

# SELEVCIA

AD CALYCADNVM

SAYI III -2013



OLBA KAZISI YAYINLARI

# SELEVCIA AD CALYCADNVM III

Olba Kazısı Yayınları



Olba Kazısı Yayınları  
**SELEVCIA AD CALYCADNVN III**

*Seleucia ad Calycadnum*, hakemlidir ve her yıl Nisan ayında bir sayı olarak basılır. Yollanan çalışmalar, giriş sayfalarında belirtilen yazım kurallarına uygunsa yayınlanır, çalışması yayınlanan her yazar, çalışmanın baskı olarak yayınlanmasını kabul etmiş ve telif haklarını *Seleucia ad Calycadnum* yayınına devretmiş sayılır. *Seleucia ad Calycadnum* kopya edilemez ancak dipnot referans gösterilerek yayınlarda kullanılabilir.

*Seleucia ad Calycadnum*, hakemlidir ve her yıl Nisan ayında bir sayı olarak basılır. Yollanan çalışmalar, 7. sayfada belirtilen yazım kurallarına uygunsuz yayınlanır, çalışması yayınlanan her yazar, çalışmanın baskı olarak yayınlanmasını kabul etmiş ve telif haklarını *Seleucia ad Calycadnum* yayınına devretmiş sayılır. *Seleucia ad Calycadnum* kopya edilemez ancak dipnot referans gösterilerek yayınlarda kullanılabilir.

#### **Editörler**

Emel Erten  
Diane Favro  
Murat Özyıldırım

#### **Bilim Kurulu**

Prof. Dr. Meral Akurgal  
Prof. Dr. Salim Aydıöz  
Prof. Dr. Halit Çal  
Prof. Dr. Çiğdem Dürüşken  
Prof. Dr. Emel Erten  
Prof. Dr. Diane Favro  
Prof. Dr. Turhan Kaçar  
Prof. Dr. Gülgün Köroğlu  
Prof. Dr. Erendiz Özbayoğlu  
Prof. Dr. Scott Redford  
Prof. Dr. Aygül Süel  
Prof. Dr. Fikret Yegül  
Doç. Dr. Sedef Çokay-Kepçe  
Doç. Dr. Efrumiye Ertekin  
Doç. Dr. Mehmet Fatih Yavuz  
Yrd. Doç. Dr. Figen Çevirici-Coşkun  
Yrd. Doç. Dr. Merih Ereğ  
Yrd. Doç. Dr. Fikret Özbay  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Murat Özgen  
Yrd. Doç. Dr. Sema Sandalcı  
Yrd. Doç. Dr. Hacer Sibel Ünalın  
Dr. Vujadin Ivanisevic

*Seleucia ad Calycadnum*  
Olba Kazısı Yayınları  
Sertifika No:

Sayı: 3

ISBN: 978-6055-668-33-4  
Mayıs 2013, İstanbul

#### **Kapak Tasarım**

Tuna Akçay

#### **Yazışma Adresi**

Okt. Murat Özyıldırım  
Mersin Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi  
Arkeoloji Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü, 33342,  
Mersin - Türkiye  
Tel: 00 90 324 361 00 01 - 4735  
e- posta: ozyildirimmurat@gmail.com

#### **Adres**

Homer Kitabevi ve Yayıncılık Ltd. Şti.  
Yeni Çarşı Caddesi, No: 12/A  
Galatasaray, Beyoğlu, 34433, İstanbul  
Tel: 0212 249 59 02  
www.homerbooks.com  
e-mail: homer@homerbooks.com  
Sertifika No:

#### **Baskı ve Cilt**

Yayıncılık Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.  
Litros Yolu, Fatih Sanayi Sitesi, No: 12  
197-203, Topkapı - İstanbul  
Tel: 0212 612 58 60  
Sertifika No:

#### **Dağıtım**

Homer Kitabevi ve Yayıncılık Ltd. Şti.  
Yeni Çarşı Caddesi, No: 12/A  
Galatasaray, Beyoğlu, 34433, İstanbul  
Tel: 0212 249 59 02

## Seleucia ad Calycadnum | Sayı 3 | Nisan 2013

Olba'da Şeytanderesi Vadisi'ndeki Kaya  
Kült Alanında Bulunan Unguentariae  
Tuna Akçay  
**9**

2012 Yılı Efes, Ayasuluk Tepesi ve St. Jean  
Anıtı Kazıları Depo Çalışmalarından İlk  
Gözlemler, Yeni Bir Keşif: Ayasuluk'ta Cam  
Atölyesi  
Ebru Fatma Fındık  
**31**

Bizans Sikkelerinde Başmelek Mikhail ve  
Aziz Mikhail Tasvirleri  
Ceren Ünal  
**49**

Klaros Kasesi ve Anadolu'da Pers  
Egemenlik Döneminde Cam Kase Üretimi  
Konusunda Düşünceler  
Emre Taştemür  
**65**

Silifke Müzesi'nden Erken Bizans  
Dönemine Ait Gümüş Tılsım  
Gülğün Köroğlu  
**81**

Olba Kazılarında Küçük Buluntular  
Emel Erten  
**101**

Ermeni Baronluğu'nun Kuruluşu  
Fatma Akkuş Yiğit  
**129**

Artuklu Türkmenleri'nin Sikkelerinde  
Mitolojik Bir Yaratık: "Çift Başlı Kartal"  
Ramazan Uykur  
**145**

Fatsa Cıngırt Kayası'ndan Ele Geçen 10  
Sikke Üzerine Gözlemler  
Ayşe Fatma Erol - Deniz Tamer  
**159**

Genius Loci: Towards a Roman  
Understanding of Carthage  
Jessica L. Ambler  
**183**

Kuşadası, Kadıkalesi/Anaia Kazısı 2007-  
2010 Sezonu Cam Buluntuları "Pencere  
Camları"  
Tümay Hazinekar Coşkun  
**197**

Olba Manastırı: 2012 Yılı Kazı Sonuçları  
ve Merkez Mekânlar Üzerine Düşünceler  
Murat Özyıldırım  
**211**

Erken Hıristiyanlık Döneminde Cilicalı  
Şifavericiler: Dioscorides, Cosmas ve  
Damianus  
Sevim Ayteş Canevello  
**223**

Osmanlı'nın Arkeoloji Algısı: Kilikia  
Örneği  
Songül Ulutaş  
**233**

Olba Kazısı Kiremit Örnekleri  
Arkeometrik Çalışmaları  
Ali Akın Akyol - Ebru Erdoğan Yıldırım - Emel  
Erten - Yusuf Kağan Kadioğlu  
**249**

### Kitap Tanıtımı

Tanrıça ve Boğa  
Emel Erten  
**269**

İstanbul'un Tarihi Eserleri  
Ahmetcan Sayalı  
**277**

Anadolu'da Kadın: On Bin Yıldır Eş, Anne,  
Tüccar, Kraliçe  
Hüseyin Üreten  
**281**

## PRAEFATIO

Olba Kazaları'nın süreli yayını *Seleucia ad Calycadnum*'un 2013 yılında üçüncü sayısını sunarken, dergimizin yayın yaşamına aralık vermeden devam etmekte olmasının mutluluğu içinde olduğumuzu belirtmek isteriz. Öncelikle, bu yeni sayıda yayınlanmak üzere çalışmalarını bize göndermek nezaketinde bulunan değerli meslektaşlarımıza, yayın kurulu üyelerimize teşekkürlerimizi sunarız. Onların katkılarıyla ortaya çıkan bu sayının, eskiçağ uygarlıkları ve dilleri, tarihi konusunda çalışan akademisyenlerin ve bu alanlara ilgi duyan okurların yakından tanıdıkları Homer Kitabevi tarafından yayınlanması, yayın ekibimiz için ayrı bir sevinç kaynağıdır. Bizimle çalışmayı severek kabul eden değerli dostumuz, Homer Kitabevi sahibi Ayşen Boylu'ya ve *Seleucia ad Calycadnum*'un bu sayısının grafik düzenlemelerini büyük bir titizlikle gerçekleştiren Sinan Turan'a şükran borçluyuz.

Arkeoloji, Eskiçağ Dilleri ve Kültürleri, Sanat Tarihi konularında çalışan uzmanlara dergimiz kapılarının hep açık olduğunu ve gelecek sayılarımızda onların değerli çalışmalarına yer vermekten mutluluk duyacağımızı belirtiriz.

Editörler:

Prof. Dr. Emel Erten

Prof. Dr. Diane Favro

Murat Özyıldırım (Klasik Filolog, MA)

## PREFACE

We are pleased to present volume 3 of *Seleucia ad Calycadnum* which has been continuously published since 2011. First and foremost, we would like to thank all our colleagues for their scholarly contributions and our editorial board for their valued input. Due to their expert participation, we are this and subsequent volumes will be published by Homer Books, widely recognized by those who study ancient civilizations and languages. We are grateful to Ayşen Boylu, owner of Homer Books, who kindly agreed to work with us, and Sinan Turan, who meticulously designed the graphics of this volume.

We would also like to state that our journal is open to scholars of fields of archaeology, ancient languages and cultures and history of art. We would always welcome their works in the forthcoming volumes.

Editors:

Prof. Dr. Emel Erten

Prof. Dr. Diane Favro

Murat Özyıldırım (Classical Philologist, MA)

Olba Kazısı Yayınları  
**SELEVCIA AD CALYCADNVN**

### **Makale Başvuru Kuralları**

*Seleucia ad Calycadnum*, Olba Kazısı yayını olarak yılda bir sayı yayınlanır. Yayınlanması istenen makalelerin en geç Şubat ayında gönderilmiş olması gerekmektedir. *Seleucia ad Calycadnum*, arkeoloji, eskiçağ dilleri ve kültürleri, eski çağ tarihi, sanat tarihi konularında yazılan, daha önce yayınlanmayan yalnızca Türkçe, İngilizce çalışmaları ve kitap tanıtımlarını yayımlar.

### **Yazım Kuralları**

Makaleler, Times New Roman yazı karakterinde, word dosyasında, başlık tümü 12 punto büyük harf, metin 10 punto, dipnot ve kaynakça 9 punto ile yazılmalıdır. Çalışmada ara başlık varsa, bold ve küçük harflerle yazılmalıdır. Türkçe ve İngilizce özetler, makale adının altında 9 punto olarak ve en az iki yüz sözcük ile yazılmalıdır. Özetlerin altında İngilizce ve Türkçe beşer anahtar sözcük, 9 punto olarak “anahtar sözcükler” ve “keywords” başlığının yanında verilmelidir.

- Dipnotlar, her sayfanın altında verilmelidir. Dipnotta yazar soyadı, yayın yılı ve sayfa numarası sıralaması aşağıdaki gibi olmalıdır.  
Demiriş 2006, 59.
- Kaynakça, çalışmanın sonunda yer almalı ve dipnottaki kısaltmayı açıklamalıdır.  
Kitap için:  
Demiriş 2006 Demiriş, B., Roma Yazınında Tarih Yazıcılığı, Ege Yay., İstanbul.  
Makale için:  
Kaçar 2009 Kaçar, T., “Arius: Bir ‘Sapkın’ın Kısa Hikayesi”, Lucerna Klasik Filoloji Yazıları, İstanbul.
- Makalede kullanılan fotoğraf, resim, harita, çizim, şekil vs. metin içinde yalnızca (Lev. 1), (Lev. 2) kısaltmaları biçiminde “Levha” olarak yazılmalı, makale sonunda “Levhalar” başlığı altında sıralı olarak yazılmalıdır. Bütün levhalar, jpeg ya da tift formatında 300 dpi olmalıdır. Alıntı yapılan levha varsa sorumluluğu yazara aittir ve mutlaka alıntı yeri belirtilmelidir.
- Makale ve levhalar, CD’ye yüklenerek çıktısı ile birlikte yollanmalıdır.



# Olba Kazısı Kiremit Örnekleri Arkeometrik Çalışmaları

Ali Akın Akyol - Ebru Erdoğan Yıldırım - Emel Erten - Yusuf Kağan Kadioğlu\*

## Özet

Olba arkeolojik alanının üç farklı bölgesinden ele geçen 16 kiremit parçası ile yakın çevreden örneklenen 2 toprak/kil örneği arkeometrik yönden incelenmiştir. Örnekler öncelikle malzeme türü ve örnekleme bölgelerine göre gruplandırılmıştır. Kodlanıp fotoğraflanarak, kataloglanan ve belgelenen örneklerin fiziksel özellikleri (kalınlıkları, renkleri ve ultrasonik hız ölçümü ile yapısal homojeniteleri) belirlenmiştir. Örneklerin petrografik özelliklerine ince kesit optik mikroskop analiziyle, kimyasal yapıları da XRF analizi ile ulaşılmıştır. İnce kesit optik mikroskop analizi ile örneklerin matriks/agrega içeriği, agrega türü/dağılımı/boyutu, gözenekliliği, kil (matriks) yapısının özelliklerine göre 7 grup halinde sınıflandırılmıştır. Kiremitlerin pişirim sıcaklıkları 800-900°C arasında olmalıdır. Örneklerin kil türü yoğunlukla smektit ve yanı sıra illittir. Örneklerin çoğunluğunun agrega içeriğinde tuğla kırığı parçaları da belirlenmiştir. Örnekler, petrografik özelliklerinin yanı sıra kimyasal içerikleri açısından hem kendi aralarında hem de yöre toprağı ile büyük benzerlikler taşımaktadır. Kiremit örnekler içinde OLB-B2d örneğinin diğer örneklerden farklı özellikte olduğu anlaşılmıştır. Akropolis örneklerinin oldukça benzer, Tiyatro örneklerinin ise oldukça farklı kimyasal yapı sergilediği anlaşılmıştır. Manastır bölgesi kiremitleri ise 3 farklı alt grup halinde ayrıştırılabilmektedir. Örneklerin

\* Yrd. Doç. Dr. Ali Akın Akyol, Ankara Üniversitesi, Başkent M.Y.O., Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB). E-posta: aliakinakyol@gmail.com.  
Yüksek Lisans Öğrencisi Ebru Erdoğan Yıldırım, Gazi Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü Ankara. E-posta ebruerdogan@gmail.com.  
Prof. Dr. Emel Erten, Gazi Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü Ankara. E-posta: eerten@gazi.edu.tr.  
Prof. Dr. Yusuf Kağan Kadioğlu, Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü / Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM). E -posta: kadi@eng.ankara.edu.tr.

Sr ve Zr içeriklerine göre, üretimlerinde çoğunlukla karasal kökenli yerel killer hammadde olarak kullanılmış olmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Olba, arkeometri, kiremit, antik seramik analizi, XRF, petrografik gruplama.

## Abstract

16 roof tile samples revealed from three different region of Olba archaeological area and 2 soil/clay samples nearby area were analysed archaeometrically. The samples were primarily grouped in terms of their material type and sampling regions. The physical properties (thickness, colours and their structural homogeneity tested by ultrasonic velocity) of the catalogged and photographically documented samples were then determined. Petrographical properties of the samples were analysed by thin section optical microscopy, and XRF method was used to determine their chemical structures. The samples were classified into seven groups by using thin section analysis due to their matrix/aggregate feature, their aggregate type/distribution/size, porosity, clay types and structures. The firing temperature of the samples might be values between the 800 and 900°C. The clay type of the roof tile samples were mainly smectite beside illite. The brick particles are mainly determined within their aggregate compositions. Both petrographical and chemical properties of the roof tile samples gave high compatibility not only the each other but also to the local rock formation. It was understood that the samples OLB-B2d was the only samples having different chemical properties from the others. The samples from Acropolis region showed homogeneous similarity due to their chemical structures whereas the samples from the Theatre region did not. The production of the roof tiles were most probably be produced using mainly terrestrial originated local type clays due to their Sr and Zr contents.

**Keywords:** Olba, archaeometry, roof tile, ancient ceramic analysis, XRF, petrographic grouping.

## Giriş

Mersin'in Silifke ilçesine bağlı Uzuncaburç Beldesi'nin 4 km doğusunda yer alan Uğuralanı (Ura) mevki, antik Olba kentinin bulunduğu yerdir. Buradaki arkeolojik yüzey araştırmaları T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından verilen izinle 2001 yılında başlatılmıştır. 2009 yılına

kadar kesintisiz olarak her yıl Olba'daki arkeolojik araştırmalar devam ettirilmiştir<sup>1</sup>. 2010 yılında bakanlar Kurulu Kararı ile Olba çalışmaları kazıya dönüştürülmüştür. Mersin Silifke Olba kazıları kapsamında çalışmalar farklı yapılar ve mekanlarda sürüdüreılmektedir. Bu yapılardan biri de kentin akropolisinin doğusundaki vadide yer alan manastırdır<sup>2</sup>. İlk yapım tarihi MS 5. yüzyıla tarihlenen söz konusu yapı kompleksinde bazilikal planlı bir kilise yer almaktadır (Şekil 1). Bu yapının güneyinde bulunan ve ondan daha küçük boyutlu olan bir diğere kilisede başlatılan kazılar sırasında ele geöen çatı kiremitlerinin arkeometrik yöntemlerle incelenmesi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Söz konusu kilisenin de bazilikal plana sahip olduğu saptanmakla birlikte kısmen kayaya oyulmuş, kısmen de duvarlarla bölünmüş mekanlara sahip olduğu belirlenmiştir. Kazılar sırasında yapıya ait çok sayıda çatı kiremitinin bulunması, bunların arkeolojik yönden değerlendirilmesinin yapılmasını zorunlu kılmıştır. Kilisenin örtü sistemi ve çatı kiremitlerinin arkeolojik inceleme ve değerlendirmesinin daha kapsamlı olarak ele alınması amacıyla bir tez çalışması (Arkeolog Ebru Erdoğan Yıldırım; Gazi Üniversitesi) başlatılmıştır. Kiremitlerin arkeometrik incelemelerinin yapılması da bu kapsamda daha sağlıklı sonuçlara ulaşmak bakımından büyük önem taşımaktadır.

Karşılaştırma malzemesi olarak kullanılmak üzere, Olba'da kazısı süren tiyatrodan da bazı çatı kiremiti örnekleri de yine üzerinde analiz yapılmak üzere çalışılmaya başlanmıştır. Bunların ortaklık ya da farklılık gösteren fiziksel yapılarının belirlenmesi, antik kentteki günlük yaşam ve olası üretim teknolojisi konusunda bilgiler sağlayacaktır.

## Malzeme ve Analizler

Olba arkeolojik alanının üç farklı bölgesinden (Akropolis Kült Yeri, Tiyatro ve Manastır'dan) ele geöen kiremit parçaları ile yakın çevreden (güney yamaç kült yeri ve dere yatağından) örneklenen toprak/kil örnekleri arkeometrik yönden incelenmeye başlanmıştır (Tablo 1 ve Şekil 1). Öncelikle görsel olarak değerlendirilen ve gruplandırılan örnekler, fotoğraflanarak (Canon Digital IXUS 870 IS 10 Mp) belgelenmiş ve kodlanmıştır (Tablo 1). Örneklerin fiziksel özellikleri (renkleri ve kalınlıkları) ile dinamik özellikleri de ultrasonik hız (SV) ölçümü testi ile

1 Erten-Özyıldırım-Akçay 2010, 273-291.

2 Özyıldırım - Ünalın 2011, 147-166; Özyıldırım 2012, 105-118.

belirlenmiştir (Tablo 2).

Kiremit parçalarının hamur renkleri ColorQA Pro System III programı içeren portatif renk ölçer (kromametre) ile tanımlanmıştır. Renk belirlemelerinde, görünen renklerin sadece ana/ara renkler ya da açık/koyu gibi renk tanımlamaları ile ifadesi renklerin tam olarak belirtilememesine neden olmaktadır. Bu nedenle farklı alanlara yönelik çeşitli renk sistemleri oluşturulmuştur. CEI L\*a\*b\* (Commission Internationale de L'Eclairage) renk sistemi, belgeleme amacıyla en çok kullanılan, en detaylı standart renk sistemlerinden biridir. (L) değeri rengin açıklık/koyuluk değerini, (+a) değeri renkteki kırmızı yoğunluğunu, (-a) değeri rengin yeşil yoğunluğunu, (+b) değeri rengin sarı yoğunluğunu ve (-b) değeri de rengin mavi yoğunluğunu temsil etmektedir (Tablo 2).

Ultrasonik teknikler, malzemelerin dinamik özelliklerinin saptanmasında kullanılmaktadır<sup>3</sup>. Malzemenin dinamik elastisite katsayısı, silindirik veya kübik olarak hazırlanan test örnekleri üzerinde ultra ses ölçüm değerlerinin analizi ile belirlenmektedir. Sismik analizörün arasına yerleştirilen deney örneklerinin ultrasonik hız (SV) değeri, örnek üzerinden gönderilen P ve S dalga hızlarının örneği bir uçtan diğer uca geçmesi için gerekli net süreler belirlenerek kaydedilmektedir. Ölçümler, Matest C372N Model Yüksek Performanslı Ultrasonik Test Cihazı kullanılarak alınmıştır (Tablo 2).

Kiremit örneklerin petrografik dokusal (matriks) ve agrega (kayaç ve mineral içeriği) özellikleri ince kesit optik mikroskop analizi ile belirlenmiştir (Tablo 3a, 3b ve Şekil 2). Optik mikroskop analizlerinin yapılabilmesi için örnekler uygun bir kesici ile kesilmiş, lamalar üzerine alınıp, inceltilerek ince kesitleri hazırlanmıştır<sup>4</sup>. Örneklerin ince kesitleri LEICA Research Polarizan Mikroskobu DMLP Model alt ve üstten aydınlatmalı optik 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 tanımlanmıştır.

Tüm örneklerin kimyasal bileşimlerine X-Işınları Floresans analizi (XRF) ile ulaşılmıştır (Tablo 4 ve Şekil 3). X-Işınları Floresans analizinde kullanılan SPECTRO X-Lab 2000 PEDX marka spektromet-

3 ASTM, 2005

4 Whitbread 1995, 365

re Polarize Energy Dispersive (PED-XRF) sisteminde çalışmaktadır. Atom numarası 11 olan sodyumdan (Na), 92 olan uranyuma (U) kadar analiz edebilme özelliğine sahip olan spektrometre, ağır elementlerde 0,5 ppm ve hafif elementlerde ise 10 ppm'e kadar ölçüm yapabilecek hassasiyete sahiptir<sup>5</sup>.

## Analiz Sonuçları ve Bulgular

Olba arkeolojik alanında gerçekleştirilen kazılardan ele geçen 16 kiremit ile hammadde kaynağı olabilecek iki farklı bölgeden örneklenen 2 toprak/kil örnekleri farklı arkeometrik yöntemler kullanılarak fiziksel, kimyasal ve petrografik olarak incelenmiştir.

Kiremitlerin pişirim ve hammadde özelliklerine göre değişkenlik gösteren renkleri, CEI L\*a\*b\* renk sistemi renk kodları kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerde (L) renk kodu değeri 7,60 ile 55,23 arasında, (a) renk kodu değeri 1,08 ile 35,86 arasında ve (b) değeri de 8,19 ile 43,86 arasında değişim göstermektedir (Tablo 2).

Örnekleme oluşturan kiremit parçalarının kalınlıkları 16,18 (OLB-B3d) ile 42,34 mm (amorfl OLB-B2a) arasındadır (Tablo 2). Kiremitlerin boyutları standart fiziksel testleri yapabilmek için gereken örnek miktarı yeterliğinde olmadığından tahribatsız test uygulamalarından ultrasonik hız (SV) ölçümleri gerçekleştirilmesi öngörülmüş, örneklerin üretim özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Kiremit örneklerde belirlenen SV değerleri 3,28 ile 6,04 km/s arasında (ortalama 4,31 km/s) değişim vermektedir (Tablo 2). Örnekler içinde her ikisi de Manastır'dan örneklenen ve benzer kalınlığa sahip örneklerden OLB-B3e örneğinin SV değeri en düşük, OLB-B3a'nın ise en yüksektir. Örneklerdeki ayrışma ve bozulmalar, boşluklu yapı gibi faktörler SV değerini etkileyen önemli parametrelerdir. Daha yüksek SV değeri örneğin hem daha dayanımlı olduğuna hem de daha homojen bir petrografik yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Olba kiremit örneklerinin petrografik dokusal ve agrega özellikleri; kil matriks türü, matriks agrega içeriği, agrega türü, agrega dağılımı, agrega boyutları optik mikroskop altında ince kesit analizi ile belirlenmiştir (Tablo 3a, 3b ve Şekil 2). Petrografik olarak incelenen örnekler; matriks (kil) yapısı, agrega tür ve dağılımı, pişirim sıcaklığı ve gözeneklilikleri dikkate alınarak 7 farklı grup halinde sınıflandırılmıştır. Olba

5 Shackley 2011, 7-44

arkeolojik alanında üç farklı bölgeden örneklenen kiremit örneklerin petrografik yönden gruplandırılmasında öne çıkan ilk durum, tanımlamalarda belirlenen bölgesel farklılığının gruplamalarda korunmamış olmasıdır. Kiremit örnekler içinde Manastır ve Akropolis örnekleri kendi içinde gruplaşırken Tiyatro örnekleri bu iki bölge örnekleri ile benzer petrografik özellik göstermektedir. Şöyleki, OLB-B2e örneği Akropolis örnekleri ile (OLB-B1 grubu ile), OLB-B2c ve OLB-B2f örnekleri de Manastır kiremit örnekleri ile (OLB-B3 grubu ile) petrografik olarak benzeşen özelliktedir (Tablo 3a, 3b).

Olba arkeolojik alanının farklı bölgelerine ait kiremit örneklerin pişirim sıcaklığı; örneklerin matriks kireçtaşı/kalsit içeriğine, kil yapısının bozulmasına/camsılaşmasına, matriks boşluk oranına ve agregatürü faz değişimlerine göre değerlendirildiğinde tahmin edilebilir olmaktadır. Örnekler genel olarak 800-900°C arasında pişirime uğramış olmalıdır. Çünkü 900°C ve üzerindeki pişirimlerde seramiklerin kil yapısı bozulmakta vitrifikasyon (camlaşma) başlamaktadır (Tablo 3a ve Şekil 2). Ayrıca yapıdaki karbonat, kalsit ve kireçtaşları pişirim sıcaklığı hakkında belirteç niteliğindedir. Diğer tüm örneklerden farklı olarak OLB-B2a ve OLB-B2b örneklerinin matriks yapısında bulunan kireçtaşı parçaları<sup>6</sup>, örneklerin oldukça düşük sıcaklıkta (<800°C) bir pişirim geçirdiğine işarettir (Tablo 3b, Şekil 2).

Olba kiremit örnekleri %3-18 arasında değişen oranlarda boşluklu yapıya (gözenekliliğe) sahiptir. Örneklerde kil grubunu genel olarak smektit<sup>7</sup> temsil etmekte, bazılarında da illit bulunmaktadır (Tablo 3a). Örnekler agregatür/matriks oranları açısından değerlendirildiğinde örneklerde toplamda %10-28 arasında değişen matriks agregatür içeriği bulunmaktadır (Tablo 3a). Tümü özgün nitelik taşıyan seramik örneklerin hammadde içeriği; ezilerek (kırıklı, çok köşeli agregatürler içeren), belli bir eleme yapılmadan seçilmiş, farklı boyutlarda ve heterojen dağılım gösteren yerel kayaç kırıkları ile hazırlanmıştır (Şekil 2). Bazı örnekler oldukça ince (silt boyulu; <63 µm) tane boyutlu homojen dağılımlı agregatürler içerirken (Akropolis örneklerinin tümü, Tiyatro örneklerinden OLB-B2d ve Manastır örneklerinden OLB-B3c gibi), bazı örnekler de oldukça iri kum boyutlu (>1000 µm) agregatürler (Tiyatro örnekleri OLB-B2a ve OLB-B2b gibi) içermektedir (Tablo 3b ve Şekil 2).

Kiremit örnek gruplamaları içerisinde yedi gruptan dördünde, ör-

6 Rice 1987, 54

7 Pollard-Heroon 1996, 121

neklerin agrega yapısında tuğla kırığı parçalarına da (toplam agrega oranının %3-15'i oranında) rastlanılmıştır. Bu durum, seramik hamuruna tuğla kırığı parçalarının eklenmesinin kökeninin sorgulanmasını gerektirmektedir. Hem geçmişte hem de günümüzün seramik üretim atölyelerinde kırılabilirliği artırıcı ve nemi düzenleyici etkisi nedeniyle tuğla kırığı parçalarının hamura bilinçli olarak eklendiği bilinmektedir (Tablo 3a ve Şekil 2).

PED-XRF analizi ile incelemeye imkân veren 16 kiremit ve 2 kil örneğinin kimyasal bileşimlerine ulaşılmıştır (Tablo 4 ve Şekil 3).

Seramik üretiminde bileşenler değerlendirildiğinde;  $\text{SiO}_2$  ana yapıyı tanımlamakta, karbonat (toprak alkaliler) ve killer de ergitici ve dayanım artırıcı rol üstlenmektedirler. Üretim merkezlerinde yerel akarsu yataklarından rafine bir şekilde elde edilen ve çeşitli özellikleriyle (plastiklik, pişirim/üretim kolaylığı, renklendirme özellikleri vb.) dayanım veren killerin kimyasal ve petrografik özellikleri seramik üretimi için oldukça önemlidir. Kilin yapısını oluşturan agregalar yörenin kayaç formasyonunu yansıtan bileşenleri de yapıya doğal olarak taşıyarak üretim merkezlerinin kökenleri hakkında önemli bilgiler de sunmaktadır<sup>8</sup>. Örnekler içinde OLB-B2d örneği diğer örneklerden farklılaşan volkanik kökenli agrega içeriğine sahiptir.

Olba kiremit örneklerinin ana element içeriğini;  $\text{SiO}_2$  (%40,06),  $\text{CaO}$  (%14,59),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%12,29),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%8,03),  $\text{MgO}$  (%3,05),  $\text{K}_2\text{O}$  (%1,57) ile toplam karbonat içerik (%18,81 LOI) oluşturmaktadır (Tablo 4). Tiyatrodan örneklenen OLB-B2d örneğinin ince kesit optik mikroskop analizi ile belirlenen farklılık kimyasal yapısında da açıkça izlenebilmektedir (Tablo 4).

İncelenen toprak/kil örneklerin ana element (>%1) içeriğini;  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ile toplam karbonat içerik (LOI) oluşturmaktadır (Tablo 4). İki toprak/kil örneği ana element içerikleri açısından birbirinden oldukça farklı yapıdadır. Güney yamaç kült yerinden örneklenen OLB-D1 örneği kireç yoğun içeriğe sahipken, dere yatağından örneklenen OLB-D2 kil örneği silikaca ( $\text{SiO}_2$ ) zengin yapıdadır. Kiremit örneklerinin element içerikleri OLB-D2 örneğinin element içerikleri ile, olası kil yatağı konusunda adres verecek şekilde, oldukça benzeşmektedir (Tablo 4).

Stronsiyum (Sr) jeokimyasal olarak Ca'ya benzer ve kireç içeren

8 Hodges, 1964, 19-41; Demirci, Akyol, 1996, 53-62; Akyol, 2007, 99-114; Tekkök, 2009, 101-121; Aygün-Kadıoğlu-Akyol, 2010, 411-429

maddeler (denizkabağu, kireçtaşı gibi) içerisinde bulunmaktadır. Seramiğin yapımında kullanılan kumun içeriğinde Sr'un 400 ppm'den fazla olması, üretimde yoğunlukla denizel sedimanlardan elde edilen kilin kullanıldığına işaret etmektedir. Bununla beraber kireçtaşı içeren karasal kumlarda ise Sr miktarı genellikle 150 ppm'den azdır. Ayrıca üretimde karasal kumun kullanılması halinde Zirkonyumun (Zr) da 160 ppm'den fazla olması beklenmektedir<sup>9</sup>. Toprak/kil örneklerden OLB-D1'in Sr ve Zr içerikleri sırasıyla 247,6 ve 87,6 ppm, OLB-D2 örneğinin de 130,9 ve 266,9 ppm'dir. OLB-D1 örneğinde kısmen denizel etki görülürken, OLB-D2 örneği yoğunlukla karasal özellik göstermektedir (Tablo 4). Üç bölgeden örneklenen 16 kiremit örneğinden ikisinin (OLB-B3a ve OLB-B3b) Sr içeriği 150 ppm altında (karasal kökenli), iki örneğin (OLB-B2a ve OLB-B3f) ise 400 ppm'in üzerinde ve denizel kökenli olmalıdır (Tablo 4). Benzer şekilde, kiremit örneklerden yedisinin (OLB-B2a, OLB-B2b, OLB-B2c, OLB-B2d, OLB-B2f, OLB-B3d, OLB-B3e) Zr değeri 150 ppm'in üzerinde ve yoğunlukla karasal kökenli olmalıdır (Tablo 4). Örnekler genel olarak değerlendirildiğinde OLB-B3f örneği dışındakiler çeşitli derecelerde karasal kökenli killeri kullanılarak üretilmiş olmalıdır. Örnekler içinde hem denizel hem de karasal özellik gösteren OLB-B2a örneği ise tek başına karasal ya da denize değil yoğunluğu denizel olarak olan karasal/denizel karışımı kil kullanılarak üretilmiş olmalıdır (Tablo 4a). Kiremit örneklerde karasal yani yakın çevre dere yatağına ait killerin kullanılmış olduğu ince kesit analizlerinde fosil içerik belirlenmemiş olması ile de desteklenmektedir.

Kiremit örneklerin PED-XRF analizi sonuçları örneklendikleri bölgeler bazında ele alındığında; Akropolis kült yerinden örneklenen kiremitlerin oldukça homojen bir yapı sergilediği ve örneklerin birbirine kimyasal yönden oldukça benzer içerikte olduğu görülmektedir (Şekil 3b). Tiyatro'dan örneklenen kiremitler ise birbirinden oldukça farklı yapıdadır (Şekil 3c). Manastırdan örneklenen 6 kiremit örneği ise kendi içinde ikili 3 grup halinde öbeklenmektedir (Şekil 3d). Örnekler genel olarak ele alındığında bölgesel farklılıklar kiremit örneklerinde de izlenebilmektedir. Tiyatrodan örneklenen OLB-B2a ile Manastırdan örneklenen OLB-B3a ve OLB-B3b örnekleri diğer örneklerden daha uzak ilişkili örnekleri temsil etmektedir (Tablo 3a). Bu durum sadece hammadde farklılıkları ile değil dönemsel farklılıkları da içeriyor olmalıdır.

9 Freestone, 2003, 19-32



## Sonuçlar

Olba arkeolojik alanının 3 farklı bölgesinden (Akropolis Kült Yeri, Tiyatro ve Manastır'dan) kazılar sonucu ele geçen 16 kiremit ve 2 toprak/kil örneği arkeometrik yönden incelenmek üzere ele alınmıştır. İnceleme kapsamında örnekler malzeme türü (seramik ve kil), örnekleme bölgelerine göre gruplandırılıp kodlanmış, fotoğraflanarak belgelenmiştir. Böylelikle kataloglanan kiremit örneklerin öncelikle fiziksel özellikleri (kalınlık ve hamur renkleri, fiziksel yapısı) belirlenmiştir.

İnce kesit optik mikroskop analizi ile kiremit örneklerin matris/agrega içeriği, agrega türü/dağılımı/boyutu, gözenekliliği, kil (matris) yapılarının özelliklerine göre 7 farklı grup halinde sınıflandırılmıştır. Kiremitlerin pişirim sıcaklıkları çoğunlukla 800-900°C arasında olmalıdır. Örneklerin kil türü yoğunlukla smektit ve yanında illit veya bu killerin karışımlarından (smektit, illit ve vermikülit) oluşmaktadır. Örneklerin çoğunluğunun (9 örnek) agrega içeriğinde tuğla kırığı parçaları (%3-15 arasında değişen oranda) belirlenmiştir. Kiremit örneklerin petrografik özellikleri biri dışında (OLB-B2d) yerel formasyonla uyumlu yapıdadır. Tümü özgün nitelik taşıyan kiremit örneklerin hammadde içeriği; ezilerek, belli bir eleme yapılmadan seçilmiş, farklı boyutlarda ve heterojen dağılım gösteren yerel kayaç kırıkları ile hazırlanmıştır.

Örnekler, petrografik özelliklerinin yanı sıra kimyasal içerikleri açısından hem kendi aralarında hem de yöre toprağı ile büyük benzerlikler taşımaktadır. Seramiklerin üretiminde çoğunlukla karasal ve yakın çevre dere yatağına ait killerin hammadde kaynağı olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır.

PED-XRF analizi sonuçlarına göre kil örnekler farklı kimyasal içeriktedirler. Petrografik yapıları ile yedi grup halinde sınıflandırılan kiremit örnekler PED-XRF analizi ile daha de detaylı bir şekilde incelenebilmiştir. OLB-B2d örneği dışındaki kiremit örnekler yerel kayaç formasyonunu yansıtmakta, yakın çevre dere yatağından örneklenen OLB-D2 örneğinin kimyasal yapısı ile uyumluluk göstermektedirler. Kiremit örneklerin PED-XRF analizi sonuçları örneklendikleri bölgeler bazında ele alındığında; Akropolis kült yerinden örneklenen kiremitlerin oldukça homojen bir yapı sergilediği ve örneklerin birbirine kimyasal yönden oldukça benzer içerikte olduğu, Tiyatro'dan örneklenen kiremitlerin ise birbirinden oldukça farklı yapıda olduğu anlaşılmıştır. Manastırdan örneklenen 6 kiremit örneğinin ise kendi içinde ikili 3 alt grup halinde farklılaşma gösterdiği belirlenmiştir.

Olba arkeolojik alanının farklı bölgelerine ait sınırlı sayıdaki kiremit örneklerin arkeometrik incelemeleri önemli bilgilere ulaşılmasını sağlamıştır. Olba kiremitlerinin yerel ve bölgesel bazda ele alınıp sayılarının artırılarak, çeşitlendirilmesi ile daha kapsamlı bilgilere ulaşmak mümkün olabilecektir. Böylece Olba'nın yerel bir seramik üretim merkezi olup olmadığı, üretim çeşitliliği ve üretim teknolojisi ile diğer üretim merkezleri ile ilişkileri, ticaret yolları gibi verilere ulaşılabilir.

### **Teşekkür**

Yazarlar örneklerin hazırlanmasında yardımlarından dolayı Ankara Üniversitesi Başkent M.Y.O. Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) proje asistanı Gülşen Albuz ve Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Kıymet Deniz'e, ince kesitlerin hazırlanmasında Orhan Karaman'a, analizler için Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM)'ne teşekkürü bir borç bilirler.

## Kaynaklar

### Akyol-Tekkök-Demirci 2007

Akyol, A.A., Tekkök, B., Kadioğlu, Y.K. ve Demirci, Ş., “Tarsus, Gözlükule Erken Roma Dönemi Seramikleri Arkeometrik Çalışmaları”, 22. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara.

### ASTM 1984

“American Society for Testing and Materials. Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Core Specimens. Soil and Rock, Building Stones: Annual Book of ASTM Standards 4.08. Philadelphia, Pennsylvania.

### Aygün-Kadioğlu-Akyol 2010

Aygün, Ç.Ö., Kadioğlu, Y.K. ve Akyol, A.A., “Elazığ, Hazar Gölü Altındaki Batık Yerleşimlere Ait Seramiklerin Petrografik İncelemeleri”, 25. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara.

### Demirci-Akyol 1996

Demirci, Ş.ve Akyol, A.A., “Sinop Amfora Atölyelerinden Ele Geçen Örneklerle Bir Çalışma”, XI Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara.

### Erten-Özyıldırım-Akçay 2010

Erten, E., Özyıldırım, M., Akçay, T., “Mersin Silifke Olba 2009 Araştırmaları”, 28. Araştırma Sonuçları Toplantısı II. Cilt, Ankara.

### Freestone-Leslie-Thirlwall-Gorin 2003

Freestone, I.C., Leslie, K.A., Thirlwall, M., Gorin-Rosen, Y., 2003, “Strontium Isotopes in the Investigation of Early Glass Production: Byzantine and Early Islamic Glass from the Near East”, *Archaeometry*.

### Hodges 1964

Hodges, H., *Artifacts An Introduction to Primitive Technology*, New York.

### Özyıldırım-Ünalın 2011

Özyıldırım, M., Ünalın, S., “Isauria Dağlarında Hıristiyan Manastırcılığının Bir Örneği: Olba Manastırı”, *Seleucia ad Calycadnum I*, Ankara.

### Özyıldırım 2012

Özyıldırım, M., “Olba Manastırı Hakkında Arkeolojik ve Yazınsal Yeni Bilgiler”, *Seleucia ad Calycadnum II*, Ankara.

### Pollard-Heron 1996

Pollard, A.M., Heron, C., *Archaeological Chemistry, The Royal Society of Chemistry*, Cambridge.

### Rice 1987

Rice, P.M., *Pottery Analysis, A Source Book*, Chicago.

**Shackley 2011**

Shackley, M.S (Ed). 2011, An Introduction to X-Ray Fluorescence (XRF) Analysis in Archaeology. In *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, Springer, New York.

**Tekkök-Akyol-Kadioğlu-Demirci 2009**

Tekkök, B., Akyol, A.A., Kadioğlu, Y.K. ve Demirci, Ő., 2009, “The Importance of Archaeometric Analysis on Ceramics from Archaeological Excavations: The Example of Early Roman Glazed Ware from Tarsus and Troia (Ilion)”, Proceedings of The Ist International Ceramic, Glass, Porcelain, Enamel, Glaze and Pigment Congress-SERES’09.

**Whitbread 1995**

Whitbread, I.K., 1995, “Grek Transport Amphorae: A Petrological and Archaeological Study”, Fitch Laboratory Occasional Paper 4, British School at Athens: Oxford.

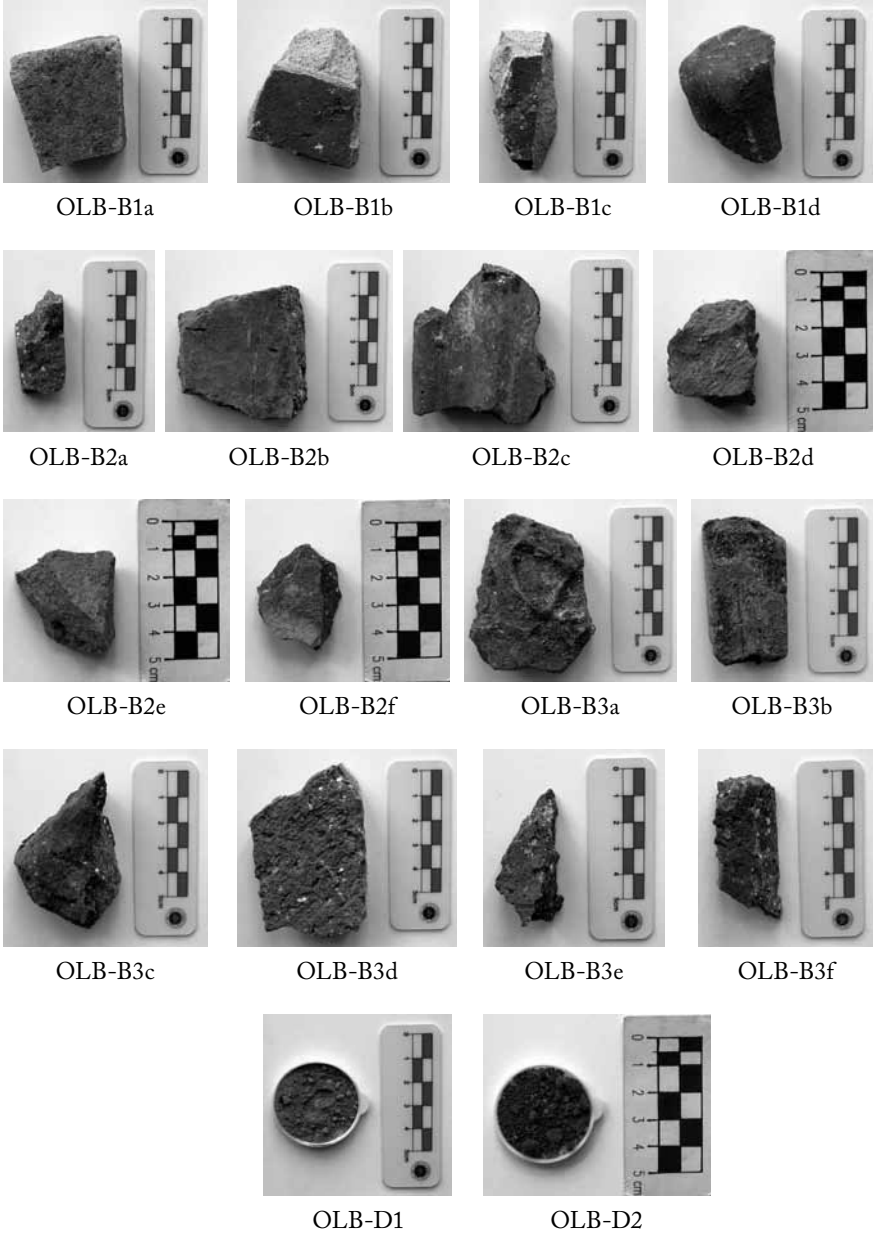
Tablo 1. Olba Kazısı çalışma örnekleri

Örnekler	Açıklamalar	Malzeme Türü	
Grup 1	OLB-B1a	Akropolis kült yeri çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B1b	Akropolis kült yeri çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B1c	Akropolis kült yeri çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B1d	Akropolis kült yeri çatı kiremiti	Kiremit
Grup 2	OLB-B2a	Tiyatrodan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B2b	Tiyatrodan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B2c	Tiyatrodan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B2d	Tiyatrodan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B2e	Tiyatrodan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B2f	Tiyatrodan çatı kiremiti	Kiremit
Grup 3	OLB-B3a	Manastırdan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B3b	Manastırdan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B3c	Manastırdan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B3d	Manastırdan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B3e	Manastırdan çatı kiremiti	Kiremit
	OLB-B3f	Manastırdan çatı kiremiti	Kiremit
OLB-D1	OLB-D1	Güney yamaç kült yeri-3'den	Toprak
OLB-D2	OLB-D2	Dere yatağından toprak/kil	Toprak

Kodlama Ön Ek: OLB (= Olba Kazısı)

Örnek: OLB-B1; 1 No'lu seramik örneğini ifade etmektedir.

## Levhalar



Şekil 1: Olba Kazısı kiremit ve toprak/kil örnekleri.

**Tablo 2. Olba kiremit örneklerinin kalınlıkları, ultrasonik hız ölçümü (SV) test sonuçları ve renk kodları (L\*a\*b) değerleri.**

Örnekler	Kalınlık (mm)	SV (km/s)	Renk Kodları		
			L	a	b
OLB-B1a	21,65	4,08	28,46	14,03	31,41
OLB-B1b	24,34	3,79	53,40	1,08	41,34
OLB-B1c	23,96	3,89	55,23	8,74	43,86
OLB-B1d	25,72	4,27	40,38	15,78	40,81
OLB-B2a	17,65 (42,34)*	4,08	41,45	25,84	42,63
OLB-B2b	23,14 (30,30)	4,48	30,58	25,34	32,41
OLB-B2c	17,82 (26,82)	3,91	34,69	15,38	36,37
OLB-B2d	18,29	5,40	24,97	35,86	35,10
OLB-B2e	19,24	3,56	17,42	20,44	22,70
OLB-B2f	17,96	4,05	7,60	4,89	8,19
OLB-B3a	20,01	6,04	27,55	26,42	34,00
OLB-B3b	33,76	4,70	15,67	10,00	19,92
OLB-B3c	18,19 (31,57)	4,02	11,90	10,69	14,67
OLB-B3d	16,18	4,50	21,54	10,39	27,43
OLB-B3e	19,38	3,28	11,07	8,00	13,40
OLB-B3f	18,82	4,88	8,73	8,82	9,97

(\*) Amorf kiremit örneklerinde maksimum kalınlık.

**Tablo 3a. Kiremit örneklerin petrografik ince kesit optik mikroskop analizi.**

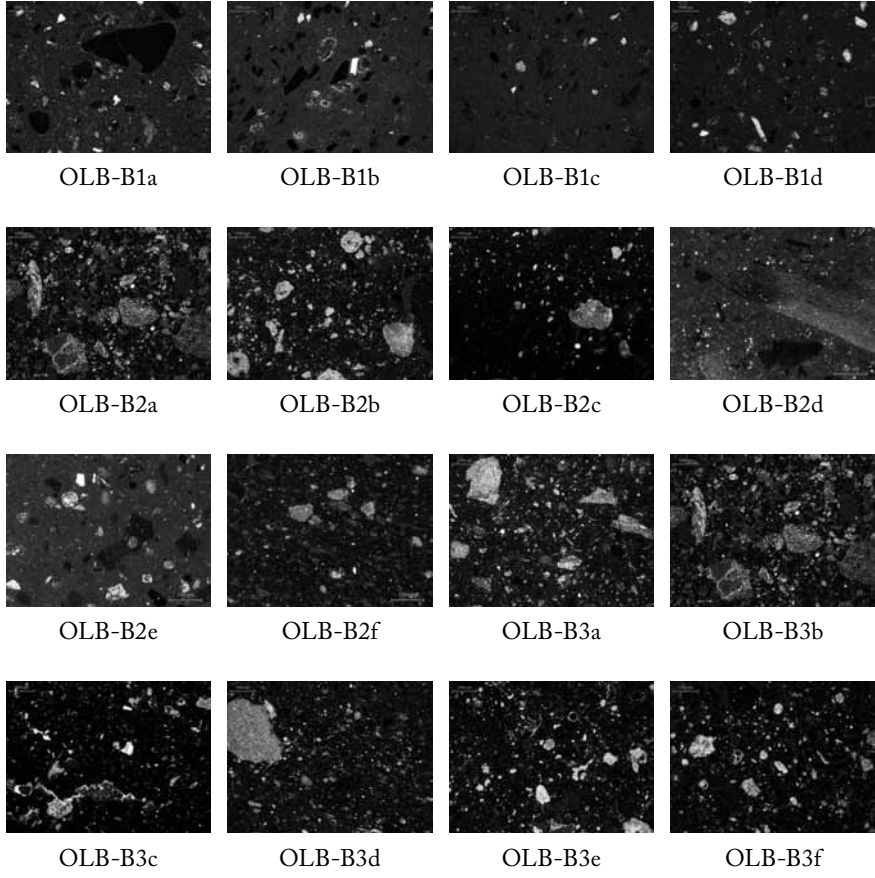
Kiremit Örnekler	T (°C)	P (%)	MA (%)	Kil Türü	Kayaç ve Mineraller*
OLB-B1a, OLB-B1b OLB-B1c, OLB-B1d OLB-B2e	800-850	4	28	I	Q, Pl, Op, TK (%15)
OLB-B2a, OLB-B2b	~800	7	20	Sm	Q, K, Ç, Op, TK (%5)
OLB-B2c, OLB-B3a OLB-B3b	~900	3	22	Sm	Q, Ç, Op
OLB-B2d	850-900	5	15	Sm	A, B, Q, Pl, Op, Ç, L, TK (%3)
OLB-B3c	850-900	12	15	I	Q, Ç, Op
OLB-B3d	>900	18	10	I	Q, Ç, Op, TK (%3)
OLB-B2f, OLB-B3e OLB-B3f	~900	15	22	Sm,I,V	Q, C, Ç, Op

(\*) **A:** Andezit, **B:** Bazalt, **C:** Kalsit, **Ç:** Çört, **I:** İllit, **K:** Kireçtaşı, **L:** İlmenit, **MA:** Matriks Toplam Agregası Oranı, **Op:** Opak Mineraller, **P:** Toplam Boşluk/Gözeneklilik, **Pl:** Plajiyoklas, **Py:** Piroksen, **Q:** Kuvars, **Sm:** Smektit, **T:** Pişirim Sıcaklığı, **TK:** Tuğla Kırığı Parçaları (Toplam agregası içinde oranı), **V:** Vermikülit.

**Tablo 3b. Kiremit örneklerin petrografik ince kesit optik mikroskop analizi değerlendirmeleri.**

<b>Kiremit Örnekler</b>	<b>Açıklamalar</b>
OLB-B1a, OLB-B1b OLB-B1c, OLB-B1d OLB-B2e	Ortalama sıcaklıkta pişirime uğramış, ince taneli, elenmiş, homojen dağılımlı agregalar içeriyor.
OLB-B2a, OLB-B2b	Düşük sıcaklıkta pişirime uğramış (yapısında kireçtaşları yeralıyor), iri taneli, heterojen dağılım veren agregalar içeriyor.
OLB-B2c, OLB-B3a OLB-B3b	Ortalama sıcaklıkta pişirime uğramış, yapısında heterojen dağılım veren, eleme yapılmadan seçilmiş kırıklı/köşeli ince/iri taneli ve yoğun agregalı yapıdadır. Yapısal boşluklarda rekristalize kalsitler yeralıyor.
OLB-B2d	Ortalama sıcaklıkta pişirime uğramış yapıyı ince taneli agregalar oluşturuyor. Yapıda volkanik kökenli agregalar yeralıyor.
OLB-B3c	Ortalama sıcaklıkta pişirime uğramış yapıyı ince taneli agregalar oluşturuyor. Yapısal boşluklarda rekristalize kalsitler yeralıyor.
OLB-B3d	Yüksek sıcaklıkta pişirime uğramış yapıyı ince taneli agregalar oluşturuyor.
OLB-B2f, OLB-B3e OLB-B3f	Ortalama sıcaklıkta pişirime uğramış yapıyı ince/iri taneli agregalar oluşturuyor. Yapısal boşluklarda rekristalize kalsitler yeralıyor.



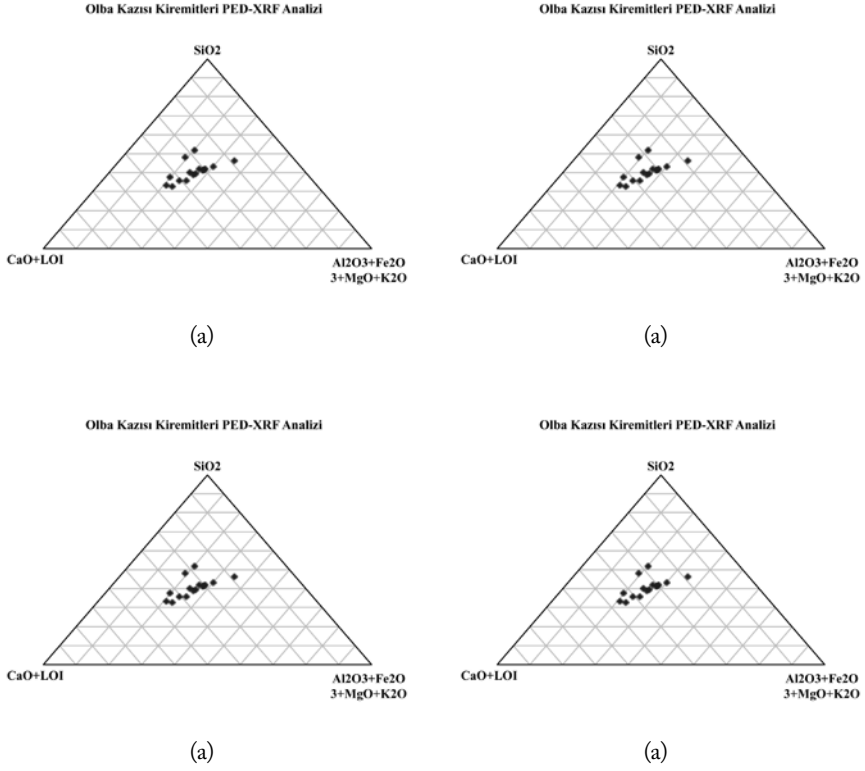


Şekil 2: Seramik örneklerin ince kesit optik mikroskop mikrofotografaları.

**Tablo 4. Olba Kazısı kiremit ve toprak örnekleri PED-XRF analizi sonuçları (%).**

Örnekler	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI*	Sr**	Zr**
OLB-B1a	6,86	10,87	41,41	1,64	14,74	8,36	14,58	290,4	86,3
OLB-B1b	6,99	10,31	41,18	0,98	16,34	8,04	14,58	307,8	101,2
OLB-B1c	7,43	11,74	42,50	1,55	14,48	8,80	11,54	277,6	104,1
OLB-B1d	6,35	11,30	41,33	1,65	13,22	8,58	16,83	242,6	100,7
<b>Ortalama</b>	<b>6,91</b>	<b>11,06</b>	<b>41,61</b>	<b>1,46</b>	<b>14,70</b>	<b>8,45</b>	<b>14,38</b>	<b>279,6</b>	<b>98,1</b>
OLB-B2a	0,88	10,74	32,25	1,32	22,03	7,49	22,85	425,2	231,1
OLB-B2b	0,87	12,22	34,95	1,44	19,28	8,68	20,99	313,8	268,9
OLB-B2c	0,85	14,09	38,32	1,45	12,47	9,27	21,45	242,6	273,2
OLB-B2d	2,76	21,24	45,59	3,31	5,24	7,19	12,87	161,6	221,1
OLB-B2e	7,39	10,08	40,98	1,68	13,15	8,12	16,96	287,3	88,8
OLB-B2f	1,06	13,60	35,29	1,37	17,88	9,09	19,58	269,5	265,7
<b>Ortalama</b>	<b>2,30</b>	<b>13,66</b>	<b>37,90</b>	<b>1,76</b>	<b>15,01</b>	<b>8,31</b>	<b>19,12</b>	<b>283,3</b>	<b>224,8</b>
OLB-B3a	0,94	11,71	51,02	1,42	6,29	6,00	21,49	88,2	156,9
OLB-B3b	0,88	10,56	47,38	1,19	10,92	6,44	21,54	83,5	153,4
OLB-B3c	0,98	14,44	39,11	1,30	14,57	9,46	18,47	245,2	281
OLB-B3d	0,78	11,85	32,46	1,28	18,97	8,35	24,57	355,4	278,5
OLB-B3e	0,82	13,22	39,45	1,28	16,72	8,78	17,72	290,4	251,4
OLB-B3f	3,03	8,59	37,68	2,27	17,14	5,76	24,99	455,7	139
<b>Ortalama</b>	<b>1,24</b>	<b>11,73</b>	<b>41,18</b>	<b>1,46</b>	<b>14,10</b>	<b>7,47</b>	<b>21,46</b>	<b>261,4</b>	<b>187,4</b>
<b>Genel Ort.</b>	<b>3,05</b>	<b>12,29</b>	<b>40,06</b>	<b>1,57</b>	<b>14,59</b>	<b>8,03</b>	<b>18,81</b>	<b>272,2</b>	<b>184,7</b>
OLB-D1	0,271	3,32	8,50	0,513	46,21	2,60	35,25	247,6	87,6
OLB-D2	0,879	12,16	33,84	1,556	10,52	7,73	30,83	130,9	266,9

(\*) LOI: Loss on Ignition (950°C'de Isıtma ile Ağırlık Kaybı Oranı) (\*\*) ppm oranında.



Şekil 3: Olba Kazısı kiremit örneklerinde PED-XRF analizi ana element ( $\text{SiO}_2$  -  $\text{CaO}+\text{LOI}$  -  $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{K}_2\text{O}$ ) içeriklerine göre gruplandırmalar (Triangle Plotting); (a) Genel, (b) Akropolis, (c) Tiyatro, (d) Manastır kiremit örnekleri.