

BYBASSOS HELLENİSTİK TİCARİ AMPHORALARI ARKEOMETRİK ÇALIŞMALARI

ARCHAEOMETRICAL STUDIES ON THE HELLENISTIC TRANSPORT AMPHORAE FROM BYBASSOS

ALİ AKIN AKYOL* YUSUF KAĞAN KADIOĞLU** AHMET KAAŞENOL***

Özet: Bybassos arkeolojik alanından yüzey araştırması ile ele geçen 28 amphora parçası ile yakınındaki akarsu yatağından elde edilen 4 kil örneği arkeometrik yönden incelenmiştir. Örnekler öncelikle malzeme türü, dönem ve örnekleme bölgelerine göre gruplandırılmıştır. Kodlanıp fotoğraflanarak, kataloglanıp belgelenen örneklerin renk değerleri L*a*b* renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin petrografik özellikleri ince kesit optik mikroskop analiziyle, kimyasal yapısı da XRF analizi ile belirlenmiştir. İnce kesit optik mikroskop analizi ile örneklerin matriks /agrega içeriği, agrega türü/dağılımı/boyutu, gözenekliliği, kil (matriks) yapısının özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Seramiklerin pişirim sıcaklıkları 850-900°C arasında olmalıdır. Amphora örneklerin kil türü yoğunlukla illittir. 2 örneğin agrega içeriğinde tuğla kırığı parçaları (%1,5 ve %2) belirlenmiştir. Seramik örneklerin hammadde içeriğini ayırmış ofiyolitik yerel kayalık kırıkları oluşturmaktadır. Örnekler, petrografik özelliklerinin yanı sıra kimyasal içerikleri açısından hem kendi aralarında hem de yöre toprağı ile büyük benzerlikler taşımaktadır. Amphora örnekleri içinde MBA-B16 örneğinin diğer örneklerden farklı özellikte olduğu anlaşılmıştır. Amphoraların Sr ve Zr içeriklerine göre, üretimlerinde çoğunlukla karasal olmak üzere karasal/denizel kum karışımının hammadde olarak kullanılmış olması gerekir. XRF analizi sonuçlarına göre kil örnekler 2 grup halinde sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bybassos • Arkeometri • Bybassos Amphora • Seramik Analizleri • XRF

Abstract: Following the survey of the Bybassos archaeological area, 28 amphorae and 4 clay deposit samples from the adjacent river bank were analyzed through archaeometry. The samples were primarily grouped in terms of their material type, period and sampling region. The catalogued and photographically documented samples were then analyzed chromametrically from their colors employing L*a*b* color systems. The petrographic properties of the samples were analyzed through thin section optical microscopy, and the PED-XRF method was used to determine their chemical structures. The samples were grouped employing thin section analysis into their matrix/aggregate features, type/distribution/size of aggregate, porosity, clay type and structure. The firing temperature of the ceramics ranged between 850 and 900°C. The clay type of the amphora samples was mainly illite. Only two samples contained brick particles (1,5% to 2%) in their aggregate content. The raw material of the amphorae came from local decomposed ophiolitic rock. Both the petrographic and chemical properties of the samples provided high compatibility, not only with each other but also to the local rock formation. Only one example (MBA-B16) has different chemical properties from the others. In respect to their Sr and Zr contents, these amphorae were most probably largely produced employing terrestrial, or a homogeneous clay mixture of coastal/terrestrial raw material.

Keywords: Bybassos • Archaeometry • Bybassos Amphora • Ceramic Analyses • XRF

Giriş

Datça Yarımadası'nda yeralan Bybassos (Hisarönü, Marmaris, Muğla), Karia bölgesinin dinsel ve politik merkeziydi (fig. 1). Kalkolitik Çağ'dan Bizans Dönemi'ne kadar buluntular ve antik yapılar

* Yrd. Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB), Ankara. aliakinakyol@gmail.com

** Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM), Ankara. ykadioglu@gmail.com

*** Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, İzmir. kaansenol@yahoo.fr

içeren Bybassos, Arkaik ve Klasik dönemler boyunca önemli bir liman şehri olmuştur. Seramik buluntulara göre, Bybassos'ta M.Ö. VI.-II. yüzyıllar arasında kesintisiz bir yerleşim olduğu görülmektedir. Bölgenin M.S. IV.-VI. ve XI.-XII. yüzyıllarda yani, Erken ve Geç Bizans dönemlerinde tekrar yerleşim yeri olarak kullanıldığı belirlenmiştir.

Ege Üniversitesi'nden Doç. Dr. Ahmet Kaan Şenol ve Doç. Dr. Gonca Cankardeş Şenol'un katılımları ile Marburg Philipps Üniversitesi'nden Prof. Dr. Winfried Held başkanlığında, yarımadanın kültür ve ekonomisini anlamayı hedefleyen yüzey araştırmalarına 2005 yılında başlanmıştır. Bybassos ve çevresinde gerçekleştirilen araştırmalarda ele geçen seramik buluntuların büyük bölümünü, bölgenin tarımsal üretiminin ihracatta önemli yer tuttuğunu gösteren yerel amphoralar oluşturmaktadır. Tespit edilen tarım terasları, içinde şarap ve zeytinyağı elde etmekte kullanılan presleri de barındıran çok sayıda işlik, antikçağda bölgenin tarımsal yapısı hakkında önemli bulguları oluşturmaktadır¹.

Bybassos ve çevresinde gerçekleştirilen arkeolojik yüzey araştırmaları kapsamında amphora üretiminin yapıldığına işaret eden Arkaik ve Erken Hellenistik dönemlere tarihlenebilecek amphora parçaları ile yakın çevredeki dere yatağından hammadde kaynağı çalışmalarını destekleyeceği düşünülen kil örnekleri üzerinde arkeometrik incelemeler başlatılmıştır. Bu kapsamda, buluntuların fiziksel özellikleri (renkleri), kimyasal malzeme karakteristikleri, mineralojik ve petrografik yapılarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Böylece Bybassos'a ait yerel amphora üretiminin hammadde özellikleri ve karakteristiklerinin yanında fırınlama teknolojisi hakkında bilgilere yüzey araştırması ile ulaşılan amphora parçaları aracılığı ile ulaşmak mümkün olabilecektir.

Örnekler ve Analizler

Arkeometrik incelemeler genelde buluntunun temel fiziksel özelliklerinin, kimyasal malzeme karakteristiklerinin, mineralojik ve petrografik yapısının belirlenmesi çalışmalarını kapsar. Arkeometrik analizler; buluntuların tanımlanmasında, bozulma türlerinin belirlenmesinde ve restorasyon/konservasyon işlerinin yönlendirilmesine hizmet ettikleri gibi yüzey araştırmalarında, kazılar öncesinde, sırasında ve sonrasında da uygulanan analitik ve sistematik yöntemler içerir.

Bybassos arkeolojik alanında gerçekleştirilen yüzey araştırması sırasında toplanan amphora parçaları ile yakın çevredeki dere yatağından alınan kil örnekleri arkeometrik yönden incelenmeye başlanmıştır (Tablo 1 ve fig. 2).

Bybassos arkeolojik alanından yüzey araştırması ile toplanan amphora parçaları ile yerel killerin renkleri portatif renk ölçer (*ColorQA Pro System III* programı içeren) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3a). Renk belirlemelerinde, görünen renklerin sadece ana/ara renkler ya da açık/koyu gibi renk tanımlamaları ile ifadesi renklerin tam olarak belirtilememesine neden olmaktadır. Bu ihtiyaca cevaben birçok alan için çeşitli renk sistemleri oluşturulmuştur. CEI $L^*a^*b^*$ (*Commission Internationale de L'Eclairage*) renk sistemi, belgeleme amacıyla en çok kullanılan, en detaylı standart renk sistemidir². 0 ile 100 değerleri arasında değişen (L) değeri rengin açıklık/koyuluk değerini (beyaz: 0 ve siyah: 100), 0 ile (+60) arasında değişen (+a) değeri renkteki kırmızı yoğunluğunu, 0 ile (-60) arasında değişen (-a) değeri rengin yeşil yoğunluğunu, 0 ile (+60) arasında değişen (+b) değeri rengin sarı yoğunluğunu ve 0 ile (-60) arasında değişen (-b) değeri de rengin mavi yoğunluğunu göstermektedir (Tablo 2 ve fig. 3).

¹ Held *et al.* 2007, 37-50; 2008, 365-380.

² Schanda 2007, *passim*.

Seramik (amphora) örneklerinin petrografik dokusal (matriks) ve agrega (kayaç ve mineraller) özellikleri ince kesit optik mikroskop analizi ile belirlenmiştir (Tablo 3 ve figs. 4-5). Optik mikroskop analizlerinin yapılması için Bybassos arkeolojik alanına ait amphora parçası örneklerinin kesitini ifade eden (dıştan içe doğru tüm tabakaları gösterecek şekilde) kısımlarını içerecek şekilde uygun bir kesici ile örnekler kesilmiş, lamlar üzerine alınıp uygun şekilde inceltilerek ince kesitleri hazırlanmıştır³. 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. Seramik örneklerde matriks ve matriksi oluşturan kil, kayaç ve mineraller “Point Counting Metodu” kullanılarak tanımlanmışlardır.

Bybassos seramik örneklerinden incelemeye uygun miktara sahip 15 amphora parçası örneği ile kil örneklerin tümünün kimyasal bileşimlerine X-Işınlı Floresans analizi (XRF) ile ulaşılmıştır (Tablo 4-5 ve figs. 6-7). X-Işınlı Floresans analizinde kullanılan SPECTRO X-Lab 2000 PEDX marka spektrometre Polarize Energy Dispersive (PED-XRF) sisteminde çalışmaktadır. Cihaz azot soğutmalı Si(Li) dedektörüne sahiptir. Rezolasyon değerleri <150 eV Mn Ka, 5000 cps'dir. Spektrometre atom numarası 11 olan sodyumdan (Na), 92 olan uranyuma (U) kadar analiz edebilmek için özelliğine sahiptir. Cihazın hassasiyet limiti, ağır elementlerde 0,5 ppm ve hafif elementlerde ise 10 ppm'e kadar ölçüm yapabilecek seviyededir⁴.

Analiz Sonuçları ve Bulgular

Bybassos arkeolojik alanında gerçekleştirilen yüzey araştırması ile ulaşılan 28 seramik ile hammadde kaynağı olabilecek yakın çevredeki dere yatağından örneklenen 4 kil örnek arkeometrik yönden incelenmek üzere öncelikle kataloglanmıştır. Görsel olarak değerlendirilen, gruplandırılan ve kodlanan örnekler fotoğraflanarak (*Canon Digital IXUS 870 IS 10 Mp*) belgelenmiştir (Tablo 1 ve fig. 2).

Amphora parçaları ve kil örneklerin renkleri ColorQA Pro System III programı içeren portatif renk ölçer kullanılarak belirlenmiştir. CEI L*a*b* renk sistemi renk değerleri seramiklerde pişirim/fırınlama özelliklerine göre, killerde de kayaç ve yerel formasyon özelliklerine değişkenlik gösteren renklerin standart bir şekilde belgelenmesini sağlamıştır. Amphora örneklerinde (L) renk kodu değeri 8,13 ile 42,54 arasında, (+a) renk kodu değeri 2,37 ile 37,49 arasında ve (+b) değeri de 0,86 ile 47,92 arasında değişim göstermektedir (Tablo 2). Gri renkli MBA-B12 ve MBA-B13 dışındaki seramik örnekler orta derecede parlaklığa (ortalama 32,04) sahiptir. Kiremit renkli örneklerin (+a) (ortalama 24,21) ve (+b) (ortalama 37,67) renk değerleri Şekil 3c'de belirtilen A noktası ile B noktası arasında, sarı bölgeye yakın kırmızı tonlu (hue) bölgede yoğunlaşmıştır.

Kil örneklerinde (L) renk kodu değeri 6,01 ile 42,54 arasında, (+a) renk kodu değeri 2,37 ile 37,49 arasında ve (+b) değeri de 0,86 ile 47,92 arasında değişim göstermektedir (Tablo 2). Kahverengi killeri; iki ayrı grup halinde (MBA-D1 ve MBA-D2 ile MBA-D3 ve MBA-D4) birbirine yakın renk değerlerine sahiptir.

Bybassos seramik (amphora parçası) örneklerinin petrografik dokusal ve agrega özellikleri; kil matriks türü, matriks agrega içeriği, agrega türü, agrega dağılımı, agrega boyutları optik mikroskop

³ Kerr 1977, *passim*; Pollard – Heron 1996, *passim*; Rapp 2002, *passim*.

⁴ Shackley 2011, *passim*.

altında ince kesit analizi ile belirlenmiştir (Tablo 3 ve fig. 4-5). Petrografik olarak incelenen seramik örnekler matriks (kil) yapısı, agrega tür ve dağılımı, pişirim sıcaklığı ve gözeneklilikleri (porozite) dikkate alınarak gruplandırılmıştır (Tablo 3).

Farklı formlardaki amphoraların gövdelerinin farklı bölümlerini (dip, kulp, ağız gibi) ifade eden örnekler ince kesit analizi sonucunda petrografik olarak 15 grup halinde sınıflandırılmıştır (Tablo 3). Gruplandırmalarda ilk dikkat çeken durum, tanımlamalarda belirlenen dönem farklılığının gruplamalarda da korunmuş olmasıdır. Yani Arkaik ve Hellenistik dönemleri ifade eden örnekler birlikte aynı grupta yer almamaktadır. Arkaik Dönem'e ait 11 örnek de 8, Hellenistik Dönem'e ait 17 örnek de 7 farklı grup altında sınıflandırılmıştır (Tablo 1, 3).

Seramik örnekler kil yapısına göre değerlendirildiğinde; örnekler ortalama sıcaklıkta pişirim görmüştür. Örneklerde pişirim sıcaklığı 850-900°C arasında olmalıdır. Çünkü 850°C ve üzerindeki pişirimlerde seramiklerin kil yapısı bozulmakta vitrifikasyon (camlaşma) başlamaktadır (Tablo 3 ve fig. 5). Diğer tüm örneklerden farklı olarak MBA-B12 örneğinin matriks yapısında bulunan karbonat kırıntıları, örneğin düşük kalitede ve sıcaklıkta (<800°C) bir üretimin eseri olduğunu göstermektedir⁵. Bununla beraber MBA-B24 ve MBA-B28 örneklerinin agrega yapısındaki yönelmeler (oriented), pişirimin seramik hamurunun tam kurumadan yapıldığına işaret etmektedir (fig. 4a). Seramik örnekler içinde MBA-B11 ve MBA-B26 örneklerinin yapısında, zonlaşmalar görülmektedir (fig. 4b). Bunun nedeni örneklerin matriks yapısını oluşturan killerin farklı türde oluşları ya da homojen olmayan pişirim sıcaklığının etkisi olmalıdır.

Seramik örnekler %3-20 arasında değişen (ortalama %9,87) oranlarda boşluklu yapıya (gözenekliliğe) sahiptir. Örneklerin matriks kil içeriğini yoğunlukla illit temsil etmektedir. Seramik örnekler agrega/matriks oranları açısından değerlendirildiğinde örneklerde toplamda %12-40 arasında değişen (ortalama %28,73) matriks agrega içeriği bulunmaktadır (Tablo 3). Tümü özgün nitelik taşıyan seramik örneklerin hammadde içeriği; ezilerek (kırıklı, çok köşeli agregalar içeren), belli bir eleme yapılmadan seçilmiş, farklı boyutlarda ve heterojen dağılım gösteren ofiyolitik yerel kayaç kırıkları ile hazırlanmıştır. Bazı örnekler oldukça küçük (silt boyutlu; <63 µm) boyutlu homojen dağılımlı agregalar içerirken (MBA-B1 ve MBA-B14 gibi), bazı örnekler de oldukça iri kum boyutlu (1000 µm) agregalar (MBA-B12 gibi) içermektedir (Tablo 3 ve fig. 4-5).

Seramik örnek gruplamaları içerisinde MBA-B1 ve MBA-B21 örneklerinin agrega yapısında tuğla kırığı parçalarına da (toplam agrega oranının %1,5 ve %2'si oranında) rastlanılmıştır. Bu durum, seramik hamuruna tuğla kırığı parçalarının üretimden gelen kirlenme ile tesadüfen mi; yoksa bilinçli olarak mı eklenmiş olabileceği sorusunu akla getirmektedir. Hem geçmişte hem de günümüzün seramik üretim atölyelerinde kırılabilirliği artırıcı ve nemi düzenleyici etkisi nedeniyle tuğla kırığı parçalarının hamura bilinçli olarak eklendiği bilinmektedir. Her iki seramik örnek aynı döneme (Arkaik Dönem) ait olsa da örnek sayısının azlığı bu konuda kesin bir yargıya varmayı engellemektedir (Tablo 3).

Amphora örneklerin petrografik özelliklerine genel olarak bakıldığında; tümü Arkaik Dönem olarak tanımlanan MBA-B1, MBA-B14, MBA-B17, MBA-B18, MBA-B20, MBA-B27 ve MBA-B28 örnekleri, diğer örneklerden kayaç ve mineralojik içeriklerindeki farklılıklar nedeniyle ayrı bir grup halinde ayrılmaktadırlar (Tablo 3 ve figs. 4-5).

PED-XRF analizi ile incelemeye imkân veren 15 seramik (2'si Arkaik, 13'ü Hellenistik, Dönem'e

⁵ Rice 1987, *passim*.

ait) ve 4 kil örneğinin kimyasal bileşimine ulaşılmıştır (Tablo 4-5).

Bilindiği gibi seramik üretiminde ana madde kil olup içeriğinde kil minerallerinin yanında çeşitli kayaçlar, feldispatlar, kalsit ve organik maddeler gibi çeşitli katkı maddeleri bulunmaktadır. Yerel akarsu yataklarından rafine bir şekilde elde edilen ve çeşitli özellikleriyle (plastiklik, pişirim/üretim kolaylığı, renklendirme vb.) dayanım veren killerin kimyasal ve petrografik özellikleri seramik üretiminin temelidir. Kullanılan kilin antik şehirlerin yakınlarındaki kil ya da akarsu yataklarından alınması olasıdır. Kilin bileşimini oluşturan agregalar bir yandan yerel kayaç formasyonunu doğal olarak temsil ederken diğer yandan da seramiklerin kökeninin belirlenmesine yardımcı olmaktadır⁶.

İncelenen kil örneklerin ana element (>%1) içeriğini; SiO₂ (%41,64), Al₂O₃ (%11,44), Fe₂O₃ (%9,69), CaO (%3,56), MgO (%6,47), K₂O (%1,09) ile toplam karbonat içerik (%24,50 LOI) oluşturmaktadır (Tablo 4). Kil örnekler ana element içerikleri ile 2 grup halinde (MBA-D1/MBA-D2 ve MBA-D3/MBA-D4) farklılaşmaktadır (fig. 6).

Seramik örneklerin ana element içeriğini; SiO₂ (%50,63), Al₂O₃ (%11,66), Fe₂O₃ (%7,78), CaO (%7,47), MgO (%7,71), K₂O (%1,83) ile toplam karbonat içerik (%11,57 LOI) oluşturmaktadır (Tablo 4). Arkaik(?) ve Hellenistik Dönem olarak iki dönem halinde tanımlanan amphora örnekleri PED-XRF analizi ile belirlenen ana/eser element içerikleri ile değerlendirildiğinde; Arkaik(?) Dönem'e ait olan MBA-B16 örneğinin kimyasal yapısındaki farklılık açıkça görülebilmektedir. Buna karşın aynı döneme ait MBA-B13 örneği ise, diğer Hellenistik örneklerle oldukça benzeşen kimyasal içerik sergilemektedir (Tablo 4,5 ve fig. 6).

Stronsiyum (Sr) jeokimyasal olarak Ca'ya 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. Bununla beraber kireçtaşı içeren karasal hammaddede ise Sr miktarı genellikle 150 ppm'den azdır. Ayrıca üretimde karasal hammaddenin kullanılması halinde Zirkonyumun (Zr) da 160 ppm'den fazla olması beklenmektedir⁷. Kil örneklerin Sr ve Zr içerikleri ortalama değerler üzerinden 65,8 ppm ve 103,1 ppm'dir. Amphora örneklerinin Sr içeriği 67,4 ile 338,2 ppm arasında (ortalama 206,7 ppm); Zr içeriği ise 110 ile 193,2 ppm arasında (ortalama 145,9 ppm) değişim vermektedir (Tablo 5 ve fig. 7). Sonuçların ışığında örnek setine ait amphoralardan Sr ve Zr içeriği belirlenen 15 örneğin 4'ünün (MBA-B4, MBA-B7, MBA-B16 ve MBA-B23) Sr değeri 150 ppm'in altındadır. Zr içerikleri açısından da 2 örneğin (MBA-B1 ve MBA-B16) 160 ppm'den yüksek içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Her iki değeri sağlayan tek örnek MBA-B16 örneğidir. Verilerin ışığında amphora üretiminde çoğunlukla tek başına karasal ya da denize değil karasal/denizel karışımı hammaddenin kullanılmış olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

Bybassos arkeolojik alanında gerçekleştirilen yüzey araştırması ile elde edilen 28 amphora parçası ve 4 kil örneği arkeometrik yonden ele alınmıştır. İnceleme kapsamında örnekler öncelikle malzeme türü (seramik ve kil), dönem (Arkaik? ve Hellenistik) ve örnekleme bölgelerine (Limanbaşı Sanayi Bölgesi ve yerel akarsu yatağı) göre gruplandırılmıştır. Kodlanıp fotoğraflanarak, kataloglanıp belirlenen örneklerin renk değerleri L*a*b* renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir.

⁶ Hodges 1964, 19-41; Rice 1987, *passim*; Demirci – Akyol 1996, 53-62; Akyol *et al.* 2007, 99-114; Tekkök *et al.* 2009, 101-121; Aygün *et al.* 2010, 411-429.

⁷ Freestone *et al.* 2003, *passim*.

Amphora örneklerin petrografik özellikleri yerel formasyonla çoğunlukla uyumludur. Tümü özgün nitelik taşıyan seramik örneklerin hammadde içeriği; ezilerek, belli bir eleme yapılmadan seçilmiş, farklı boyutlarda ve heterojen dağılım gösteren ofiyolitik yerel kayaç kırıkları ile hazırlanmıştır. İnce kesit optik mikroskop analizi ile örneklerin matriks/agrega içeriği, agrega türü/dağılımı/boyutu, gözenekliliği, kil (matriks) yapısının özelliklerine göre 8'i Arkaik Dönem örnekleri (11 örnek) 7'si de Hellenistik Dönem amphora örnekleri (17 örnek) olmak üzere toplam 15 farklı grup halinde incelenmiştir. Seramiklerin pişirim sıcaklıkları 800-900°C arasında olmalıdır. Çünkü örneklerin matriks yapısında pişirim sıcaklığına bağlı olarak bozulmaya uğramış kil yapısı gözlemlenmiştir. Bu durumda örneklerde kil yapısını illit türü killer temsil ediyor olmalıdır. Örnekler ortalama % 9,87 değerinde boşluklu yapıya sahiptir. Örnek seti içinde 2 örneğin (MBA-B1 ve MBA-B21) agrega içeriğinde tuğla kırığı parçaları (toplam agreganın %1,5 ve %2'si oranlarında) da belirlenmiştir.

Örnekler, petrografik özelliklerinin yanı sıra kimyasal içerikleri açısından hem kendi aralarında hem de yöre toprağı ile büyük benzerlikler taşımaktadır. Seramiklerin üretiminde çoğunlukla karasal olmak üzere karasal/denizel hammadde karışımının kullanıldığı anlaşılmaktadır.

PED-XRF analizi sonuçlarına göre kil örnekler 2 grup halinde sınıflandırılmıştır. Petrografik yapıları ile ayrılan Arkaik ve Hellenistik Dönem amphora örneklerinin, PED-XRF analizi ile oldukça benzeşen kimyasal yapıya sahip oldukları anlaşılmıştır. Amphora örnekleri içinde de MBA-B16 örneği tüm özellikleri ile grup dışı örnek özelliği taşımaktadır. Diğer amphora örnekleri, petrografik ve kimyasal olarak birbirlerine oldukça benzeşen, yerel formasyon özellikleri ile (killer) uyumluluk göstermektedirler.

Çalışmaya konu olan amphora tiplerinin yerel ve bölgesel bazda ele alınıp sayılarının artırılarak, çeşitlendirilmesi ile daha detaylı ve sistematik arkeometrik çalışmalar gerçekleştirilebilecektir. Böylece Bybassos'un yerel bir üretim merkezi olup olmadığı, üretim çeşitliliği ve üretim teknolojisi ile diğer üretim merkezleri ile ilişkileri, ticaret yolları gibi verilere ulaşılabilecektir.

Figürler

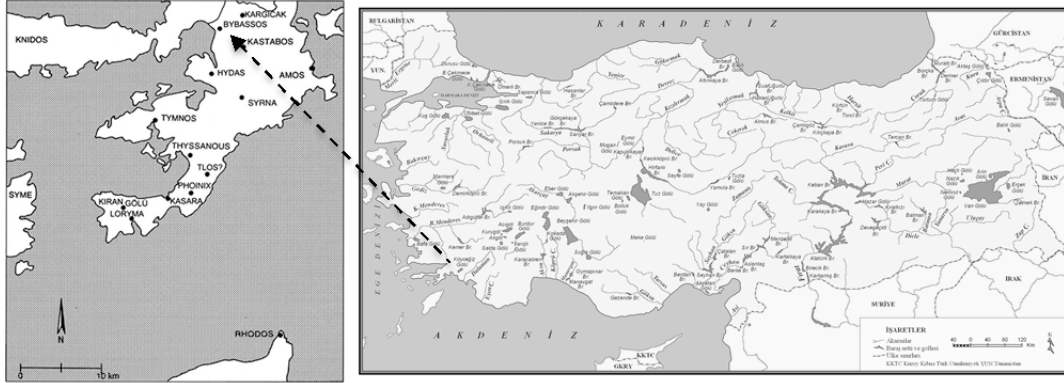


Fig. 1. Bybassos Arkeolojik Alanı Lokasyonu

Örnekler	Envanter Kodu	Açıklamalar
MBA-B1	BYFS40R.10.1.2	Arkaik Dönem?
MBA-B2	BYFS92.10.1.1	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B3	BYFS92.10.1.2	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B4	BYFS92.10.1.3	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B5	BYFS91.10.1.1	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B6	BYFS91.10.1.2	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B7	BYFS91.10.1.3	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B8	BYFS91.10.1.4	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B9	BYFS91.10.1.5	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B10	BYFS91.10.1.6	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B11	BYFS91.10.1.7	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B12	BYFS91.10.1.8	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B13	BYFS101.09.1.1	Arkaik Dönem?
MBA-B14	BYFS101.09.1.2	Arkaik Dönem?
MBA-B15	BYFS101.09.1.3	Arkaik Dönem?
MBA-B16	BYFS28CC.09.1.1	Arkaik Dönem?
MBA-B17	BYFS28CC.09.1.2	Arkaik Dönem?
MBA-B18	BYFS28CC.09.1.6	Arkaik Dönem?
MBA-B19	BYFS28CC.09.1.7	Arkaik Dönem?
MBA-B20	BYFS28QQ.09.1.6	Arkaik Dönem?
MBA-B21	BYFS92.09.1.6	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B22	BYFS92.09.1.15	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B23	BYFS92.09.1.16	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B24	BYFS92.09.1.26	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B25	BYFS90.09.3.49	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B26	BYFS90.09.3.6	Hellenistik, Limanbaşı Sanayi Bölgesi
MBA-B27	BYFS28RR.09.1.1	Arkaik Dönem?
MBA-B28	BYFS28RR.09.1.2	Arkaik Dönem?
MBA-D1	Kil (1)	Dere Yatağından Kil
MBA-D2	Kil (2)	Dere Yatağından Kil
MBA-D3	Kil (3)	Dere Yatağından Kil
MBA-D4	Kil (4)	Dere Yatağından Kil

Tablo 1. Bybassos Yüzey Araştırmasında Ele Geçen Amphora Parçaları ve Yerel Kil Örneklerinin Dönem ve Lokasyon Bilgileri

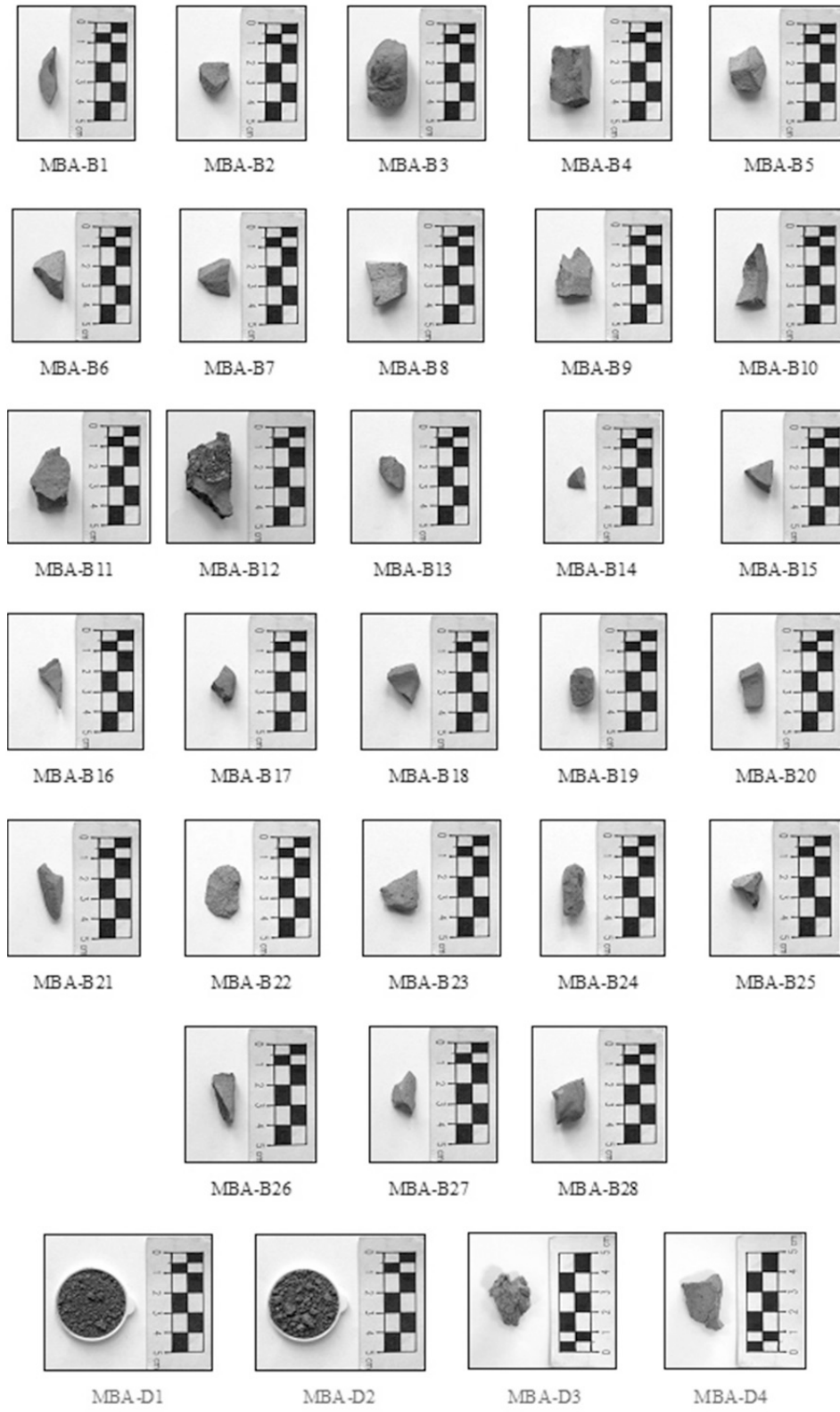


Fig. 2. Bybassos Amphora ve Kil/Sediman Örnekleri

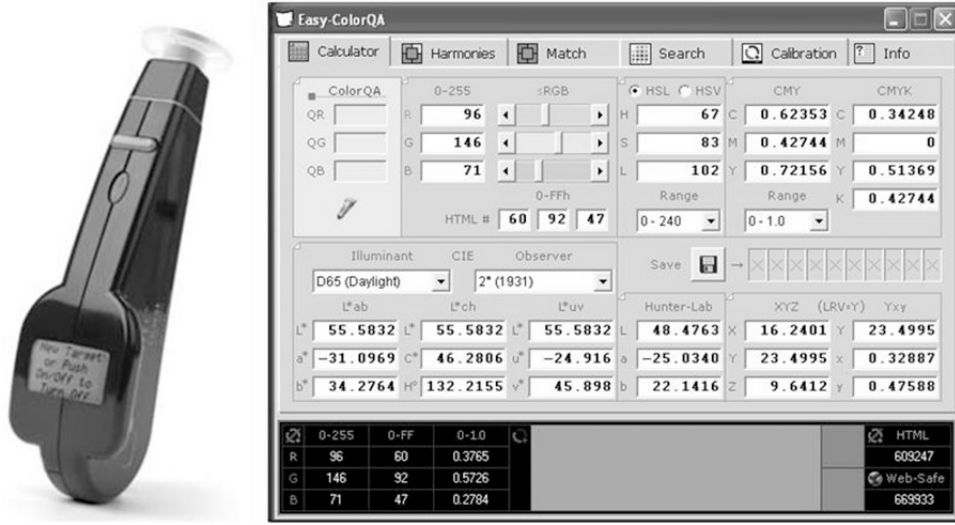
Örnekler	L	+a	+b	Örnekler	L	+a	+b
MBA-B1	42,54	22,71	47,92	MBA-B18	31,89	36,07	41,26
MBA-B2	34,81	21,19	40,22	MBA-B19	19,07	19,83	25,65
MBA-B3	29,62	27,16	37,41	MBA-B20	33,39	32,09	42,66
MBA-B4	31,15	34,56	39,6	MBA-B21	20,07	10,14	26,85
MBA-B5	33,09	15,9	34,65	MBA-B22	38,74	22,82	39,46
MBA-B6	33,53	21,38	35,48	MBA-B23	38,27	23,96	39,02
MBA-B7	29,5	30,96	37,63	MBA-B24	23,06	15,26	31,12
MBA-B8	34,26	19,63	36,17	MBA-B25	38,12	20,88	40,44
MBA-B9	32,36	24,27	34,36	MBA-B26	8,13	5,43	4,7
MBA-B10	30,55	25,19	34,36	MBA-B27	34,21	19,36	39,48
MBA-B11	31,22	26,93	35,21	MBA-B28	30,25	20,67	35,08
MBA-B12	13,29	2,37	0,86	Ser. Ort.*	32,04	24,21	37,67
MBA-B13	36,32	8,82	35,93	Kil Örnekler			
MBA-B14	27,17	36,91	38,97	MBA-D1	6,54	5,71	9,9
MBA-B15	37,68	24,47	47,54	MBA-D2	6,01	6,8	9,12
MBA-B16	32,61	37,49	44,54	MBA-D3	18,91	12,5	27,56
MBA-B17	29,49	30,92	38,44	MBA-D4	18,17	11,99	29,68

Tablo 2. Bybassos Örneklerinin Kromametrik Analiz ile Belirlenen Renk Kodu Değerleri
* Ortalamaya MBA-B12 VE MBA-B26 Dahil Edilmemiştir.

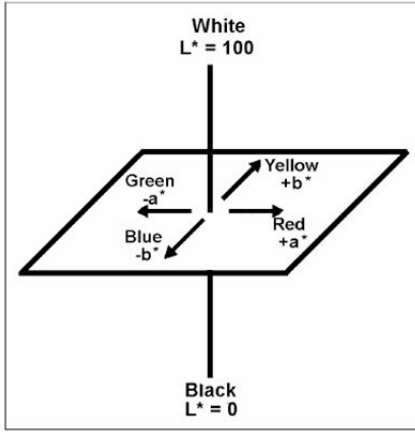
Örnekler	T (°C)	P (%)	TA (%)	Kayaç ve Mineraller*
MBA-B1	>900	5	32	Q,Pl,By,Ch,Py,Op,BP (%1,5)
MBA-B2, MBA-B3	>900	10	35	Q,Pl,L,Cr,Py,Op
MBA-B5, MBA-B6				
MBA-B7, MBA-B9				
MBA-B22				
MBA-B11	900	7	35	Q,Ch,Ov,Py,Pl,B,L
MBA-B12	<800	18	25	Q,Py,Ch,Pl,B,Op,Gb,D
MBA-B13, MBA-B19	900	12	28	Q,Ch,Pl,Py,Op,By,B,R
MBA-B14	>900	7	25	Q,Pl,Py,Ov,B,Gb,Op
MBA-B15	900	18	32	Q,Ch,Pl,B,Op,Ov,Py
MBA-B16	>900	8	30	Q,Ch,Op
MBA-B17, MBA-B18	>900	7	18	Q,Pl,Or,G,By,Op
MBA-B20				
MBA-B21	>900	7	18	Q,Ch,Py,B,Op,BP (%2)
MBA-B23, MBA-B25	900	3	28	Q,Op,Pl,Ch,Py,B
MBA-B24	900	15	12	Q,Ch,Op,Py,Pl
MBA-B26	900	20	38	Q,Ch,Pl,Py
MBA-B27	>900	3	35	Q,Ch,F
MBA-B28	900	8	40	Q,By,Pl,Op,G
Ortalama	800-900	9,87	28,73	Q,By,Pl,Op,G

(*) B: Bazalt, By: Biyotit, Ç: Çört, D: Diabaz, F: Feldispat, G: Granit, Gb: Gabro, Kr: Kromit, L: Lisvenit, Op: Opak Mineraller, Ov: Olivin, Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Py: Piroksen, R: Radyolarit, Q: Kuvars, TA: Matris Toplam Agrega, TK: Tuğla Kırığı Parçası

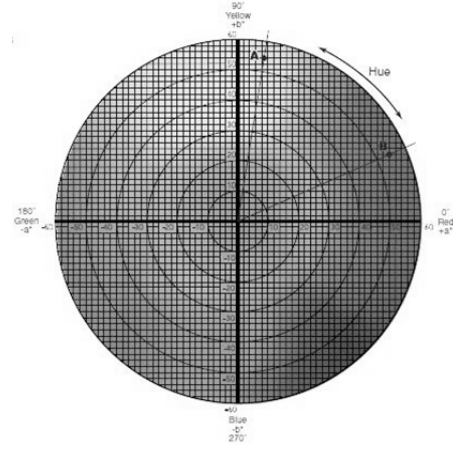
Tablo 3. Bybassos Amphora Parçası Örneklerinin İnce Kesit Optik Mikroskop Analizi İnceleme Sonuçları



A)



B)



C)

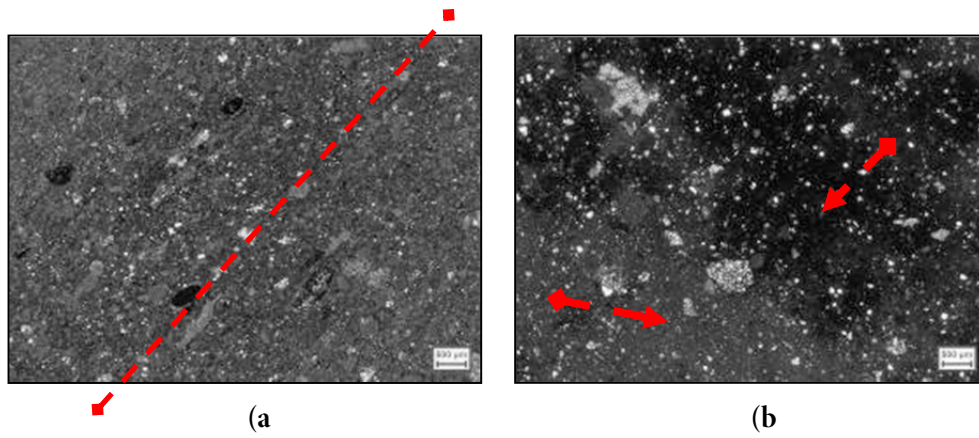
Fig. 3. (a) Renk Ölçer, (b) CIE $L^*a^*b^*$ Renk Sistemi ve (c).a,b Renk Değerleri

Fig. 4. (a) MBA-B24 Örneğinin Matris Yapısında Nemli İken Pişirim Geçirdiğine İşaret Eden (Çizgi Yönünde) Yönelmiş (Oriented) Agregalar, (b) MBA-B11 Örneğinin Homojen Pişirim Geçirmediğini Gösteren Farklı Matris Bölgeleri (Oklarla Belirtilen)

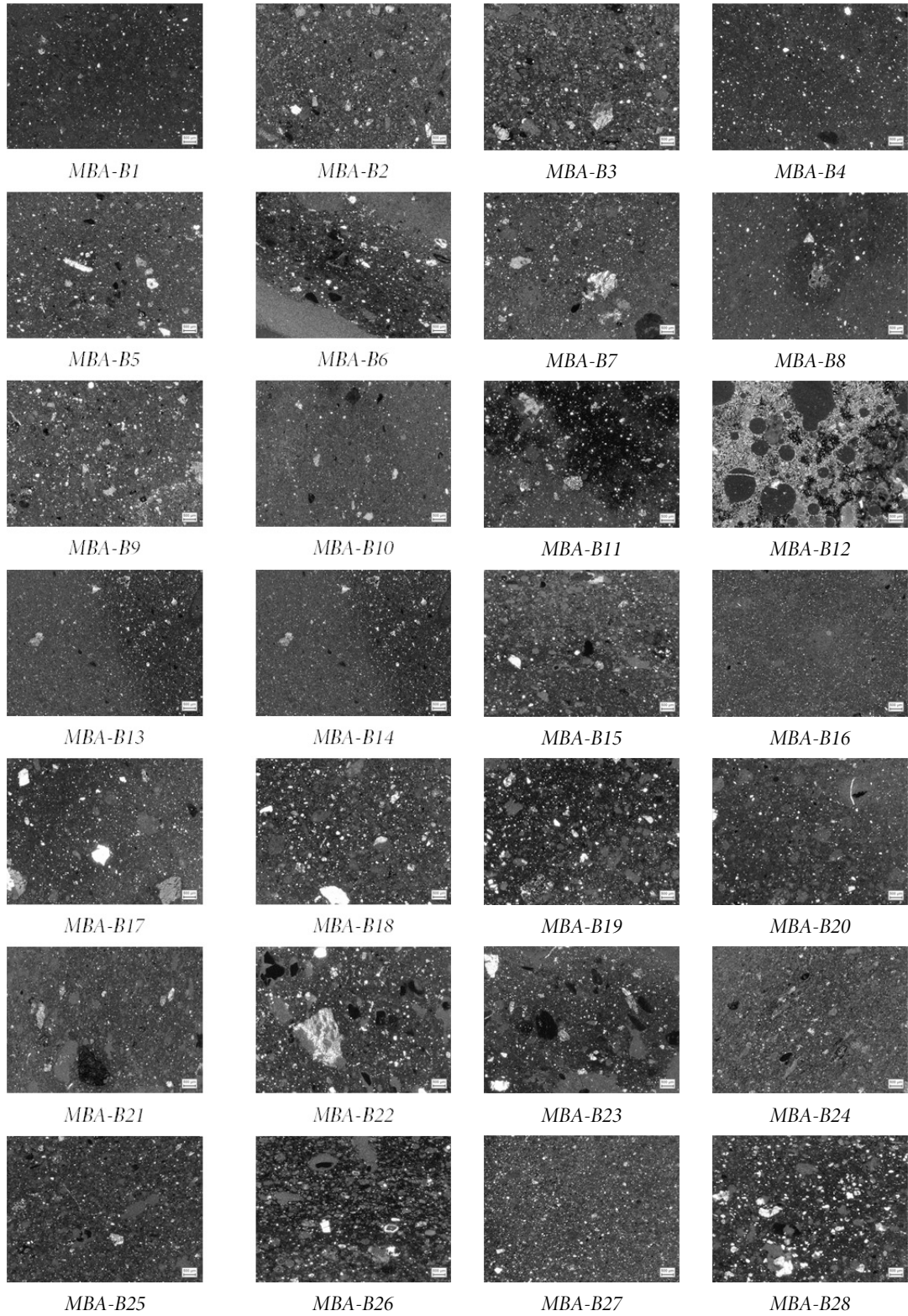


Fig. 5. Bybassos Amphora Örneklerinin İnce Kesit Optik Mikroskop Mikrofotografaları

Element	MBA-B2	MBA-B3	MBA-B4	MBA-B5	MBA-B6	MBA-B7	MBA-B9	MBA-B11	MBA-B13	MBA-B16	MBA-B21
Na2O	0,15	0,081	0,35	0,29	0,18	0,083	0,22	0,083	0,18	0,082	0,086
MgO	7,91	7,35	5,92	6,88	7,51	9,58	8,71	8,77	9,01	2,36	9,58
Al2O3	13,52	13,31	13,87	12,2	11,1	13,28	10,68	10,73	11,93	19,31	10,8
SiO2	49,73	48,41	53,8	51,45	51,49	51,32	49,08	48,72	49,12	45	49,97
P2O5	0,114	0,124	0,157	0,116	0,109	0,128	0,12	0,099	0,099	0,505	0,122
SO3	0,115	0,146	0,119	0,122	0,128	0,127	0,142	0,136	0,129	0,114	0,105
Cl	0,025	0,039	0,059	0,071	0,056	0,035	0,021	0,116	0,075	0,023	0,011
K2O	2,37	2,06	2,84	1,72	1,77	2,05	1,56	1,52	1,91	2,65	1,68
CaO	7,32	7,65	2,59	9,04	7,69	4,06	9,71	5,89	8,48	3,36	9,5
TiO2	0,695	0,701	0,75	0,701	0,603	0,711	0,628	0,632	0,626	0,915	0,657
V2O5	0,026	0,024	0,028	0,022	0,019	0,024	0,015	0,02	0,028	0,02	0,02
Cr2O3	0,077	0,071	0,042	0,081	0,102	0,071	0,078	0,072	0,084	0,041	0,094
MnO	0,122	0,123	0,094	0,107	0,12	0,111	0,127	0,34	0,133	0,099	0,114
Fe2O3	8,34	7,96	7,34	8,27	7,74	8,04	7,32	7,62	7,58	9,73	7,92
LOI*	9,74	11,38	12,87	8,37	11,39	10,72	11,9	15,24	10,45	15,43	9,73

Element	MBA-B22	MBA-B23	MBA-B24	MBA-B25	Ort.	MBA-D1	MBA-D2	MBA-D3	MBA-D4	Ort.
Na2O	0,14	0,077	0,088	0,16	0,146	0,078	0,079	0,08	0,08	0,079
MgO	9,95	8,12	8,37	5,93	7,71	10,7	8,98	13,81	12,26	11,44
Al2O3	10,9	14,11	9,5	13,08	11,66	6,82	6,81	5,89	6,35	6,47
SiO2	50,04	50,07	53,97	49,09	50,63	42,14	38,94	42,96	42,51	41,64
P2O5	0,133	0,124	0,112	0,113	0,14	0,111	0,146	0,064	0,067	0,097
SO3	0,136	0,104	0,109	0,135	0,124	0,153	0,206	0,587	0,487	0,358
Cl	0,062	0,025	0,028	0,049	0,045	0,029	0,022	0,049	0,038	0,035
K2O	1,52	1,59	1,79	1,64	1,83	1,27	1,49	0,78	0,81	1,09
CaO	8,35	5,43	7,65	10,74	7,47	1,81	3,31	4,29	4,83	3,56
TiO2	0,659	0,697	0,569	0,672	0,668	0,654	0,616	0,624	0,704	0,65
V2O5	0,023	0,02	0,022	0,026	0,022	0,022	0,023	0,02	0,018	0,02
Cr2O3	0,095	0,068	0,096	0,08	0,082	0,219	0,23	0,335	0,293	0,269
MnO	0,115	0,207	0,149	0,178	0,141	0,142	0,217	0,154	0,15	0,166
Fe2O3	7,8	8,1	7,5	8,36	7,78	9,2	8,95	10,42	10,21	9,69
LOI*	10,23	11,32	10,98	8,95	11,57	26,72	29,6	19,83	21,83	24,5

Tablo 4. Bybassos Amphora ve Kil/Sediman Örneklerinin PED-XRF Analizi Sonuçları - Ana Elementler

Element	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Rb	Sr	Zr
MBA-B2	58,8	530,4	55	101,8	6,8	0,5	1,5	104,9	193	160,5
MBA-B3	64,1	664,5	51,9	97,1	7,3	0,5	4,4	89,6	216,3	175,9
MBA-B4	43,9	296,3	52,7	98,7	2,4	0,4	1,8	121,2	67,4	155,9
MBA-B5	39,1	478,8	47,6	94,2	3,7	0,5	1,4	78,7	240,9	151,7
MBA-B6	64,6	620	40,6	79,4	4,2	0,4	1,3	80,8	219,8	147,3
MBA-B7	52,9	416,7	57,3	88,8	5,5	0,5	1,2	80,8	84	140
MBA-B9	63,1	517,3	44	84,7	3,6	0,4	1,4	74,2	232,1	140,6
MBA-B11	78,9	589,4	46,2	80,5	4,5	0,4	2,5	64,8	188,3	145,7
MBA-B12	62,3	615,2	27,9	60,5	1,3	0,4	0,4	52,8	267,1	110
MBA-B13	57,2	591,5	43,5	70,4	4,1	0,4	2,7	80,3	253	154,1
MBA-B16	60,7	295,9	41,1	121,2	5,7	0,5	2,3	111,1	103,7	193,2
MBA-B21	65,2	654,9	52,9	88,1	2,9	0,4	1,1	80,8	283,6	144,9
MBA-B22	72,6	652,4	47,1	88,1	4,5	0,5	3,4	66	214,3	152,8
MBA-B23	71,8	1169	45,8	92,6	8,8	0,5	2,7	52,8	116,5	138,5
MBA-B24	57,2	618,8	49,7	90,8	1,4	0,4	0,4	76,2	232,5	119,7
MBA-B25	47,5	479,4	36,2	89	5,2	0,5	3	72,3	338,2	159,5
Amphora Ort.	60	574,4	46,2	89,1	4,5	0,5	2	80,5	206,7	145,9
MBA-D1	66,8	944,8	56	75,7	1,9	0,4	9,6	36,5	63,7	99
MBA-D2	86,5	886,1	65,5	87,1	2,7	0,4	7,8	42,1	67	99,8
MBA-D3	112	1597	41,6	99,7	2,8	0,4	3,6	26,8	63,8	101,7
MBA-D4	138	1367	43,7	79,1	2,8	0,4	3,1	29,2	68,6	111,9
Kil Ort.	100,8	1198,7	51,7	85,4	2,6	0,4	6	33,7	65,8	103,1
Örnekler										
Örnekler	Sn	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Hf	Ta	W	Tl
MBA-B2	3,8	1	4,5	349	43	65	6,7	9,4	8,3	1,6
MBA-B3	1,1	1,9	4	356	43,7	61,7	6,6	9,8	9,1	1,6
MBA-B4	2,2	1,4	5,5	280,7	32,1	56,4	6,1	8,1	6,4	1,4
MBA-B5	3	1,8	3,9	234,4	40,1	65,9	6,4	9,2	7,9	1,6
MBA-B6	2,4	0,9	4,1	227,2	38,3	56,9	5,9	9,2	8,7	1,5
MBA-B7	2,6	0,4	4,5	276,5	33,2	62,8	6,6	8,9	7,3	1,4
MBA-B9	2,5	1	3,9	254,8	39,8	48,1	6,2	8,8	8	0,7
MBA-B11	1	1	6,1	293	44	81,2	6,2	9,1	8,2	1,5
MBA-B12	1,1	1	4	182,8	27,3	46,7	5,5	8,8	8,8	1,3
MBA-B13	5,6	1	4	343,9	37,4	54,7	6,1	9	8,2	1,5
MBA-B16	5,4	1	8	609,9	53,8	90,1	6,2	8,1	7,2	1,7
MBA-B21	2,9	1	6,3	207,4	32,6	53	6,4	9,9	8,9	1,5
MBA-B22	2,1	0,9	3,1	214,1	29	54,5	6,2	9,6	8,9	1,5
MBA-B23	2,7	0,6	3,9	718,4	29,3	64,3	6,5	11	12	1,4
MBA-B24	1,5	0,7	8	217	32,9	47,2	6,4	9,3	8,7	1,4
MBA-B25	2,1	0,8	5,8	383,8	42,9	73,9	6,3	9,2	8,5	1,7
Amphora Ort.	2,6	1	5	321,8	37,5	61,4	6,3	9,2	8,4	1,5
MBA-D1	1	0,7	3,8	143,7	24,5	40,5	6,6	11	10	1,3
MBA-D2	1,8	1	4,2	173,7	19,4	40,3	7,1	11	10	1,3
MBA-D3	1,8	0,9	3,2	114	23,1	35,3	7	13	13	1,4
MBA-D4	2,3	1	5,9	135,2	26,1	52,7	6,8	12	12	1,4
Kil Ort.	1,7	0,9	4,3	141,7	23,3	42,2	6,9	11,8	11,3	1,4

Tablo 5. Bybassos Amphora ve Kil/Sediman Örneklerinin PED-XRF Analizi Sonuçları - Eser Elementler

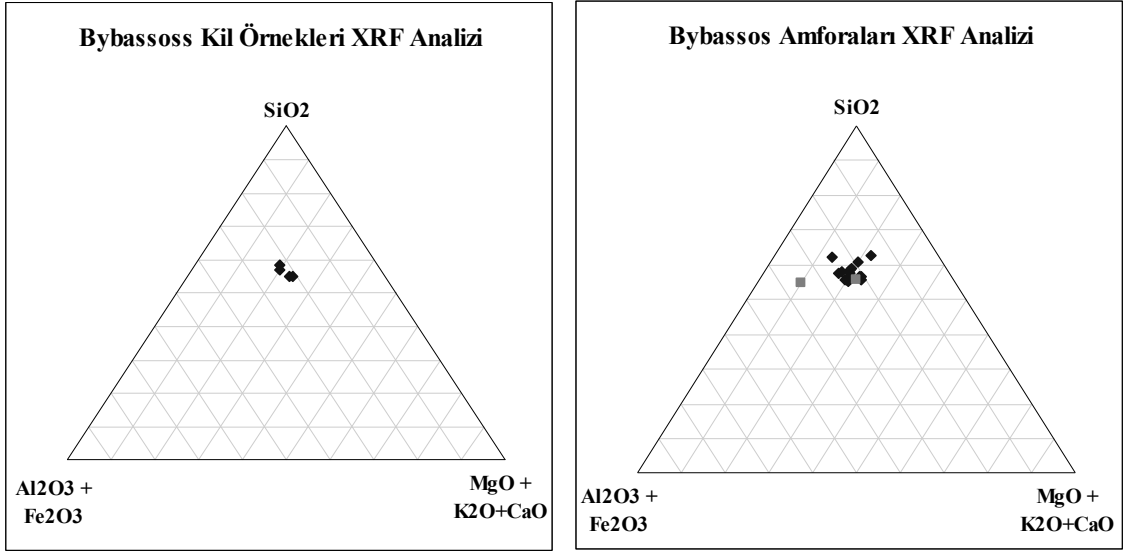


Fig. 4. Bybassos Amphora (sağda) ve Kil/Sediman Örneklerinin PED-XRF Analizi Ana Element (SiO_2 / $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ / $\text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}$) İçeriklerine Göre Gruplamalar (Triangle Plotting)

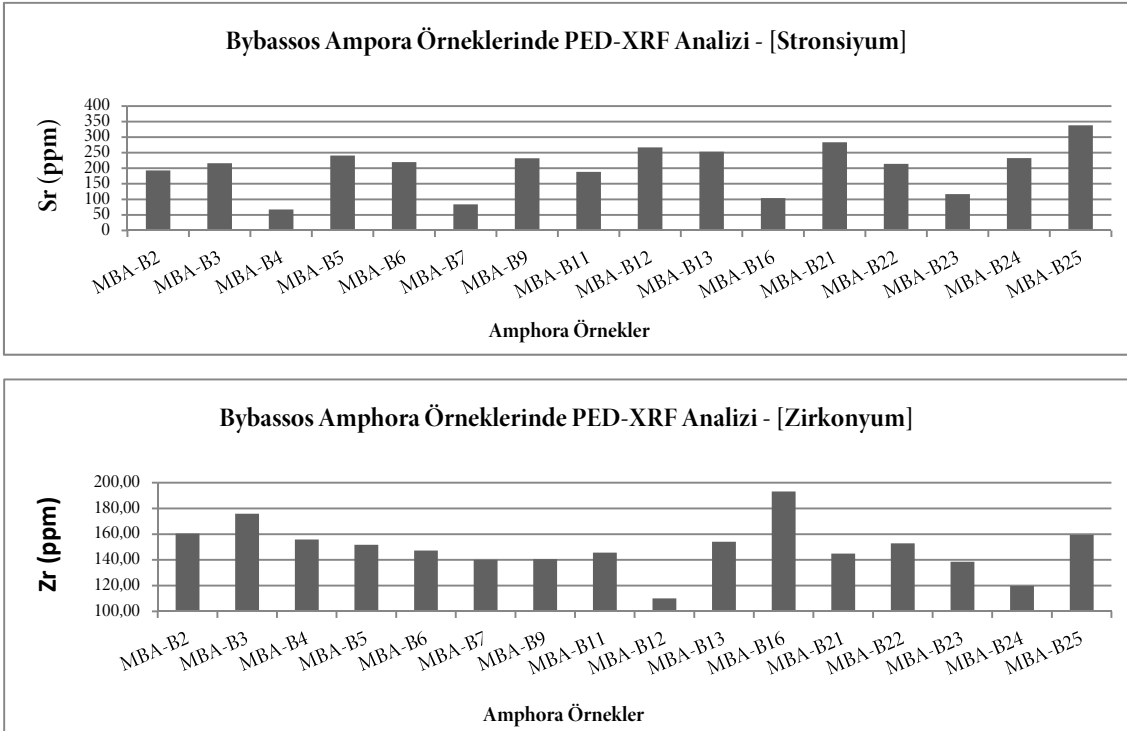


Fig. 5. Bybassos Amphora Örneklerinde PED-XRF Analizi - Eser Elementler (Sr: Üstte, Zr: Altta)

BİBLİYOGRAFYA

- Akyol *et al.* 2007 A. A. Akyol, B. Tekkök, Y. K. Kadioğlu – Ş. Demirci, “Tarsus, Gözlükule Erken Roma Dönemi Seramikleri Arkeometrik Çalışmaları”. *ArkeometriST* 22 (2007) 99-114.
- Aygün *et al.* 2010 Ç. Ö. Aygün, Y. K. Kadioğlu, – A. A. Akyol, “Elazığ, Hazar Gölü Altındaki Batık Yerleşimlere Ait Seramiklerin Petrografik İncelemeleri”. *ArkeometriST* 25 (2010) 411-429.
- Demirci – Akyol 1996 S. Demirci – A. A. Akyol, “Sinop Amphora Atölyelerinden Ele Geçen Örneklerle Bir Çalışma”. *ArkeometriST* 11 (1996) 53-62.
- Freestone *et al.* 2003 I. C. Freestone, K. A. Leslie, M. Thirlwall – Y. Gorin-Rosen, “Strontium Isotopes in the Investigation of Early Glass Production: Byzantine and Early Islamic Glass from the Near East”. *Archaeometry* 45, 1 (2003) 19-32.
- Held *et al.* 2007 W. Held, G. C. Şenol – A. K. Şenol, “2005 Yılı Bybassos Araştırması”. *AST* 24, 1 (2007) 37-50.
- Held *et al.* 2008 W. Held, G. C. Şenol – A. K. Şenol, “2006 Yılı Bybassos Araştırması”. *AST* 25, 1 (2008) 365-380.
- Hodges 1964 H. Hodges, *Artifacts An Introduction to Primitive Technology*. New York 1964.
- Kerr 1977 P. F. Kerr, *Optical Mineralogy*. New York 1977.
- Rapp 2002 G. Rapp, *Archaeomineralogy*. Berlin 2002.
- Rice 1987 P. M. Rice, *Pottery Analysis, A Source Book*. Chicago 1987.
- Pollard – Heron 1996 A. M. Pollard – C. Heron, *Archaeological Chemistry, The Royal Society of Chemistry*. Cambridge 1996.
- Schanda, 2007 J. Schanda, *Colorimetry Understanding the CEI System*. New Jersey, 2007.
- Shackley 2011 M. S. Shackley, *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*. New York, London 2011.
- Tekkök *et al.* 2009 B. Tekkök, A. A. Akyol, Y. K. Kadioğlu – Ş. Demirci, “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 1st International Ceramic, Glass, Porcelain, Enamel, Glaze and Pigment Congress-SERES’09* (2009) 101-121.