



SERAMİK
ARAŞTIRMALARI
DERGİSİ
THE JOURNAL
OF CERAMIC RESEARCH

Geliş Tarihi / Received : 02.11.2024
Kabul Tarihi / Accepted: 24.12.2024
Yayın Tarihi/ Published: 30.12.2024
Araştırma Makalesi / Research Article
DOI: 10.55061/srmka.1578217

Makale Künyesi / Citation: Ali Akın, A., Umut, A., Kutalmış G., Yusuf Kağan K.. (2024). Zeugma Arkeolojik Alanına Ait Seramik Kandil ve Figürin) ve Toprak/Kil Örneklerde Arkeometrik Analizler, SRMKA 6, 385-407.

ZEUGMA ARKEOLOJİK ALANINA AİT SERAMİK (KANDİL VE FİGÜRİN) VE TOPRAK/KİL ÖRNEKLERDE ARKEOMETRİK ANALİZLER

ARCHAEOMETRIC ANALYSES OF CERAMIC (LAMP AND FIGURINE) AND SOIL/CLAY SAMPLES FROM THE ZEUGMA ARCHAEOLOGICAL SITE

Ali Akın AKYOL*
Umut ALAGÖZ**
Kutalmış GÖRKAY***
Yusuf Kağan KADIOĞLU****

Özet

Gaziantep sınırları içinde yer alan Zeugma, Antik Dönem'in en stratejik konumunda ve antik yolların kesişme noktasında bulunmaktaydı. Suriye, Kilikya, Kommagene ve Oshrohoene bölgeleri arasında geçişi sağlayan Fırat nehrinin kıyısında çevresine hâkim bir konumdaydı. Roma Dönemi'nde bölgenin önemli antik kentlerinden biri olan Zeugma stratejik öneme sahip olmasının yanı sıra günlük kullanım kapları açısından da bir üretim merkezidir. Gerçekleştirilen kazılarda herhangi bir seramik üretim işliğı ortaya çıkarılmamışsa da ele geçen seramik buluntular yerel kil tiplerinin varlığına işaret eder niteliktedir. Çalışma kapsamında kentteki kazı çalışmalarında ele geçen dört farklı kandil tipi ile farklı toprak rengine sahip terra-cotta figürinler ve toprak/kil örnekleri çeşitli analitik metotlar kullanılarak arkeometrik yönden incelenmiştir. Örnekler fotoğraflanıp kodlandıktan sonra hamur renkleri ve kalınlıkları belirlenmiştir. Arkeometrik çalışmalar kapsamında örneklerin petrografik özellikleri ince kesit optik mikroskop analizi ile; kimyasal özellikleri de PED-XRF analizi ile incelenmiştir. Arkeometrik veriler, kandil ve figürin örneklerin

* Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Gölbaşı, Ankara, TÜRKİYE. E-Posta: ali.akyol@hbv.edu.tr ORCID: 0000-0002-4174-575X

** Dr., Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Gözcü Sok. No: 2, Ulus-Altındağ, Ankara, TÜRKİYE. E-Posta: arkeoloji27@gmail.com ORCID: 0000-0002-7894-5747

*** Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, DTCF, Arkeoloji Bölümü, Sıhhiye, Ankara, TÜRKİYE. E-Posta: kgorkay@ankara.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2680-0439

**** Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gölbaşı, Ankara, TÜRKİYE. E-Posta: kadi@ankara.edu.tr ORCID: 0000-0002-7894-2220



benzer petrografik ve kimyasal yapıları ile en az iki üretim modeline sahip olduğuna işaret etmiştir. Yakın çevreden örneklenerek incelenen toprak/kil örneklerin de yerel özellikte ve seramik örnekler ile benzer kimyasal yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zeugma, arkeometri, seramik, ince kesit analizi, XRF

Abstract

Zeugma, located within the borders of Gaziantep, was in the most strategic position of the ancient period and at the intersection of ancient roads. It was in a dominant position on the banks of the Euphrates River, which provided passage between the regions of Syria, Cilicia, Commagene and Oshrohoene. Zeugma, one of the important ancient cities of the region during the Roman Period, was a production center for daily use vessels as well as having strategic importance. Although no ceramic production workshops were uncovered during the excavations, the ceramic findings obtained indicate the existence of local clay types. Within the scope of the study, four different types of candles, terra-cotta figurines with different soil colors and soil/clay samples obtained during the excavations in the city were examined archaeometrically using various analytical methods. After the samples were photographed and coded, their dough colors and thicknesses were determined. Within the scope of the archaeometric studies, the petrographic properties of the samples were examined with thin-section optical microscope analysis and their chemical properties were examined with PED-XRF analysis. Archaeometric data indicated that the candle and figurine samples had at least two production models with similar petrographic and chemical structures. It was understood that the soil/clay samples examined by sampling from the nearby area also had local characteristics and similar chemical structures to the ceramic samples.

Keywords: Zeugma, archaeometry, ceramics, thin section analysis, XRF

Giriş

Zeugma; Suriye, Kilikya, Kommagene ve Oshrohoene bölgeleri arasında geçişi sağlayan Fırat Nehri'nin kıyısında çevresine hâkim bir konumdadır. Belkıs köyü yakınında bulunan kalıntılara ilk kez R. Pococke tarafından 1738 yılında değinilmiştir¹. Zeugma'nın ilk olarak lokalizasyonu J. R. Metheny tarafından yapılmıştır². F. Cumont tarafından 1917 yılında ise Zeugma Antik Kenti olabileceği belirtilerek yayını yapılmıştır³. Kalıntıların Zeugma Antik Kenti'ne ait olduğu, 1970'lerde J. Wagner'in arazi çalışmaları sonucunda netlik kazanmıştır⁴.

Zeugma, Seleukeia ve Apamea olarak adlandırılan ve Fırat Nehri'nin her iki yakasında kurulmuş karşılıklı iki kentten oluşmakta ve her iki kent, adlarını kurucusu I. Seleukos Nikator ve karısı Apama'dan almaktadır⁵. Strabon'un "Mezopotamya'nın Kalesi" olarak nitelendirdiği

¹ Pococke 1745, 156.

² Metheny 1907, 159.

³ Cumont 1917.

⁴ Wagner 1976, 132-146.

⁵ App. Syr. 11.9; Plin.nat. 5.86.

Seleukeia⁶, Fırat Nehri'nin üzerinde Mezopotamya'nın başladığı⁷ bir yerde önemli bir kavşak noktasında yer almaktadır. Bugün Gaziantep sınırları içinde yer alan Zeugma, Antik Dönem'in en stratejik konumunda ve antik yolların kesişme noktasında bulunmaktaydı. Fırat Nehri'nin doğu kıyısından kuzeye uzanan doğal yol Samsat'a ulaşmaktaydı (**Fig. 1.**). Olasılıkla Harran üzerinden gelen bu yol, MÖ 2. binin başlarında Asurlu tüccarların kervanlarının da kullanıldığı güzergâh olarak kabul edilir. Antik dönemlerde, Kargamış yakınından geçerek Mezopotamya ve Kilikya bölgelerini bağlayan yol klasik dönemde Zeugma'dan geçmekteydi⁸. Bu bölgede, yol güzergâhları, Fırat Nehri'nin geçilebilir noktalarına göre oluşmuştur. Stratejik konumu nedeniyle Hellenistik Dönem'de büyük olasılıkla bir Makedon askeri kolonisi, (katoikia) modelinde kurulmuş olan şehir, Büyük İskender'in almış olduğu topraklar üzerinde yaşayan, Yunan olmayan ve Yunanca konuşmayan Sami kültürlerle, Yunan kültür ve ekonomi modellerini yayma amacını taşıyan politikaların bir sonucu olarak polis modeline göre inşa edilmiştir⁹.

Çalışma kapsamında kentteki kazı çalışmalarında ele geçen dört farklı kandil tipi ile farklı toprak rengine sahip terra-cotta figürinler üzerine yoğunlaşmıştır¹⁰. Çalışma kapsamında yer alan kandillerin tümü kalıp yapımıdır. Bailey, kalıp yapımı tekniğinde 'Patris' ve 'Matris' adı verilen iki tür kalıp kullanıldığı bilgisini vermektedir¹¹. Kandil kalıbı kırılana kadar kullanılması ile bunun sonucunda her bir kalıptan belirsiz birçok kandil üretilmiştir¹².

Zeugma arkeolojik alanına ait seramik ve toprak/kil örneklerinin arkeometrik incelemeleri; Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) ile Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

⁶ Strabon. 16.2.3.

⁷ Strabon. 16.1.22.

⁸ Wagner 1976, 48-51.

⁹ Görkay 2015, 2.

¹⁰ Çalışma kapsamında kullanılan materyal 2006-2017 yılları arasında Prof. Dr. Kutalmış Görkay başkanlığında Zeugma Antik Kenti, Doğu konut sektörü Danae ve Musalar Evi kazı çalışmaları ve Agora çevresinde yürütülen kazı çalışmalarından ele geçen amorf (yukarıda etütlük diyordu sildim!) durumdaki parçalardan oluşmaktadır.

¹¹ Bailey 1963, 13.

¹² Garnett 1975, 79.

Yöntem ve Analizler

Zeugma Antik Kenti'nden ele geçen seramik parçaları ve yakın çevreden (mesela nereden? veya neye göre kime göre yakın? Belirtirse daha iyi olur) elde edilen toprak/kil örnekleri arkeometrik yönden incelenmiştir.

Arkeometrik analizler öncesinde örnekler fotoğraflanıp (Canon Digital IXUS 870 IS 10 MegaPixel) kodlanmıştır (**Tablo 1** ve **Fig. 2**). Kodlamada proje ismini oluşturan “Zeugma Kazısı Tez Örnekleri: Seramik ve Toprak Kil kelimelerin baş harfleri ön kod (ZKT), seramik örnekleri için “B” harfi, toprak/kil örnekleri için de “D” harfi kullanılmıştır (**Tablo 1** ve **Fig. 2,4**). Buna göre ZKT-B1 örneği 1 nolu seramik örneğini ifade etmektedir.

Seramik örneklerin kalınlıkları dijital kalınlık ölçer ile, renkleri ise kromametrik analiz ile belgelenmiştir. Renk analizleri, standart CEI L*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage) renk sistemi kullanılarak yapılmıştır (**Tablo 2** ve **Fig. 3**)¹³.

Zeugma arkeolojik alanına ait seramik (kandil ve figürinler birlikte ele alındığında seramik olarak anılmaktadır) ve toprak/kil örneklerinin petrografik dokusal (matriks) ve agrega (kayaç ve mineraller) özellikleri hazırlanan ince kesitleri üzerinden optik mikroskop analizi ile belirlenmiştir (**Tablo 3a,3b** ve **Fig. 5,6**)¹⁴. Toprak/kil örneklerin ince kesitleri ise reçine sürülü lamaların üzerine serpilerek hazırlanmıştır. İnce kesitler LEICA Research Polarizan Mikroskobu DMLP Model optik mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Fotoğraflamalar mikroskoba bağlı Leica DFC280 dijital kamera ile yapılmıştır. Örneklerde matriks ve matriksi oluşturan agrega boyutu, kayaç kökeni, kayaç ve mineraller “Point Counting Metodu” kullanılarak tanımlanmıştır.

Zeugma arkeolojik alanından örneklenen seramik ve toprak/kil örneklerinin element içerikleri X-Işınları Floresans Analizi Yöntemi (PED-XRF) kullanılarak belirlenmiştir (**Tablo 4a,4b** ve **Fig. 7**)¹⁵. Bu çalışmada, X-LAB 2000 model PED-XRF (Polarized Energy Dispersive-XRF) spektrometresi kullanılmıştır. X-Lab 2000 PED-XRF spektrometresi atom numarası 11 olan sodyumdan (Na), 92 uranyuma (U) kadar olan elementleri analiz edebilme özelliğine sahiptir. Analizde USGS (Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma) standartları ve referans olarak GBW-7109 ve GBW-7309 kullanılmıştır.

¹³ Ohno 2007.

¹⁴ Kerr 1977; Rapp 2002.

¹⁵ Shackley 2011.

Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeler

Zeugma Antik Kenti'nden ele geçen seramiklerden etütlük olarak ayrılmış 38 seramik (kandil ve figürin parçaları) ile antik kentin yakınındaki 3 farklı kil bölgesine ait toprak/kil örnekleri arkeometrik yönden incelenmiştir (**Tablo 1a, 1b** ve **Fig. 2,4**).

Seramik örneklerin kalınlıkları dijital kalınlık ölçer ile hassas bir şekilde (0,001 mm hassasiyetle) belirlenmiştir. Örneklerin kalınlıkları 2,15 cm ile 18,09 cm arasında (ort. 8,30 cm) değişim göstermektedir (**Tablo 2** ve **Fig. 3**).

Seramik örnekler petrografik yönden ele alınarak ince kesit optik mikroskop analizi ile 2 ana (bazalt ve kumtaşı kökenli kayaç yapılarına ait) ve 3'er alt grup halinde, toprak örnekler de 3 farklı (tanımlı 1 ve tanımsız 2 kökenden) grup altında sınıflandırılmıştır. Seramik örnekler kil yapısına göre değerlendirildiğinde; örneklerin pişirim sıcaklığı 800-950°C arasındadır (**Tablo 3a** ve **Fig. 6**). Çünkü 850°C ve üzerindeki pişirimlerde seramiklerin kil yapısı bozulmakta vitrifikasyon (camlaşma) başlamaktadır. Diğer tüm örneklerden farklı olarak Seramik Gr5 seramik örneklerin matris yapısında bulunan kireçtaşı parçaları, örneklerin nispeten düşük kalitede ve sıcaklıkta (<800°C) bir üretimin eseri olduğunu göstermektedir¹⁶.

Seramik örnekler %2-10 arasında değişen oranlarda boşluklu yapıya (gözenekliliğe) sahiptir (**Tablo 3a** ve **Fig. 6**). Seramik örnekler agrega/matris oranları açısından değerlendirildiğinde örneklerde toplamda %18-45 arasında değişen matris agrega/katkı içeriği bulunmaktadır (**Tablo 3a** ve **Fig. 6**). Seramik örneklerin hammadde içeriği; ezilerek (kırıklı, köşeli agregalar içeren), belli bir eleme yapılarak seçilmiş, farklı boyutlarda ve heterojen dağılım gösteren kumtaşı ve bazalt yerel kayaç kırıkları ile hazırlanmıştır (**Tablo 3a** ve **Fig. 6**). Örnekler çok ince / ince / orta (<10 µm ve 10-50 µm) tane boyutlu homojen dağılımlı agregalar içermektedir (**Tablo 3a** ve **Fig. 6**).

Seramik ve toprak/kil örneklerin kimyasal bileşimleri PED-XRF analizi ile belirlenmiştir. Toprak/kil örneklerin kimyasal içeriğini de yine azalan oranda CaO (ort. %39,15), SiO₂ (ort. %24,72), Al₂O₃ (ort. %6,36), Fe₂O₃ (ort. %3,89), MgO (ort. %1,72) ve K₂O (ort. %1,11) oluşturmaktadır (**Tablo 4a**). Seramik örneklerin kimyasal içeriğini azalan oranda SiO₂ (ort. %43,26), CaO (ort. %17,32), Al₂O₃ (ort. %9,86), Fe₂O₃ (ort. %7,33), MgO (ort. %4,58) ve K₂O

¹⁶ Rice 1987.

(ort. %1,74) oluşturmaktadır (**Tablo 4b**). Örneklerin ana element içerikleri değerlendirildiğinde, örneklerin CaO) içerikleri, zaman içerisinde topraktan örneklerin yapısına taşınmış olmalıdır. Seramik örneklerin ana element (>%1) ve eser içerikleri dikkate alındığında belirgin bir farklılık görülmemektedir. Toprak/kil örneklerden de ZKT-D3 örneği diğer 2 örnekten kimyasal içeriğiyle kısmen farklılaşmaktadır (**Tablo 4a**).

Seramik örnekler kimyasal içeriklerine göre gruplandırıldığında; toprak/kil örneklerin seramiklerle oldukça benzer içerikte olduğu (**Fig. 7a**), seramiklerin ise en az 2 farklı hammadde kaynağı kullanılarak üretildiği değerlendirilmektedir (**Fig. 7b**). Bu durum iki farklı köken veren kandil grubundan kaynaklanmaktadır (**Fig. 7c**). Kandillerin aksine figürin örnekler kendi içinde oldukça homojen bir yapı sergilemektedir (**Fig. 7d**). Toprak/kil örneklerle seramik örneklerin kimyasal bileşimleri birlikte değerlendirildiğinde ise oldukça benzer bir içerik izlenebilmektedir (**Fig. 7a,7b**).

Seramik örneklerin dayanım özellikleri PED-XRF analizi ile belirlenen kimyasal içerikleriyle birlikte değerlendirildiğinde; dayanımı yüksek örnekler için yapılarında %30'un üzerindeki oranda SiO₂ (ort. %43,26), %10'dan düşük oranda CaO (ort. %17,32) ve %8'in altındaki oranda Fe₂O₃ (ort. %7,33) içermelidir (Özışık, 2000). İncelenen örneklerin yüksek SiO₂ ve CaO ile Fe₂O₃ içerikleri anılan oranlarla CaO dışında oldukça uyumludur (**Tablo 4b**). Buradan hareketle seramik örneklerin dayanımlarının ortalama kalitede bir üretimi yansıtır nitelikte olduğunu söylemek mümkündür.

Arkeolojik yönden değerlendirildiğinde, çalışma kapsamında kullanılan kandil grubu kronolojik sıraya ve tipolojik değerlendirmelere göre düzenlenmiş ve MS 1-4. yüzyıllar arasına tarihlendirilmiştir. Materyal üzerinde yapılan arkeometrik analiz çalışmaları ile kandil tiplerinin; birbirine komşu üretim merkezlerinde aynı kalıpların değişimi ya da kopyaları kullanılmak suretiyle üretilip üretilmediği hususlarına cevaplar aranmıştır. Üretim merkezleri arasında kalıp değişimi veya mevcut kandillerin formlarının kopyalanması, farklı bölgelerden aynı veya benzer lambaların ortaya çıkmasına neden olmuş olmalıdır. W.V. Harris¹⁷, Roman Terracotta Lamps: The Organization of an Industry adlı makalesinde Roma pişmiş toprak kandillerinin üretimi yayılımı konusunda önemli bilgiler vermektedir. Harris'e göre "Birçok basit terrakotta kandil satıldığı yerlerin yakınında imal edilmiş olmalıdır. Ayrıca bu kandilleri yapmak için sıra dışı bir işçilik

¹⁷ Harris 1980, 126-145.

gerekmemektedir. Bu kandilleri çok özel bir durum olmadıkça ihraç etmek karlı olamaz. Sonuçta bunlar ucuz ve kolaylıkla imal edilebilen ürünlerdir”. Bu bilgiden hareketle çalışma kapsamında Zeugma pişmiş toprak kandil tiplerinin lokal yahut ithal üretim sorularına yanıtlar aranmaya çalışılmıştır. Kent özelinde 1990 yılların başından itibaren yapılan kazı ve yüzey araştırmaları kandil ya da figürin üretimi yapan atölyelerin varlığını ortaya koyamamıştır¹⁸.

Çalışma kapsamında yer alan figürinler ve kandillerin aynı atölyelerde üretilip üretilmediğinin araştırılması da bir başka önemli konudur. Bu bağlamda İsrail’de Beit Nattif’deki¹⁹ Geç Roma Dönemi buluntuları üzerine yapılan çalışma iyi bir örneklem olarak karşımıza çıkmaktadır. Kalıntılar 20. yüzyılın başında ortaya çıkarılmış daha sonra Dimitri Baramki tarafından kısmen yayımlanmıştır²⁰. Elde edilen buluntular güney Levant’taki bir heykelcik ve kandil atölyesindeki en büyük seramik topluluğunu temsil eder ve bölgedeki kandil ve figürinlerin tipolojisi ve kronolojisi için önemli bir referansı oluşturmaktadır²¹.

Sonuç

Arkeolojik malzemelerin mimari, tarihi, sanatsal ve estetik özelliklerinin araştırılmasının yanı sıra arkeometrik incelemelerinin de yapılması büyük önem taşımaktadır. Zeugma Antik Kenti’nden ele geçen seramiklerden etütlük olarak ayrılmış 38 seramik (25 kandil ve 13 figürin parçası) ve 3 toprak/kil örnek arkeometrik yönden incelenmiştir.

Seramik örnekler petrografik yönden ele alınarak ince kesit optik mikroskop analizi ile 2 ana (bazalt ve kumtaşı kökenli kayaç yapılarına ait) ve 3’er alt grup halinde, toprak örnekler de 3 farklı (tanımlı 1 ve tanımsız 2 kökenli) grup altında sınıflandırılmıştır. PED-XRF analizi ile ulaşılan ana element kompozisyonları dikkate alındığında ise toprak/kil örneklerle seramik örneklerin element içerikleri birlikte değerlendirildiğinde oldukça benzer bir içerik izlenebilmektedir. Buradan hareketle toprak/kil örnekler ile seramik örnekler aynı kaynağa adreslenebilir.

Zeugma arkeolojik alanında 1990’lı yılların başından itibaren yapılan kazı ve yüzey araştırmaları kandil ya da figürin üretimi yapan atölyelerin varlığını maalesef ortaya koyamamıştır. Gerçekleştirilen arkeometrik analizlerle Zeugma kazı çalışmalarında ele geçen figürinler ve kandil

¹⁸ 2000 yılı başlarında yapımı bitirilen Birecik Barajı kentin yaklaşık üçte birlik kısmını su altında kalmasına neden olmuştur. Bu durum dolayısıyla Fırat Nehri kıyısında bulunduğu varsayılan kandil ve figürin atölyelerinin ürettiği eserler hakkında bilgi sahibi olabilmek için arkeometrik çalışmalar önem kazanmaktadır.

¹⁹ Lichtenberger & Kimberlee 2018, 1-6.

²⁰ Baramki 1936, 3-10.

²¹ Lichtenberger & Kimberlee 2018, 1-6.

üretimlerinin aynı atölyelerde (en az iki) üretilmiş olabileceği yapılan analiz sonuçlarına göre ortaya konmuştur. Söz konusu atölye MS 300 civarında faal olup figürinler ve kandil üretimi gerçekleştirilmiş olmalıdır. Bu atölyelerin yerleri ilerleyen kazılarda ortaya çıkacaktır.

Teşekkür ve Katkı

Yazarlar, örneklerin hazırlanmasında Gazi Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) proje asistanı Gülşen ALBUZ GEREN'e, analizler için Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi ve YEBİM Müdürü Doç. Dr. Kıymet DENİZ YAĞCIOĞLU'na, ince kesitlerin hazırlanmasında teknisyen Şevket ÖZDİLEK'e teşekkür ederler.

KAYNAKÇA

Bailey 1963

Bailey, D.M., (1963). Greek And Roman Pottery Lamps. London: The Trustees of the British Museum.

Baramki 1936

Baramki, D. (1936). Two Roman cisterns at Beit Nattif. Quarterly of the Department of Antiquities of Palestine, 5, 3–10.

Cumont 1917

Cumont, F. (1917). Etudes Syriennes. Paris.

Gaius Plinius Secundus 2022

Gaius Plinius Secundus (2022). Doğa Tarihi / Historia Naturalis (Çev. İnanç Pastırmacı). Say Yayınları.

Garnett 1975

Garnett, K. S. (1975). Late Roman Corinthian Lamps from the Fountain of the Lamps. Hesperia, 44(2), 179.

Görkay 2015

Görkay, K. (2015). Zeugma: Geçmişten Günümüze Bir Geçit. İstanbul.

Harris 1980

Harris, W. V. (1980). Roman Terracotta Lamps: The Organization of an Industry. The Journal of Roman Studies, 70, 126-145.

Kerr 1977

Kerr, P. F. (1977). Optical Mineralogy. McGraw-Hill Co., First Edition. New York.

Lichtenberger & Kimberlee 2018

Lichtenberger, A., & Kimberlee, M. (2018). Ancient fingerprints from Beit Nattif: studying Late Roman clay impressions on oil lamps and figurines. Antiquity, 92(361).

Metheny 1907

Metheny, J. R. (1907). Road notes from Cilicia and North Syria. JAOS, 28, 155-162.

Ohno 2007

Ohno, Y. (2007). "Spectral Colour Measurement", J. Schanda (Ed.), CIE Colorimetry: Understanding the CIE System (Ch. 5). Wiley Publication, New York.

Özışık 2000

Özışık, G. (2000). Yapı Mühendisliğinde Tuğla Elemanlar ve Yapı Sistemleri. Birsen Yayınevi, İstanbul.

Pococke 1745

- Pococke, R. (1745). A Description of the East and Some Other Countries (II). London.
Rapp 2002
- Rapp, G. (2002). Archaeomineralogy. Springer-Verlag, Berlin.
Rice 1987
- Rice, P. M. (1987). Pottery Analysis: A Source Book. The University of Chicago Press.
Shackley 2011
- Shackley, M. S. (2011). X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology.
DOI: 10.1007/978-1-4419-6886-9-2. Springer Publication.
- Strabon 1987
- Strabon. (1987). Geographika Anadolu Kitap XII-XIII-XIV Kitaplar Antik Anadolu
Coğrafyası (Çev. A. Pekman). İstanbul.
- Wagner 1976
- Wagner, J. (1976). Seleukeia am Euphrat/Zeugma. Wiesbaden.

FIGÜRLER

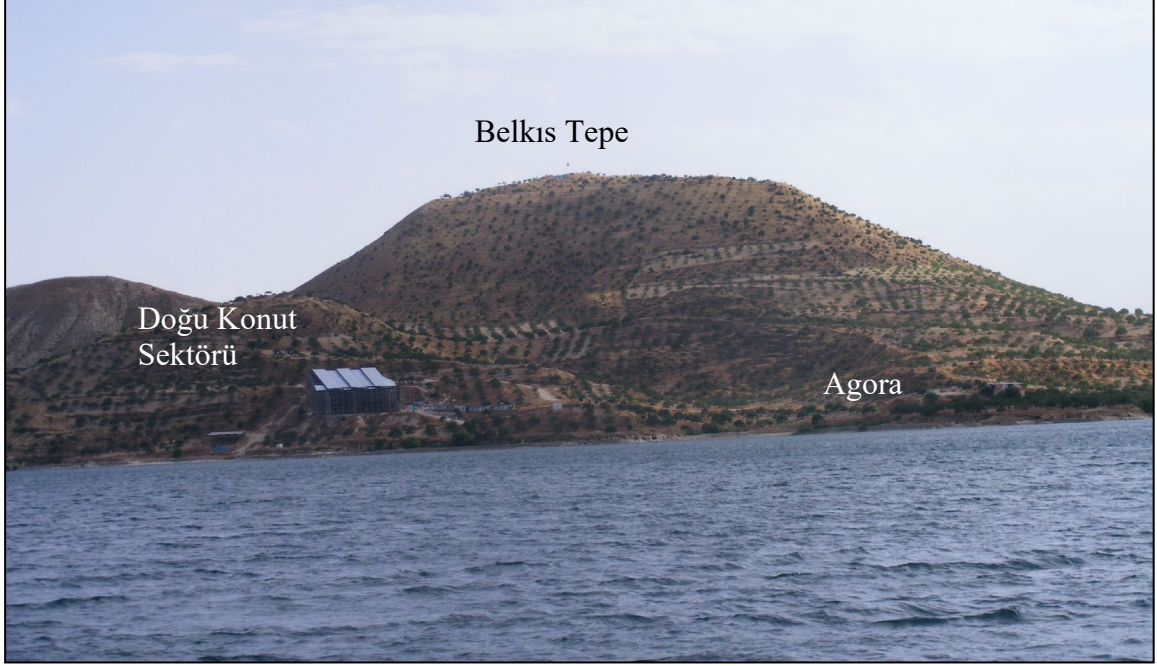


Fig 1. Birecik Barajından Zeugma Antik Kentine bakış

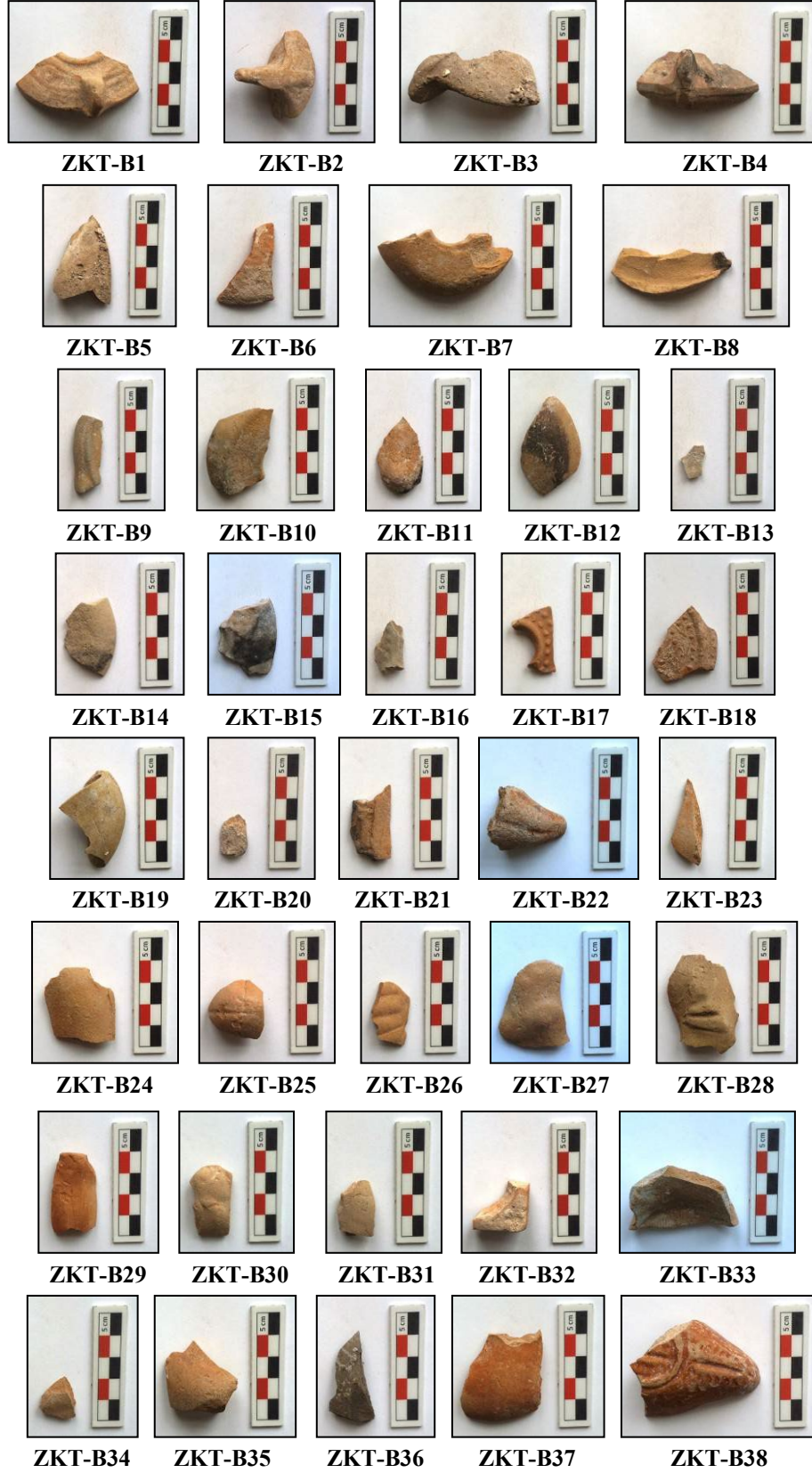


Fig. 2: Zeugma arkeolojik alanına ait seramik örnekler

Tablo 1a. Zeugma Kazısı seramikörnekleri

Örnekler	EnvanterBilgileri/ Açıklamalar
ZKT-B1	150100200004, kandil parçası
ZKT-B2	150100200004, kandil parçası
ZKT-B3	150100200004, kandil parçası
ZKT-B4	150100200004, kandil parçası
ZKT-B5	150100200004, kandil parçası
ZKT-B6	150100200004, kandil parçası
ZKT-B7	150100200004, kandil parçası
ZKT-B8	150100200004, kandil parçası
ZKT-B9	150100200004, kandil parçası
ZKT-B10	150100200004, kandil parçası
ZKT-B11	150100200004, kandil parçası
ZKT-B12	150100200004, kandil parçası
ZKT-B13	150100200004, kandil parçası
ZKT-B14	150100200004, kandil parçası
ZKT-B15	170200500007, kandil parçası
ZKT-B16	170200500007, kandil parçası
ZKT-B17	170200500007, kandil parçası
ZKT-B18	170200500007, kandil parçası
ZKT-B19	170200500007, kandil parçası
ZKT-B20	090100200277, kandil parçası
ZKT-B21	090100200277, kandil parçası
ZKT-B22	090100200277, kandil parçası
ZKT-B23	090100200277, kandil parçası
ZKT-B24	170200500002, figürin parçası, figür 37
ZKT-B25	170200500002, figürin parçası, figür 62
ZKT-B26	170200500002, figürin parçası, figür 164
ZKT-B27	170200500002, figürin parçası, figür 93
ZKT-B28	170200500002, figürin parçası, figür 109
ZKT-B29	170200500002, figürin parçası, figür 117
ZKT-B30	150100200005, figürin parçası
ZKT-B31	150100200008, figürin parçası
ZKT-B32	150100200012, figürin parçası
ZKT-B33	140201400056, figürin 1
ZKT-B34	140201400056, figürin 2
ZKT-B35	070500200087, figürin 1
ZKT-B36	060100200319, kandil parçası
ZKT-B37	060100200462, figürin
ZKT-B38	090100200344, kandil parçası

Tablo 1b. Zeugma Kazısı toprak/kil örnekleri

Örnekler	Açıklamalar
ZKT-D1	Toprak/kil
ZKT-D2	Toprak/kil
ZKT-D3	Toprak/kil

Tablo 2. Zeugma Kazısı seramik örneklerinin hamur renkleri (CIE Lab & Munsell) ve kalınlıkları

Örnekler	Kalınlık (mm)	L	a	B	Munsell
ZKT-B1	5,22	44,09	10,59	20,92	7,5 YR 8/6
ZKT-B2	6,22	45,14	4,71	22,77	7,5 YR 7/6
ZKT-B3	4,34 (8,45 max)	47,48	4,95	14,83	7,5 YR 8/2
ZKT-B4	3,69 (9,62 max)	40,83	8,04	13,87	5 YR 6/1
ZKT-B5	6,92	46,16	4,18	18,28	5 YR 7/6
ZKT-B6	4,93 (7,15 max)	37,30	14,77	21,96	10 R 6/8
ZKT-B7	2,15 (6,12 max)	47,71	11,65	25,89	5 YR 7/4
ZKT-B8	3,70 (5,22 max)	52,45	5,04	22,97	10 YR 8/3
ZKT-B9	5,50	34,40	3,82	17,04	10 YR 7/2
ZKT-B10	5,33	31,67	6,66	19,59	10 YR 7/3
ZKT-B11	3,70	41,96	7,12	19,67	7,5 YR 7/6
ZKT-B12	2,88	38,65	8,89	19,98	5 YR 7/6
ZKT-B13	3,30	48,91	0,81	12,63	2,5 YR 7/2
ZKT-B14	7,74	45,87	1,26	16,61	2015-02/11
ZKT-B15	4,60	40,46	6,23	17,56	7,5 YR 7/4
ZKT-B16	6,53	37,78	2,38	11,84	2,5 Y 7/2
ZKT-B17	5,69	34,02	10,85	17,97	5 YR 6/6
ZKT-B18	5,89	23,43	11,14	15,57	5 YR 5/6
ZKT-B19	4,49	42,02	2,53	14,21	5 Y 7/3
ZKT-B20	7,10	74,69	6,15	17,46	10 YR 7/3
ZKT-B21	6,69	34,40	7,38	17,14	7,5 YR 6/4
ZKT-B22	18,09	39,87	13,42	21,79	7,5 YR 7/4
ZKT-B23	12,41	33,40	8,53	17,04	10 YR 6/4
ZKT-B24	10,48	25,66	7,66	15,24	
ZKT-B25	17,49	41,10	8,68	19,73	
ZKT-B26	8,28	40,71	6,98	20,93	
ZKT-B27	8,78	45,16	14,55	22,52	
ZKT-B28	14,87	43,49	3,38	16,30	
ZKT-B29	12,84	31,94	12,50	21,99	
ZKT-B30	12,38	45,72	7,17	22,46	
ZKT-B31	11,16	40,29	2,47	11,12	
ZKT-B32	11,19	51,69	8,27	26,02	
ZKT-B33	8,31	45,92	10,81	29,19	
ZKT-B34	14,44	38,91	9,91	19,76	
ZKT-B35	16,08	36,21	7,58	20,25	
ZKT-B36	9,96	15,03	1,08	4,85	
ZKT-B37	7,78	34,58	11,10	21,81	
ZKT-B38	14,33	34,88	18,11	22,47	
Ortalama	8,30	40,37	7,67	18,74	

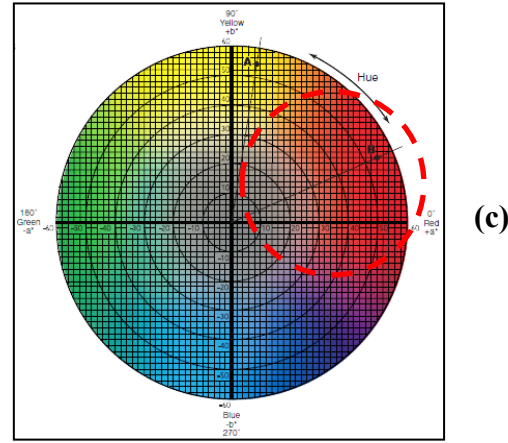
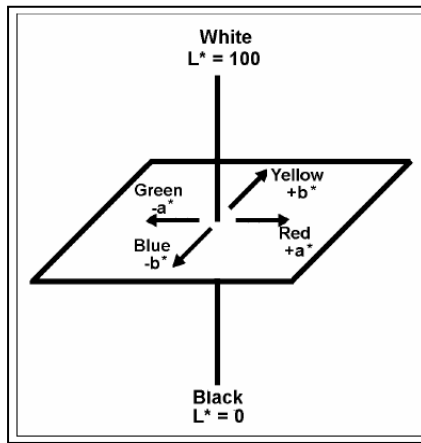
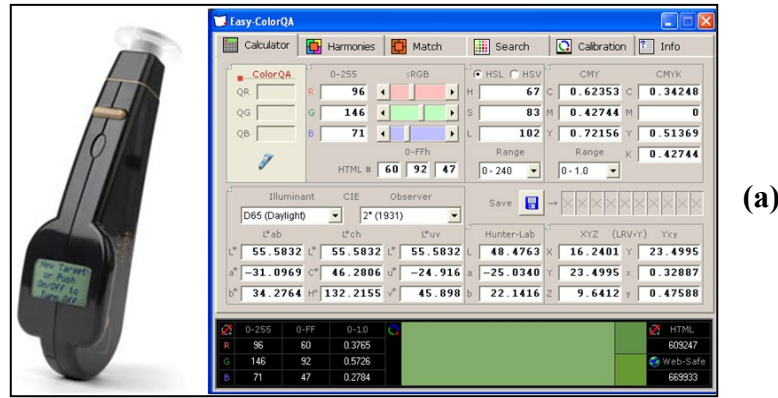


Fig 3: (a) Renk ölçer (b) CIE L*a*b* renk sistemi ve (c) a,b renk değerleri.

Tablo 3a. Zeugma Kazısı seramik örneklerinin petrografik özellikleri

Seramik Grupları	T (°C)	P (%)	MTA (%)	Kayaç ve Mineraller*	Agrega Boyutu	Kayaç Kökeni
Seramik Gr1	900-950	2	18	Q,Pl,By,Ol,Op	Çok İnce	Bazalt
Seramik Gr2	850-900	3	29	Q,Pl,Py,Op,Ol	İnce	
Seramik Gr3	900-950	4	35	Q,Ç,Pl,By,Py,Op	İnce	
Seramik Gr4	~800	5	35	Q,Ç,Pl,By,Sr,Ms,Py,Op	Orta**	Kumtaşı
Seramik Gr5	~800	3	45	Q,Ç,Pl,By,Sr,Ms,Op	İnce	
Seramik Gr6	800-850	10	45	Q,K,Ç,Pl,By,Py,Op	İnce	

SeramikGr1 : ZKT-B1, ZKT-B2, ZKT-B3, ZKT-B5, ZKT-B6, ZKT-B7, ZKT-B8, ZKT-B19, ZKT-B20, ZKT-B37

Seramik Gr2 : ZKT-B4, ZKT-B33, ZKT-B36

Seramik Gr3 : ZKT-B26, ZKT-B27, ZKT-B29, ZKT-B30, ZKT-B31, ZKT-B32, ZKT-B35, ZKT-B38

Seramik Gr4 : ZKT-B9, ZKT-B15, ZKT-B21

Seramik Gr5 : ZKT-B13, ZKT-B14, ZKT-B24, ZKT-B25

Seramik Gr6 : ZKT-B10, ZKT-B11, ZKT-B12, ZKT-B16, ZKT-B17, ZKT-B18, ZKT-B22, ZKT-B23, ZKT-B28, ZKT-B34

Tablo 3b. Zeugma Kazısı toprak/kil örneklerinin petrografik özellikleri

Toprak Örnekler	Kayaç ve Mineraller*	Kayaç Kökeni
ZKT-D1	Q,Ç,Ms,Py,Op	Killi Kireçtaşı
ZKT-D2	Q,Ç,L,H,An,C,Ks,Op	?
ZKT-D3	Q,K,Ç,Op	?

(*) An: Ankerit, By: Biyotit, C: Kalsit, Ç: Çört, H: Hematit, K: Kireçtaşı, Ks: Kalsedon, L: Limonit, Ms: Muskovit, Ol: Olivin, Op: Opak Mineraller, Pl: Plajiyoklas, Py: Piroksen, Q: Kuvars, Sr: Serizit, MTA: Matriks Toplam Agregata Oranı
 (**) İnce / Orta / İri Boyutlu Agregata (mm) : <0,5 / 0,5-1,0 / >1,0

**Fig. 4:** Zeugma arkeolojik alanının yakın çevresinden örneklenen toprak/kil örnekler**Fig. 5:** Zeugma arkeolojik alanının yakın çevresinden örneklenen toprak/kil örneklerinin ince kesit optik mikroskop görüntülemeleri

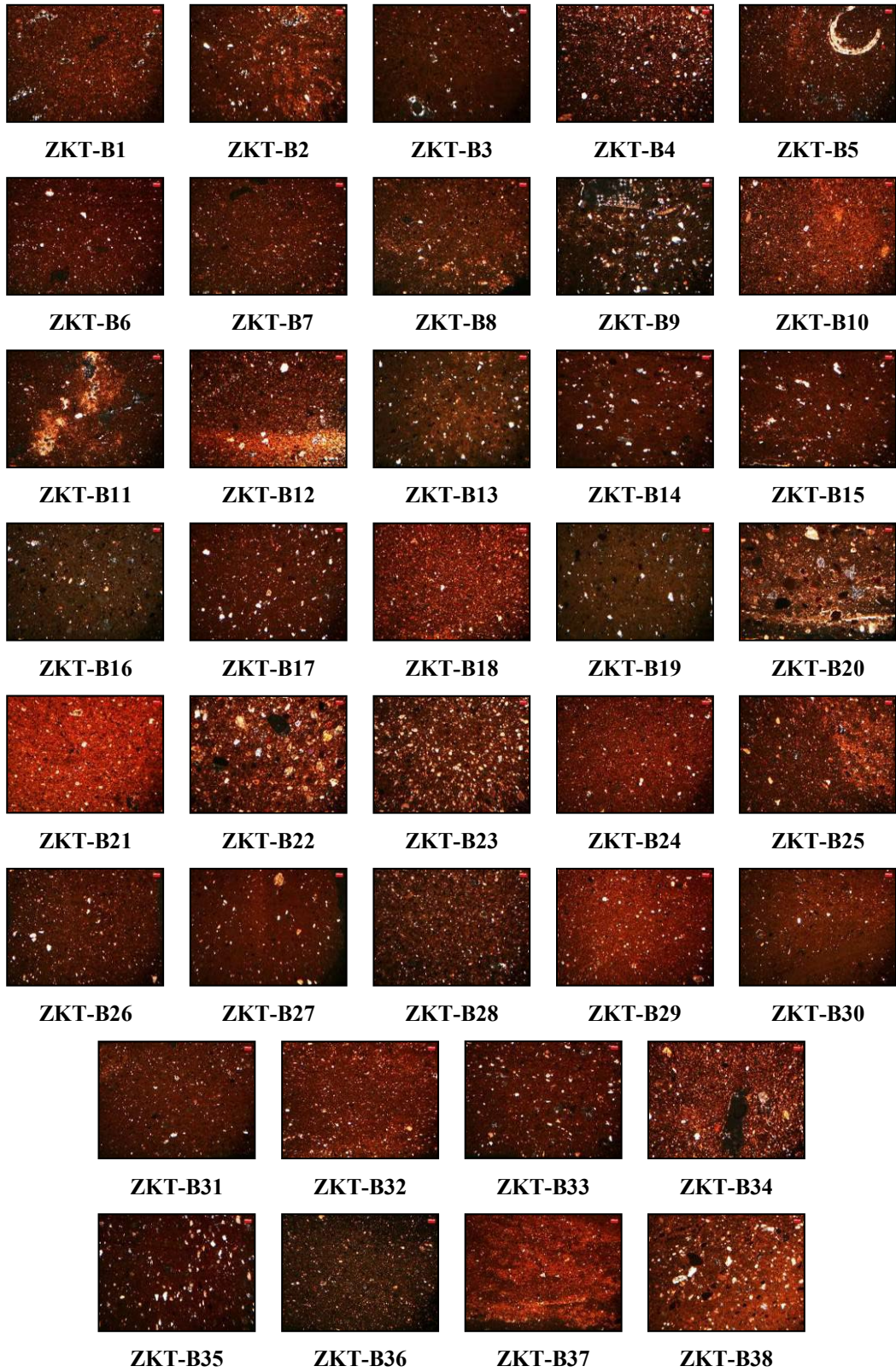


Fig. 6: Zeugma arkeolojik alanından örneklenen seramik örneklerinin ince kesit optik mikroskop görüntülemeleri

Tablo 4a.Zeugma Kazısı toprak/kil örneklerinin PED-XRF analizi sonuçları

Element	Birim	ZKT-D1	ZKT-D2	ZKT-D3	Ortalama
Na ₂ O	%	0,047	0,043	0,043	0,044
MgO		1,27	1,48	2,39	1,72
Al ₂ O ₃		3,65	4,94	10,48	6,36
SiO ₂		18,27	19,92	35,98	24,72
P ₂ O ₅		0,413	0,479	0,071	0,321
SO ₃		0,118	0,123	0,100	0,114
Cl		0,009	0,007	0,0002	0,005
K ₂ O		0,986	1,12	1,21	1,11
CaO		41,86	47,95	27,64	39,15
TiO ₂		0,293	0,313	0,752	0,452
V ₂ O ₅		0,011	0,007	0,024	0,014
Cr ₂ O ₃		0,023	0,020	0,030	0,024
MnO		0,049	0,045	0,102	0,065
Fe ₂ O ₃		2,34	3,03	6,29	3,89
LOI*		30,63	20,33	14,83	21,93
Co		ppm	16,3	12,3	50,8
Ni	76		101,2	121,6	99,6
Cu	30,2		55,4	31	38,9
Zn	52,2		85,2	68	68,5
Ga	6,3		8,5	14,3	9,7
Ge	0,5		0,5	0,4	0,5
As	2,9		1,1	7,1	3,7
Se	0,3		0,6	0,3	0,4
Br	7,9		6,1	5,9	6,6
Rb	25,8		35,8	62,4	41,3
Sr	988,5		982,9	193,6	721,7
Y	9,1		11,5	24,9	15,2
Zr	61,7		98,2	168,4	109,4
Nb	8		13,6	15,2	12,3
Mo	3,6		4,2	2,7	3,5
Cd	1		1,7	0,8	1,2
In	0,9		1	0,8	0,9
Sn	7		7,3	1	5,1
Sb	1,1		1	0,9	1,0
Te	1,3		1,2	1,2	1,2
I	7,4		14,1	6,6	9,4
Cs	5,6		3,6	7,5	5,6
Ba	152,4		112,4	319,5	194,8
La	28		21,3	34,1	27,8
Ce	12		15,4	41,8	23,1
Hf	4,1		4	4,4	4,2
Ta	4,1		5,1	3,9	4,4
W	3,2		3,5	3,2	3,3
Hg	0,9	0,9	0,7	0,8	
Tl	1	1,1	0,9	1,0	
Pb	29,8	43	16,7	29,8	
Bi	0,7	0,8	0,6	0,7	
Th	3,2	1,9	8	4,4	
U	8,6	33,2	7,9	16,6	

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

Tablo 4b. Zeugma Kazısı seramik örneklerinin PED-XRF analizi sonuçları

Element	Birim	ZKT-B5	ZKT-B6	ZKT-B7	ZKT-B12	ZKT-B14	ZKT-B15
Na ₂ O	%	0,055	0,054	0,053	0,051	0,053	0,055
MgO		5,08	5,30	5,40	3,87	5,68	4,79
Al ₂ O ₃		11,69	11,39	10,74	8,85	12,20	10,31
SiO ₂		44,92	45,57	45,99	39,33	47,61	42,50
P ₂ O ₅		0,230	0,213	0,284	0,312	0,193	0,250
SO ₃		0,132	0,175	0,143	0,360	0,164	0,144
Cl		0,049	0,036	0,011	0,014	0,008	0,017
K ₂ O		1,92	1,85	2,24	2,02	1,95	1,82
CaO		15,77	13,99	14,73	18,91	14,43	14,67
TiO ₂		0,778	0,772	0,730	0,688	0,759	0,757
V ₂ O ₅		0,025	0,018	0,024	0,020	0,034	0,023
Cr ₂ O ₃		0,045	0,048	0,052	0,051	0,049	0,059
MnO		0,152	0,153	0,148	0,123	0,156	0,148
Fe ₂ O ₃		8,21	8,01	8,06	6,47	8,44	7,93
LOI*		10,63	12,48	11,03	18,93	8,63	16,83
Co		ppm	51	71,3	47,3	43,9	84
Ni	244,5		239,4	274,3	191,2	313,1	261,3
Cu	45,6		49,4	47,9	40,8	54,6	48,6
Zn	99,1		88	99	86,8	88	85,6
Ga	15,3		16,2	16,1	13,4	16,8	15,8
Ge	1,4		0,5	1	2	1,9	0,5
As	7,6		9,2	11,4	9,5	7,4	7,9
Se	0,3		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Br	3,2		3,3	1,7	2,5	1,1	2,4
Rb	65,4		59,5	55,6	42	66,7	54,6
Sr	449,8		431,9	469,9	538,8	473,6	471,6
Y	24,2		23	23,2	18,7	22,2	22,1
Zr	133		146	140,3	137,2	139,8	152,8
Nb	14,3		13,3	15,9	13,3	12,7	4,2
Mo	2,5		3,7	2,6	3	3,3	3,4
Cd	0,8		0,9	0,9	0,5	0,9	0,9
In	0,8		0,9	0,8	0,8	0,9	1
Sn	2,4		3,1	2,7	1	1,7	2,6
Sb	0,9		1	0,9	0,9	0,6	1,1
Te	1,2		1,2	1,2	1,2	1,3	1,4
I	2,2		2,2	2,1	2,5	2,1	2,5
Cs	3,7		3,7	3,6	3,6	5,3	4,3
Ba	514,1		531,5	463,4	438,3	391,2	426,1
La	32,5		19,6	28,5	7,4	37,2	27
Ce	30,6		55	43,8	31,8	50,6	56,6
Hf	4,3		4,1	3,3	4,8	4,2	4
Ta	7		4,9	5,1	4,5	5,4	5
W	4,1		3,8	4,2	3,7	4,4	4,1
Hg	1		0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
Tl	1		0,9	1	0,9	1	1
Pb	17,7	20,1	31,6	20,6	23,9	23,1	
Bi	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	
Th	7,1	3,7	4,1	5,2	4,8	3,9	
U	7,7	8,7	7,9	8,2	8,8	8,4	

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

Tablo 4b. Zeugma Kazısı seramik örneklerinin PED-XRF analizi sonuçları (devam)

Element	Birim	ZKT-B16	ZKT-B19	ZKT-B20	ZKT-B21	ZKT-B23	ZKT-B25
Na ₂ O	%	0,053	0,360	0,047	0,046	0,045	0,052
MgO		6,19	5,35	2,24	2,48	3,06	5,47
Al ₂ O ₃		11,53	10,73	7,05	7,10	7,62	9,78
SiO ₂		48,00	46,33	38,89	40,10	44,62	42,87
P ₂ O ₅		0,275	0,210	0,385	0,213	0,222	0,256
SO ₃		0,100	0,162	0,290	0,146	0,158	0,259
Cl		0,008	0,0002	0,010	0,009	0,018	0,012
K ₂ O		2,07	1,05	1,19	1,30	1,35	2,12
CaO		16,14	21,16	24,61	23,74	18,61	15,01
TiO ₂		0,742	0,798	0,587	0,550	0,571	0,728
V ₂ O ₅		0,027	0,028	0,012	0,019	0,016	0,025
Cr ₂ O ₃		0,058	0,056	0,049	0,037	0,057	0,051
MnO		0,152	0,153	0,137	0,108	0,160	0,140
Fe ₂ O ₃		8,24	8,22	5,43	4,81	6,03	7,38
LOI*		6,83	5,83	18,93	18,94	17,33	15,98
Co	ppm	50,3	54,9	25,3	42,5	37,2	57
Ni		316,1	265,9	177,4	155,3	245,5	264,1
Cu		45	51	45,4	43,5	47,8	51,7
Zn		72,6	76,6	76	72,9	80,1	94,9
Ga		16,4	16,2	11	10,7	11,5	13,3
Ge		1,5	0,5	0,5	0,4	1,6	1,2
As		5,9	4	2	4,1	7	8,5
Se		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Br		0,3	1,6	2,6	6,8	2,6	1,2
Rb		59,6	60,1	33,8	26	35,3	49
Sr		452,3	560,6	670,9	548,4	504,4	418,9
Y		21,9	22,2	19,6	17,4	19,1	19,2
Zr		136,2	159,2	89,5	90,5	91,6	120,4
Nb		14,6	18	9,2	14,1	11,9	10,2
Mo		3,5	4	3,2	3,7	3,1	3,1
Cd		0,9	1	0,9	0,7	0,9	0,8
In		0,8	1	0,9	0,9	0,8	0,7
Sn		4,7	2,8	31,5	1	1,9	2,6
Sb		2,1	1	0,4	0,9	0,8	1,4
Te		1,2	1,3	1,3	1,2	1,1	0,6
I		2,2	2,2	2,3	2,1	2,1	2,1
Cs		3,7	3,7	3,6	6,1	3,6	3,5
Ba		389,2	334,4	431	299,9	408,8	379,5
La		28,2	22,7	25,8	32,2	22,8	19,4
Ce		32	30,2	34,5	25,2	41,7	33,1
Hf		3,7	4,2	4,8	3,8	3,3	3,8
Ta		5,3	5,5	4,9	4,6	4,9	5
W		4,4	4,3	3,7	3,6	3,9	3,9
Hg		0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
Tl		1	1,1	1,2	0,9	0,9	1
Pb	14,4	4,6	168,1	8,7	23,5	24,3	
Bi	0,7	0,7	1	0,6	0,6	1,3	
Th	2,5	6,4	4	3,2	2,3	1,9	
U	9,4	9,7	9,5	9,7	8	8,8	

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

Tablo 4b. Zeugma Kazısı seramik örneklerinin PED-XRF analizi sonuçları (devam)

Element	Birim	ZKT-B27	ZKT-B28	ZKT-B31	ZKT-B34	ZKT-B35	ZKT-B36	
Na ₂ O	%	0,055	0,053	0,053	0,053	0,053	0,054	
MgO		5,30	4,16	5,51	4,63	5,88	3,82	
Al ₂ O ₃		11,64	10,58	10,45	9,70	11,11	8,62	
SiO ₂		46,81	44,53	44,60	40,91	45,66	36,25	
P ₂ O ₅		0,275	0,336	0,331	0,319	0,298	0,132	
SO ₃		0,173	0,165	0,159	0,213	0,223	0,158	
Cl		0,014	0,005	0,013	0,007	0,011	0,017	
K ₂ O		2,21	1,77	1,80	1,71	2,15	1,68	
CaO		12,49	15,42	14,10	15,37	11,74	23,01	
TiO ₂		0,763	0,935	0,692	0,747	0,696	0,657	
V ₂ O ₅		0,022	0,034	0,015	0,023	0,020	0,021	
Cr ₂ O ₃		0,049	0,060	0,060	0,060	0,049	0,036	
MnO		0,141	0,157	0,149	0,144	0,148	0,144	
Fe ₂ O ₃		8,38	8,05	8,08	7,48	8,19	7,42	
LOI*		11,48	14,02	13,92	18,83	13,83	18,01	
Co		ppm	65,2	60,1	68,1	41	72,9	57,2
Ni			282,6	256,9	320,1	214,8	340,5	226,2
Cu	45,5		45,3	45,8	45,7	47,4	51,2	
Zn	89,2		82,3	91,1	80,5	97,7	85,3	
Ga	17,7		15,2	15,8	16,1	17,5	15,5	
Ge	1,9		0,8	1,3	1	0,5	1,7	
As	9,9		10,2	7	8,8	10,8	7,8	
Se	0,3		0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	
Br	1,3		1	1,3	0,6	1	2,2	
Rb	64,9		47	58,8	50	61,6	50,4	
Sr	440,3		423,8	448,9	443,5	418,2	462	
Y	22,9		21,8	21,4	20,4	20,1	20,2	
Zr	145,8		145,6	124,6	137,6	131,5	122,5	
Nb	11,7		24	15,1	17,4	6,6	15,1	
Mo	2,7		4,1	3,6	4,1	3,9	2,8	
Cd	1		1	1	1,5	0,9	0,9	
In	0,9		1	0,9	1,6	0,9	0,9	
Sn	1,1		2,9	2,3	2,3	2,3	6,1	
Sb	1		1,4	1,2	1	1,1	1,2	
Te	1,3		1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	
I	2,3		2,1	2,2	2,1	2,2	2,7	
Cs	4,2		3,7	4	3,9	3,4	4,9	
Ba	418,6		369,9	456,8	393,2	518,9	454	
La	36,5		24,3	20	26,8	28,5	25,4	
Ce	41,5		52,5	52,8	45,2	51,7	49,3	
Hf	5,7		3,4	3,7	8,9	3,8	4	
Ta	5		5	5,1	9,7	5,1	4,9	
W	4,2		4	4,3	8	4,3	3,9	
Hg	0,9		0,9	0,9	1,9	0,8	0,9	
Tl	1		1	0,9	1,9	0,4	0,9	
Pb	23,1	10,8	19,7	15,2	21,4	28,4		
Bi	0,7	0,7	0,6	1,5	0,7	0,7		
Th	6,1	3,8	3,5	5,7	4,3	3,4		
U	9,2	20,3	9,5	14,7	8,9	7,5		

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

Tablo 4b. Zeugma Kazısı seramik örneklerinin PED-XRF analizi sonuçları (devam)

Element	Birim	ZKT-B38	Kandil Ortalama	Figürin Ortalama	Genel Ortalama
Na ₂ O	%	0,043	0,075	0,053	0,068
MgO		2,76	4,31	5,16	4,58
Al ₂ O ₃		6,28	9,55	10,54	9,86
SiO ₂		36,54	42,82	44,23	43,26
P ₂ O ₅		0,208	0,240	0,302	0,260
SO ₃		0,127	0,174	0,199	0,182
Cl		0,013	0,016	0,010	0,014
K ₂ O		0,86	1,64	1,96	1,74
CaO		25,26	18,85	14,02	17,32
TiO ₂		0,506	0,684	0,760	0,708
V ₂ O ₅		0,016	0,022	0,023	0,022
Cr ₂ O ₃		0,035	0,049	0,054	0,051
MnO		0,083	0,140	0,147	0,142
Fe ₂ O ₃		4,57	7,06	7,93	7,33
LOI*		22,44	14,37	14,68	14,47
Co		ppm	44,9	51,8	60,7
Ni	173,7		237,2	279,8	250,7
Cu	37,1		46,8	46,9	46,8
Zn	67		82,8	89,3	84,9
Ga	12,6		14,4	15,9	14,9
Ge	0,4		1,1	1,1	1,1
As	3,8		6,7	9,2	7,5
Se	0,3		0,3	0,4	0,3
Br	3		2,6	1,1	2,1
Rb	25,3		48,8	55,2	50,8
Sr	583,7		509,1	432,3	484,8
Y	17,9		20,9	21,0	20,9
Zr	79,1		124,4	134,3	127,5
Nb	9,7		12,8	14,2	13,2
Mo	3,2		3,2	3,6	3,3
Cd	0,9		0,9	1,0	0,9
In	0,8		0,9	1,0	0,9
Sn	4,3		5,1	2,3	4,2
Sb	0,9		1,0	1,2	1,0
Te	1,2		1,3	1,2	1,2
I	2,1		2,3	2,2	2,2
Cs	2,8		4,0	3,8	4,0
Ba	401,7		421,8	422,8	422,1
La	7,4		24,4	25,9	24,9
Ce	15,6		38,2	46,1	40,7
Hf	3,5		4,0	4,9	4,3
Ta	4,3		5,1	5,8	5,3
W	3,6		4,0	4,8	4,2
Hg	0,8		0,9	1,0	0,9
Tl	0,9		1,0	1,0	1,0
Pb	14,8		30,7	19,1	27,1
Bi	0,6		0,7	0,9	0,7
Th	0,8		4,0	4,2	4,0

U	8,4	8,6	11,9	9,6
---	-----	-----	------	-----

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

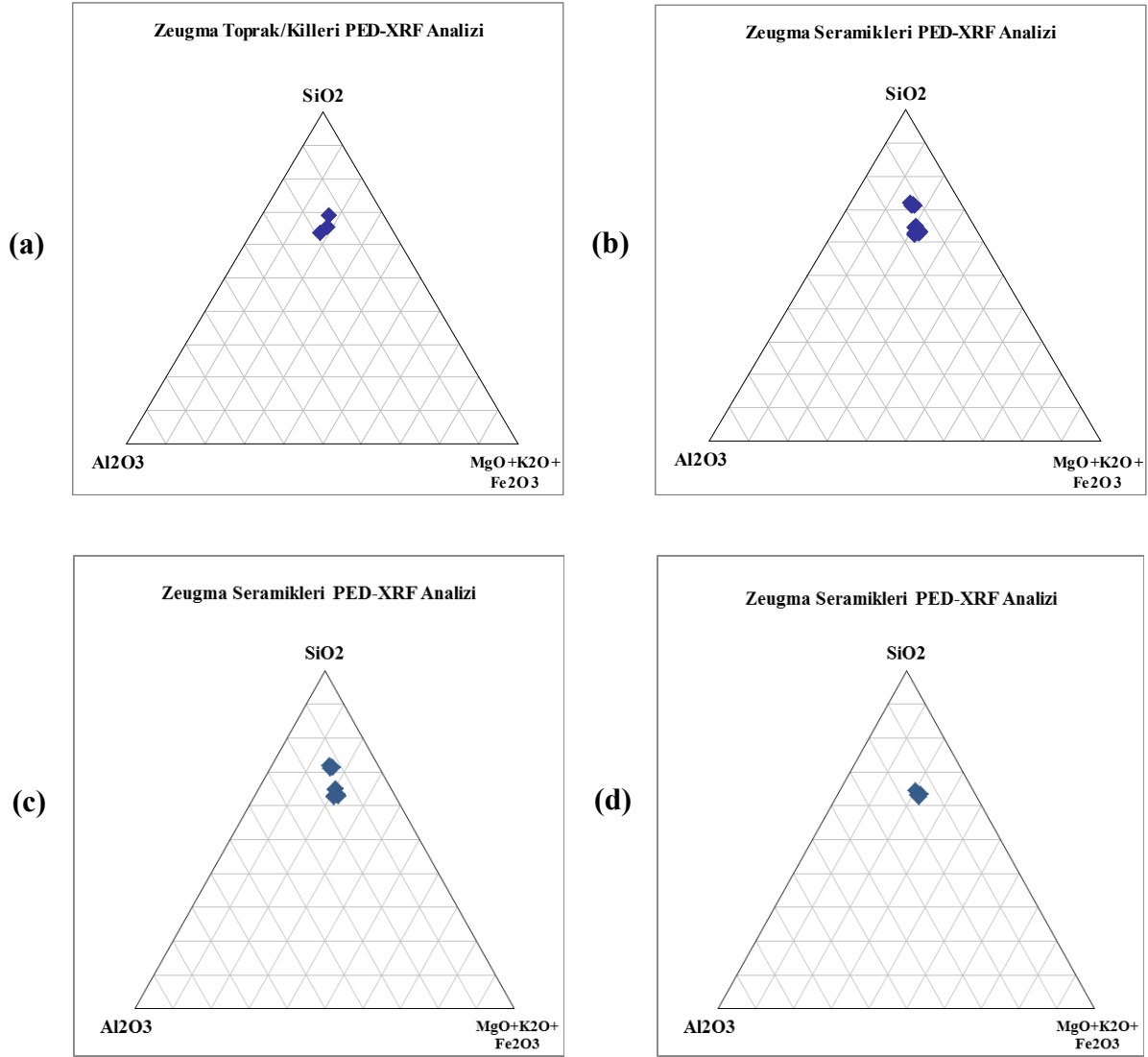


Fig. 7: Zeugma Kazısı (a) toprak/kil, (b) seramik – genel, (c) seramik – kandil ve (d) seramik - figürin örneklerinin PED-XRF analizi ile belirlenen ana element içeriklerine göre yapılan gruplandırmalar (Triangle Plotting)