryor.	Koyu grİ, siyah, yeşilimsi sarı, sarımsı kahverengi, bordo renkli ksmen yuvarlaklaşmış taneler içeryor.	Dış yüzeyleri sarımsı kahverengimsi olup, kolaylıkla ufalanıp dağılmaktadır.	Koyu grİ, sarımsı kahverengi, bordo renkli ksmen yuvarlaklaşmış taneler içeryor.	Oldukça ince taneli bileşenlerden oluşmaktadır. Kolaylıkla ufalanıp dağılmaktadır.	Koyu grİ, sarımsı kahverengi, bordo renkli ksmen yuvarlaklaşmış taneler içeryor.
Mikroskop Görüntüsü									
Mineral Bileşenler ve %'si	Kuvars Feldispat Biyotit Muskovit Plajiyoklaz Kalsit Opak Mineral	Kuvars Feldispat Biyotit Muskovit Plajiyoklaz Opak Mineral	Kuvars Feldispat Kalsit	Kuvars Feldispat Plajiyoklaz Biyotit	Kuvars Feldispat Kalsit	Kuvars Feldispat Plajiyoklaz Biyotit	Kuvars Feldispat Plajiyoklaz	Kalsit Kuvars Biyotit	Kuvars Feldispat Plajiyoklaz Biyotit Amfibol
Litik Bileşenler ve %'si	Kuvarsit Gınyas Kuvars Mikasjist	Kuvarsit Gınyas Kumması Traverten	Kuvarsit Gınyas Mermer	Kuvarsit Kuvara Mikasjist Traverten	Kuvarsit Gınyas	Kuvarsit Kavars Mikasjist Traverten	Kuvarsit Feldispat Gınyas Mikasjist Gırmüt Mikasjist	Mermer Kuvarsit Gınyas	Kuvarsit Gınyas Mermer
Diğer Bileşenler ve %'si	Tağla-Kiremit Parçası %2-5		Tağla-Kiremit Parçası %2-5						
Bağlayıcı ve %'si	Kireç %30-48	Kireç %30-48	Kireç %55-68	Kireç %45-55	Kaymak Kireç %45-60	Kireç %40-50	Kireç %50-60	Kaymak Kireç %60-70	Kaymak Kireç %60-70

Tablo 1: İncelenen harç ve sıva örneklerinin mineraloji-petrografik özellikleri.

Örnek No	Örnek Ağırlığı (g)	W_d (g)	W_0 (g)	W_1 (g)	W_2 (g)	W_3 (g)	Nem (%)	MS-OM* (%)	$CaCO_3$ (%)
1	2.01	20.49	22.49	22.48	22.43	22.29	0.60	2.61	22.67
2	2.00	20.21	22.22	22.19	22.06	21.93	1.52	6.14	32.37
3	2.00	20.85	22.85	22.84	22.79	22.61	0.86	2.37	27.57
4	2.00	20.93	22.93	22.92	22.87	22.56	0.75	2.21	42.66
5	2.00	22.37	24.37	24.33	24.24	24.05	2.46	4.15	37.16
6	2.00	20.77	22.77	22.75	22.70	22.48	0.70	2.97	32.27
7	2.00	21.07	23.07	23.05	22.91	22.71	0.91	7.30	40.49
8	2.00	19.82	21.82	21.80	21.68	21.15	1.06	6.42	76.59
9	2.00	21.51	23.51	23.50	23.46	23.25	0.60	2.01	30.08

*Molekül Suyu(MS)-Organik Madde Miktarı(OM)

W_d : Porselen kabin ağırlığı; W_0 : W_d + Örnek Ağırlığı; W_1 : 105°C'de kurutulmuş örneğin ağırlığı; W_2 : 550°C'de kurutulmuş örneğin ağırlığı; W_3 : 1050°C'de kurutulmuş örneğin ağırlığı.

Tablo 2: Harç ve sıva örneklerinin hesaplanan % nem, % molekül suyu-organik madde ve % $CaCO_3$ miktarları.

Örnek No	Nitrit (NO_2^-)	Nitrat (NO_3^-)	Fosfat (PO_4^{3-})	Sülfat (SO_4^{2-})	Klorür (Cl)	Karbonat (CO_3^{2-})	pH	SS (%)
1	0,025*	_*	_*	_*	30*	112*	8,20*	0,98**
2	0,025	25	-	-	60	400	8,24	3,16
4	0,025	-	-	-	3	112	8,19	2,11
5	0,025	-	-	-	6	192	8,25	1,55
6	0,025	-	0,20	-	3	112	7,81	2,52
8	0,025	10	0,20	600	18	400	7,60	2,75
9	0,025	-	-	-	3	112	7,74	2,52

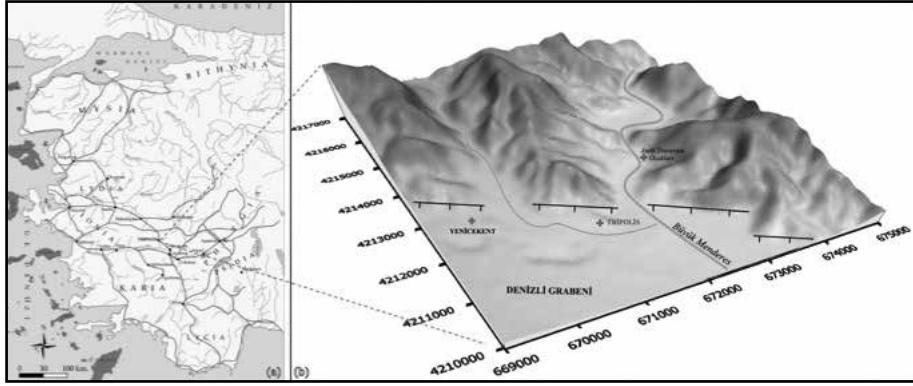
(*) mg/L, (**) mg/L (100 mL suda);

(PO_4^{3-}): 0,20 mg/L, (SO_4^{2-}): 200 mg/L, (Cl): 3 mg/L, (CO_3^{2-}): 4 mg/L, (NO_3^-):10 mg/L, (NO_2^-): 0,025 mg/L

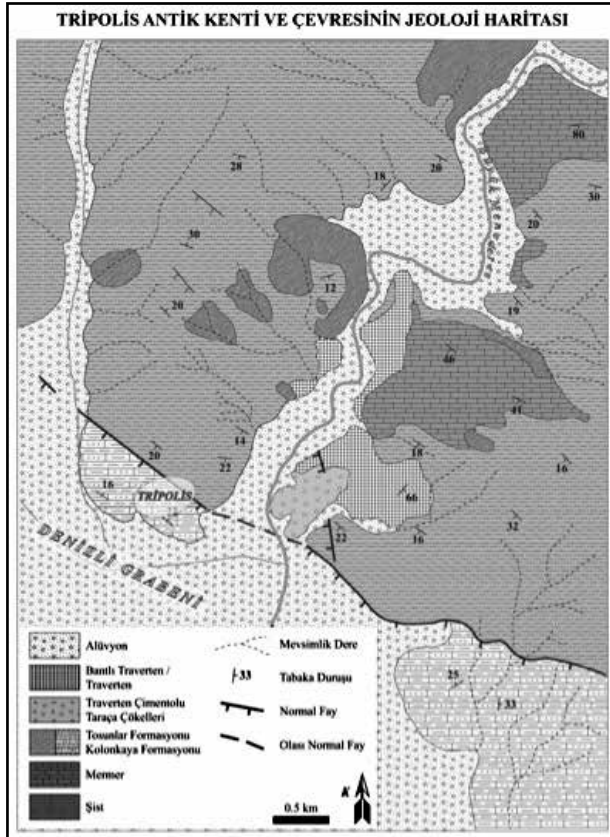
Tablo 3: Tripolis harç ve sıva örneklerine uygulanan Standart (Merck) Spot Tuz türü test sonuçları

Element		Örnek Numarası								
		2	3	4	5	6	7	8	9	
Na ₂ O	%	2.07	1.77	1.67	1.04	1.15	1.47	1.57	0.70	1.47
MgO	%	0.77	2.31	0.72	1.20	1.43	1.43	0.85	0.68	0.94
Al ₂ O ₃	%	8.01	7.04	6.88	4.83	7.37	6.63	6.55	2.00	6.51
SiO ₂	%	51.51	47.48	42.69	24.78	33.95	40.88	46.12	11.91	39.04
P ₂ O ₅	%	0.11	0.12	0.14	0.13	0.13	0.23	0.11	0.19	0.13
SO ₃	%	0.12	0.22	0.25	0.19	0.16	0.15	0.10	1.56	0.11
Cl	%	0.06	0.21	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.07	0.02
K ₂ O	%	3.02	2.67	2.34	1.85	2.39	2.48	2.33	0.87	2.41
CaO	%	12.90	11.95	18.19	25.72	18.47	17.34	16.69	37.32	17.54
TiO ₂	%	0.14	0.17	0.19	0.13	0.28	0.15	0.13	0.07	0.18
MnO	%	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
Fe ₂ O ₃	%	0.86	1.14	1.23	0.85	1.89	1.06	0.81	0.80	0.99
V	ppm	12.5	16.9	39.4	13.5	29.6	18.4	16.5	18.6	20.5
Cr	ppm	32.2	36.7	73.1	70.7	44.2	52.3	24.6	99.4	37.0
Co	ppm	67.4	68.4	62.3	12.7	34.3	52.3	61.4	9.0	34.2
Ni	ppm	41.3	51.9	37.5	26.9	40.4	46.8	33.0	28.4	30.3
Cu	ppm	5.4	5.7	7.0	4.9	7.6	18.7	6.1	9.2	4.4
Zn	ppm	9.8	13.1	14.1	11.3	21.1	16.5	9.4	13.1	12.2
Ga	ppm	10.6	8.7	9.6	7.8	12.0	9.4	8.7	4.1	8.9
As	ppm	3.1	2.2	4.2	5.2	6.4	6.6	2.9	36.5	4.8
Rb	ppm	86.4	78.7	78.2	66.5	90.1	76.0	74.2	30.4	75.3
Sr	ppm	159.3	168.9	228.5	394.9	306.5	205.6	154.9	258.6	210.2
Y	ppm	14.1	15.9	19.2	10.7	26.9	14.1	13.0	6.6	14.9
Zr	ppm	110.9	113.3	131.4	61.2	88.3	110.3	99.4	40.8	97.7
Nb	ppm	5.0	5.4	5.2	4.0	9.2	5.9	4.4	2.9	6.2
Sn	ppm	15.8	16.7	15.0	12.7	17.6	14.6	17.3	15.3	13.3
Ba	ppm	464.7	403.8	374.8	458.0	410.6	442.2	394.0	183.2	403.7
Nd	ppm	38.9	40.9	55.9	47.3	85.1	52.9	65.6	46.1	41.7
Hf	ppm	5.2	6.3	5.9	2.8	5.1	5.6	5.7	< 1.6	5.9
Pb	ppm	26.6	19.0	10.7	17.6	15.4	50.1	12.9	21.4	12.0
Th	ppm	8.7	9.3	10.5	7.8	16.9	8.8	7.0	5.8	8.8

Tablo 4: İncelenen harç ve sıva örneklerinin ana oksit ve bazı iz element analiz sonuçları.



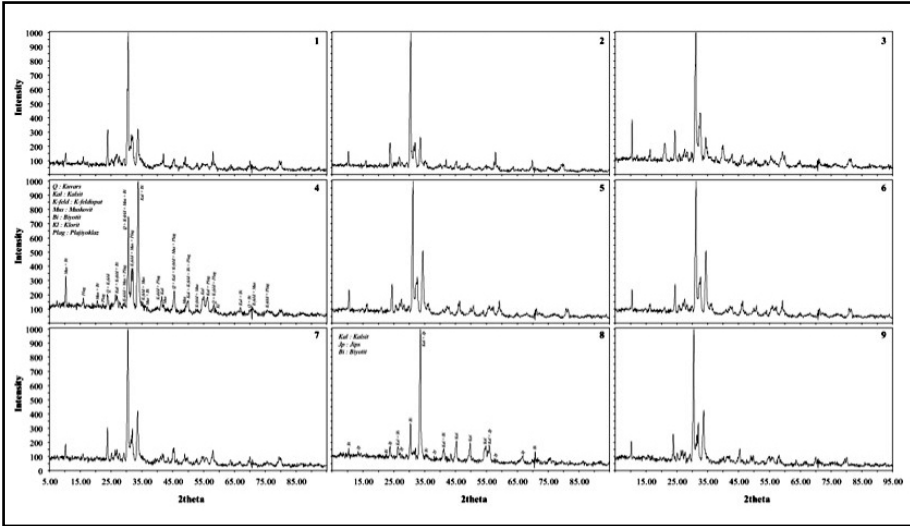
Şekil 1: Tripolis Antik Kenti a) Yer bulduru haritası b) Jeomorfolojik durumu.



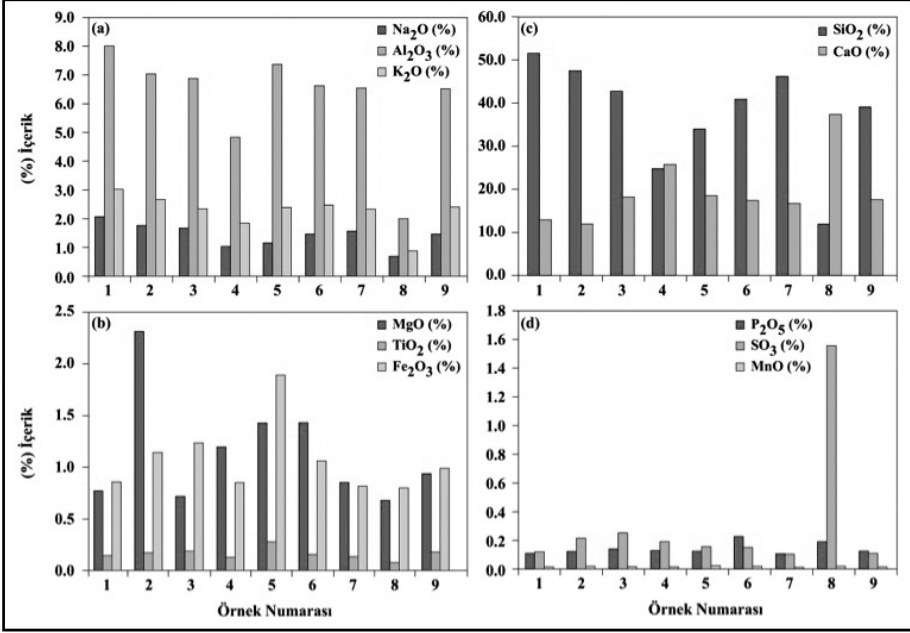
Şekil 2: Tripolis antik kenti ve çevresinin jeoloji haritası



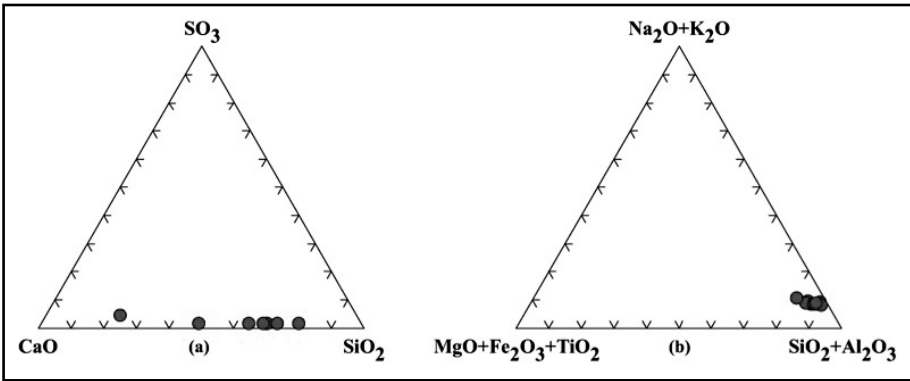
Şekil 3: Harç ve sıva örneği alınan yapılar a) Erken Bizans-4 Kilisesi, b) Kemerli Agora ve Hierapolis Caddesi, c) Sütunlu Cadde ve Erken Bizans Güney Surları, d) Hierapolis Caddesi ve kanalizasyon yapısı.



Şekil 4: İncelenen harç ve sıva örneklerine ait XRD grafikleri.

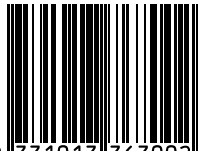


Şekil 5: İncelenen harç ve sıva örneklerine ait bazı anaoksit elementlerin değişim grafikleri.



Şekil 6: Harç ve sıva örnekleri a) SO_3 -CaO-SiO₂ ve b) (MgO+Fe₂O₃+TiO₂)-(Na₂O+K₂O)-(SiO₂+Al₂O₃) üçgen diyagramlarındaki konumları.

ISSN 1017-7671



9 771017 767002