



RHODİAPOLİS (KUMLUCA) ROMA DÖNEMİ SERAMİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU

CHARACTERIZATION OF RHODIAPOLIS (KUMLUCA) ROMAN PERIOD CERAMICS

Erdal ÇETİNTAŞ* - İsa KIZGUT

Özet

Bu çalışmada, 2006-2012 yılları arasında devam eden Rhodiapolis kazılarında çeşitli dönemlere ait çok miktarda seramik amorf (üretim atığı) olan tabak, çanak, güveç, amphora ve kase gibi buluntulardan birer adet örnek seçilmiştir. Bu seramik örneklerinin üretim süreçlerine yönelik hammadde, mikro yapı, pişirim özellikleri gibi parametreler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu seramik buluntuların mineralojik ve faz kompozisyonları mineralojik-petrografik analiz ve X-ışını difraktometresi ile yapılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında, tüm analiz sonuçları değerlendirilerek, söz konusu dönemlerin seramik ham maddeleri ve üretim teknikleri anlaşılmasına çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Rhodiapolis, Seramik, Kil, Mineral, Arkeometri.

Abstract

In this study, ceramic production wastes were selected such as plates, bowls, stews, amphorae and bowls which belong to various periods in Rhodiapolis excavations continuing between 2006-2012. The parameters such as raw material, microstructure, firing properties for the production processes of these ceramic samples were investigated. The mineralogical characterizations and phase composition were determined by polarizing microscope and X-ray diffractometer

* Akdeniz Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Antalya, e-posta: ecetintas@akdeniz.edu.tr

(XRD) and chemical characterization determined by X-ray fluorescence analysis. The results showed that, ceramic materials and the production technology of that period was tried to be understood as a result of the all analysis performed.

Key words: Rhodiapolis, Ceramic, Clay, Mineral, Archeometry.

Anadolu kültür tarihinde, arkeoloji dünyası için önemli bir yeri olan Lykia, 19. yy'dan günümüze birçok araştırmacı ve bilim insanının araştırma yaptığı bir bölge olmuştur. Güneybatı Anadolu'nun bu özgün coğrafyası ve kurulan yerleşim alanlarının çeşitliliği dikkate alındığında; arkeolojik olarak yaşama dair eserlerin bol miktarda sunulduğu gözlenmektedir. Likya Bölgesi'nin önemli kentlerinden birisi olan Rhodiapolis, doğu sınırındaki son Likya kentidir¹ (Çevik 2002). Kent denizden 300 metre yükseklikteki tepenin üzerinde ve çevresinde kurulmuştur (Res.1). Tepenin doğu ve güneyindeki yamaçlarda çeşitli yapılar, yerleşimin dört yanında ise nekropoller bulunmaktadır. Bu kentte 2006-2012 yılları arasında gerçekleştirilen arkeolojik kazılar gerek Likya Bölgesi tarihi açısından gerekse de Orientalizan Dönem'den Bizans Dönemi'ne kadar Anadolu seramik kronolojisi açısından önemli bilgiler sunmaktadır².

Rhodiapolis buluntuları arasında Erken Roma Dönemi'nden Geç Roma Dönemi'ne kadar tarihlendirilen çok çeşitli formda pişirme kabı ve yerel üretim seramikleri bulunmaktadır. Rhodiapolis'te şimdiye kadar yapılan çalışmalarda ele geçirilen depolama kabı, pithos, tabak, çanak, testi, güveç altlığı, amphora, pişirme kabı gibi seramik formlarına ait üretim hatalı seramik atıkları Rhodiapolis'te seramik atölyesi bulunduğunu ve yoğun bir üretimin olduğunu göstermesi açısından önemlidir³.

Arkeolojik buluntuların fiziksel ve kimyasal tanımlamaları, geçmiş dönemlere ait orijin, kültürel gelişim, ticaret gibi birçok konuda bilgi verebilir. Bu anlamda arkeometri 20. yüzyılın sonuna doğru yeni bir bilimsel alan olarak ortaya çıkmış ve kültürel miras ile ilgili malzemelerin bilimsel ilke ve yöntemlerin kullanımı ile karakterizasyonun belirlenmesine ışık tutmaktadır⁴. Literatür incelemeleri dikkate alındığında, arkeometrik nesnelerin karakterizasyonunda pek çok fiziksel ve kimyasal analiz teknikleri kullanılmaktadır⁵. Bu analiz teknikleri kullanılarak birçok antik kentte bulunan seramik ürünler incelenmekte, ürünlerin hammaddelerinin neler olabileceği, üretim teknikleri ve pişirim ortamları hakkında yorumlar yapılmaktadır⁶.

Bu çalışma, Rhodiapolis antik kenti buluntuları arasında yer alan seramik ürünlerin ham madde ve üretim teknolojilerinin belirlenmesine yönelik olup, mineralojik incelemeler polarizan mikroskop ve X-ışınları difraktometresi (XRD)'de, bünyelere ait kimyasal kompozisyonlar X-ışını floresansı (XRF) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular değerlendirilerek, üretim sürecine yönelik tespitler ve çeşitli teknolojik parametreler aydınlatılmaya çalışılmıştır.

¹ Çevik 2002.

² Kızılgut 2010: 94-99.

³ Fırıncı 2010.

⁴ Özçatal 2013.

⁵ Issi 2011, Feliu, M.J.-Edreira, M.C.-Martin, 2004: 241-250.; Josa, V.G.-Bertolino, S.R.-Laguens, A.-Riveros, J.A.-Castellano, G 2010: 259-268



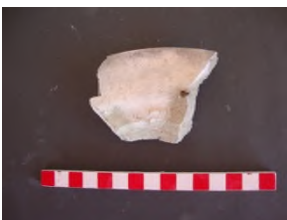


⁶ Andaloro E.-Belfiore C.M.-De Francesco A.M.-Jacobsen J.K.-Mittica G.P. 2011: 445-453., Bayazit M.- Işık İ.- Issi A.-Genç E. 2016: 180-189.



Materyal

Çalışmada Rhodiapolis antik kenti buluntuları arasında yer alan günlük kullanım seramikleri olarak isimlendirilen çanak, tabak, güveç, kase, amphora ve kiremitlere ait örnekler seçilmiştir. İlk aşamada Rhodiapolis kazı alanından ele geçirilen seramikler görsel olarak değerlendirilmiş, karakteristik olanlar belirlenmiş, hamur renkleri ve örneklere ait fotoğraflara göre kodlanmıştır (Çizelge 1).

Daha sonra, seramik numuneler hassas kesme cihazı ile kesilmiş, numunelerin üzerlerinde bulunan toprak ve/veya kalıntılar karakterizasyon sürecini olumsuz etkilememesi için deiyonize su ile yıkanarak temizlenmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Örnekler

Örnek Tanımlaması	Buluntu Yeri ve Tarihi	Hamur Rengi	Örnekler Foto
A Numunesi (Tabak)	Tiyatro Cavea İ.S 5yy	10YR-5/4-yellowish brown	
B Numunesi (Çanak)	Agora .İ.S Erken 7yy	7,5YR-6/6-reddish yellow	
C Numunesi (Güveç Altlığı)	Batı Parados İ.S.2yy İlk yarısı	10 YR 5/2 grayish brown	
D Numunesi (Amphora)	Hamam*	10YR-5/4-yellowish brown	
E Numunesi (Amphora)	Sebasteion*	7,5YR6/4 light brown	

F Numunesi (Kâse)	Agora İ.S.1.yy-İ.S. 6yy	10YR-5/4-yellowish brown	
G numunesi (Kiremit)	Opramoas İ.S. 3yy	5 YR 7/4 pink	

* Benzer örnek bulunamadığı için tarih verilememiştir

Yöntem

Seramik numunelerin mineralojik incelemeler polarizan mikroskop ve X-ışınları difraktometresi (XRD), kimyasal karakterizasyonlar ise X-ışını floresans (XRF) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Örneklerde mineralojik incelemeler; polarizan mikroskop ve X-ışınları difraktometresi (XRD)'de incelenmiştir. Mineralojik inceleme için ince kesitler hazırlanmıştır. Polarizan mikroskop incelemelerinde Nikon Eclipse 2V100POL marka polarizan mikroskop kullanılmıştır. X-ışını Difraksiyonu (XRD) analizi için numune hazırlama işlemi yapılan örnekler öğütülerek toz haline getirilmişlerdir. Örnekler için toz numunelerin mineralojik ve faz analizleri Shimadzu marka XRD-6000 model X-ışını cihazında 5-70° dereceleri arasında 2°/dakika hızla, 40 kV ve 30 mA'de Cu-K α X-ışını kaynağı ile gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra, örneklerin kimyasal analizleri XRF cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analiz için numune hazırlama aşamasında, cam tabletler ağırlıkça 1/10 oranda numune/Li₂B₄O₇ karışımı halinde ergitici cihazda platin krozeler içerisinde ergitilerek hazırlanmıştır. Anadolu Üniversitesi Seramik Araştırma Merkezinde bulunan Rigaku marka ZSX primus model XRF cihazında cam tabletler halinde hazırlanan numunelerin yarı kantitatif yüzde ağırlıkça kimyasal analiz sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. XRF Kimyasal Analiz Sonuçları

Oksit	Numune İsimleri						
	A Numunesi	B Numunesi	C Numunesi	D Numunesi	E Numunesi	F Numunesi	G Numunesi
SiO ₂	54.399	53.637	54.540	53.836	45.000	51.400	50.400
Al ₂ O ₃	15.041	15.038	15.017	14.983	14.300	16.600	14.200
Fe ₂ O ₃	6.834	7.065	6.839	7.327	5.560	6.630	6.610

MgO	2.506	2.867	2.567	2.440	2.380	2.680	3.420
CaO	12.684	14.127	15.512	14.926	14.900	14.300	15.800
Na₂O	0.499	0.789	0.563	0.840	0.392	0.697	0.863
K₂O	3.442	3.401	3.304	3.538	2.670	3.400	2.340
TiO₂	0.847	1.012	0.884	1.041	0.828	0.868	0.820
P₂O₅	0.187	0.253	0.152	0.250	0.206	0.216	0.509
MnO	0.070	0.106	0.088	0.091	0.075	0.065	0.150
Cr₂O₃	0.074	0.069	0.077	0.079	0.016	0.016	0.041
A.Z.	3.417	1.637	0.457	0.649	13.400	2.99	4.570

Bulgular ve Tartışma

Mineralojik İncelemeler

Rhodiapolis seramik örneklerinin petrografik dokusal ve agrega özellikleri; kil matriks türü, matriks içeriği, mineral dağılımı ve boyutları optik mikroskop altında ince kesit analizi ile belirlenmiştir. Örnekler ince kesit analizi sonucunda matriks (kil) yapısı, mineral içeriği dikkate alınarak gruplandırılmıştır (Çizelge 3, Res.2 2). Gruplandırmalarda ilk dikkat çeken durum, tanımlamalarda Rhodiapolis seramik örneklerinin matriks yapısının killi ve kırıntılı doku sergilemesidir. Daha önceki çalışmalarda; Likya Bölgesinde yer alan Patara çalışmalarındaki seramik örneklerinin de matriks yapısının kırıntılı dokuya sahip olduğu belirtilmiştir⁷.

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan örneklerin mineralojik petrografik analizi.

Numune İsmi	Doku	Mineraller
A Numunesi	Killi	Kuars, Hematit, Feldispat
B Numunesi	Killi	Kuars, Feldispat
C Numunesi	Killi	Kuars, Feldispat
D Numunesi	Killi	Kuars, Feldispat, hematit
E Numunesi	Kırıntılı	Kuars, Hematit, hornblend, Feldispat, Ojit
F Numunesi	Killi	Kuars, Feldispat, hematit
G Numunesi	Killi-Kırıntılı	Kuars, Feldispat, hematit, hornblend

⁷ Munsell Soil Color Charts, 2000

Seramik örnekler kil yapısına göre değerlendirildiğinde; örneklerin pişirim sıcaklığı 850-900°C arasında olduğu söylenebilir. Çünkü 850°C ve üzerindeki pişirimlerde seramiklerin kil yapısı bozulmakta vitrifikasyon (camlaşma) başlamaktadır⁸. Ancak, E numunesi diğer örneklerden farklı olarak kırıntılı bir doku sergilemektedir. Bu durum düşük pişirim sıcaklığından kaynaklanmaktadır. Daha önceki çalışmalarda; matriks yapısında bulunan karbonat kırıntılarının, örneğin düşük kalitede ve sıcaklıkta (<800 °C) bir üretimin eseri olduğu belirtilmiştir⁹.

D kodlu amphora örneğinin yapısında, yoğun hematit mineralinin bulunması örneği diğerlerinden farklı kılmaktadır. Fe₂O₃ yapısında olan hematit mineralinin farklı tonda sarı, kırmızı ve kahverenginin oluşmasında önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Hematit seramiğe kırmızı rengi veren mineraldir. Böylece bu örneğin yoğun renk pigmentine sahip olduğu görülmektedir.

Mineralojik incelemesi yapılan tüm örneklerde kuvars minerali yer almaktadır. Bu mineral doğal kil bünye yapısında bulunan malzeme özelliğinde değildir. Kil olmayan malzemelerin daha sonradan kil oranını azaltmak için ilave edilmiş olabileceğini göstermektedir. Bilindiği gibi seramik üretiminde ana madde kil olup, içeriğinde kil minerallerinin yanında 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 olasıdır¹⁰. Yapılan mineralojik incelemede tüm örneklerde feldispat mineraline rastlanmıştır. Ayrıca, B kodlu çanak, C kodlu güveç örnekleri boşluklu yapıya (gözenekliliğe) sahiptir. Bunun nedeni örneklerin matriks yapısını oluşturan killerin farklı türde oluşları ya da homojen olmayan pişirim sıcaklığının etkisi olmalıdır.

XRD analizlerinden elde edilen mineral yapıları Resim 3’de verilen XRD paterninde verilmiştir. Arkeometrik çalışma açısından numunelerin bünyelerindeki minerallerin tespiti oldukça önemlidir. Çalışmada incelenen numunelerde Çizelge 4’de verilen mineraller tespit edilmiştir. Kil minerallerinin yapıları sıcaklığa bağlı olarak farklı minerallere dönüşmektedir. Analiz sonuçlarına göre, kuvars minerali yüksek ergime sıcaklığı nedeniyle analizi yapılan tüm numunelerde rastlanan temel mineraldir. Kalsit ve dolomit mineralleri yapısal bozunumu 600-900 °C aralığında tamamlamaktadır¹¹. Bu nedenle; Rhodiapolis kazı buluntularından tabak, çanak ve amphora örneklerinde kalsit mineraline rastlanmıştır. Bu durumda, kalsitin yapısal bozunuma uğramadığı, kazıdan alınan örneklerinde pişirim sıcaklığının 900 °C kadar ulaşmadığı söylenebilir.

Çizelge 4. XRD Analizlerinden Elde Edilen Bulgular Işığında Numunelerin Mineralojik ve Faz Bileşimleri.

Numune İsmi	Mineral ve Faz
A Numunesi	Kuvars, Anortit, Ojit, Kalsit, Hematit

⁸ Ünlütürk 2011

⁹ Akyol A.A.-Kadioğlu, Y.K.-Şenol, A.K. 2013: 163-177.

¹⁰ Ünlütürk 2011.

¹¹ Rice 1987; Papachristodoulou, C.-Oikonomou, A.-Ioannides, K.-Gravani, K. 2006: 347-353; Shoval 2003: 117-122.

B Numunesi	Kuvars, Anortit, Ojit, Kalsit
C Numunesi	Kuvars, Anortit, Ojit, Hematit
D Numunesi	Kuvars, Anortit, Ojit, Hematit
E Numunesi	Kuvars, İllit, Kalsit
F Numunesi	Kuvars, Anortit, İllit
G Numunesi	Kuvars, Anortit, Albit

İllit/muskovit minerali hidroksil gurubunu 700 °C civarında kaybetmeye başlamasına rağmen yapısal bozunumu 900-1000 °C arasında tamamlamaktadır¹². Yapısal suyunu kaybeden muskovit yapısal bozunumunu tamamlamamış ise, tekrar su absorblayarak eski yapısal formlarına geri dönebilmektedir¹³. Bu yüzden Amphora ve Kase örneklerinde tespit edilen illit/muskovit minerali yapısal bozunumunu tamamlayamadıklarından dolayı 1000 °C'nin altında bir sıcaklıkta pişirildiği öngörülebilir.

XRD incelemelerinde; tabak, çanak, güveç, kase ve kiremit örneklerinde ise Anortit minerali tespit edilmiştir. Killerle ilgili yapılan çalışmalarda 800 °C'de illit ve kalsit karışımından gehlenit oluşumunun başladığı, 900°C'de aynı sıcaklıkta illit, kalsit ve SiO₂ reaksiyonu sonucu K-feldispat ve anortit oluştuğu belirtilmiştir¹⁴. Bu kaynaktan yola çıkarak, antik dönemde Rhodiapolis bölgesinde elde edilen seramik ürünlerin pişirimi 900 °C ulaşıldığı sonucu çıkartılabilir.

XRD analizinden elde edilen fazlar (mineral yapıları), pişirim sıcaklığının yanısıra pişirim atmosferi ile de ilgili ipuçları verebilir. Kazılardan alınan tabak, güveç, amphora örneklerinin XRD paternlerinde gözlenen hematit, pişirim atmosferinin oksidatif koşullarda bitirildiği gösterebilir.

Kimyasal Analiz

Çalışmada, kimyasal analiz sonuçları dikkate alınarak numunelerin birbirlerine kimyasal açıdan benzerlik ve farklılıkları tespit edilmiştir. Buna göre Rhodiapolis antik kenti buluntularına ait numunelerin bünyelerinde; % 45,00-54,540 SiO₂, % 2,38-3,42 MgO, % 14,20-16,60 Al₂O₃, % 12,68-15,80 CaO, % 5,56-7,327 Fe₂O₃, % 2,34-3,54 K₂O ve %0,39-0,86 Na₂O miktarı tespit edilmiştir. Numunelerin CaO oranı dikkate alındığında az kalkerli killerden hazırlandığı belirlenmiştir. Ayrıca, kazı alanından alınan örneklerin Fe₂O₃ miktarı ağırlıkça, %5.560–7.327 arasında değişmesi tüm numunelerin demirce zengin hammaddelerden hazırlandığını gösterir. Alkali oksitlerden, Na₂O ve K₂O'in oranlarının sırasıyla % ağırlıkça 0.392-0.863 arasında, toprak alkali oksitlerden CaO ve MgO'in oranlarının sırasıyla 12.684-15.800 ve 2.380-3.420 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu veriler, numunelerin hazırlanma aşamasında kuvars ve kil mineralleri dışında hammadde olarak feldspatların kullanıldığını gösterebilir.

¹² Maritan, L.-Mazzoli, C.-Nodari, L.-Russo, U. 2005: 31-44.

¹³ Grimshaw, R.W. 1971.

¹⁴ Cultrone, G., Navarro, C.R., Sebastian, E., Cazalla, O., Torre, M.J 2001: 621-634., İssi 2011:71.

Sonuçlar ve Öneriler

Rhodiapolis seramik üretiminin varlığına ilişkin en önemli bulgular 2006 - 2012 yılları arasında yapılan kazı çalışmalarında ortaya çıkartılan yoğun miktardaki amorf (üretim atığı) olduğu düşünülen seramik malzemelerdir. Bu malzemelerin Rhodiapolis'te seramik üretiminin gerçekleşmesine yönelik önemli bir kanıt olduğu düşünülmektedir. Elde edilen üretim atıkları dışında yerel üretim kaplarının varlığı ve çeşitliliği bu düşünceyi desteklemektedir. Ele geçen buluntulardan yola çıkılarak yapılan bu çalışmada, yedi farklı seramik örneği üzerinde mineralojik ve kimyasal özellikler incelenerek, söz konusu dönemlerin seramik üretim teknikleri anlaşılmaya çalışılmıştır.

Mineralojik incelemelerde tespit edilen farklı doku (kırıntılı ve killi) özelliğinin seramik numunelerin pişirim sıcaklığı ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Seramik örneklerinde bulunan kuvars mineralinin varlığı ise, seramik üretiminde kullanılan kil oranını azaltmak için ilave edilmiş olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, feldispat minerallerinin varlığı killerin farklı türde oluşlarını ya da homojen olmayan pişirim sıcaklığının etkisi olduğunu görüşünü desteklemektedir.

XRD analizleri sonucu; tabak, çanak ve amphora örneklerinde kalsit mineralinin varlığı, kalsitin yapısal bozunmaya uğramadığının göstergesidir. Bu nedenle, Rhodiapolis kazılarında alınan örneklerin pişirim sıcaklığının 900 °C kadar ulaşmadığı söylenebilir.

Bu çalışmada pişirim teknolojisi ile ilgili elde edilen bir diğer bilgi ise; tabak, güveç, amphora örneklerinde tespit edilen hematit fazı, pişirim atmosferinin oksidatif koşullarda bitirildiğinin göstergesidir.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre ise; alkali ve toprak alkali oksitlerin varlığı numunelerin hazırlanma aşamasında kuvars ve kil mineralleri dışında hammadde olarak feldispatların da kullanıldığını gösterebilir.

Arkeolojik kazı ve araştırmalarda bulunan seramik kaplarının yapısı, biçimlendirme teknikleri, kap biçimleri ve yüzey görünümleri incelendiğinde, kullandıkları çağın gereksinimleri, ulaştıkları teknoloji düzeyi göstermektedir. Ayrıca, seramik üretimde kullanılan kilin yapısı, şekillendirme ve pişirme yöntemleri onu üreten toplumun ulaştığı bilgi ve teknoloji seviyesinin göstergesi niteliğindedir. Elde edilen bulgular ışığında; seramiklerin üretiminde kullanılan kil minerallerinin çeşitliliği oldukça önemlidir. Likya bölgesinde halen devam eden çömlekçilik faaliyetleri dikkate alındığında, bu bölgenin geçmişten günümüze zengin kil yataklarına sahip olduğu düşüncesini destekler niteliktedir. Bunun yanısıra; pişirim aşamasında oluşan minerallerin varlığı pişirme teknikleri açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Günümüzde de uygulanan oksidatif pişirme yönteminin seramik buluntularda yapılan analizlerde de tespit edilmesi oldukça önem taşımaktadır. Dahası, bulgularda tespit edilen pişirim sıcaklığının 900 °C ulaşmamasının, Rhodiapolis seramik ürün pişiriminde kararlı sıcaklığa sahip bir fırınlama işleminin yapılmadığının göstergesi niteliğindedir.

Sonuç olarak, kazılar sırasında günyüzüne çıkarılan eser parçaları ve amorf malzemelerin tür benzerlikleri Rhodiapolis yerleşiminde seramik üretiminin varlığını belgelemektedir. Deneysel arkeoloji yönteminin kullanılması, Rhodiapolis ve Likya Bölgesi'nin diğer antik kentlerdeki seramik buluntuların arkeometrik incelemelerinin artması çeşitli bölgelere ait ürünler arasında karşılaştırmalar yapılmasına olanak sağlayacaktır. Ayrıca, Roma dönemi seramik ürünlerin üretiminde kullanılan teknolojik özellikler yanında yerel üretim olup olmadıkları konusunda yeni görüşler sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Akyol, A.A. Kadioğlu, Y.K. Şenol, A.K. 2013 “Bybassos Hellenistik Ticari Amphoraları Arkeometrik Çalışmaları”, *Cedrus*, I: 163-177.
- Andaloro, E., Belfiore, C.M., De Francesco, A.M., Jacobsen, J.K., Mittica, G.P., 2011 “A preliminary archaeometric study of pottery remains from the archaeological site of Timpone della Motta, in the Sibaritide area (Calabria — southern Italy)”, *Applied Clay Science*, 53, 445–453.
- Bayazit, M., Işık, İ., Issi, A., Genç, E. 2016 “Archaeometric investigation of the Late Chalcolithic-Early Bronze Age I and the 1st–2nd millennium BCE potteries from Kuriki-Turkey”, *Applied Clay Science*, 126: 180–189.
- Cultrone, G., Navarro, C.R., Sebastian, E., Cazalla, O., Torre, M.J. 2001 “Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing”, *European Journal of Mineralogy*, 13: 621-634.
- Çetintaş, E. 2016 *Rhodiapolis Hatalı Üretim Atığı Seramiklerinin Antik Fırın Yapısı Yardımıyla İncelenmesi*, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Antalya.
- Çevik, N. 2002 *Taşların İzinde Likya*, Arkeoloji Sanat Yayınları.
- Çevik, N., Bulut, S., Kızılgut İ. 2009 “Rhodiapolis Kazıları 2008”, *Anmed, Anadolu Akdeniz Arkeoloji Haberleri*, 7: 75-81.
- Feliu, M.J., Edreira, M.C. ve Martin, J., 2004 “Application of physical-chemical analytical techniques in the study of ancient ceramics”, *Anal. Chim. Acta.*, 502, 241-250.
- Fırıncı, S., 2010 *Rhodiapolis Seramikleri Roma Dönemi Pişirme Kapları “2006-2009 Buluntuları*, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Antalya.
- Grimshaw, R.W. 1971 *Reactions at high temperatures*”, *The Chemistry and Physics of Clays Techbooks*.
- İssi, A. 2011 *Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik Kazılarında Ele Geçen Hellenistik Dönem Seramiklerinin (Kalıplı Kaseler ve Batı Yamacı Seramikleri) Karakterizasyonu*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir.
- Josa, V.G., Bertolino, S.R., Laguens, A., Riveros, J.A. ve Castellano, G. 2010 “X-ray and scanning electron microscopy archaeometric studies of pigments from the Aguada culture, Argentina”, *Microchemical Journal*, 96, 259–268.
- Kızılgut, İ. 2010 “Rhodiapolis Kazıları ve Çevresi Araştırmaları 2010”, *ANMED, Arkeoloji Haberleri*, 94-99.
- Maritan, L., Mazzoli, C., Nodari, L., Russo, U. 2005 “Second iron age grey pottery from Este (northeastern Italy): study of provenance and technology”, *Applied Clay Science*, 29: 31-44.
- Özçatal, M. 2013 *Seramik ve Metal Buluntuların Arkeometrik Karakterizasyonu*, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Papachristodoulou, C., Oikonomou, A., Ioannides, K., Gravani, K. 2006. “A study of ancient pottery by means of X-ray fluorescence spectroscopy, multivariate statistics and mineralogical analysis”, *Analytica Chimica Acta*, 573, 347-353.

Rice, P.M. 1987 *Pottery Analysis :A Source Book*, Chicago.

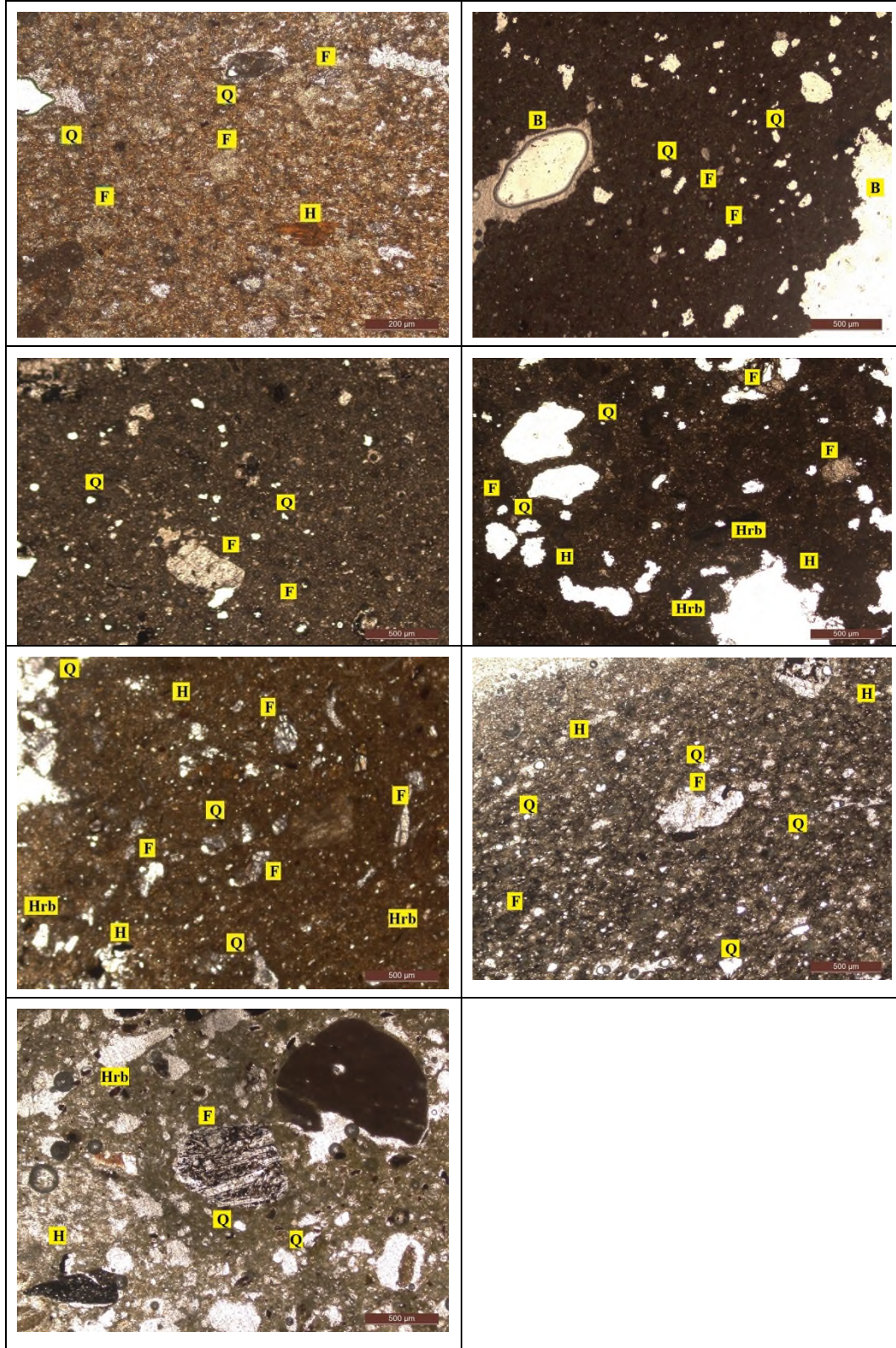
Shoval, S. 2003 “Using FT-IR spectroscopy for study of calcareous ancient ceramics”, *Optical Materials*, 24: 117–122.

Ünlütürk, B. 2011 *Patara Yerel Üretim Seramiklerin Analiz ve Ayağa Kaldırma Çalışması*, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Antalya.

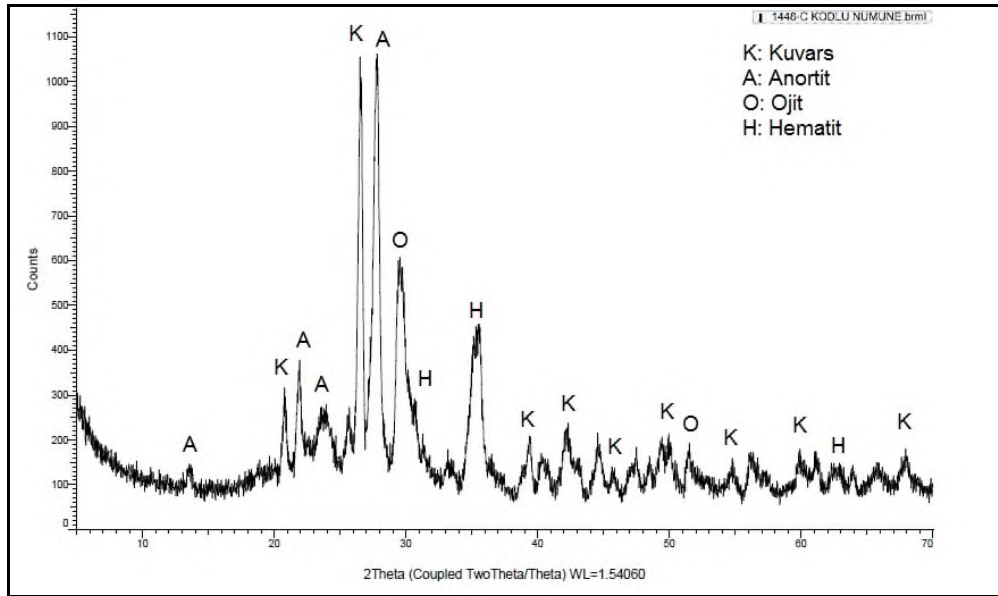
RESİMLER



Res. 1: Rhodiapolis yer bulduru haritası. (Location map of the Rhodiapolis)



Res. 2: Örneklerin Tek Nikolde Çekilmiş Optik Mikroskop Görüntüleri (Q:Kuvars, F:Feldspat, H:Hematit, Hrb:Hornblend, B: Boşluk, KK: Karbonat Kırıntısı).



Res. 3: C numuneye ait XRD paterni