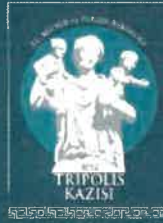


TRIPOLIS AD MAEANDRUM

I

TRIPOLIS ARAŐTIRMALARI

Bahadır DUMAN
Editör



ege

YAYINLARI

TRIPOLIS AD MAEANDRUM
I

TRIPOLIS ARAŐTIRMALARI

Editör / Editor
BAHADIR DUMAN

TRIPOLIS AD MAEANDRUM

I

TRIPOLIS ARAŐTIRMALARI

Editör / Editor
Bahadır Duman

ISBN 978-605-9680-51-6

1. Baskı / 1st Edition

© 2017, Ege Yayınları
İstanbul

Bütün hakları saklıdır.



Bu kitap Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından sağlanan maddi destekle basılmıştır.

This book is published with the financial support from the Scientific Research Projects Coordination Unit of Pamukkale University.

Baskı / Printed by

Gezegen Basım San. ve Tic. Ltd. Şti.

100. Yıl Mah. Matbaacılar Sitesi 2. Cadde No: 202/A Bağcılar/İstanbul

Tel: +90 (212) 325 7125 Fax: +90 (212) 325 6199

Sertifika No: 29487

Yapım ve Dağıtım / Production and Distribution

Zero Produksiyon

Kitap-Yayın-Dağıtım San. Ltd. Şti.

Abdullah Sokak, No: 17, Taksim

Beyoğlu 34433 İstanbul - Türkiye

Tel: +90 (212) 244 7521 Fax: +90 (212) 244 3209

E.posta: info@zerobooksonline.com

www.zerobooksonline.com

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

SUNUŞ	VII
ÖNSÖZ	IX
FOREWORD	XI
Tripolis'in Yeri, Önemi ve Kısa Tarihi Bahadır Duman	1
Location, Importance and Short History of Tripolis Bahadır Duman	17
Prehistorik Tripolis: Akkaya (Yenice) ve Hamambükü Höyük Erim Konakçı	23
Tripolis on the Maeander under Roman Rule (Cent. 2 nd B.C. - 3 rd A.D.): History and Epigraphy Alister Filippini	47
Tripolis on the Maeander in Hellenistic and Roman Age (Cent. 3 rd B.C. - 3 rd A.D.): Epigraphy and Prosopography Francesco Guizzi – Alister Filippini	59
An Inscribed Altar from Tripolis ad Maeandrum Francesco Guizzi – Barış Yener	75
Tripolis'ten Kolossal Zırlı Heykel Ayağı Candemir Zoroğlu	83
Tripolis Roma Hamamı (Büyük Hamam) Coşkun Daşbacak	91
Erken Bizans Kilisesi 4 Fahriye Bayram	101
Tripolis ad Maeandrum Kazısı Geç Roma Dönemi Amphora Mühürleri Erkan Alkaç	111
Tripolis Batı Stoa Koruma ve Onarım Çalışmaları Saadet Mutlu Kaytan	121
Tripolis Antik Kentinde Bulunan Kemerli Yapının Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Doğrusal Elastik Analizi Ali Haydar Kayhan	135
Tripolis Antik Kenti (Yenicekent/Buldan-Denizli) Yapılarında Kullanılan Kayaçların Minero-Petrografik Özellikleri Tamer Koralay	145
Tripolis'te Bulunan Geç Antik Çağ Unguentariumları'nın Arkeometrik Yönden Değerlendirilmesi Barış Semiz – Bahadır Duman	165

Tripolis Kazılarında Koruma Çalışmaları: Bronz Bir Heykel Ayağının Konservasyonu Çağrı Murat Tarhan - Fatma Şenol	181
Tripolis Antik Kenti'nin (Denizli) Florasına Genel Bir Bakış Gürkan Semiz	191

TRIPOLIS'TE BULUNAN GEÇ ANTİK ÇAĞ UNGUENTARIUMLARI'NIN ARKEOMETRİK YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bariş SEMİZ – Bahadır DUMAN*

ÖZET

Bu çalışma, Tripolis Antik Kenti'nde (Denizli) bulunan ve Geç Antik Çağ'a tarihlenen bir grup unguentarium örneğinin arkeometrik yönden incelenmesini amaçlamaktadır. Örnekler, makroskobik özellikleri açısından düz dipli ve sivri dipli olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Unguentarium örneklerinin mineralojik-petrografik özellikleri, X-ışınları kırınımı (XRD) ve optik mikroskop çalışmaları ile kimyasal bileşimleri ise X-ışınları floresans spektrometresi (XRF) ile belirlenmiştir. Yapılan optik mikroskop ve XRD çalışmalarının sonucunda, örnekler içerdiği mineral bileşimleri ve dokusal özelliklerine göre üç gruba ayrılmışlardır. Grup-1 örnekleri bol kuvars, plajiyoklas gehlenit içerikli, yer yer sparikalsit dolguludur. Grup-2 örneklerinin bol plajiyoklas, kuvars, gehlenit ve kalsit içermektedir. Kuvars içeriği orta seviyede olup bol sparikalsit dolgu ile karakteristiktir. Grup-3 örnekleri ise kuvars, plajiyoklas, gehlenit ve bol boşluk oranı ile belirgindir. XRD analizlerinin yorumlanması sonucunda örneklerin pişirim sıcaklıklarının yaklaşık 900-1000°C civarında olduğu tespit edilmiştir. Gehlenit ve kalsit minerallerinin aynı örnekte gözlenmesi, gömülme sırasındaki kalsitin ikincil çökmesi (tamamen allohton) şeklinde yorumlanmaktadır. Belirlenen örnek gruplarının arasındaki petrografik farklılıklar kimyasal içeriklerine de yansımıştır. Unguentarium örneklerinin Sr ve Zr içeriklerine göre, üretimlerinde çoğunlukla karasal hammadde kullanıldığı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Unguentarium, arkeometri, gehlenit, Tripolis, Denizli.

ABSTRACT

In this study, archeometrical investigation of a unguentarium samples group from late antique period in Tripolis antique city (Denizli) is aimed. Samples were divided into two groups as flat bottom and sharp bottom in terms of their macroscopic properties. Mineralogical and petrographical properties of the unguentarium samples are determined by X-ray diffraction and optical microscopy investigations, chemical compositions are also determined by X-Ray Fluorescence analyses. As a result of optical microscopy and X-ray diffraction analyses, samples were divided into three petrographic groups in terms of mineralogical compositions and textural properties. Group 1 samples consist of abundant quartz, plagioclase, gehlenite, rarely calcite. Group 2 samples consist of abundant plagioclase, quartz, gehlenite and sparcalcite. Quartz contents are found as intermediate and abundant sparcalcite contents. Group 3 samples have abundant void and rarely quartz, plagioclase, gehlenite. In the light of XRD analyses, the firing temperatures of the samples were determined about 900-1000 °C. Gehlenite and calcite minerals observed in the same sample and this is interpreted as secondary precipitation of calcite during burial (completely allochthonous). Petrographic differences of the sample groups are reflected to chemical content. According to Sr and Zr contents of the unguentarium samples, it is thought that terrestrial raw material was used in the production of the samples.

Keywords: Unguentarium, archeometry, gehlenite, Tripolis, Denizli.

* Yrd. Doç. Dr. Bariş Semiz, Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20017 Kınıklı – Denizli.

Doç. Dr. Bahadır Duman, Pamukkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, 20070 Kınıklı – Denizli.

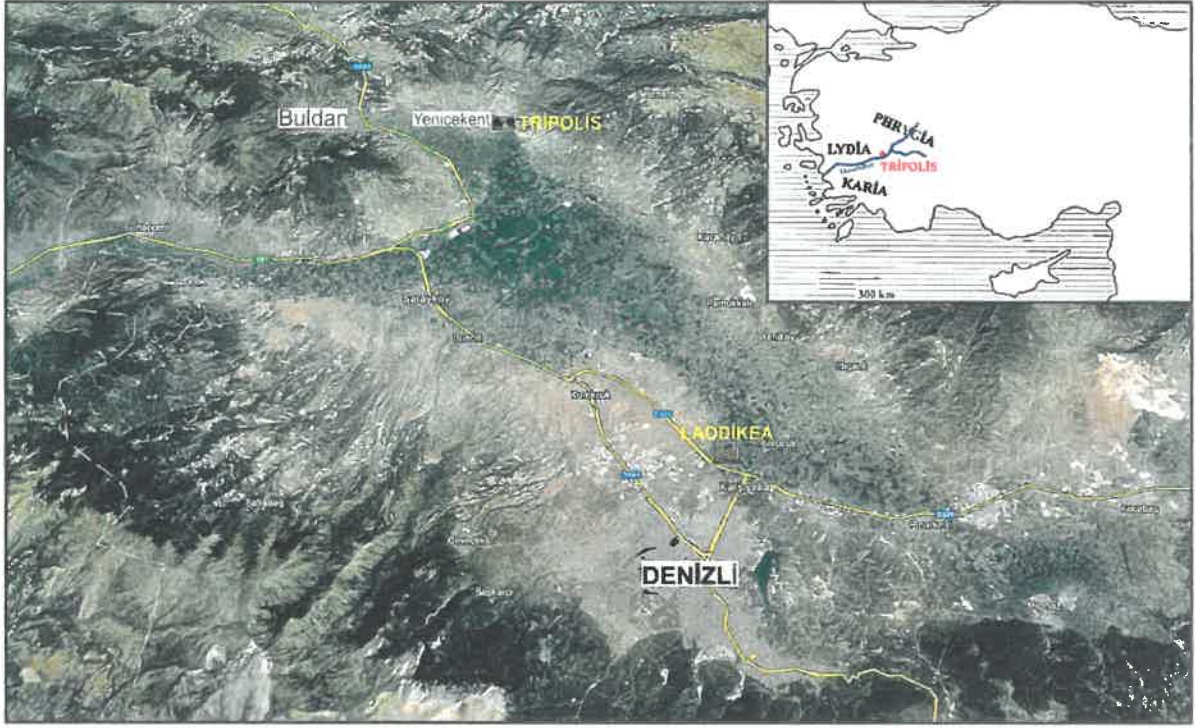


Fig. 1 Yer bulduru haritası

1. Giriş

Arkeolojik alanlarda ele geçen buluntular (seramik, metal, kemik, mermer parçaları vb.) zerinde son yıllarda interdisipliner olarak yapılan çalışmalarda kimyasal, jeolojik ve fiziksel analiz tekniklerinin yararlı sonuçlar verdikleri ortaya çıkmıştır.¹ Antik buluntuların kimyasal, mineralojik ve yapısal karakteristikleri seramik üretiminde kullanılan ham maddenin bölgesinin belirlenmesine ve mlek imali ile ilişkili teknolojik süreçlerin tanımlanmasına yardımcı olabilmektedir. Ayrıca, mineralojik bileşimde ham maddenin pişirim sıcaklığına ve fırında pişme sresinin ne olduğuna ışık tutabilmektedir.

Tripolis antik kenti Denizli ili, Buldan ilçesi, Yenicekent Kasabası sınırları içerisinde yer almaktadır (Fig. 1). Helenistik Dönem'de kent Lydia, Phrygia ve Karia Bölgeleri'nin sınırlarının birleştiği alan üzerinde ve Maiandros Nehri'nin hemen kıyısında kurulmuştur.²

Bu çalışmanın konusunu oluşturan unguentariumlar, Tripolis Antik Kenti'nde gerçekleştirilen 2012 ve 2013 yılı kazılarında bulunmuştur. Unguentariumlar yaklaşık olarak İ.Ö. 4. yy'dan, İ.S. 7. yy. başlarına kadar tüm Akdeniz Havzası'nda yaygın olarak kullanılan kaplardır. Bunların, Hellenistik ve Roma Dönemi'nde daha çok mezar hediyesi olarak kullanıldığı, kabul edilmiş olan yaygın bir görüştür. Geç Antik ağ'da da aynı isimle anılan bu kap grubunun mezar hediyesi olarak kullanımının yavaş yavaş azalarak, işlevinin de farklılık kazandığı görülmektedir. Anadolu'da birçok antik merkezde ele geçen Geç Antik ağ unguentariumlarının buluntu merkezleri başta Saraçhane olmak üzere Efes, Perge, Sagalassos, Hierapolis, Tripolis, Tarsus, Iasos, Ksanthos, Limyra, Myra, Attaleia, Antiokheia, Alahan ve Kalenderhane'dir.³

¹ Akyol 2006, vd.; Iordanis et al. 2009, vd.; Montana et al. 2009, vd.; Ortega et al. 2010, vd.; Braekmans et al. 2011, vd.; Kibaroglu et al. 2011, vd.; Kramar et al. 2012, vd.; Akyol 2013, vd.

² Duman 2013.

³ şimşek – Duman 2007.

Bu çalışmanın amacı, Tripolis Antik Kenti'nde (Denizli) 2012 ve 2013 kazılarında bulunan unguentariumların mineralojik ve jeokimyasal karakteristiklerini tanımlamak ve pişirim sıcaklıkları hakkında yaklaşımda bulunmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Arkeolojik kazı çalışmalarında elde edilen yüzlerce Geç Antik Çağ unguentariumları Tripolis kazı başkanlığı tarafından sağlanmıştır. Makroskopik özelliklerine göre (renk, şekil vb) farklılık gösteren unguentarium örneklerinin yapısal, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin belirlenmesi için 10 adet örnek seçilmiştir. Petrografik çalışmalara yönelik olarak 10 adet unguentarium numunesinin ince kesitleri, Pamukkale Üniversitesi (PAÜ) Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit atölyesinde yaptırılmıştır. Unguentarium örneklerinin dıştan içe doğru tüm tabakaları gösterecek şekilde ince kesitleri alınmıştır. Hazırlanan ince kesitler Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Leica marka polarizan mikroskopla incelenerek mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Polarizan mikroskop incelemeleri sonucunda taze (bozunmamış) ve yeterli miktarda olan örneklerden 9 tanesinin tüm kaya ana ve iz element analizleri Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü XRF laboratuvarında Spectro XLAB 2000 PEDXRF marka X-Işınlı spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Analiz için örnekler halkalı öğütücüde yaklaşık 200 mesh boyutuna kadar öğütüldükten sonra XRF analizinde kullanılan özel bir bağlayıcıyla (wax) karıştırılarak 32 mm'lik diskler (pellet) oluşturulmuş ve oluşturulan her bir disk aletin örnek bölgesine yerleştirilmiş ve analizi yapılmıştır.

Ayrıca 6 adet örneğin XRD (X-Işınlı Kırınımı) analizleri Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yaptırılmıştır. XRD yöntemi örneklerdeki özellikle mikroskopta incelenemeyecek kadar küçük taneli bileşenler dahil tüm mineral fazlarının belirlenmesi için uygulanmaktadır. Örnekler ilk aşamada halkalı öğütücüde öğütülerek toz haline getirilmiş ve yönlendirilmemiş plaketter hazırlanarak çekimler gerçekleştirilmiştir. Örneklerin XRD çekimleri PHILIPS model PW1353/20 model difraktometre cihazında Cu K α , 40 kV, 40mA koşullarında nikel filtre kullanılarak $2\theta = 2-70^\circ$ çekim aralığında yapılmıştır.

3. Makroskobik Çalışmalar

İncelenen unguentarium örneklerinin makroskobik karakteristikleri Fig. 2 ve Fig. 4'de topluca verilmiştir. Makroskobik incelemelere göre; yükseklikleri 10-20 cm. arasında değişmekte olan örnekler, yapısal unsurları göz önüne alınarak düz dipli ve sivri dipli olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Benzer sınıflama Laodikeia'da bulunan unguentarium örnekleri için de gerçekleştirilmiştir.⁴

Düz dipli ve sivri dipli örneklerin renk ve dokusunda belirgin bir farklılık yoktur. Örneklerin hepsi ince taneli olup yüzey renkleri koyu gri, gri, kırmızımsı ve turuncu renk tonlarında değişkenlik göstermektedir. Bazı örneklerde renklerdeki bu değişkenlikler en kesitleri boyunca gözlenmektedir (TD2, TD5, TS1). Örneğin, TS1 numaralı örnekte, kenarı kırmızı renkte iken içi koyu gri renklidir. Grimsi renkli içyapı ve kırmızımsı oksitlenmiş kenar yapısı, atmosferle temas sonucu oksitlenme, düşük ısı oranları ve fırında uzun kalma süresinden kaynaklanabilmektedir (Fig. 3). Bu sandviç yapısı fırınlarda pişmiş ürünlerin genel karakteristikleri olarak bilinmektedir.⁵

⁴ Şimşek – Duman 2007.

⁵ Nodari et al. 2004, vd.; Maritan et al. 2006.

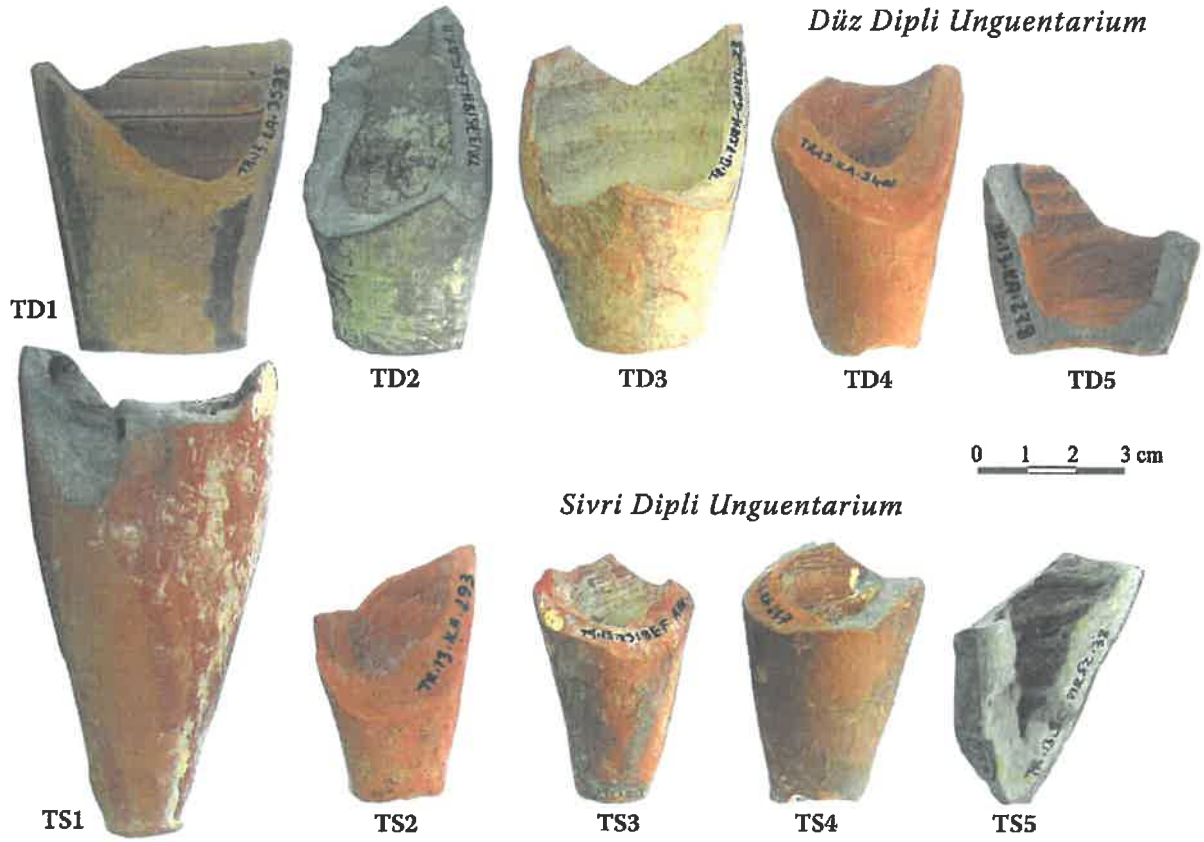


Fig. 2 Tripolis unguentarium örneklerinin makroskobik görünümüleri.

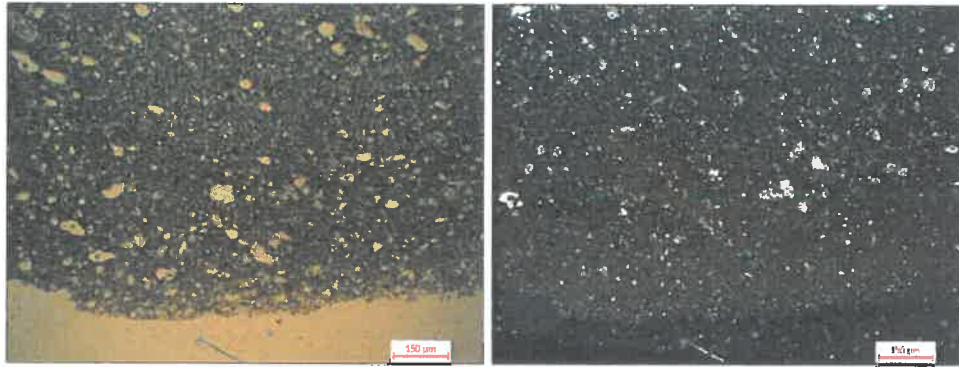


Fig. 3
TS1 numaralı örnekte
gözlenen sandviç
yapısının tek ve çift
nikoldeki görünümüleri.

4. Optik Mikroskop Çalışmaları

Optik mikroskop çalışmalarına göre örnekler egemen olarak ince silikat kristalli olarak tanımlanmışlardır. Tüm örnekler benzer mineralojik bileşimlere sahip olup bazı minerallerin miktarlarına göre farklılıklar göstermektedir. Bu kapsamda düz dipli ve sivri dipli unguentarium örnekleri üç alt gruba ayrılmışlardır (Fig. 10).

Birinci grupta incelenen örnekler (TD2, TD4, TD5 ve TS2) bol miktarda kuvars, plajiyoklas mineralleri yanında az piroksen ve biyotit mineralleri içermektedir. Bu minerallere ek olarak demir oksit, az miktarda sparikalsit ve opak minerallerde gözlenmektedir. Genellikle yuvarlaklaşmış kuvars taneleri genellikle monokristalin kısmen

Örnek No	Renk	Sertlik	Fabrik	Yüzey Davranışı	Kırık Yapısı	Inklüzyon (Mineral) Bileşimi	Inklüzyon Sıklığı (%Klast Miktarı)	Boşluk Oranı	Boşluk
TD2	Koyu Gri (5/1) (Yoğun Grileşme)	Çok sert	İnce	Düz	Yok	Bol Kuvars Plajiyoklas Opak Mineraller Kayaç Parçası (Kuvars Kumtaşı) Az Sparikalsit	<%5	5%	Nadir
TD4	Turuncu (5YR 6/6)	Sert	İnce	Düz	Düz	Kuvars Biyotit ±Muskovit ± Piroksen Demiroksitleşme Opak Mineraller Kayaç Parçası	<%5	11%	Orta (Kısmen Yönlennmeli)
TD5	Koyu Gri (5/1) Yoğun Grileşme	Sert	İnce	Düz	Yok	Bol Kuvars ±Plajiyoklas ±Piroksen ±Muskovit Az Sparikalsit	<%5	4%	Nadir
TS2	2.5YR 6/6	Sert	İnce	Düz	Yok	Kuvars Biyotit Opak Mineraller Az Sparikalsit	<%5	5%	Nadir
TD1	Turuncu (5YR 6/6)	Yumuşak	İnce	Düz	Yok	Kuvars Plajiyoklas ±Piroksen Opak Mineraller Kayaç Parçası (Kumtaşı) Bol Sparikalsit	<%5	9%	Nadir (Kısmen Yönlennmeli)
TD3	Turuncu (5YR 6/6)	Sert	İnce	Düz	Yok	Kuvars Biyotit Kloritleşmiş Biyotit Kayaç Parçası Opak Mineraller Demiroksitleşme Bol Sparikalsit	<%5	6%	Nadir (Kısmen Yönlennmeli)
TS1	Koyu Gri (5/1) Yoğun Grileşme	Sert	İnce	Düz	Yok	Az Kuvars Kayaç Parçası (Kumtaşı) BolSparikalsit	<%5	18%	Yaygın
TS4	2.5YR 6/6 (Bir kısmında Grileşme)	Sert	İnce	Düz	Düz	Kuvars ±Biyotit ±Muskovit Bol Sparikalsit	<%5	10%	Orta
TS3	2.5YR 6/6	Çok Sert	İnce	Düz	Yok	Kuvars Biyotit	<%5	13%	Bol
TS5	Koyu Gri (5/1) Yoğun Grileşme	Sert	İnce	Düz	Yok	Kuvars Az Sparikalsit	<%5	23%	Bol

Fig. 4 Örneklerin makroskobik ve mikroskobik özellikleri.

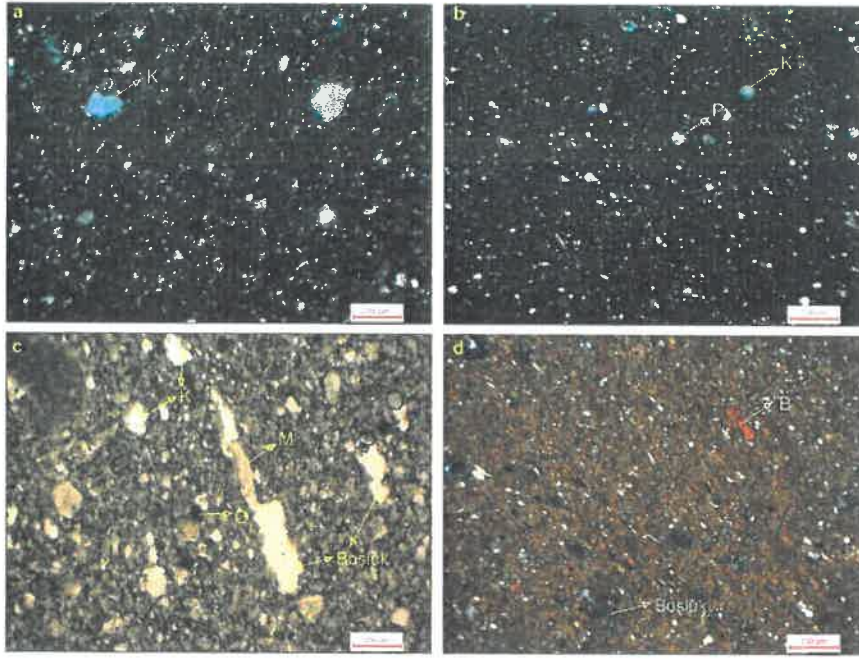


Fig. 5
Birinci grup unguentarium örneklerinin optik mikroskop görünümleri. a. İri taneli kuvarslar (TD2, çift nikol) b. Özşekilsiz-yuvarlağmsı kuvars ve polisentetik ikizlenmeli plajiyoklaslar (TD5, çift nikol) c. Gelişigüzel dağılmış kuvars ve opak mineraller ile yönlendirilmiş muskovit ve boşluklar (TD5, tek nikol) d. Hamurda gözlenen yaygın oksitlenme, yönlendirilmiş biyotit ve boşluklar (TD4, çift nikol). (K: Kuvarslar; F: Feldispat; M: Muskovit; B: Biyotit)

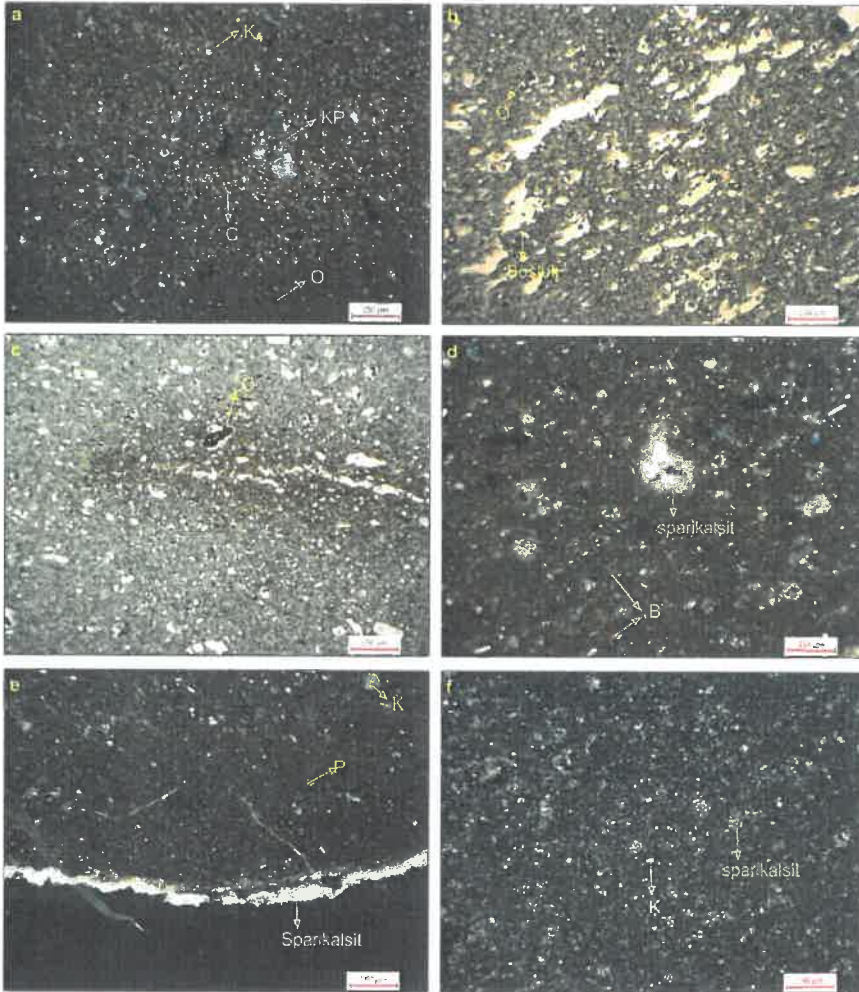


Fig. 6
İkinci grup unguentarium örneklerinin mikroskop görünümleri a. TD1 numaralı örnekte gözlenen kayaç parçacıkları b. TS1 numaralı örnekte gözlenen yönlendirilmiş boşluklar c. TS4 numaralı örnekte gözlenen kırık yapısındaki oksitlenme d. TD3 numaralı örnekte boşluklarda sparikalsit dolgu e. TD3 numaralı örnek kenarında gözlenen sparikalsit f. TS1 numaralı örnekte gözlenen sparikalsit (KP: Kayaç Parçası; O: Opak Mineraller)

Fig. 7
Üçüncü grup
unguentarium
örneklerinin tek nikol
mikroskop görünüşleri
a. TS3 numaralı örnekte
gözlenen biyotit ve
küçük kuvarslar
b. TS5 numaralı örnekte
gözlenen bol boşluklar.

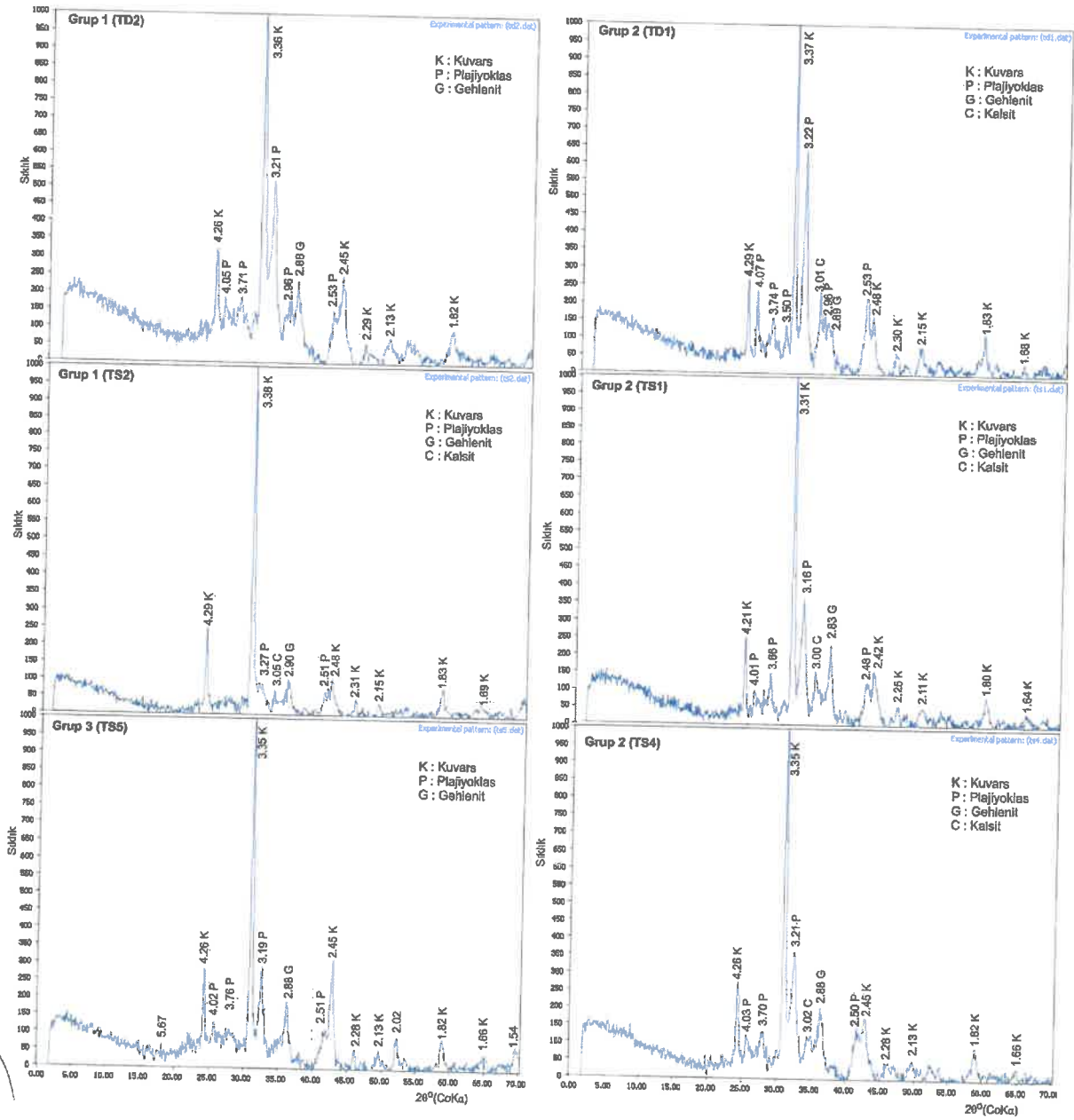
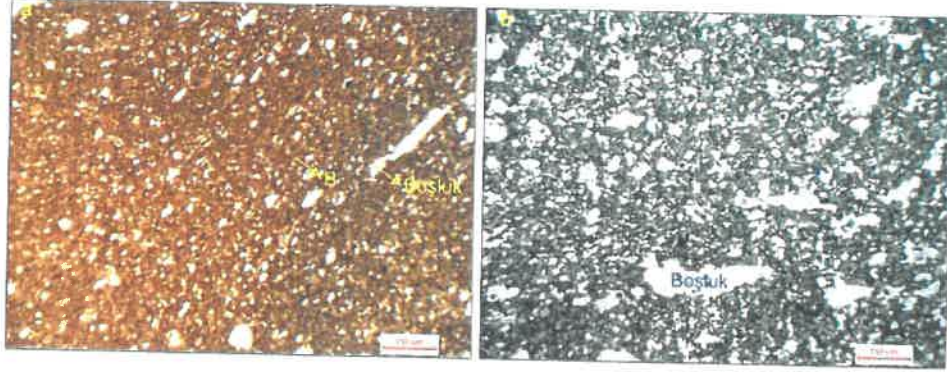


Fig. 8 Tripolis antik kentinden alınan unguentarium örneklerinin X-ışınları kırınımı desenleri

de polikristalin taneler şeklinindedir. Kuvars tanelerinin boyutları 0.05-0.14 mm. arasında değişmekte olup bunlar ince kum boyutuna karşılık gelmektedir (Fig. 5a). Az miktarda gözlenen plajiyoklas minerali TD2 ve TD5 numaralı örneklerle sınırlıdır. Bu örneklerde gözlenen plajiyoklaslar belirgin polisentetik ikizlenme göstermesiyle tespit edilmiştir (Fig. 5b). Bu gruba ait örneklerden TD4 ve TS2 numaralı örneklerde biyotit ve piroksen, TD5 numaralı örnekte ise muskovit belirlenmiştir. İncelenen örneklerde az sayıda yaklaşık 0,09 mm. apında boşluklar gözlenmektedir. TD4 numaralı örnekte ince uzun boşluklar daha belirgindir (Fig. 5d). Bu boşlukların uzun eksenini yaklaşık 0.4 mm. olarak ölçülmüştür. Mevcut yönlennmeler, pişirimin seramik hamurunun tam kurumundan yapıldığı şeklinde yorumlanmıştır.

İkinci grupta incelenen örnekler (TD1, TD3, TS1 ve TS4) ilk gruba göre daha az kuvars ve daha bol plajiyoklas mineralleri içermektedirler. Kuvars taneleri genellikle yuvarlaklaşmış olup yer yerde köşelidir. Kuvars taneleri yaklaşık 0.10-0.16mm boyutlarında olup ince kum boyutundadır. Bu örnek grubunun diğer bir ayırtman özelliği ise içerdığı bol sparikalsit dolgulu boşluklardır. Boşluklar yaklaşık 0.12mm çapında değişmektedir. Bazı örneklerde (TD3 ve TD1) boşluklarda kısmen de olsa bir yönlennme göze çarpmaktadır. Bu yönlennmeli boşluk boyları yer yer 1.27 mm boyutlarına ulaşmaktadır. TD1 numaralı örnekte piroksen mineralinin varlığı dikkati çekmektedir. Bazı örneklerde de 0.27mm büyüklüğünde kumtaşı parçaları gözlenmiştir. TD3 numaralı örnekte de taze biyotit mineralleri ile kloritlemiş biyotitler tespit edilmiştir.

Üçüncü grupta incelenen örnekler (TS3 ve TS5) ise incelenen gruplara göre daha çok boşluklu özellikleri ve sparikalsit içermemeleri ile diğer gruplardan ayrılmaktadır (Fig. 7a ve b). Kuvarslar da diğer gruplara göre fazla olup genellikle yuvarlaklaşmıştır. Boyutları diğer gruplara göre daha küçük olup (0.07 mm), küçük taneler şeklinde biyotit gözlenmektedir (Fig. 7a).

5. XRD alışmaları

Düz dipli ve sivri dipli unguentarium örnekleri üzerinde ince kesit incelemeleri yanı sıra her grup örneklerinin XRD analizi gerçekleştirilmiştir. XRD analizlerinde örneklerin egemen olarak kuvars, plajiyoklas, gehlenit içerikleri ile benzer mineralojik özellikleri tespit edilmiştir (Fig. 8). Grup 1 örneklerinde az oranda kalsit varlığı XRD analizleri sonucunda tespit edilmiştir (Fig. 8c). Plajiyoklas minerali ise TD2 numaralı örnekte daha fazla iken TS2 numaralı örnekte daha az orandadır. Genel olarak bu grup örneklerde plajiyoklas içeriği diğer gruplara göre daha azdır. Grup 2 örneklerinde ise kalsit minerali belirgin şekilde belirlenmiştir (Fig. 8b,d,f). Bu grup örneklerdeki plajiyoklaslar ise tüm gruplara göre belirgin şekilde fazlaşmaktadır. Grup 3 örneklerinde ise kalsit tespit edilmemiştir (Fig. 8e).

Maksimum pişirim sıcaklığı, analiz edilen örnekler içerisinde tespit edilen özel minerallerin varlığı veya yokluğuna göre yapılmaktadır. Mineral birlikleri örnekler üzerinde yapılan pişirim deneylerinde elde edilen verilerin karşılaştırması ile gerekleřtirilmektedir⁶. Pişirim süresince en önemli mineralojik değişim kil minerallerinin gözden kaybolmasıdır. Pişirim sıcaklıklarındaki yaklaşık 700-800° C'ye ulaşan artışlar ile dereceli olarak kil fazının pik yoğunluğu azalır. Ayrıca, kalsitin artan pişirim şartlarına bağlı olarak termal bozunması yaklaşık 600° C'de başlamakta ve 800-850 ° C'de tamamlanmaktadır. Bu sıcaklıklarda (800° C'nin üzerinde), serbest CaO, kil minerallerinin bozunmasından türemiş serbest silis ve alüminyum ile reaksiyona girer ve gehlenit oluşur.⁷ Gehlenit, 850-900° C veya 1050° C arasındaki sıcaklıklarda kalsit ve kil minerallerinin karışımından oluşan bir alimünosilikattir. Bu sıcaklıklarda ayrıca anortit de oluşabilir.⁸

Mineralojik ve petrografik analizler sırasında, kalsitin varlığı yüksek sıcaklıklarda (1000-1050° C) pişirilmiş örneklerde bile tanımlanabildiğini göstermektedir.⁹ Yüksek sıcaklık mineralleri ile kalsitin beraber bulunması, kalsitlerin birincil kökenden ziyade ikincil olduklarını göstermektedir. Arkeolojik seramiklerde ikincil kalsit

⁶ Shoval et al. 2006, vd.; Maritan et al. 2006, vd.; Jordan et al. 2009, vd.; Ortega et al. 2010.

⁷ Ortega et al. 2010.

⁸ Bertolino et al. 2009.

⁹ Rathossi et al. 2010.

oluşumu analitik verilerin yorumlanması açısından önemli problemler yaratabilmektedir. Cau ve diğerleri (2002) bu ikincil kalsit oluşumlarını ikiye ayırmıştır. Bunlar gömülmüş seramiklerle ilgili olarak tamamen allokton (completely allochthonous) ve kısmen allokton (partly allochthonous) olarak tanımlanmışlardır. Tamamen allokton kökenden türeyen ikincil kalsitler kalsiyum karbonatça zengin solüsyonlardan çökelirler. Bu olay iki şekilde olabilir; (1) gömülme şartları sırasında karbonatlı su çözeltilerinin filtrasyonu ve bunu takiben ikincil kalsitin kristalizasyonu ve (2) pişirim sıcaklığının artması ile metastabil CaO (kireç) atmosferik suyun etkisi ile portlandite (Ca(OH)_2) dönüşebilir ve bu mineral atmosferden CO_2 eklenmesi ile ikincil kalsite dönüşebilir.¹⁰ Kısmen allokton kökenden türeyen ikincil kalsitte ise kalsiyumun (Ca) kaynağı seramiğin kendi içinden türemekte, fakat C ve O harici kaynaklardan gelmektedir.¹¹ Bu olay gömülme sonrasındaki kimyasal süzülme altında gehlenitin bozunması ile ikincil kalsit oluşumu şeklinde tanımlanmaktadır.

Tripolis unguentarium örneklerinde yapılan ince kesit ve XRD analizlerinde belirgin bir kil minerallerine rastlanmamış olması nedeniyle pişirim sıcaklıklarının 800°C 'nin üzerinde olduğu düşünülmektedir. İncelenen unguentarium örneklerindeki vitrifikasyon ve yüksek sıcaklık minerallerinin varlığı, pişirim sıcaklıklarının yaklaşık 900°C civarında olduğuna işaret etmektedir. Aynı örneklerde kalsit ve gehlenit minerallerinin bulunması, gömülme sırasındaki kalsitin ikincil çökmesi (tamamen allokton) şeklinde yorumlanmaktadır (Fig. 8b,d,f). Unguentarium örneklerinde gözlenen sparikalsit oluşumları da genellikle boşlukların içerisinde (Fig. 6d) ve bazı örneklerin yüzeyinde (Fig. 6e) gözlenmeleri sebebiyle bu oluşumlar ikincil oldukları görüşünü destekler niteliktedir.

6. Kimyasal analizler

Unguentarium örneklerinin ana ve iz element içerikleri ile mineralojik içerikleri karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. 9 adet örneğin kimyasal analiz sonuçları Fig. 9'da verilmektedir. Petrografik özelliklerine göre 3 gruba ayrılan örneklerdeki farklılıklar, kimyasal içeriklerine de yansımıştır.

SiO_2 ve CaO içeriklerindeki değişimler, örneklerdeki silisli ve karbonatlı mineral içerikleriyle doğrudan ilişkili gözükmektedir (Fig. 10a). En yüksek SiO_2 içeriği grup 3'e ait olup ortalama %59'dur. Grup 1 içeriğindeki SiO_2 oranı ortalama %56.9'dur. Grup 2'ye ait örneklerin SiO_2 içeriği ise ortalama %54.1 olarak belirlenmiştir. SiO_2 içeriğindeki zenginleşmenin bol kuvars ve/veya plajiyoklas içerikleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Örnek gruplarının CaO içeriklerinde de belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Grup 3'e ait örneklerin CaO içerikleri ortalama %2.92 olup en düşük seviyededir. Grup 2 örneklerinin CaO içerikleri ortalama %8.28 olup en yüksek değerdedir. Bu durum Grup 2 örnekleri içerisinde gözlenen ikincil boşluk dolgusu şeklindeki sparikalsitlerden kaynaklanmaktadır (Fig. 6d). Grup 1 örneklerinde ortalama %3.88 CaO saptanmıştır.

SiO_2 , CaO ile MgO içerikleri örnek grupları arasında belirgin farklılıklar sunmaktadır (Fig. 10). SiO_2 -CaO (Şekil 8a) ve MgO-CaO (Fig. 10b) ikili diyagramlarında örnek grupları arasında negatif korelasyon gözlenmekte olup, bu durum elementlerin aynı tipte ham maddeden türedikleri şeklinde yorumlanmıştır. MgO içerikleri açısından örnek grupları yakın değerlere sahiptirler. Grup 2 ortalama % 4.45 içeriği ile en düşük değerdedir. Grup 1 %4.94 içeriği ile en yüksek değere sahiptir. MgO içeriğindeki farklılıklar örnekler içerisinde gözlenen piroksen, klorit minerallerinden kaynaklanabilmektedir.¹²

Alkaliler ve alkalin oksitler (Na_2O ve K_2O) düşük pişme sıcaklıklarında ikincil mineral oluşumu sağlayabilir ve eritken olarak rol oynayabilirler.¹³ Örnek gruplarının Na_2O içerikleri düşük iken K_2O içerikleri orta konsantrasyonlara sahiptir. K_2O içeriğinin özellikle feldispat ve illitik killerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Doğal oluşumlar dışında potasyum içeriği odun külünün ilavesi ile aşırı derecede artabilmektedir.¹⁴ Fakat bizim örneklerimizde

¹⁰ Cau et al. 2002, vd.; Bertolino et al. 2009, vd.; Rathossi et al. 2010.

¹¹ Cau et al. 2002.

¹² Degryse – Poblome 2008, vd.; Breakmans et al. 2011.

¹³ Iordanidis et al. 2009, vd.; İssi et al. 2011.

¹⁴ Mirti – Davit 2001.

Element	TD2	TD4	TS2	TS1	TS4	TD1	TD3	TS3	TS5
	Grup-1			Grup-2			Grup-3		
SiO ₂	56,960	56,990	56,860	54,110	56,150	55,860	50,590	58,720	59,280
TiO ₂	0,983	1,026	1,016	1,025	1,021	0,928	0,870	1,068	1,065
Al ₂ O ₃	21,300	21,270	21,570	20,620	21,440	20,260	19,370	21,990	21,840
Fe ₂ O ₃	7,170	7,570	7,565	7,621	7,630	6,970	6,682	7,688	7,747
MnO	0,065	0,082	0,085	0,100	0,080	0,076	0,077	0,074	0,069
MgO	4,616	5,024	5,185	4,333	4,466	4,767	4,261	4,688	4,757
CaO	5,363	3,236	3,064	7,248	6,389	8,787	10,720	2,716	3,136
Na ₂ O	0,888	0,772	0,755	0,736	0,770	0,935	0,741	0,651	0,734
K ₂ O	3,539	3,557	3,675	3,112	3,181	3,113	2,982	3,761	3,738
P ₂ O ₅	0,150	0,173	0,175	0,171	0,154	0,532	0,150	0,155	0,160
SO ₃	< 0,00050	0,025	0,034	0,039	0,022	0,060	0,039	< 0,00050	0,010
ppm									
Cl	91,5	49,2	308,7	191,8	72,2	334,5	61,9	11,7	177,8
Cr	122,8	140,8	159,4	170,0	149,9	131,9	122,8	119,1	128,5
Ba	420,0	503,0	341,1	283,8	330,9	378,4	296,5	346,9	372,9
Rb	151,6	138,9	142,7	129,7	133,1	131,2	123,4	151,3	151,3
Sr	172,5	176,1	150,5	139,5	133,2	263,3	242,5	117,7	114,8
Y	25,3	25,6	25,6	26,5	25,1	24,4	22,7	25,4	25,2
Zr	191,1	186,1	186,7	175,0	183,3	177,6	177,4	190,4	188,5
Nb	17,9	18,3	18,3	20,5	20,2	17,2	16,0	20,1	19,8
Th	16,1	15,1	15,4	14,3	14,5	15,0	15,2	15,1	13,9
Ni	127,2	153,5	125,3	168,9	168,8	139,1	111,5	146,3	191,2
V	166,6	169,1	172,5	168,6	172,6	160,5	151,2	147,1	176,8
Hf	8,9	9,2	7,5	7,7	8,0	8,3	7,1	10,3	10,4
Cs	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	17,1	< 4,0
Pb	26,9	26,0	28,7	21,2	22,2	21,6	24,3	24,9	25,1
Ta	< 1,0	1,7	< 1,5	< 1,6	1,5	2,1	0,9	1,0	< 1,0
Co	83,6	76,7	69,0	79,3	85,5	94,0	54,0	108,7	150,0
U	3,1	2,9	0,9	1,3	1,4	5,1	2,1	1,3	1,4
W	424,0	310,6	274,1	246,3	316,1	401,5	138,8	540,9	956,5
Ga	24,1	22,9	23,8	21,8	23,1	20,9	20,9	23,8	24,1
Cu	49,9	56,2	58,6	58,3	51,5	47,5	49,1	61,0	57,0
Zn	119,0	117,7	127,1	109,3	112,9	109,8	114,4	120,1	120,8
Se	0,9	1,2	1,0	0,7	1,1	1,4	0,6	1,3	2,5
Ge	1,9	1,4	1,2	1,7	1,8	< 0,5	1,3	1,1	< 0,5
Sn	15,9	15,4	13,0	17,6	16,1	18,3	18,9	18,3	20,4
La	32,1	< 2,0	< 2,0	47,6	< 2,0	10,7	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Ce	< 2,0	47,6	27,1	48,8	109,0	81,0	< 2,0	80,0	44,0
Pr	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	14,7	11,1	< 2,0	43,8	< 2,0
Nd	77,0	84,9	85,9	65,9	41,2	48,3	75,1	57,2	76,9

Fig. 9 Unguentarium örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

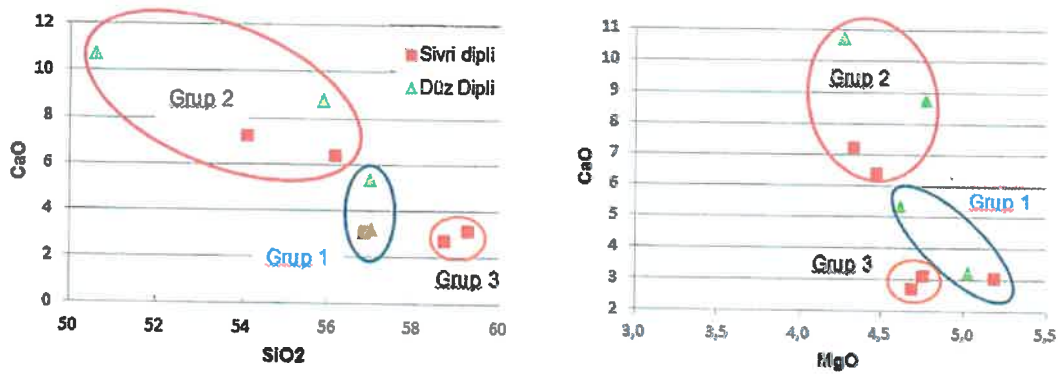
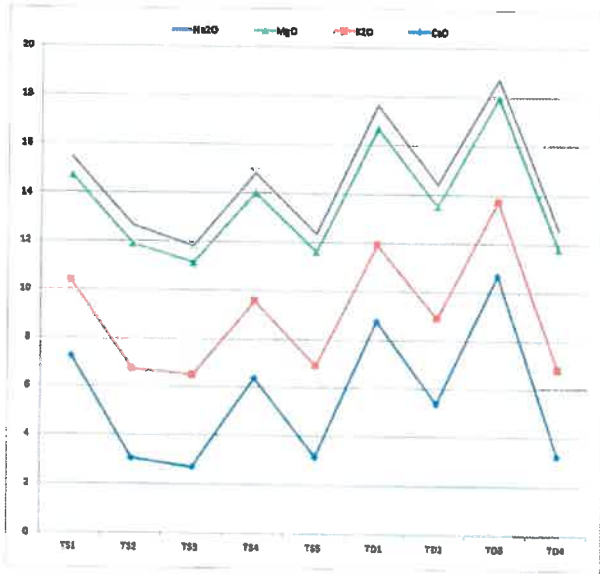
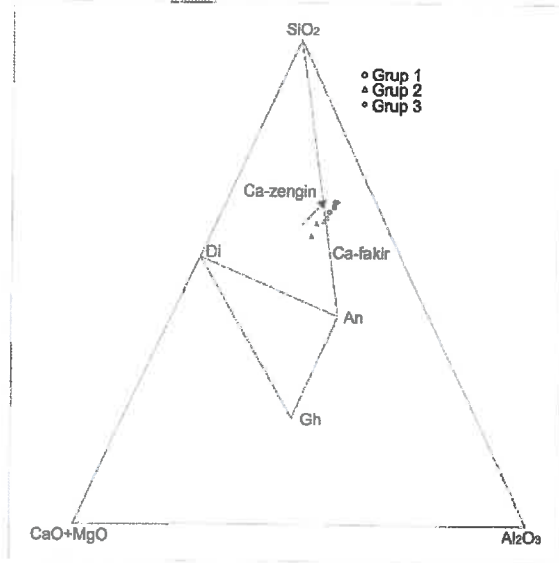
Fig. 10 a. SiO₂'ye karşı CaO b. MgO'a karşı CaO korelasyon diyagramı.

Fig. 11 Unguentarium örneklerinin alkalin oksit değişim diyagramı

Fig. 12 SiO₂-(CaO+MgO)+Al₂O₃ üçgen diyagramı.

aşırı bir potasyum artışı söz konusu değildir. Alkali ve alkali oksitlerdeki değişimler tüm gruplar için Şekil 9'da gösterilmektedir. Bu değişim diyagramı farklılıkların olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Diyagrama göre unguentarium örneklerinin üretiminde kullanılan malzemenin geniş bir alanda değiştiği yorumu yapılabilir.

Fe₂O₃ (% 6.7-7.7) içerikleri tüm gruplarda birbirine yakın değerler sergilemektedir. MnO (% 0.07-0.1), TiO₂ (% 0.9-1.0) ve P₂O₅ (% 0.15-0.17) oranlarına sahip olup analiz edilmiş örnekler arasında önemli değişimler göstermemektedirler.

SiO₂-(CaO+MgO)+Al₂O₃ üçgen diyagramında unguentarium örnek grupları arasındaki farklılıklar belirgin şekilde gözlenmektedir (Fig. 12).¹⁵ Grup 2 örnekleri kuvars-diyopsit-anortit üçgeni içerisinde yer almaktadır. Grup 1 ve 3 ise kuvars-anortit-mullit üçgen alanında yer almakta olup CaO ve MgO içerikleri açısından düşük, Al₂O₃ içerikleri açısından ise yüksek olarak ayrılmaktadırlar. Aynı diyagramda, grup 2, grup 1 ve grup 3 sırasıyla ok yönünde içerdiği inklüzyonların görülme sıklığında belirgin bir artış söz konusudur.

¹⁵ Noll 1978; Heiman 1989.

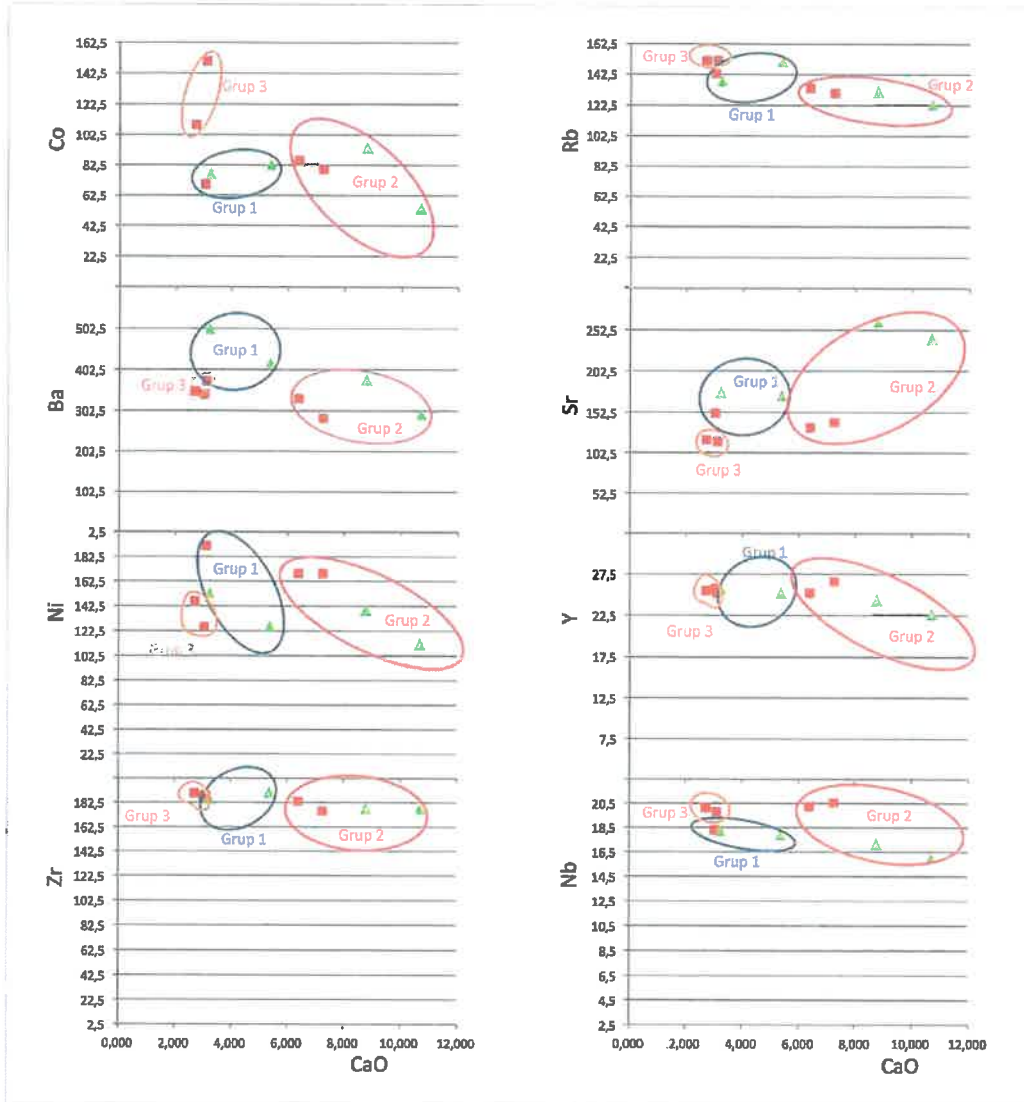


Fig. 13 Unguentarium örneklerinin iz element değişim diyagramları.

Bazı iz elementler (Cr, Zr, Ti vb) özel petrolojik türlerle ilişkili oldukları için jeokimyasal yol gösterici olarak sıklıkla kullanılmaktadır.¹⁶ İz elementlerin elementsel profilleri hemen hemen tüm örnekler için benzer özellikler göstermektedir (Fig. 13).

Sr jeokimyasal olarak Ca elementine benzer ve kireç içeren maddeler (deniz kabuğu, kireçtaşı gibi) içerisinde bulunur. Sr'nin 400 ppm'den fazla olması seramiğin yapımında kullanılan hammaddenin tümüyle denizel olduğuna işaret etmektedir. Buna karşın kireçtaşı içeren karasal hammaddenin de ise Sr miktarı genellikle 150 ppm'den azdır. Ayrıca üretimde karasal hammaddenin kullanılması halinde Zirkonyumun (Zr) da 160 ppm'den fazla olması beklenmektedir. Unguentarium örneklerinin Sr içeriği ortalama grup 1 için 166.4 ppm, grup 2 için 194.6 ppm, grup üç için ise 116.3 ppm olup Zr içeriği ise tüm gruplarda 175 ile 191 ppm arasında (ortalama 184 ppm) değişim vermektedir (Fig. 9). Sadece grup 3 örneklerinin Sr ve Zr değerleri belirlenen sınır değerleri içerisinde kalmaktadır. Diğer iki gruptaki örneklerin Zr değerleri 160 ppm'den fazla olup Sr içerikleri 150 ppm'den fazladır.

¹⁶ Mommsen 2001, vd.; Belfiore et al. 2007, vd.; Jordanidis et al. 2009.

	Laodikeia ⁽¹⁾	Efes ^(1,2)	Hierapolis ^(3,4)	Sagalassos ⁽⁵⁾	Tripolis ⁽⁶⁾
	n=20	n=3	n=36	n=9	n=9
SiO ₂	54,33	52,97	56,38	56,49	56,17
TiO ₂	0,97	1,01	0,89	0,96	1,00
Al ₂ O ₃	21,45	23,34	17,75	18,51	21,07
Fe ₂ O ₃	7,32	8,99	8,41	7,97	7,40
MnO	0,08	0,09	0,07	0,10	0,08
MgO	4,41	3,73	3,51	3,85	4,68
CaO	6,15	3,75	6,01	5,71	5,63
Na ₂ O	0,78	1,53	1,64	0,59	0,78
K ₂ O	3,59	3,15	4,35	3,44	3,41
P ₂ O ₅	0,15	0,22	0,29	0,16	0,20
SO ₃	0,03	0,07	0,06	0,01	0,03

Fig. 14 Batı Anadolu'daki antik kentlerde bulunan unguentarium örneklerinin karşılaştırması.²¹

Tüm bu verilerin değerlendirilmesi sonucunda unguentarium örneklerinin üretiminde çoğunlukla tek başına karasal hammaddenin kullanılmış olduğu düşünülmektedir.

Batı Anadolu'da birçok antik merkezde (Efes, Sagalassos, Hierapolis ve Laodikeia) ele geçen Geç Antik Çağ unguentariumları ile bu çalışmada kullanılan örneklerin genel kimyasal karakteristikleri karşılaştırılmıştır (Fig. 14). Sagalassos unguentariumları üzerinde yapılan çalışmalarda, örneklerin makroskobik olarak kenar ve merkezlerinde belirgin renk farklılıklarının olduğu ve mineralojik olarak da feldispat, piroksen ve yüksek oranda kuvars içerdikleri belirtilmektedir.¹⁷ Mineralojik olarak örneklerde çört ve yastık lavlar içermemesi ve Sagalassos'a ait tipik element içeriklerine sahip olmamalarından dolayı, bölgedeki unguentariumların üretimlerinin Sagalassos kökenli olmadığı belirtilmektedir. Belirtilen mineralojik bileşimler ve yapılan kimyasal analizlerin değerlendirilmesi sonucunda örneklerin Tripolis örnekleri ile benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir. Hierapolis unguentariumları üzerinde yapılan çalışmalarda, mineralojik olarak kuvars, biyotit, muskovit ve litik parçalar içerdiklerinden ve pişirim sırasında kalsitlerin değişimlerinden bahsedilmektedir.¹⁸ Hierapolis unguentariumlarının lokal üretim olduklarını belirtmektedirler. Mikroskop görünümünün incelenmesi sonucunda benzer mineralojik bileşimlere sahip olmaları ve kimyasal analiz sonuçlarında küçük değişimler tespit edilmiş olsa da örneklerin Tripolis örnekleri ile benzerlikleri belirlenmiştir. Laodikea unguentariumları üzerinde tarafımızdan yapılmakta olan çalışma ile örneklerin mineralojik ve kimyasal bileşimlerinin aynı olduğu sonucuna varılmıştır (Fig. 14).¹⁹

Efes tipi Geç Antik Çağ unguentariumları üzerinde yapılan çalışma sonucunda, dokusal ve mineralojik olarak farklılıklar tespit edilmiştir. Mineralojik olarak örneklerde bol oranda kuvars, alkali feldispat, muskovit, biyotit, az oranda da plajiyoklas ve karbonat tespit etmişlerdir.²⁰ Efes bölgesinden alındığı bilinen unguentarium örnekleri üzerinde tarafımızdan yapılan mineralojik ve kimyasal çalışmalar sonucunda da farklılıkların olduğu ortaya koyulmuştur (Fig. 14). Karşılaştırma çalışmaları sonucunda, Sagalassos, Hierapolis ve Laodikea unguentarium örneklerinin benzer karakterlerde, Efes unguentariumlarının ise kimyasal ve mineralojik olarak farklı karakterde oldukları belirlenmiştir.

¹⁷ Degeest et al. 1999.

¹⁸ Cottica 1998; 2000.

¹⁹ Semiz 2014, v.d.

²⁰ Bezczy 2005.

²¹ Mommsen 2001, vd.; Belfiore et al. 2007, vd.; Iordanidis et al. 2009.

7. Sonuçlar

Bu alışmada Tripolis Antik Kenti'ndeki unguentarium örneklerinin arkeometrik yönden incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarla aşağıdaki sonuçlar elde edilmiřtir²¹.

- Örnekler makroskobik özellikleri (renk, Şekil ve doku) açısından düz dipli ve sivri dipli olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır.
- Düz dipli ve sivri dipli örneklerin renk ve dokusunda belirgin bir farklılık olmayıp hepsi ince tanelidir. Bazı örneklerin kenarları kırmızı renkte iken ilerinin koyu gri renkli olduğu gözlenmektedir. Grimsi renkli iç-yapı ve kırmızımsı oksitleşmiş kenar yapısının atmosferde oksitleşmeden, düşük ısı oranlarından ve fırında uzun kalma süresinden kaynaklandığı belirlenmiştir.
- Yapılan çalışmaların sonucunda örnekler içerdiği mineral bileşimleri ve dokusal özelliklerine göre üç gruba ayrılmışlardır. Grup-1 rnekleri bol kuvars, plajiyoklas gehlenit içerikli, yer yer sparikalsit dolguludur. Grup-2 rnekleri bol plajiyoklas, kuvars, gehlenit ve kalsit içermektedir. Kuvars içeriği orta seviyede olup bol sparikalsit dolgu ile karakteristiktir. Grup-3 rnekleri ise kuvars, plajiyoklas, gehlenit ve bol boşluk oranı ile belirgindir.
- Tespit edilen mineral topluluklarına göre unguentarium örneklerinin pişirim sıcaklıklarının yaklaşık 900° C civarında olduğu tahmin edilmektedir.
- Grup 2 unguentarium örneklerinde kalsit ve gehlenit minerallerinin beraber bulunması, gömülme sırasındaki ve/veya sonrasındaki kalsitin ikincil okelmesi (tamamen allokton) Şeklinde yorumlanmaktadır. Bölgedeki jeolojik birimlerde göz önüne alındığında gömülme Şartları sırasında karbonatlı su çözeltilerinin filtrasyonu ile ikincil kalsitlerin unguentarium örneklerinin boşluklarında okeldiği belirlenmiştir.
- Belirlenen rnek gruplarının arasındaki petrografik farklılıklar kimyasal içeriklerine de yansımıştır. rnek gruplarındaki SiO₂ içeriğindeki zenginleşmenin bol kuvars ve/veya plajiyoklas içerikleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. K₂O içeriğinin zenginleşmesinin ise özellikle feldispat ve illitik killerden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Unguentarium rneklerinin Sr ve Zr içeriklerine göre, üretimlerinde karasal hammadde kullanıldığı tespit edilmiştir.
- Kimyasal ve mineralojik olarak, Tripolis, Sagalassos, Hierapolis ve Laodikea unguentarium örneklerinin benzer karakterlerde, Efes unguentariumlarının ise farklı karakterde oldukları belirlenmiştir.

²¹ Bu alışma 2016KRM009 numaralı Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) ve Tripolis Kazı Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, bu çalışmada kullanılan unguentarium örneklerinin teminini ve yapılan analizlere sağladığı kaynaktan dolayı ilgili kurumlara teşekkür eder. Ayrıca makalede kullanılan XRD analizlerinin yapımı sırasındaki yardımlarından dolayı sayın Prof. Dr. Yusuf Kağan Kadıoğlu'na XRD piklerinin yorumlaması sırasında verdiği destekten dolayı Prof. Dr. Ömer Bozkaya'ya ve makale üzerinde yapıcı yorum ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Yahya Özpinar'a sonsuz teşekkürlerini sunarlar.

Kaynakça

- Akyol ve diğ. 2006 A.A. Akyol – B. Tekkök – Y.K. Kadioğlu – Ş. Demirci, "Tarsus-Gözlükule Erken Roma Dönemi Seramikleri Arkeometrik Çalışmaları", *22. Arkeometri sonuçları toplantısı*, Çanakkale, T.C. Kültür ve turizm bakanlığı yayınları, 99-114.
- Akyol ve diğ. 2006 A.A. Akyol – Y.K. Kadioğlu – A.K. Şenol, "Bybassos Helenistik ticari amphoraları arkeometrik çalışmaları", *Cedrus I*, 163-177.
- Belfiore et al. 2007 C.M. Belfiore – P.M. Day – A. Hein – V. Kilikoglou – V. La Rosa – P. Mazzoleni – A. Pezzino, "Petrographic and chemical characterization of pottery production of the Late Minoan I kiln at Haghia Triada, Crete", *Archaeometry*, 49, 4, 621-653.
- Bertolino et al. 2009 S.R. Bertolino – V. Galván Josa – A.C. Carreras – A. Laguens – G. de la Fuente – J.A. Riveros, "X- ray techniques applied to surface paintings of ceramic pottery pieces from Aguada Culture (Catamarca, Argentina)", *X-Ray Spectrom.*, 38, 95-102.
- Braekmans et al. 2011 D. Braekmans – P. Degryse – J. Poblome – B. Neyt – K. Vyncke – M. Waelkens, "Understanding ceramic variability: an archaeometrical interpretation of the Classical and Hellenistic ceramics at Düzen Tepe and Sagalassos (Southwest Turkey)", *Journal of Archaeological Science*, 38, 2101-2115.
- Bezecky 2005 T. Bezecky, "Late Roman Amphorae from the Ephesian Agora", in: F. Krinzing (ed), *Spätantike und mittelalterliche Keramik aus Ephesus*, *AForsch 13*, 203-223.
- Cau Ontiveros 2002 M.A. Cau Ontiveros – P.M. Day – G. Montana, Secondary calcite in archaeological ceramics: evaluation of alteration and contamination processes by thin section study, in *Modern trends in scientific studies on ancient ceramics: papers presented at the 5th European Meeting on Ancient Ceramics, Athens 1999* (eds. V. Kilikoglou, A. Hein and Y. Maniatis), 9-18, BAR International Series 1011, Archaeopress, Oxford.
- Cottica 1998 D. Cottica, "Ceramiche Bizantine Dipinte Ed Unguentari Tardo Antichi Dalla 'Casa Dei Capitelli Ionici' A Hierapolis", *Rivista Di Archeologica*, XXII, 81-90.
- Cottica 2000 D. Cottica, "Unguentari Tardo Antichi Dal Martyrion Die Hierapolis, Turchia", *Antiquite*, 112- 2, 999-1021.
- Degeest et al. 1999 R. Degeest – R. Ottenburgs – H. Kucha – W. Viaene – M. Waelkens, "The Late Roman Unguentaria of Sagalassos", *BaBesch*, 74, 247-262.
- Degryse – Poblome 2008 P. Degryse – J. Poblome, "Clays for mass production of table and common wares, amphora and architectural ceramics at Sagalassos", in: P. Degryse – M. Waelkens (Eds.), *Sagalassos VI. Geo- and Bio-Archaeology at Sagalassos and in Its Territory*. Universitaire Pers Leuven, Leuven, pp. 231e254.
- Duman 2013 B. Duman, "Son Arkeolojik Araştırmalar ve Yeni Bulgular Işığında Tripolis Ad Maeandrum", *Cedrus, I*, 179-200.
- Iordanidisa et al. 2009 A. Iordanidisa – J. Garcia-Guineab – G. Karamitrou-Mentessidic, "Analytical study of ancient pottery from the archaeological site of Aiani, northern Greece." *Materials characterization*, 60, 292-302.
- Heimann 1989 R.B. Heimann, "Assessing the technology of ancient pottery: the use of ceramic phase diagrams", *Archeomaterials*, 3(2), 123-48.
- İssi et al. 2011 A. İssi – A. Kara – F. Okyar – T. Sivas – H. Sivas, "Characterization of Hellenistic period Megarian bowls from Dorylaion", *Ceramics – Silikáty* 55 (2), 140-146.
- Jordán et al. 2009 M.M. Jordán – J.D. Martín-Martín – T. Sanfeliu – D. Gómez-Gras – C. de la Fuente, "Mineralogy and firing transformations of Permo-Triassic clays used in the manufacturing of ceramic tile bodies", *Applied Clay Science*, 44, 173-7.
- Kibaroğlu et al. 2011 M. Kibaroğlu – A. Sagona – M. Satır, "Petrographic and geochemical investigations of the late prehistoric ceramics from Sos Höyük, Erzurum (Eastern Anatolia)", *Journal of Archaeological Science* 38, 3072-3084.
- Kramar et al. 2012 S. Kramar – J. Lux – A. Mladenović – H. Pristacz – B. Mirtic – M. Sagadin – N. Rogan-Smuc, "Mineralogical and geochemical characteristics of Roman pottery from an archaeological site near Mošnje (Slovenia)", *Applied Clay Science*, 57, 39-48.
- Maritan et al. 2006 L. Maritan – L. Nodari – C. Mazzoli – A. Milano – U. Russo, "Influence of firing conditions on ceramic products: Experimental study on clay rich in organic matter", *Applied Clay Science* 31, 1-15.
- Mirti – Davit 2001 P. Mirti – P. Davit, "Technological characterization of campanian pottery of type A, B and C and of regional products from ancient Calabria (Southern Italy)", *Archaeometry*, 43 (1): 19-33.
- Mommsen 2001 H. Mommsen, "Provenance determination of pottery by trace elements analysis: problems, solutions and applications", *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 247, 657-62.
- Montana et al. 2009 G. Montana – I. Iliopoulos – V. Tardo – C. Greco, "Petrographic and Geochemical Characterization of Archaic- Hellenistic Tableware Production at Solunto, Sicily", in *Geoarchaeology, An International Journal* 24, 1, 86-110.

- Nodari et al. 2004** L. Nodari – L. Maritan – C. Mazzoli – U. Russo, "Sandwich structures in the Etruscan-Padan type pottery", *Applied Clay Science*, 27, 119-128.
- Noll 1978** W. Noll, "Material and techniques of the Minoan ceramics of Thera and Crete", in *Thera and the Aegean World I* (eds. C. Doumas and H. C. Puchelt), 493-505.
- Ortega et al. 2010** L.A. Ortega – M.C. Zuluaga – A. Alonso-Olazabal – X. Murelaga – A. Alday, "Petrographic and geochemical evidence for long-standing supply of raw materials in Neolithic pottery (Mendandia site, Spain)", *Archaeometry*, 52, 6, 987-1001.
- Rathossi et al. 2010** C. Rathossi – Y. Pontikes – P. Tsohis-Katagas, "Mineralogical differences between ancient sherds and experimental ceramics: indices for firing conditions and post-burial alteration", *Bulletin of the Geological society of Greece*, XLIII, No 2, 856-865.
- Sauer – Ladstätter 2005** R. Sauer – S. Ladstätter, Mineralogisch-petrographische Analysen von frühbyzantinischen Ampullen und Amphoriskoi aus Ephesos, in: F. Krinzinger (Hrsg.), Spätantike und mittelalterliche Keramik aus Ephesos, AForsch 13 = DenkschrWien 332, Wien, 125-136.
- Semiz ve diğ. 2014** B. Semiz – C. Şimşek – B. Duman, Laodikea'da Bulunan Geç Antik Çağ Unguentariumları'nın Mineralojik ve Kimyasal Özellikleri (hazırlanıyor).
- Shoval et al. 2006** S. Shoval – P. Beck – E. Yadin, The ceramic technology used in the manufacture of Iron Age pottery from Galilee, in *Geomaterials in cultural heritage* (eds. M. Maggetti and B. Messiga), 101-17, Special Publication 257, *The Geological Society of London, London*.
- Şimşek – Duman 2007** C. Şimşek – B. Duman, "Laodikeia'da Bulunan Geç antik Çağ Unguentariumları", *Adalya X*, 285-308.

ISBN: 978-605-9680-51-6



9 786059 680516

