

**Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik
Kazılarında Ele Geçen Hellenistik Dönem
Seramiklerinin (Kalıplı Kaseler ve Batı Yamacı
Seramikleri) Karakterizasyonu**

Ali İSSİ
Doktora Tezi

Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı
Şubat-2011

Bu tez çalışması TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Proje No: 106M463

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ali İSSİ'nin “Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik Kazılarında Ele Geçen Hellenistik Dönem Seramiklerinin (Kalıplı Kaseler ve Batı Yamacı Seramikleri) Karakterizasyonu” başlıklı Seramik Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Doktora Tezi 03.02.2011 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı		İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç. Dr. ALPAGUT KARA	
Üye	: Prof. Dr. NURAN AY	
Üye	: Prof. Dr. YAŞAR KİBİCİ	
Üye	: Doç. Dr. FİGEN KAYA	
Üye	: Doç. Dr. TANER KAVAS	

**Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.**

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ESKİŞEHİR-ŞARHÖYÜK (DORYLAION) ARKEOLOJİK KAZILARINDA ELE GEÇEN HELLENİSTİK DÖNEM SERAMİKLERİNİN (KALIPLI KASELER VE BATI YAMACI SERAMİKLERİ) KARAKTERİZASYONU

Ali İSSİ

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Seramik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Alpagut KARA

2011, 208 sayfa

Arkeometrik bir çalışma çerçevesinde gerçekleştirilen bu çalışmada Kültür ve Turizm Bakanlığı ve Anadolu Üniversitesi işbirliği ile 1989 yılından bu yana sürdürülen Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) antik kenti kazı çalışmalarında ele geçen 26 kalıplı kase (Megara kasesi) ve 22 Batı Yamacı seramik parçasının üretim süreçlerine yönelik parametreler (bünye ve astar tabakalarında kullanılan hammaddeler, pişirim sıcaklıkları ve atmosferi, mikroyapısal özellikleri v.b.) aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda, karakterizasyon sürecinde X-ışını floresans (XRF), X-ışını difraksiyon (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile birlikte enerji dağılımlı X-ışınları spektrometresi (EDX), Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR), mikro-Raman spektroskopisi ve termal gravimetri-diferansiyel termal analiz (TG-DTA) yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, buluntu bünyelerinin bazen kalsit ve dolomit içeren illitik kil minerallerine sahip kil kaynakları ile üretilmiş olduğunu göstermektedir. Bünye pişirim sıcaklıklarının oldukça geniş bir aralığa sahip olduğu ve 1100 °C'ye kadar ulaşabildiği görülmüştür. Bünyelere göre demirce daha zengin astar tabakalarındaki renk farklılıklarının ise pişirim atmosferinin kontrolü ile elde edildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, iki ürün gurubu karşılaştırılarak aralarındaki temel farklılıklar ortaya konulmuştur. Megara kasesi bünyeleri üretiminde ağırlıklı olarak kalsit içeren kil kaynaklarının, Batı Yamacı seramik bünyeleri üretiminde ise ağırlıklı olarak dolomit içeren kil kaynaklarının kullanılmış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarının Megara kasesi astar tabakalarına göre demirce daha zengin olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonucunda Dorylaion antik kenti Hellenistik dönem pişmiş toprak ürünlerinin üretim teknolojisi hakkında bilgi birikimi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arkeometri, Karakterizasyon, Seramik, Megara Kaseleri, Batı Yamacı Seramikleri, Hellenistik Dönem.

ABSTRACT

Ph.D. Dissertation

CHARACTERIZATION OF HELLENISTIC PERIOD POTTERY SHERDS (MEGARIAN BOWLS AND WEST SLOPE WARES) FROM ESKİŞEHİR-ŞARHÖYÜK (DORYLAION) EXCAVATIONS

Ali İSSİ

Anadolu University

Graduate School of Science

Ceramic Engineering Program

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Alpagut KARA

2011, 208 pages

In a frame of an archaeometric work, the technological parameters for the production (such as raw materials used in body and slip layers, firing temperatures and atmosphere, microstructural features, and etc.) of 26 Megarian bowls and 22 West Slope ware sherds, which were unearthed during the excavations through the collaboration between the Ministry of Culture and Tourism and Anadolu University since 1989, were investigated. In this context, X-ray fluorescence (XRF), X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) in combination with energy dispersive spectrometry (EDX), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), micro-Raman spectroscopy and thermal gravimetry-differential thermal (TG-DTA) analysis were performed. The results showed that the bodies of the sherds were produced from clay sources which contain illitic clay minerals and also sometimes calcite and dolomite. It is believed that the bodies of the sherds should have been exposed to different firing temperatures up to 1100 °C. The difference in colors of the slip layers which have higher iron content than the body layers of the sherds suggests that it was obtained by adjusting the redox conditions of firing. However, these two groups of Hellenistic wares were compared in order to enlighten the difference in production technology. It was discovered that calcite and dolomite containing clay sources were used for the production of the Megarian bowls and the West Slope wares, respectively. It was also noticed that slip layers of the West Slope wares were richer in iron than the Megarian bowls. Finally, the knowledge about the pottery production at Dorylaion settlement during the Hellenistic period was accumulated.

Keywords: Archaeometry, Characterization, Ceramic, Megarian Bowls, West Slope Wares, Hellenistic Period.

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerekleşmesinde yönlendirici fikirleri, destek ve yardımlarıyla büyük katkısı olan danışmanım Doç. Dr. Alpagut KARA'ya; öneri ve desteğini esirgemeyen ortak danışmanım Dr. Füsun OKYAR'a; değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Nuran AY ve Prof. Dr. Yaşar KİBİCİ'ye; disiplinler arası ortak çalışmamızın başlangıcını sağlayan ve kendileri ile çalışmaktan büyük zevk ve onur duyduğum Prof. Dr. Taciser SİVAS ve Doç. Dr. Hakan SİVAS'a; bilgi, deneyim, yardım ve dostluklarını her zaman paylaştığım Araş. Gör. Hilmi YURDAKUL ve Öğr. Grv. Dr. Orkun TUNÇKAN'a; akademik hayatımın gelişimine büyük katkıları olan Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine; yardım ve desteklerinden büyük ölçüde yararlandığım diğer bölüm öğretim elemanları ve teknik personeline teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Fedakârlıkları, maddi-manevi destekleri ve sabırları ile hayatımın her aşamasında varlıklarını hissettiğim değerli annem Bahar İSSİ, babam Ahmet İSSİ ve kardeşim Sezen İSSİ'ye tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Yapılan bu tez çalışması 106M463 no'lu TÜBİTAK projesi olarak desteklenmiş olup, destek ve katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Şubat 2011

Ali İSSİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. ÇALIŞMALARDA İNCELENEN BULUNTULAR	6
2.1. Megara Kaseleri	6
2.2. Batı Yamacı Seramikleri	9
3. ŞARHÖYÜK'E AİT BAZI BULUNTULARIN ARKEOMETRİK İNCELEMELERİ	16
4. KONU İLE İLGİLİ DİĞER ÇALIŞMALAR	17
5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	22
5.1. Numunelerin Belirlenmesi, Fotoğraflanması, Profil Çizimi ve Alınması	22
5.2. Numunelerin Temizliği	22
5.3. Toz Hazırlama	23
5.4. Kimyasal Analizler	23
5.5. Faz Analizleri	23
5.6. Mikroyapı Analizleri	24
5.7. Isıl Analizler	24
5.8. Yüzey/Arayüzey Analizleri	24

İÇİNDEKİLER

6. DENEY SONUÇLARI ve TARTIŞMALAR	26
6.1. Kimyasal Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi	26
6.1.1. Megara kaseleri XRF sonuçlarının değerlendirilmesi.....	35
6.1.2. Batı Yamacı seramikleri XRF sonuçlarının değerlendirilmesi	37
6.2. Faz Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	43
6.2.1. Megara kaseleri XRD analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	68
6.2.2. Batı Yamacı seramikleri XRD analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	71
6.3. Mikroyapı Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi	81
6.3.1. Bünyelere ait genel EDX analiz sonuçları	128
6.3.2. Astar (Firnis) tabaka kesitlerine ait genel EDX analiz sonuçları.....	134
6.3.3. Mikroyapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	139
6.4. Isıl Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi	141
6.4.1. Megara kasesi bünyelerine ait TG-DTA analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	152
6.4.2. Batı Yamacı seramik bünyelerine ait TG-DTA analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	153
6.5. Yüzey/Arayüzey Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi	154
6.5.1. Megara kasesi bünyelerine ait FTIR analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	178
6.5.2. Batı Yamacı seramik bünyelerine ait FTIR analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	179
6.5.3. Megara kasesi seramikleri astar tabakalarına ait Raman analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	180
6.5.4. Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarına ait Raman analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	183
7. GENEL SONUÇLAR	185

İÇİNDEKİLER

KAYNAKLAR	188
Ek-1 Megara Kaseleri ve Batı Yamacı Seramikleri	195
Ek-2 Profil Çizimleri	201
Ek-3 Şarhöyük Kazı Alanı Plankareleri	207

ŞEKİLLER DİZİNİ

1.1. Şarhöyük'ün genel görünümü	2
6.1. 2008 yaz dönemi arkeolojik kazı çalışmalarında ele geçen üretim kalıbına ait (a) kalıp içi, (b) kalıp dışı resimleri ve (c) profil çizimi.....	42
6.2. M1 kodlu numuneye ait XRD paterni	44
6.3. M2 kodlu numuneye ait XRD paterni	44
6.4. M3 kodlu numuneye ait XRD paterni	45
6.5. M4 kodlu numuneye ait XRD paterni	45
6.6. M5 kodlu numuneye ait XRD paterni	46
6.7. M6 kodlu numuneye ait XRD paterni	46
6.8. M7 kodlu numuneye ait XRD paterni	47
6.9. M8 kodlu numuneye ait XRD paterni	47
6.10. M9 kodlu numuneye ait XRD paterni	48
6.11. M10 kodlu numuneye ait XRD paterni	48
6.12. M11 kodlu numuneye ait XRD paterni	49
6.13. M12 kodlu numuneye ait XRD paterni	49
6.14. M13 kodlu numuneye ait XRD paterni	50
6.15. M14 kodlu numuneye ait XRD paterni	50
6.16. M15 kodlu numuneye ait XRD paterni	51
6.17. M16 kodlu numuneye ait XRD paterni	51
6.18. M17 kodlu numuneye ait XRD paterni	52
6.19. M18 kodlu numuneye ait XRD paterni	52
6.20. M19 kodlu numuneye ait XRD paterni	53
6.21. M20 kodlu numuneye ait XRD paterni	53
6.22. M21 kodlu numuneye ait XRD paterni	54
6.23. M22 kodlu numuneye ait XRD paterni	54
6.24. M23 kodlu numuneye ait XRD paterni	55
6.25. M24 kodlu numuneye ait XRD paterni	55
6.26. M25 kodlu numuneye ait XRD paterni	56
6.27. M26 kodlu numuneye ait XRD paterni	56
6.28. B1 kodlu numuneye ait XRD paterni	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.29. B2 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	57
6.30. B3 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	58
6.31. B4 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	58
6.32. B5 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	59
6.33. B6 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	59
6.34. B7 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	60
6.35. B8 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	60
6.36. B9 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	61
6.37. B10 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	61
6.38. B11 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	62
6.39. B12 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	62
6.40. B13 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	63
6.41. B14 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	63
6.42. B15 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	64
6.43. B16 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	64
6.44. B17 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	65
6.45. B18 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	65
6.46. B20 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	66
6.47. B21 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	66
6.48. B22 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	67
6.49. B23 kodlu numuneye ait XRD paterni.....	67
6.50. M1 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	82
6.51. M1 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	82
6.52. M1 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	83
6.53. M4 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	84
6.54. M4 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.55. M4 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	85
6.56. M6 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	86
6.57. M6 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	86
6.58. M6 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	87
6.59. M10 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	88
6.60. M10 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	88
6.61. M10 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	89
6.62. M17 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	90
6.63. M17 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	90
6.64. M17 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	91
6.65. M19 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	92
6.66. M19 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	92
6.67. M19 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	93
6.68. M22 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	94
6.60. M22 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	94
6.70. M22 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	95
6.71. M23 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	96
6.72. M23 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.73. M23 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	97
6.74. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	98
6.75. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	98
6.76. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	99
6.77. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	100
6.78. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	100
6.79. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	101
6.80. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	102
6.81. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	102
6.82. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	103
6.83. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	104
6.84. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	104
6.85. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	105
6.86. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	106
6.87. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	106
6.88. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	107
6.89. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü.....	108
6.90. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.91. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	109
6.92. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü....	110
6.93. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	110
6.94. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	111
6.95. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü....	112
6.96. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	112
6.97. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	113
6.98. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü....	114
6.99. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	114
6.100. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	115
6.101. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü. 116	
6.102. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	116
6.103. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	117
6.104. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü. 118	
6.105. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	118
6.106. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	119
6.107. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü. 120	
6.108. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	120

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.109. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	121
6.110. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü. 122	
6.111. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	122
6.112. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	123
6.113. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü. 124	
6.114. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	124
6.115. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	125
6.116. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü. 126	
6.117. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü	126
6.118. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)	127
6.119. M1 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	141
6.120. M4 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	141
6.121. M6 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	142
6.122. M10 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	142
6.123. M17 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	143
6.124. M19 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	143
6.125. M22 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	144
6.126. M23 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	144
6.127. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	145
6.128. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	145

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.129. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	146
6.130. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	146
6.131. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	147
6.132. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	147
6.133. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	148
6.134. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	148
6.135. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	149
6.136. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	149
6.137. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	150
6.138. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	150
6.139. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	151
6.140. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	151
6.141. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı	152
6.142. M1 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	155
6.143. M4 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	155
6.144. M6 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	156
6.145. M10 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	156

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.146. M17 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	157
6.147. M19 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	157
6.148. M22 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	158
6.149. M23 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	158
6.150. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	159
6.151. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	159
6.152. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	160
6.153. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	160
6.154. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	161
6.155. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	161
6.156. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	162
6.157. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	162
6.158. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	163
6.159. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	163
6.160. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	164
6.161. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	164
6.162. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	165

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.163. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	165
6.164. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu	166
6.165. M1 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	166
6.166. M2 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	167
6.167. M3 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	167
6.168. M4 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	168
6.169. M5 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	168
6.170. M7 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	169
6.171. M9 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	169
6.172. M10 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	170
6.173. M11 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	170
6.174. M16 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	171
6.175. M19 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	171
6.176. M20 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	172
6.177. M21 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu	172

ŞEKİLLER DİZİNİ

6.178. M23 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	173
6.179. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	173
6.180. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	174
6.181. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	174
6.182. B5 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	175
6.183. B7 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	175
6.184. B12 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	176
6.185. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	176
6.186. B18 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	177
6.187. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	177
6.188. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili	
Raman spektrumu	178

ÇİZELGELER DİZİNİ

1.1. Malzeme karakterizasyonunda yaygın olarak kullanılan kimyasal karakterizasyon teknikleri	3
1.2. Malzeme karakterizasyonunda yaygın olarak kullanılan fiziksel karakterizasyon teknikleri	4
2.1. Bu çalışmada incelenen Megara kasesi parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü	8
2.2. Bu çalışmada incelenen Batı Yamacı seramiği parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü	14
6.1. M1, M2, M3, M4, M5 ve M6 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	27
6.2. M7, M8, M9, M10, M11 ve M12 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	28
6.3. M3, M14, M15, M16, M17 ve M18 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	29
6.4. M19, M20, M21, M22, M23 ve M24 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	30
6.5. M25 ve M26 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	31
6.6. B1, B2, B3, B4, B5 ve B6 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	32
6.7. B7, B8, B9, B10, B11 ve B12 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	33
6.8. B13, B14, B15, B16, B17 ve B18 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	34
6.9. B20, B21, B22 ve B23 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)	35
6.10. Megara kaseleri alkali+toprak alkali oksitler, demir oksit+TiO ₂ ve Al ₂ O ₃ +SiO ₂ ağırlıkça yüzdeleri (% ağı.)	36
6.11. Batı Yamacı seramikleri XRF sonuçlarındaki alkali+toprak alkali oksitler, demir oksit+TiO ₂ ve Al ₂ O ₃ +SiO ₂ ağırlıkça yüzdeleri (% ağı.) ...	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

6.12.	Megara kasesi ve Batı Yamacı seramik bünyelerine ait kimyasal analiz sonuçları ortalama değerlerinin karşılaştırılması (% ağı.)	40
6.13.	XRD analizlerinden elde edilen bulgular ışığında Megara kaseleri bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait gruplandırmalar.....	69
6.14.	XRD analizlerinden elde edilen bulgular ışığında Batı Yamacı seramikleri bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait gruplandırmalar	72
6.15.	XRD analizleri sonrasında Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramik bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait guruplandırmalar ve tahmini pişirim sıcaklıkları.....	74
6.16.	M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 ve M8 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	128
6.17.	M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M19 ve M20 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	129
6.18.	M21, M22, M23, M24, M25 ve M26 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	130
6.19.	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 ve B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	131
6.20.	B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B20 ve B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	132
6.21.	B22 ve B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	133
6.22.	M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 ve M8 kodlu Megara kasesi astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	134
6.23.	M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15 ve M16 kodlu Megara kasesi astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	135

ÇİZELGELER DİZİNİ

6.24.	M17, M18, M19, M20, M21, M22, M23, M24, M25 ve M26 kodlu Megara kasesi astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	136
6.25.	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 ve B8 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	137
6.26.	B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15 ve B16 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	138
6.27.	B17, B18, B20 B21, B22 ve B23 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.).....	139
6.28.	Bazı önemli mineral türlerinin karakteristik bantlarına ait dalga sayıları	179
6.29.	Bazı demir minerallerinin karakteristik Raman bantları (cm^{-1})	181
6.30.	Megara kasesi astar tabakalarına ait Raman spektrumlarından tespit edilen bileşenler.....	182
6.31.	Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarına ait Raman spektrumlarından tespit edilen bileşenler.....	183

1. GİRİŞ

Anadolu çağlar boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapmış coğrafi konumu itibari ile stratejik bir merkez olup, doğu ve batı kültürleri arasındaki köprü vazifesini günümüzde de sürdürmektedir. Bu medeniyetlere ait çok değişik zenginliklerden ahşap, kumaş, deri gibi eşyaların günümüze kadar pek azı korunarak ulaşabilmiştir. Günümüze kadar dayanabilmiş geçmiş medeniyetlere ait eserlerin başlıcaları mimari yapılar, heykeller, seramikler, metaller ve bunların üzerinde taşıdıkları sanatsal, edebi, felsefi ve mitolojik eserlerdir. Bu eserlerin değerlendirilebilmeleri için arkeoloji ve fen bilimlerinin çeşitli bilim dalları ile ortak çalışmalar şeklinde yapılan arkeometrik çalışmalar ülkemizde son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır. Arkeoloji ve malzeme bilimleri arasında arkeometrik bir çalışma niteliğinde gerçekleştirilen bu çalışma giderek yaygınlaşan zincirin küçük, ancak önemli bir halkası niteliğindedir.

Şarhöyük ören yeri, Eskişehir il merkezinin 3,5 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Burası, antik kaynaklara göre Eretrialı Doryleos tarafından kurulmuş olan bir Frigya kenti olup, günümüzde 17 m yüksekliği ve 450 m çapı ile Orta Anadolu'nun büyük höyüklerinden biridir. Şarhöyük (Dorylaion), iç Anadolu'nun Marmara Denizi'ne, Ege kıyılarına ve Akdeniz Bölgesi'ne açılan, birinci derecede önemli yolların kavşak noktasıdır. Eski kaynaklarda kaplıcalarıyla ünlü, ticaretle varlığa kavuşmuş bir şehir olarak anımsanmaktadır [1-7].

Buradaki arkeolojik kazılar, Kültür ve Turizm Bakanlığı ile Anadolu Üniversitesi adına, bu iki kurumun maddi ve lojistik desteği ile 1989 yılında başlamıştır. Çalışmalar, Anadolu Üniversitesi'nin Arkeoloji ve Tarih bölümlerinden öğretim elemanları ve stajyer öğrencilerin katılımı ile halen devam etmektedir. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular ışığında, höyükte Osmanlı, Bizans, Roma, Hellenistik, Klasik, Frig, Hitit ve yüzey malzemesinin gösterdiği üzere ilk Tunç Çağı kültürlerinin varlığı anlaşılmıştır. Bu çalışmada incelenen Megara kaseleri (kalıplı kaseler) ve Batı Yamacı seramikleri ise Dorylaion antik kenti Hellenistik dönem çanak çömlek repertuarının en seçkin örneklerini oluşturmaktadır.



Şekil 1.1. Şarhöyük'ün genel görünümü

Arkeolojik malzemelerin ilk analitik çalışmaları 18. yüzyılda rönesans döneminde İtalya'da kral III. George'un ölçüm uzmanı Alchorn'un İrlanda bronz çağı kılıçlarını analiz etmesi ile başlamaktadır. Ünlü bir kimyacı olan Martin Klaproth 1798 yılında Roma dönemi cam ve bronz aynalarının kimyasal analizlerini yayınlamıştır. Michael Faraday ve Humprey Davy gibi diğer seçkin bilim adamları arkeolojik malzemelerin ilk analitik incelemelerini gerçekleştirmişlerdir. Davy Mısır mavisi ve kırmızı emaye ile mühürlenmiş opak kırmızı bir vitrifiye malzemenin kimyasal analizlerini gerçekleştirmiştir. Bununla birlikte 1970'li yılların ilk döneminde bile uygun olmayan örnekleme yöntemlerinin kullanılması nedeniyle bu analizlerin doğruluk dereceleri hakkında şüpheler bulunmaktaydı [8]. Günümüzde ise teknolojinin gelişimi doğrultusunda birçok analiz tekniği mevcuttur. Arkeolojik öneme sahip herhangi bir nesnenin analiz sürecinde temel hedef tahribatsız yöntemler kullanılması veya tahribatın kaçınılmaz olduğu durumlarda ise bunun asgari düzeyde olmasıdır. Gerçekleştirilmesi düşünülen analiz türleri arkeolojik bir sorunun çözümüne paralel olarak numune veya malzemenin bu analiz türüne imkan verip vermemesi ile belirlenmektedir. Bu nedenle arkeometrik çalışmalarda kullanılabilecek analiz tekniklerinde belirli bir sınırlama yoktur. Çizelge 1.1 ve 1.2'de sırasıyla malzeme

karakterizasyonunda yaygın olarak kullanılan çeşitli fiziksel ve kimyasal analiz türleri görülmektedir.

Çizelge 1.1. Malzeme karakterizasyonunda yaygın olarak kullanılan kimyasal karakterizasyon teknikleri [9]

Karakteristik	Karakterizasyon Aracı
Kimyasal ve faz analizi	-İndüktif çift plazma emisyon spektroskopisi (ICP) -Yaş kimyasal analiz -Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS) -X-ışını difraksiyonu (XRD) -X-ışını floresansı (XRF) -Nötron aktivasyon analizi (NAA)
Safsızlık miktarı/ Konsantrasyon	-İndüktif çift plazma emisyon spektroskopisi (ICP) -Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS)
Elementel dağılım/ Bölgesel kimyasal bileşim	-Optik mikroskop (OM) -Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji saçınımli X-ışını spektroskopi (EDS) veya dalga boyu saçınımli X-ışını spektroskopi (WDS) -Elektron prob mikroanaliz (EPMA) -Geçirimli elektron mikroskobu (TEM) -Analitik elektron mikroskobu (AEM) -Taramalı TEM (STEM) EDS ve elektron enerji kayıp spektroskopisi (EELS) -X-ışını absorpsiyon spektroskopisi (XAS)
Yüzey/ Arayüzey kimyası	-X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS, ESCA) -Auger elektron spektroskopisi (AES) -İkinci iyon kütle spektroskopisi (SIMS) -İyon saçınım spektroskopisi (ISS) -Ultraviyole fotoelektron spektroskopisi (UPS) -Kızılötesi spektroskopisi (IR) -Raman spektroskopisi
Isıl analizler	-Termomekanik analiz (TMA) -Dilatometre -Termogravimetrik analiz (TGA) -Diferansiyel termal analiz (DTA) -Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) -Gaz kromatografi/kütle spektroskopisi (GC/MS)

Çizelge 1.2. Malzeme karakterizasyonunda yaygın olarak kullanılan fiziksel karakterizasyon teknikleri [9]

Karakteristik	Karakterizasyon Aracı
Yoğunluk	-Boyut ve kütle ile yoğunluk -Hidrostatik ağırlık (Arşimed metodu) -Piknometre -Ağır sıvılarla karşılaştırma
Yoğunlaşma	-Termomekanik analiz (TMA) -Dilatometre
Porozite	-Civa porozimetresi
Yüzey alanı/ Porozite	-BET gaz adsorpsiyon -Geçirgenlik -Küçük açı nötron saçınımı (SANS) -Küçük açı X-ışını saçınımı (SAXS)
Yoğunluk homojenitesi	-Civa porozimetresi -Optik mikroskop -Taramalı elektron mikroskobu (SEM) -X-ışını radyografisi -Ultrasound -Manyetik rezonans görüntüleme (MRI) -Kalıp penetrasyonu
Tane boyutu, dağılımı, morfolojisi, ve dokusu	-Optik mikroskop (OM) ve kantitatif stereoloji -Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve kantitatif stereoloji -Geçirimli elektron mikroskobu (TEM) -Taramalı geçirimli elektron mikroskobu (STEM) -X-ışını difraksiyonu (XRD)
Faz tanımlama/ Moleküler yapı	-X-ışını difraksiyonu (XRD) -Elektron difraksiyon (ED) -Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) -Raman spektroskopisi -Genişletilmiş X-ışını analiz ince yapı (EXAFS) -Nötron difraksiyonu
Termal olaylar (faz geçişleri ve dönüşümleri)	-Diferansiyel termal analiz (DTA) -Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) -Termomekanik analiz (TMA) -Dilatometre

Tarihi öneme sahip seramik malzemelerin arkeometrik çalışmalarında aydınlatılması istenen sorular genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Nasıl yapılmıştı?
- Kullanılan hammaddeler nelerdi?

-Nerede yapılmıştı?

-Ne zaman üretilmiřti?

Bu soruların cevaplandırılması için arkeometrik çalışma başlıkları ise aşağıdaki gibi sıralabilir;

-Teknoloji,

-Provenans ve

-Tarihlendirme.

Mevcut çalışma, Dorylaion antik kenti kazı çalışmalarında bulunan Megara kasesi ve Batı Yamacı seramiklerinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesine yöneliktir. Bu bağlamda; dalga boyu saçınımlı X-ışını floresansı (WDXRF) yöntemi ile bünyelere ait kimyasal kompozisyonlar, X-ışını difraksiyonu (XRD) yöntemi ile bünyelere ait mineralojik ve faz bileşimleri, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve buna bağılı enerji saçınımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) ile bünye ve astar tabakalarının sırasıyla mikroyapısal ve mikrokimyasal karakteristikleri, Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ile bünyelere ait mineralojik ve faz bileşimleri, termogravimetri ve diferansiyel termal analiz (TG-DTA) teknikleri ile bünyelere ait ısı davranışlar ve mikro-Raman analiz tekniğı ile ise astar tabakalarındaki mineralojik ve faz bileşimleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında üretim sürecine yönelik olarak, kullanılan hammaddeler, pişirim sıcaklıkları ve atmosferi gibi çeşitli teknolojik parametreler aydınlatılmaya çalışılmıştır.

2. ÇALIŞMALARDA İNCELENEN BULUNTULAR

Bu çalışmada Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramiklerinin inceleme konusu olarak seçilmesinin temel nedeni, bu kapların Hellenistik dönemin moda içki kabı olarak Akdeniz havzasında yaygın bir kullanım sahasına sahip olmasıdır. Bu dönemde yerel üretimler olarak tüm Akdeniz bölgesinde taklit edilen Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramikleri üzerinde yapılacak olan arkeometrik incelemelerin sonuçları, özellikle Eski Çağ dünyasında bölgeler arasındaki seramik ticareti ilişkilerinin boyutlarının, ana üretim merkezlerinin ve üretim tekniklerinin öğrenilmesine büyük katkılar sağlayacaktır.

2.1. Megara Kaseleri

Megara kaseleri, Hellenistik çağda Akdeniz havzasında çok rağbette olan ve büyük bir olasılıkla günümüzdeki şarap kadehlerinin yerini tutan pişmiş toprak kaselerdir. Kalıpta yapılan kaseler, hemen hemen yarım küre formundadır ve kaidesizdir. Dış yüzleri bitkisel ya da figüratif kabartma bezeme ile tamamen bezenmiştir. Antik Yunan dünyasında “Hemitomos” olarak adlandırılan kaplar, ilk kez M.Ö. 3. yüzyılın ortalarından itibaren Atina’da çömlekçiler tarafından üretilmeye başlamıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar bu kaselerin bir gelişim süreci geçirmeden, yeni bir buluş olarak Atina’da birdenbire ortaya çıktığını ve prototiplerinin altın, gümüş gibi metal kaseler olduğunu açıkça göstermiştir [10]. Pişmiş toprak Megara kaseleri, metal prototiplerine göre çok daha ucuz olmaları ve kolay temin edilebilmeleri nedeniyle halkın büyük beğenisini kazanmış ve kısa bir süre içinde Atina sınırlarının dışına taşarak M.Ö. 2. yüzyılda yerel üretimler olarak tüm Akdeniz bölgesinde taklit edilmeye başlamıştır.

Bünye, form ve bezeme bakımından farklılıklar gösteren yerel üretim kaseler, Corinth ve Sparta’dan sonra ilk olarak M.Ö. 2. yüzyılın başlarında Anadolu’daki atölyelerde üretilmiştir [11-19]. Batı Anadolu kıyılarında Bergama, Kyme, Efes, Priene, Milet, Knidos, güneyde Tarsus ve güneydoğu Anadolu’da Antiochia Megara kaselerinin üretildiği önemli merkezlerdir. Yakın dönemde yapılan araştırmalar, üretim merkezinin Delos adası olduğu düşünülen “Delos”

denilen kalıplı kaselerin, aslında Batı Anadolu'daki atölyelerde üretilip Delos adası üzerinden ihraç edildiğini ve Delos'un bir ticaret limanı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu kaseler tüm Akdeniz havzasına ve Karadeniz'e dağılmıştır. M.Ö. 1. yüzyılın ortalarına doğru bir çok yerleşmede Megara kaselerinin üretimi sona ermiştir. Ancak, bir istisna olarak Antioch'da üretim, formlarda ve bezemede bozulmalar olmakla birlikte M.S. 1. yüzyıla kadar devam etmiştir. Megara kaselerinin yapım tekniği, farklı bilim adamları tarafından araştırılmış ve bu konuda ayrıntılı bilgiler veren çalışmalar yapılmıştır [11, 13, 19]. Kazılarda ele geçen pişmiş toprak kalıplar ve damgalar, konunun aydınlatılmasında birinci derecede rol oynamışlardır [11, 20]. Bu işlemde öncelikle kaseler için ana kalıplar üretilir. Hazırlanan kil hamur, çarkta çekilerek ana kalıba form verilir. Henüz yaş olan kalıbın iç kısmına pişmiş toprak damgalar bastırılarak istenilen bezeme elde edilir. Bezemeler, kap yüzeyinde uygulandıkları yere göre Retroff tarafından, madalyon, calyx, gövde ve bordur bezemesi olarak isimlendirilmiştir [11]. Bezeme işleminde önce dip ve kenar bordürü sınırlaması yapılır, calyx ve gövde kısmı boş olan alanlara yerleştirilir. Kasenin dibinde yer alan madalyon ve gövde ile ağız kısmını ayıran bordur bezemesi, genellikle kabartma iki çizgi ile sınırlandırılır. Kabartma ve oyma çizgiler, bitkisel motiflerde filizler çoğu kez elle detaylandırılır. Bu şekilde hazırlanan ana kalıplar pişirilir. Daha sonra bu kalıplar kullanılarak seri üretime geçilir. Bunun için çömlekçi önce kase yapımı için hazırladığı hamuru kalıbın içine bastırarak parmakları ile hamurun bezemelerin boşluklarına tamamen nüfus etmesini sağlar, sonra kalıp içindeki hamuru çarkta döndürerek kasenin iç kısmını düzeltir. Bu işlemlerin tamamlanmasından sonra bir süre kurumaya bırakılan kalıptaki kase, kilin bir miktar çekmesi ile kalıptan ayrılır, içi ve dışı sırlandıktan sonra çömlekçi fırınlarında pişirilir.

Şarhöyük'te 1989 yılından itibaren sürdürülen arkeolojik kazılarda henüz tüm bir Megara kasesi örneği ele geçirilememiştir. Buna karşın 1989-2006 yılları arasındaki çalışmalarda, bu kaplara ait çok sayıda kabartmalı parça bulunmuştur. Parçaların bir bölümü höyüğün yüzeyinde, yada yüzeye yakın dolgu toprak içinde ele geçmiştir. Çoğu parça ise Hellenistik tabakanın dolgusu içinde bulunmuştur.

Karakterizasyon çalışmalarında incelenen Megara kaselerine ait temsili resimler Ek-1'de verilmektedir. Mevcut Şarhöyük Megara kasesi bünyeleri,

genellikle ince taneli yapıya sahiptir. Bünye renkleri devetüyü, pembe-devetüyü, kırmızı-devetüyü ve gri tonlarındadır. Gri bünye üzerine yarı mat ve mat, koyu gri ve siyah, kırmızı-devetüyü bünye üzerine parlak ve yarı mat, alacalı kırmızı-kahverengi, devetüyü ve kırmızı-devetüyü bünye üzerine mat ve yarı mat, kırmızı ve koyu portakal renklerde astar uygulanmıştır [21]. Kaseler düz, hafif dışa çekik yada içe dönük ağız kenarlı ve yaklaşık yarım küre formundadırlar. Ağız çapları 14-16 cm arasında değişmektedir. Mevcut parçalardan kase yüksekliğini saptamak mümkün değildir.

Kil, sır, form gibi özellikler bu kapların sınıflandırılmasında belli ölçüde etkilidir. Bu nedenle Megara kaseleri, konunun uzmanları tarafından bezemelerine göre guruplandırılmışlardır. Şarhöyük Megara kaseleri Rotroff'un sınıflaması baz alındığında bezemelerine göre: dam kiremit, desenli kaseler, bitki desenli kaseler, figürlü kaseler, uzun taç yapraklı (petalli) kaseler ve iç içe yarım daire desenli kaseler (Makedonya kaseleri) olmak üzere 5 guruba ayrılırlar [21]. Çizelge 2.1'de Bu çalışmada incelenen Megara kasesi parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü verilmektedir.

Çizelge 2.1. Bu çalışmada incelenen Megara kasesi parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü

Deneysel Kod	Buluntu Yeri, Yılı ve Arkeolojik Kodu	Parça Türü
M1	Şarhöyük, 1989, S24, ABEL	Kase ağız parçası
M2	Şarhöyük, 1991, N22b, AABP	Kase ağız parçası
M3	Şarhöyük, 1989, ABDU	Kase ağız parçası
M4	Şarhöyük, 2000, S24, ABHD Genel temizlikte yüzey buluntusu	Kase ağız parçası
M5	Şarhöyük, 1989, S24, ABEK	Kase ağız parçası
M6	Şarhöyük, 1989, S24, ABEJ	Kase gövde parçası
M7	Şarhöyük, 1995, I14d, AAMB	Kase ağız parçası

Çizelge 2.1 (Devam). Bu çalışmada incelenen Megara kasesi parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü

Deneysel Kod	Buluntu Yeri, Yılı ve Arkeolojik Kodu	Parça Türü
M8	Şarhöyük, 2000, doğu kesim yüzeyinden, AACG	Kase ağız parçası
M9	Şarhöyük, 1991, I14a, AABH yüzey toprağı	Kase ağız parçası
M10	Şarhöyük, 2000, yüzey buluntusu	Kase ağız parçası
M11	Şarhöyük, 1991, I14a, AABH yüzey yoprağı	Kase gövde parçası
M12	Şarhöyük, 1991, N22, AAAJ	Kase dip parçası
M13	Şarhöyük, 1989, S24, ABEJ	Kase ağız parçası
M14	Şarhöyük, 1995, I14b, AAKU toprak içi	Kase dip parçası
M15	Şarhöyük, 2000, yüzey buluntusu	Kase ağız parçası
M16	Şarhöyük, 2005, S24, ACCJ genel temizlikte yüzey buluntusu	Kase ağız parçası
M17	Şarhöyük, 2005, J15d, ACFR	Kase ağız parçası
M18	Şarhöyük, 2005, J15b, ACFT çukur içi	Kase dip parçası
M19	Şarhöyük, 2005, T24d, ACFC	Kase ağız parçası
M20	Şarhöyük, 2005, T24c+d, ACCN yüzey toprağı kazılması	Kase gövde parçası
M21	Karatuzla, 2001, yüzey buluntusu	Kase ağız parçası
M22	Emircik, 2001, yüzey buluntusu	Kase gövde parçası
M23	Emircik, 2001, yüzey buluntusu	Kase ağız parçası
M24	Emircik, 2001, yüzey buluntusu	Kase gövde parçası
M25	Karatuzla, 2001, AAC, yüzey buluntusu	Kase ağız parçası
M26	Kozkayı, 2001, yüzey buluntusu	Kase ağız parçası

2.2. Batı Yamacı Seramikleri

Batı Yamacı seramikleri, Hellenistik dönemdeki boyalı kap guruplarının en önemli ve döneminin moda seramik gurubunu oluşturmaktadır. Çeşitli formlarda üretilen bu seramikler ilk kez Atina Akropolünün batı yamacında,

Areopagus'un güneyinde W. Doerpfeld'in kazıları sırasında bulunmuştur. İlk olarak Carl Watzinger, müzelerde bulunan benzer vazoları da bu grupta toplamış ve bu seramiklerin tekniğini, motiflerini, formlarını ve kronolojisini araştırmıştır [21, 22]. Bu kaplar isimlerini ilk bulundukları akropolün batı yamacından almış ve arkeoloji literatürüne "Westabhang Keramik" olarak girmiştir. Ancak bu seramikler için farklı terimlerin de kullanıldığı görülmektedir. F.F. Jones, Tarsus Gözlükule'de bulunan aynı guruba ait Hellenistik seramiği "Süslü Glazürlü Kaplar (Decorated Glazed Ware)" olarak isimlendirmiştir [23]. Batı Yamacı seramiği olarak adlandırılan bu kaplar, Hellenistik dönem boyunca doğu Akdeniz ve çevresinde görülmektedir [23-25]. Güney Rusya'daki kazılarda da bu seramik gurubuna ait örnekler ele geçmiştir.

M.Ö. 6. yüzyılın sonundan M.Ö. 4. yüzyıl sonlarına kadar olan zaman diliminde Atina'lı çömlekçi ve ressamlar kırmızı figür tekniğinde eserler vermişlerdir. Bu iki yüzyıl içinde teknik ve stillerini sürekli geliştirmişler ve M.Ö. 4. yüzyılın sonlarında yeni türleri ortaya koymaya başlamışlardır. Hellenistik dönemde başlayan yeni türlerin en önemlilerinden birisi de Batı Yamacı kaplarıdır. Bu yeni stil M.Ö. 4. yüzyılın sonlarına doğru kırmızı figür tekniğinin devam ettiği ancak dejenerasyona uğradığı sıralarda ortaya çıkmış, üretimi iki yüzyıl devam etmiştir. Bununla birlikte, Batı yamacı seramiğinin üretimi M.Ö. 2. yüzyılın başlarında yavaş yavaş bitmiştir [1].

Kırmızı figür tekniğinin azalmaya başladığı dönemde kap dekorasyonunda ortaya çıkan popüler tip, siyah astar üzerine beyaz, sarı ve kırmızı ile boyanmış süslemelerdir. İtalya'da Gnathia çanak çömleği bu tipin en iyi örneklerini teşkil eder ve Yunanistan'da bu tip kapların benzeri "Batı Yamacı Seramiği" olarak adlandırılır. Bu teknik yeni değildir, arkaik dönem özelliklerinin Hellenistik dönem zevkine uydurulmasıdır. Bu teknik daha güçlü bir etki yaratmak için sarı ve beyaz renklerin eklendiği kırmızı figürlü vazolar gibi birdenbire ortaya çıkmamıştır.

M.Ö. 5 yüzyılın sonları ve sonraki yüzyıl boyunca Attika'da, siyah astarlı kaplarda özellikle hydriaların, kraterlerin, kantharosların boyunlarında büyük ilerleme kaydedilmiştir. Kaselerin iç kısımlarında, kapların boyunlarında beyaz ve sarı ek boyayla yapılmış bezemeler, kırmızı figür döneminde koyu zemin üzerine

uygulanmıştır. Kapların güzelliğini sağlayan bezeme devam etmiştir ancak, yeni olarak zengin siyah astar ve ışık-gölge oyunu yaratmak için kullanılan derin çizikler eklenmiştir. Bu yenilikler renklerin kontrastını sağlamaya yardımcı olmaktadır.

Batı Yamacı seramiği, biçimlerini ve motiflerini kendinden önce gelen “Gold-Decorated”den de miras almıştır. Fakat, çok geçmeden geniş yeni bir repertuar gelişmiştir. M.Ö. 4. yüzyıldaki “Gold-Decorated” kapları yüksek kaliteli siyah astarlı kaplardır. Süslemeleri narin, parlak, yıldızlı motiflerdir. Zamanla birçok örnekte yıldızlı parlak motifler ortadan kalkmaya başlamıştır. Büyük olasılıkla, ekonomik nedenlerden dolayı parlak süslemeler kademeli olarak yapılmamaya ve beyaz boya bu kapları canlandırmak için kullanılmaya başlamıştır. Böylece Batı Yamacı süslemesine doğru ilerleme görülmüştür [15].

M.Ö. 4. yüzyılın sonuna doğru Atina’da kırmızı figür stili tamamen bozulunca ve Attika’lı ve Atina’lı çömlekçiler temel dekorasyonda yeni temalar yaratmakta zorlanınca, uzun süre kullandıkları bu metodu daha ikincil olan küçük kaplarda kullanmaya başlamışlardır. Bugün “Batı Yamacı” olarak ifade edilen seramiğin tam olarak ne zaman başladığını söylemek zordur. Ancak tahmini olarak amfora gibi kaplarda temel süsleme aracı olarak inceltilmiş kil ve beyaz boyanın ilk kullanımı milat olarak kabul edilebilir. Bu dönemde daha küçük kaplar bir yüzyıl öncesinde olduğu gibi hala basit çelenk motifleriyle süslenmeye devam edilmektedir [26].

Batı Yamacı seramiği bünyelerinin rengi genelde parlak kırmızımtırak, kahverengi, parlak kahverengi yada pembedir. Kapların dışı siyah astarla kaplanmıştır. Kaplar siyah astarla kaplanıp, perdahlandıktan sonra metalik bir görünüm almaktadır. Batı Yamacı dekorasyonu daha çok renk kontrastlarına dayanmaktadır. Bu renk kontrastını sağlamak için en uygunu koyu siyah bir zemindir. M.Ö. 4. yüzyılın karakteristik astarı zengin ve parlak bir özelliktedir. Bu astar kırmızı renkte piştiği alanlarda bile güzel ve sağlam bir görünümündedir. M.Ö. 4. yüzyılın sonlarında, bu yüzyılın karakteristik siyah astarıyla kaplanmıştır. M.Ö. 3. yüzyılın sonlarına doğru kapların astarlarında incelmeye kaydedilmiştir. Ancak, yüzeye yine metalik parlaklık kazandırılmıştır. M.Ö. 2. yüzyılın ortalarından M.Ö. erken 1. yüzyıla kadar olan süreçte ise kapların astarları iyice

incelmiştir. Çömlekçiler önceleri metal ustalarıyla rekabet halinde olduğundan ürettiği pişmiş toprak kaplarda metal etkisi yaratabilmek için astarı bol miktarda kullanmışlardır. Fakat astar kullanımı giderek Hellenistik dönemin tüm çömlekçileri tarafından tercih edilmeye başlamış ve eski popülaritesini kaybetmiştir. Bununla beraber metalik parlaklık yerini daha mat bir renge bırakmış ve astar miktarı azalmıştır. Ama yinede kabın astarının parlaklığına bakarak kesin bir tarihleme yapmak söz konusu değildir.

Batı Yamacı seramiklerini karakterize eden en önemli unsur, kabın astarı üzerine beyaz yada portakal sarısı renkte, muhtemelen kabın kendisinin yapıldığı sulandırılmış çamurla oluşturulan boya ile yapılmış defne yada sarmaşık çelengi gibi bitki süslerinin, pendantların, ayrıca kazıma tekniği ile kabın astarının çizilerek bu bitki süslerini tamamlayan dallar yada çeşitli geometrik süslerdir. Böylece siyah veya koyu renkteki zemin ile beyaz renkteki süslerin birbiriyle oluşturduğu zıtlık Batı Yamacı seramiklerinin en dikkat çekici özelliği haline gelmektedir.

Batı Yamacı bezemesinde üç öge temel ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; bir fırçayla, çubukla veya muhtemelen bir tüple uygulanan inceltilmiş kil, koyu beyaz boya ve kazımadır. Beyaz boyanın kullanımı sadece Batı Yamacı seramiğinin öncül örneklerinde gördüğümüz meyve veya çiçeklerden değil, aynı zamanda geç dönem kırmızı figür kaplarından da tanındıktır. Daha sonra dekoratif motifler baskın şekilde geometrik motifler haline gelince beyaz boya sarı kil kadar vazgeçilmez olmuş, bu ikisi farklı motifler yaratmada kullanılmışlardır. Bunlar; yıldız, rozet, noktalar kümesi, küçülen dörtgenler, dama tahtası frizidir. Ancak beyaz boya, sonraki dönemde ayrıca gırlantların ikili saplarını doldurmak yada üzerinde boyalı pendantların asılı olduğu zincirler gibi daha natüralistlik figürler için de kullanılmıştır.

Başlarda kazıma yöntemi M.Ö. 4. yüzyıl sonlarına kadar az miktarda kapların dip, omuz veya dudak kısmının altında bir çizgi belirtmek amacıyla kullanılmıştır. Kazıma önce nadiren görünmekle birlikte, daha sonra yavaş yavaş ön plana çıkmaya başlamış ve sonunda bütün bir dekorasyon için kullanılmaya başlamıştır. M.Ö. 2. yüzyılın sonunda ve M.Ö. 1. yüzyılın başlangıcında kazıma tekniği çok geniş alana yayılmıştır. Kaplar astarla kaplandıktan sonra kazıma

yöntemi uygulanmıştır. Kazıma yöntemiyle süsleme genelde bir kapta kombine olarak görülmektedir. Bunun dışında ise süsleme için zıt renkler kullanılmıştır.

Batı Yamacı seramikleri, killerin ve astarlarının rengine göre iki guruba ayrılabilir; bunlardan ilk guruba giren örneklerde kabın kili açık devetüyü, gri renkte olan ve zemini mat siyah renkte bir astarla kaplanmıştır. İkinci grupta ise, bu kez vazoun kilinin çoğu zaman açık kiremit rengine olduğu, zemininde yine açık veya kiremit kırmızısı bir astarla kaplanarak pürüzsüz bir yüzey elde edilmiştir. Bu ikinci tip kırmızı astarlılara, üzerlerinde görülen benek süslerinden dolayı “motted oliver” adı verilmiştir. Ancak bu tip arasında, zeminleri siyahtan çok renkleri koyu kahverengiden kırmızımsı kahverengine kadar değışen tonlarda Tarsus olarak ta bilinen bir grup daha vardır. Bunlar muhtemelen, Attika’nın mat siyah astarlı Batı Yamacı vazolarının yerel taklidi ve kabın siyahlaştırılması tekniğı hakkında yeteri kadar deneyimi olmayan Attika ve Yunanistan dışındaki Anadolu atölyelerinin ürünleridir.

İlk guruba giren Batı Yamacı seramiklerinin siyah astarlı olanlarının M.Ö. 5. ve 4. yüzyıldaki süssüz siyah astarlı kaplarla benzerliğı dikkate değerdir. Rotroff, ikinci guruba giren kırmızı astarlı Batı Yamacı seramiklerinin ortaya çıkışının doğu sigillatalarının, özellikle DSA gurubunun ortaya çıkışıyla özdeşleştirmiş ve bunları M.Ö. 2. yüzyılın ortalarından sonraya tarihlemiştir [26]. DSA gurubu kaplarının ilk üretim yeri Anadolu, özellikle güney veya Güneydoğu Anadolu olduğu savunulduğu için ve kırmızı astarlı Batı Yamacı seramiklerinin Anadolu’da Hellas’tan daha yaygın olduğu dikkate alındığında, hem böyle bir ilişkinin varlığı, hem de bunların Anadolu atölyelerinde üretilmiş ve buradan yayılmış olduğu sonucuna varılabilir. Çeşitli kazılardan sağlanan verilere göre Batı Yamacı seramikleri en geç M.Ö. 4. yüzyılın sonlarında yapılmaya başlanmıştır. Atina Agorası kazılarında elde edilen buluntular, bunların M.Ö. 1. yüzyıla kadar kullanıldığını göstermektedir. Ancak ne agorada ne de başka merkezlerde bunların sözü edilen üç yüzyıl içerisinde ne tür gelişim gösterdiği ve yapıldığı dönemlerdeki kronolojisi tespit edilebilmiş değildir. Çünkü Hellenistik dönemde yapılan diğer kap guruplarında da olduğu gibi Batı Yamacı seramiklerinin şekil ve süs yönünden gelişimini veya değişimini ortaya koyan kesin kriterler bulunmamaktadır.

Watzinger 1901’de bu konu hakkında yazdığı makalesinde, Batı Yamacı seramiğinin kökeni konusunu cevaplanamamış bir soru olarak bırakmış, ancak başlangıç yerini küçük Asya olarak belirtmiştir [21]. Corinth’deki son kazılar, Atina üretimi olmayan kaliteli benzer seramik türlerine ışık tutmuştur. Bunların çok az bir kısmı Corinth’den gelmiş olma olasılığına sahiptir. Bu durum, başka üretim merkezlerinin bulunduğu kanısını desteklemektedir. Başka şehirlerdeki ilgili kazılar ve yayınlar ışığında bir genelleme yapmak zordur. Diğer yandan, bu seramiğin üretim miktarı konusunda hiçbir Akdeniz şehrinin Atina ile rekabet edemediğini belirtmek mümkündür.

Şarhöyük’de devam eden çalışmalarda tüm olmamakla birlikte Batı Yamacı seramiğinin güzel örnekleri Hellenistik dönem tabakalarında parçalar halinde ele geçmiştir. Sarmaşık yaprağı, damla, içi noktalı daire, asılı feston, kertik motifleri ile bezenmiş olan bu seramiklerin büyük bir bölümü içki ve karıştırma kaplarına aittir. Çalışmalarda incelenen Batı Yamacı seramik parçalarına ait temsili resimler Ek-1’de verilmektedir. Çizelge 2.2’de Batı Yamacı seramiği parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü görülmektedir.

Çizelge 2.2. Bu çalışmada incelenen Batı Yamacı seramiği parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü

Deneysel Kod	Buluntu Yeri, Yılı ve Arkeolojik Kodu	Parça Türü
B1	Şarhöyük, 2000, I13D, ABFH	Gövde Parçası
B2	Şarhöyük, 2000, I13D, ABIP	Kulp Parçası
B3	Şarhöyük, 1994, M22 yüzey, AAJA	Gövde Parçası
B4	Şarhöyük, 1995, yüzey, AAKB	Gövde Parçası
B5	Şarhöyük, 1990, R7, AAZP	Gövde Parçası
B6	Şarhöyük, 1990, R7, AAZJ	Gövde Parçası
B7	Şarhöyük, 1993, N22A, AAED	Gövde Parçası
B8	Şarhöyük, 1990, S24, AAZA	Gövde Parçası
B9	Şarhöyük, 2003, yüzey	Gövde Parçası

Çizelge 2.2. (Devam). Bu çalışmada incelenen Batı Yamacı seramiği parçalarının deneysel kodu, buluntu yeri, yılı, arkeolojik kodu ve parça türü

Deneysel Kod	Buluntu Yeri, Yılı ve Arkeolojik Kodu	Parça Türü
B10	Şarhöyük, 1999, I14, AAHO	Gövde Parçası
B11	Şarhöyük, 2005, T24A+B, ACDP	Gövde Parçası
B12	Şarhöyük, 1997, S24, AADK	Gövde Parçası
B13	Şarhöyük, 1997, S24, AAPR	Gövde Parçası
B14	Şarhöyük, 1998, S24, AAVA	Gövde Parçası
B15	Şarhöyük, 1997, S24C+D, AASD	Kulp Parçası
B16	Şarhöyük, 1992, I13C, AADP	Kulp Parçası
B17	Şarhöyük, 2000, I13D, ABIZ	Gövde Parçası
B18	Kozkayı, 1997, yüzey	Gövde Parçası
B19	Şarhöyük, 2001, yüzey, ABLY	Gövde Parçası
B20	Şarhöyük, 1998, S24, AAVM	Gövde Parçası
B21	Şarhöyük, 1999, I13C, ABCM	Kulp Parçası
B22	Şarhöyük, 2005, T24A, ACFV	Kulp Parçası
B23	Şarhöyük, 1999, I13C, ABCL	Kulp Parçası

3. ŞARHÖYÜK'E AİT BAZI BULUNTULARIN ARKEOMETRİK İNCELEMELERİ

Önemli bir noktada bulunan antik kent ile ilgili olarak arkeometrik alanda yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bunlardan bir tanesi Kara ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Şarhöyük'ten farklı kazı sezonlarında ortaya çıkartılan Hitit ve Frig dönemine ait bazı seramik buluntulardan uygun seramografik yöntemler kullanılarak temsili numuneler alınmış ve bu numunelerin mineralojik ve kimyasal analizleri X-ışınları difraksiyonu (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve mikroanaliz (EDX) teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numuneler mineralojik olarak incelendiğinde kuvars, albit, kalsit, mikroklin, illit, montmorillonit ve hematit içerdikleri görülmüş, 700-900 °C arasında değişen pişirim sıcaklıkları öngörülmüştür [27].

Diğer bir çalışma ise Tuğrul ve Darga tarafından gerçekleştirilen bir Hitit mühür baskısının tahribatsız muayene metodları ile incelenmesidir. Bu çalışmada radyografi yöntemi ile görüntüsü bilgisayar ortamına alınan mühür yüzeyinin incelenmesi sonucunda Hitit kraliyet ailesinden kime ait olduğu okunabilen harflerin yetersiz kalması nedeniyle mümkün olmamış, ancak bir harfin daha okunabilmesi ile mühür daha fazla bilgi verecek duruma getirilmiştir [28].

Bu iki çalışma dışında Şarhöyük ile ilgili yerli ve yabancı literatürde arkeometrik çalışma örneği bulunmamaktadır.

4. KONU İLE İLGİLİ DİĞER ÇALIŞMALAR

Şekillendirilebilme açısından yeterli plastikliğe sahip, kuruma ve pişme sırasındaki küçülmelerden dolayı çatlak içermeyen, pişme rengi açısından hedeflenen rengin pişirim sonrası elde edilebildiği, düşük sıcaklıkta sinterlenebilen, kullanım amacına bağlı olarak su emme, mukavemet, ısıl şok direnci gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikler açısından bünye oluşturmada yeterli hammaddelerin kullanımı makro açıdan çanak çömlek üretimi için temel kriterleri oluşturmaktadır.

Çanak çömlek yapımında pişirim ile oluşan mineraller, kilde mevcut mineral fazlarının dönüşümü ve/veya dekompozisyonu ve fazların tane sınırları boyunca (örneğin; kil matrisi içinde kalsit ve kuvars arasındaki reaksiyonlar) oluşur. Mineral fazlarının oluşması pişme sıcaklığı ve içinde bulundukları lokal bölgenin kompozisyonu ile ilgilidir. Pişirim ile oluşan fazların mikroyapısal ilişkileri kil matrisi mineral fazlarındaki dönüşüm ve mineral fazları ve kil matrisi arasındaki sınırlarda oluşan reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır.

Pişme sıcaklığının yükselmesi aşağıdaki etkileri oluşturmaktadır;

- Kil matrisi ve taneler arasında ilerleyerek artan etkileşme oluşturmaktadır.
- Mineral fazlarının şekil değişikliği olmaktadır.
- Kil matrisinde agregasyon oranının artması ile ikincil porozitelerin oluşumu gerçekleşmektedir.
- Taneler arası köprülenmeler oluşmaktadır.

Killerin mineralojik bileşimi yukarıdaki dönüşümlerin gerçekleşme türü açısından belirleyici özelliğe sahiptir. Kalsiyumca zengin killerde kalsiyumca zayıf olan killere göre mikroyapısal dönüşümler daha belirgin ve düşük sıcaklıklarda (850 °C) oluşmaktadır. Yaklaşık 1050 °C'ye ulaşıldığı zaman mikroyapısal olarak keskin şekilde yeniden düzenlenmeler ve sonuçta kil minerallerinin tamamen bozunması gerçekleşir [29].

Pişmiş ürünün rengi önemli bir kriterdir. Pişme rengi kil bünyesinin kompozisyonu, sıcaklık, tutma süresi, atmosfer gibi pişirme şartlarına bağlıdır. Bu tipteki seramik ürünlerde renk gelişimi açısından incelendiğinde renklenmeye

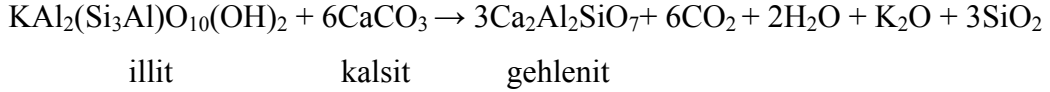
neden olan en önemli parametre demir içeren bileşenlerdir. Ancak Al_2O_3 , TiO_2 , CaO ve MgO gibi diğer oksitler de bünye rengini etkilemektedir [30].

Kil içindeki mevcut pigmentin vereceği renk yüzeyin kaba, poroz veya yoğun olmasından etkilenir. Buna örnek olarak Tite ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma verilebilir. Bu çalışmada Yunan antik seramiklerinin parlak siyah ve kırmızı yüzey dekorasyonları ile ünlü olduğu belirtilmekte, bu ürünlerin önce indirgen atmosferde pişirilmeleri ile demirce zengin slipin Fe^{+3} değerliğinden Fe^{+2} değerliğine indirgenerek manyetit-hersinit katı çözelti formunda spinel faza dönüştürüldükleri ve ardından yeterli oksidatif atmosferde tekrar Fe^{+3} formuna dönüştürülerek yüzeyde parlak kırmızı hematit yapısı elde edilirken, daha az poroz yapıdaki siyah kısmın tekrar oksidasyon işlemi sırasında yeterince oksijen penetrasyonuna izin vermemesinden dolayı farklı siyah rengin elde edildiği, enerji saçınımlı X-ışınları spektrometri analizinde kompozisyonel olarak her iki tabakanın benzer olduğu ve başlangıç boya malzemesinin demir oksit ve illitik kil karışımından oluştuğu belirtilmektedir [31].

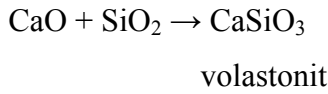
Antik seramiklerin üretiminde değişik hammadde kompozisyonları kullanıldığı için benzer hammadde veya hammaddelerle üretilmiş kil bazlı bünyelerin ısı karşısında uğradıkları mineralojik ve mikroyapısal değişimlerin incelendiği çalışmalar oldukça önem taşımaktadır. Bu nedenle aşağıda bu konu hakkında yapılmış çalışmalarda özet bilgilere ve bu bilgilerin çalışmalarda kullanılabilecek kısımlarına değinilmektedir.

Kilce zengin karbonat içeren ve içermeyen iki hammaddenin 700 ve 1100 $^{\circ}\text{C}$ arasında değişik sıcaklıklarda sinterlendiği bir çalışmada, mikroskobik incelemelerde sıcaklıklara bağlı olarak 700 $^{\circ}\text{C}$ 'de belirli bir mineralojik dönüşümün oluşmadığı, 800 $^{\circ}\text{C}$ 'de karbonatça zengin hammaddede karbonat dekompozisyonunun hemen hemen tamamlandığı ve bu tanelerin etrafında bazı çatlakların oluştuğu görülmüştür. 800 $^{\circ}\text{C}$ 'de her iki numunedeki muskovit kristallerinin mullite dönüşmeye başladıkları, 1000 $^{\circ}\text{C}$ 'de mullit dönüşümünün tamamlandığı, oluşan mullitin yer değiştirdiği ve muskovitin morfolojisini koruduğu belirtilmektedir. 1000 ve 1100 $^{\circ}\text{C}$ 'de her iki matris tamamen vitrifiye ve kahverenkli olmuş, matristeki fillosilikatların bu sıcaklıklarda mevcut olmadığı, kalsitin bulunduğu eski yerlerde oluşan boşlukların köşelerinde grimsi renkte

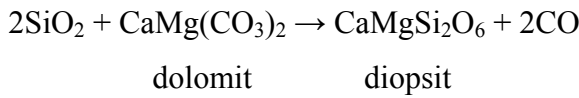
fragmanların bulunduğu belirtilmektedir. Karbonatça zengin numunelerde 900 °C'nin üzerinde görülen çatlakların 1100 °C'de vitrifikasyonun ilerlemesi ile kaybolduğu, porların daha belirgin ve eskiye göre uzun ve elipsoidal değil, yuvarlaklaşmış durumda olduğu gözlenmiştir. Çalışmada öngörülen çeşitli sıcaklıklardaki yeni mineral oluşumları şu şekilde özetlenebilir; 800 °C'de illit ve kalsit karışımından gehlenit oluşumunun başladığı,



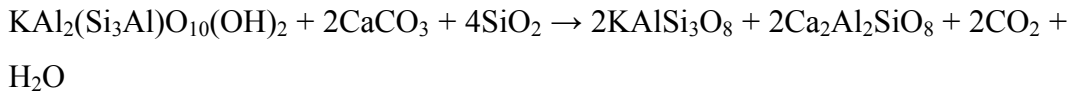
aynı sıcaklıkta CaO ve SiO₂ reaksiyonu ile volastonit oluştuğu,



900 °C'de dolomit ve SiO₂ ara yüzeylerindeki reaksiyonlarla diopsit oluştuğu,

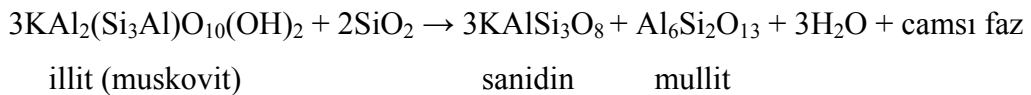


aynı sıcaklıkta illit, kalsit ve SiO₂ reaksiyonu sonucu K-feldispat ve anortit oluştuğu,



illit kalsit K-feldispat anortit

1000 ve 1100 °C'de ise karbonatça zengin ve zayıf her iki numune grubunda illit ve SiO₂ reaksiyonları sonucunda mullit, sanidin ve camı faz oluşumu gözlemlendiği,



reaksiyonları ile verilmektedir [32].

Bileşim açısından kalsiyumca zengin ve zayıf killerin 550, 850 ve 1050 °C'de pişirilmeleri ile oluşan numunelerin mineralojik açıdan bileşimlerinin irdelendiği diğer bir çalışmada bu hammaddelere ilave olarak hacimce % 10 geçmeyecek şekilde Na-feldispat, mika (biyotit) ve kalsit ilave edilmiş, elde edilen mineralojik bileşimler ACS (Al₂O₃-CaO-SiO₂) denge diyagramı üzerine yerleştirilerek sıcaklık ve kompozisyonlara bağlı olarak irdelenmiştir. Kalsiyumca zengin numunelerde illit ve kalsit kilde bulunan doğal mineraller olmasına karşın gehlenit ve K-feldispat pişme reaksiyonları sonucu oluşan fazlardır. Kalsiyumca

zayıf numuneler ise ACS denge diyagramında AS çizgisi üzerinde ağırlıklı bileşime sahiptir. Kalsit tanelerinin 850 °C’de dekompoze olması, 1050 °C’de albit taneleri etrafında K-feldispat oluşumu çalışmada irdelenen mikroyapısal karakteristiklerin örnekleridir [33].

Aynı hammadde kompozisyonundan oluşan bünyelerin değişik sıcaklıklarda sinterlenmeleri sonrasında yapılan XRD analizleri, mineral dönüşümü veya yeni mineral oluşumları nedeniyle pik şiddetlerindeki azalma veya artmanın sıcaklık artışının bir ölçüsü olarak değerlendirmek mümkündür. Aras tarafından yapılan bir çalışmada yüksek oranda kaolinitik kil, illitik ve yüksek kuvars içerikli kil ve doğal olarak karışmış kaolinit-illit kili ile yaptığı çalışmada bu korelasyonu görmek mümkündür [34].

Yunanistan’ın Orraon bölgesinin Hellenistik yerleşimine ait 64 çömlek kırığı üzerinde XRF ve XRD analizlerinin gerçekleştirildiği bir çalışmada, dört değişik guruba ayrılan numunelerin başlıca bileşim analizleri yapılmış, arkeoloji ve malzeme bilimleri arasındaki kriterler ölçüsünde çömlek yapımı, hammadde seçimi, pişirim koşulları gibi konularda numuneler incelenmiştir. Kullanılan numunelerde temel mineraller kuvars, illit-muskovit, plajiyoklas ve potasyum feldispatdır. Bu minerallerin yanı sıra kalsit, diopsit ve hematit bu numunelerin üretiminin değerlendirilmesinde kullanılan diğer minerallerdir. Aynı çalışmada XRF analizlerin istatistik yöntemle elementel dağılımlarının incelenmesi ile XRD analizleri için çömlek kırıkları gruplarını en iyi temsil edilen örneklerin seçilmesi için alt, üst ve ortalama limitler belirlenmiştir [35].

XRF analiz sonuçlarını değerlendirmede değişik yaklaşımlar sağlanabilir. Bu yaklaşımlardaki amaç sonuçta hangi verinin ne amaçla kullanılacağına bağlıdır. Bu tip çalışmalarda genellikle kimyasal analiz sonuçlarının irdelenmesindeki amaç kendi aralarındaki gruplandırılmış örneklerin kıyaslanması ve diğer analiz süreçlerinde incelenecek numune sayısının fazla olması durumunda grupları temsil edebilecek en iyi örneklerin belirlenmesidir [35-41].

Yunanistan’ın Girit adasında bulunan ve Hellenistik döneme ait değişik renkte dekorasyona sahip terracotta figürinlerin pigment ve bünye bileşimlerinin incelendiği bir çalışmada, figürinlerin XRD analizleri sonuçlarına göre bünyelerde

kalsit, kuvars, kaolinit, ankerit, klorit ve albit/oligoklas mineralleri belirlenmiş, kalsit ve kaolinit gibi minerallerin varlığı ve diopsit, anortit gibi pişme sonrası oluşan minerallere rastlanamaması nedeniyle bünyelerin oldukça düşük pişirim sıcaklıklarına (500-550 °C) maruz kaldıkları belirtilmiştir [42].

İtalya'nın Puglia bölgesine ait M.Ö. 7-5. yüzyıllar arasına tarihlenen 75 çömlek parçası üzerinde yapılan FTIR analizlerinde kuvars, kalsit, ortoklas, mikroklin, albit, oligoklas, bitovnit, anortit, volastonit, diopsit, gehlenit, muskovit, kaolinit, hematit gibi çok değişik mineral gruplarına rastlanmış, değişik bünye kompozisyonlarında varlıklarına göre oldukça geniş bir dağılımda pişirme sıcaklıkları tahmininde bulunulmuştur [43].

Yunanistan'ın Patras bölgesindeki kazı çalışmalarından elde edilen 126 seramik kandil parçasına ait numunelerin mineralojik ve teknolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada XRD analiz sonuçlarında kuvars, kalsit, plajiyoklas, K-feldispat, illit, klorit, gehlenit, klinopiroksen ve demirli spinel yapılarına rastlanmış, bünyelerdeki bulunuşlarına göre 850-1050 °C arasında pişirim sıcaklıkları tahmininde bulunulmuştur [44].

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Dorylaion antik kentinden arkeolojik kazılar sonucunda elde edilen Megara Kasesi ve Batı Yamacı seramik parçalarının arkeometrik karakterizasyon çalışmalarına ilişkin yöntemler aşağıda başlıklar halinde verilmektedir.

5.1. Numunelerin Belirlenmesi, Fotoğraflanması, Profil Çizimi ve Alınması

Arkeometrik karakterizasyon çalışmalarında incelenecek numunelerin belirlenmesinin ardından fotoğraflandırma ve profil çizim çalışmaları yapılmıştır. Megara kasesi ve Batı Yamacı seramik parçalarının temsili profil çizimleri Ek-2’de verilmektedir. Buluntuların en az tahribat ve asgari düzeyde numune alımı ile karakterizasyon süreçlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle eserler üzerindeki kabartma ve desenlere zarar vermeden her parça için eserleri temsil edebilecek nitelikte kısımlar seçilmiştir. Megara Kasesi ve Batı Yamacı seramik parçalarının büyüklükleri ve kırıkların bütün bir formda tanımlandıkları bölgeler değişiklik arz etmektedir. Bu nedenle bazı numunelerin kesme işlemi bir kesme cihazında sabitlenerek gerçekleştirilirken, bazı numuneler şekilsel özellikleri nedeniyle serbest kesme işlemine tabi tutulmuşlardır.

5.2. Numunelerin Temizliği

2000 yıldan fazla toprak altında kalan numunelerin toprak altında kalması ile coğrafik şartların numunelere verdiği tahribatı tamamı ile anlayabilmek oldukça zordur. Bu nedenle kazı çalışma alanından alınan parçalar bir ön temizlikten geçirilerek saklanmaktadır. Numunelerin bünyesinde ve/veya yüzeyinde oluşmuş safsızlıkların boyutu hakkında ön çalışması yapılmış numunelerin, karakterizasyon sürecinde analizlere en az etkisinin sağlanması nedeni ile kirlilik derecelerine göre temizleme işlemi yapılmıştır. Bu çalışmanın öngörülen aşamaları optik mikroskop incelemeleri sonrasında numunelere zarar vermeden deiyonize su ile temizlik işlemleridir.

5.3. Toz Hazırlama

Bünyelere ait kimyasal ve mineralojik yapının mümkün olduğunca temsil edilebilmesi açısından X-ışını floresans (XRF), X-ışını difraksiyon (XRD), Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopi analizi (FTIR), termal gravimetri ve diferansiyel termal analiz (TG-DTA) toz numune hazırlanarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey astar tabakaları değişik numaralardaki SiC zımpara kağıtları ile aşındırılarak kaldırılmıştır. Yüzeyi aşındırılmış numuneler kurutulduktan sonra porselen havanda öğütülmüştür.

5.4. Kimyasal Analizler

Numunelerin kimyasal analizleri XRF cihazı ile gerçekleştirilmiştir. XRD analizleri tamamlanan toz numuneler geri kazanılarak Rigaku marka ZSX primus model dalga boyu saçınımlı X-ışını floresans (WDXRF) cihazında cam tabletler halinde hazırlanan numunelerin yarı kantitatif yüzde ağırlıkça kimyasal analiz sonuçları elde edilmiştir. Cam tabletler ağırlıkça 1/10 oranda numune/ $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ karışımı halinde ergitici cihazda platin krozeler içerisinde ergitilerek hazırlanmıştır.

5.5. Faz Analizleri

Faz analizleri toz numuneler ile gerçekleştirilmiştir. Numuneler bünye mineralojik ve faz bileşimlerinin belirlenmesi amacı ile Rigaku marka Rint 2200 model X-ışını difraksiyon cihazında 5-70 dereceler arasında 2 derece/dakika hızla 40 kV ve 30 mA'de Cu $K\alpha$ X-ışını kaynağı ile difraksiyona tabi tutulmuşlardır. Mineralojik ve faz analizleri için XRD verilerinin irdelenmesinde başvuru yöntem cihazla birlikte kullanılan JADE yazılımı ile PDF (toz difraksiyon dosyası) veri tabanlarının taranması ile yapılan incelemelerdir.

5.6. Mikroyapı Analizleri

Taramalı elektron mikroskobunda incelenecek numunelerin parlatma işlemi sırasında bünyedeki çatlak ve porozitelerin desteklenmesi, tane atmasının engellenmesi gibi destek özelliklerin sağlanması için vakum altında soğuk kalıplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalıba alınmış numunelerin elle ve otomatik parlatma cihazlarında uygun numaralara sahip SiC aşındırma kağıtları ve elmas süspansiyonlarla yüzey düzgünlüğü sağlanmıştır. Kaba ve ince parlatma basamaklarının etkin bir şekilde uygulanması sırasında bünye ve astar tabakalarının yüzey kontrollerinin sağlanması için optik mikroskoptan faydalanılmıştır. Daha sonra incelenecek yüzeylerin iletkenliğini artırmak ve şarjlanma etkilerini önlemek için altın ve paladyum karışımı hedef metal ile kaplanmıştır. Kaplanan numuneler Zeiss marka Evo 50EP model taramalı elektron mikroskobu ile incelenerek atomik kontrast farkının en belirgin olduğu geri saçınımlı elektron görüntüleri (BSE) elde edilmiştir. Elektron mikroskobuna bağlı Bruker marka AXS model EDX dedektörü ile bünye bileşenleri ve astar tabakalarının kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Numunelere ait EDX sonuçları çeşitli büyütme ölçeklerinde elde edilmiş görüntüler üzerindeki alan ve nokta analizleri ile 10 mm çalışma mesafesinde en az 40 saniye veri toplanması ile elde edilmiştir.

5.7. Isıl Analizler

TG-DTA analizleri bünyelere ait öğütülmüş toz numunelerin oda sıcaklığından 1200 °C'ye 10 °C/dak.'lık bir hızla oksidatif bir atmosferde ısıtılması ile Netzsch marka 409 Lux model cihazda gerçekleştirilmiştir.

5.8. Yüzey/Arayüzey Analizleri

FTIR analizleri ağırlıkça % 2 öğütülmüş toz numune içeren KBr peletlerin Bruker marka Tensor 27 model cihazda incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm aralığı 4000-400 cm⁻¹ arasında olup, daha yaygın mineral ve faz

absorpsiyon bantlarının yer aldığı $1600-400\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki analiz sonuçları verilmiştir. Analizler sonuçları 4 cm^{-1} çözünürlükle ve 16 ölçüm sonrasında elde edilmiştir. FTIR spektrumlarından elde edilen mineralojik ve faz bileşimlerinin belirlenmesinde ilgili kaynaklarda belirtilen standartlardan yararlanılmıştır.

Megara kasesi ve Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarına ait Raman spektrumları Horiba Jobin-Yvon marka Labram 300 model cihazla malzemelerin doğrudan objektif altına konularak 10 ile 100 büyütme arasında seçilen bölgelerin katı hal, 532 nm dalga boyu ve 3 mW güce sahip yeşil ışık lazer kaynağıyla en az 5, en fazla 30 kez taranması sonucunda elde edilmiştir. Raman spektrumlarından elde edilen mineralojik ve faz bileşimlerinin belirlenmesinde ilgili kaynaklarda belirtilen standartlardan yararlanılmıştır.

6. DENEY SONUÇLARI ve TARTIŞMALAR

6.1. Kimyasal Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Megara kasesi ve Batı Yamacı seramikleri kimyasal analiz sonuçlarının kendi ürün gurupları içerisinde kıyaslamalarının daha rahat yapılabilmesi amacı ile her gurupta tespit edilen tüm oksitler ilgili çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 6.1.-6.9). M kodlu numuneler Megara kaselerini, B kodlu numuneler ise Batı Yamacı seramik gurubunu temsil etmektedir.

Çizelge 6.1. M1, M2, M3, M4, M5 ve M6 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)

		Numune Kodu					
	Oksit	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	SiO ₂	60,96	60,57	60,26	55,09	59,53	59,96
2	Al ₂ O ₃	19,77	19,53	20,04	19,06	20,28	19,20
3	Fe ₂ O ₃	6,79	6,58	6,60	8,14	7,34	6,89
4	MgO	2,98	2,92	2,98	3,19	2,72	2,71
5	Na ₂ O	1,52	1,33	1,56	1,20	1,29	1,30
6	K ₂ O	4,13	4,43	4,35	3,21	4,93	4,60
7	CaO	2,43	3,24	2,88	8,68	2,54	3,89
8	TiO ₂	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93
9	P ₂ O ₅	0,11	0,13	0,12	0,14	0,13	0,13
10	SO ₃	0,05	0,04	0,03	0,06	0,03	0,05
11	Cr ₂ O ₃	-	0,04	-	0,05	-	-
12	MnO	0,14	0,15	0,14	0,11	0,14	0,18
13	Co ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
14	NiO	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03
15	CuO	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
16	ZnO	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
17	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
18	Rb ₂ O	0,04	0,04	0,05	0,04	-	-
19	SrO	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
20	ZrO ₂	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
21	SnO ₂	0,10	-	-	-	-	-
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6.2. M7, M8, M9, M10, M11 ve M12 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları
(% ağı.)

		Numune Kodu					
	Oksit	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1	SiO ₂	57,07	51,90	57,97	57,04	57,99	51,87
2	Al ₂ O ₃	23,81	19,08	19,06	23,68	18,92	22,91
3	Fe ₂ O ₃	9,11	6,88	8,40	9,02	8,40	8,98
4	MgO	2,24	4,10	3,99	2,16	4,07	3,29
5	Na ₂ O	0,52	1,01	1,01	0,48	1,17	0,64
6	K ₂ O	4,77	5,10	3,34	4,86	3,37	3,81
7	CaO	0,79	10,33	4,39	0,80	4,39	6,43
8	TiO ₂	1,24	0,80	1,05	1,16	1,00	1,26
9	P ₂ O ₅	0,11	0,21	0,20	0,12	0,17	0,12
10	SO ₃	0,04	0,29	0,11	0,03	0,13	0,08
11	Cr ₂ O ₃	-	-	0,06	-	0,07	0,08
12	MnO	0,11	0,12	0,20	0,12	0,18	0,15
13	Co ₂ O ₃	0,01	-	-	-	-	-
14	NiO	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,06
15	CuO	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
16	ZnO	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05
17	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
18	Rb ₂ O	0,06	0,04	0,05	0,07	-	-
19	SrO	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04
20	ZrO ₂	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
21	SnO ₂	-	-	-	0,34	-	0,15
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6.3. M13, M14, M15, M16, M17 ve M18 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları
(% ağı.)

		Numune Kodu					
	Oksit	M13	M14	M15	M16	M17	M18
1	SiO ₂	60,02	55,38	53,90	55,65	62,24	60,17
2	Al ₂ O ₃	20,52	23,10	21,09	18,73	19,43	20,28
3	Fe ₂ O ₃	6,72	8,33	7,47	7,63	6,80	6,79
4	MgO	2,84	2,83	4,06	3,75	2,53	2,83
5	Na ₂ O	1,47	1,09	1,04	0,69	1,43	1,28
6	K ₂ O	4,37	5,51	4,95	4,88	4,20	4,53
7	CaO	2,48	2,17	5,84	7,14	2,00	2,89
8	TiO ₂	0,84	1,15	0,90	0,86	0,89	0,79
9	P ₂ O ₅	0,11	0,11	0,31	0,31	0,10	0,11
10	SO ₃	0,04	-	0,11	0,08	0,02	0,02
11	Cr ₂ O ₃	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	-
12	MnO	0,14	0,11	0,12	0,08	0,15	0,16
13	Co ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
14	NiO	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
15	CuO	0,23	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02
16	ZnO	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
17	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
18	Rb ₂ O	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
19	SrO	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
20	ZrO ₂	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
21	SnO ₂	-	-	-	-	-	-
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6.4. M19, M20, M21, M22, M23 ve M24 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları
(% ağı.)

		Numune Kodu					
	Oksit	M19	M20	M21	M22	M23	M24
1	SiO ₂	56,98	60,57	62,34	50,53	53,68	54,87
2	Al ₂ O ₃	20,07	20,45	19,23	18,82	16,19	17,11
3	Fe ₂ O ₃	7,65	6,73	6,76	7,55	8,90	7,92
4	MgO	2,78	2,61	2,51	3,53	6,31	5,09
5	Na ₂ O	1,56	1,26	1,57	0,87	1,49	1,21
6	K ₂ O	4,95	4,62	3,96	4,12	3,22	3,55
7	CaO	4,59	2,45	2,28	13,12	8,76	8,83
8	TiO ₂	1,00	0,88	0,94	0,82	0,80	0,80
9	P ₂ O ₅	0,15	0,11	0,12	0,20	0,18	0,15
10	SO ₃	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,09
11	Cr ₂ O ₃	-	0,05	-	0,06	0,09	0,04
12	MnO	0,09	0,14	0,14	0,14	0,18	0,17
13	Co ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
14	NiO	0,02	0,03	0,03	0,04	0,08	0,05
15	CuO	0,02	-	0,02	0,02	0,02	0,02
16	ZnO	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
17	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	0,01
18	Rb ₂ O	-	-	-	0,05	-	0,04
19	SrO	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
20	ZrO ₂	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
21	SnO ₂	-	-	-	-	-	-
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6.5. M25 ve M26 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)

		Numune Kodu	
		M25	M26
	Oksit		
1	SiO ₂	61,41	62,70
2	Al ₂ O ₃	18,40	19,29
3	Fe ₂ O ₃	6,90	6,34
4	MgO	2,48	2,58
5	Na ₂ O	1,40	1,57
6	K ₂ O	3,59	3,90
7	CaO	4,22	2,34
8	TiO ₂	0,85	0,90
9	P ₂ O ₅	0,42	0,11
10	SO ₃	-	0,02
11	Cr ₂ O ₃	0,05	-
12	MnO	0,14	0,12
13	Co ₂ O ₃	-	-
14	NiO	0,02	0,02
15	CuO	0,02	-
16	ZnO	0,02	0,01
17	As ₂ O ₃	-	-
18	Rb ₂ O	0,04	0,05
19	SrO	0,03	0,02
20	ZrO ₂	0,02	0,03
21	SnO ₂	-	-
	Toplam	100,00	100,00

Çizelge 6.6. B1, B2, B3, B4, B5 ve B6 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)

		Numune Kodu					
	Oksit	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	SiO ₂	57,58	52,14	60,84	53,00	57,75	59,06
2	Al ₂ O ₃	18,27	16,69	19,50	17,27	19,01	16,54
3	Fe ₂ O ₃	8,45	7,77	6,35	8,65	8,46	8,05
4	MgO	3,10	4,80	2,94	4,69	3,07	4,26
5	Na ₂ O	1,21	0,94	1,35	0,73	1,01	1,42
6	K ₂ O	3,84	4,63	4,34	4,31	4,21	3,02
7	CaO	5,97	11,61	3,34	9,86	4,95	6,31
8	TiO ₂	0,96	0,83	0,87	0,98	0,94	0,84
9	P ₂ O ₅	0,17	0,20	0,11	0,17	0,27	0,11
10	SO ₃	0,05	0,04	0,03	0,04	0,06	0,03
11	Cr ₂ O ₃	0,06	0,05	0,06	-	-	0,07
12	MnO	0,18	0,11	0,17	0,15	0,16	0,11
13	NiO	0,04	0,04	0,02	0,06	0,03	0,05
14	CuO	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02
15	ZnO	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02
16	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
17	Rb ₂ O	-	0,03	-	-	-	0,04
18	SrO	0,03	0,03	0,03	-	-	0,03
19	ZrO ₂	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
20	TeO ₂	-	-	-	-	-	-
21	BaO	-	-	-	-	-	-
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6.7. B7, B8, B9, B10, B11 ve B12 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)

		Numune Kodu					
	Oksit	B7	B8	B9	B10	B11	B12
1	SiO ₂	52,36	49,61	57,99	55,96	62,58	60,87
2	Al ₂ O ₃	15,67	15,47	21,75	15,86	18,26	19,75
3	Fe ₂ O ₃	8,76	12,91	6,71	8,67	6,13	6,63
4	MgO	4,57	6,23	3,00	3,98	2,67	2,70
5	Na ₂ O	0,97	2,28	1,23	1,37	1,59	1,45
6	K ₂ O	4,23	2,93	4,79	3,18	4,05	4,35
7	CaO	11,44	7,93	3,34	8,48	3,34	2,95
8	TiO ₂	1,06	1,59	0,76	0,89	0,92	0,84
9	P ₂ O ₅	0,15	0,28	0,10	0,14	0,11	0,12
10	SO ₃	0,05	0,16	0,02	0,08	0,02	0,02
11	Cr ₂ O ₃	0,08	-	0,04	0,06	0,04	0,04
12	MnO	0,15	0,24	0,13	0,18	0,14	0,14
13	NiO	0,04	0,08	0,02	0,05	0,02	0,02
14	CuO	0,03	0,06	-	0,02	0,02	0,01
15	ZnO	0,03	0,16	0,02	0,04	0,02	0,02
16	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
17	Rb ₂ O	-	-	0,05	0,07	0,04	0,05
18	SrO	0,03	0,06	0,03	0,04	0,02	0,02
19	ZrO ₂	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
20	TeO ₂	-	-	-	0,31	-	-
21	BaO	0,36	-	-	0,61	-	-
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6.8. B13, B14, B15, B16, B17 ve B18 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları
(% ağı.)

		Numune Kodu					
	Oksit	B13	B14	B15	B16	B17	B18
1	SiO ₂	57,24	56,14	56,90	57,89	56,16	61,85
2	Al ₂ O ₃	15,82	16,25	16,03	16,57	16,09	19,81
3	Fe ₂ O ₃	8,43	9,37	8,38	8,47	7,96	6,72
4	MgO	4,28	3,59	3,78	4,44	4,44	2,79
5	Na ₂ O	1,48	1,17	1,32	1,38	1,44	1,53
6	K ₂ O	3,19	2,91	3,09	2,98	2,91	3,92
7	CaO	8,09	8,96	9,01	6,81	9,56	2,09
8	TiO ₂	0,91	1,00	0,90	0,90	0,89	0,90
9	P ₂ O ₅	0,13	0,11	0,13	0,13	0,15	0,09
10	SO ₃	0,06	0,05	0,11	0,06	0,07	-
11	Cr ₂ O ₃	0,06	0,10	0,06	0,07	0,07	-
12	MnO	0,16	0,15	0,16	0,16	0,14	0,14
13	NiO	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,02
14	CuO	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
15	ZnO	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
16	As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
17	Rb ₂ O	-	-	-	-	-	0,04
18	SrO	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
19	ZrO ₂	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
20	TeO ₂	-	-	-	-	-	-
21	BaO	-	-	-	-	-	-
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6.9. B20, B21, B22 ve B23 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağı.)

		Numune Kodu			
		Oksit	B20	B21	B22
1	SiO ₂	52,99	56,96	58,57	58,01
2	Al ₂ O ₃	17,38	17,30	24,29	24,84
3	Fe ₂ O ₃	7,96	8,35	5,72	5,79
4	MgO	4,98	4,54	1,44	1,50
5	Na ₂ O	0,90	1,31	1,37	1,56
6	K ₂ O	4,41	3,12	5,97	5,49
7	CaO	9,99	7,03	1,44	1,42
8	TiO ₂	0,87	0,88	0,80	0,82
9	P ₂ O ₅	0,15	0,11	0,09	0,08
10	SO ₃	0,02	0,02	0,02	0,02
11	Cr ₂ O ₃	0,05	0,07	-	-
12	MnO	0,13	0,17	0,13	0,10
13	NiO	0,04	0,04	-	-
14	CuO	0,02	-	0,02	0,02
15	ZnO	0,01	0,01	0,03	0,03
16	As ₂ O ₃	-	-	-	0,01
17	Rb ₂ O	0,04	0,05	0,05	0,06
18	SrO	0,03	0,03	0,02	0,02
19	ZrO ₂	0,02	0,02	0,03	0,03
20	TeO ₂	-	-	-	-
21	BaO	-	-	-	0,20
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00

6.1.1. Megara kaseleri XRF sonuçlarının değerlendirilmesi

Megara kaselerinin XRF sonuçları incelendiğinde en yüksek Na₂O miktarı M21 kodlu numunede, en düşük Na₂O miktarı M10 kodlu numunede, en yüksek MgO miktarı M23 kodlu numunede, en düşük MgO miktarı M10 kodlu numunede, en yüksek K₂O miktarı M14 kodlu numunede, en düşük K₂O miktarı M4 kodlu numunede, en yüksek CaO miktarı M22 kodlu numunede, en düşük CaO miktarı M7 kodlu numunede, en yüksek Fe₂O₃ miktarı M7 kodlu numunede,

en düşük Fe_2O_3 miktarı M26 kodlu numunede, en yüksek Al_2O_3 miktarı M7 kodlu numunede, en düşük Al_2O_3 miktarı M23 kodlu numunede, en yüksek SiO_2 miktarı M26 kodlu numunede, en düşük SiO_2 miktarı M22 kodlu numunede olduğu görülmektedir. Çizelge 6.10'da ise Megara kaseleri XRF sonuçlarındaki alkali+toprak alkali oksitler, demir oksit+ TiO_2 ve Al_2O_3 + SiO_2 ağırlıkça yüzdeleri görülmektedir.

Çizelge 6.10. Megara kaseleri alkali+toprak alkali oksitler, demir oksit+ TiO_2 ve Al_2O_3 + SiO_2 ağırlıkça yüzdeleri (% ağı.)

Oksit	$\text{MgO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$
M1	11,06	7,66	80,73
M2	11,92	7,46	80,10
M3	11,77	7,49	80,30
M4	16,28	9,05	74,15
M5	11,48	8,26	79,81
M6	12,50	7,82	79,16
M7	8,32	10,35	80,88
M8	20,54	7,68	70,98
M9	12,73	9,45	77,03
M10	8,30	10,18	80,72
M11	13,00	9,40	76,91
M12	14,17	10,24	74,78
M13	11,16	7,56	80,54
M14	11,60	9,48	78,48
M15	15,89	8,37	74,99
M16	16,46	8,49	74,38
M17	10,16	7,69	81,67
M18	11,53	7,58	80,45
M19	13,88	8,65	77,05
M20	10,94	7,61	81,02
M21	10,32	7,70	81,57
M22	21,64	8,37	69,35
M23	19,78	9,70	69,87
M24	18,68	8,72	71,98
M25	11,69	7,75	79,81
M26	10,39	7,24	81,99

Buna göre alkali+toprak alkali oksitler yüzdeleri toplamı en fazla M22 kodlu numunede, alkali+toprak alkali oksitler yüzdeleri toplamı en düşük M10 kodlu numunede, Al_2O_3 ve SiO_2 yüzdeleri toplamı en fazla M26 kodlu numunede, Al_2O_3 ve SiO_2 yüzdeleri toplamı en düşük M22 kodlu numunede bulunmuştur. Bu nedenle eşdeğer sıcaklıkta M22 kodlu numunenin M26 kodlu numuneye göre daha kolay sinterlenebileceği veya sıralamaya göre M22 kodlu numunenin M26 kodlu numuneye göre daha düşük sıcaklıkta sinterlenebileceği öngörüsünde bulunulabilir [33, 45-49].

6.1.2. Batı Yamacı seramikleri XRF sonuçlarının değerlendirilmesi

Batı Yamacı seramiklerinin XRF sonuçları incelendiğinde en yüksek Na_2O miktarı B8 kodlu numunede, en düşük Na_2O miktarı B4 kodlu numunede, en yüksek MgO miktarı B8 kodlu numunede, en düşük MgO miktarı B22 kodlu numunede, en yüksek K_2O miktarı B22 kodlu numunede, en düşük K_2O miktarı B14 kodlu numunede, en yüksek CaO miktarı B2 kodlu numunede, en düşük CaO miktarı B23 kodlu numunede, en yüksek Fe_2O_3 miktarı B8 kodlu numunede, en düşük Fe_2O_3 miktarı B22 kodlu numunede, en yüksek Al_2O_3 miktarı B23 kodlu numunede, en düşük Al_2O_3 miktarı B8 kodlu numunede, en yüksek SiO_2 miktarı B11 kodlu numunede, en düşük SiO_2 miktarı B8 kodlu numunede bulunmuştur. Çizelge 6.11’de ise Batı Yamacı seramikleri XRF sonuçlarındaki alkali+toprak alkali oksitler, demir oksit+ TiO_2 ve Al_2O_3 + SiO_2 ağırlıkça yüzdeleri görülmektedir.

Çizelge 6.11. Batı Yamacı seramikleri XRF sonuçlarındaki alkali+toprak alkali oksitler, demir oksit+TiO₂ ve Al₂O₃+SiO₂ ağırlıkça yüzdeleri (% ağı.)

Oksit	MgO+Na ₂ O +K ₂ O+CaO	Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	SiO ₂ +Al ₂ O ₃
B1	14,12	9,41	75,85
B2	21,98	8,60	68,83
B3	11,97	7,22	80,34
B4	19,59	9,63	70,27
B5	13,24	9,40	76,76
B6	15,01	8,89	75,60
B7	21,21	9,82	68,03
B8	19,37	14,50	65,08
B9	12,36	7,47	79,74
B10	17,01	9,56	71,82
B11	11,65	7,05	80,84
B12	11,45	7,47	80,62
B13	17,04	9,34	73,06
B14	16,63	10,37	72,39
B15	17,20	9,28	72,93
B16	15,61	9,37	74,46
B17	18,35	8,85	72,25
B18	10,33	7,62	81,66
B20	20,28	8,83	70,37
B21	16,00	9,23	74,26
B22	10,22	6,52	82,86
B23	9,97	6,61	82,85

Buna göre alkali+toprak alkali oksitler yüzdeleri toplamı en fazla B2 kodlu numunede, alkali+toprak alkali oksitler yüzdeleri toplamı en düşük B23 kodlu numunede, Al₂O₃ ve SiO₂ yüzdeleri toplamı en fazla B22 kodlu numunede, Al₂O₃ ve SiO₂ yüzdeleri toplamı en düşük B8 kodlu numunede bulunmuştur. Bu nedenle eşdeğer sıcaklıkta B2 kodlu numunenin B23 kodlu numuneye göre daha kolay sinterlenebileceği veya sıralamaya göre B2 kodlu numunenin B23 kodlu numuneye göre daha düşük sıcaklıkta sinterlenebileceği öngörüsünde bulunulabilir [33, 45-49].

Tarihi değere sahip pişmiş toprak ürünlerin (çanak, çömlek, heykelcik v.b.) arkeometrik karakterizasyon sürecinde çeşitli şekillerde gruplandırması yapılabilir. Literatür çalışmalarında bunlardan yaygın olarak kullanılan iki tanesi ön plana çıkmaktadır. Birinci yöntemde çeşitli kimyasal analiz cihazları (nötron

aktivasyon, indüktif çiftlenmiş plazma emisyon, X-ışını floresans gibi) ile major, minor ve eser elementlerin tespiti sağlanmaktadır. Elde edilen verilerden istatistiksel yöntemler kullanılarak sayıca fazla olan numunelerin birbirine benzerlikleri ve farklılıkları elde edilebilir. Örneğin; kümeleme analiz yöntemi kullanılarak sayıca çok fazla olan numuneler birkaç grupta toplanabilir ve her gurubu temsil ettiği düşünülen numunelerin teknolojik açıdan daha detaylı incelemeleri gerçekleştirilebilir. Literatürde yaygın olarak kullanılan ikinci yöntemde ise birinci yönleme göre daha az numune bulunmaktadır. Ancak, karakterizasyon sürecinde kullanılan tüm analiz ve teknikler mevcut numunelerin hepsine uygulanarak sonuca ulaşılmaktadır. Her iki yönteminde birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin; kümeleme analiz yöntemi ile gruplandırması yapılmış eserlerin kimyasal kompozisyon açısından birbirine benzer iki numunenin mineralojik bileşimleri birbirlerinden oldukça farklı olabilir. Kimyasal açıdan benzer, ancak mineralojik açıdan farklı olabilecek iki eser aynı ürün gurubu içerisinde yer alabilmektedir. Buna bir başka örnek olarak Çizelge 6.12’de verilen Megara kasesi ve Batı Yamacı seramik bünyelerine ait kimyasal analiz sonuçlarında görmek mümkündür. Çizelge 6.12 göz önünde bulundurulduğunda her iki ürün gurubunun kimyasal analiz sonuçları ortalamasının birbirinden çok farklı olmadığı görülebilmektedir. Diğer yandan, mineralojik ve faz bileşimleri açısından oldukça farklı bir durum söz konusudur.

Çizelge 6.12. Megara kasesi ve Batı Yamacı seramik bünyelerine ait kimyasal analiz sonuçları ortalama değerlerinin karşılaştırılması (% ağı.)

		Seramik Ürün Gurubu	
	Oksit	Megara Kasesi Ortalama	Batı Yamacı Ortalama
1	SiO ₂	57,72	56,93
2	Al ₂ O ₃	19,93	18,11
3	Fe ₂ O ₃	7,52	7,94
4	MgO	3,23	3,72
5	Na ₂ O	1,19	1,32
6	K ₂ O	4,28	3,90
7	CaO	4,61	6,54
8	TiO ₂	0,94	0,93
9	P ₂ O ₅	0,16	0,14
10	SO ₃	0,06	0,05
11	Cr ₂ O ₃	0,03	0,04
12	MnO	0,14	0,15
13	NiO	0,03	0,04
14	CuO	0,03	0,02
15	ZnO	0,02	0,03
16	Rb ₂ O	0,03	0,02
17	SrO	0,03	0,03
18	ZrO ₂	0,03	0,02
19	SnO ₂	0,02	-
20	TeO ₂	-	0,01
21	BaO	-	0,05
	Toplam	100,00	100,00

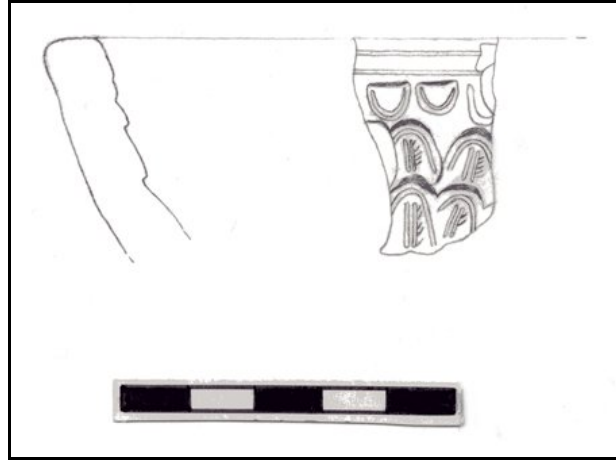
İkinci yöntemde ise elde edilen bilgiler belirli bir bölgeye ait tüm eserlerin temsiliyeti açısından sınırlı kalabilmektedir. Örneğin; birinci yönteme göre daha az numunenin kimyasal analiz sonucunun elde edilmesi bir provenans çalışması için istatistiksel açıdan bir eser gurubunun o bölgeye ait bir ürün olup olmadığını belirlenmesinde sakınca oluşturabilmektedir. Ancak, her iki yöntemde de önemli olan hangi bilgiye ne ölçüde gereksinim olduğu ve bunun ne kadarının karşılanabildiğidir. Bu çalışma çerçevesinde mevcut imkanlar göz önünde

bulundurularak belirlenen amaçların gerçekleştirilmesiyle elde edilebilecek kazanımların daha verimli olabileceği düşüncesi ile ikinci yöntem seçilmiştir. Bu bağlamda 26 Megara kasesi ve 22 Batı Yamacı seramik parçasından alınan örneklerle çalışma dahilindeki tüm karakterizasyon teknikleri uygulanmıştır. XRF kimyasal analiz sonuçları ile Megara kasesi ve Batı Yamacı seramik bünyelerinin yarı kantitatif yüzde ağırlıkça kimyasal kompozisyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan numunelerin birbirlerine kimyasal açıdan benzerlik ve farklılıkları ortaya konulmuş olup, oksit bazında değerlendirmelerde bulunulmuştur. Ayrıca, kimyasal analiz sonuçları bünyelere ait mineralojik ve faz bileşimlerinin belirlenmesinde kılavuz bilgiler sağlamıştır. Elde edilen kimyasal analiz sonuçları XRD ve FTIR analizleri ile değerlendirme yapılırken göz önünde bulundurularak nihai sonuçların eldesi sağlanmıştır. Kimyasal analiz sonuçlarının diğer bir değerlendirme şekli ise bir eserin o bölgenin malzemeleri ile üretilip üretilmediğinin belirlenmesine yardımcı olmasıdır. Literatürde provenans çalışmaları olarak bilinen çalışmalarda metodolojik yaklaşımda öncelikle numunelerdeki eser elementlerin tür ve miktarları tespit edilir. Elde edilen veriler, bölge jeolojisi de göz önünde bulundurularak toplanmış kil örneklerindeki eser element tür ve miktarları ile kıyaslanır. Buradaki tür, miktar ve değişim oranlarının birbiri ile uyumlu olması sonrasında eserlerin o bölgede üretilip üretilmediğine karar verilebilir. Mevcut imkanlar böyle bir çalışmanın şimdilik gerçekleşmesine olanak tanımamaktadır. Ancak, bu tipteki bir çalışma Dorylaion Hellenistik dönem seramik ürünlerinin bu bölgede üretildiği veya dışarıdan getirildiği konusunda arkeometrik anlamda önemli bir sorunun bilimsel anlamda çözümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle bu tarzda bir çalışmanın gerçekleştirilmesinin oldukça yararlı olabileceği düşünülmektedir. Arkeolojik açıdan ise kazı alanında bulunan atölye benzeri üretim yerleri veya malzemeleri o yerleşim bölgesinde üretim yapıldığının en büyük kanıtıdır. 2008 yaz dönemi arkeolojik kazı çalışmalarında V14 plankarede ele geçen üretim kalıbına ait resim ve profil çizimi Şekil 6.1’de görülmektedir. Dam kiremit desenli bir Megara kasesine ait bu kalıp ile Şarhöyük Hellenistik dönemde üretime yönelik bir çaba harcandığı varsayılabilir.



(a)

(b)



(c)

Şekil 6.1. 2008 yaz dönemi arkeolojik kazı çalışmalarında ele geçen üretim kalıbına ait (a) kalıp içi, (b) kalıp dışı resimleri ve (c) profil çizimi

Bu türdeki bulunan malzeme sayısını artması veya üretime ait atölye benzeri bir çalışma ortamının belirlenmesi arkeolojik anlamda elde edilen bu öngörünün daha da kuvvetlenmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

6.2. Faz Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

XRD paternlerindeki piklerin üzerine ilgili mineral veya fazın kısaltmaları kullanılarak niteleme yapılmıştır. Burada kullanılan kısaltmalar ve PDF numaraları;

I/M : İllit/Muskovit $[(K,H_3O)Al_2Si_3AlO_{10}(OH)_2]/[(K,Na)(Al,Mg,Fe)_2(Si_{3.1}Al_{0.9})O_{10}(OH)_2]$ (00-026-0911 / 00-007-0042),

F : Alkali feldispat (00-019-0932 / 00-010-0357),

Q : Kuvars (SiO_2) (00-046-1045),

P : Plajiyoklas (00-018-1202 / 00-010-0393 / 00-009-0466 / 00-041-1480 / 00-041-1481 / 00-041-1486),

H : Hematit (Fe_2O_3) (00-033-0664),

D : Diopsit $[Ca(Mg,Al)(Si,Al)_2O_6]$ (00-041-1370),

G : Gehlenit ($Ca_2Al_2SiO_7$) (00-035-0755),

A : Anortoklas $[(Na,K)(Si_3Al)O_8]$ (00-009-0478),

C : Kalsit ($CaCO_3$) (00-047-1743 / 00-005-0586),

Do : Dolomit $[CaMg(CO_3)_2]$ (00-036-0426),

Au : Ojit $[Ca(Mg,Fe)Si_2O_6]$ (00-024-0201),

He : Hersinit ($FeAl_2O_4$) (00-034-0192),

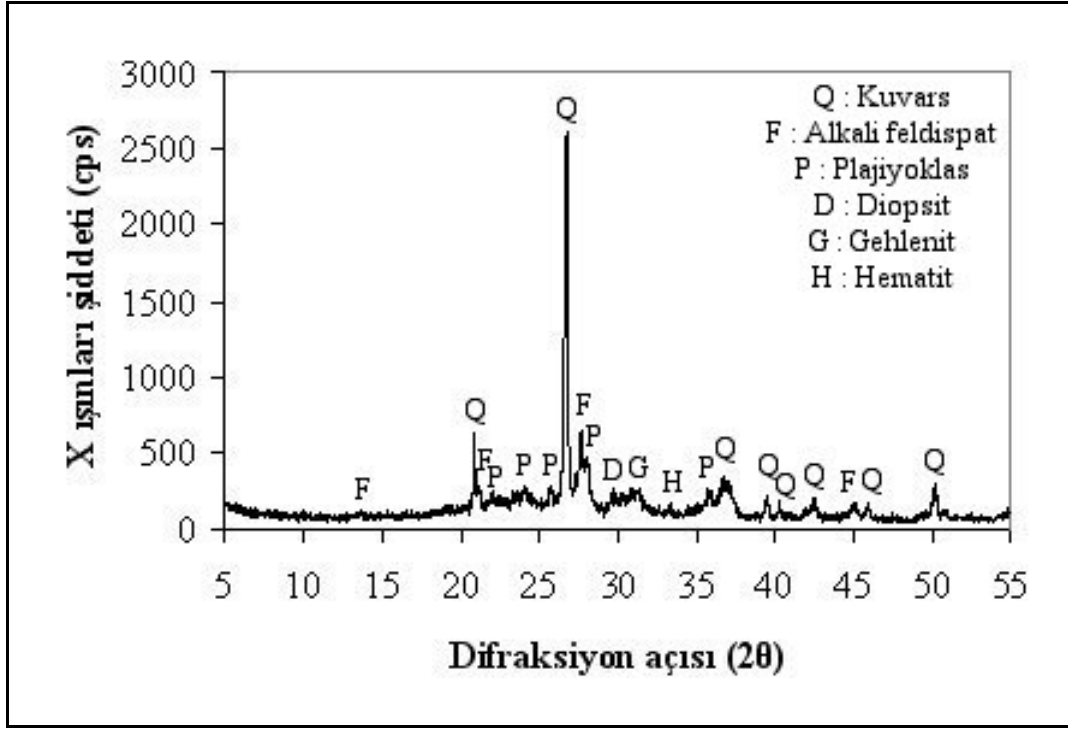
Mh : Magnezihornblend $[(Ca,Na)_{2.26}(Mg,Fe,Al)_{5.15}(Si,Al)_8O_{22}(OH)_2]$ (00-020-0481),

L : Lepidokrosit $[FeO(OH)]$ (00-008-0098),

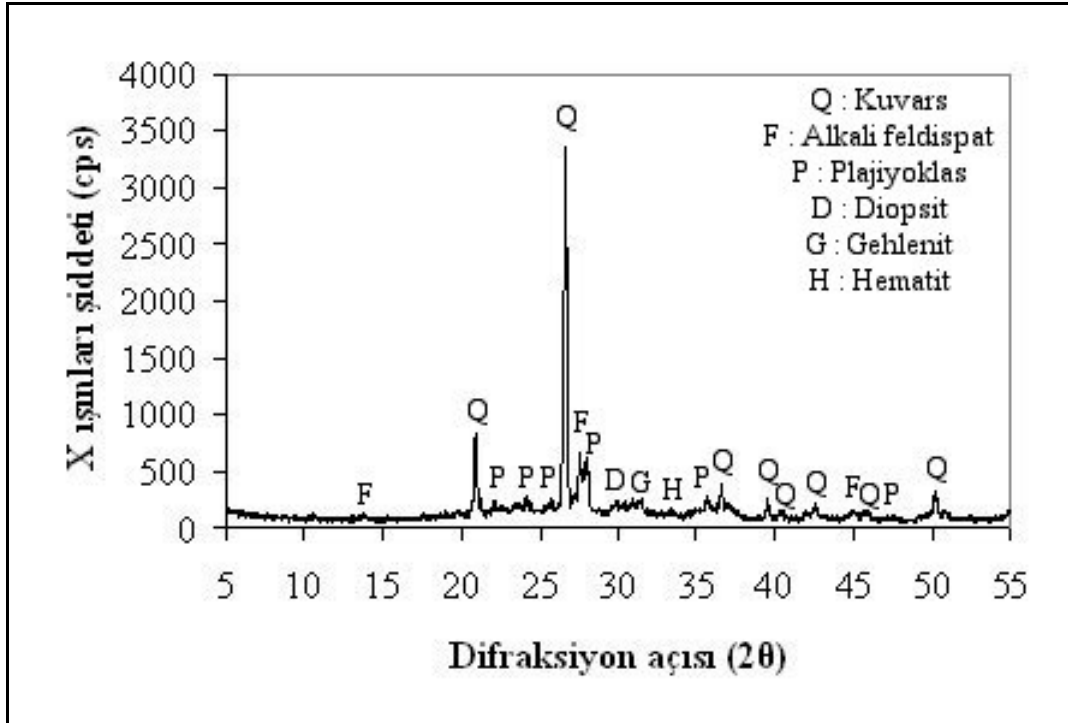
I : İllit $[(K,H_3O)Al_2Si_3AlO_{10}(OH)_2]$ (00-026-0911),

K : Susuz mika ($KAl_3Si_3O_{11}$) (00-046-0741) şeklindedir.

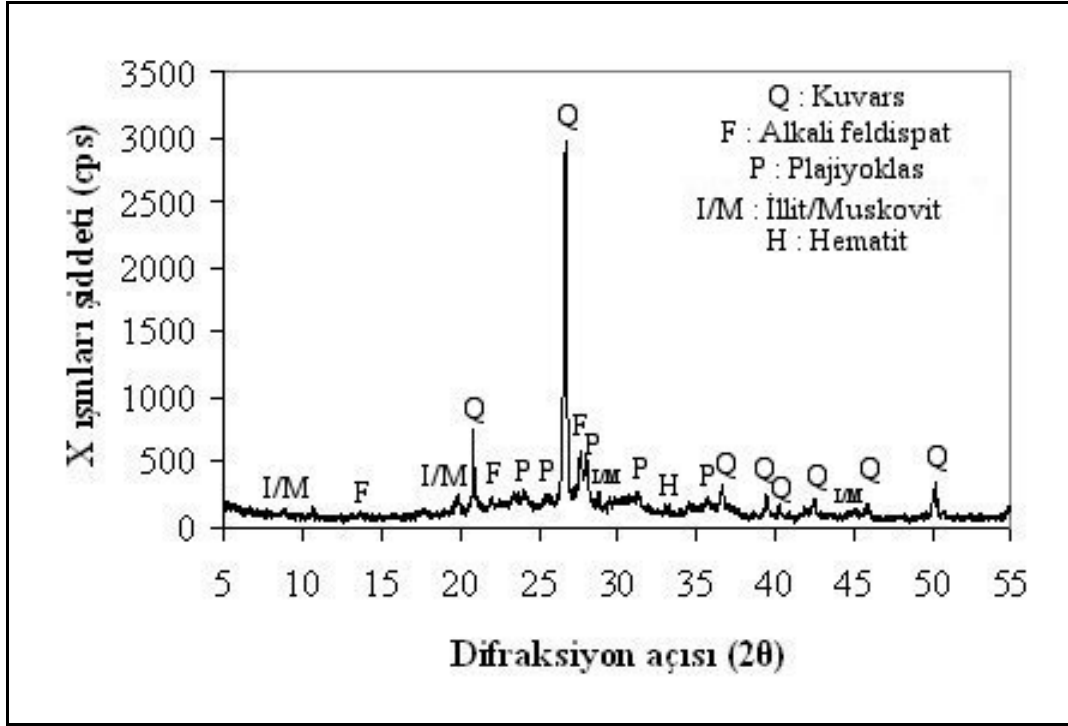
Megara kasesi ve Batı Yamacı seramik bünyelerine ait XRD paternleri Şekil 6.2-6.49’da verilmiştir.



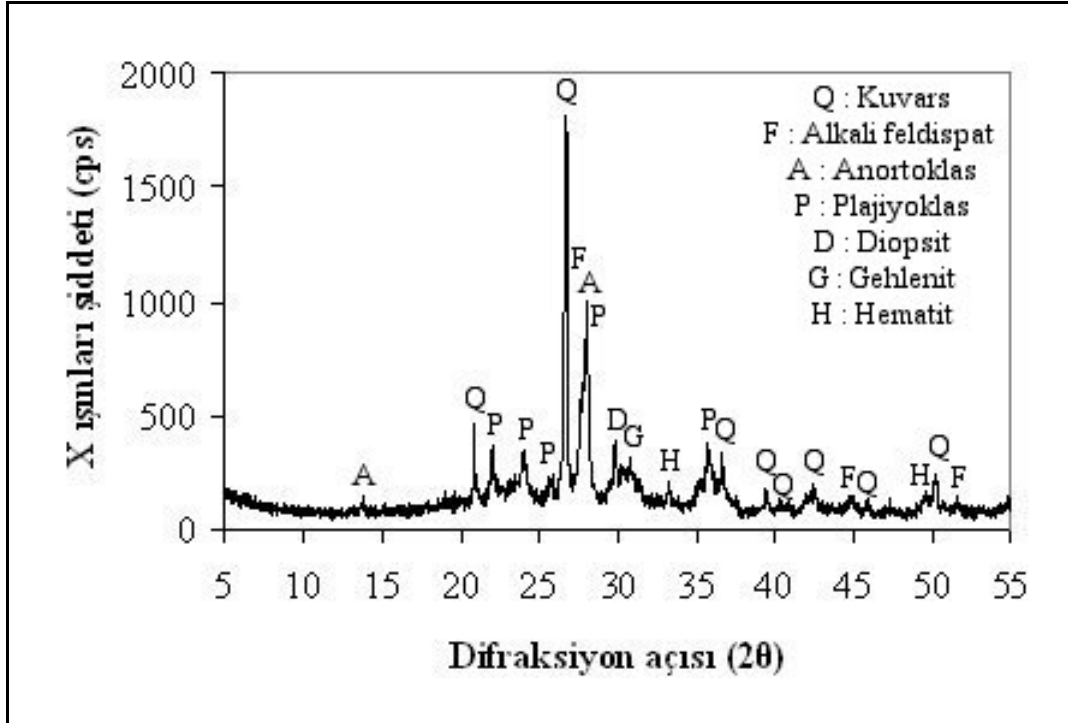
Şekil 6.2. M1 kodlu numuneye ait XRD paterni



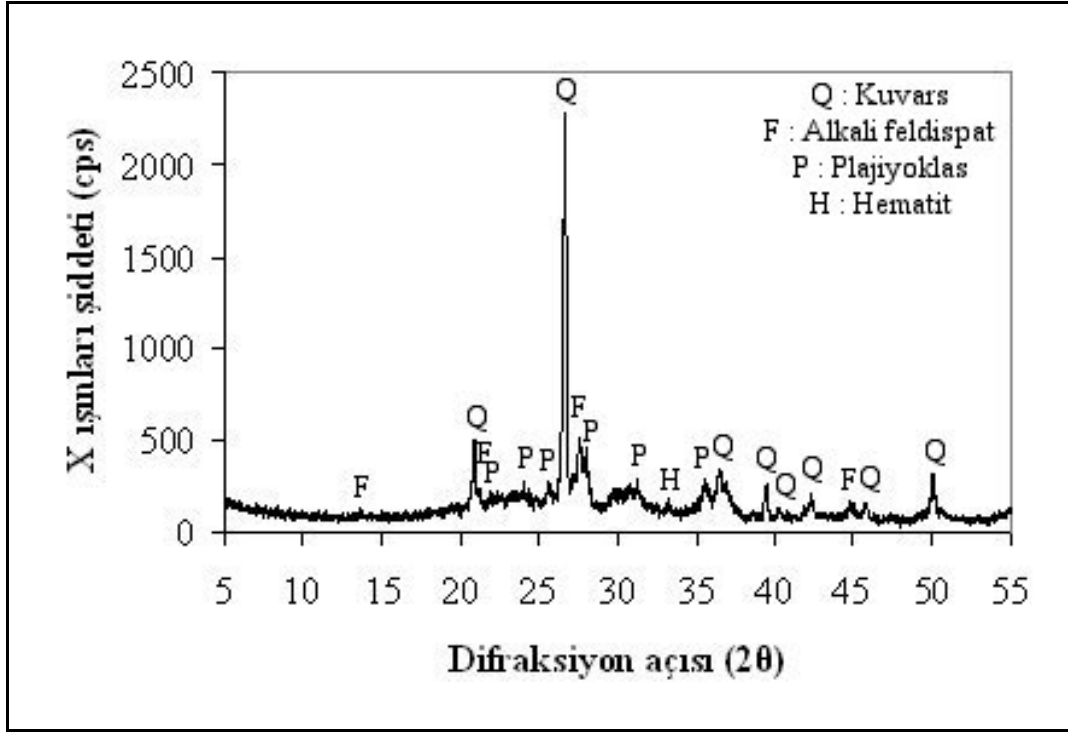
Şekil 6.3. M2 kodlu numuneye ait XRD paterni



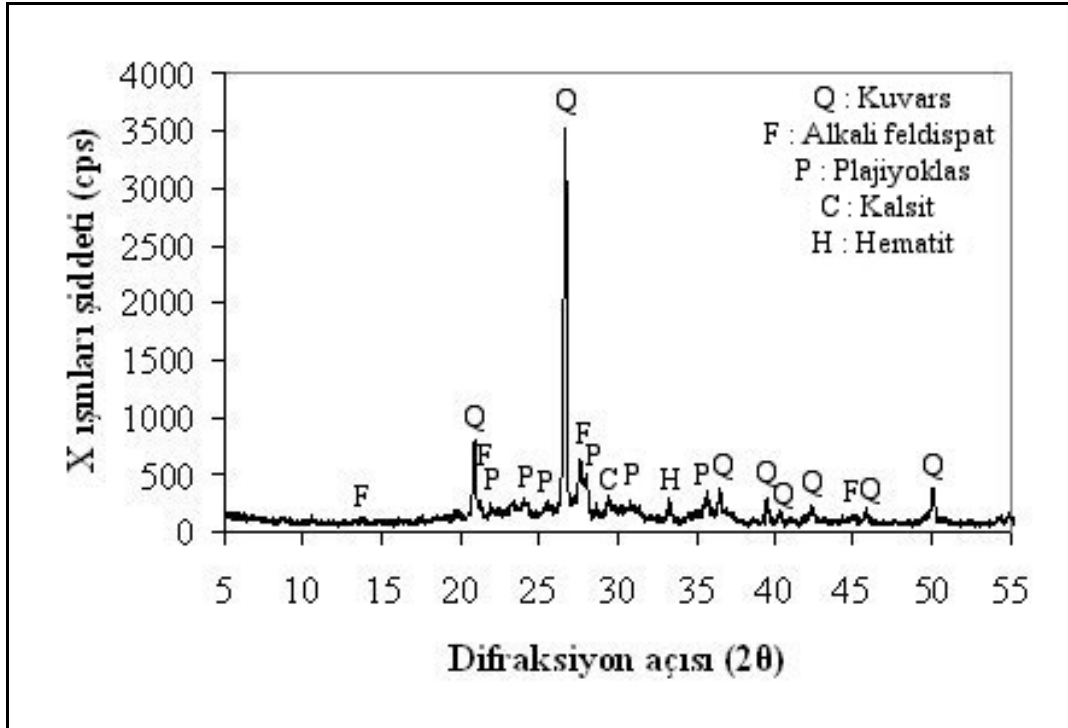
Şekil 6.4. M3 kodlu numuneye ait XRD paterni



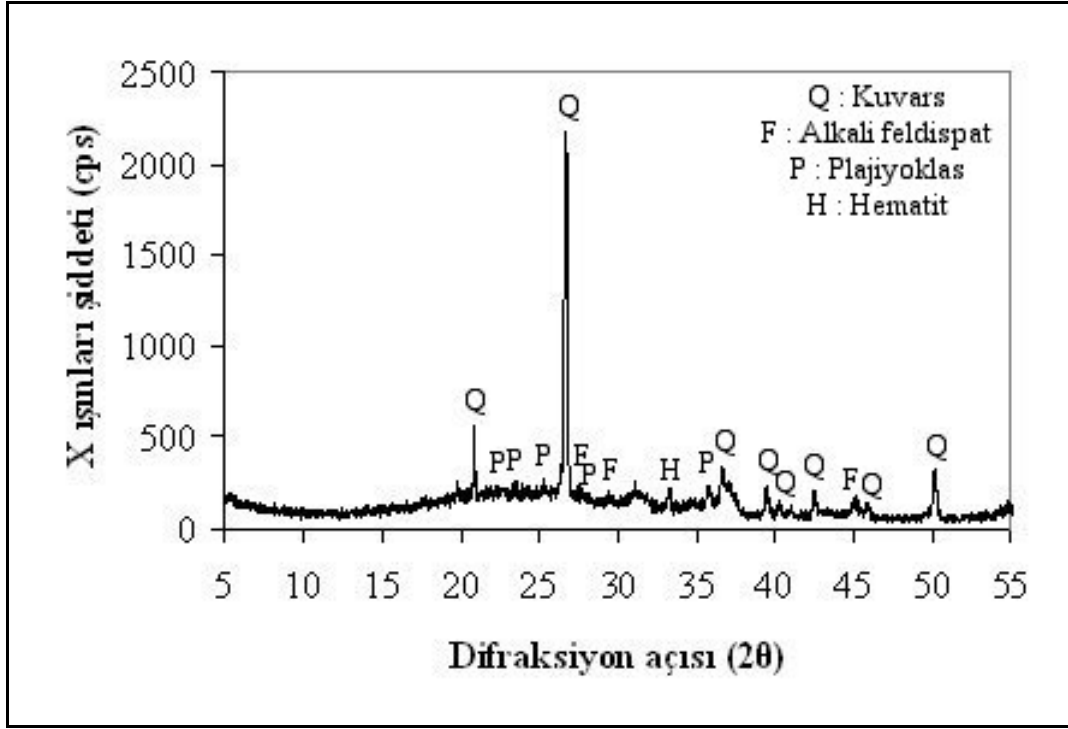
Şekil 6.5. M4 kodlu numuneye ait XRD paterni



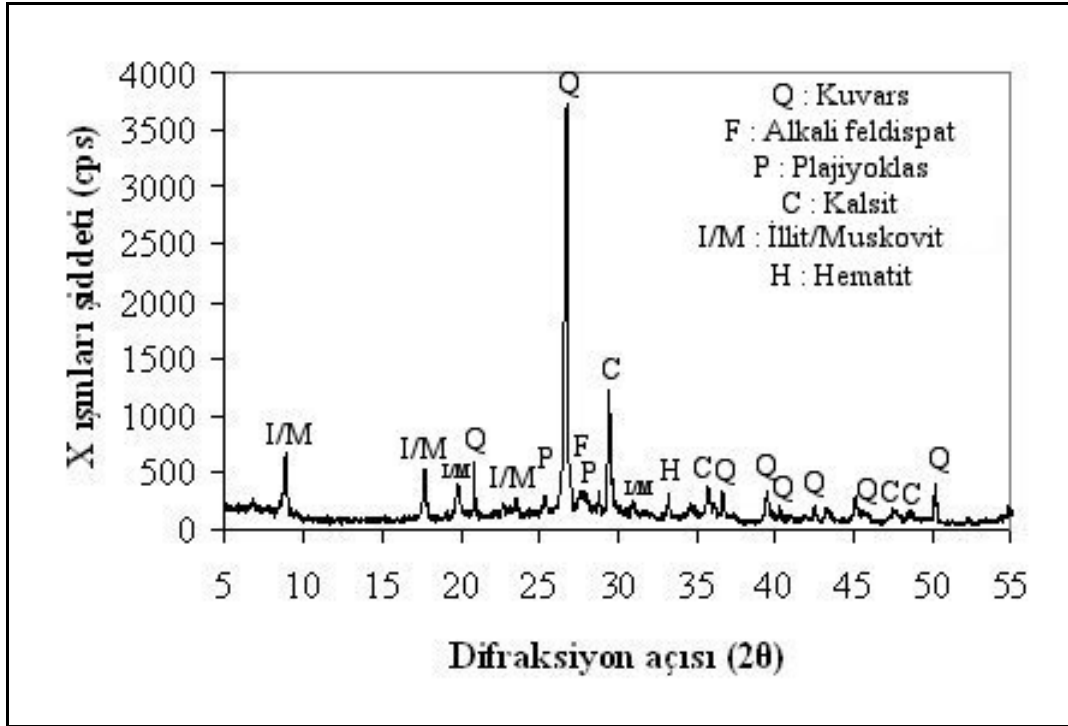
Şekil 6.6. M5 kodlu numuneye ait XRD paterni



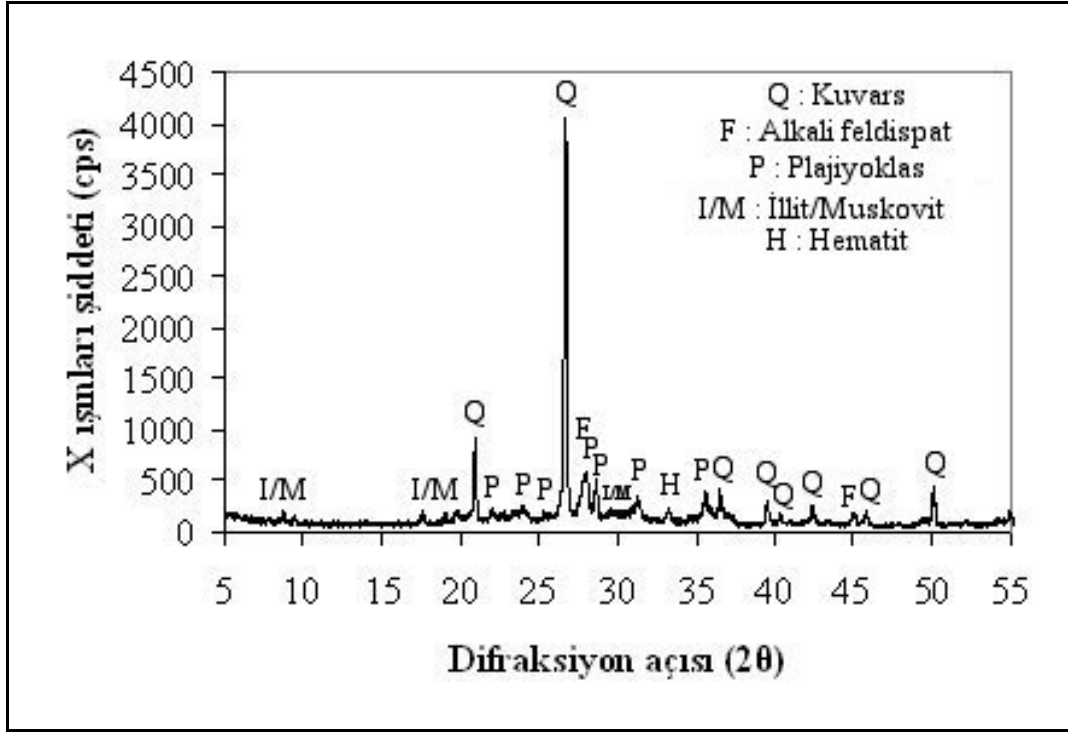
Şekil 6.7. M6 kodlu numuneye ait XRD paterni



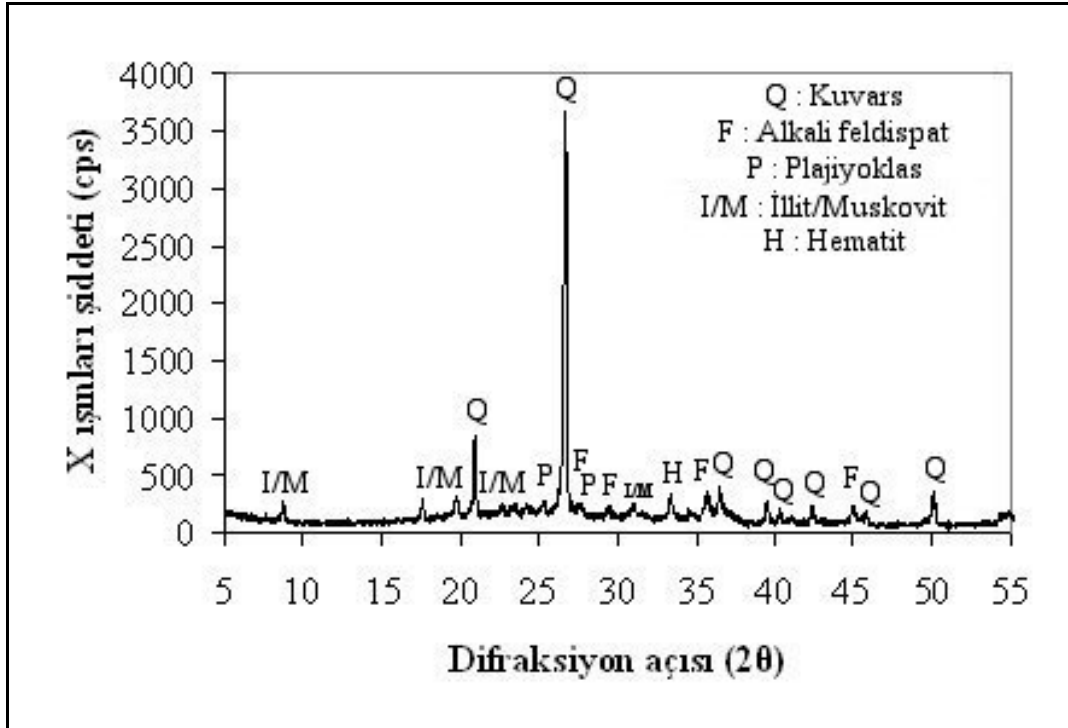
Şekil 6.8. M7 kodlu numuneye ait XRD paterni



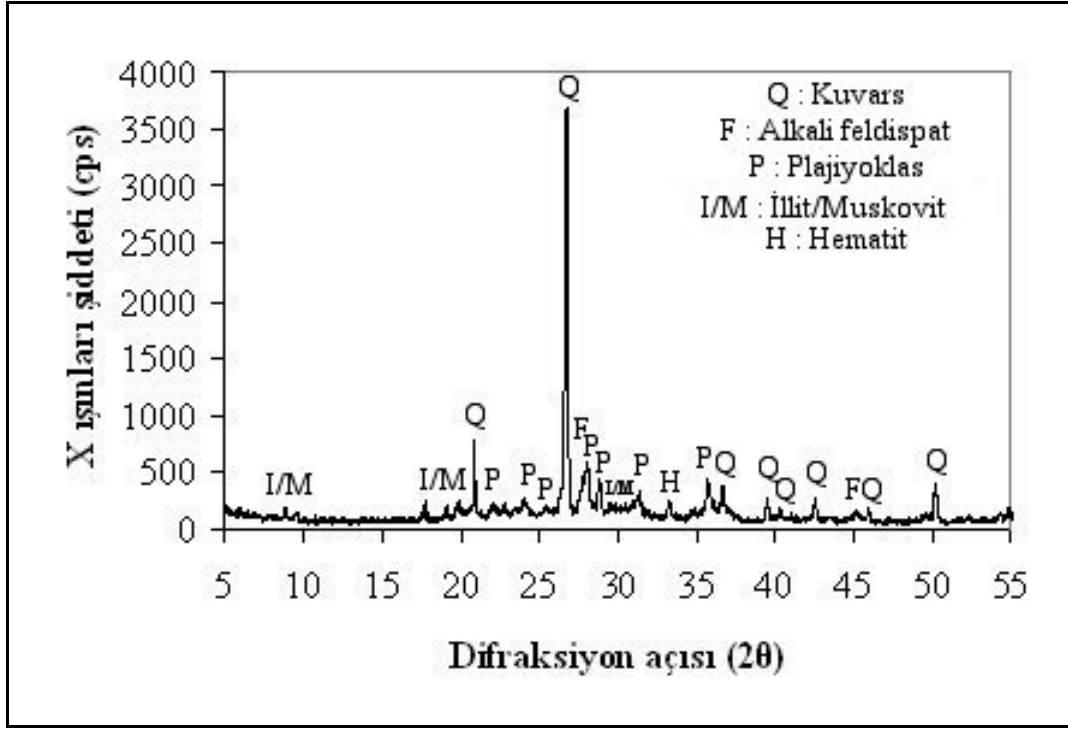
Şekil 6.9. M8 kodlu numuneye ait XRD paterni



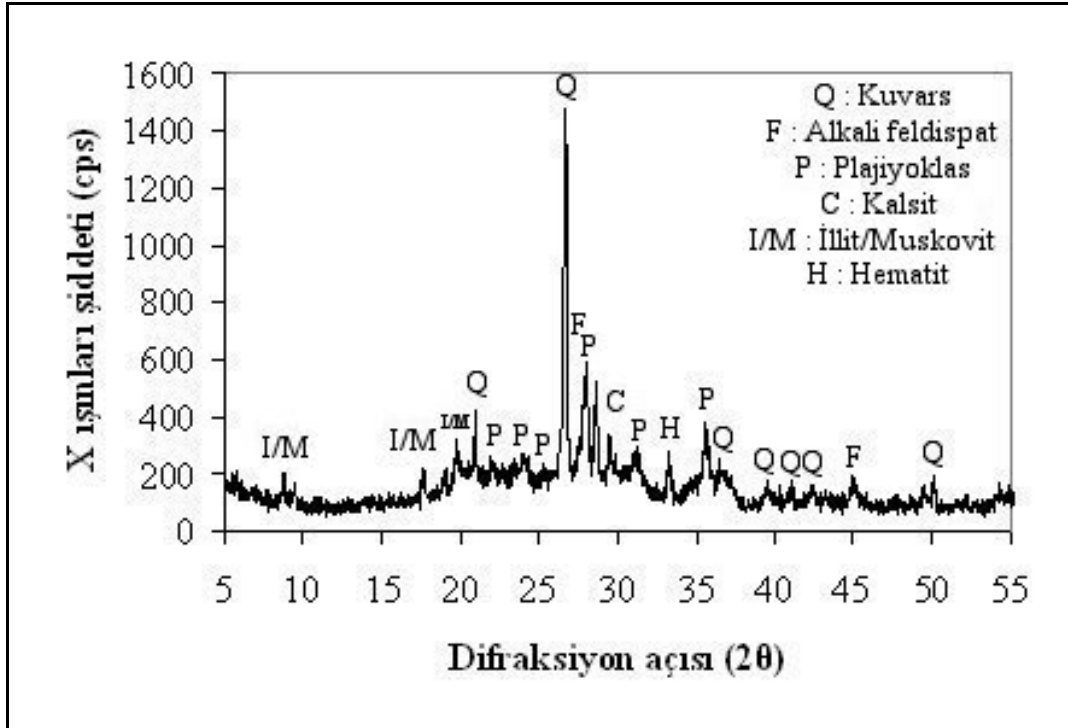
Şekil 6.10. M9 kodlu numuneye ait XRD paterni



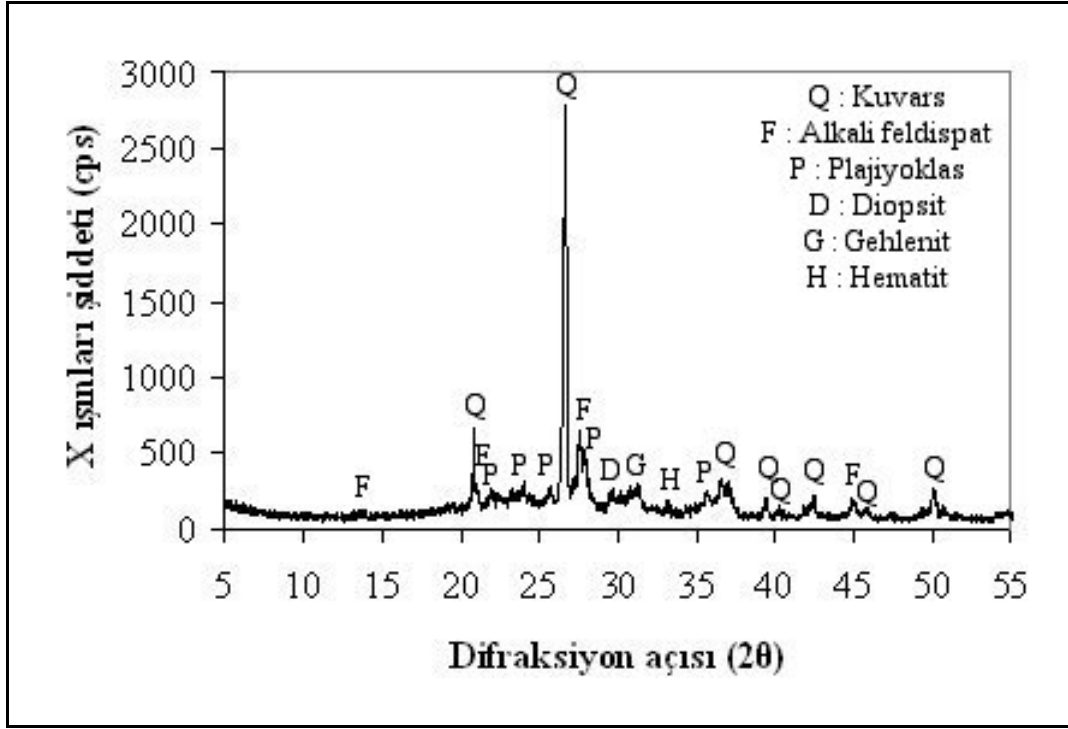
Şekil 6.11. M10 kodlu numuneye ait XRD paterni



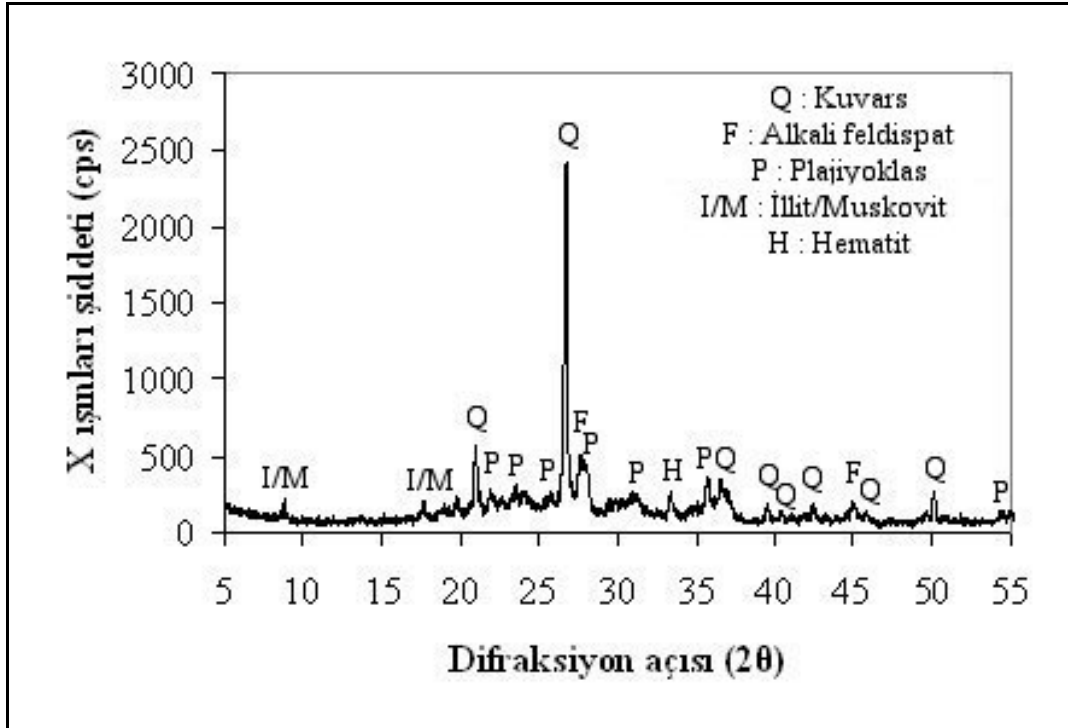
Şekil 6.12. M11 kodlu numuneye ait XRD paterni



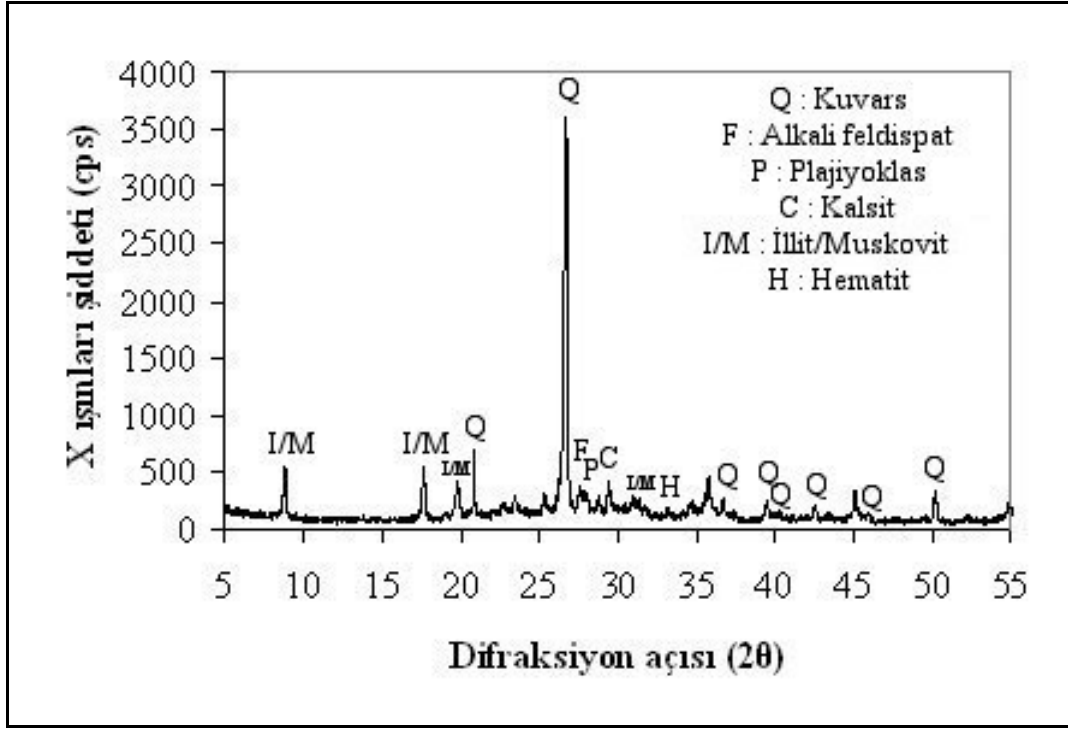
Şekil 6.13. M12 kodlu numuneye ait XRD paterni



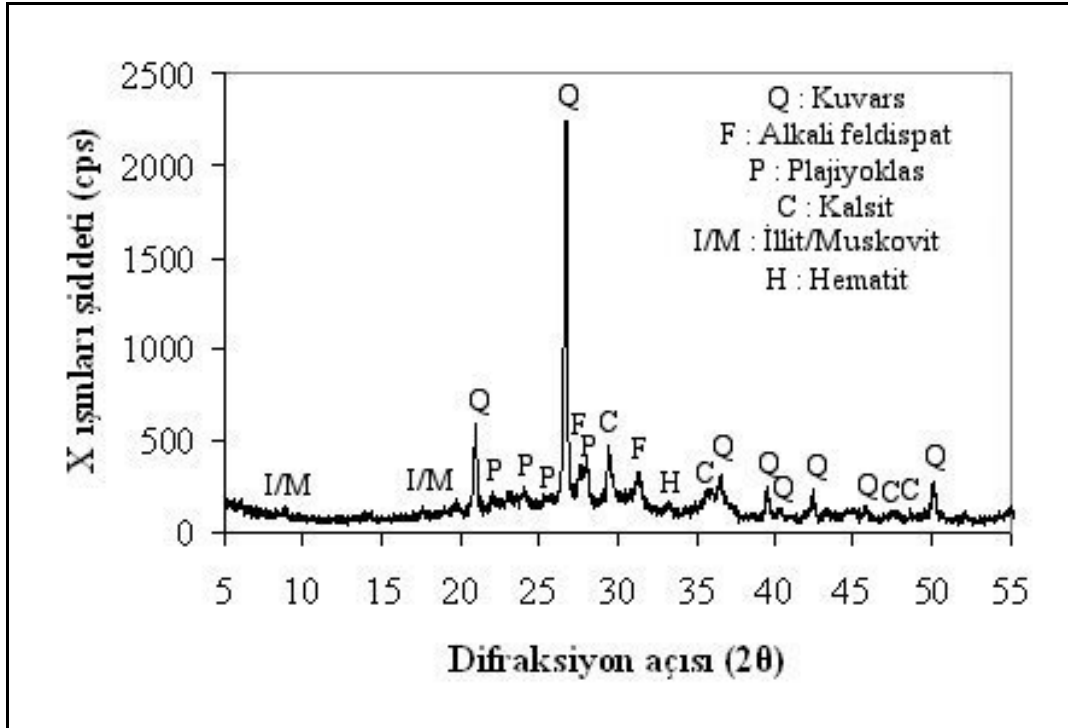
Şekil 6.14. M13 kodlu numuneye ait XRD paterni



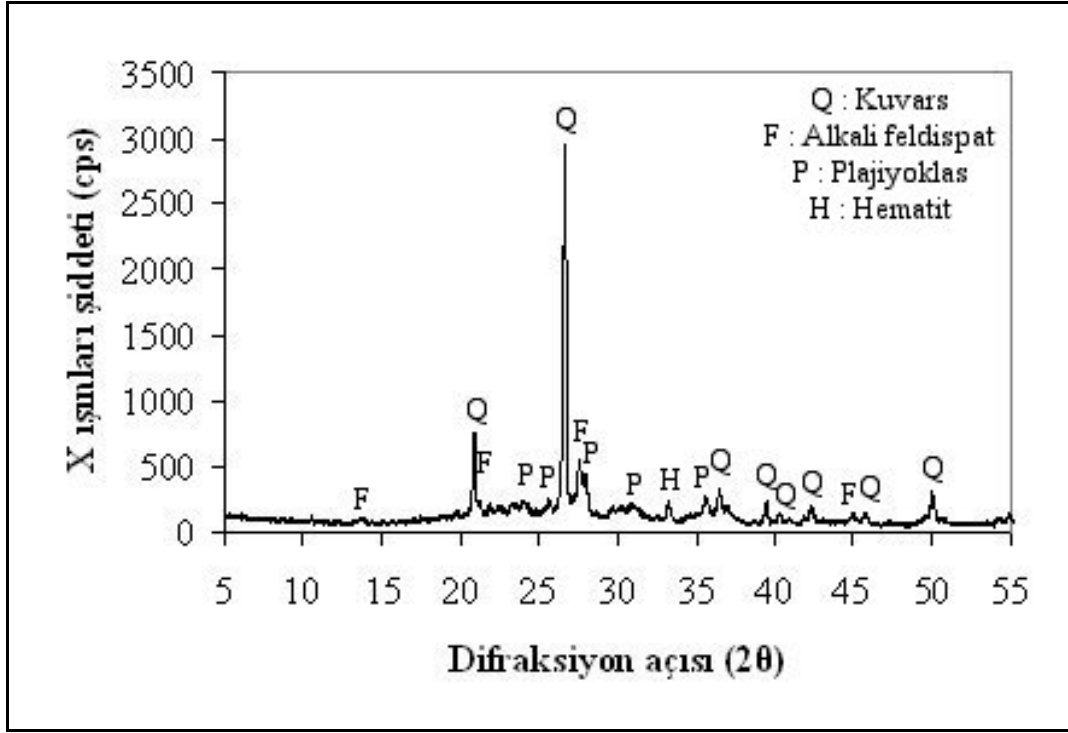
Şekil 6.15. M14 kodlu numuneye ait XRD paterni



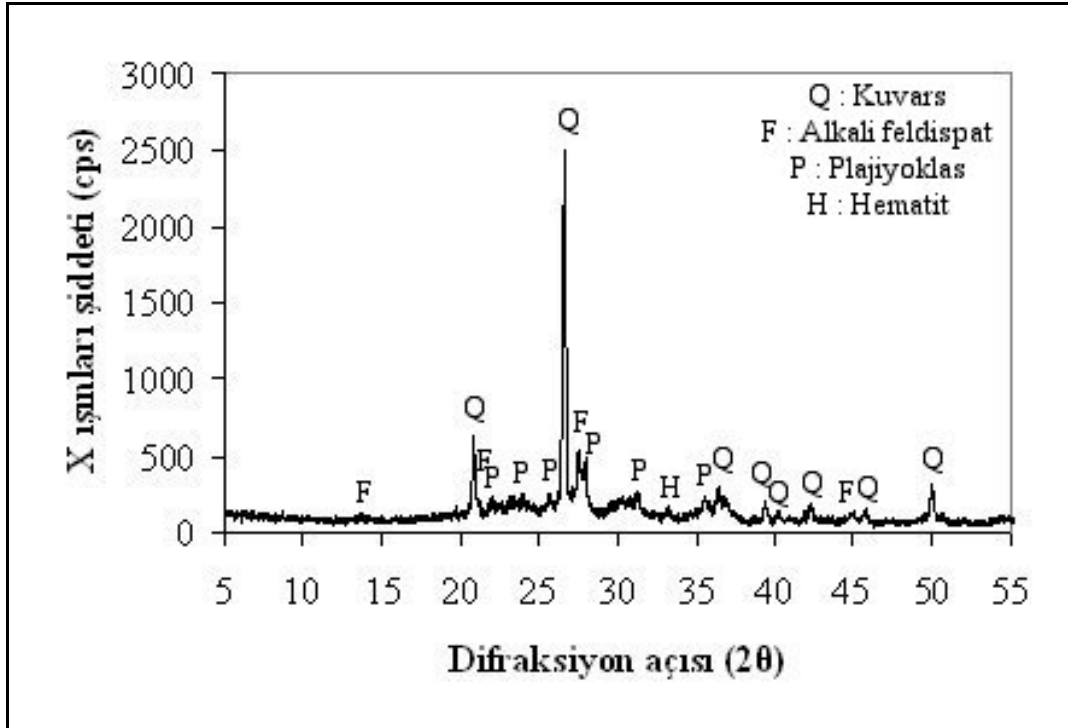
Şekil 6.16. M15 kodlu numuneye ait XRD paterni



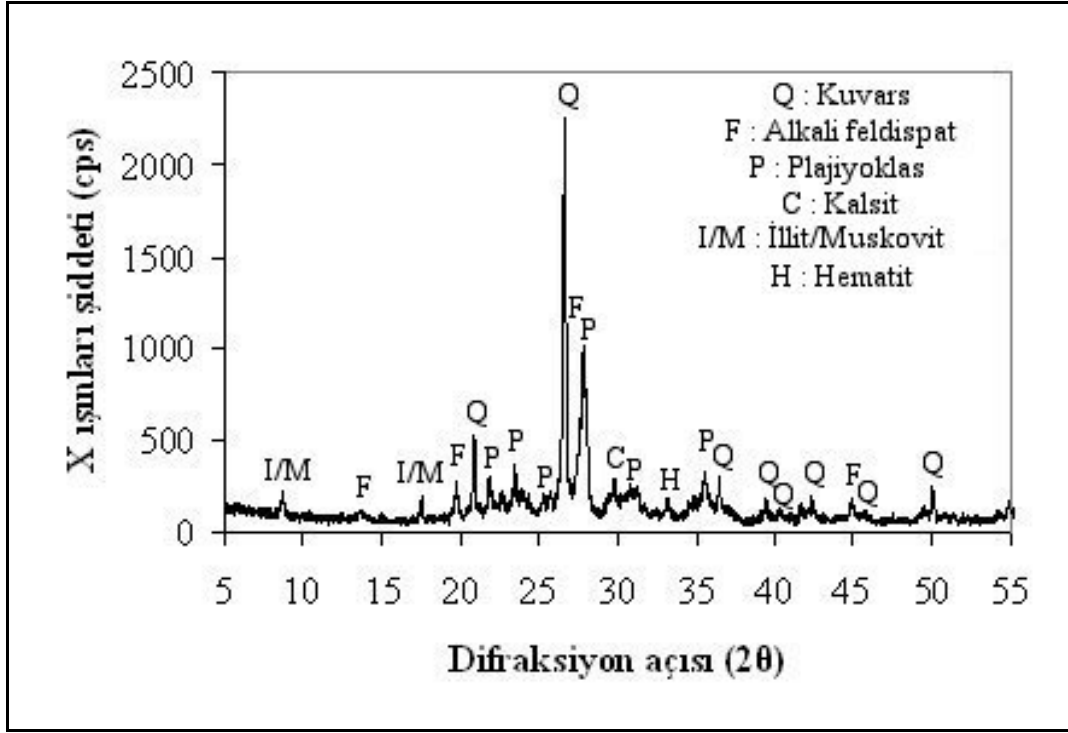
Şekil 6.17. M16 kodlu numuneye ait XRD paterni



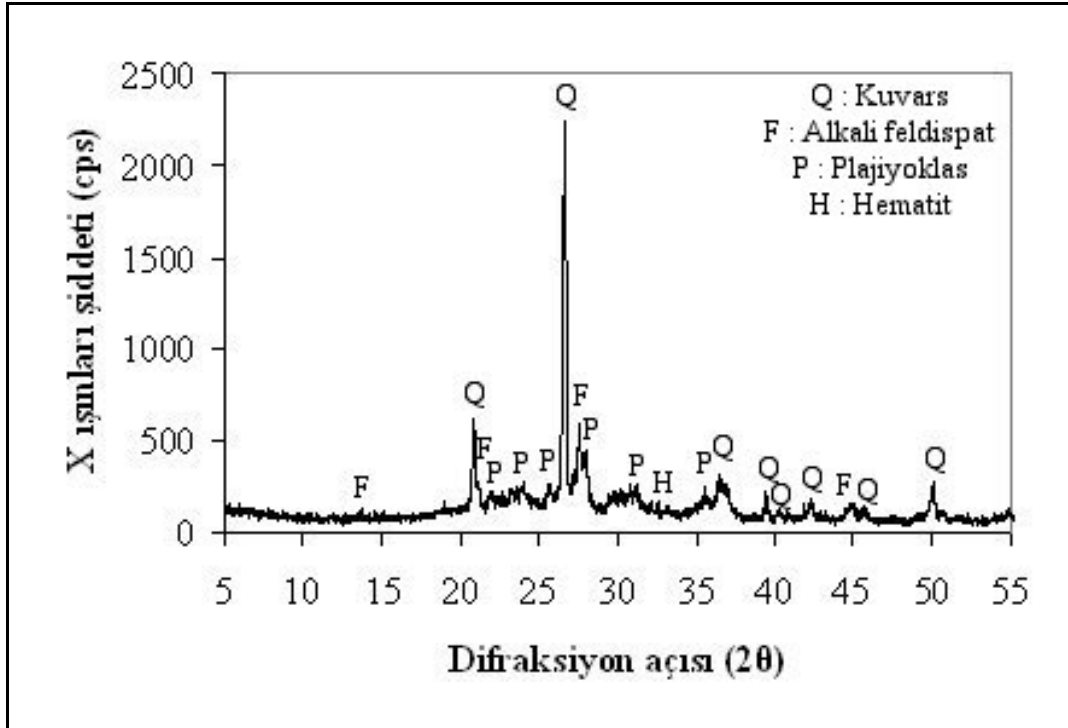
Şekil 6.18. M17 kodlu numuneye ait XRD paterni



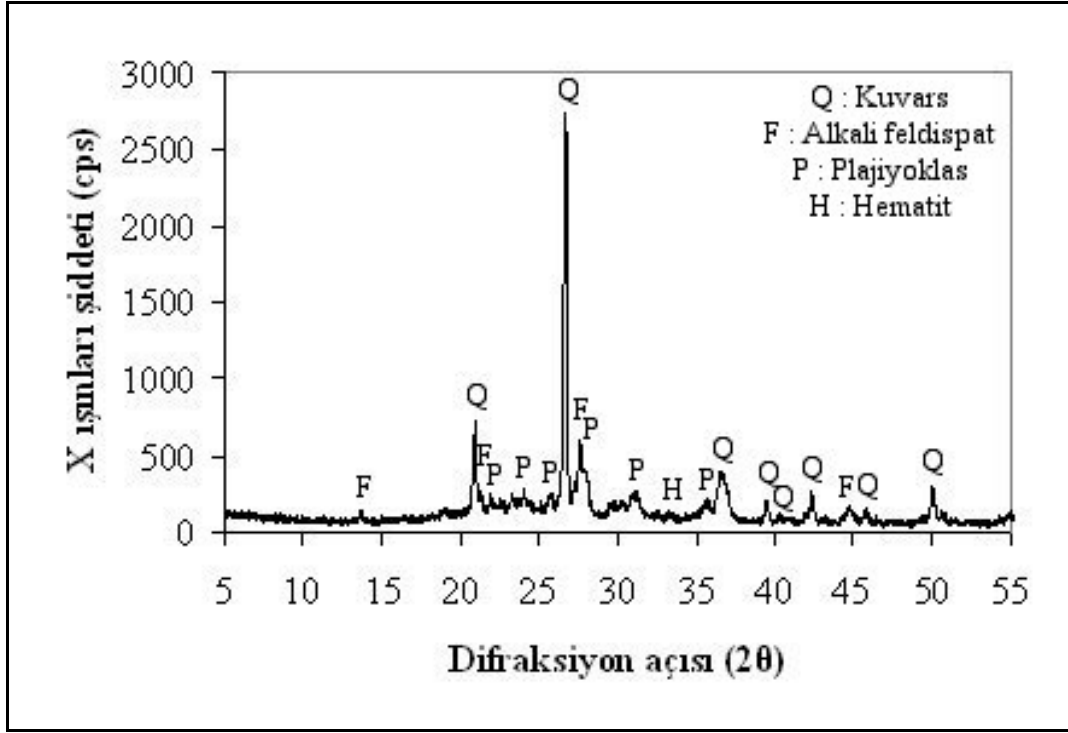
Şekil 6.19. M18 kodlu numuneye ait XRD paterni



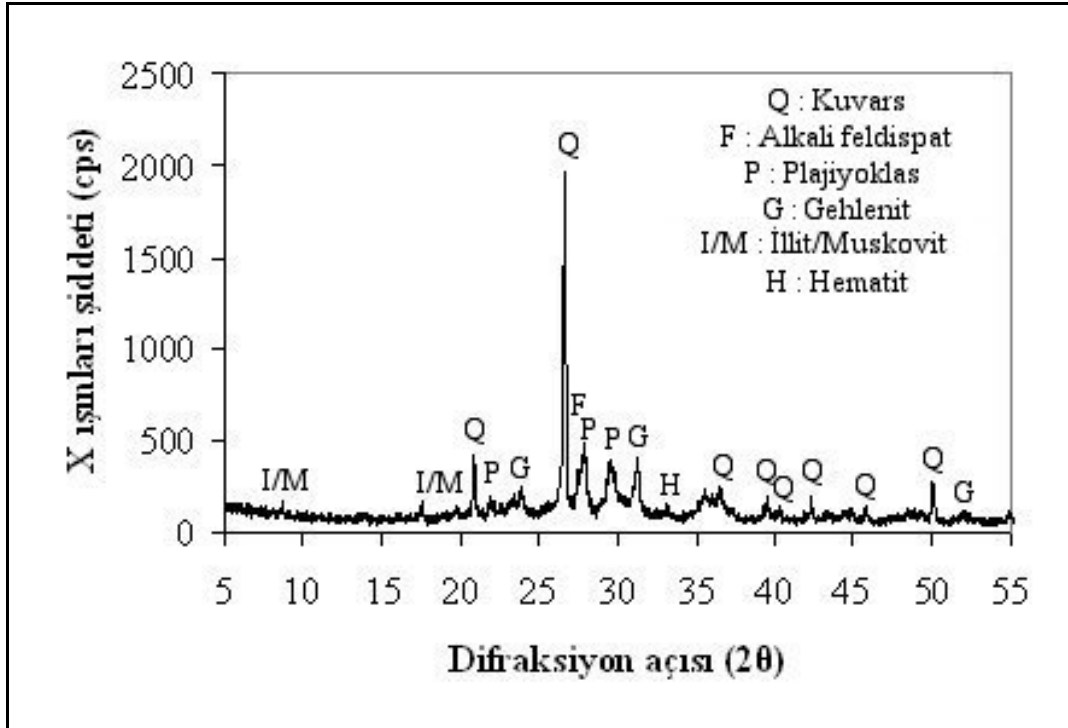
Şekil 6.20. M19 kodlu numuneye ait XRD paterni



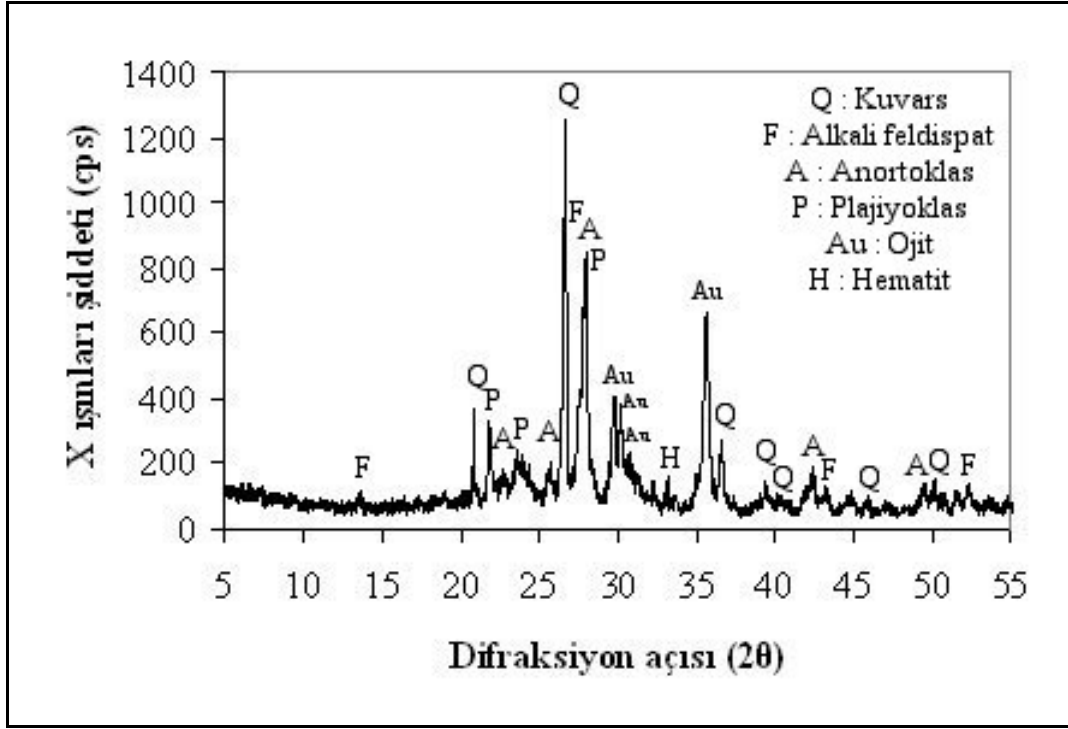
Şekil 6.21. M20 kodlu numuneye ait XRD paterni



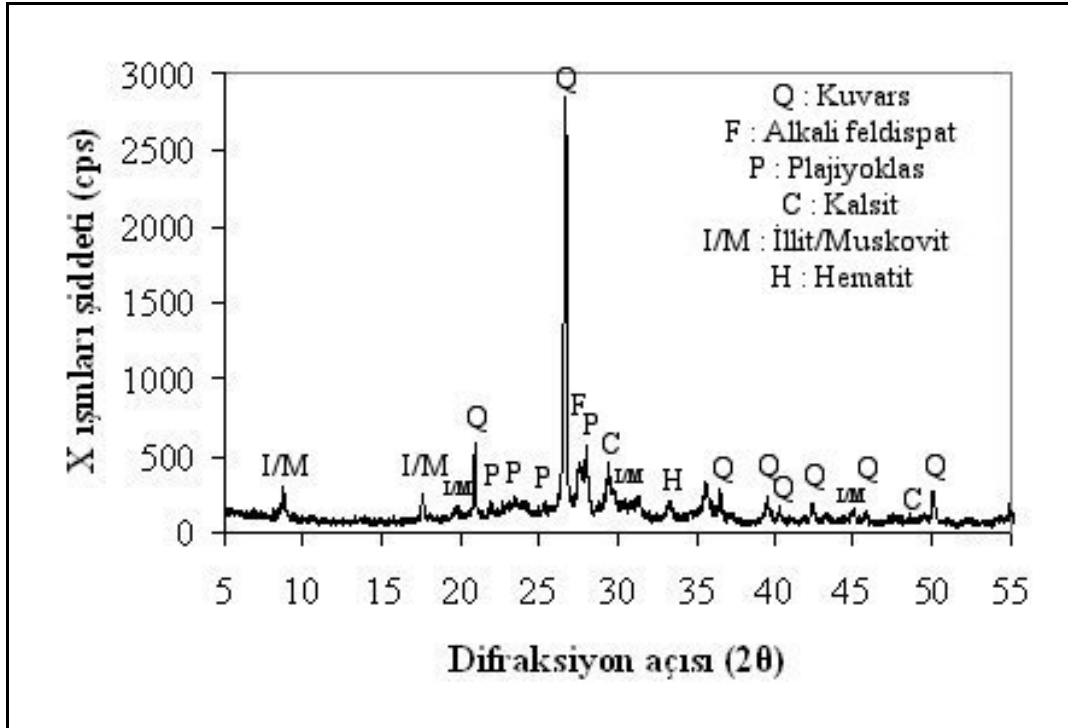
Şekil 6.22. M21 kodlu numuneye ait XRD paterni



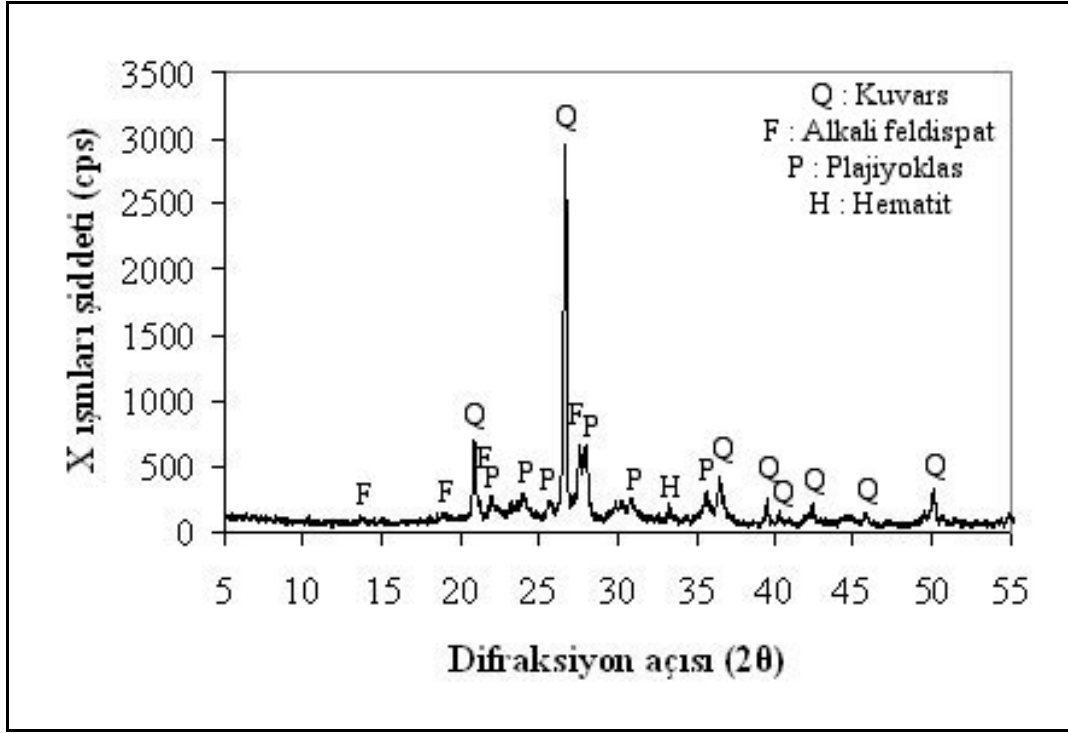
Şekil 6.23. M22 kodlu numuneye ait XRD paterni



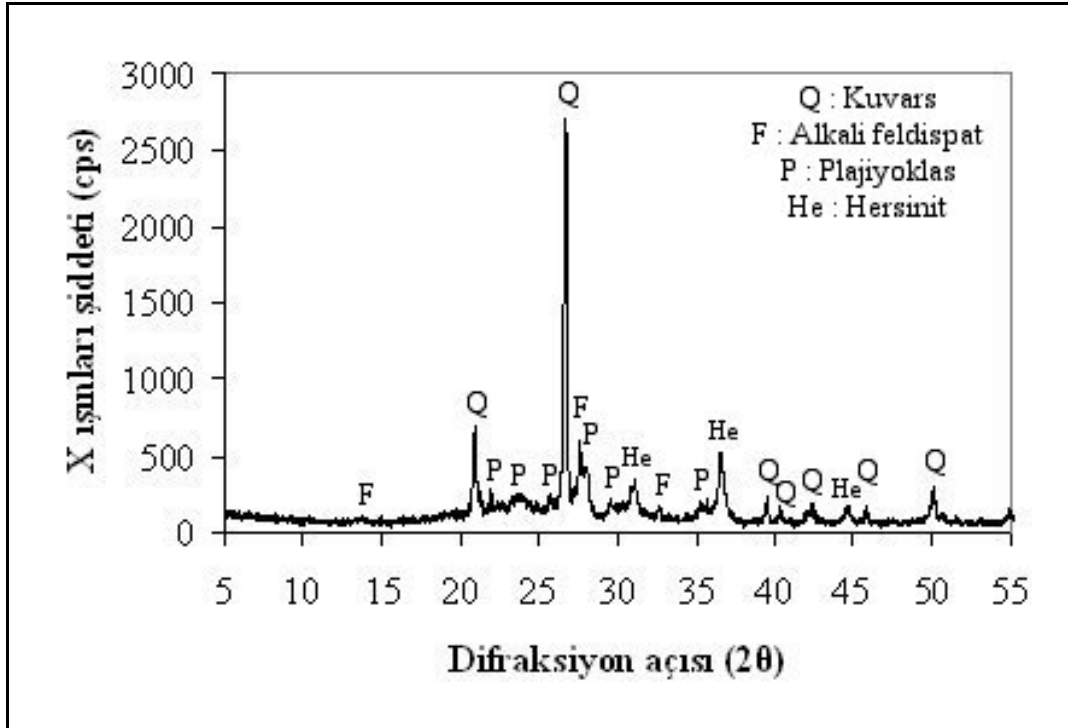
Şekil 6.24. M23 kodlu numuneye ait XRD paterni



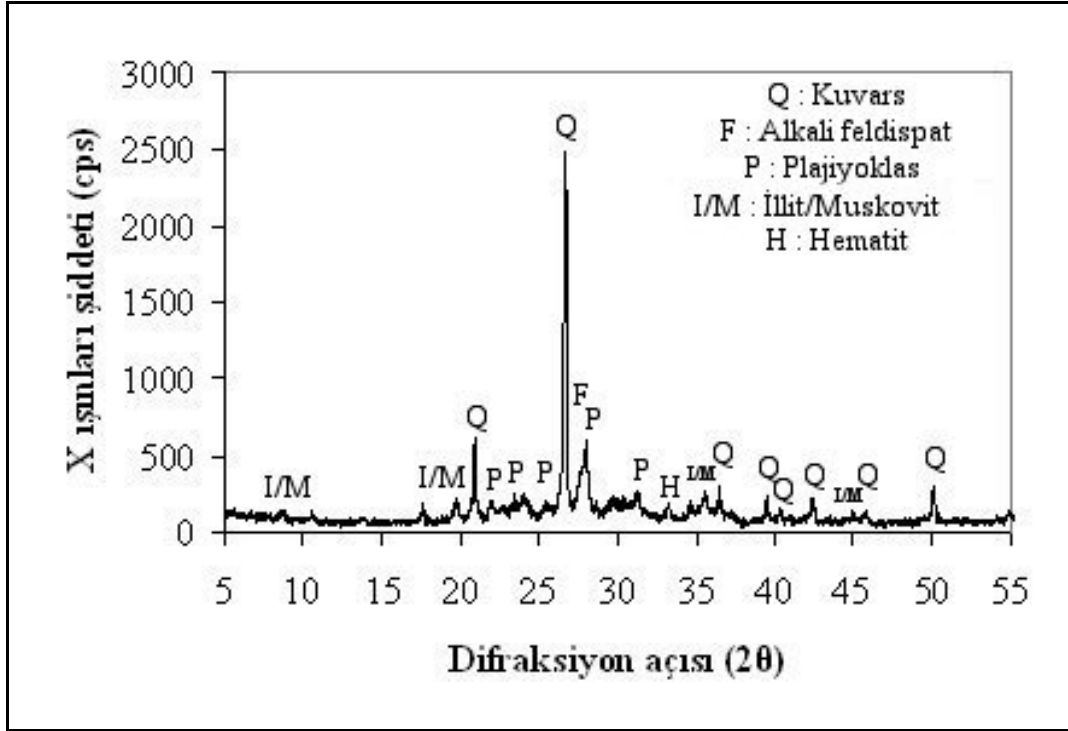
Şekil 6.25. M24 kodlu numuneye ait XRD paterni



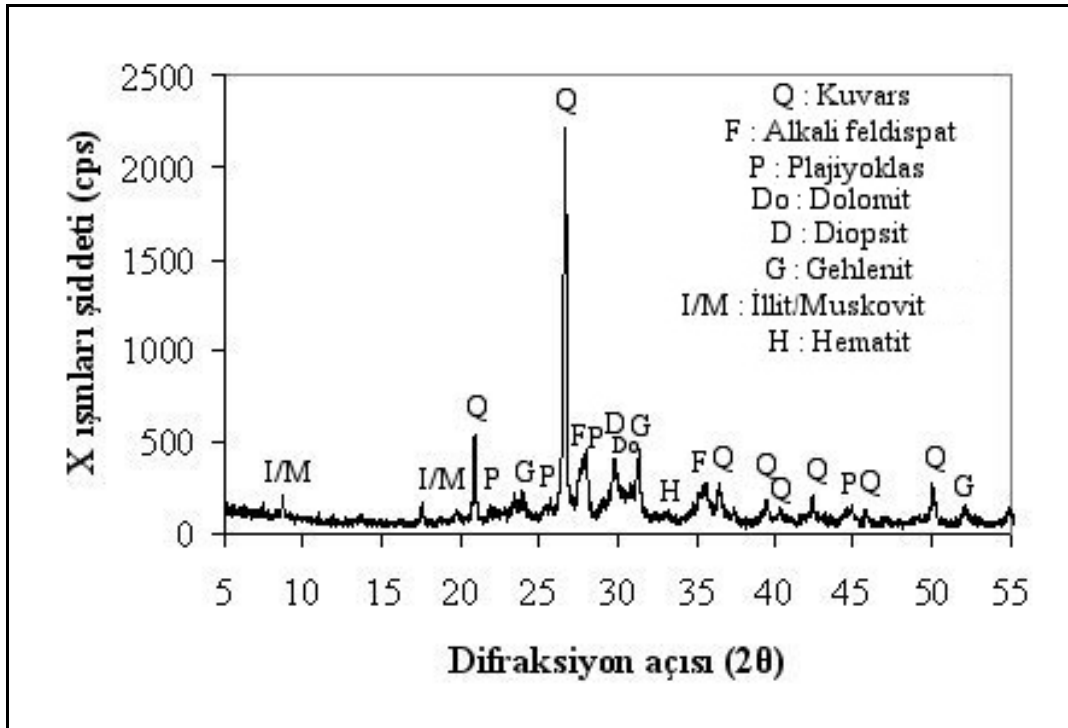
Şekil 6.26. M25 kodlu numuneye ait XRD paterni



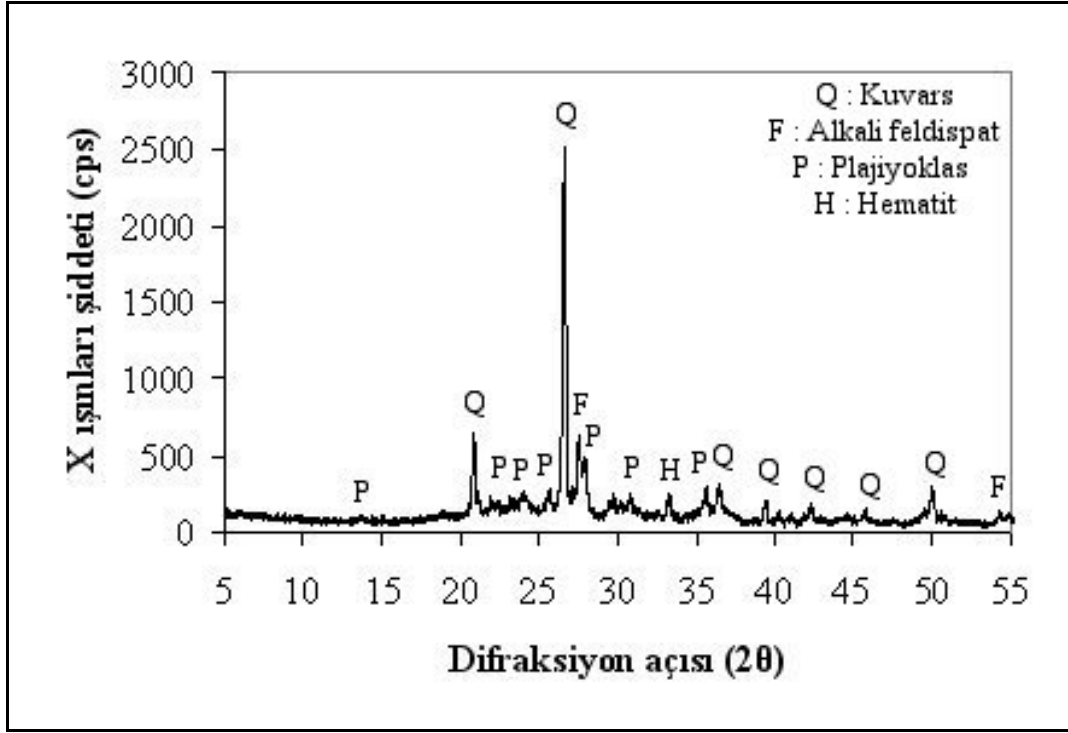
Şekil 6.27. M26 kodlu numuneye ait XRD paterni



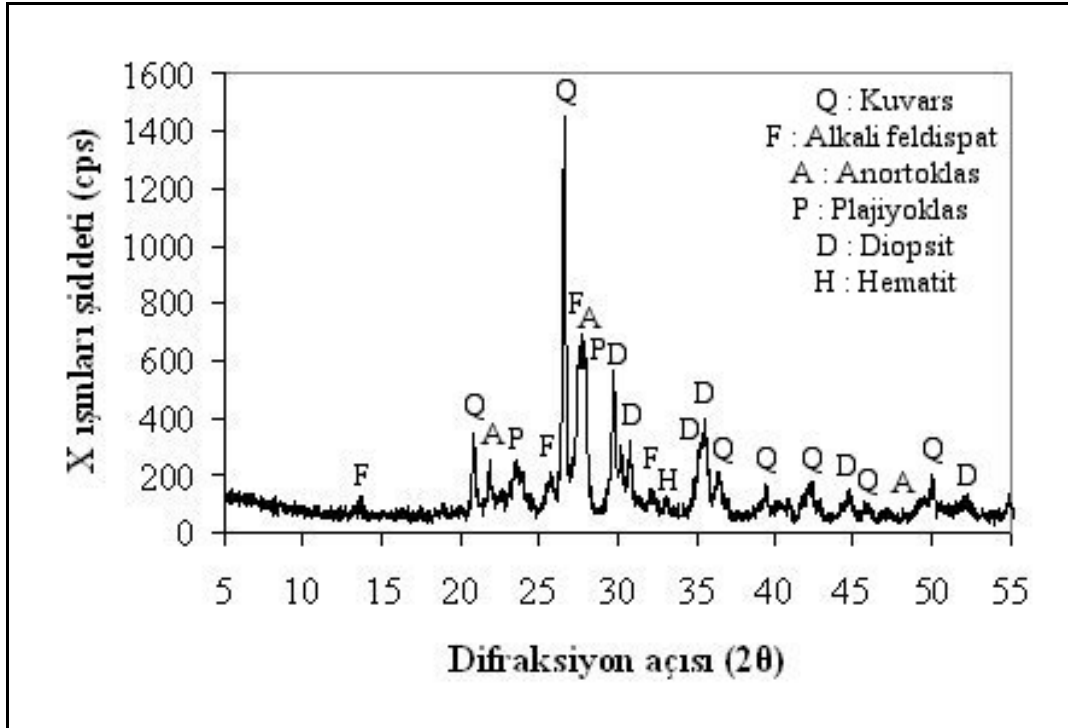
Şekil 6.28. B1 kodlu numuneye ait XRD paterni



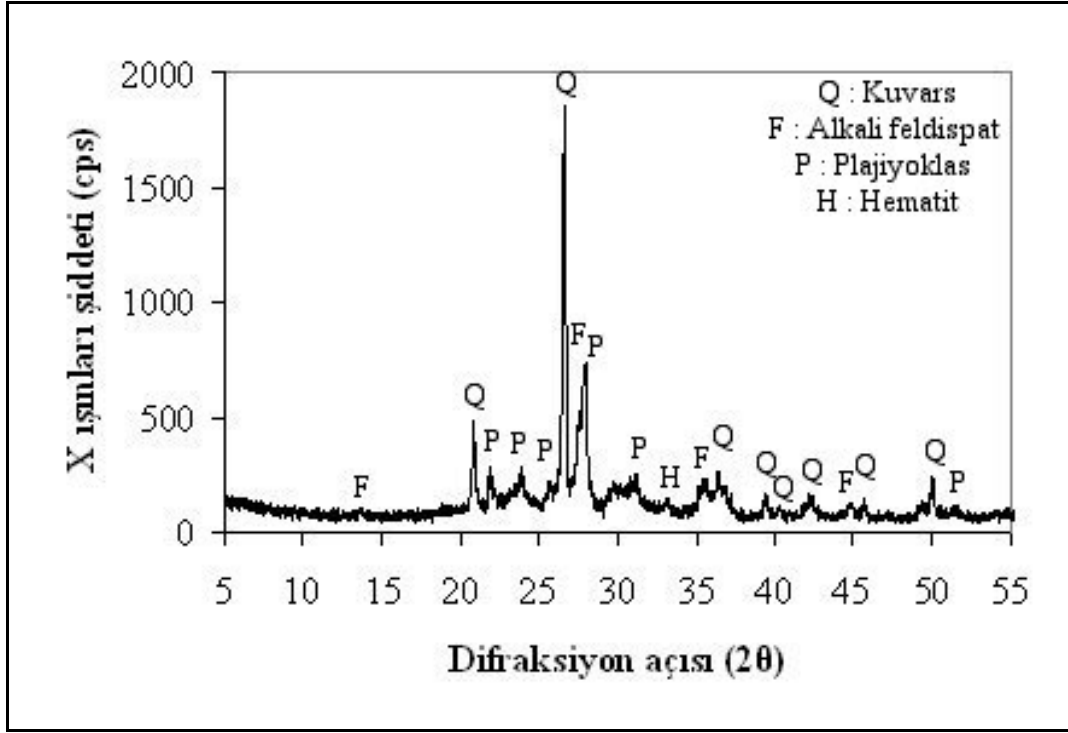
Şekil 6.29. B2 kodlu numuneye ait XRD paterni



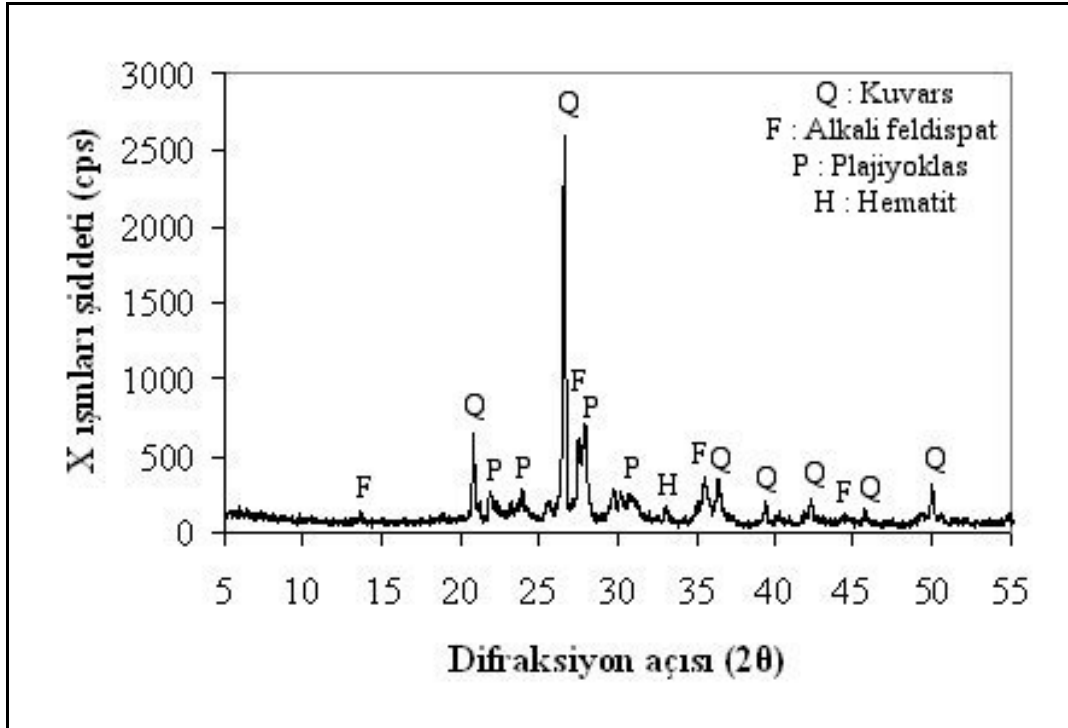
Şekil 6.30. B3 kodlu numuneye ait XRD paterni



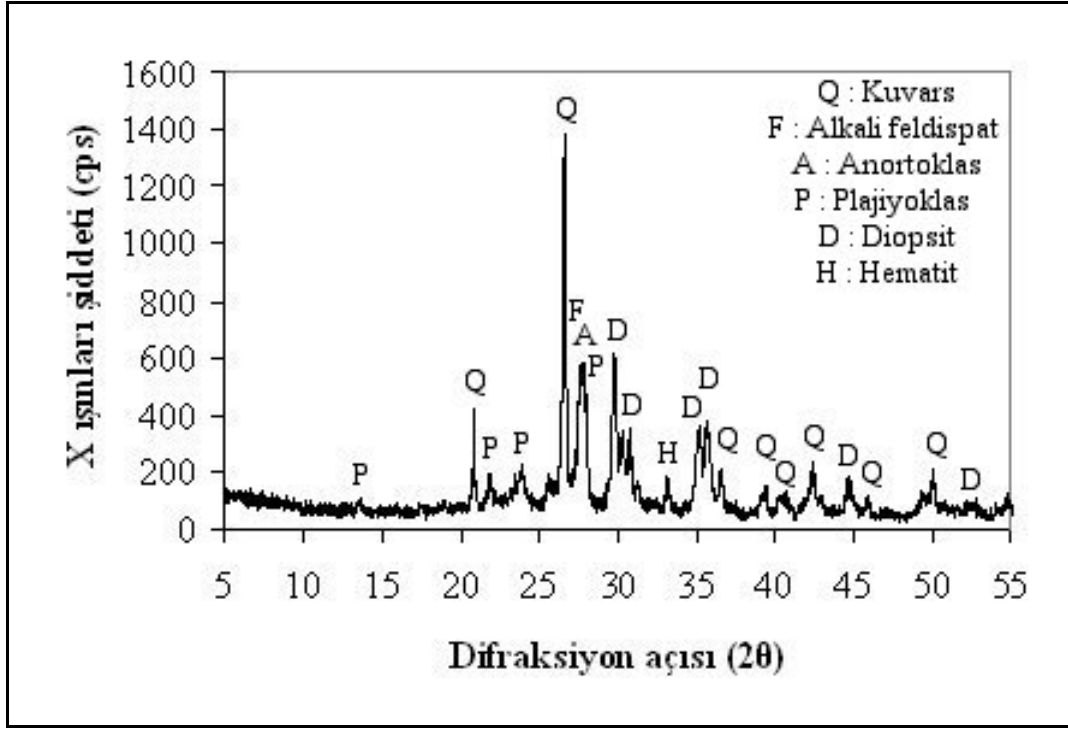
Şekil 6.31. B4 kodlu numuneye ait XRD paterni



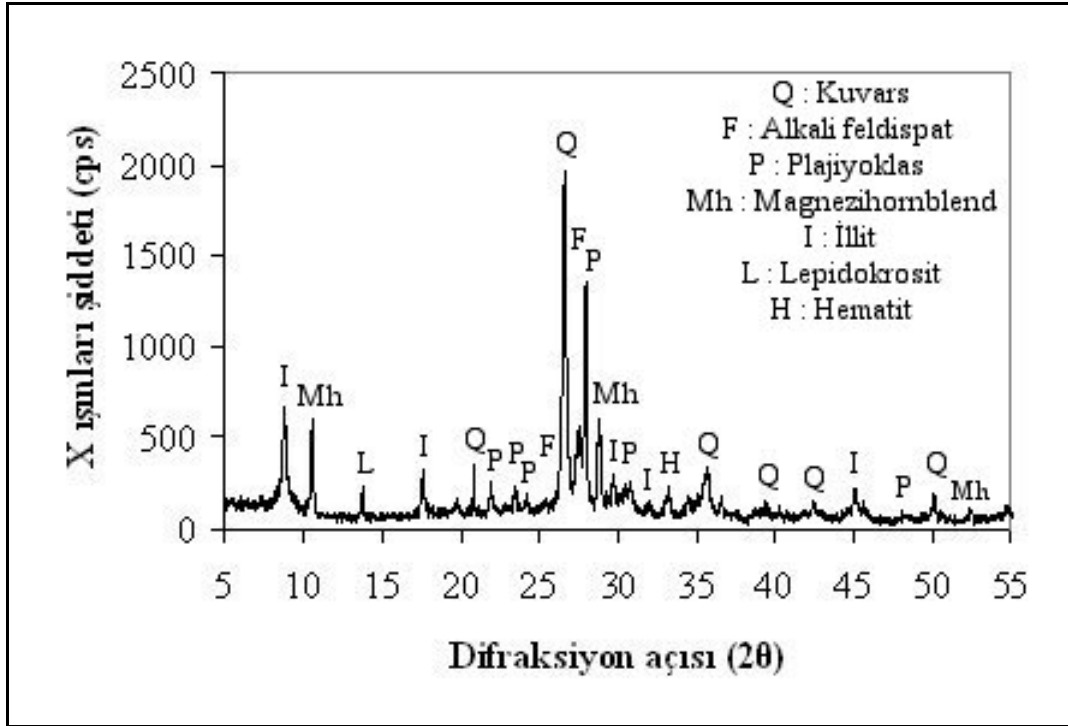
Şekil 6.32. B5 kodlu numuneye ait XRD paterni



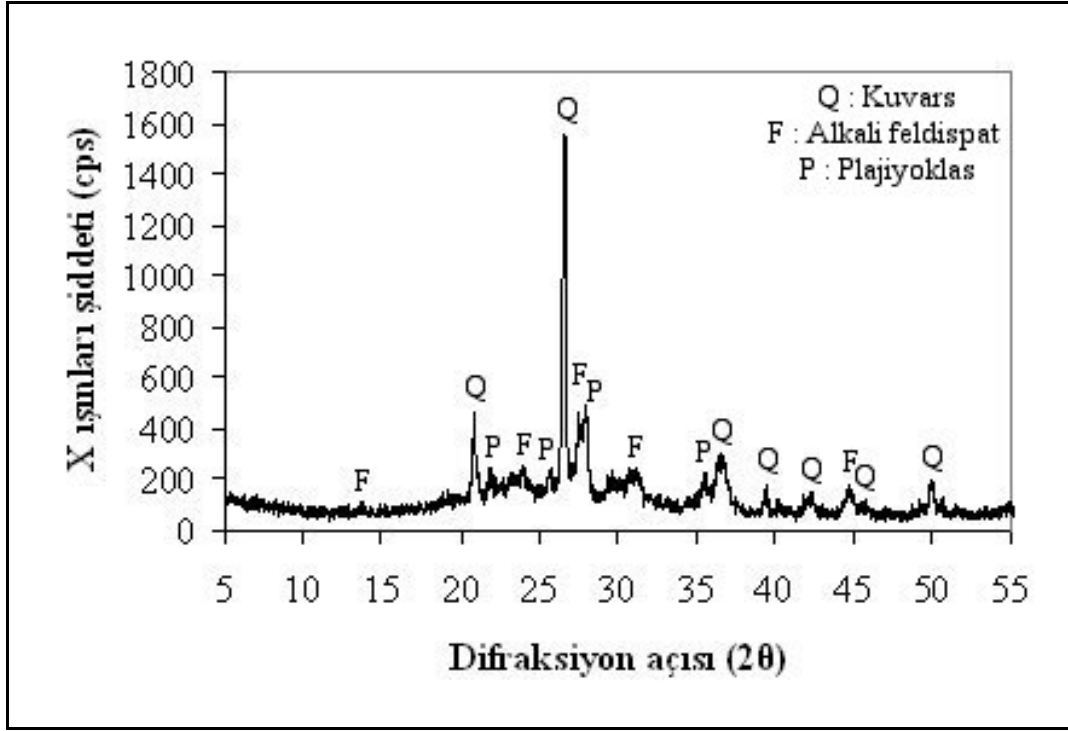
Şekil 6.33. B6 kodlu numuneye ait XRD paterni



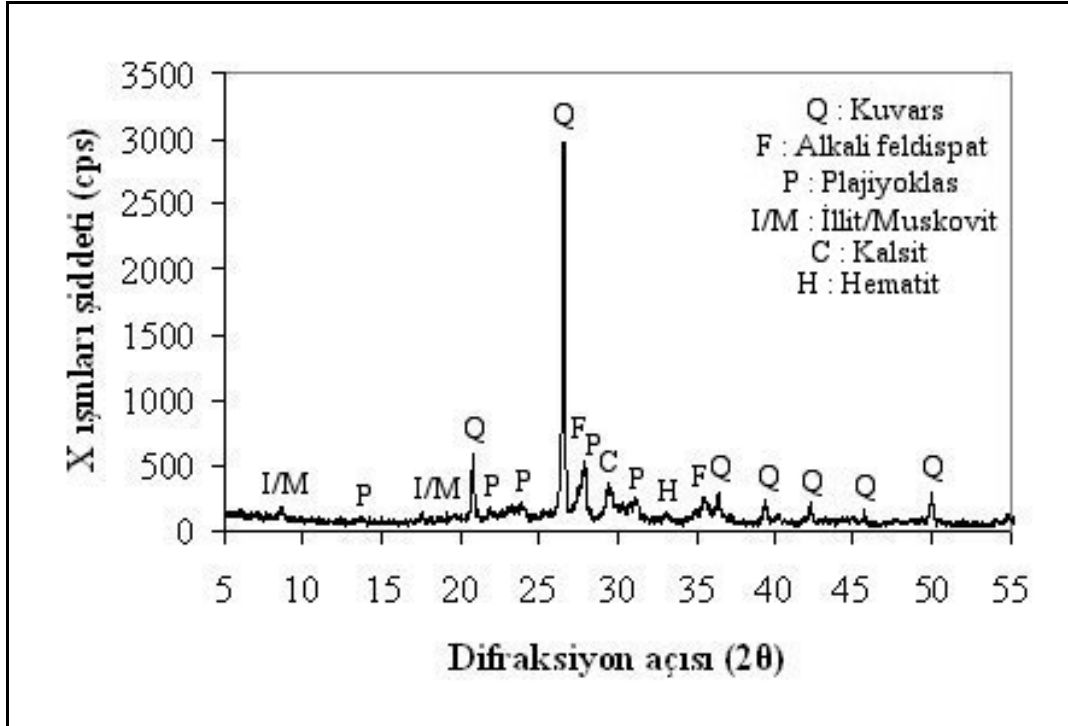
Şekil 6.34. B7 kodlu numuneye ait XRD paterni



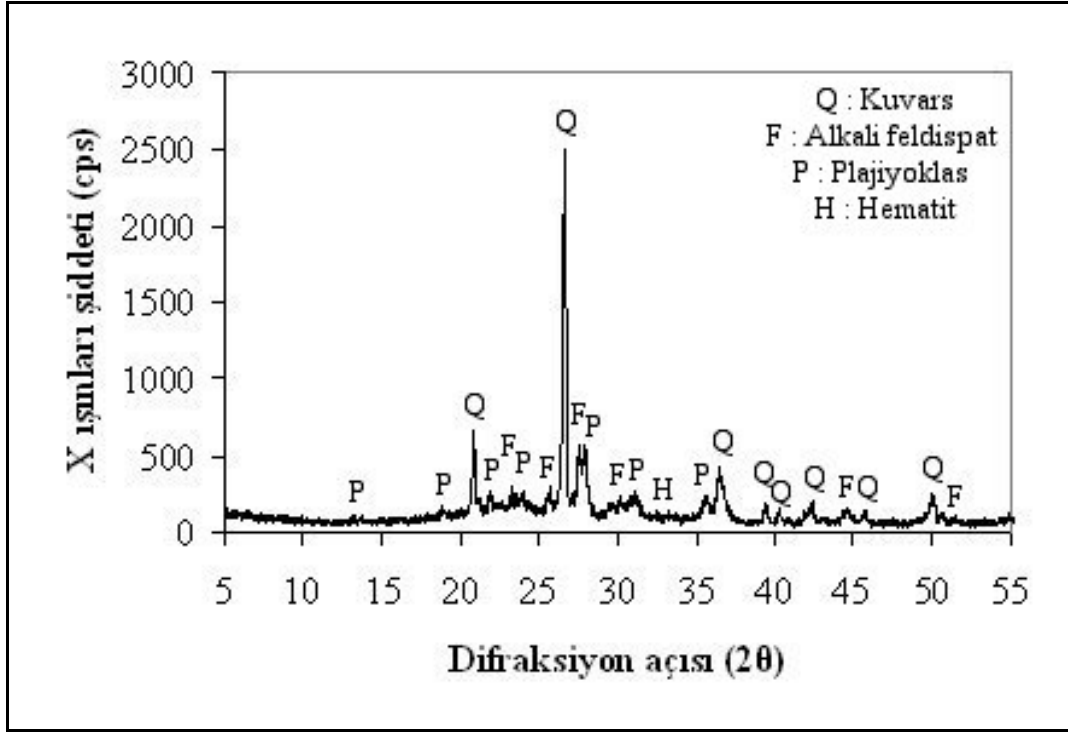
Şekil 6.35. B8 kodlu numuneye ait XRD paterni



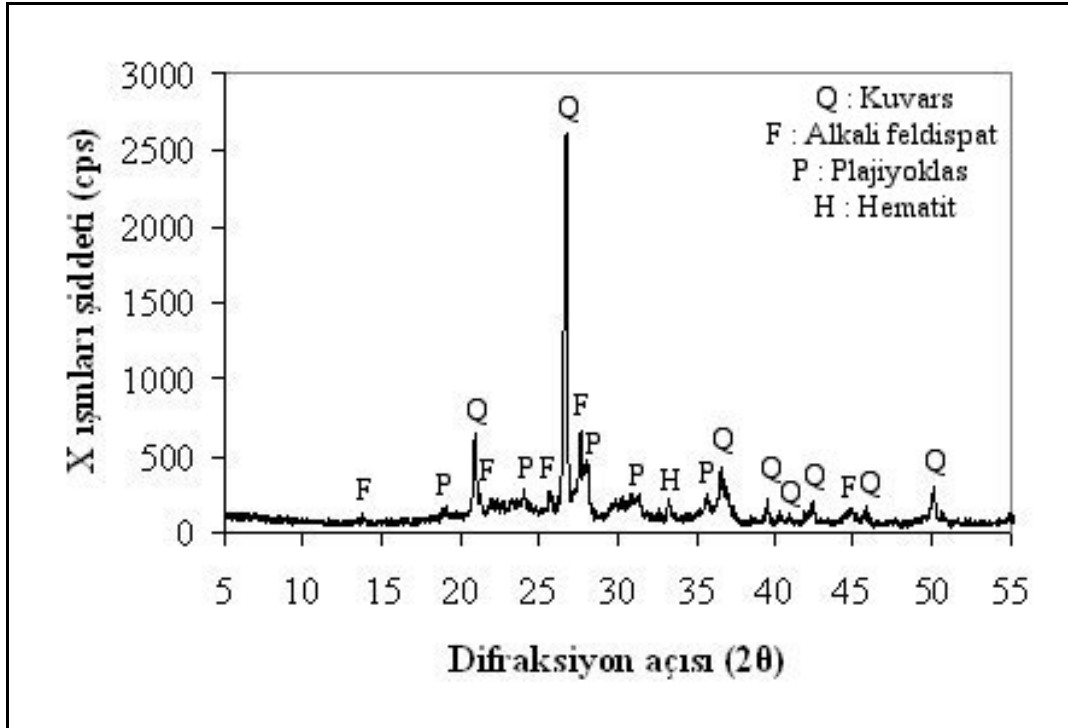
Şekil 6.36. B9 kodlu numuneye ait XRD paterni



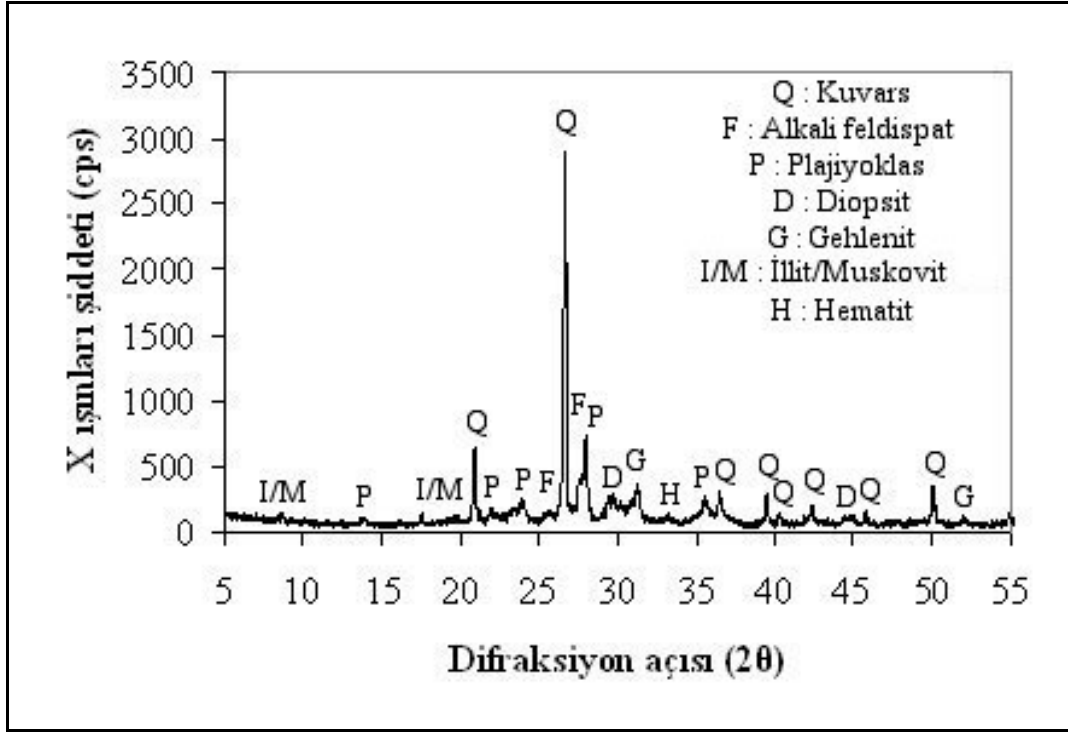
Şekil 6.37. B10 kodlu numuneye ait XRD paterni



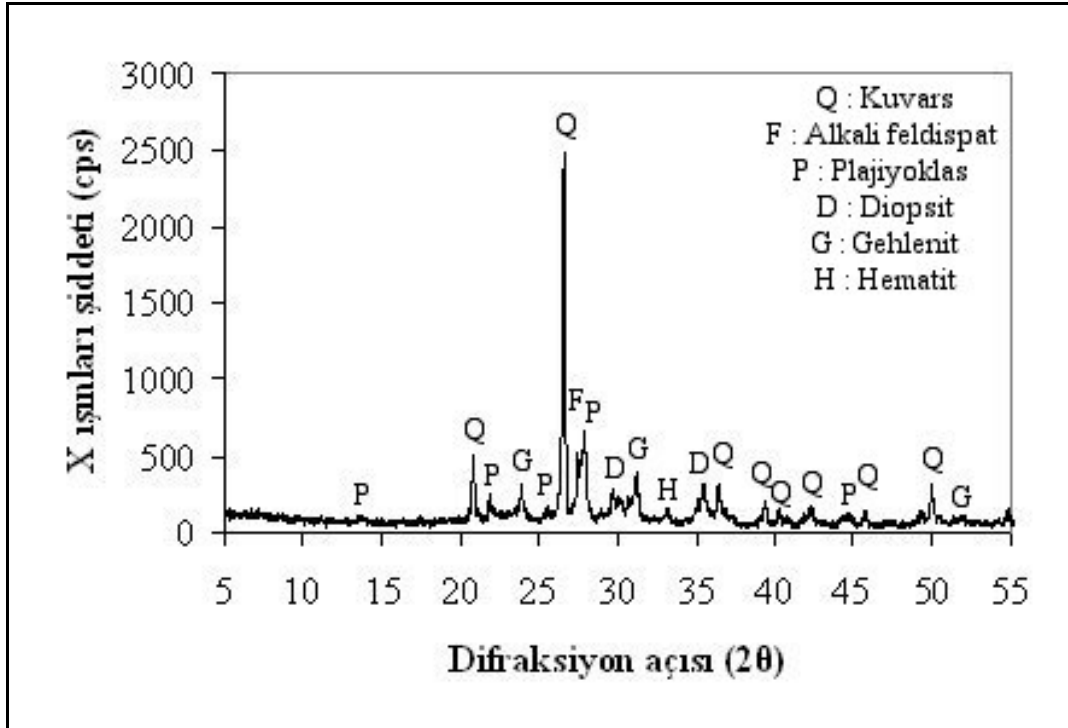
Şekil 6.38. B11 kodlu numuneye ait XRD paterni



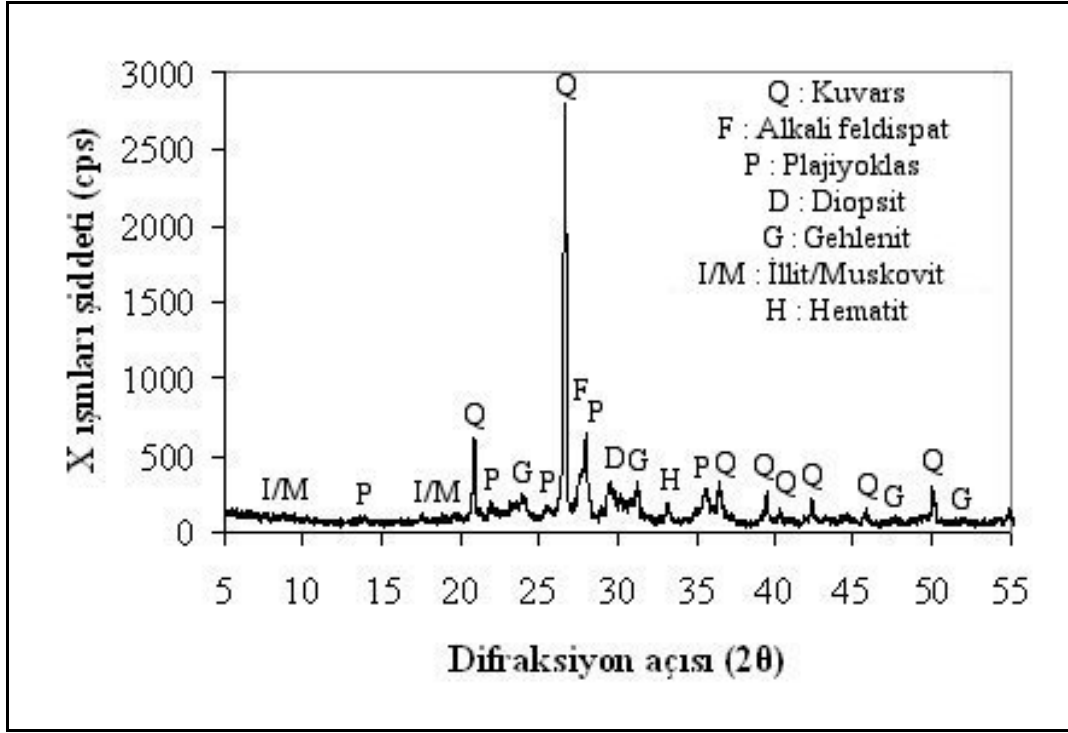
Şekil 6.39. B12 kodlu numuneye ait XRD paterni



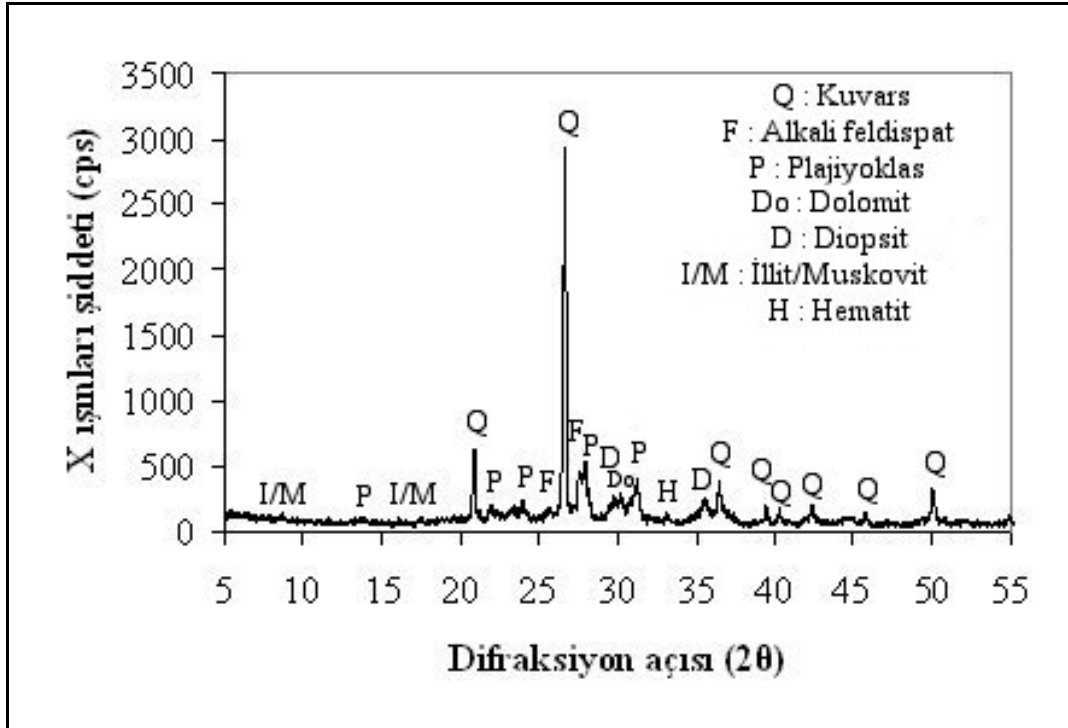
Şekil 6.40. B13 kodlu numuneye ait XRD paterni



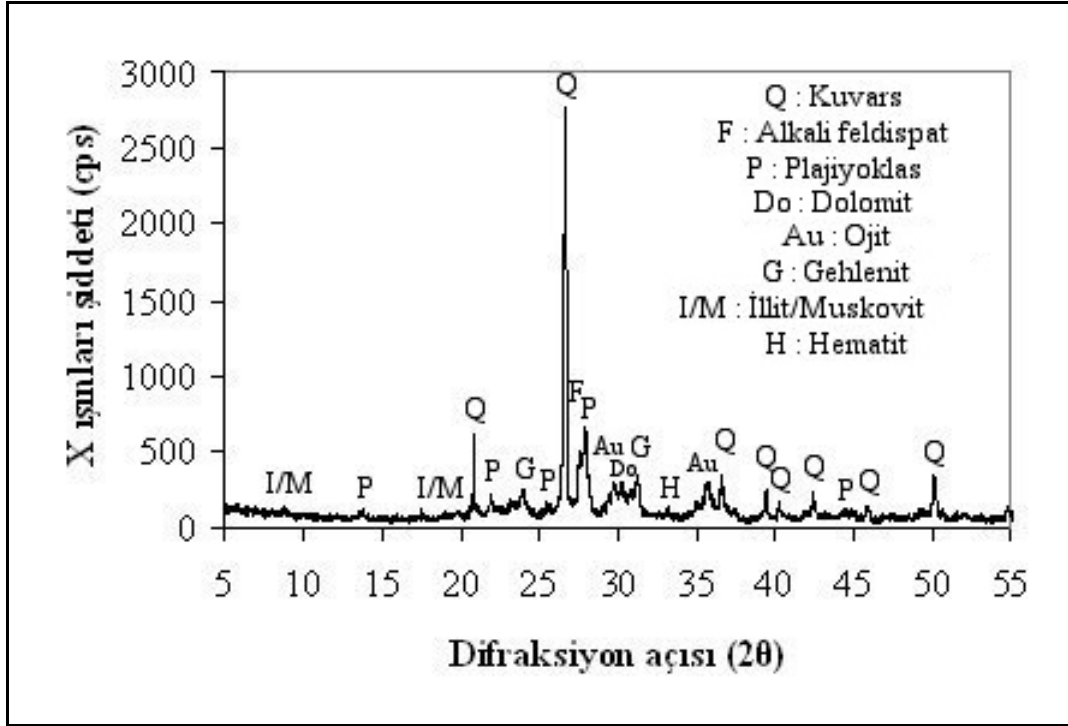
Şekil 6.41. B14 kodlu numuneye ait XRD paterni



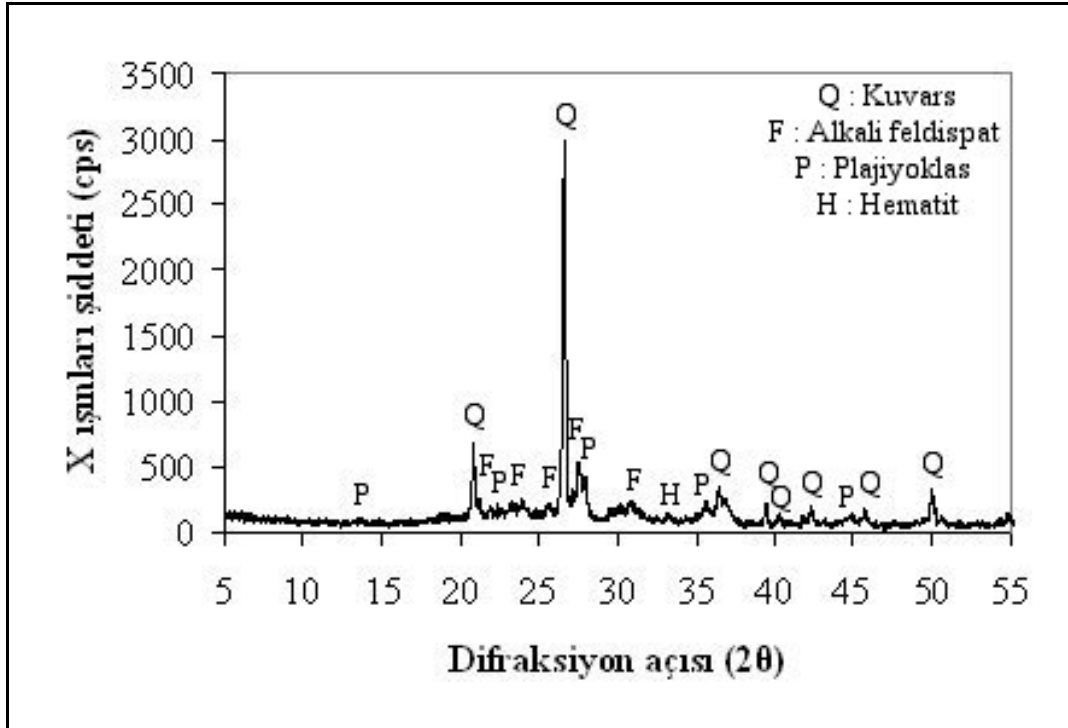
Şekil 6.42. B15 kodlu numuneye ait XRD paterni



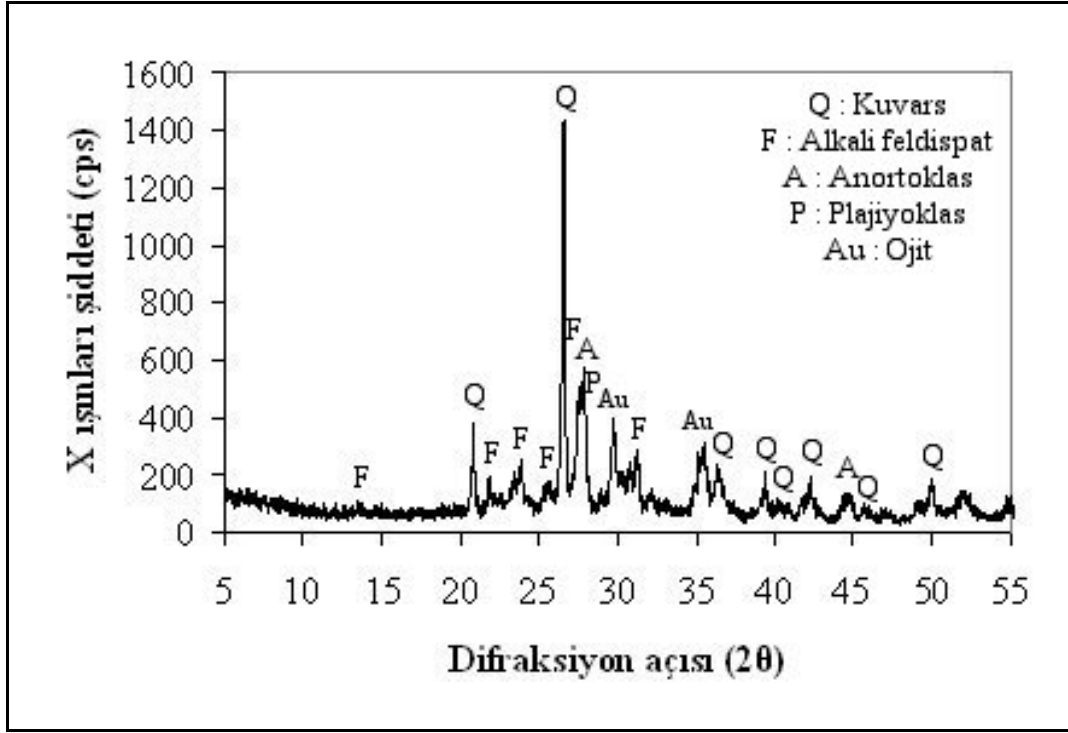
Şekil 6.43. B16 kodlu numuneye ait XRD paterni



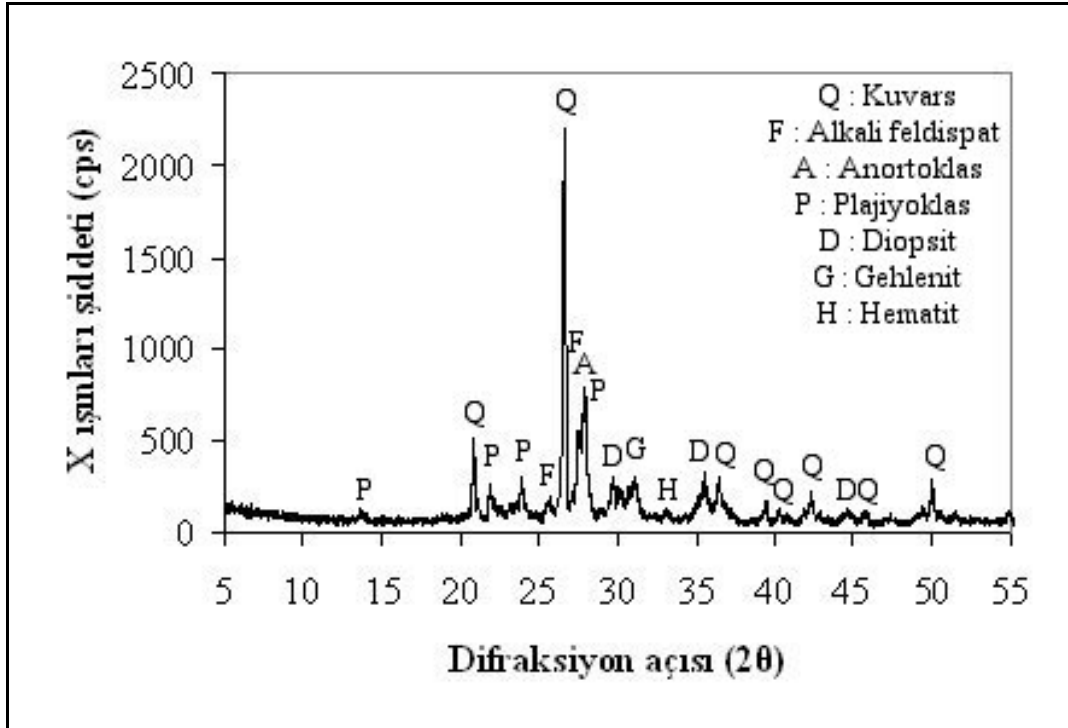
Şekil 6.44. B17 kodlu numuneye ait XRD paterni



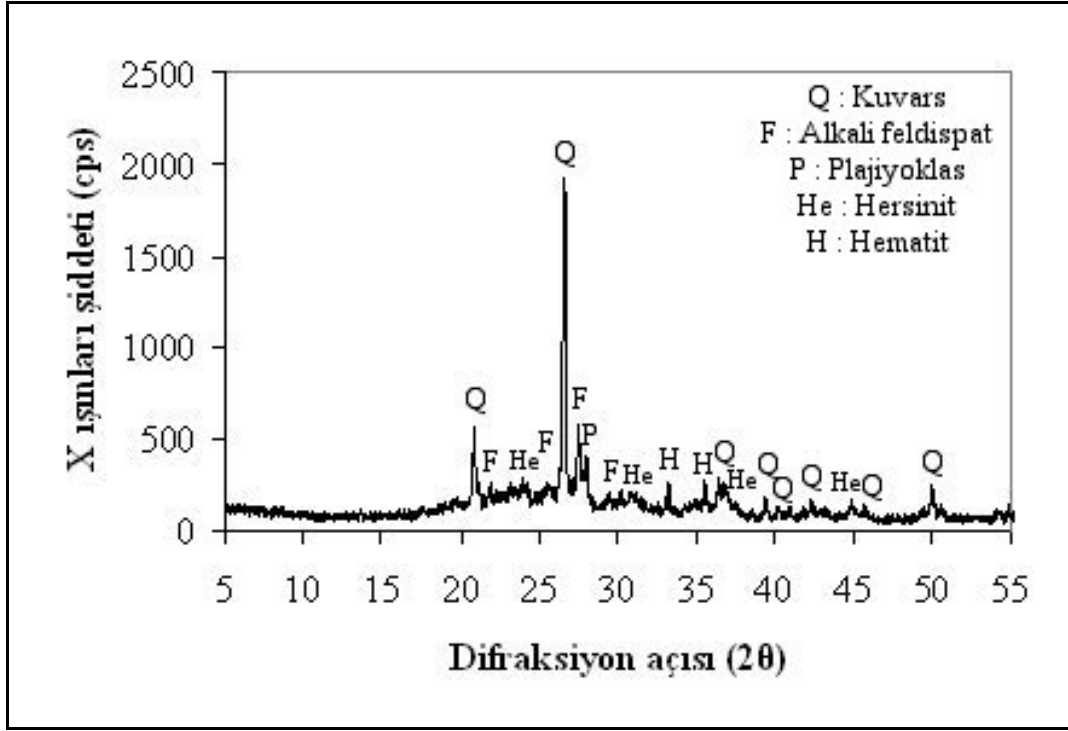
Şekil 6.45. B18 kodlu numuneye ait XRD paterni



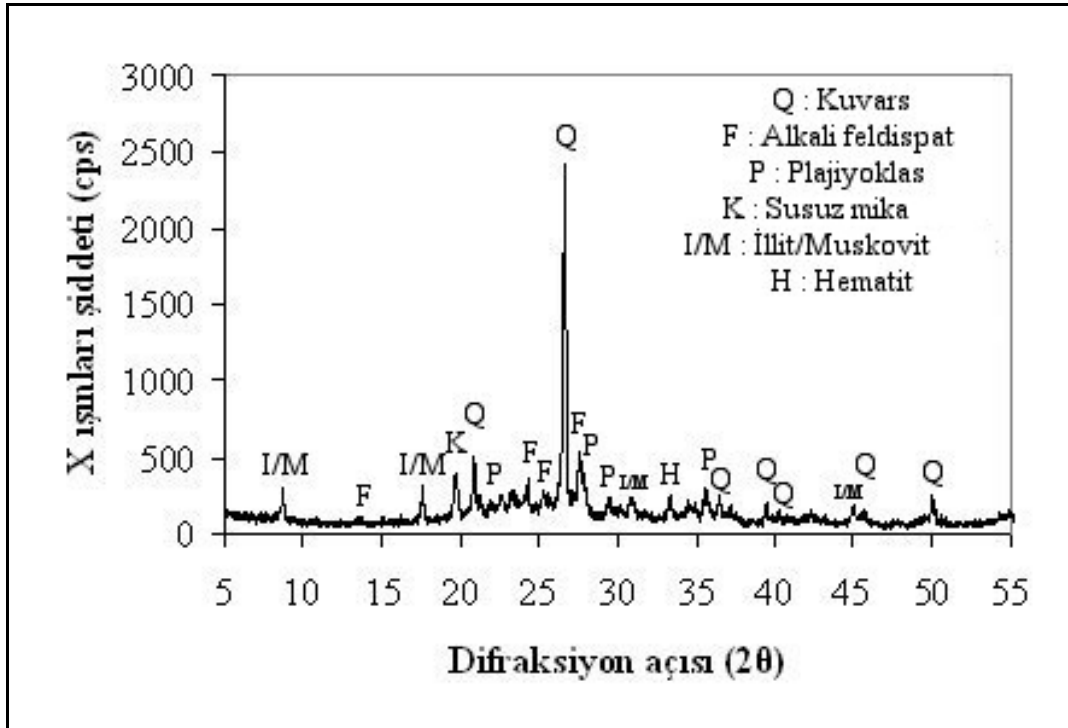
Şekil 6.46. B20 kodlu numuneye ait XRD paterni



Şekil 6.47. B21 kodlu numuneye ait XRD paterni



Şekil 6.48. B22 kodlu numuneye ait XRD paterni



Şekil 6.49. B23 kodlu numuneye ait XRD paterni

6.2.1. Megara kaseleri XRD analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Mevcut XRD analiz sonuçlarına göre Megara kasesi ve Batı Yamacı seramik bünyelerini A, B, C, D, ve BC gurupları olmak üzere kendi aralarında 5 temel guruba ayırmak mümkün olabilir. A gurubuna ait seramik bünyelerin genel özelliği illit/muskovit türü kil mineralleri içeren kuvars, alkali feldispat, plajiyoklas ve demirli bir hammadde kaynağına bağlı, değişik sıcaklıklarda pişirim ile oluşan bünyeler oluşudur. B gurubu seramik bünyeler ise A gurubuna göre kalsit içeriği ile ayrılmaktadır. C gurubu bünyeler ise A gurubu bünyelerin dolomit içermesi ile çeşitli sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu oluşumuna benzemektedirler. D gurubu ve tek numuneye ait B8 kodlu Batı Yamacı seramik bünyesi ise hem Megara kasesi bünyeleri hemde Batı Yamacı seramik bünyeleri arasında oldukça değişik mineral ve faz içeriğine sahip bir ürünü temsil etmektedir. BC gurubundaki seramik bünyeler ise hem kalsit, hemde dolomit içeren hammadde kaynakları ile çeşitli sıcaklıklara maruz kalmış bünyeleri temsil etmektedirler. Örneğin; gehlenit, illit ve kalsit minerallerinin, diopsit ise SiO_2 ve dolomitin reaksiyonu sonrasında seramik bünyelerde oluşan mineral türleridir. Bu nedenle bu ürün gurubu B ve C guruplarının karışması gibi değerlendirilebilir. Gurup harfinin yanına bir sayı eklenmesi ile oluşturulan alt guruplar ise artan sayı doğrultusunda göreceli olarak diğerine göre daha yüksek sıcaklıklara maruz kaldığı düşünülen bünyeleri temsil etmektedirler. Örneğin; A2 gurubu Megara kasesi bünyeleri, A1 gurubu Megara kasesi bünyelerine göre kil mineralleri içermemesinden dolayı A1 gurubuna göre daha yüksek sıcaklıklarda pişirildikleri öngörülmektedir.

Megara kaseleri XRD analizleri sonucunda kuvars, illit/muskovit, alkali feldispat, plajiyoklas, anortoklas, hematit, hersinit, kalsit, diopsit, ojit, gehlenit çeşitli numunelerde rastlanan minerallerdir. Megara kasesi bünyelerinde C gurubuna ait ürün bulunmamaktadır. Elde edilen bulgular ışığında Megara kaselerinin mineralojik ve faz bileşimi açısından 8 değişik bileşime sahip olduğu görülmektedir. Bu farklı mineralojik ve faz bileşimleri Çizelge 6.13’de görülmektedir.

Çizelge 6.13. XRD analizlerinden elde edilen bulgular ışığında Megara kaseleri bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait guruplandırmalar

Deneysel Kod	Mineral ve fazlar	Gurup kodu	Gurup sayısı
M3	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, İllit/Muskovit, Hematit	A1	1
M9	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, İllit/Muskovit, Hematit		
M10	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, İllit/Muskovit, Hematit		
M11	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, İllit/Muskovit, Hematit		
M14	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, İllit/Muskovit, Hematit		
M5	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit	A2	2
M7	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
M17	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
M18	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
M20	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
M21	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
M25	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
M26	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hersinit		
M8	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit	B1	3
M12	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit		
M15	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit		
M16	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit		

Çizelge 6.13 (Devam). XRD analizlerinden elde edilen bulgular ışığında Megara kaseleri bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait gruplandırmalar

Deneysel Kod	Mineral ve fazlar	Gurup kodu	Gurup sayısı
M19	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit	B1	3
M24	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit		
M6	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, Hematit	B2	4
M22	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit	B3	5
M1	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit	BC1	6
M2	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit		
M13	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit		
M4	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit	BC2	7
M23	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Ojit, Hematit	BC3	8

Kuvars yüksek ergime sıcaklığı nedeniyle tüm numunelerde rastlanan temel mineraldir. İllit/muskovit mineralleri M3, M8, M9, M10, M11, M14, M15, M16, M19, M22 ve M24 kodlu numunelerde bulunmuştur. İllit/muskovit minerali hidroksil gurubunu 700 °C civarında kaybetmeye başlamasına rağmen yapısal bozunumu 900-1000 °C arasında tamamlamaktadır [50-53]. Yapısal suyunu kaybeden muskovit veya diğer mikalar yapısal bozunumunu tamamlamamış iseler tekrar su absorplayarak eski yapısal formlarına geri dönebilmektedirler [54]. Bu nedenle yukarıda belirtilen Megara kaselerinin bünyesinde bulunan illit/muskovit minerali yapısal bozunumunu tamamlamadıklarından dolayı 1000 °C'nin altında bir sıcaklıkta sinterlendikleri öngörülebilir.

Kalsit ve dolomit mineralleri yapısal bozunumu 600-850 °C aralığında tamamlamaktadır [35, 50, 55]. Bu nedenle M8, M12, M15, M16, M19 ve M24 kodlu numunelerin pişirim sıcaklığının bu sıcaklığa kadar ulaşmadığı söylenebilir.

Alkali feldispat, plajiyoklas ve anortoklas mineralleri için bünyelerde doğal olarak bulundukları veya pişme sonrası oluşan mineraller olduğunu mikroyapısal karakteristiklerini incelemekten ifade etmek doğru olmayabilir. Alkali feldispat, plajiyoklas için bu ifadenin doğruluk payı oldukça yüksek olmasına rağmen anortoklas seramik bünyelerde genellikle yüksek sıcaklık minerali olarak karşımıza çıkmaktadır.

Gehlenit, illit ve kalsit minerallerinin 800 °C civarında reaksiyona girmeleri sonucunda oluşan bir mineraldir. Bu nedenle M22 kodlu numunenin illit/muskovit ve gehlenit minerallerini içermesi nedeni ile 1000 °C'den düşük ancak 800 °C'den yüksek bir sıcaklıkta sinterlendiği söylenebilir.

Diopsit, SiO₂ ve dolomitin 900 °C'de reaksiyonu sonrasında oluştuğundan dolayı M1, M2, M4, M6 ve M13 kodlu numunelerin bu sıcaklıktan daha yüksek sıcaklıklarda sinterlendikleri söylenebilir [32].

M1, M2, M4, M5, M6, M7, M12, M13, M17, M18, M20, M21, M23 ve M25 kodlu numunelerin eğer kil bazlı pişirilmiş bünyeler olduğu düşünülürse sinterleme sıcaklığının 1000 °C üzerinde olduğu, spinel ve mullit gibi belirgin fazlara rastlanılamamış olması nedeni ile 1100 °C'nin altında sıcaklıklarda sinterlendikleri söylenebilir.

Hersinit 1100 °C civarında oluşan spinel yapısında bir mineral olduğu için M26 kodlu numunenin en yüksek sıcaklıkta sinterlenmiş eser olduğu söylenebilir. [56, 57].

6.2.2. Batı Yamacı seramikleri XRD analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Batı Yamacı seramikleri XRD analizleri sonucunda kuvars, illit/muskovit, magnezihornblend, alkali feldispat, plajiyoklas, anortoklas, lepidokrosit, hematit, hersinit, kalsit, diopsit, ojit, gehlenit çeşitli numunelerde rastlanan minerallerdir. Elde edilen bulgular ışığında Batı Yamacı seramiklerinin mineralojik ve faz bileşimi açısından 15 değişik bileşime sahip olduğu görülmektedir. Bu farklı mineralojik ve faz bileşimleri Çizelge 6.14'de görülmektedir.

Çizelge 6.14. XRD analizlerinden elde edilen bulgular ışığında Batı Yamacı seramikleri bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait gruplandırmalar

Deneyisel Kod	Mineral ve fazlar	Gurup kodu	Gurup sayısı
B1	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, İllit/Muskovit, Hematit	A1	1
B23	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Susuz mika, İllit/Muskovit, Hematit	A2	2
B3	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit	A3	3
B5	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
B6	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
B11	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
B12	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
B18	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit		
B9	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas	A4	4
B22	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hersinit, Hematit	A5	5
B10	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit	B1	6
B16	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Dolomit, Diopsit, İllit/Muskovit, Hematit	C1	7
B4	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Diopsit, Hematit	C2	8
B7	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Diopsit, Hematit		
B8	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Magnezihornblend, İllit, Lepidokrosit, Hematit	D1	9
B2	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Dolomit, Diopsit, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit	BC1	10
B13	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, Diopsit, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit	BC2	11
B15	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, Diopsit, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit		

Çizelge 6.14 (Devam). XRD analizlerinden elde edilen bulgular ışığında Batı Yamacı seramikleri bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait gruplandırmalar

DeneySEL Kod	Mineral ve fazlar	Gurup kodu	Gurup sayısı
B17	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Dolomit, Ojit, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit	BC3	12
B14	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit	BC4	13
B21	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit	BC5	14
B20	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Ojit	BC6	15

B1, B2, B8, B10, B13, B15, B16, B17 ve B23 kodlu numunelerde illit/muskovit mineraline rastlandığından dolayı 1000 °C'nin altında sinterlendikleri, B2, B13, B15 ve B16 kodlu numunelerin diopsit minerali içermesi nedeni ile 900 °C'nin, B17 kodlu numunenin gehlenit minerali içermesi nedeni ile 800 °C'nin üzerinde bir sıcaklıkta sinterlendikleri düşünülmektedir.

B3, B4, B5, B6, B7, B9, B11, B12, B14, B18, B20, ve B21 kodlu numunelerin eğer kil bazlı pişirilmiş bünyeler olduğu düşünülürse sinterleme sıcaklığının 1000 °C üzerinde olduğu, spinel ve mullit gibi belirgin fazlara rastlanılamamış olması nedeni ile 1100 °C'nin altındaki sıcaklıklarda sinterlendikleri söylenebilir.

B22 kodlu numune hersinit minerali içerdiğinden dolayı sinterleme sıcaklığının 1100 °C civarında olduğu düşünülebilir.

XRD analizleri sonrasında Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramik bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimi açısından 16 değişik bileşime sahip olduğu görülmektedir. Bu farklı mineralojik ve faz bileşimleri ve mevcut literatür bilgilerine dayalı olarak tahminde bulunulan pişirim sıcaklıkları Çizelge 6.15'de görülmektedir.

Çizelge 6.15. XRD analizleri sonrasında Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramik bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait gruplandırmalar ve tahmini pişirim sıcaklıkları

Gurup kodu		Mineral ve fazlar	Numune kodu	Tahmini pişirim sıcaklığı (°C)
A	A1	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, İllit/Muskovit, Hematit	M3, M9, M10, M11, M14, B1	600-700
	A2	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Susuz mika, İllit/Muskovit, Hematit	B23	600-700
	A3	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hematit	M5, M7, M17, M18, M20, B3, B5, B6, B11, B12, B18	900-1000
	A4	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas	B9	900-1000
	A5	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Hersinit, Hematit	B22	1000-1100
B	B1	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, İllit/Muskovit, Hematit	M8, M12, M15, M16, M19, B10	600-700
	B2	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, Hematit	M6	850-900
C	C1	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Dolomit, Diopsit, İllit/Muskovit, Hematit	B16	850-900
	C2	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Diopsit, Hematit	B4, B7	900-1000

Çizelge 6.15 (Devam). XRD analizleri sonrasında Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramik bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimlerine ait gruplandırmalar ve tahmini pişirim sıcaklıkları

Grup kodu		Mineral ve fazlar	Numune kodu	Tahmini pişirim sıcaklığı (°C)
BC	BC1	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Dolomit, Diopsit, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit	B2	800-850
	BC2	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Kalsit, Diopsit, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit	B13, B15	800-850
	BC3	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Dolomit, Ojit, Gehlenit, İllit/Muskovit, Hematit	B17	800-850
	BC4	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit	M1, M2, M13, B14	900-1000
	BC5	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Diopsit, Gehlenit, Hematit	M4, B21	900-1000
	BC6	Kuvars, Alkali feldispat, Anortoklas, Plajiyoklas, Ojit	B20	900-1000
D	D1	Kuvars, Alkali feldispat, Plajiyoklas, Magnezihornblend, İllit, Lepidokrosit, Hematit	B8	<500

Pişirim sıcaklıkları açısından ürünler karşılaştırıldığında bütün gruplar için oldukça geniş bir dağılım aralığına yayılmış pişirim sıcaklıklarından bahsedilebilir. Bu nedenle Hellenistik dönemde seramik ürün pişiriminde kararlı sıcaklığa sahip bir fırınlama işleminin bulunmadığını belirtmek mümkün görünmektedir. Karakterizasyonları gerçekleştirilen hemen hemen tüm numunelerde rastlanan hematit minerali ise bünye pişirimlerinin oksidatif (yükseltgen) atmosferde gerçekleştirilmiş olabileceğinin bir göstergesi olarak görülebilir. Ancak, astar tabaka renklerindeki farklılıklar ise pişirim esnasında fırın atmosferinin kontrolünü gerektirmektedir [58, 59]. Bu durumun ise bünye ve astar tabakalarının birlikte belirli bir sıcaklığa kadar oksidatif atmosferde pişirilirken bünyede hematit oluşumu sağlandıktan sonra -ki bu sıcaklık pişmiş

toprak bünyelerde yaklaşık 500-600 °C arasındadır [60, 61]- fırın atmosferinin değiştirilerek redüktif bir ortamda pişirimin devam ettirilebilmesi ile sağlanabileceği düşünülmektedir. Eldeki bulgular ışığında belirli aralıklarda sınırlı bir pişirim sıcaklığı tahmininde bulunulabilmektedir. Özellikle halen bünyesinde kil mineralleri bulunduran eserlerin en az hangi seviyede bir sıcaklığa maruz kaldıklarını tahmin etmek başlangıç malzemelerinin ne kadar kil mineralleri içerdiği bilinmediği için oldukça güçtür. Tahminde bulunulan sıcaklık aralıklarının daraltılabilmesi ve mevcut sonuçların daha çok desteklenmesi için yapılabilecek bir diğer alternatif çalışma şekli ise numunelere ait bünyelerin bulk halde belirli sıcaklık aralıklarında yeniden pişirilmesi ile bünye mineralojik ve faz bileşimindeki değişimin izlenmesidir. Mevcut çalışmadaki eserlerin döneminin moda seramik ürün gurubunu oluşturması ve bu tipte bir çalışma için gerekli numune miktarının oldukça fazla olması bu analiz sürecinin gerçekleştirilememesinde en büyük etkidir. Ancak, bu tipteki bir çalışma daha çok tahribata imkan veren kaba ürünler için gerçekleştirilebildiği takdirde daha net sonuçlar sağlanabilir. Bu nedenle pişirim sıcaklıkları tahmininde elde edilen sonuçlarla yetinilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde; Megara kasesi ve Batı Yamacı seramiği bünyelerinde kuvars, alkali feldispat ve plajiyoklas mineralleri major kalıntı fazlar, kil mineralleri, kalsit ve dolomit mineralleri ise minör kalıntı fazlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer fazların ise (özellikle diopsit, gehlenit ve hematit gibi yeni oluşan) düşük miktarlarda bulunduğunu söylemek mümkündür. Bünyeleri oluşturan hammaddeler açısından bakıldığında; Megara kasesi ve Batı Yamacı seramiği bünyelerinde kalsiyumca zengin (örneğin; M8 ve B2) veya zayıf (örneğin; M7 ve B23) , bazen dolomit içeren (örneğin; M13 ve B16), demirce zengin (örneğin; M7 ve B8) illitik karakterde kil mineralleri (örneğin; M3 ve B1) ile oluşan hammadde kaynakları ile üretimin gerçekleştirildiği düşünülebilir. Batı Yamacı seramiği bünyelerinin mineralojik ve faz bileşimleri göz önünde bulundurulduğunda ise dolomit içeren bünye sayısının Megara kasesi bünye sayısına göre daha fazla olduğu görülebilir. Bu nedenle Megara kasesi bünyelerinde kullanılan hammaddelerde kalsitli bileşenler çoğunlukta iken, Batı

Yamacı seramiği bünyelerinde kullanılan hammaddelerde dolomit içeriğinin fazla olduğunu belirtmek mümkündür.

Dorylaion Hellenistik dönem seramik ürünlerinin diğer bölgelerdeki seramik ürünlerle karşılaştırılması için şu ana kadar yapılan çalışmalarda detaylı bir arkeometrik çalışma örneğine rastlanılamamıştır. Arkeolojik kazı sonuçları toplantı veya sempozyumlarında yayınlanan bildirilerin birçoğunda antik seramiklerle ilgili arkeometrik çalışma örneklerinin sayısı oldukça azdır. Aşağıda özellikle Hellenistik dönem seramikleri ile ilgili bazı çalışmalarda bünye tanımlanmasına ait örneklerle değinilmektedir.

Doksanaltı'nın bir çalışmasında Hellenistik dönem boyunca Knidos'ta çok miktarda Megara kasesi üretildiğini, şehrin dışındaki seramik atölyeleri kalıntıları bulunmasına ve burada yüzlerce kase parçası ve üretiminde kullanılan kalıplara bağlamaktadır. Yazar, Megara kaselerinin yapısını mikalı, kireç tanecikli, turuncu-kahverenkli kile sahip olmaları ile açıklamaktadır [62].

Tuna tarafından "Datça/Reşadiye Seramik Atölyelerinde Hellenistik Dönem Günlük Seramik Üretimi" başlıklı çalışmada Datça beldesi, Reşadiye mahallesi, Kiliseyanı mevkiinde 1980 yılında seramik atölyelerine ait arkeolojik merkezin keşfedilmesinden bu yana bilim çevrelerinin ilgisini çektiği belirtilmekte, bugüne kadar kazıdan elde edilen yaklaşık 8000 çanak çömlek parçasının mekansal istatistiksel analizlerinin yapıldığını belirtmektedir. Yazar çalışmada değişik tipteki çanak çömlek ürünlerinin tanımlamasının yanı sıra Reşadiye atölyeleri günlük seramik tiplerini belirttiği başlık altında bu atölyelerdeki seramik üretiminde kullanılan hamuru 6 farklı tipe ayırmakta ve kullanılan hamur tiplerine göre belirgin bir ayırım görülmediğini belirtmektedir. Ayrıca, burada kullanılan kil örnekleri üzerinde çalışmalar yürütüldüğünü belirtmektedir. Çalışmada yazar tarafından belirtilen bünye özellikleri; bünye rengi, yoğunluk, doku tipi, kalker, mika, katkı malzemesi (taşçık, saman/organik) tanımlamalarından oluşmaktadır [63].

Dereboylu tarafından "Daskyleion Kabartmalı Kaseleri ve Batı Yamacı Kapları Kronoloji ve Üretim Yeri Problemleri" başlıklı çalışmada kil ve firnis özelliklerinin anlatıldığı başlık altında kaselerin büyük çoğunluğunun mika tanecikleri içerdiği, mika yoğunluğunun bünyeden bünyeye değiştiği, kilin mikalı

olmasının bölgedeki andezit yapısına bağlanabileceği, bünyelerin bazen küçük taşçık ve kireç parçacıkları içerdiği belirtilmektedir. Aynı çalışmada M.Ö. III. yüzyılda Batı Yamacı seramiğinin Korinth, Argos, Eretria gibi Yunanistan'ın bazı bölgelerinde de üretildiğinin kanıtlandığı, Daskyleion'daki Batı Yamacı seramiklerinin tarihlenebilir tabakalardan elde edilemediğinden dolayı tanımlamaların ileriki yıllara bırakıldığı, kronolojik bir tarihlenmenin eldeki verilerle mümkün olamayacağı belirtilmektedir [64].

Çorbacı tarafından “Mersin Müzesi’nde Bulunan Megara Kaseleri” başlıklı çalışmada Megara kaselerinin sadece tipolojik özellikleri incelenmiştir [65].

Örneklerden görüleceği üzere, yerli kaynaklarda bulunan çalışmalarda özellikle bünyeleri oluşturan hammaddeler tanımlanırken mika katkılı, kireç tanecikli, taşçıklı kilden oluşmuş değişik renklere sahip bünye tanımlamalarına sıkça rastlanılmaktadır. Dünya çapında günümüzde yaygın olarak kullanılan (doğru ve yanlış isimlerle) değişik isim ve kimyasal kompozisyonlara sahip 100’den fazla mika minerali yer almaktadır [66]. Mika gurubu mineralleri için bu kadar geniş çapta bir tanımlama söz konusu iken yukarıdaki çalışmalarda belirtilen tanımlamalarla seramik ürünlerin mineralojik ve faz bileşimlerinin kıyaslanabilmesi oldukça zordur. Ancak, mika katkısından bahisle tanımlamalarda yer alan mineral türünün genelde illit, muskovit, klorit, biyotit gibi yaygın bulunan kil minerallerini belirtmekte olduğu düşünülmektedir. Bu konu oldukça geniş ve araştırılmaya açıktır. Benzer şekilde kireç tanecikli tanımlaması da muhtemelen kalsitli veya dolomit içeren hammaddeler için kullanılmış olabilme ihtimali yüksektir. Yapılan çalışmalarda önce gerekli karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirilmeli ve sonrasında tanımlamaları yapılmalıdır. Bu konu özellikle arkeolojik değere sahip eserlerin tanımlanması açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu anlamda Şarhöyük arkeolojik kazı çalışmalarında ele geçen Hellenistik dönem Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramiklerinin çalışma kapsamındaki karakterizasyon çalışmaları ile diğer antik yerleşim bölgelerinden ele geçen ürünlerin kıyaslanmasında oldukça önemli bir bilgi birikimi ve veri tabanı oluşmuştur.

Kırmızı pişmiş toprak ürünlerdeki genel bünye bileşenleri incelendiğinde birçok üründe kil matrisi içinde dağılmış değişik büyüklüklerde ve sıcaklığa da bağlı olarak SiO₂ bileşenleri, alkali feldispatlar, plajiyoklaslar ve pişirim sonrası oluşan yeni mineral oluşumları ve çeşitli inklüzyonları (metalik ve metalik olmayan) gözlemek mümkündür. Ürünler arası kıyaslama yapılabilmesi için öncelikle bu bileşenlerin tespitinin yapılması gereklidir. Bunların benzer ürünlerdeki miktar ve dağılımı da ürün kıyaslanmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramiklerinin diğer Hellenistik dönem seramik ürünlerden ayrılmasını sağlayan en önemli etken kendilerine özgü tipolojik özelliklerinin yanı sıra döneminin moda seramik gurubunu oluşturmalarıdır. Tipolojik özellikler açısından bakıldığında kendine özgü morfolojik yapı dışında üzerinde yer alan çeşitli desen, kabartma ve bezemeler büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bünyenin sahip olduğu et kalınlığının da oldukça ince (~2-4 mm) ve kısmen gözenekli bir yapıya sahip olması hem ürünün zarif görünmesini, hemde kullanımı esnasında hafifliğini sağlamaktadır. Böylesine bir kalınlık ve hafifliğin sağlanmasında oldukça ince taneli bir yapıya sahip hammadde kaynaklarının kullanılması veya kullanılacak hammaddelerin hazırlanması ve ısıtma işlem sonunda bünyede gözenek oluşturacak bir bünye karışımının hazırlanması gereklidir. Organik bazlı gözenek yapıcı malzeme kullanımı dışında kalsitli veya dolomit içeren hammadde kaynaklarının da kullanılması ürünün gözenekli olması, yani hafif bir ürün olması açısından önemlidir. Kalsit ve dolomit bileşenlerin ayrıca kilin işlenebilirliği açısından (özellikle şekillendirme aşamasında alınan şeklin korunması) da olumlu katkıları bulunmaktadır [67].

Ürün karşılaştırması için yapılan araştırmalarda yabancı kaynaklarda Hellenistik dönem seramik ürünlerinin incelendiği çeşitli çalışmalardan bazı örnekler aşağıda verilmektedir:

Yunanistan'ın Ortaon bölgesinin Hellenistik yerleşimine ait 64 çömlek kırığı üzerinde XRF ve XRD analizlerinin gerçekleştirildiği bir çalışmada, dört değişik guruba ayrılan numunelerde görülen temel mineraller kuvars, illit-muskovit, plajiyoklas, ve potasyum feldispattır. Bu minerallerin yanı sıra kalsit,

diopsit ve hematit bu numunelerin üretiminin değerlendirilmesinde kullanılan diğer minerallerdir [35].

Yunanistan'ın Girit adasında bulunan ve Hellenistik döneme ait değişik renkte dekorasyona sahip terracotta figürinlerin pigment ve bünye bileşimlerinin incelendiği bir çalışmada; figürinlerin XRD analizleri sonuçlarına göre bünyelerde kuvars, kalsit, kaolinit, ankerit, klorit ve albit/oligoklas mineralleri belirlenmiş, kalsit ve kaolinit gibi minerallerin varlığı ve diopsit, anortit gibi pişme sonrası oluşan minerallere rastlanamaması nedeniyle bünyelerin oldukça düşük pişirim sıcaklıklarında 500-550 °C aralığına maruz kaldıkları belirtilmiştir [42].

Değişik dönem ancak benzer bir ürün gurubu üzerindeki diğer bir çalışmada ise İtalya'nın Puglia bölgesine ait M.Ö. 7-5. yüzyıllar arasına tarihlenen 75 çömlek parçası üzerinde yapılan FTIR analizlerinde kuvars, kalsit, ortoklas, mikroklin, albit, oligoklas, bitovnit, anortit, vollastonit, diopsit, gehlenit, muskovit, kaolinit, hematit gibi çok değişik mineral gruplarına rastlanmış, değişik bünye kompozisyonlarında varlıklarına göre oldukça geniş bir dağılımda pişirme sıcaklıkları tahmininde bulunulmuştur [43].

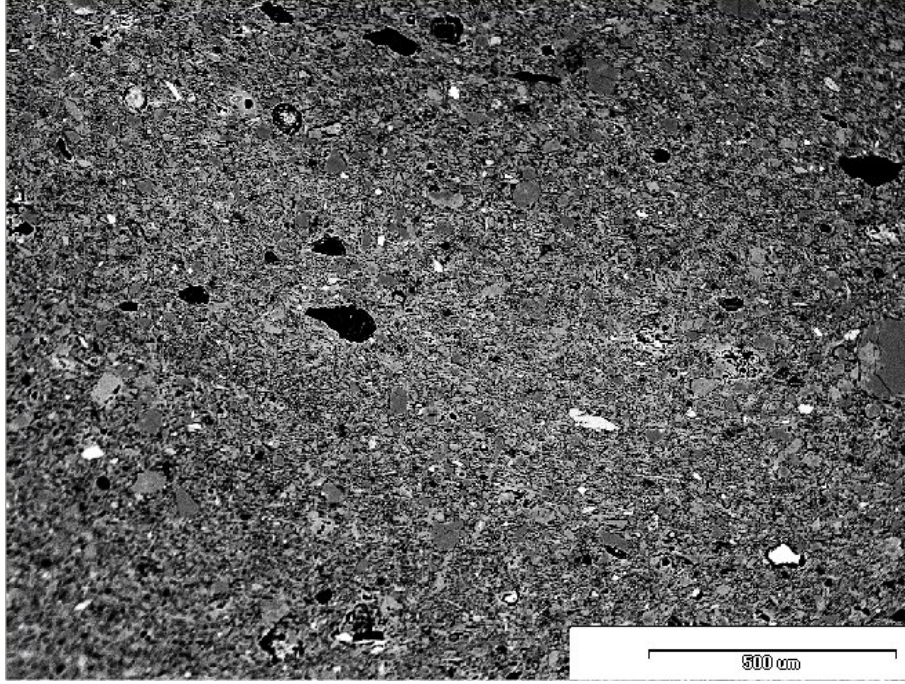
Yunanistan'ın Patras bölgesindeki kazı çalışmalarından elde edilen 126 seramik kandil parçasına ait numunelerin mineralojik ve teknolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada XRD analiz sonuçlarında kuvars, kalsit, plajiyoklas, potasyum feldispat, illit, klorit, gehlenit, klinopiroksen ve demirli spinel yapılarına rastlanmış, bünyelerdeki bulunuşlarına göre 850-1050 °C arasında pişirim sıcaklıkları tahmininde bulunulmuştur [44].

Genel bir karşılaştırma açısından yukarıdaki çalışmalarda belirtilen mineralojik ve faz bileşimleri incelendiğinde; bazı ürünlerdeki kaolinit, ankerit, klorit gibi mineraller, karakterizasyonları gerçekleştirilen Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramikleri bünyelerinde rastlanılmayan mineral türleridir. Diğer benzer mineralojik bileşime sahip ürün gruplarında ise kimyasal kompozisyonların dağılımında önemli farklılıklar da göz önünde bulundurulduğunda Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Hellenistik dönem Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramiklerinin kendilerine özgü mineralojik ve faz bileşimleri ile kimyasal kompozisyonlara sahip oldukları söylenebilir. Örneğin; yaklaşık mineralojik bileşime sahip Yunanistan'ın Ortaon bölgesinde bulunan seramik ürünleri

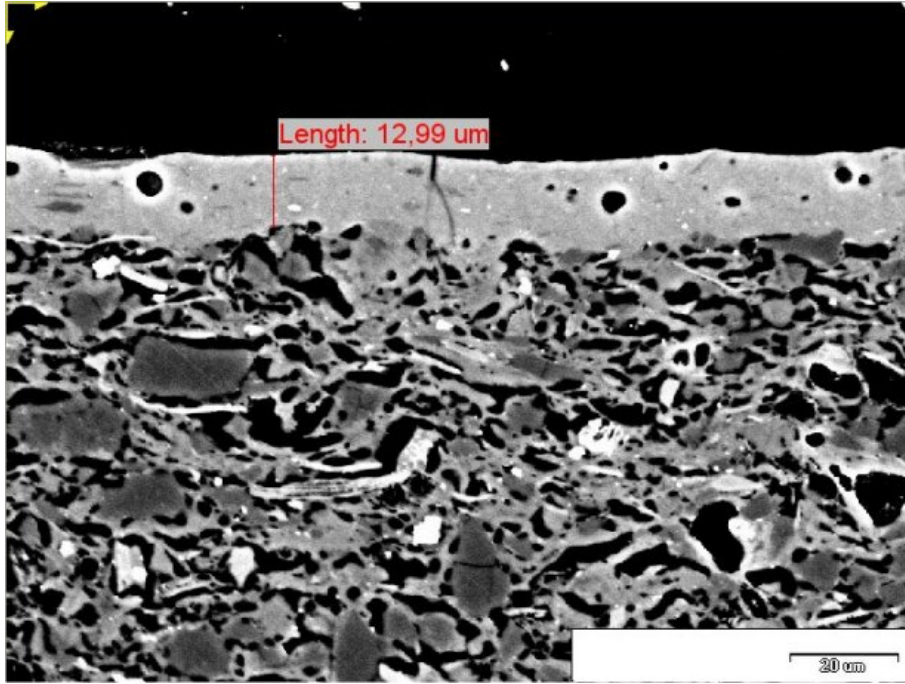
arasından seçilen XRD diyagramları incelendiğinde 3. gurubu temsil eden ürünlerdeki diopsit mineraline ait pik şiddeti kendi ürün guruplarımız ile karşılaştırıldığında oldukça belirgin ve minör faz seviyelerindedir. İlave olarak, kimyasal kompozisyon açısından da önemli farklılıklar bulunmaktadır. Zaten bu tipteki ürün karşılaştırmalarının -mümkün olabilmesi halinde- öncelikle bölgeye yakın aynı dönem ve aynı ürün gurupları ile yapılmasına başlanması ilk başvurulacak yoldur. Ancak mevcut literatür bilgisi ile şimdilik bu durumun gerçekleşmesi mümkün görünmemektedir.

6.3. Mikroyapı Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

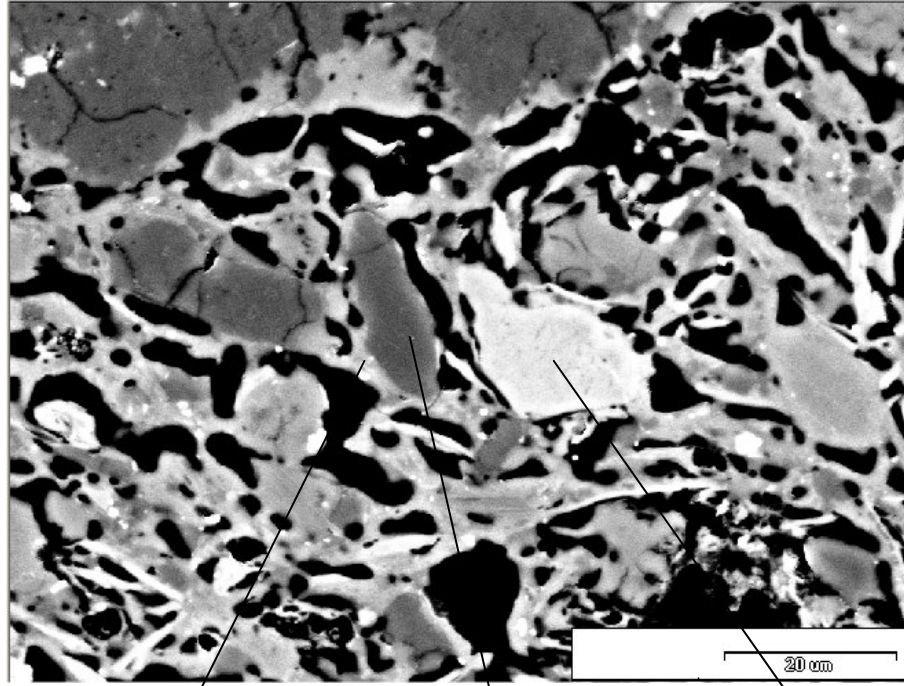
Çok sayıda örneğe ait mikroyapı incelemesi yapılmıştır fakat, tüm numunelerin SEM’de alınan görüntüleri yerine, mineralojik guruplar içerisinde birer numuneye ait görüntüleri verilmiştir (Şekil 6.50-6.118). Bu örneklerin kimyasal analizleri EDX ile yapılmıştır.



Şekil 6.50. M1 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



Şekil 6.51. M1 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü

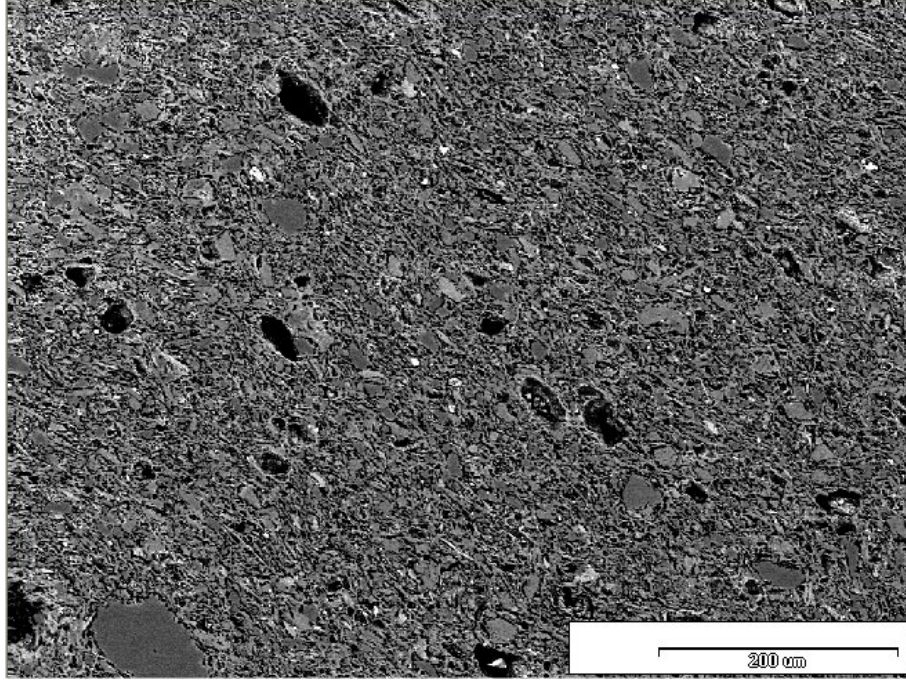


Na ₂ O	1,13
MgO	1,64
Al ₂ O ₃	18,12
SiO ₂	69,58
K ₂ O	3,22
CaO	0,63
Fe ₂ O ₃	5,69

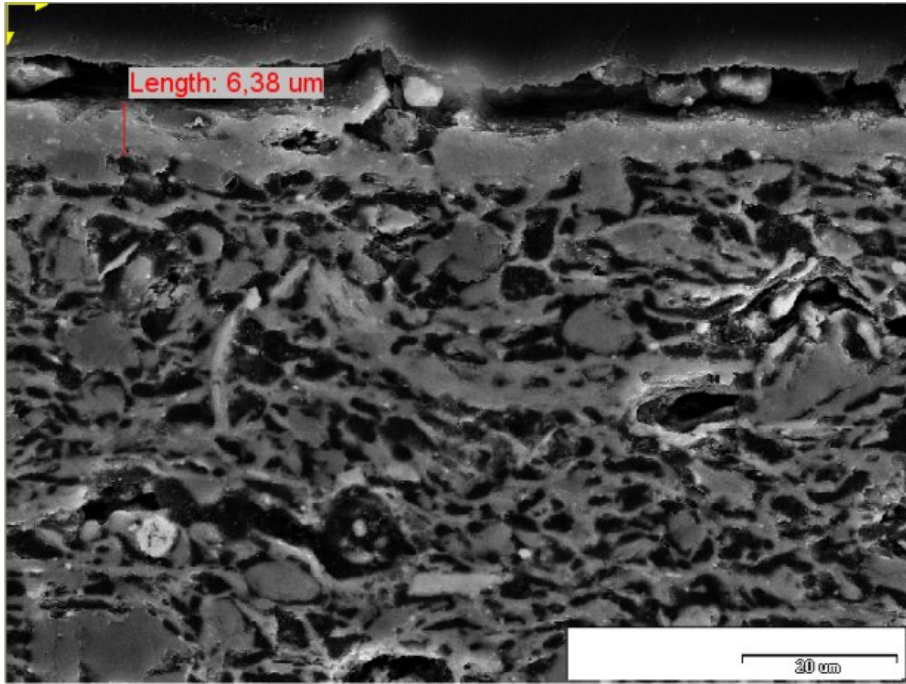
SiO ₂	100,00
------------------	--------

Na ₂ O	0,37
MgO	16,17
Al ₂ O ₃	1,41
SiO ₂	60,23
K ₂ O	0,33
CaO	12,14
Fe ₂ O ₃	9,34

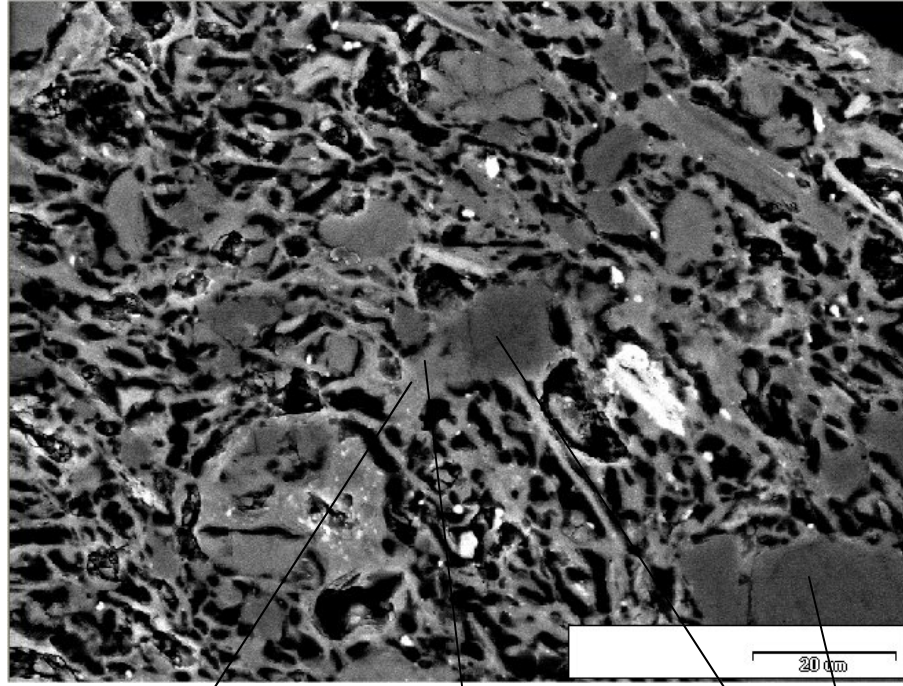
Şekil 6.52. M1 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



Şekil 6.53. M4 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



Şekil 6.54. M4 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü

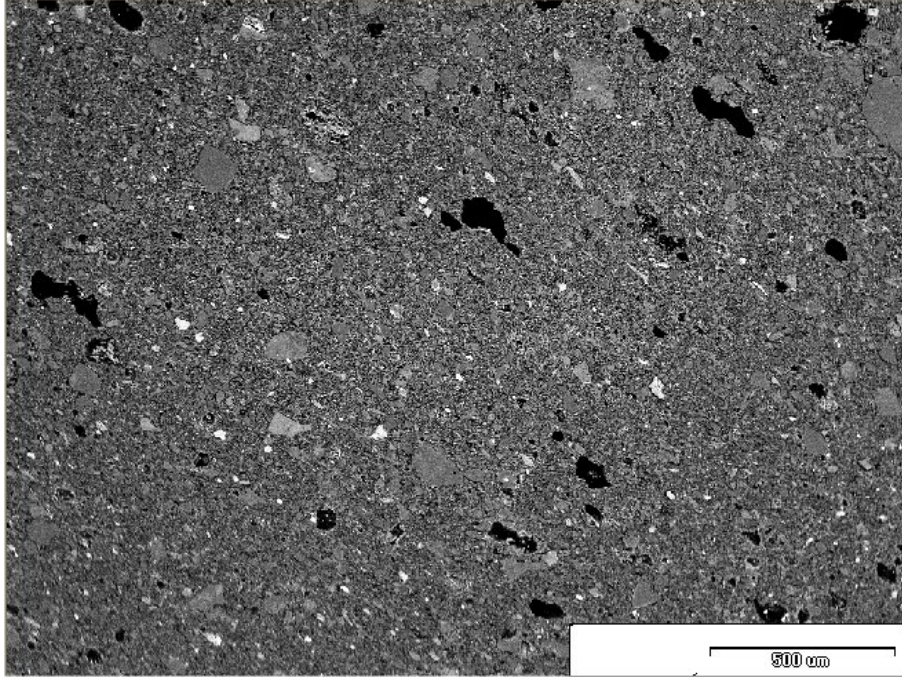


Na ₂ O	0,94
MgO	3,79
Al ₂ O ₃	22,38
SiO ₂	55,95
K ₂ O	4,34
CaO	3,87
FeO	8,72

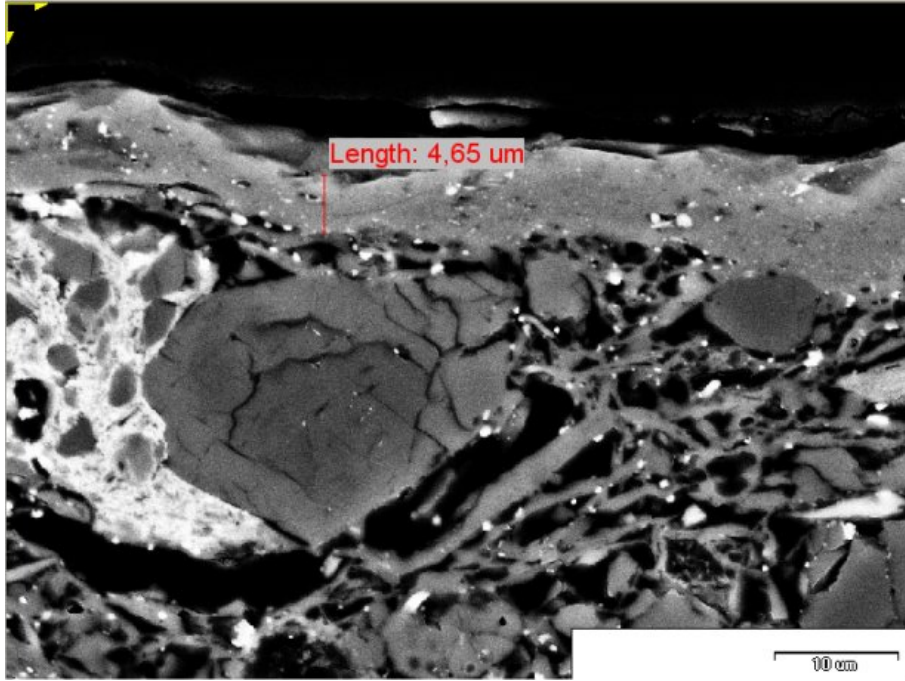
Na ₂ O	2,13
Al ₂ O ₃	18,45
SiO ₂	65,76
K ₂ O	6,38
CaO	5,37
FeO	1,91

SiO ₂	100,00
------------------	--------

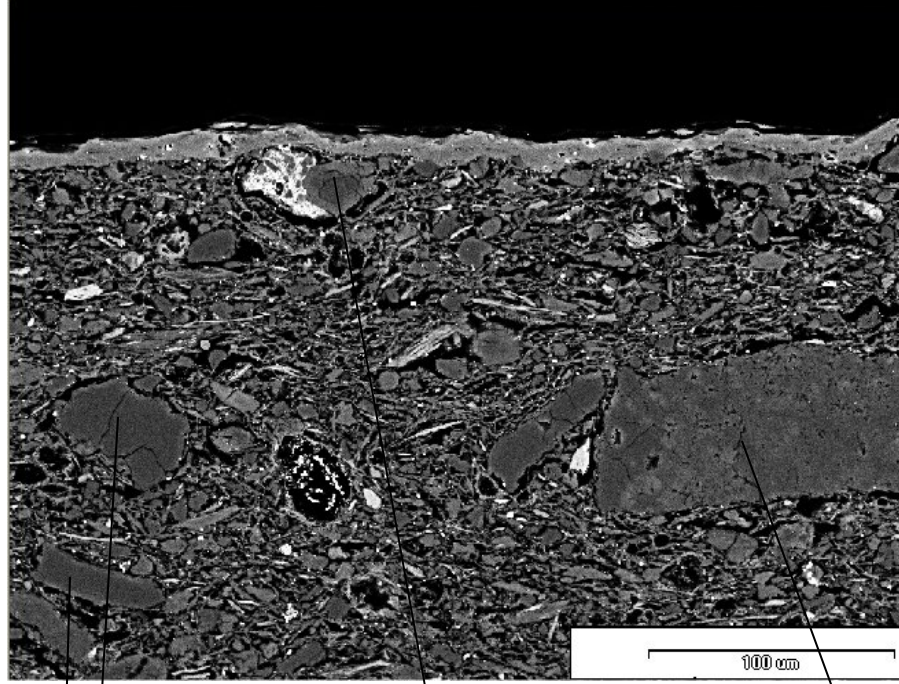
Şekil 6.55. M4 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



Şekil 6.56. M6 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü

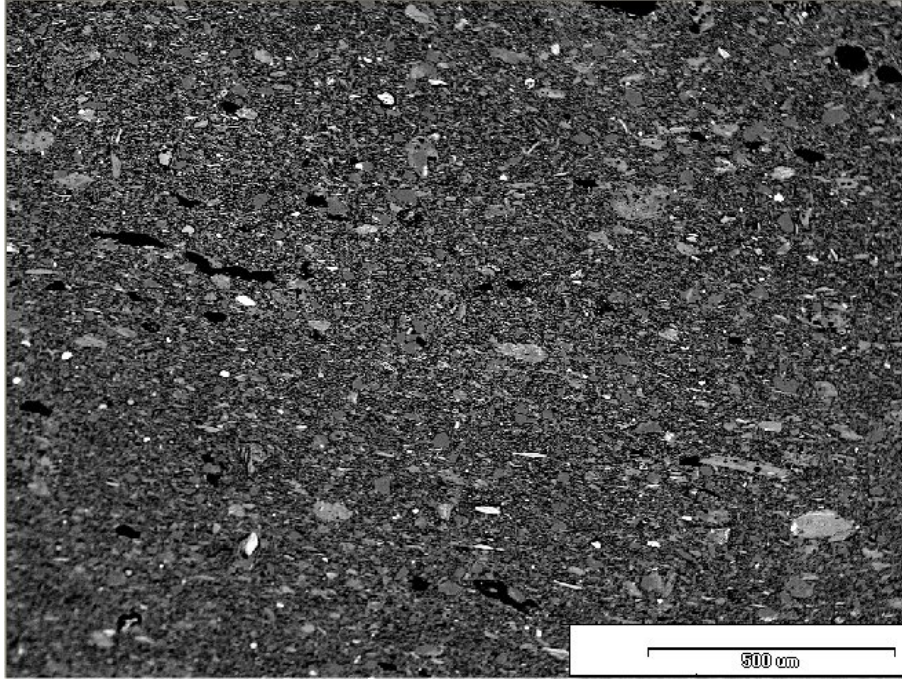


Şekil 6.57. M6 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü

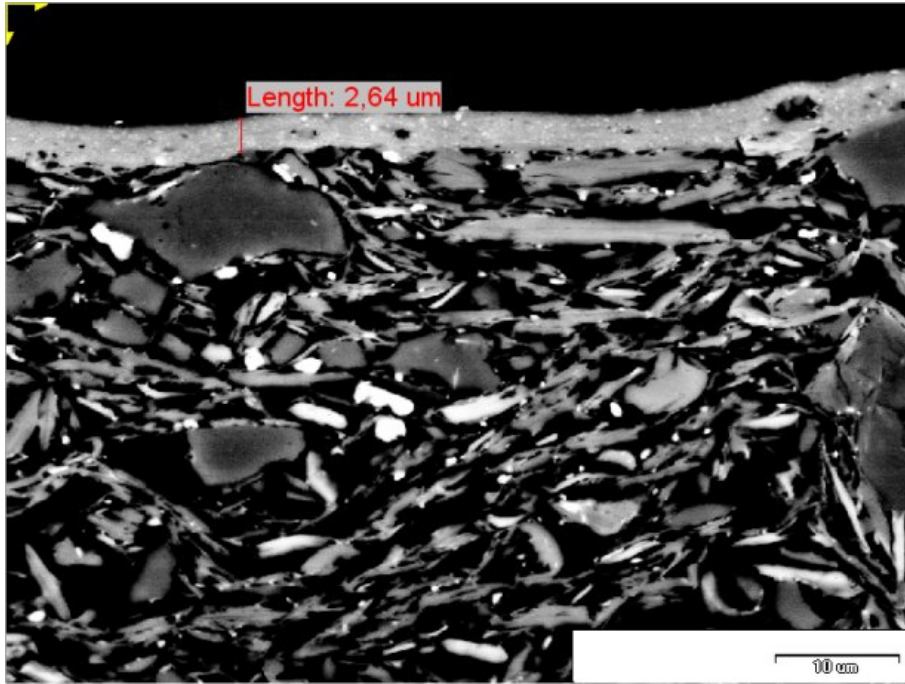


SiO ₂	100,00	Na ₂ O	9,20	Na ₂ O	0,81
		Al ₂ O ₃	19,28	Al ₂ O ₃	7,73
		SiO ₂	71,51	SiO ₂	87,75
				K ₂ O	3,71

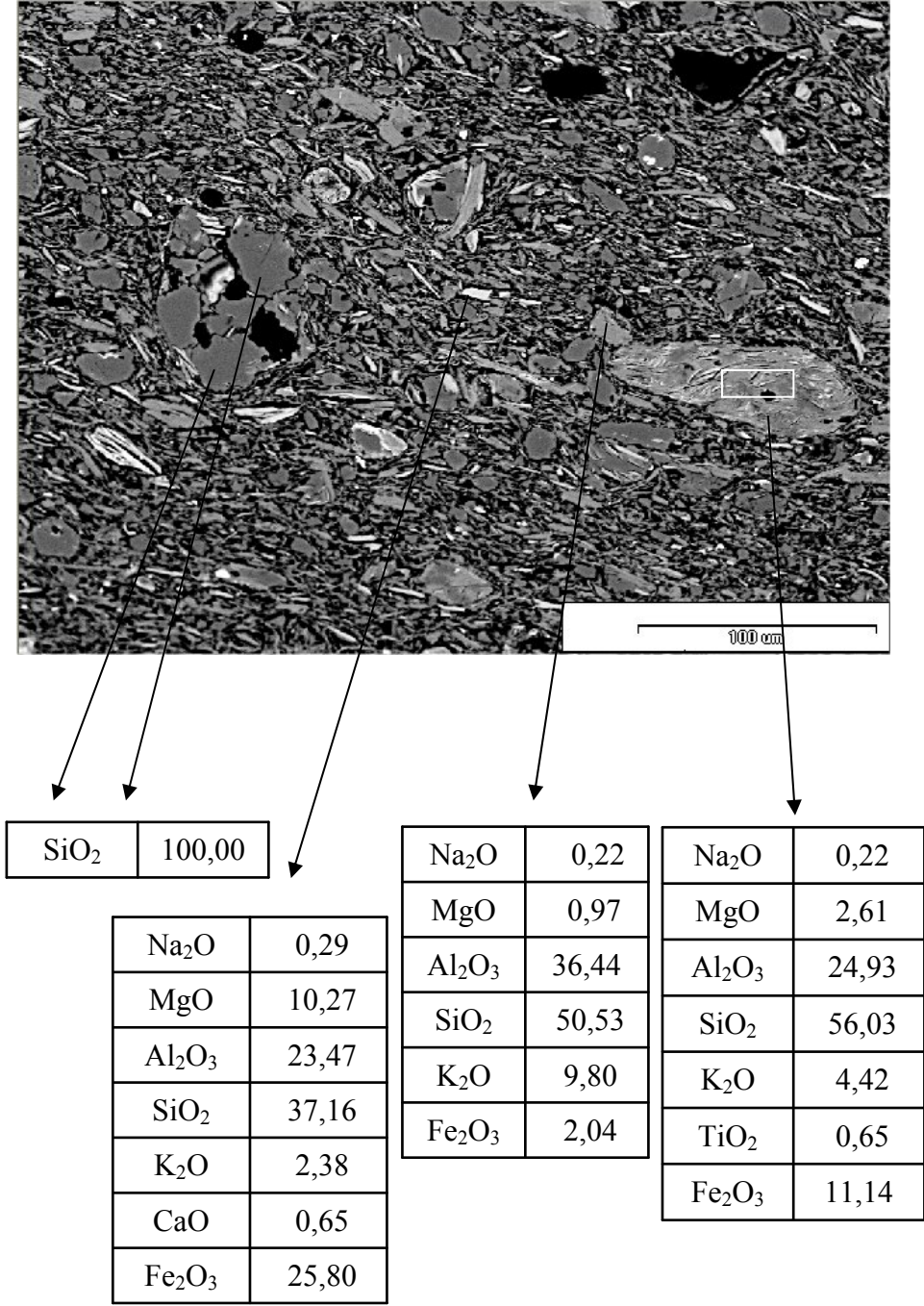
Şekil 6.58. M6 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



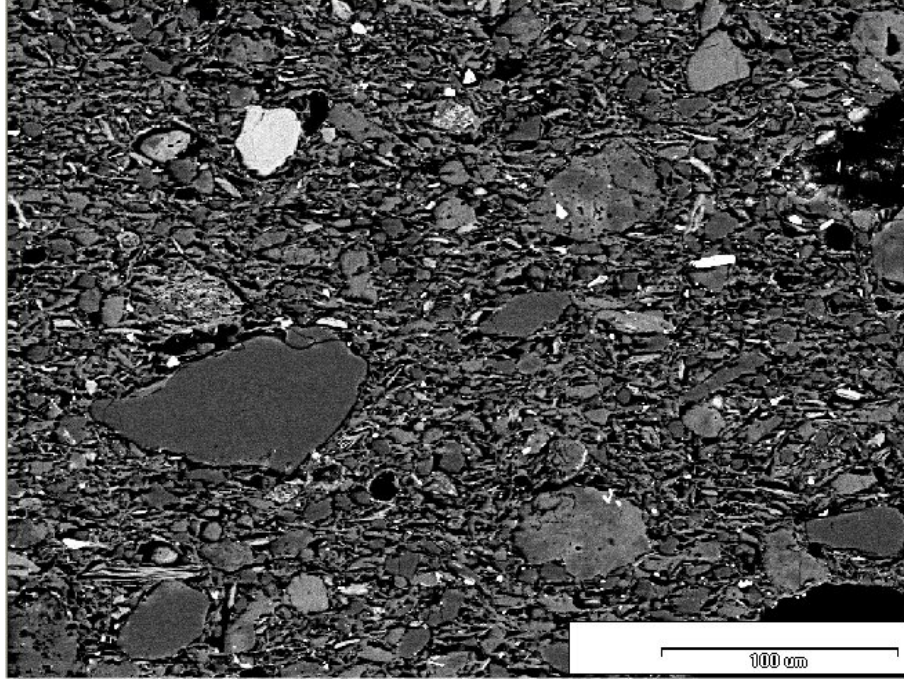
Şekil 6.59. M10 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



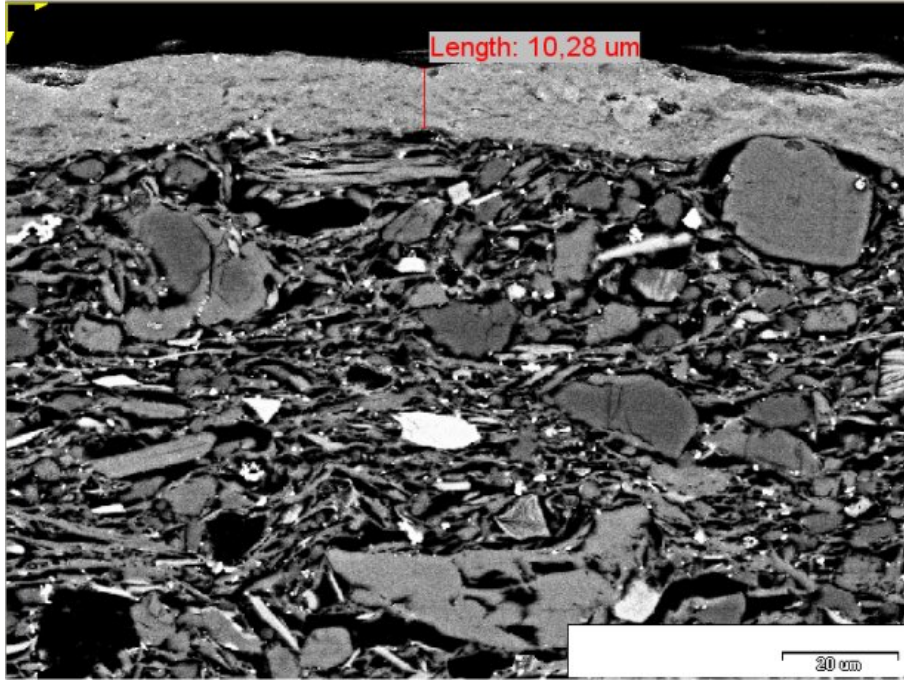
Şekil 6.60. M10 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



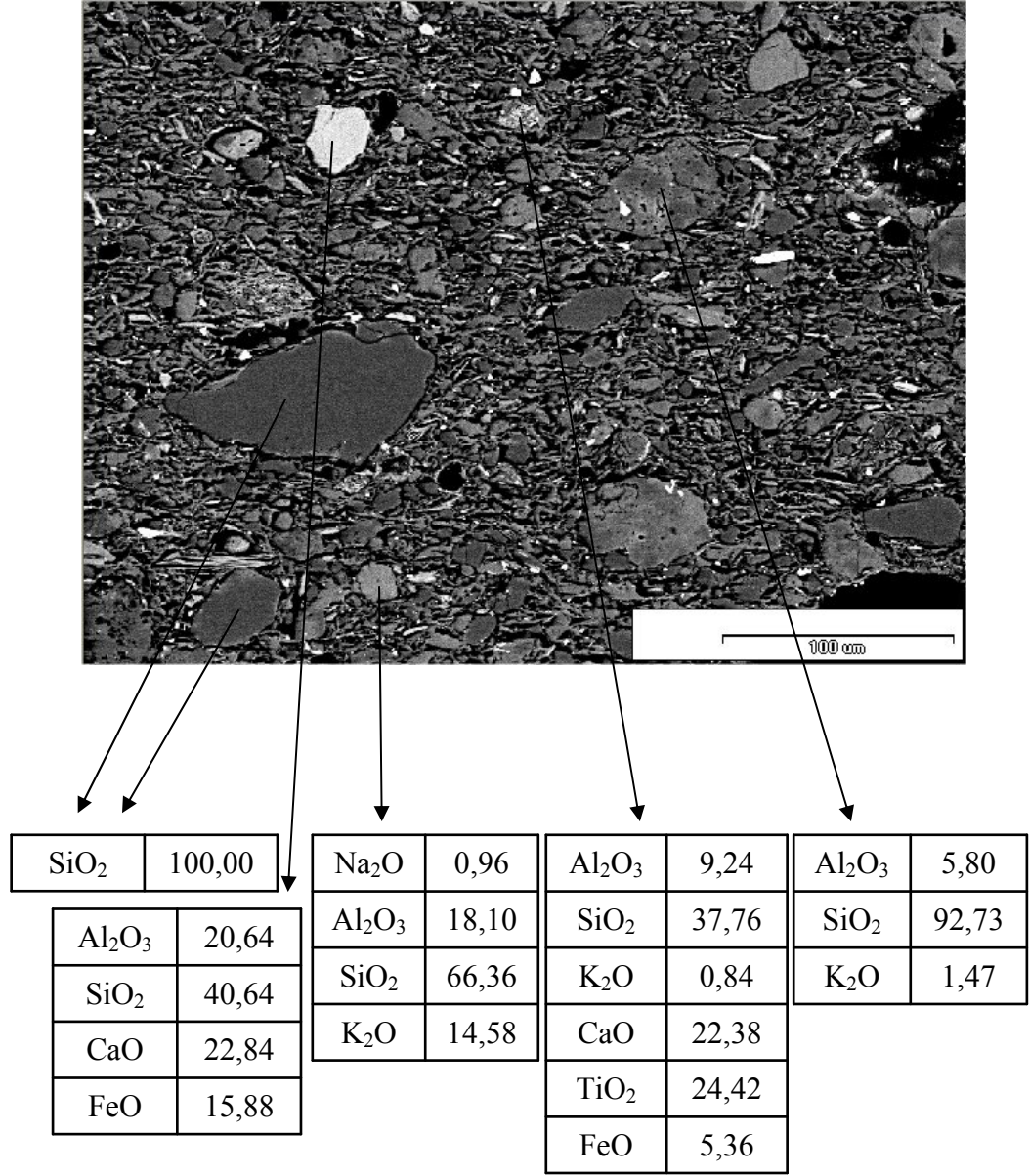
Şekil 6.61. M10 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



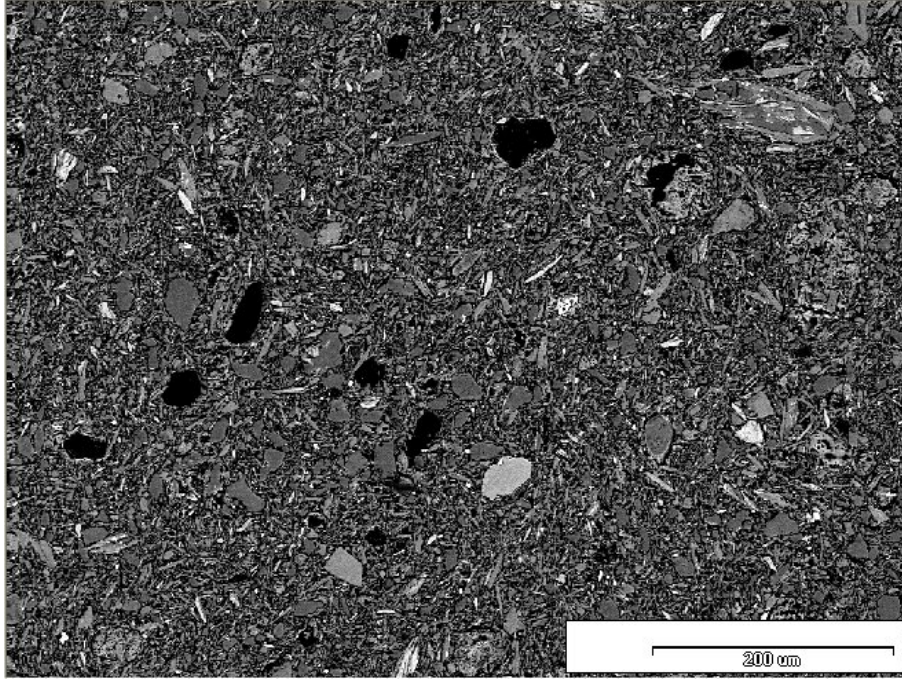
Şekil 6.62. M17 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



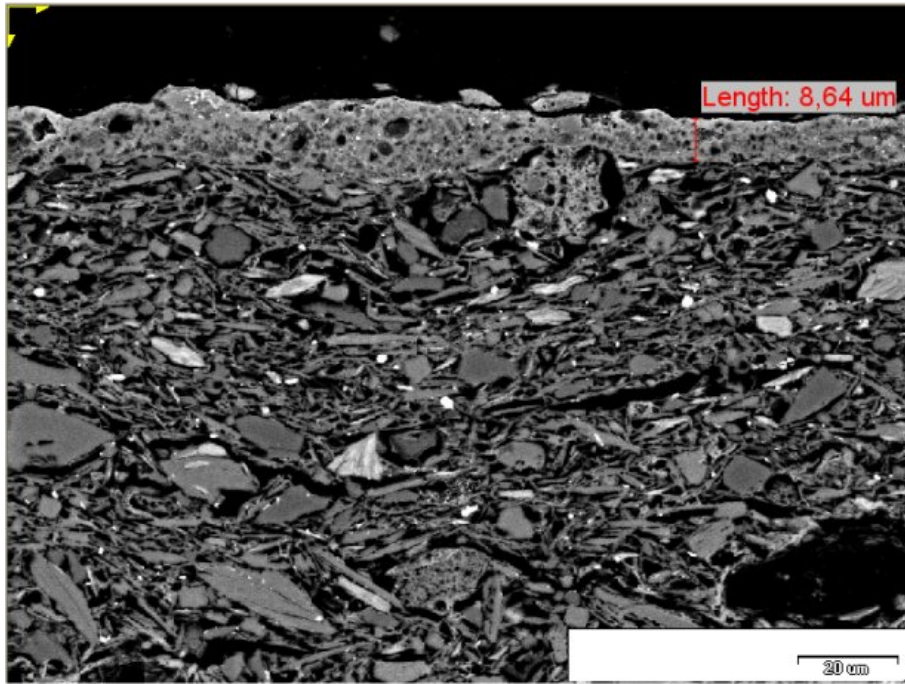
Şekil 6.63. M17 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



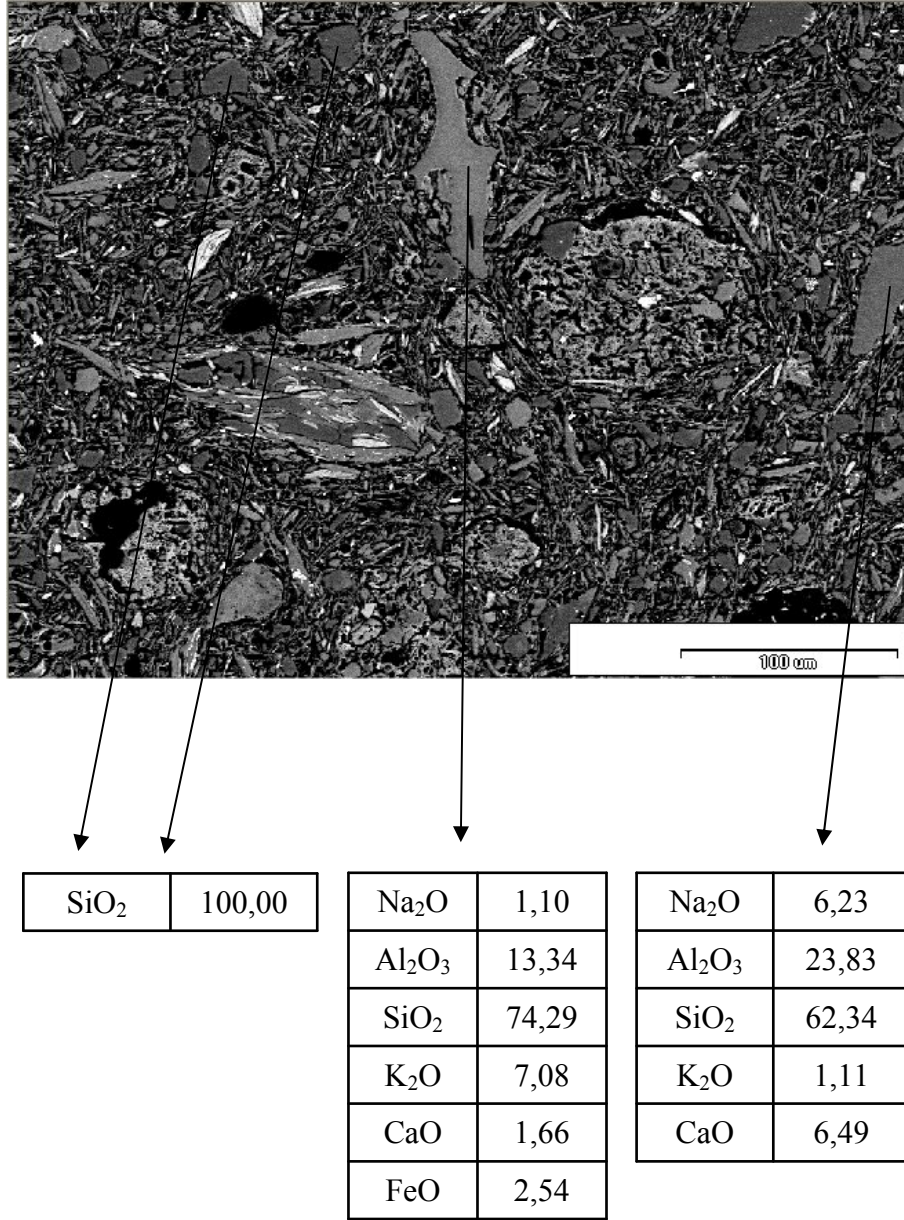
Şekil 6.64. M17 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



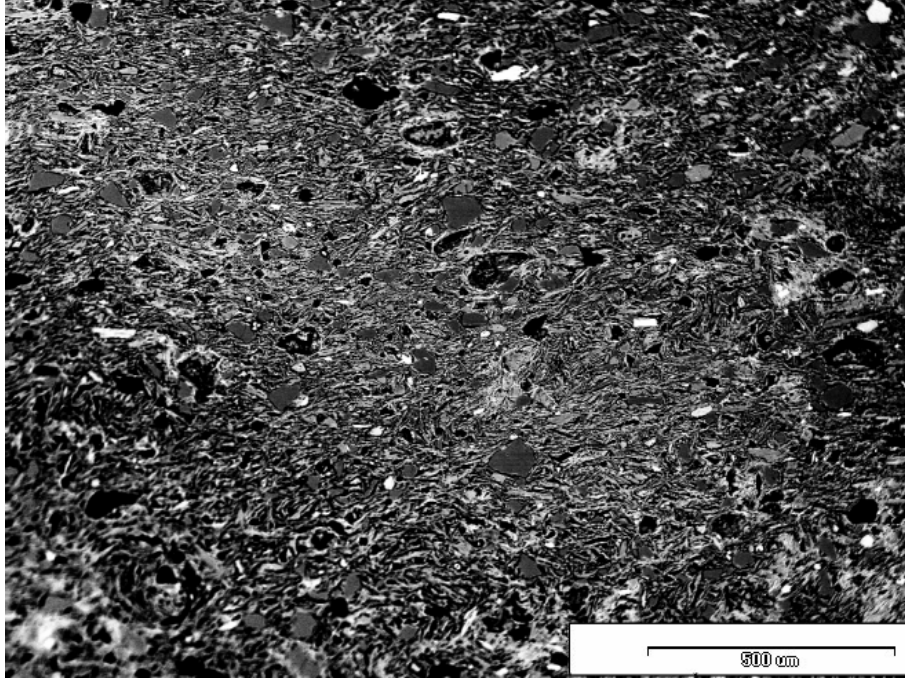
Şekil 6.65. M19 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



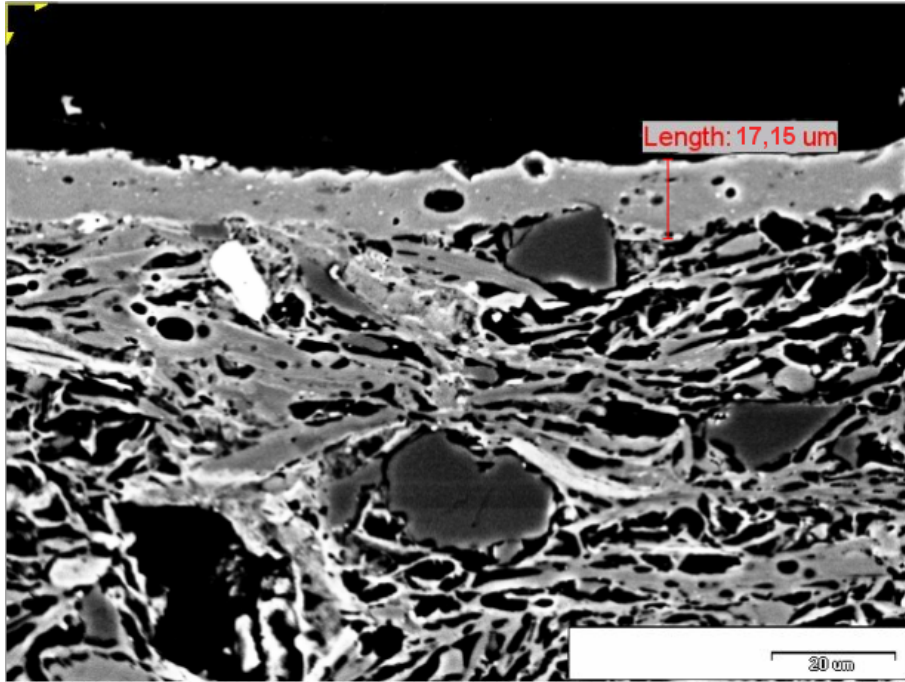
Şekil 6.66. M19 kodlu Megara kasesi bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



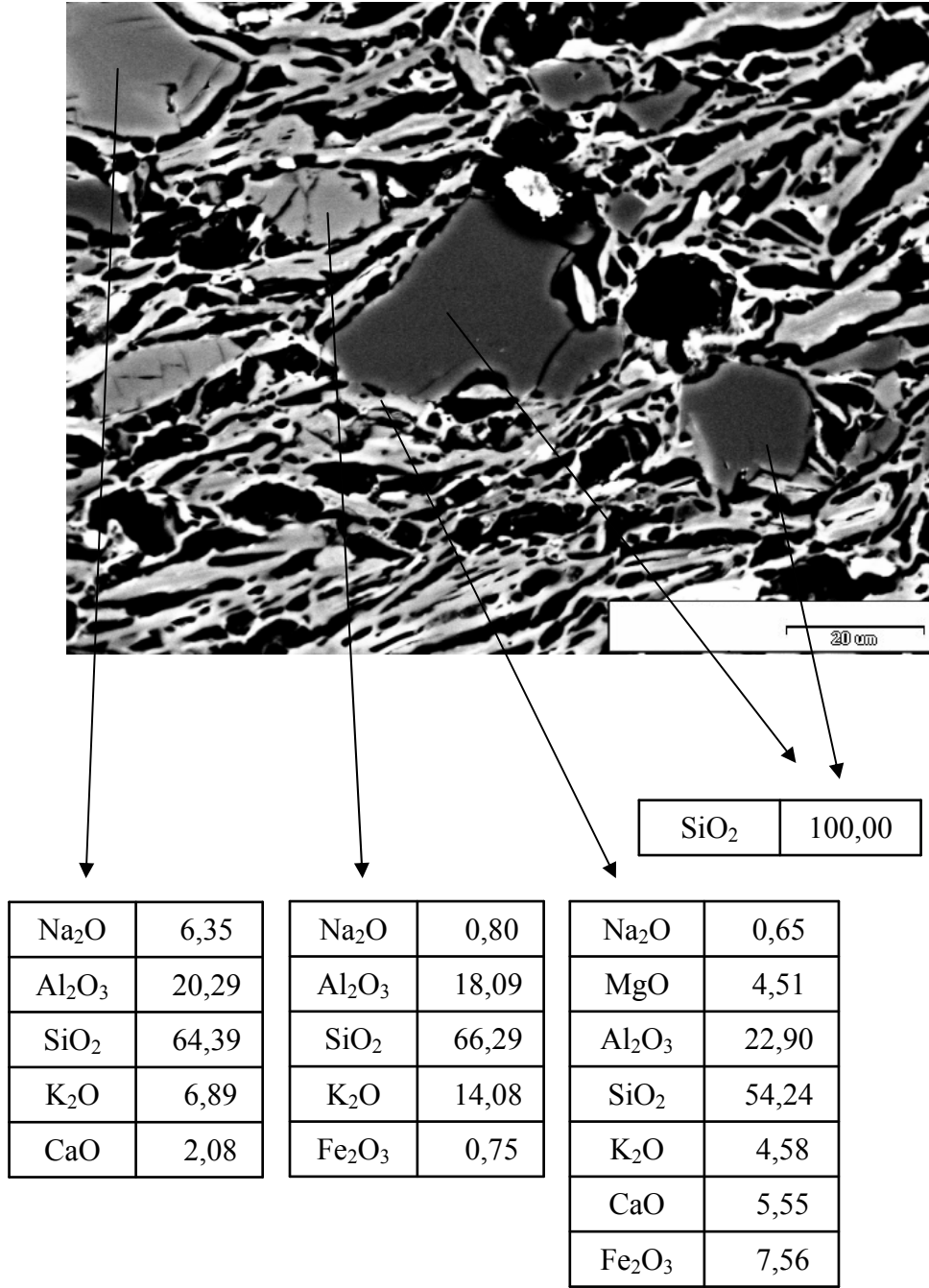
Şekil 6.67. M19 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



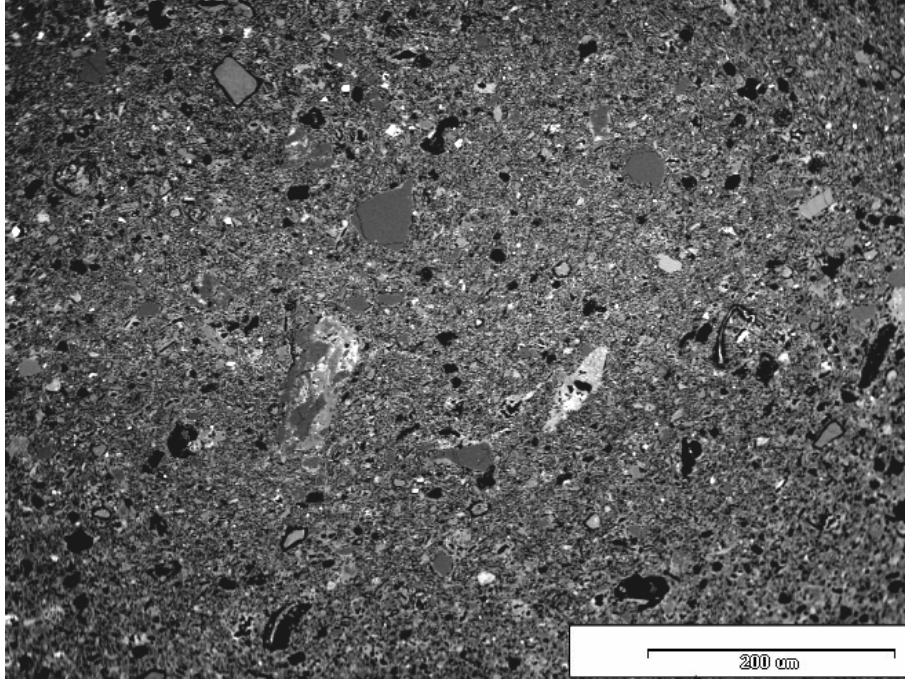
Şekil 6.68. M22 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



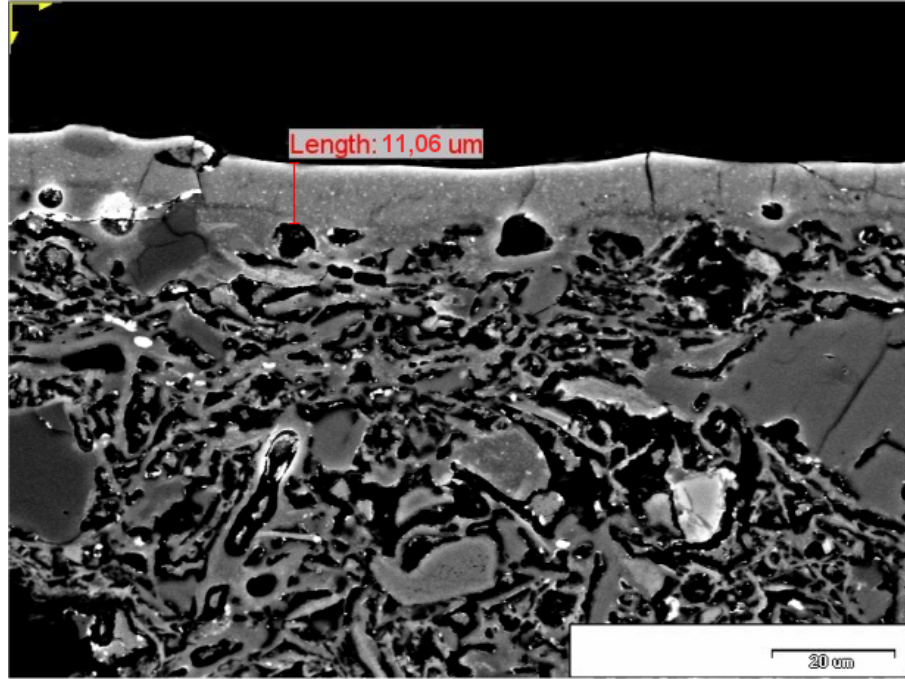
Şekil 6.69. M22 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



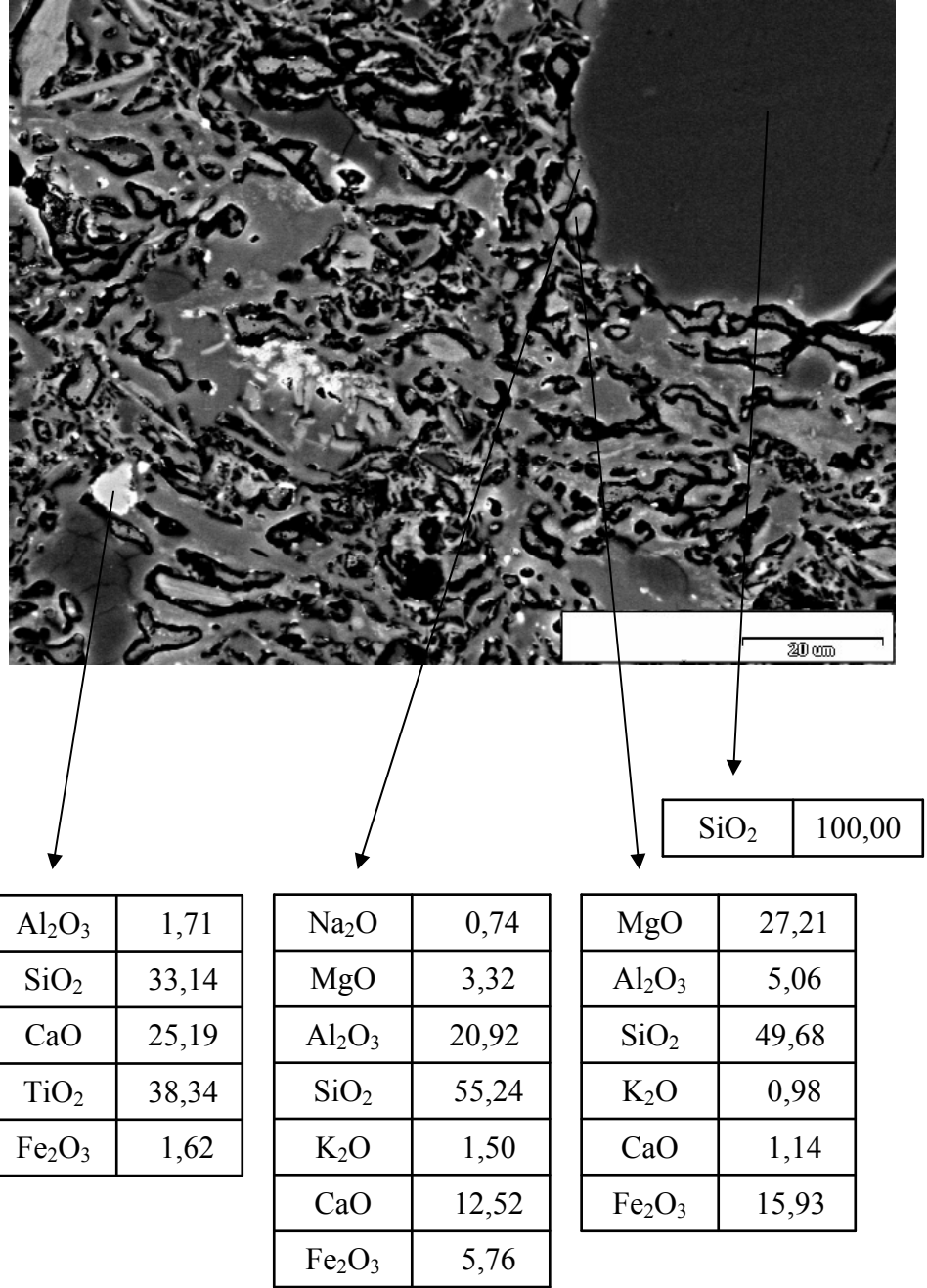
Şekil 6.70. M22 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



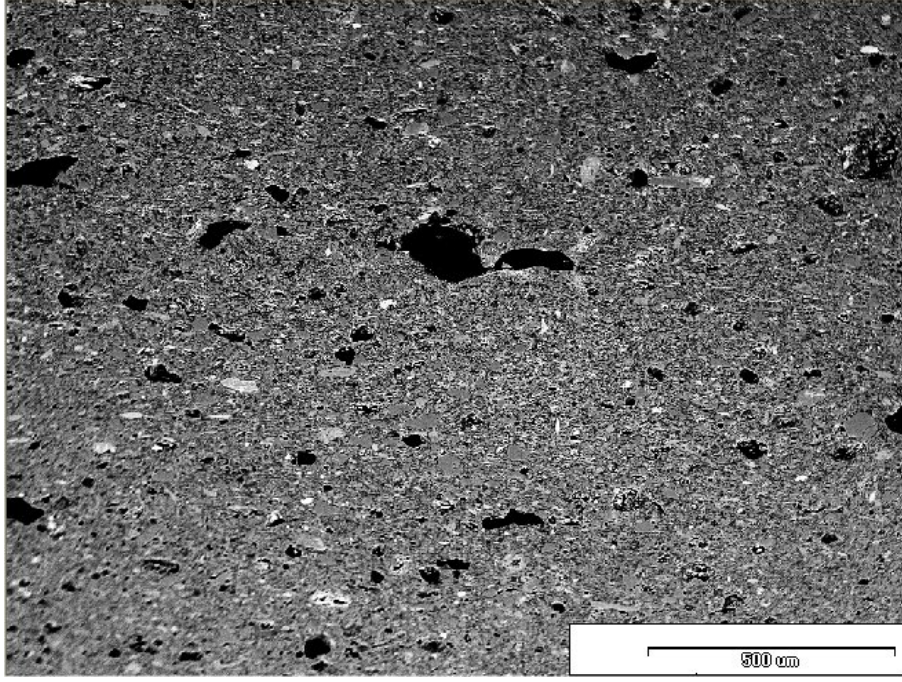
Şekil 6.71. M23 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



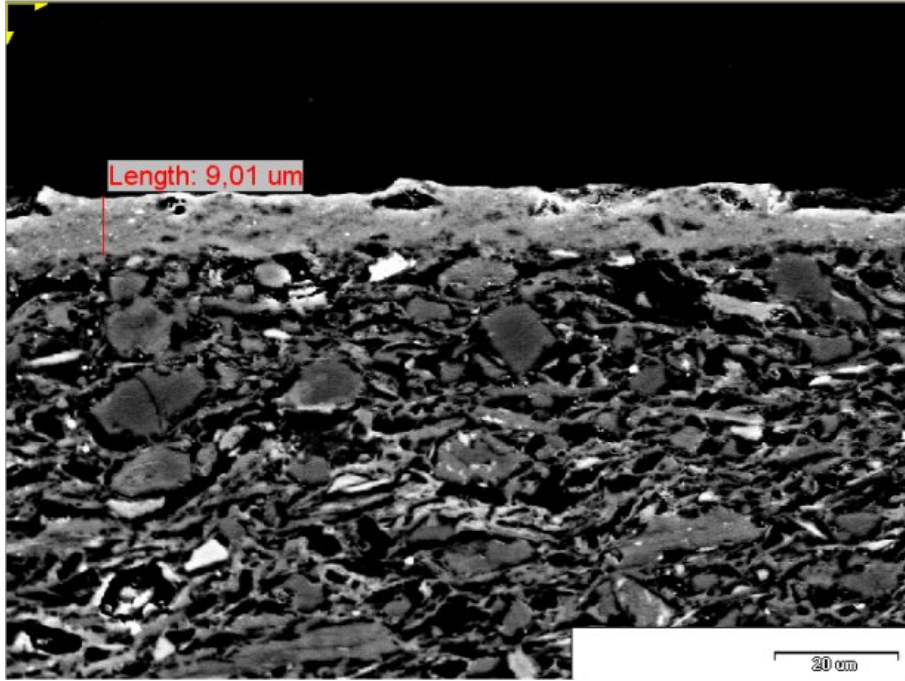
Şekil 6.72. M23 kodlu Megara kasesi bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



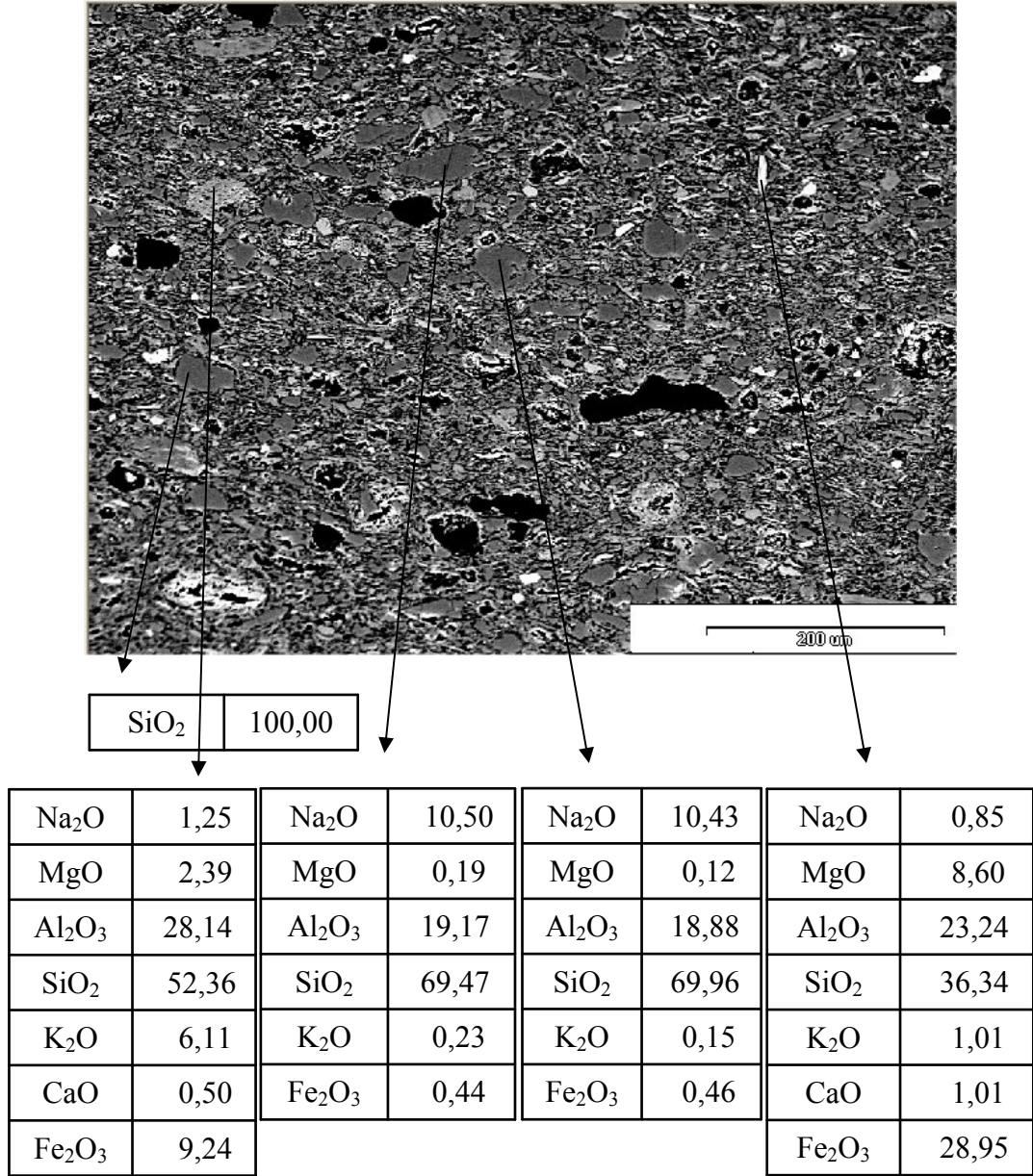
Şekil 6.73. M23 kodlu Megara kasesi temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



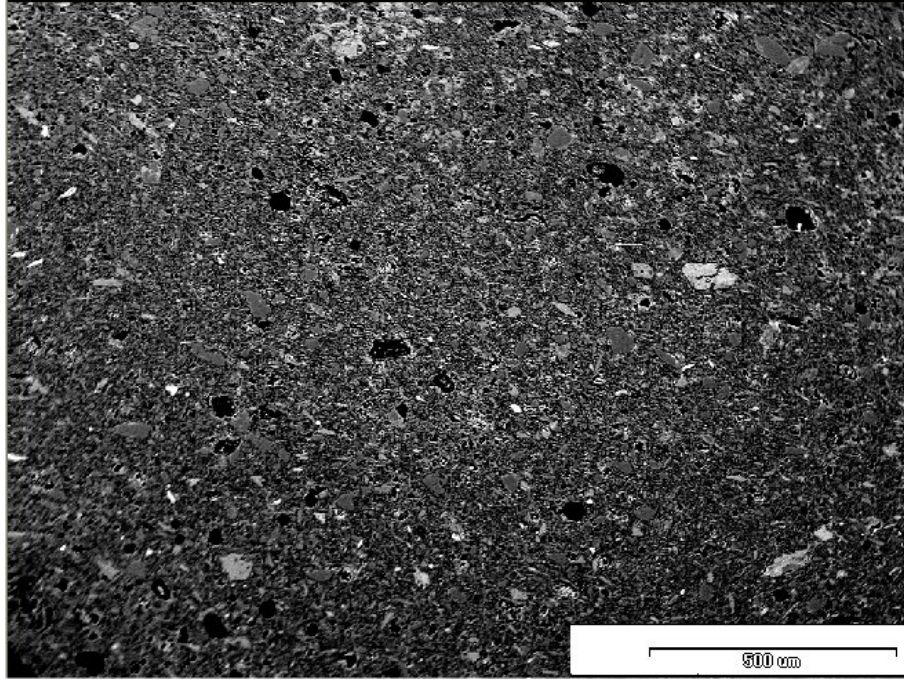
Şekil 6.74. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



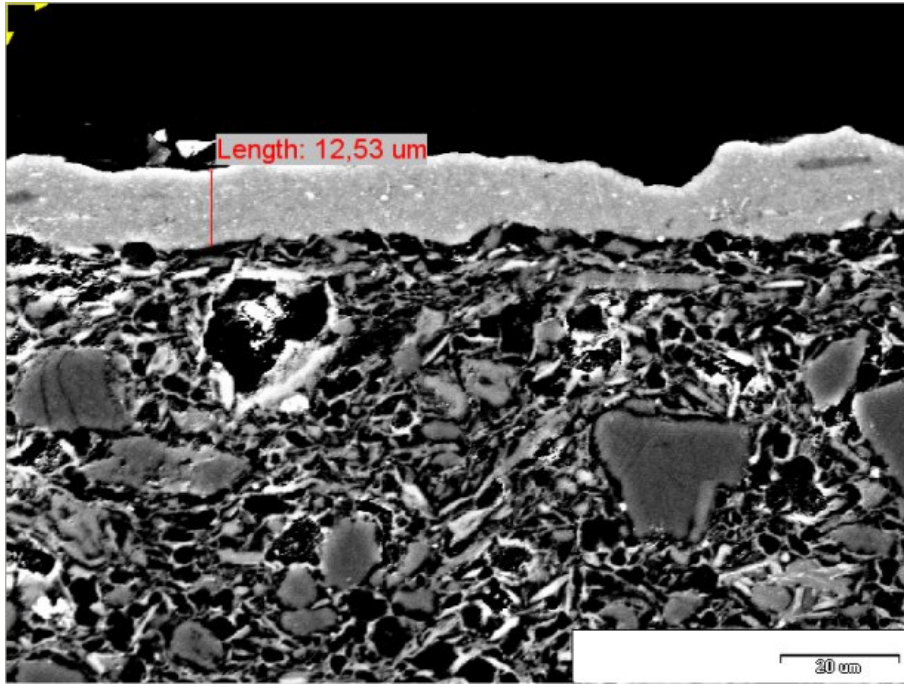
Şekil 6.75. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



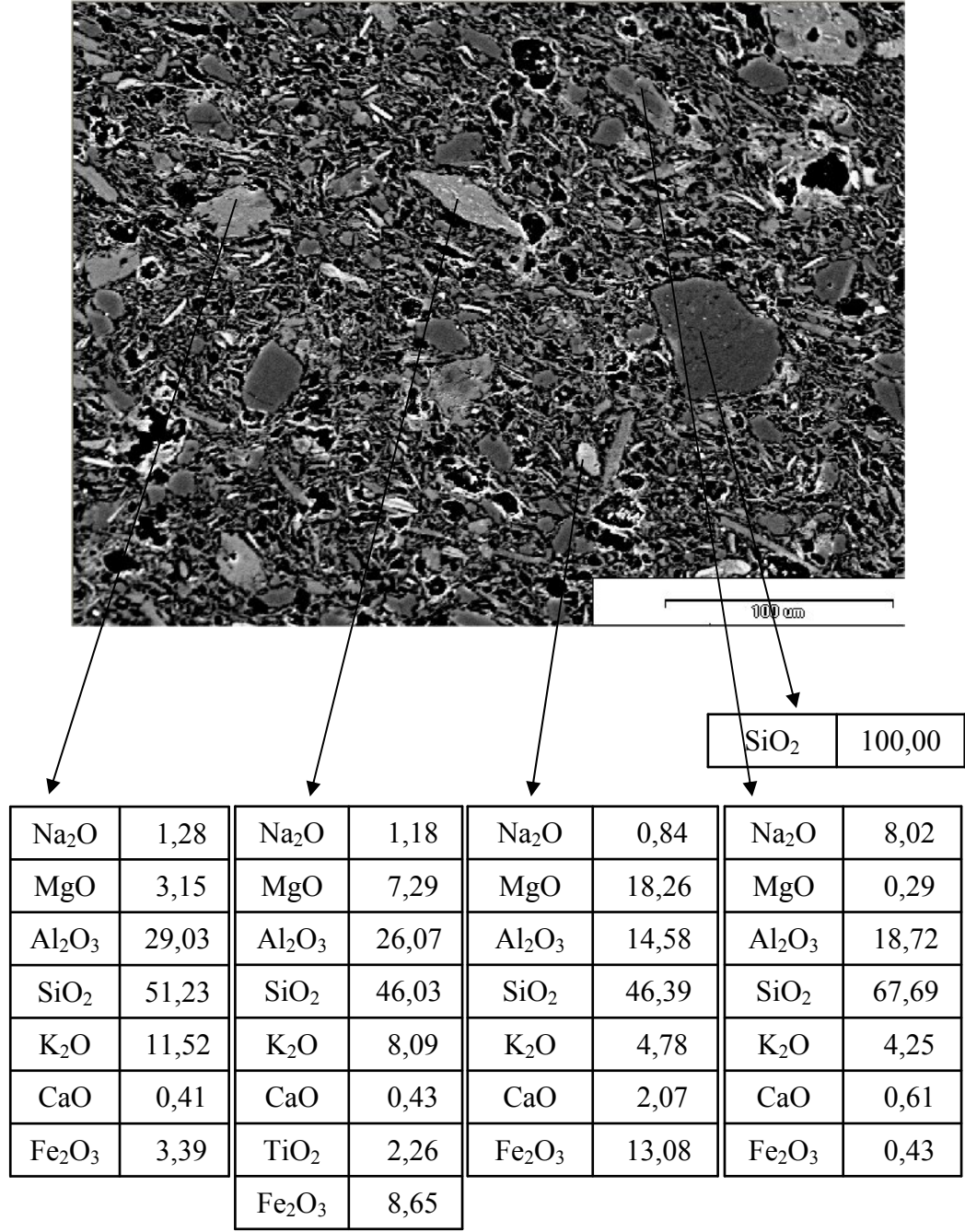
Şekil 6.76. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



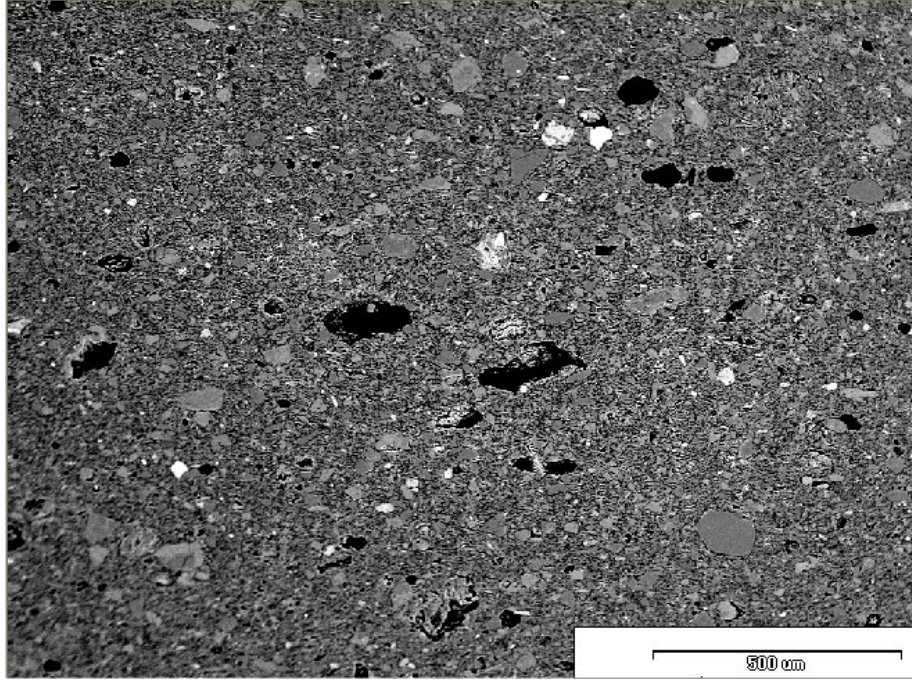
Şekil 6.77. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili temsili BSE görüntüsü



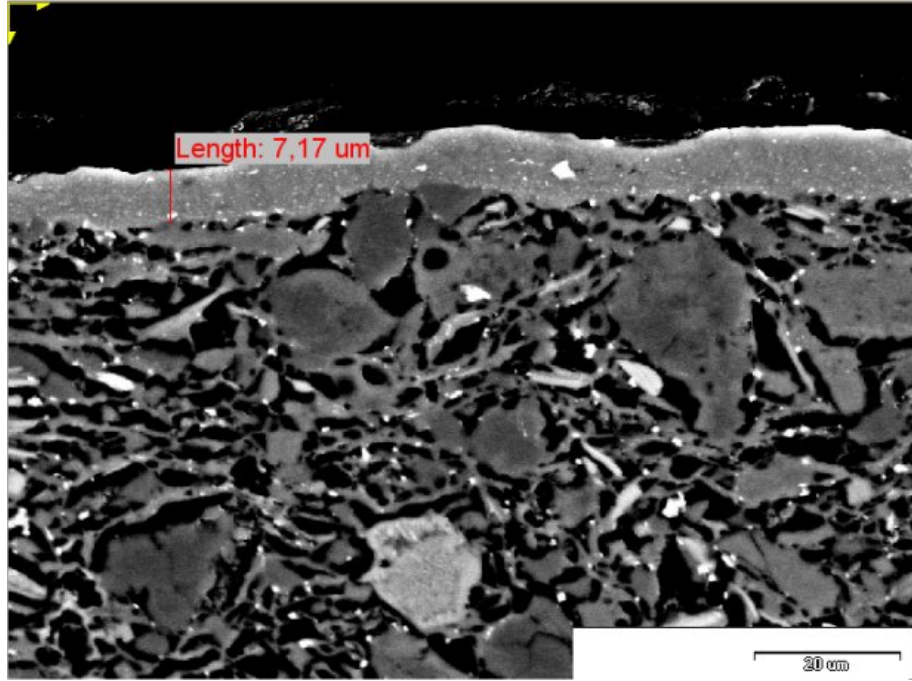
Şekil 6.78. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



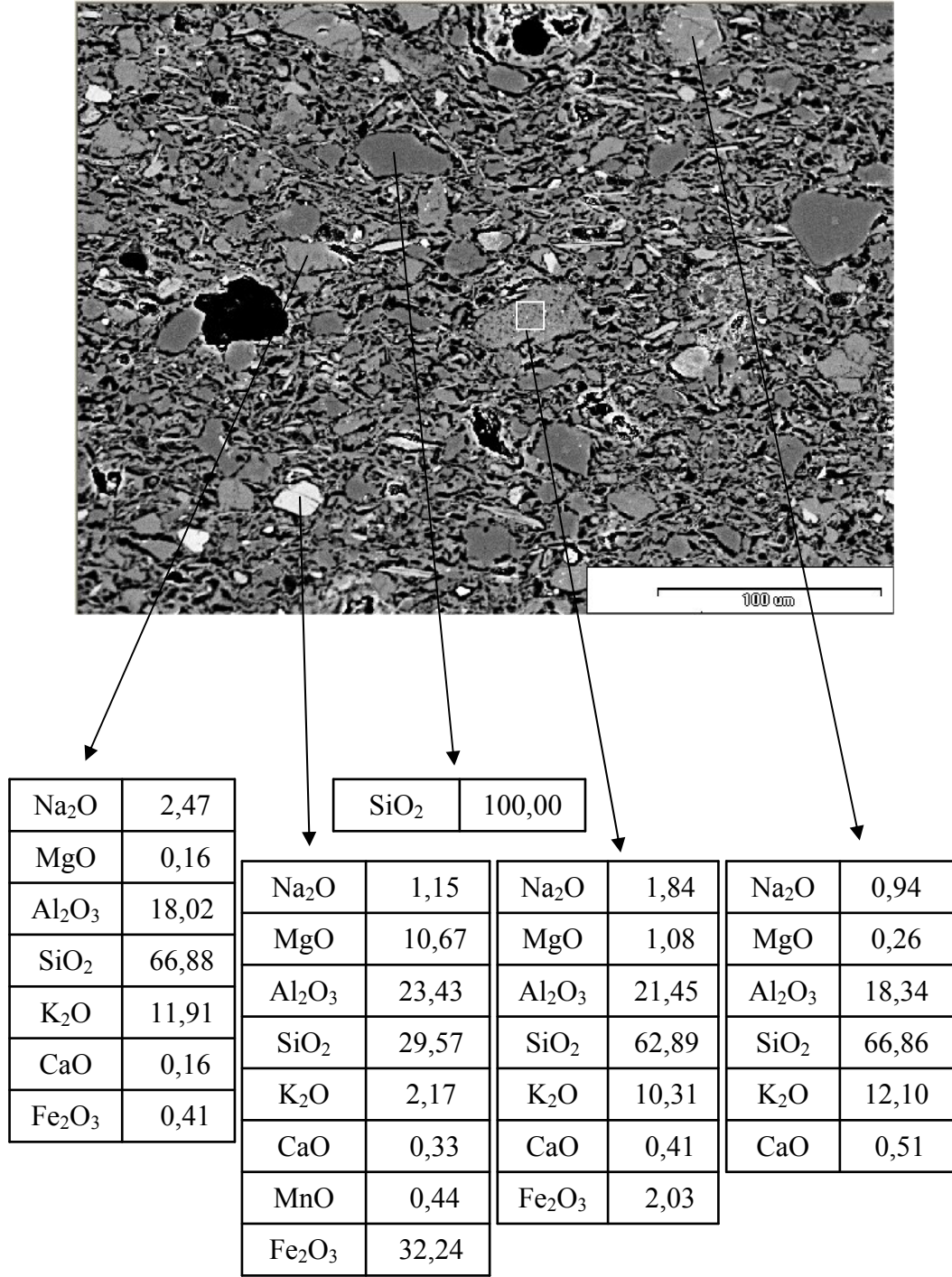
Şekil 6.79. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



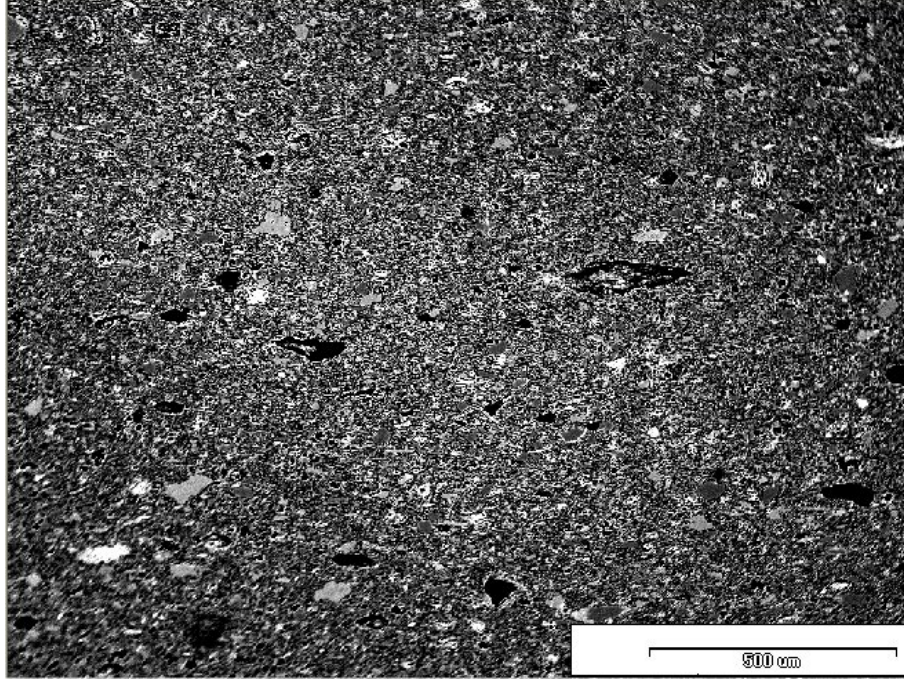
Şekil 6.80. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



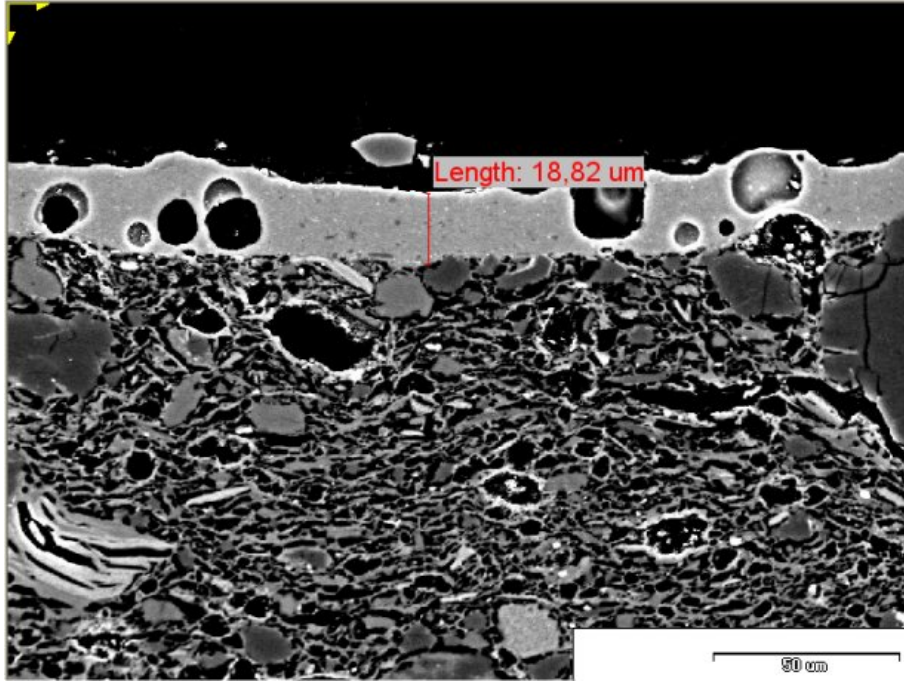
Şekil 6.81. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



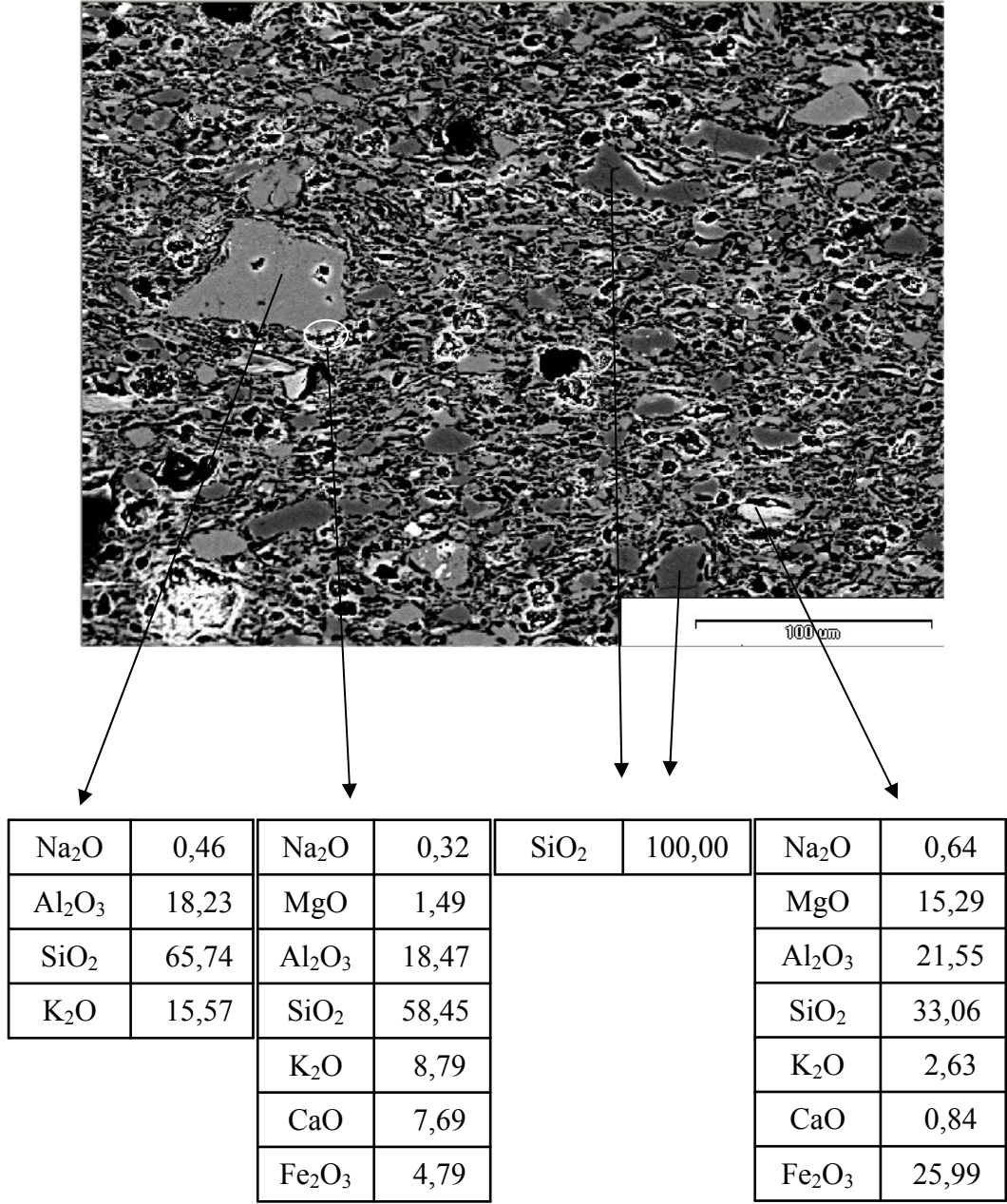
Şekil 6.82. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



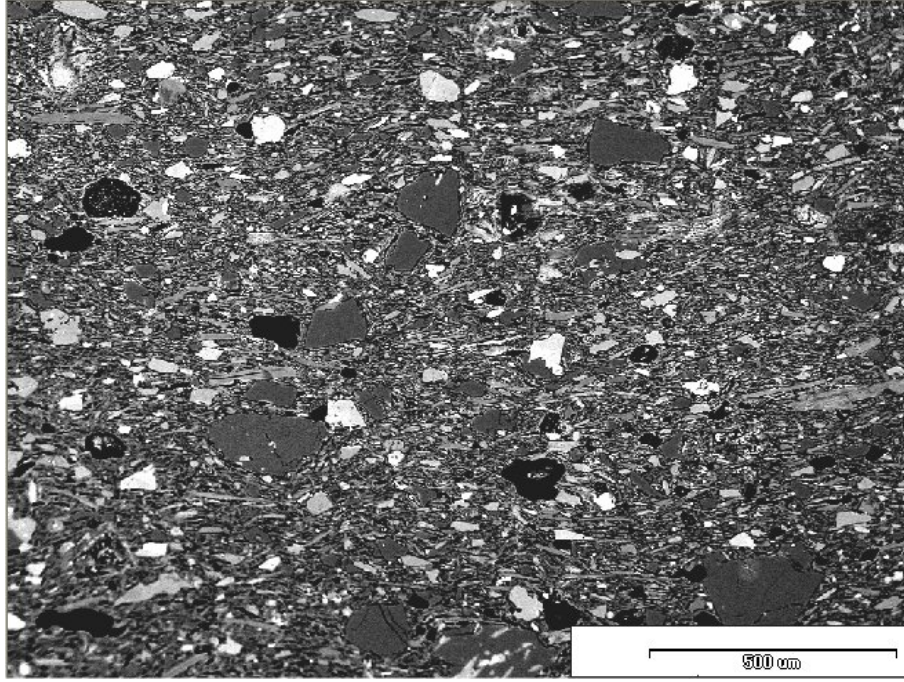
Şekil 6.83. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



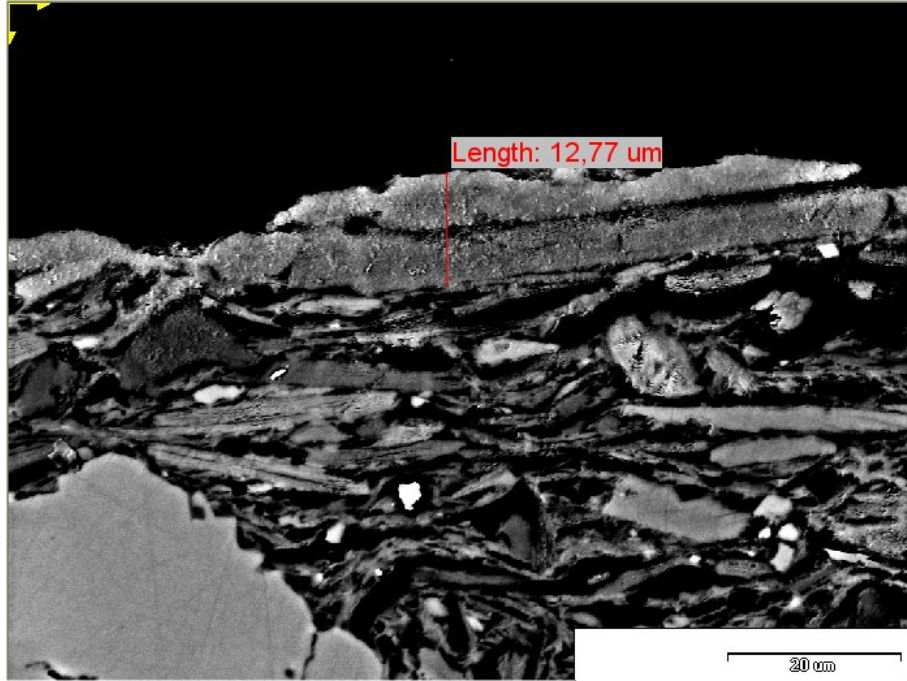
Şekil 6.84. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



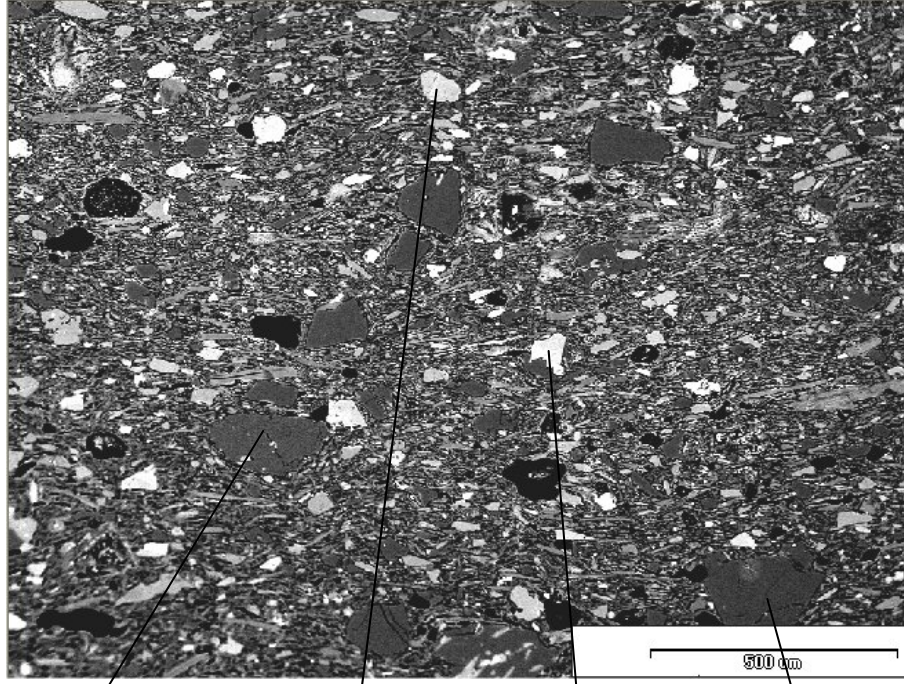
Şekil 6.85. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



Şekil 6.86. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü

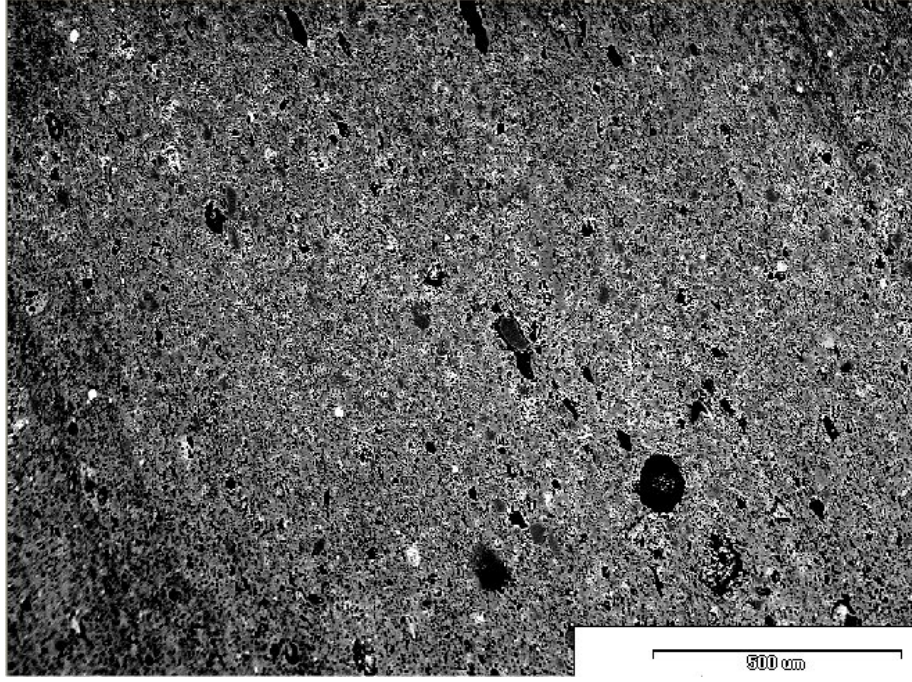


Şekil 6.87. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü

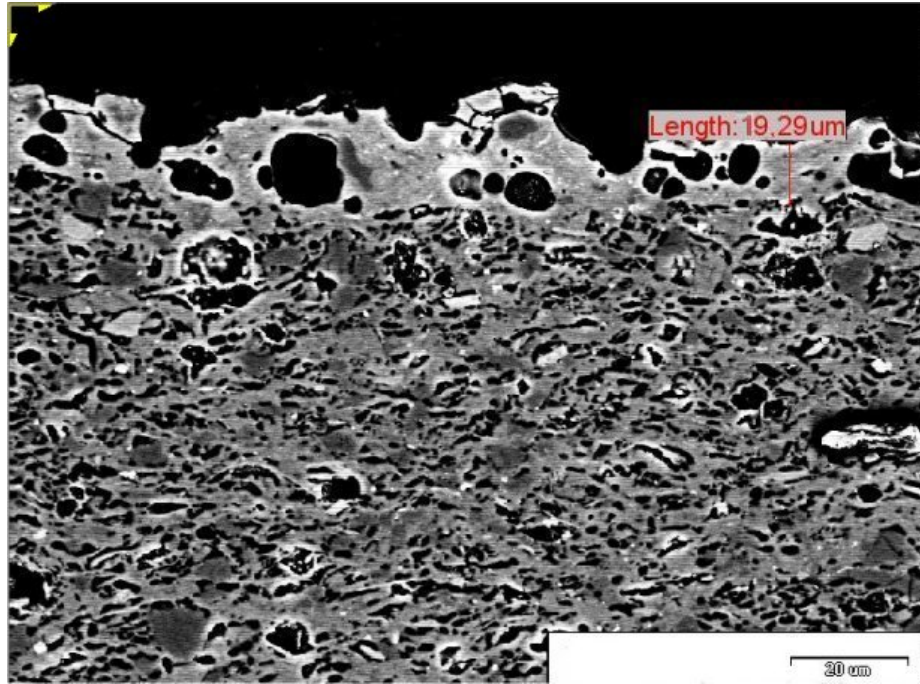


Na ₂ O	11,21	Al ₂ O ₃	23,71	Na ₂ O	4,75	Na ₂ O	11,00
Al ₂ O ₃	19,44	SiO ₂	37,27	MgO	3,70	Al ₂ O ₃	19,60
SiO ₂	68,63	K ₂ O	0,29	Al ₂ O ₃	7,35	SiO ₂	68,69
K ₂ O	0,20	CaO	26,32	SiO ₂	55,55	K ₂ O	0,13
CaO	0,22	Fe ₂ O ₃	12,41	K ₂ O	0,13	CaO	0,24
Fe ₂ O ₃	0,30			CaO	0,69	Fe ₂ O ₃	0,33
				Fe ₂ O ₃	27,83		

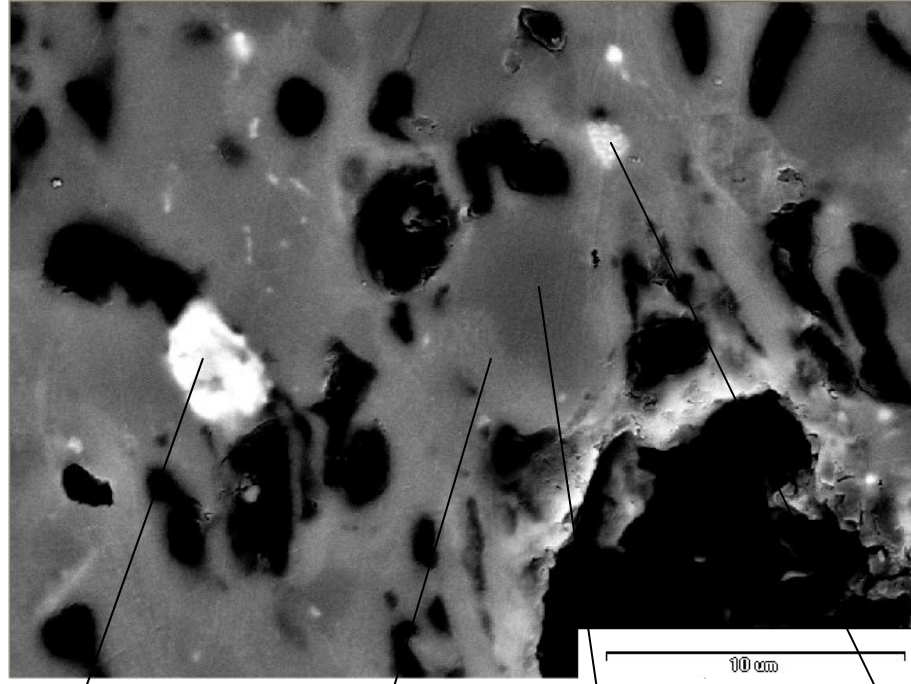
Şekil 6.88. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



Şekil 6.89. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü

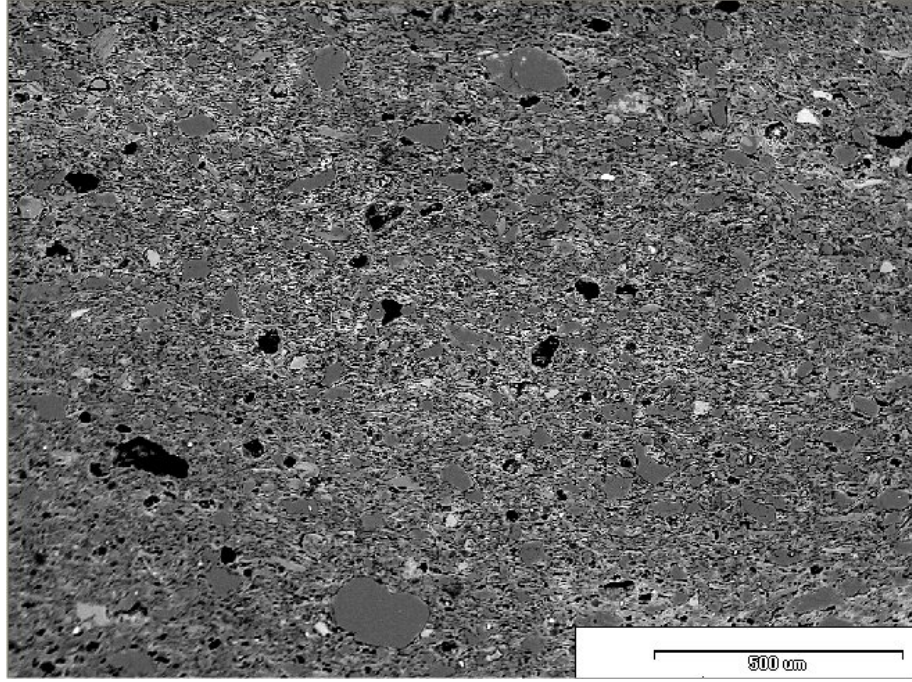


Şekil 6.90. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü

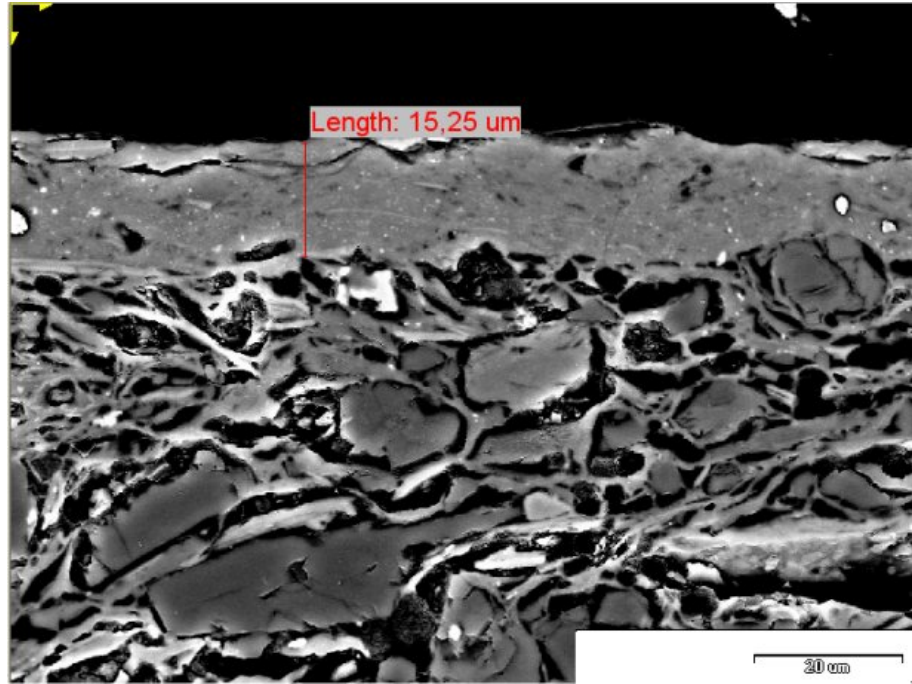


Na ₂ O	1,15	Na ₂ O	1,38	SiO ₂	100,00	Na ₂ O	1,24
MgO	2,20	MgO	2,05			MgO	2,89
Al ₂ O ₃	5,53	Al ₂ O ₃	23,25			Al ₂ O ₃	16,43
SiO ₂	12,61	SiO ₂	61,75			SiO ₂	43,63
K ₂ O	1,47	K ₂ O	3,33			K ₂ O	3,71
CaO	0,27	CaO	2,04			CaO	1,00
TiO ₂	47,81	Fe ₂ O ₃	6,20			TiO ₂	15,21
Fe ₂ O ₃	28,97					Fe ₂ O ₃	15,90

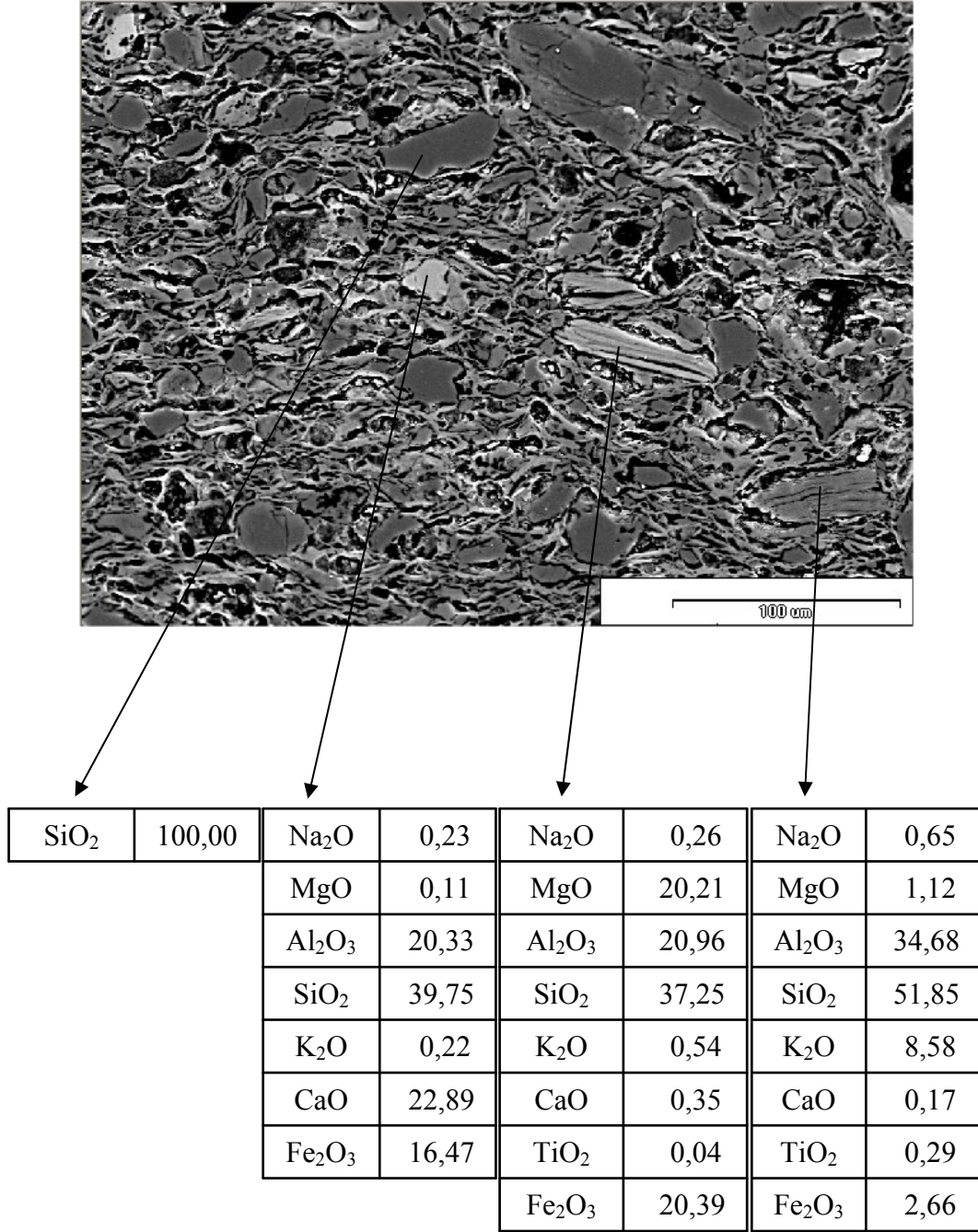
Şekil 6.91. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



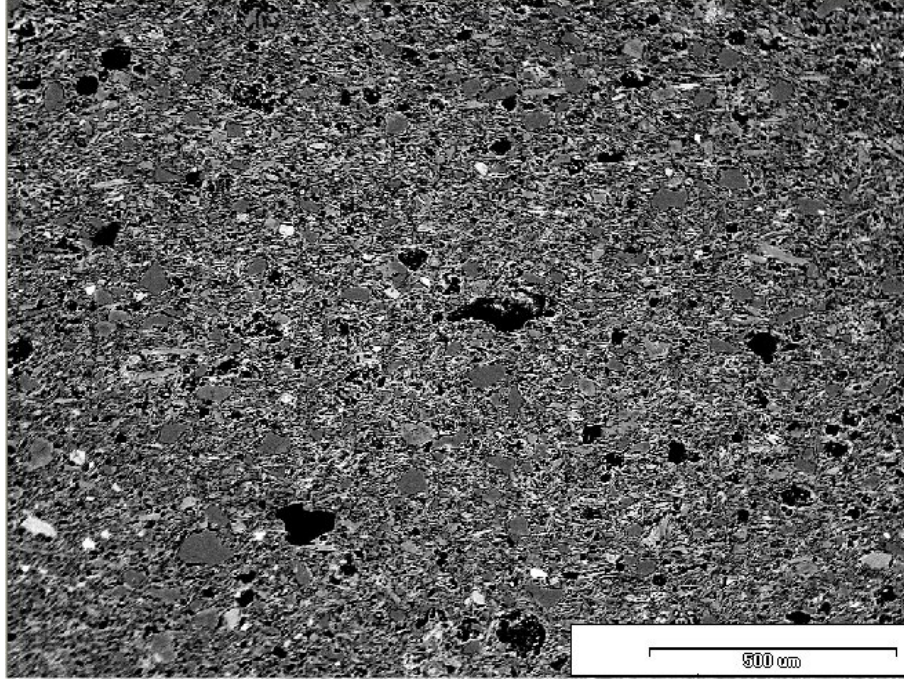
Şekil 6.92. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



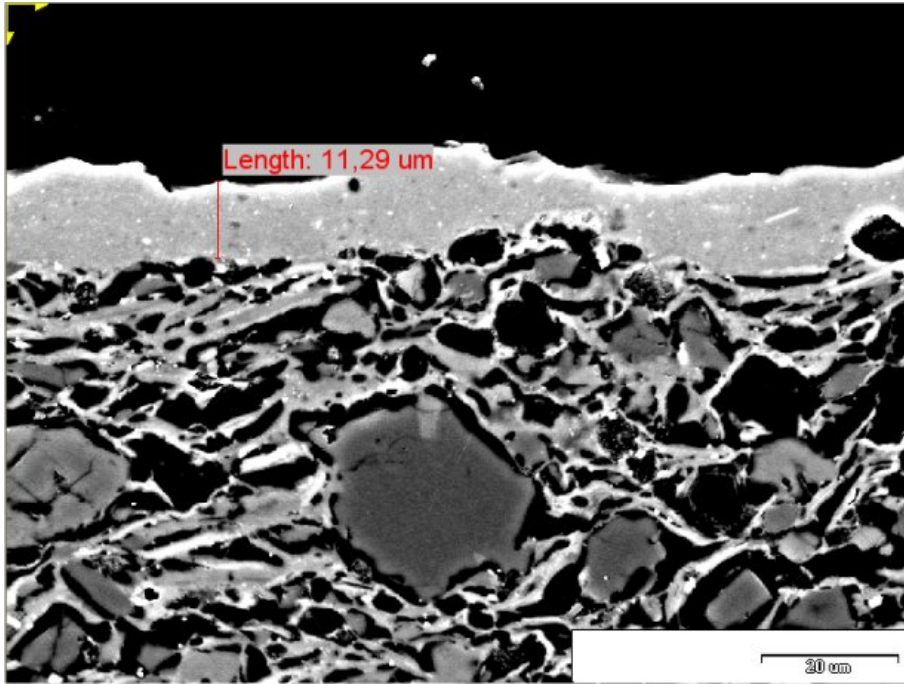
Şekil 6.93. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



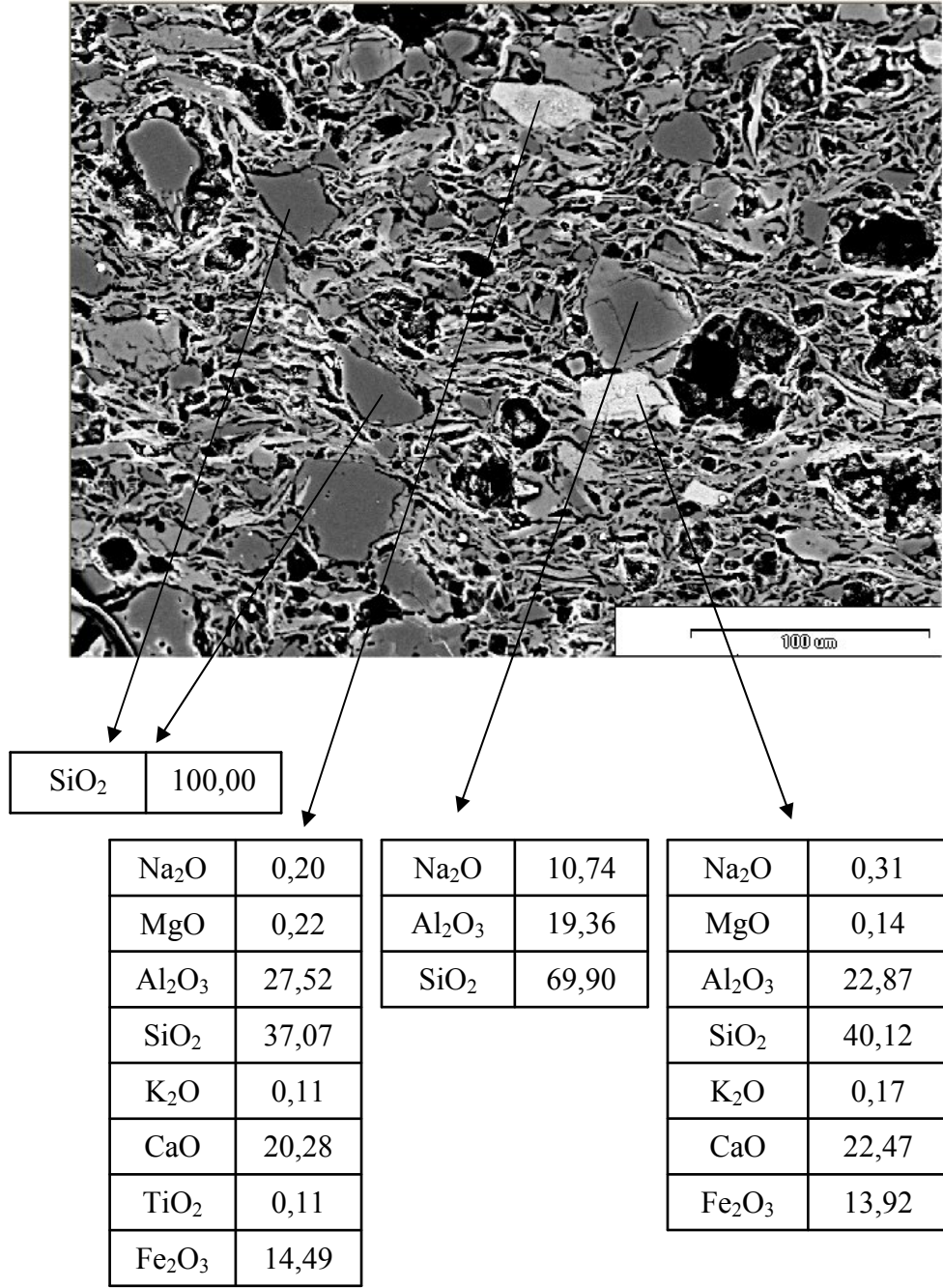
Şekil 6.94. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



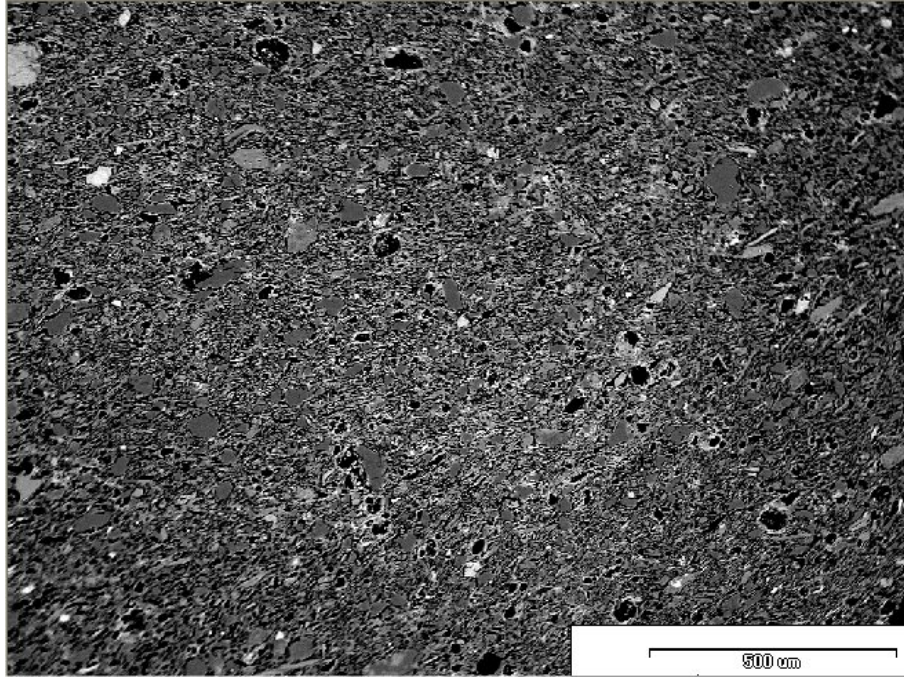
Şekil 6.95. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



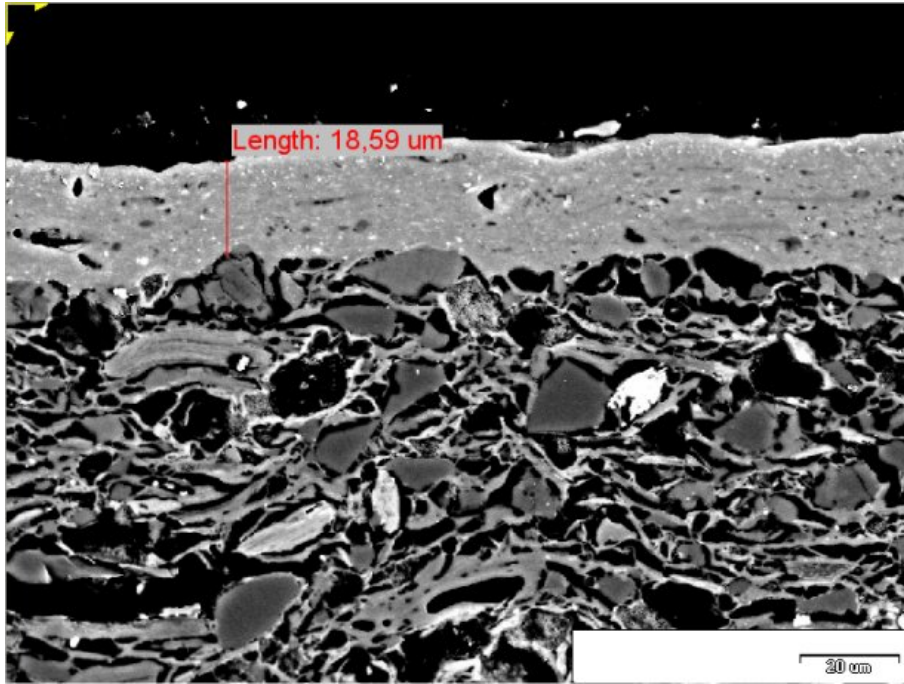
Şekil 6.96. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



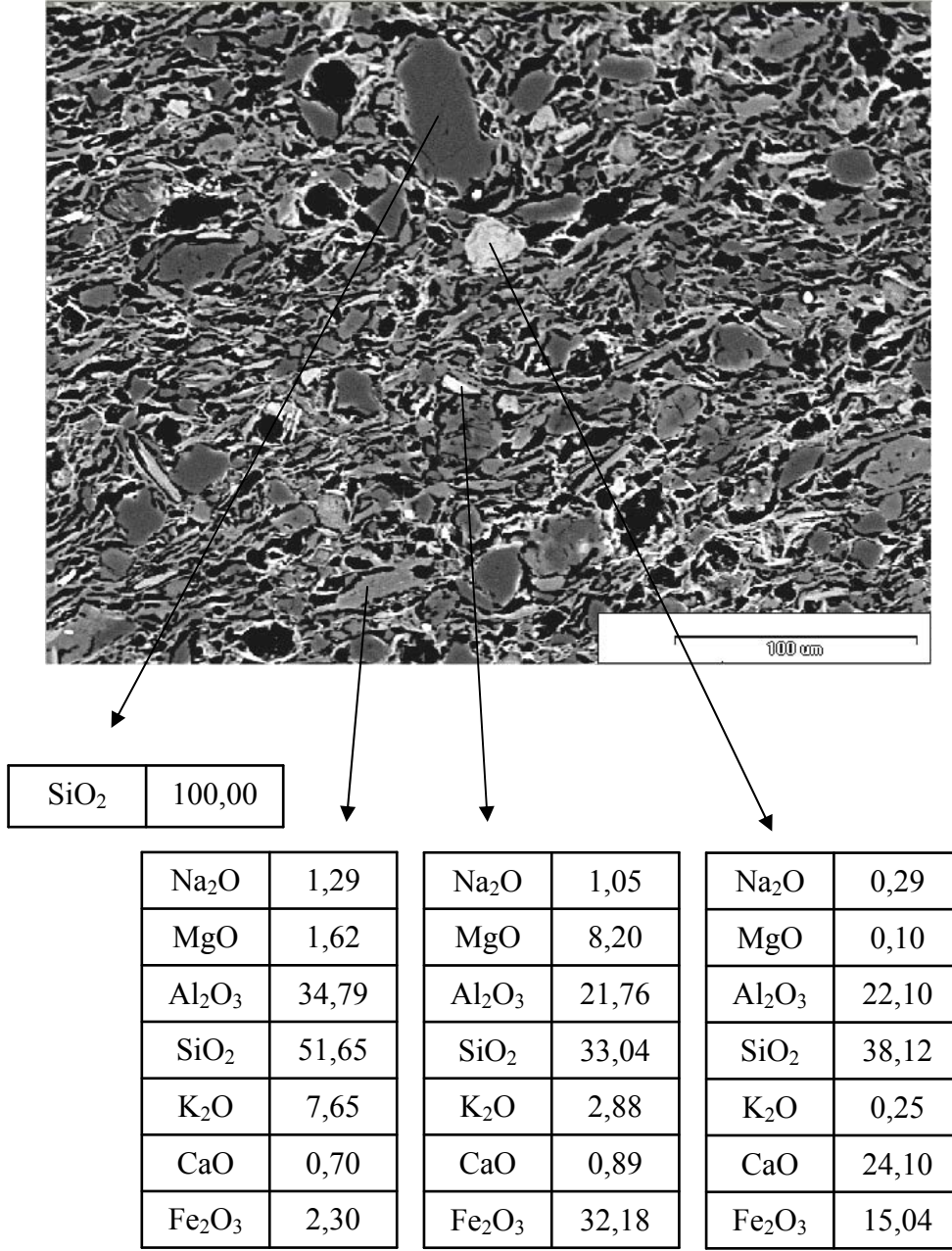
Şekil 6.97. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



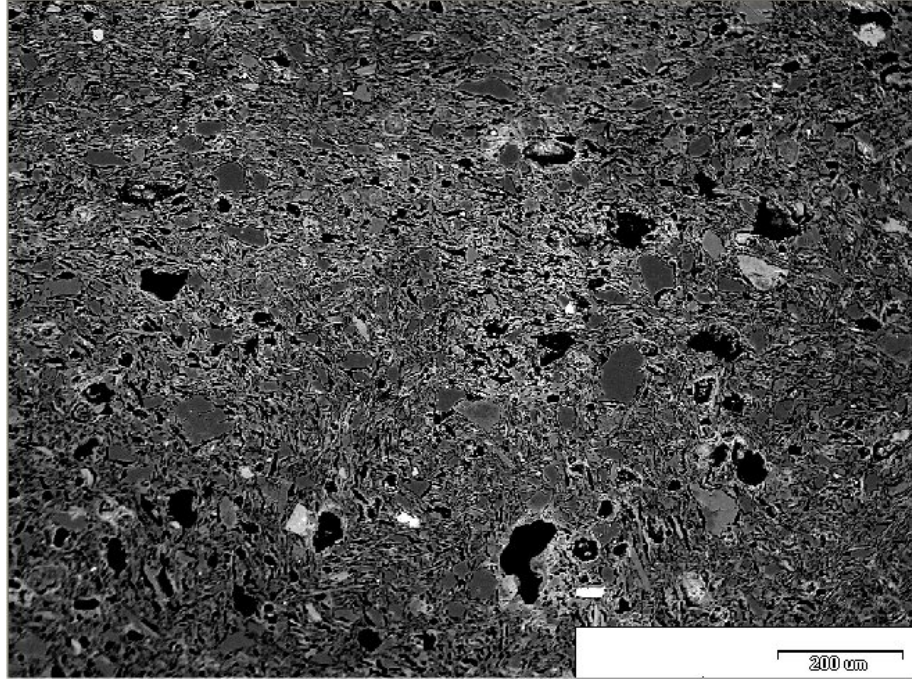
Şekil 6.98. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



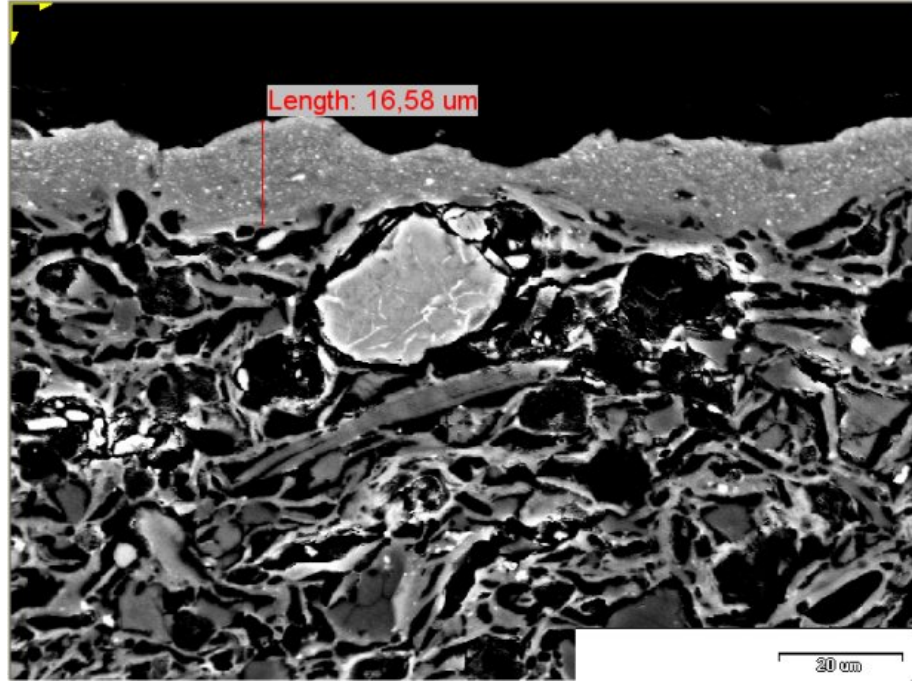
Şekil 6.99. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



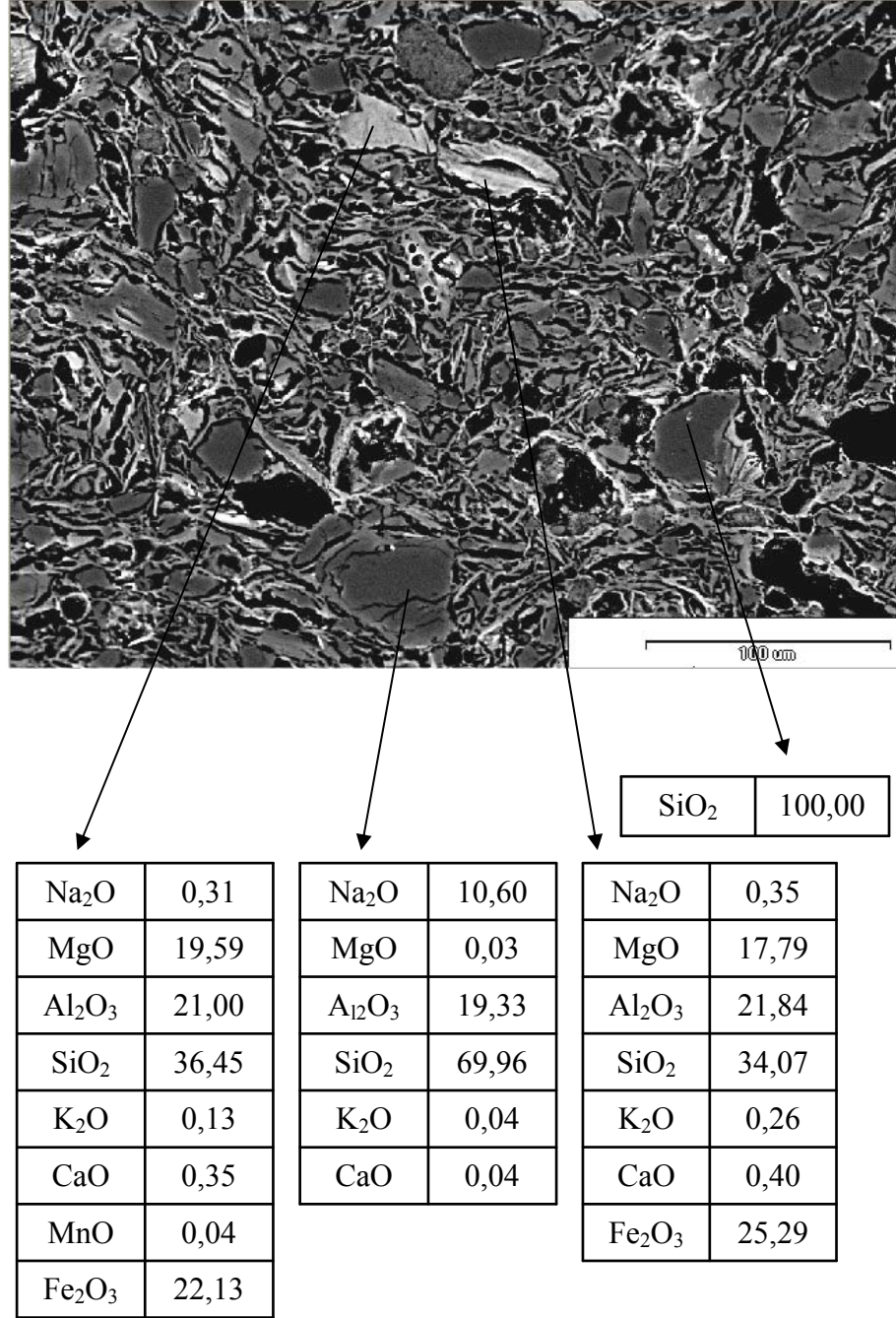
Şekil 6.100. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



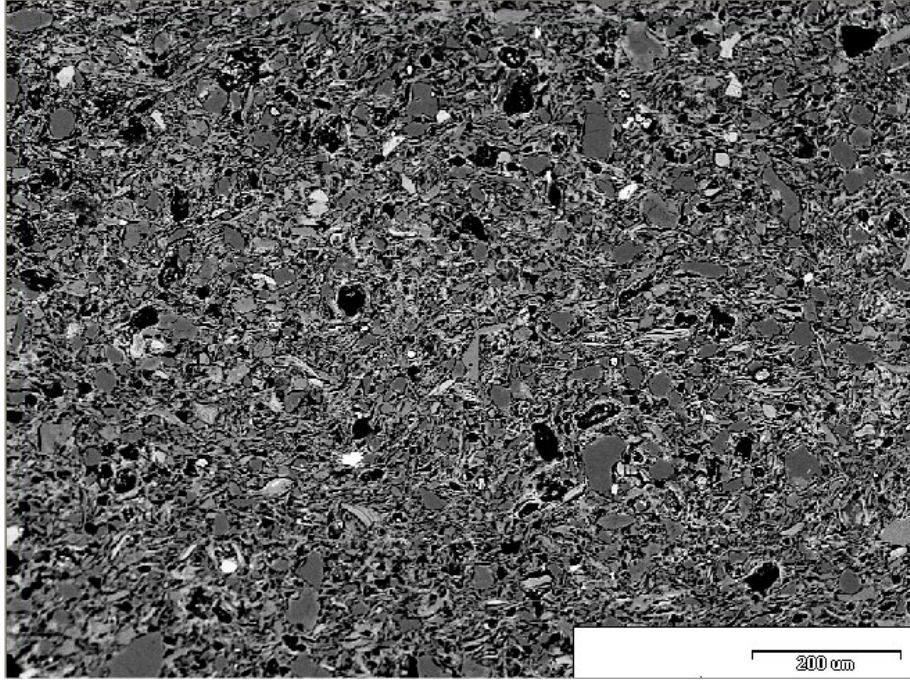
Şekil 6.101. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



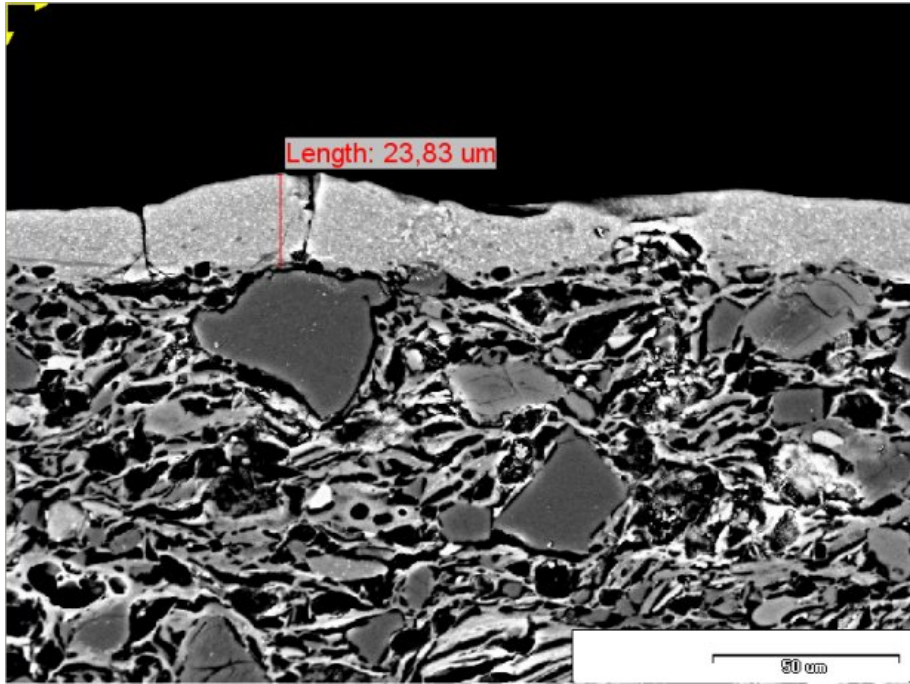
Şekil 6.102. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



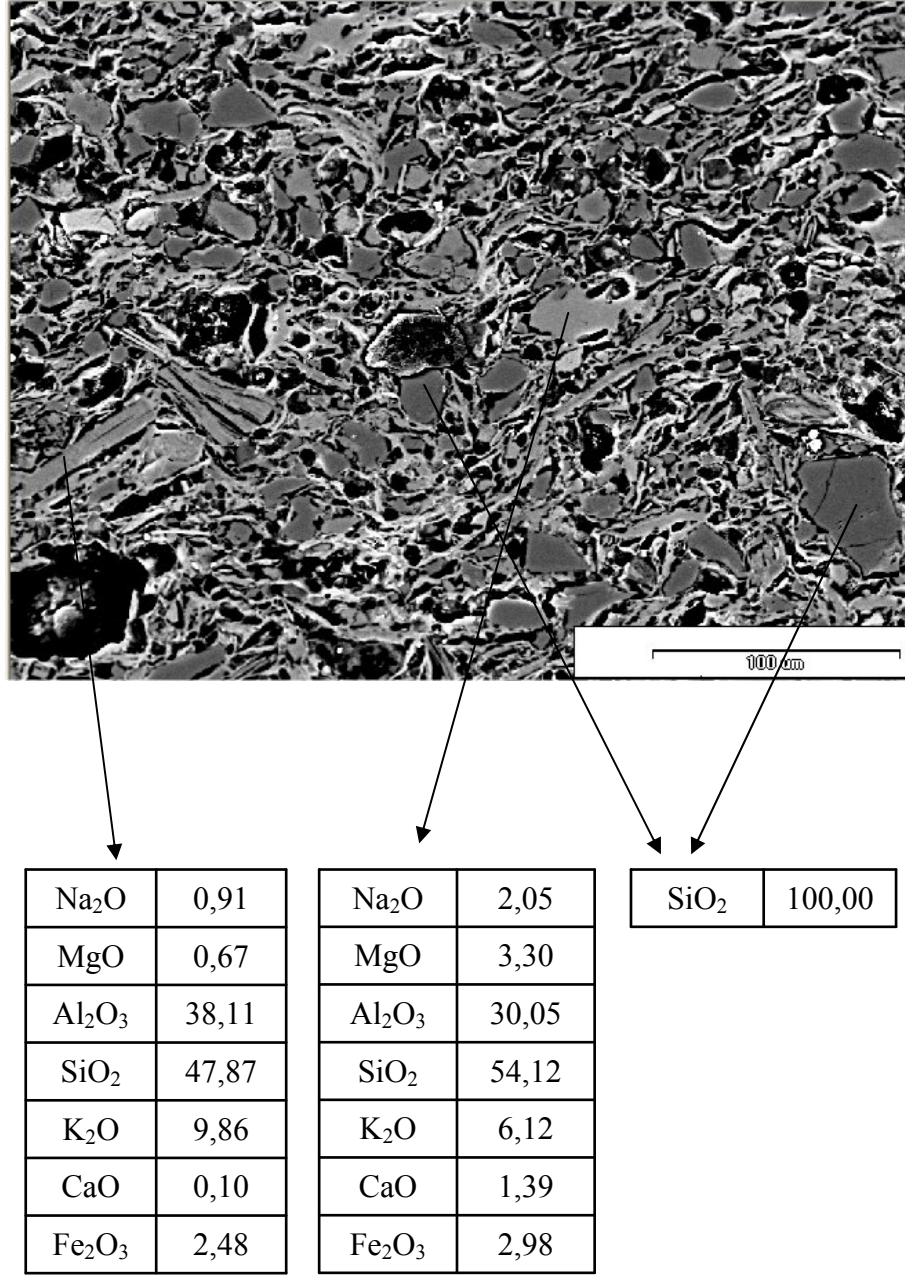
Şekil 6.103. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



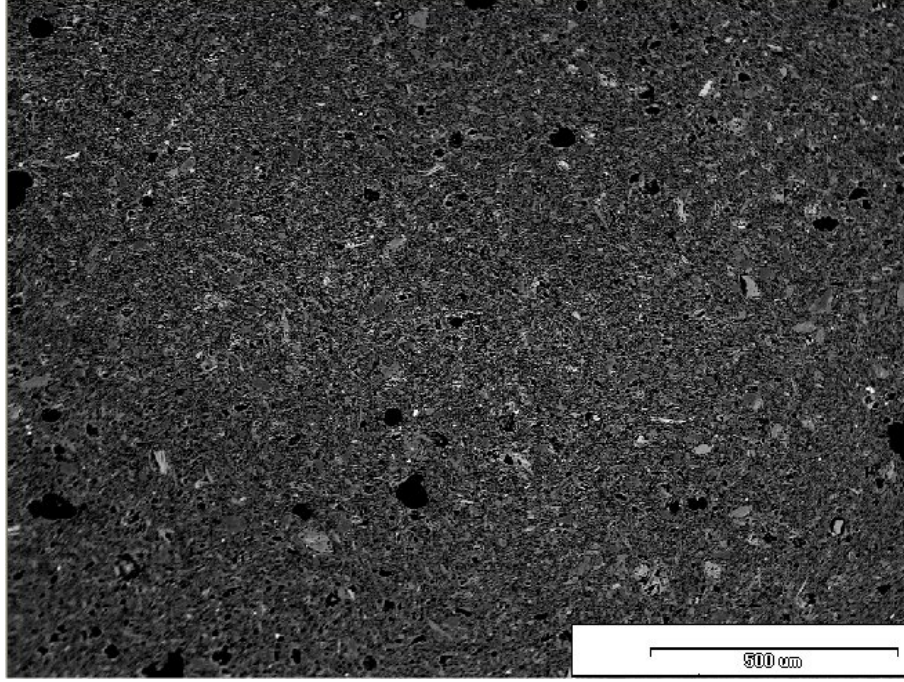
Şekil 6.104. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



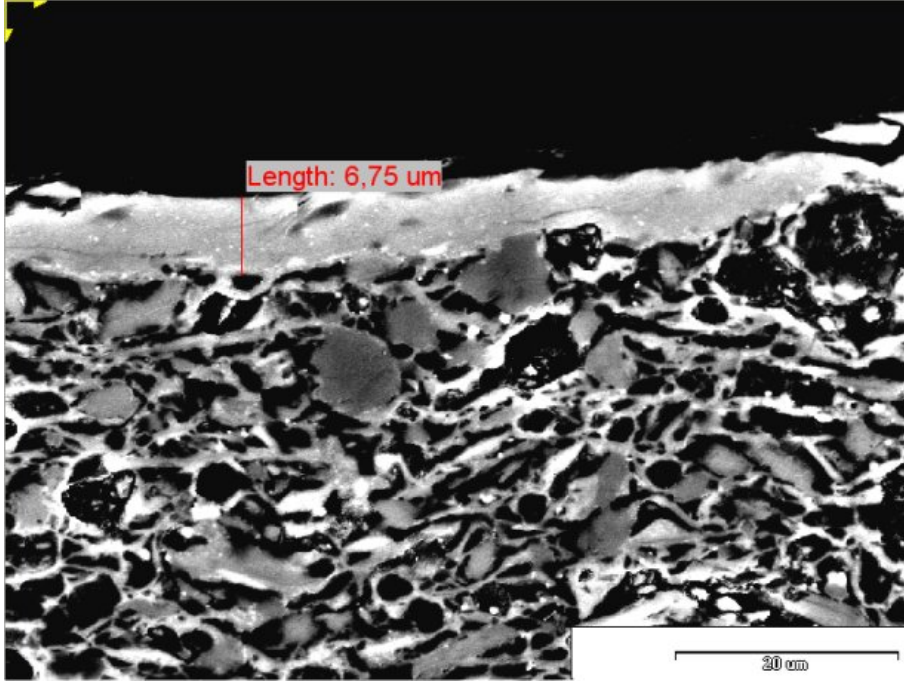
Şekil 6.105. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



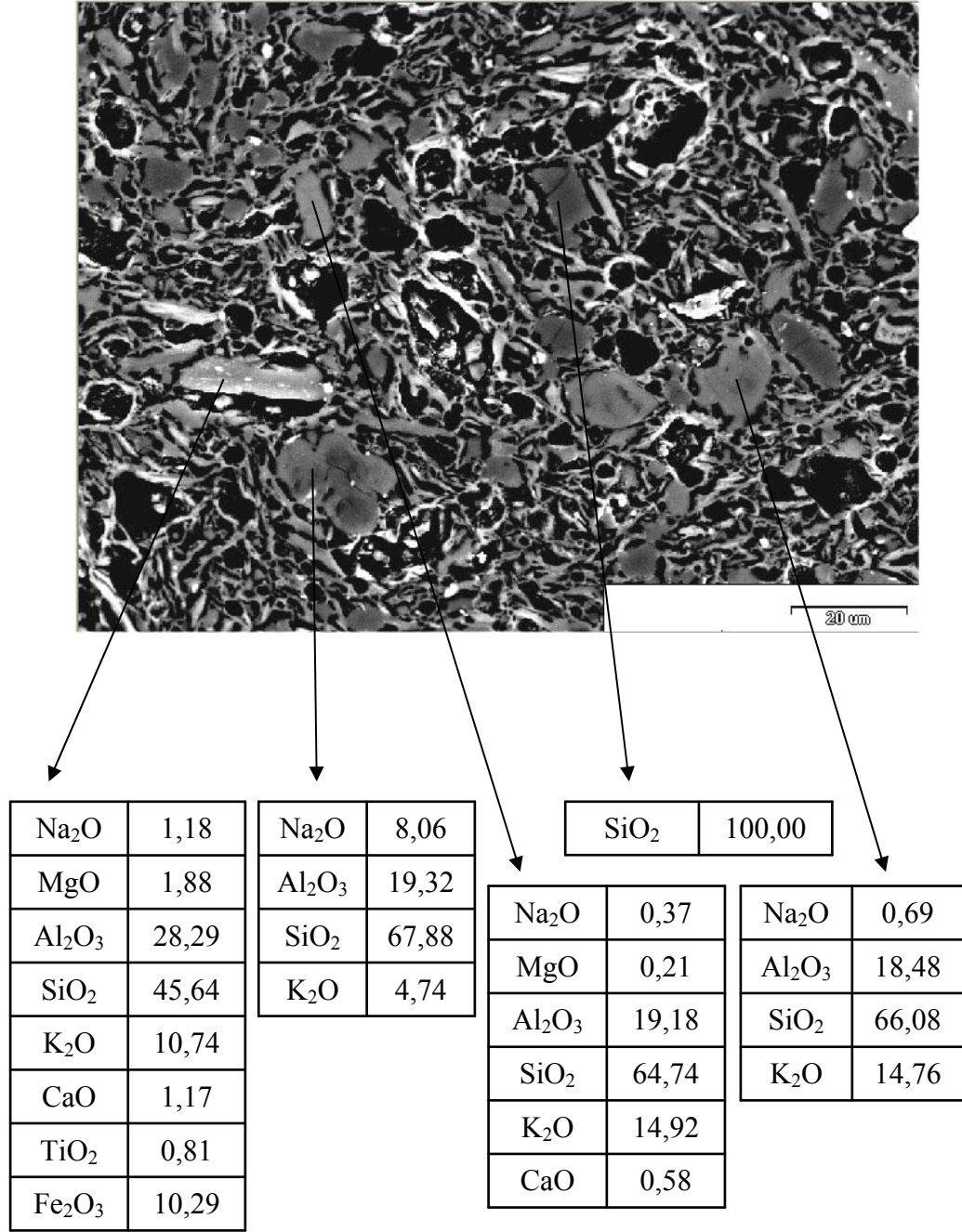
Şekil 6.106. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



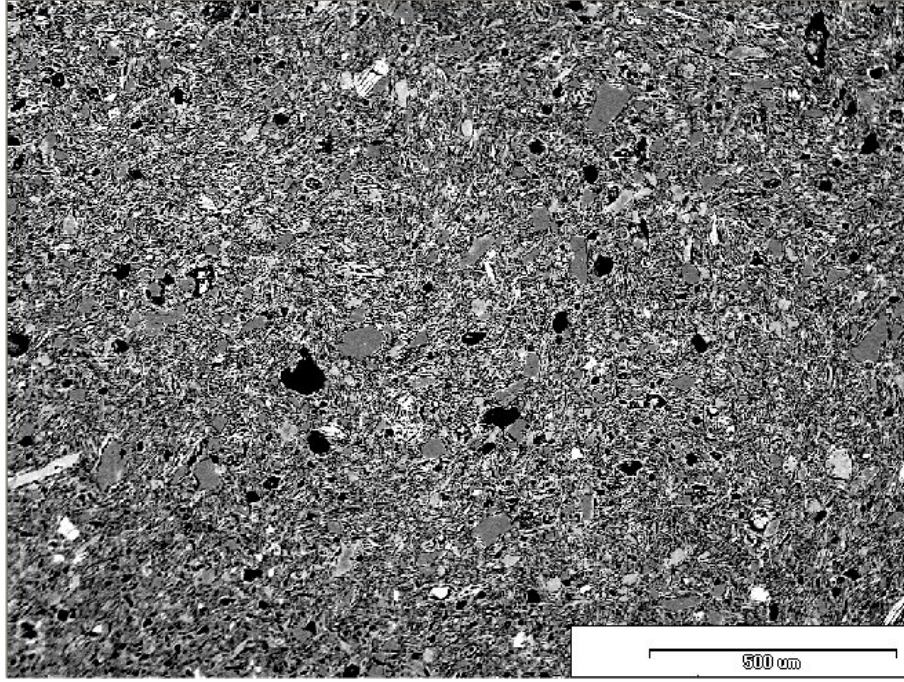
Şekil 6.107. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



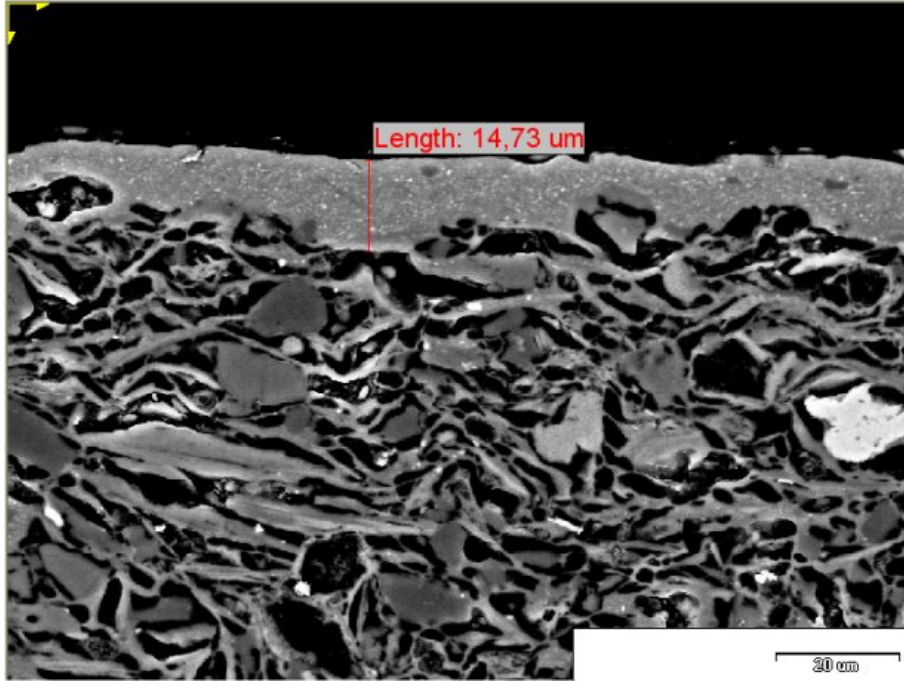
Şekil 6.108. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



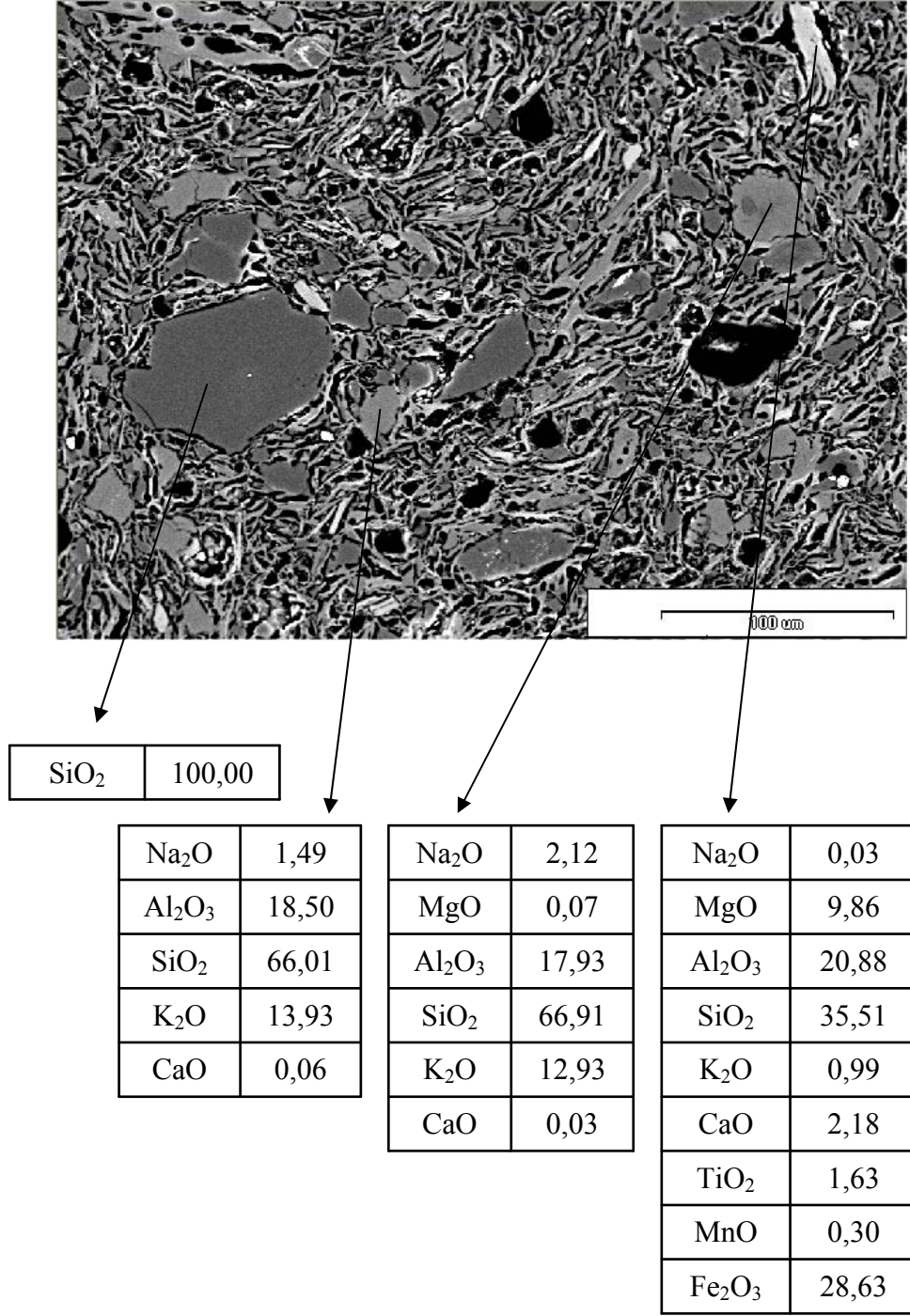
Şekil 6.109. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



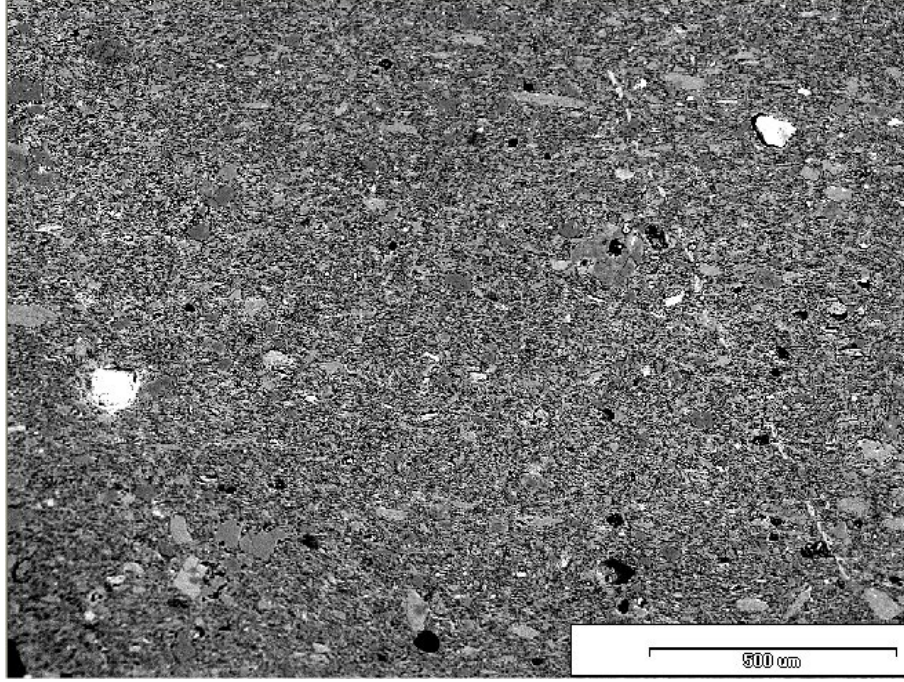
Şekil 6.110. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



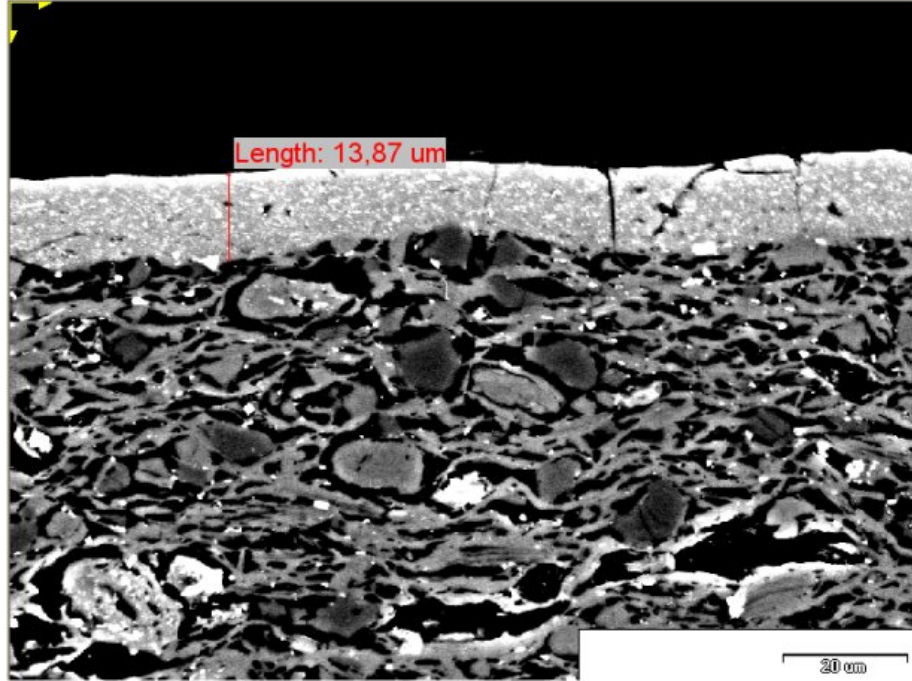
Şekil 6.111. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (firnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



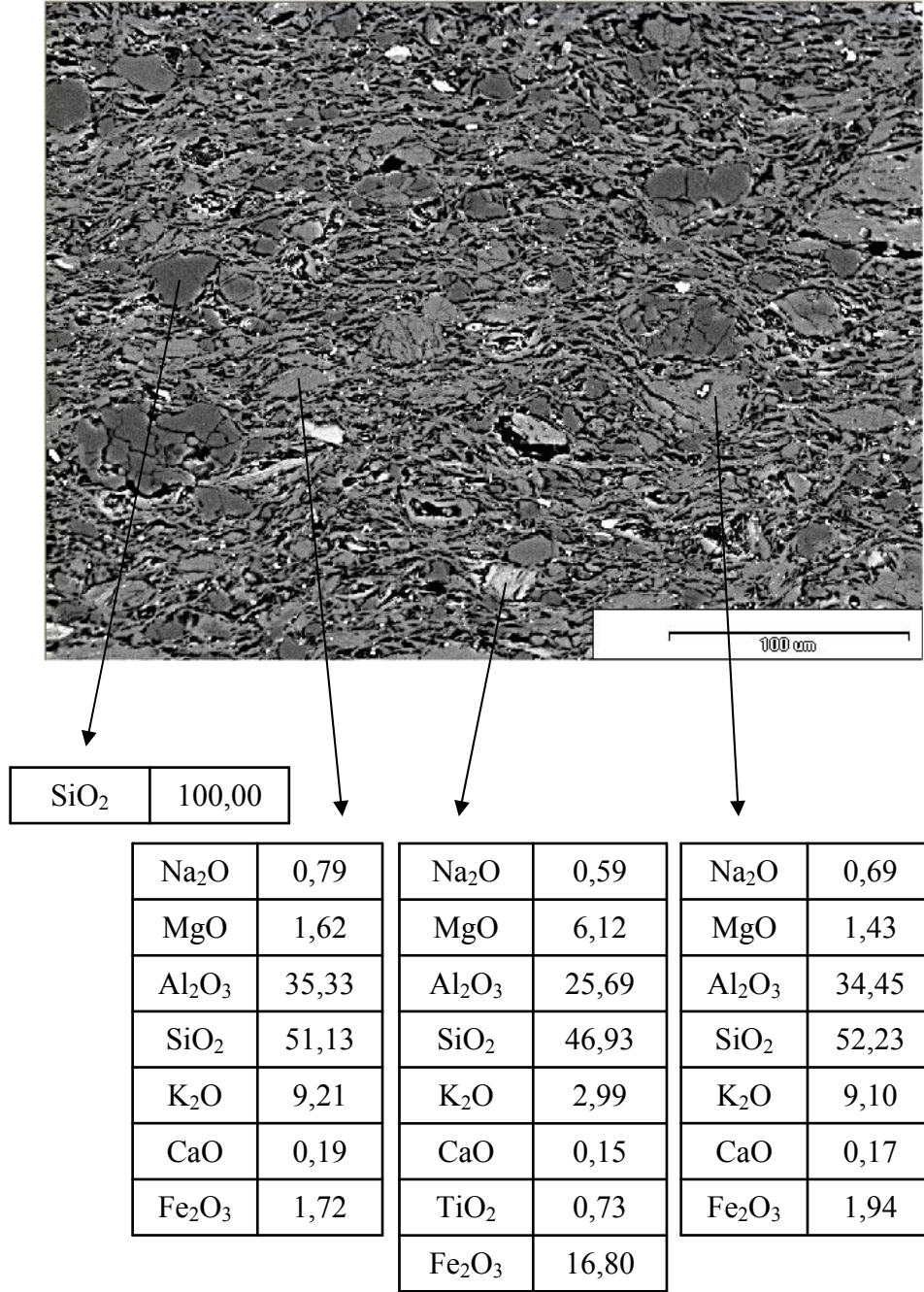
Şekil 6.112. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



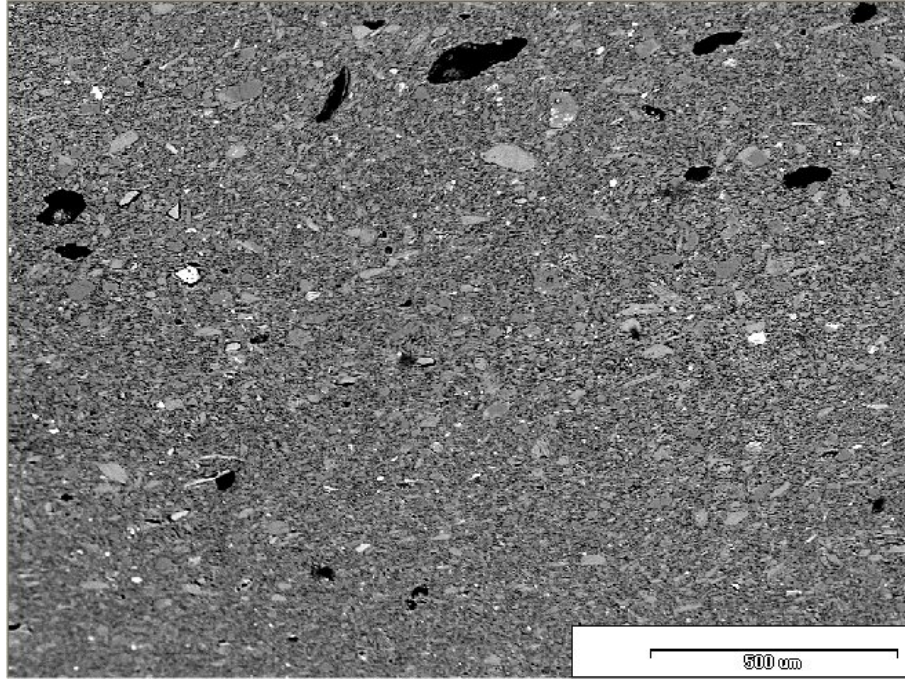
Şekil 6.113. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



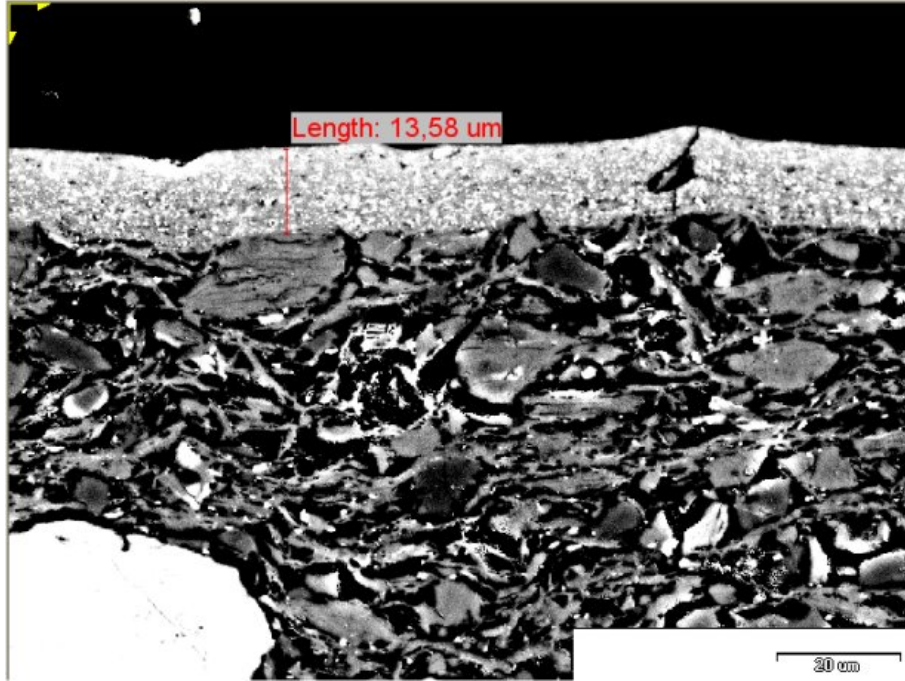
Şekil 6.114. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



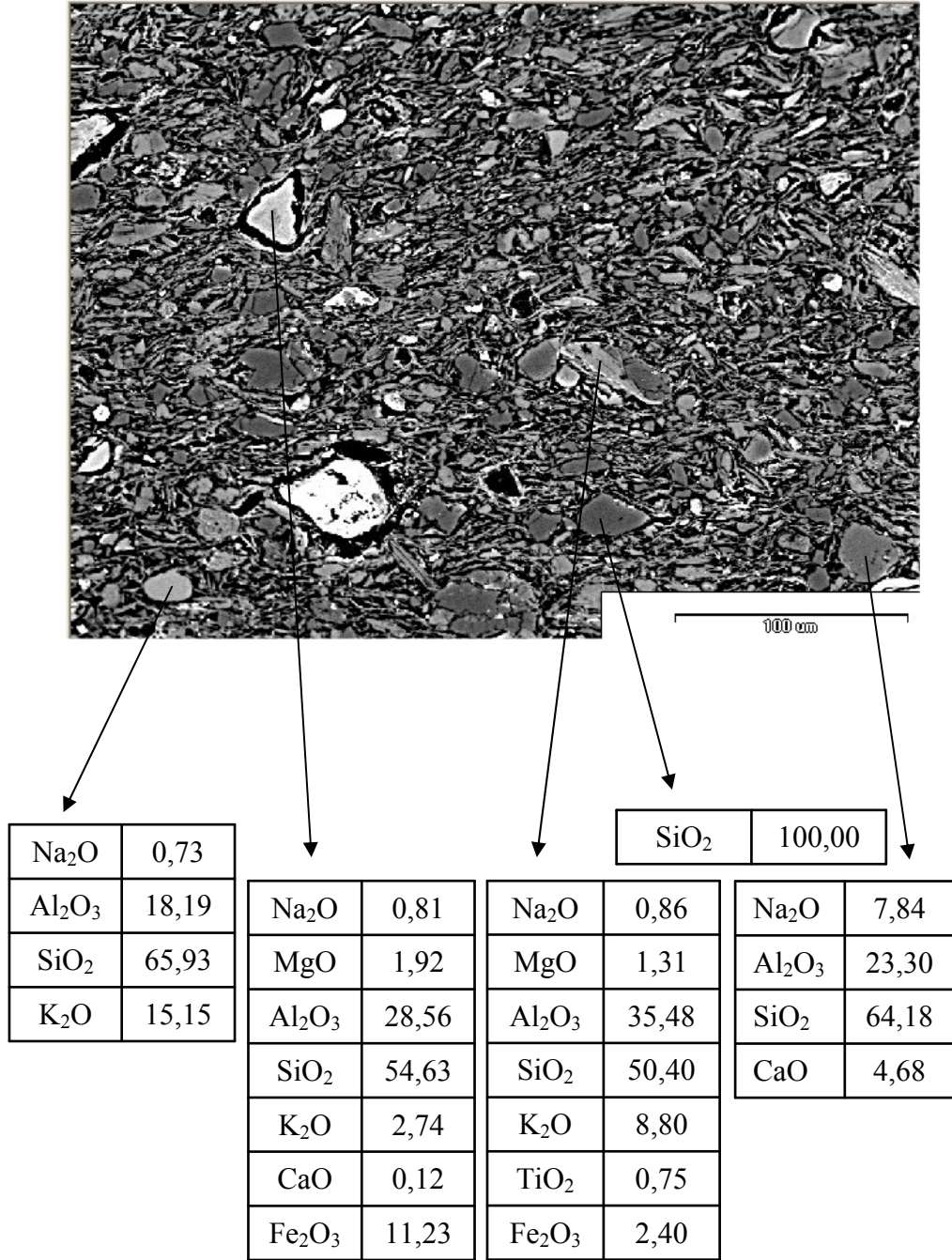
Şekil 6.115. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)



Şekil 6.116. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili BSE görüntüsü



Şekil 6.117. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünye-astar (fırnis) kesitine ait temsili BSE görüntüsü



Şekil 6.118. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği temsili BSE görüntüsündeki çeşitli noktaların yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça)

6.3.1. Bünyelere ait genel EDX analiz sonuçları

Megara kasesi bünyelerine ait yarı kantitatif genel EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça) Çizelge 6.16, 6.17 ve 6.18’de verilmektedir. Batı Yamacı seramiği bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça) ise Çizelge 6.19, 6.20 ve 6.21’de verilmektedir.

Çizelge 6.16. M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 ve M8 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
M1		M2		M3		M4	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	64,24	SiO ₂	63,17	SiO ₂	63,92	SiO ₂	59,12
Al ₂ O ₃	18,60	Al ₂ O ₃	18,94	Al ₂ O ₃	18,72	Al ₂ O ₃	17,35
Fe ₂ O ₃	6,46	Fe ₂ O ₃	6,42	Fe ₂ O ₃	6,73	Fe ₂ O ₃	6,78
MgO	2,35	MgO	2,51	MgO	2,21	MgO	3,00
Na ₂ O	1,21	Na ₂ O	1,25	Na ₂ O	1,15	Na ₂ O	0,70
K ₂ O	3,82	K ₂ O	4,00	K ₂ O	3,91	K ₂ O	3,12
CaO	2,49	CaO	3,03	CaO	2,54	CaO	8,80
TiO ₂	0,83	TiO ₂	0,69	TiO ₂	0,82	TiO ₂	1,14
Toplam	100,00	Toplam	100,01	Toplam	100,00	Toplam	100,01
Numune Kodu							
M5		M6		M7		M8	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	63,43	SiO ₂	65,78	SiO ₂	62,57	SiO ₂	57,06
Al ₂ O ₃	19,33	Al ₂ O ₃	19,63	Al ₂ O ₃	22,72	Al ₂ O ₃	18,86
Fe ₂ O ₃	6,59	Fe ₂ O ₃	5,61	FeO	7,21	FeO	5,98
MgO	2,21	MgO	2,06	MgO	1,81	MgO	3,03
Na ₂ O	1,08	Na ₂ O	0,60	K ₂ O	4,30	Na ₂ O	0,58
K ₂ O	4,28	K ₂ O	3,52	CaO	0,60	K ₂ O	4,78
CaO	2,29	CaO	2,80	TiO ₂	0,80	CaO	9,71
TiO ₂	0,78						
Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	100,01	Toplam	100,00

Çizelge 6.17. M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M19 ve M20 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
M9		M10		M11		M12	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	60,92	SiO ₂	57,95	SiO ₂	60,28	SiO ₂	53,85
Al ₂ O ₃	19,03	Al ₂ O ₃	23,40	Al ₂ O ₃	18,51	Al ₂ O ₃	24,07
Fe ₂ O ₃	7,01	Fe ₂ O ₃	10,09	Fe ₂ O ₃	8,95	Fe ₂ O ₃	7,43
MgO	3,85	MgO	1,95	MgO	3,95	MgO	3,50
Na ₂ O	0,93	Na ₂ O	0,29	Na ₂ O	1,77	Na ₂ O	0,78
K ₂ O	3,19	K ₂ O	4,31	K ₂ O	2,41	K ₂ O	3,46
CaO	4,12	CaO	0,53	CaO	3,33	CaO	5,86
TiO ₂	0,94	TiO ₂	1,47	TiO ₂	0,80	TiO ₂	1,04
Toplam	99,99	Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	99,99
Numune Kodu							
M13		M14		M15		M16	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	62,73	SiO ₂	57,19	SiO ₂	56,11	SiO ₂	64,24
Al ₂ O ₃	19,99	Al ₂ O ₃	22,88	Al ₂ O ₃	20,58	Al ₂ O ₃	18,60
Fe ₂ O ₃	6,05	Fe ₂ O ₃	8,09	Fe ₂ O ₃	7,54	Fe ₂ O ₃	6,46
MgO	2,53	MgO	2,48	MgO	3,89	MgO	2,35
Na ₂ O	1,20	Na ₂ O	0,91	Na ₂ O	0,62	Na ₂ O	1,21
K ₂ O	4,34	K ₂ O	5,22	K ₂ O	4,56	K ₂ O	3,82
CaO	2,34	CaO	2,10	CaO	5,83	CaO	2,49
TiO ₂	0,82	TiO ₂	1,13	TiO ₂	0,86	TiO ₂	0,83
Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	99,99	Toplam	100,00
Numune Kodu							
M17		M18		M19		M20	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	66,06	SiO ₂	64,46	SiO ₂	56,78	SiO ₂	61,78
Al ₂ O ₃	18,46	Al ₂ O ₃	20,84	Al ₂ O ₃	18,78	Al ₂ O ₃	20,60
FeO	6,42	Fe ₂ O ₃	6,22	Fe ₂ O ₃	6,27	Fe ₂ O ₃	6,97
MgO	2,08	MgO	1,93	MgO	2,71	MgO	2,45
Na ₂ O	1,12	Na ₂ O	0,41	Na ₂ O	1,65	Na ₂ O	1,19
K ₂ O	3,62	K ₂ O	3,87	K ₂ O	4,62	K ₂ O	4,01
CaO	2,24	CaO	2,26	CaO	4,09	CaO	2,22
				TiO ₂	1,03	TiO ₂	0,76
Toplam	100,00	Toplam	99,99	Toplam	95,93	Toplam	99,98

Çizelge 6.18. M21, M22, M23, M24, M25 ve M26 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
M21		M22		M23		M24	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	63,27	SiO ₂	52,16	SiO ₂	60,06	SiO ₂	59,37
Al ₂ O ₃	19,30	Al ₂ O ₃	19,71	Al ₂ O ₃	15,01	Al ₂ O ₃	15,91
Fe ₂ O ₃	7,25	Fe ₂ O ₃	8,44	Fe ₂ O ₃	7,77	Fe ₂ O ₃	7,25
MgO	2,61	MgO	3,13	MgO	4,87	MgO	4,14
Na ₂ O	1,40	Na ₂ O	0,89	Na ₂ O	1,26	Na ₂ O	1,26
K ₂ O	3,41	K ₂ O	3,68	K ₂ O	2,75	K ₂ O	3,05
CaO	2,05	CaO	11,47	CaO	7,62	CaO	9,03
TiO ₂	0,71	TiO ₂	0,51	TiO ₂	0,66		
Toplam	100,00	Toplam	100,02	Toplam	100,00	Toplam	100,01
Numune Kodu							
M25		M26					
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar				
SiO ₂	62,99	SiO ₂	65,04				
Al ₂ O ₃	17,77	Al ₂ O ₃	18,05				
Fe ₂ O ₃	6,95	Fe ₂ O ₃	6,36				
MgO	2,40	MgO	2,13				
Na ₂ O	1,42	Na ₂ O	1,33				
K ₂ O	3,21	K ₂ O	3,71				
CaO	4,46	CaO	2,45				
TiO ₂	0,79	TiO ₂	0,93				
Toplam	99,99	Toplam	100,00				

Çizelge 6.19. B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 ve B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
B1		B2		B3		B4	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	58,88	SiO ₂	54,85	SiO ₂	62,63	SiO ₂	54,47
Al ₂ O ₃	19,34	Al ₂ O ₃	16,76	Al ₂ O ₃	19,30	Al ₂ O ₃	17,34
Fe ₂ O ₃	7,57	Fe ₂ O ₃	8,04	Fe ₂ O ₃	6,47	Fe ₂ O ₃	8,10
MgO	3,22	MgO	4,46	MgO	2,90	MgO	4,52
Na ₂ O	1,45	Na ₂ O	1,34	Na ₂ O	1,49	Na ₂ O	1,07
K ₂ O	3,25	K ₂ O	3,70	K ₂ O	3,47	K ₂ O	3,79
CaO	5,30	CaO	10,30	CaO	2,99	CaO	9,92
TiO ₂	0,99	TiO ₂	0,55	TiO ₂	0,73	TiO ₂	0,78
Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	99,98	Toplam	99,99
Numune Kodu							
B5		B6		B7		B8	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	59,77	SiO ₂	58,48	SiO ₂	55,83	SiO ₂	53,98
Al ₂ O ₃	16,53	Al ₂ O ₃	20,00	Al ₂ O ₃	16,48	Al ₂ O ₃	15,88
Fe ₂ O ₃	8,53	Fe ₂ O ₃	7,70	Fe ₂ O ₃	8,16	Fe ₂ O ₃	11,58
MgO	4,28	MgO	3,20	MgO	4,36	MgO	6,23
Na ₂ O	1,57	Na ₂ O	1,15	Na ₂ O	0,88	Na ₂ O	2,59
K ₂ O	2,44	K ₂ O	3,80	K ₂ O	3,49	K ₂ O	2,37
CaO	6,11	CaO	4,72	CaO	10,35	CaO	6,37
TiO ₂	0,77	TiO ₂	0,95	TiO ₂	0,45	TiO ₂	1,00
Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	100,00

Çizelge 6.20. B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B20 ve B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
B9		B10		B11		B12	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	59,64	SiO ₂	61,53	SiO ₂	65,88	SiO ₂	64,22
Al ₂ O ₃	21,72	Al ₂ O ₃	15,96	Al ₂ O ₃	17,89	Al ₂ O ₃	18,67
Fe ₂ O ₃	6,94	Fe ₂ O ₃	8,48	Fe ₂ O ₃	6,36	Fe ₂ O ₃	6,74
MgO	2,51	MgO	3,63	MgO	2,08	MgO	2,48
Na ₂ O	1,05	Na ₂ O	1,06	Na ₂ O	1,11	Na ₂ O	1,07
K ₂ O	4,38	K ₂ O	2,71	K ₂ O	3,58	K ₂ O	3,73
CaO	3,07	CaO	6,06	CaO	2,67	CaO	2,59
TiO ₂	0,70	TiO ₂	0,57	TiO ₂	0,42	TiO ₂	0,49
Toplam	100,01	Toplam	100,00	Toplam	99,99	Toplam	99,99
Numune Kodu							
B13		B14		B15		B16	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	60,55	SiO ₂	58,82	SiO ₂	57,64	SiO ₂	59,43
Al ₂ O ₃	15,89	Al ₂ O ₃	16,43	Al ₂ O ₃	16,33	Al ₂ O ₃	16,11
Fe ₂ O ₃	7,59	Fe ₂ O ₃	8,24	Fe ₂ O ₃	7,61	Fe ₂ O ₃	8,37
MgO	4,42	MgO	3,64	MgO	3,75	MgO	4,19
Na ₂ O	1,60	Na ₂ O	1,19	Na ₂ O	1,31	Na ₂ O	1,34
K ₂ O	2,54	K ₂ O	2,38	K ₂ O	2,67	K ₂ O	2,63
CaO	6,71	CaO	8,62	CaO	9,89	CaO	7,13
TiO ₂	0,69	TiO ₂	0,68	TiO ₂	0,81	TiO ₂	0,80
Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	100,01	Toplam	100,00
Numune Kodu							
B17		B18		B20		B21	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	58,31	SiO ₂	63,61	SiO ₂	54,63	SiO ₂	59,36
Al ₂ O ₃	15,80	Al ₂ O ₃	19,22	Al ₂ O ₃	17,15	Al ₂ O ₃	16,58
Fe ₂ O ₃	8,07	Fe ₂ O ₃	7,71	Fe ₂ O ₃	7,87	Fe ₂ O ₃	8,53
MgO	4,45	MgO	2,35	MgO	4,60	MgO	4,39
Na ₂ O	1,39	Na ₂ O	1,40	Na ₂ O	0,76	Na ₂ O	1,23
K ₂ O	2,60	K ₂ O	3,37	K ₂ O	3,86	K ₂ O	2,66
CaO	8,76	CaO	1,73	CaO	10,34	CaO	6,56
TiO ₂	0,61	TiO ₂	0,61	TiO ₂	0,79	TiO ₂	0,68
Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	99,99

Çizelge 6.21. B22 ve B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu			
B22		B23	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	59,92	SiO ₂	59,13
Al ₂ O ₃	24,80	Al ₂ O ₃	25,01
Fe ₂ O ₃	4,99	Fe ₂ O ₃	5,83
MgO	1,41	MgO	1,54
Na ₂ O	1,23	Na ₂ O	1,48
K ₂ O	5,42	K ₂ O	5,12
CaO	1,48	CaO	1,24
TiO ₂	0,74	TiO ₂	0,66
Toplam	99,99	Toplam	100,01

6.3.2. Astar (Firnis) tabaka kesitlerine ait genel EDX analiz sonuçları

Megara kasesi astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif genel EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça) Çizelge 6.22, 6.23 ve 6.24’de verilmektedir. Batı Yamacı seramiği astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif genel EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça) ise Çizelge 6.25, 6.26 ve 6.27’de verilmektedir.

Çizelge 6.22. M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 ve M8 kodlu Megara kasesi astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
M1		M2		M3		M4	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	50,03	SiO ₂	52,22	SiO ₂	51,71	SiO ₂	49,92
Al ₂ O ₃	31,66	Al ₂ O ₃	33,35	Al ₂ O ₃	31,55	Al ₂ O ₃	33,49
Fe ₂ O ₃	11,17	Fe ₂ O ₃	9,84	Fe ₂ O ₃	10,75	FeO	9,04
MgO	1,32	MgO	1,34	MgO	1,21	MgO	1,09
Na ₂ O	0,98	Na ₂ O	0,41	Na ₂ O	0,43	Na ₂ O	0,85
K ₂ O	4,01	K ₂ O	1,98	K ₂ O	3,13	K ₂ O	4,49
CaO	0,36	CaO	0,19	CaO	0,55	CaO	0,87
TiO ₂	0,46	TiO ₂	0,66	TiO ₂	0,67	TiO ₂	0,25
Toplam	99,99	Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	100,00
Numune Kodu							
M5		M6		M7		M8	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	51,97	SiO ₂	43,51	SiO ₂	45,74	SiO ₂	48,60
Al ₂ O ₃	31,93	Al ₂ O ₃	34,99	Al ₂ O ₃	34,51	Al ₂ O ₃	34,00
Fe ₂ O ₃	10,44	Fe ₂ O ₃	10,79	Fe ₂ O ₃	9,04	Fe ₂ O ₃	8,32
MgO	1,00	MgO	2,26	MgO	3,05	MgO	2,83
Na ₂ O	0,66	Na ₂ O	1,30	Na ₂ O	1,68	Na ₂ O	1,33
K ₂ O	2,85	K ₂ O	4,48	K ₂ O	4,77	K ₂ O	3,30
CaO	0,36	CaO	2,34	CaO	0,83	CaO	0,94
TiO ₂	0,79	TiO ₂	0,33	TiO ₂	0,37	TiO ₂	0,68
Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	99,99	Toplam	100,00

Çizelge 6.23. M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15 ve M16 kodlu Megara kasesi astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
M9		M10		M11		M12	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	44,36	SiO ₂	45,89	SiO ₂	48,14	SiO ₂	45,84
Al ₂ O ₃	35,23	Al ₂ O ₃	32,65	Al ₂ O ₃	37,03	Al ₂ O ₃	38,28
Fe ₂ O ₃	9,16	Fe ₂ O ₃	13,30	Fe ₂ O ₃	7,39	Fe ₂ O ₃	8,38
MgO	3,13	MgO	2,26	MgO	2,01	MgO	2,07
Na ₂ O	1,47	Na ₂ O	1,01	Na ₂ O	0,85	Na ₂ O	1,03
K ₂ O	5,38	K ₂ O	3,69	K ₂ O	4,10	K ₂ O	2,99
CaO	0,66	CaO	0,78	CaO	0,16	CaO	1,04
TiO ₂	0,60	TiO ₂	0,42	TiO ₂	0,33	TiO ₂	0,37
Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	100,01	Toplam	100,00
Numune Kodu							
M13		M14		M15		M16	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	45,44	SiO ₂	45,26	SiO ₂	46,29	SiO ₂	40,33
Al ₂ O ₃	36,41	Al ₂ O ₃	35,46	Al ₂ O ₃	36,04	Al ₂ O ₃	29,87
Fe ₂ O ₃	11,65	Fe ₂ O ₃	9,11	Fe ₂ O ₃	9,62	Fe ₂ O ₃	15,94
MgO	1,79	MgO	2,22	MgO	2,42	MgO	1,98
Na ₂ O	0,82	Na ₂ O	1,30	Na ₂ O	1,01	Na ₂ O	1,60
K ₂ O	2,89	K ₂ O	5,24	K ₂ O	2,06	K ₂ O	7,95
CaO	0,22	CaO	1,02	CaO	2,04	CaO	1,94
TiO ₂	0,77	TiO ₂	0,39	TiO ₂	0,52	TiO ₂	0,39
Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	100,00

Çizelge 6.24. M17, M18, M19, M20, M21, M22, M23, M24, M25 ve M26 kodlu Megara kasesi astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
M17		M18		M19		M20	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	44,60	SiO ₂	47,26	SiO ₂	45,77	SiO ₂	51,68
Al ₂ O ₃	35,73	Al ₂ O ₃	37,69	Al ₂ O ₃	34,99	Al ₂ O ₃	32,82
Fe ₂ O ₃	11,39	Fe ₂ O ₃	10,34	Fe ₂ O ₃	8,65	Fe ₂ O ₃	9,52
MgO	1,82	MgO	1,50	MgO	1,62	MgO	1,25
Na ₂ O	1,28	Na ₂ O	0,57	Na ₂ O	1,91	Na ₂ O	0,80
K ₂ O	3,25	K ₂ O	1,89	K ₂ O	5,61	K ₂ O	2,75
CaO	1,15	CaO	0,11	CaO	0,89	CaO	0,40
TiO ₂	0,77	TiO ₂	0,64	TiO ₂	0,55	TiO ₂	0,77
Toplam	99,99	Toplam	100,00	Toplam	99,99	Toplam	99,99
Numune Kodu							
M21		M22		M23		M24	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	47,78	SiO ₂	53,77	SiO ₂	48,58	SiO ₂	belirlenmemiştir
Al ₂ O ₃	31,79	Al ₂ O ₃	26,91	Al ₂ O ₃	22,76	Al ₂ O ₃	
Fe ₂ O ₃	12,14	Fe ₂ O ₃	9,47	Fe ₂ O ₃	10,03	Fe ₂ O ₃	
MgO	1,56	MgO	2,81	MgO	2,14	MgO	
Na ₂ O	1,45	Na ₂ O	0,42	Na ₂ O	0,36	Na ₂ O	
K ₂ O	3,78	K ₂ O	5,96	K ₂ O	14,99	K ₂ O	
CaO	0,84	CaO	0,65	CaO	1,15	CaO	
TiO ₂	0,66					TiO ₂	
Toplam	100,00	Toplam	99,99	Toplam	100,01	Toplam	
Numune Kodu							
M25		M26					
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar				
SiO ₂	52,20	SiO ₂	47,57				
Al ₂ O ₃	32,74	Al ₂ O ₃	32,37				
Fe ₂ O ₃	8,37	Fe ₂ O ₃	12,02				
MgO	0,94	MgO	1,61				
Na ₂ O	0,75	Na ₂ O	1,24				
K ₂ O	3,92	K ₂ O	3,76				
CaO	0,38	CaO	0,69				
TiO ₂	0,70	TiO ₂	0,75				
Toplam	100,00	Toplam	100,01				

Çizelge 6.25. B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 ve B8 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlık)

Numune Kodu							
B1		B2		B3		B4	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	50,59	SiO ₂	46,15	SiO ₂	49,04	SiO ₂	45,37
Al ₂ O ₃	26,72	Al ₂ O ₃	28,82	Al ₂ O ₃	33,70	Al ₂ O ₃	28,38
Fe ₂ O ₃	13,08	Fe ₂ O ₃	12,80	Fe ₂ O ₃	11,02	Fe ₂ O ₃	14,48
MgO	3,00	MgO	1,79	MgO	1,24	MgO	1,98
Na ₂ O	0,90	Na ₂ O	1,16	Na ₂ O	1,12	Na ₂ O	0,92
K ₂ O	4,31	K ₂ O	8,03	K ₂ O	3,02	K ₂ O	7,69
CaO	0,57	CaO	0,55	CaO	0,21	CaO	0,61
TiO ₂	0,85	TiO ₂	0,70	TiO ₂	0,66	TiO ₂	0,58
Toplam	100,02	Toplam	100,00	Toplam	100,01	Toplam	100,01
Numune Kodu							
B5		B6		B7		B8	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	45,47	SiO ₂	51,04	SiO ₂	48,07	SiO ₂	49,62
Al ₂ O ₃	27,73	Al ₂ O ₃	26,64	Al ₂ O ₃	27,58	Al ₂ O ₃	31,29
Fe ₂ O ₃	15,94	Fe ₂ O ₃	11,32	Fe ₂ O ₃	11,44	Fe ₂ O ₃	7,48
MgO	2,41	MgO	2,80	MgO	1,80	MgO	1,69
Na ₂ O	1,86	Na ₂ O	0,76	Na ₂ O	1,40	Na ₂ O	3,34
K ₂ O	4,78	K ₂ O	6,19	K ₂ O	8,76	K ₂ O	5,28
CaO	1,07	CaO	0,69	CaO	0,69	CaO	0,98
TiO ₂	0,74	TiO ₂	0,56	TiO ₂	0,26	TiO ₂	0,32
Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	100,00	Toplam	100,00

Çizelge 6.26. B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15 ve B16 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
B9		B10		B11		B12	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	55,51	SiO ₂	50,06	SiO ₂	52,79	SiO ₂	47,73
Al ₂ O ₃	24,43	Al ₂ O ₃	27,96	Al ₂ O ₃	29,79	Al ₂ O ₃	34,78
Fe ₂ O ₃	8,76	Fe ₂ O ₃	15,23	Fe ₂ O ₃	8,88	Fe ₂ O ₃	10,04
MgO	4,20	MgO	2,99	MgO	1,84	MgO	1,01
Na ₂ O	1,58	Na ₂ O	0,41	Na ₂ O	1,30	Na ₂ O	1,23
K ₂ O	4,79	K ₂ O	2,43	K ₂ O	3,81	K ₂ O	4,02
CaO	0,67	CaO	0,37	CaO	0,61	CaO	0,40
TiO ₂	0,07	TiO ₂	0,56	TiO ₂	0,97	TiO ₂	0,79
Toplam	100,01	Toplam	100,01	Toplam	99,99	Toplam	100,00
Numune Kodu							
B13		B14		B15		B16	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	48,23	SiO ₂	46,78	SiO ₂	47,05	SiO ₂	45,05
Al ₂ O ₃	29,38	Al ₂ O ₃	29,21	Al ₂ O ₃	29,78	Al ₂ O ₃	27,44
Fe ₂ O ₃	13,63	Fe ₂ O ₃	14,15	Fe ₂ O ₃	16,78	Fe ₂ O ₃	14,23
MgO	2,64	MgO	2,39	MgO	2,19	MgO	2,15
Na ₂ O	0,90	Na ₂ O	1,41	Na ₂ O	0,60	Na ₂ O	2,76
K ₂ O	4,02	K ₂ O	4,88	K ₂ O	2,96	K ₂ O	6,93
CaO	0,63	CaO	0,67	CaO	0,15	CaO	0,95
TiO ₂	0,57	TiO ₂	0,49	TiO ₂	0,48	TiO ₂	0,49
Toplam	100,00	Toplam	99,98	Toplam	99,99	Toplam	100,00

Çizelge 6.27. B17, B18, B20 B21, B22 ve B23 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabaka kesitlerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

Numune Kodu							
B17		B18		B20		B21	
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar	Oksit	Miktar
SiO ₂	43,45	SiO ₂	51,08	SiO ₂	45,75	SiO ₂	43,78
Al ₂ O ₃	28,42	Al ₂ O ₃	34,01	Al ₂ O ₃	28,57	Al ₂ O ₃	28,15
Fe ₂ O ₃	16,26	Fe ₂ O ₃	10,11	Fe ₂ O ₃	11,38	Fe ₂ O ₃	15,10
MgO	1,72	MgO	1,19	MgO	1,45	MgO	2,03
Na ₂ O	2,06	Na ₂ O	0,72	Na ₂ O	1,15	Na ₂ O	2,26
K ₂ O	6,62	K ₂ O	2,11	K ₂ O	10,26	K ₂ O	7,21
CaO	0,88	CaO	0,09	CaO	0,88	CaO	1,07
TiO ₂	0,60	TiO ₂	0,70	TiO ₂	0,57	TiO ₂	0,41
Toplam	100,01	Toplam	100,01	Toplam	100,01	Toplam	100,01
Numune Kodu							
B22		B23					
Oksit	Miktar	Oksit	Miktar				
SiO ₂	43,89	SiO ₂	43,28				
Al ₂ O ₃	30,88	Al ₂ O ₃	30,84				
Fe ₂ O ₃	18,09	Fe ₂ O ₃	20,92				
MgO	2,30	MgO	1,42				
Na ₂ O	0,63	Na ₂ O	0,42				
K ₂ O	3,38	K ₂ O	2,37				
CaO	0,31	CaO	0,16				
TiO ₂	0,51	TiO ₂	0,59				
Toplam	99,99	Toplam	100,00				

6.3.3. Mikroyapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Numunelerin BSE görüntülerinde porozite miktarlarının değişken olduğu görülmektedir. Bünyelerde çeşitli boyutlardaki tanelerin noktasal mikroanaliz (EDX) sonuçları ve XRD analizlerine göre genellikle kuvars, plajiyoklas ve K-feldispat oldukları düşünülmektedir. Tane boyutunun bazen 500 µm'ye kadar ulaşabildiği görülmektedir. Ayrıca, bünyelerdeki dağılımı da değişkenlik göstermektedir.

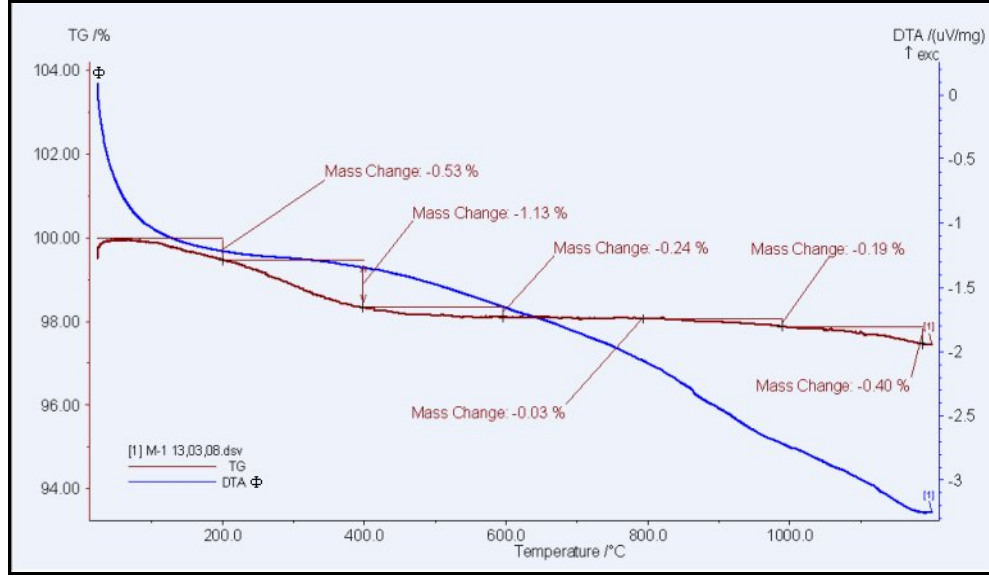
Astar tabakalarının bünyeye göre oldukça ince taneli yapıya sahip olduğu görülmektedir. Tabakalar arası veya astar tabakasında genellikle çatlak bulunmaması her iki kısımdaki ısı genleşme katsayılarının birbirine yakın olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Astar tabaka kalınlıkları incelendiğinde yaklaşık 5-35 µm arasında değiştiği belirlenmiştir. Tabaka kalınlıkları, astar çamurunun uygulanması esnasında geçen süreye bağlı ve/veya bünye nem miktarına bağlı olarak değişebilmekte, kullanım veya toprak altında kaldığı süre boyunca aşınmaya bağlı olarak azalabilmektedir. Bazı astar tabakalarında görülen porozitelerin ise organik madde kullanımından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Bünye ve astar tabakası EDX sonuçları karşılaştırıldığında astar tabakalarının daha yüksek demir oksit ve Al_2O_3/SiO_2 oranına sahip olduğu görülmektedir. Astar tabakalarının bünyede kullanılan kil ile benzer özellikte iyi işlenmiş illitik karakterde ve demir içeriği yüksek bir kil ile üretildiği düşünülmektedir. Ayrıca Batı Yamacı seramikleri astarlarında demir oksit miktarının Megara kasesi astar tabakalarına göre daha yüksek oranda bulunduğunu söylemek mümkündür.

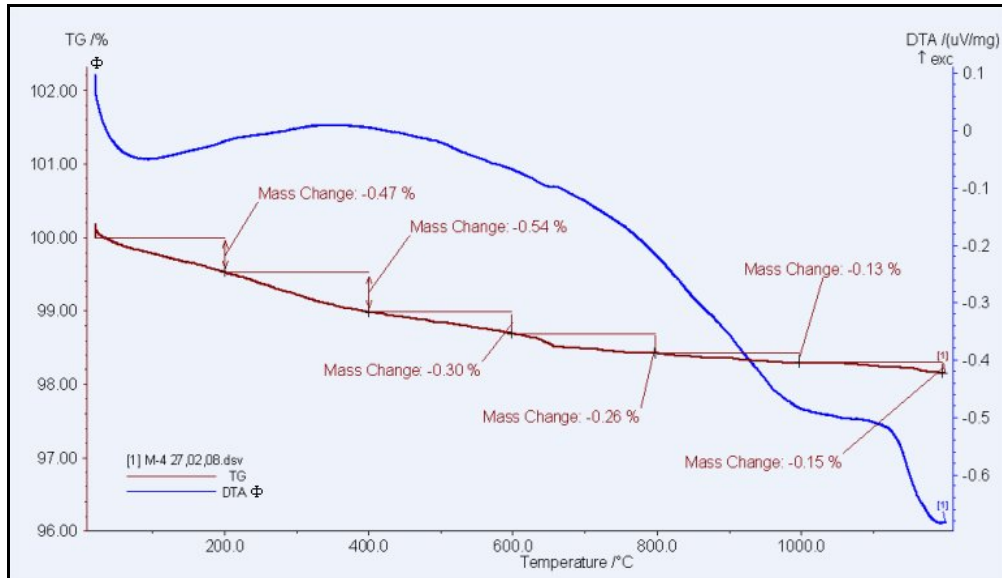
Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramikleri bünyelerine ait EDX ve XRF sonuçları karşılaştırıldığında genelde sonuçlar arasında bir uyum bulunduğu söylemek mümkündür. Sonuçlar arasındaki farklılıkların temelini ise özellikle bünyelerdeki tane dağılımı oluşturmaktadır. XRF sonuçları bünyelere ait parçaların homojen şekilde öğütülmesi sonrası ergitme yöntemiyle elde edilmiş camsı tabletlerin incelenmesi ile elde edilirken, EDX tekniğinde ise kesitlerden alınan kimyasal analiz sonuçları, tanelerin kesitteki dağılımına bağlı olarak belirgin şekilde değişebilmektedir. Bu nedenle bünyelere ait kimyasal analiz sonuçlarının temsiliyeti söz konusu olduğunda XRF sonuçlarının daha güvenilir olabileceği düşünülmektedir.

6.4. Isıl Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

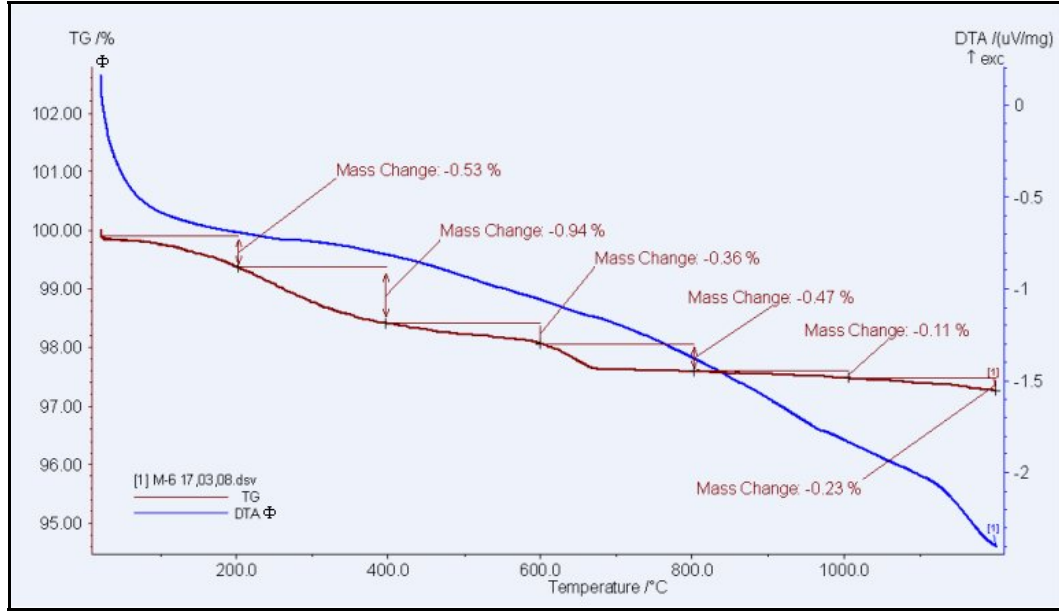
Çok sayıda örneğe ait ısı analiz yapılmıştır fakat, tüm numunelerin TG-DTA diyagramları yerine, mineralojik gruplar içerisinde birer numuneye ait diyagramlara yer verilmiştir (Şekil 6.119-6.141).



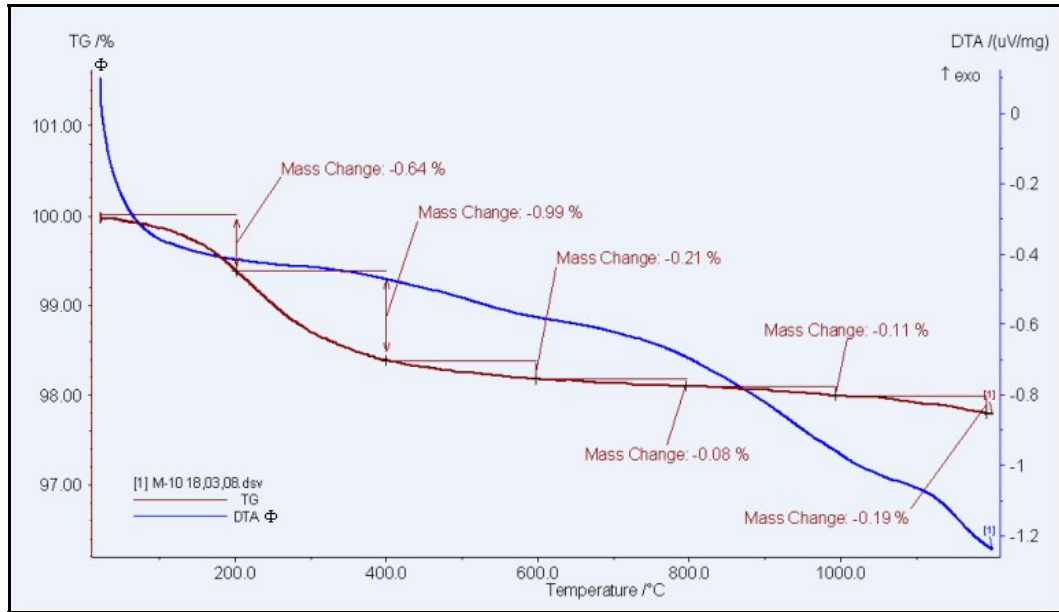
Şekil 6.119. M1 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



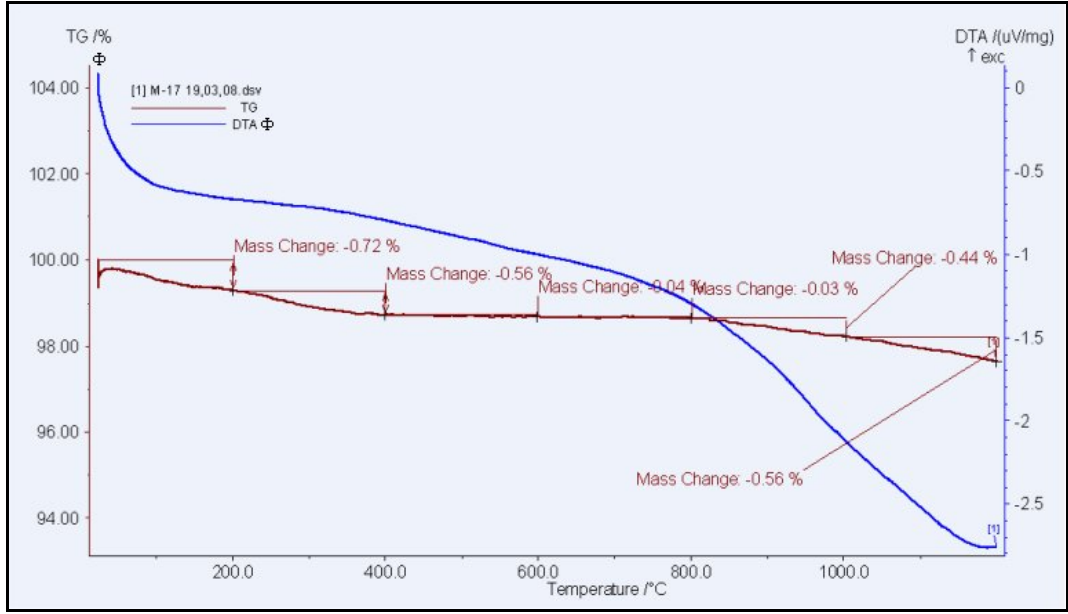
Şekil 6.120. M4 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



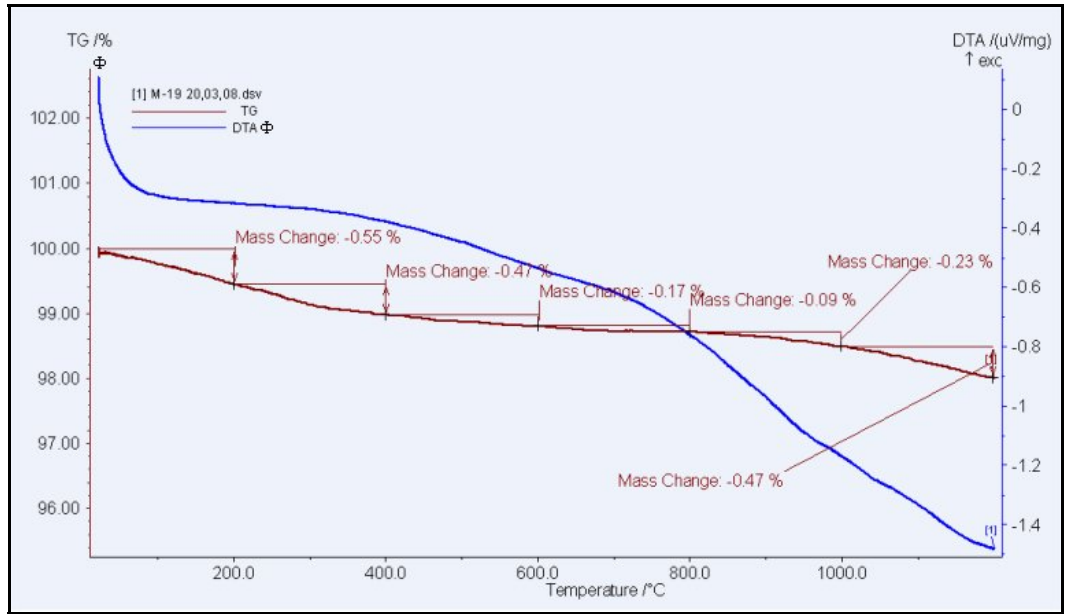
Şekil 6.121. M6 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



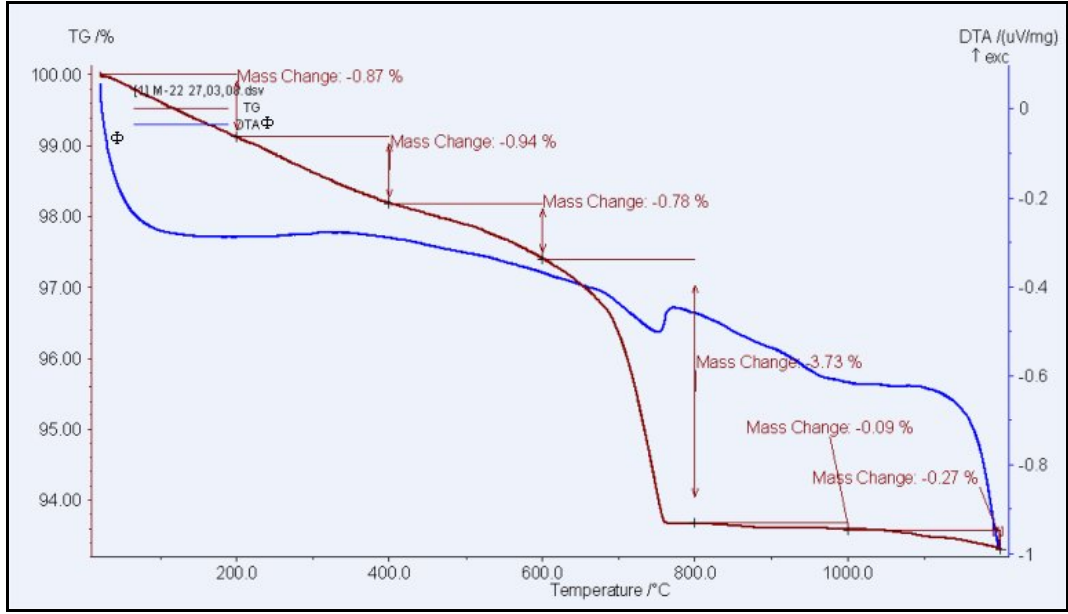
Şekil 6.122. M10 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



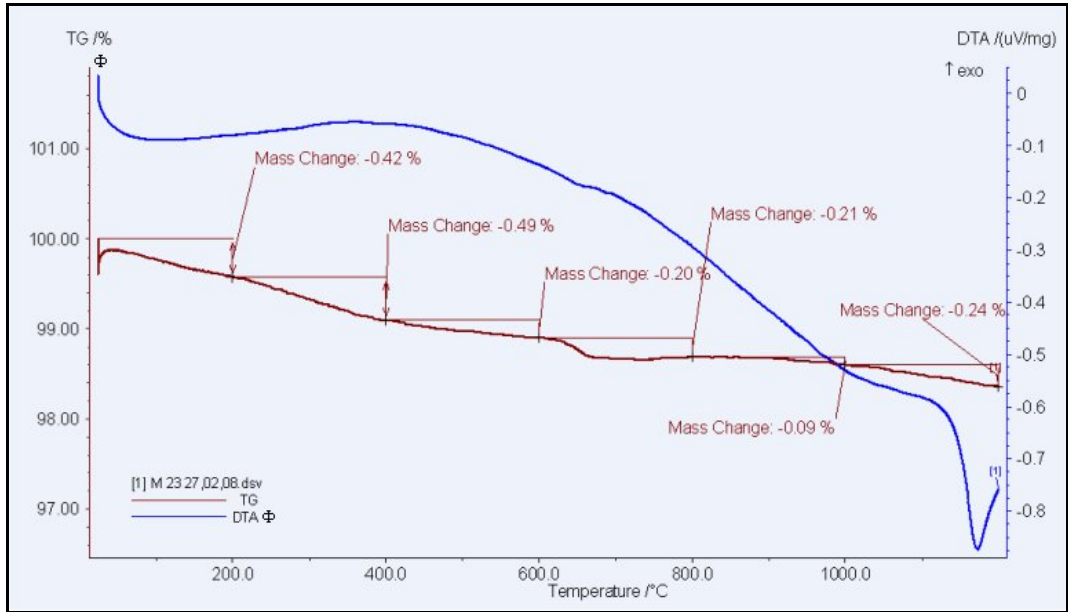
Şekil 6.123. M17 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



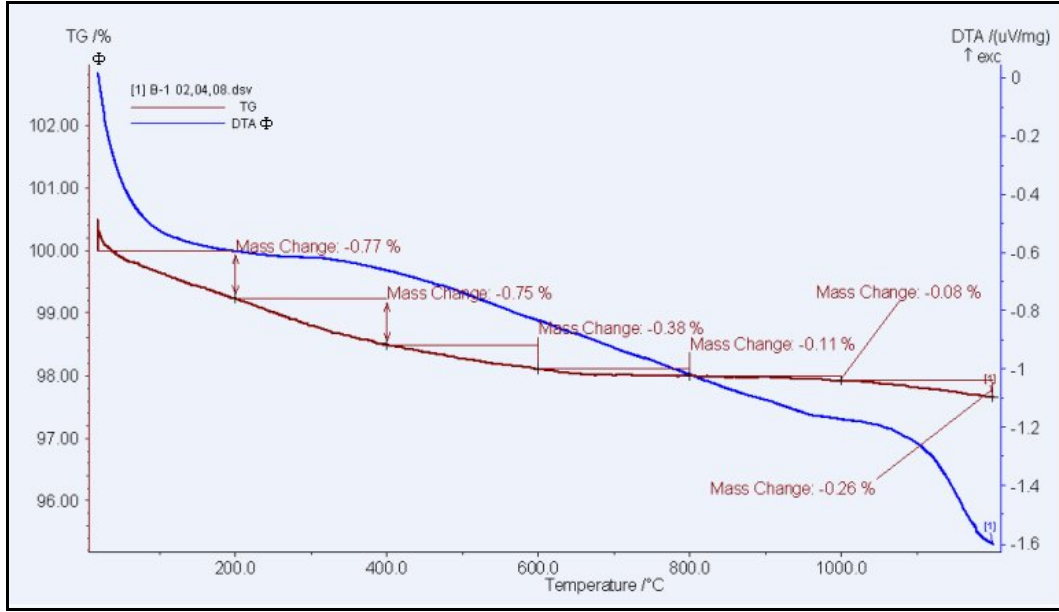
Şekil 6.124. M19 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



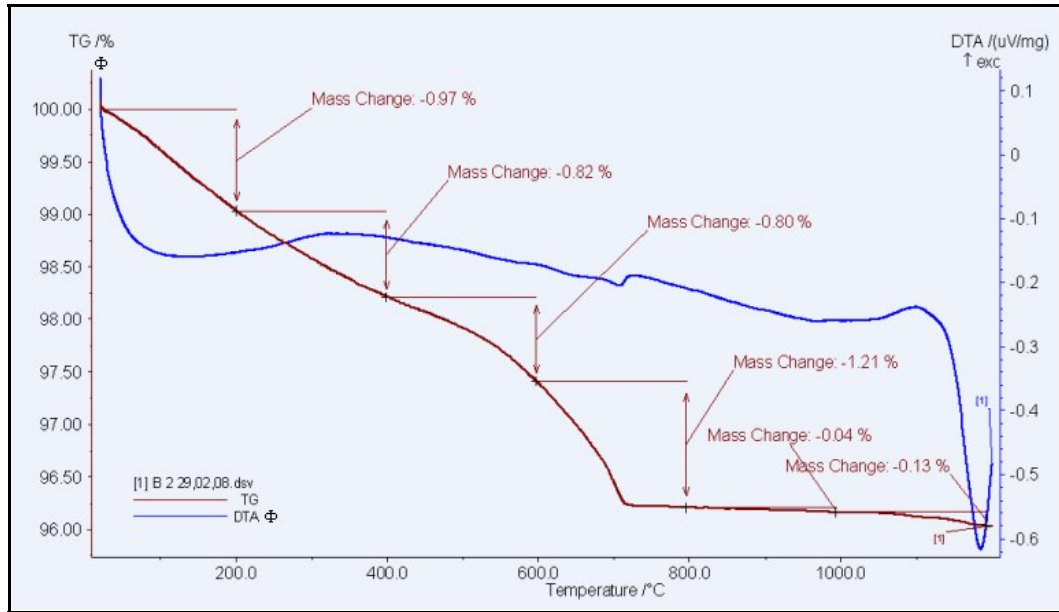
Şekil 6.125. M22 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



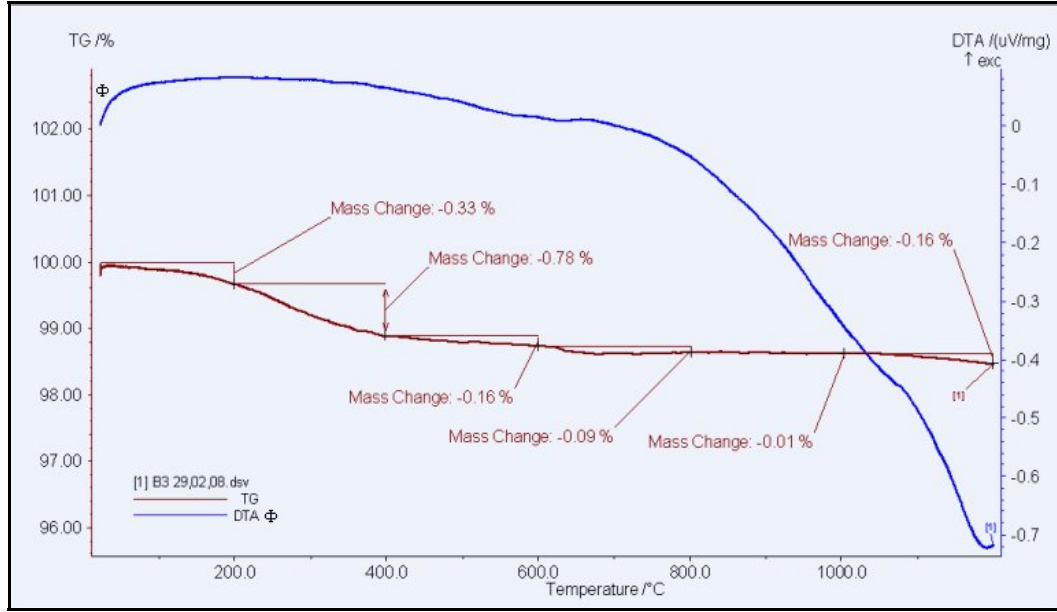
Şekil 6.126. M23 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



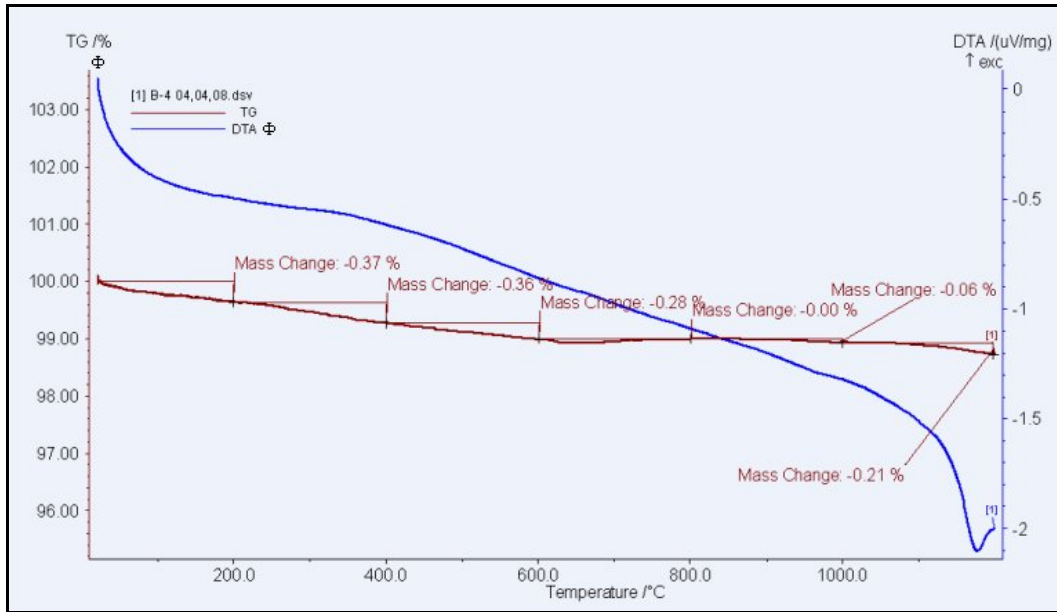
Şekil 6.127. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



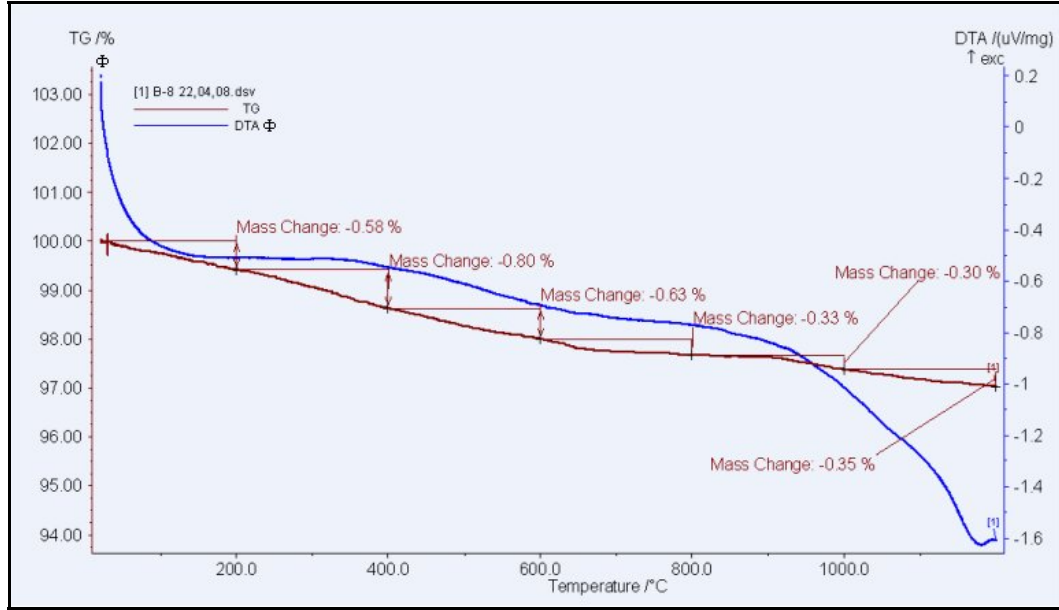
Şekil 6.128. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



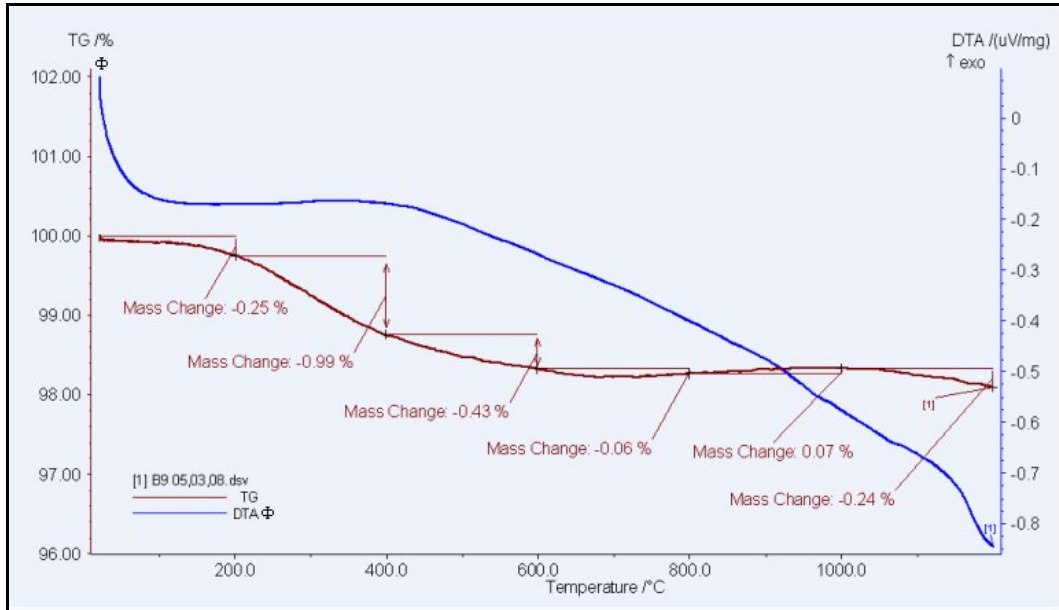
Şekil 6.129. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



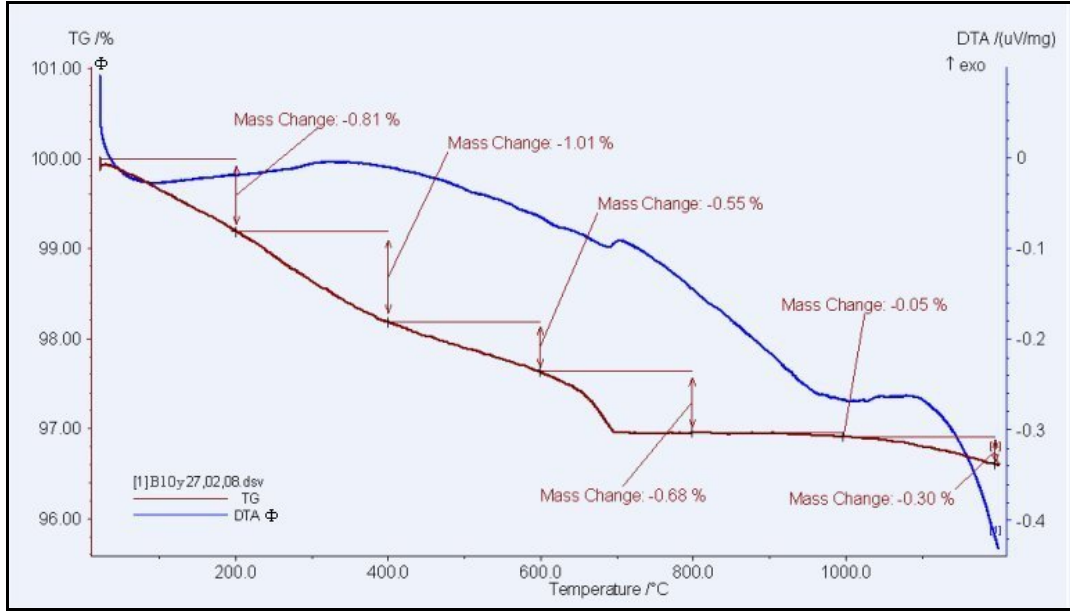
Şekil 6.130. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



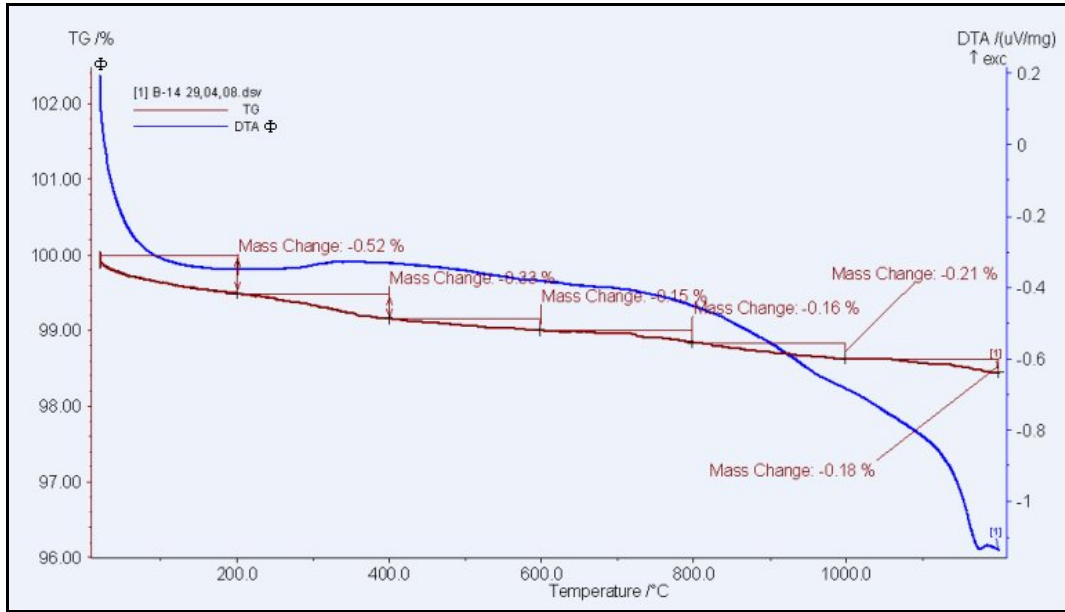
Şekil 6.131. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



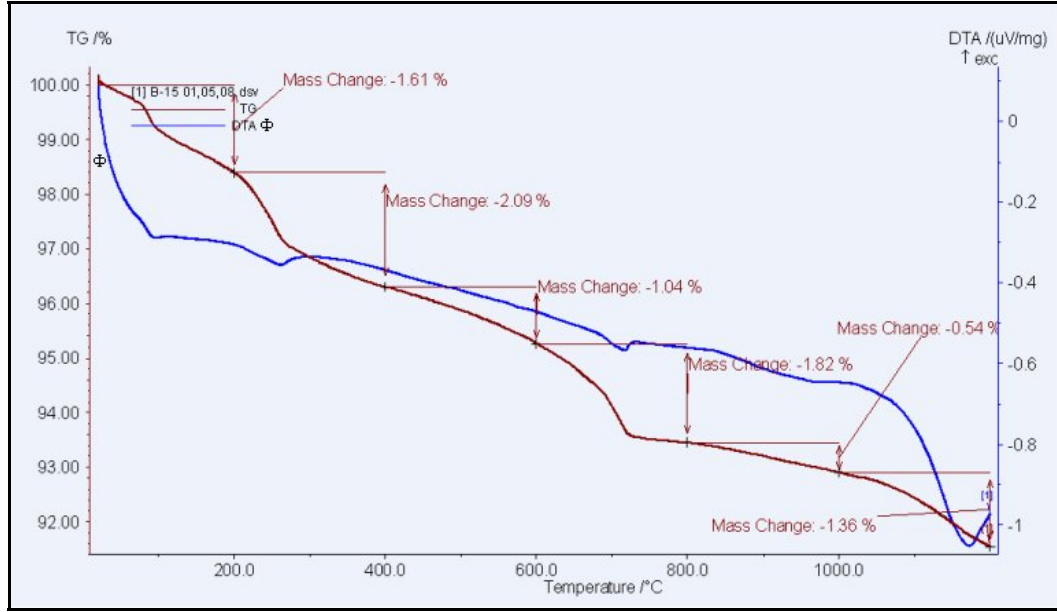
Şekil 6.132. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



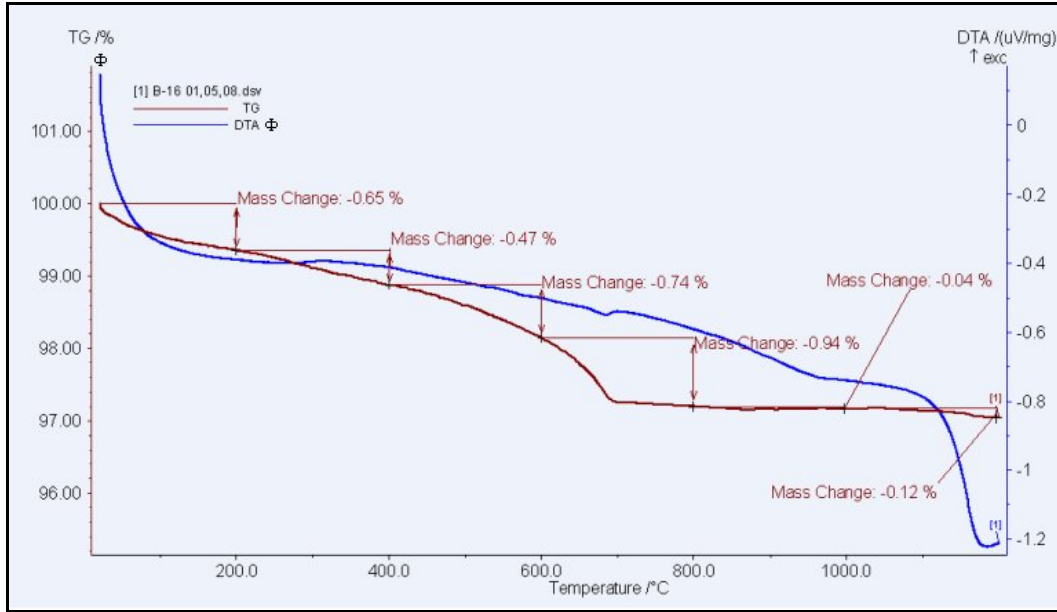
Şekil 6.133. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



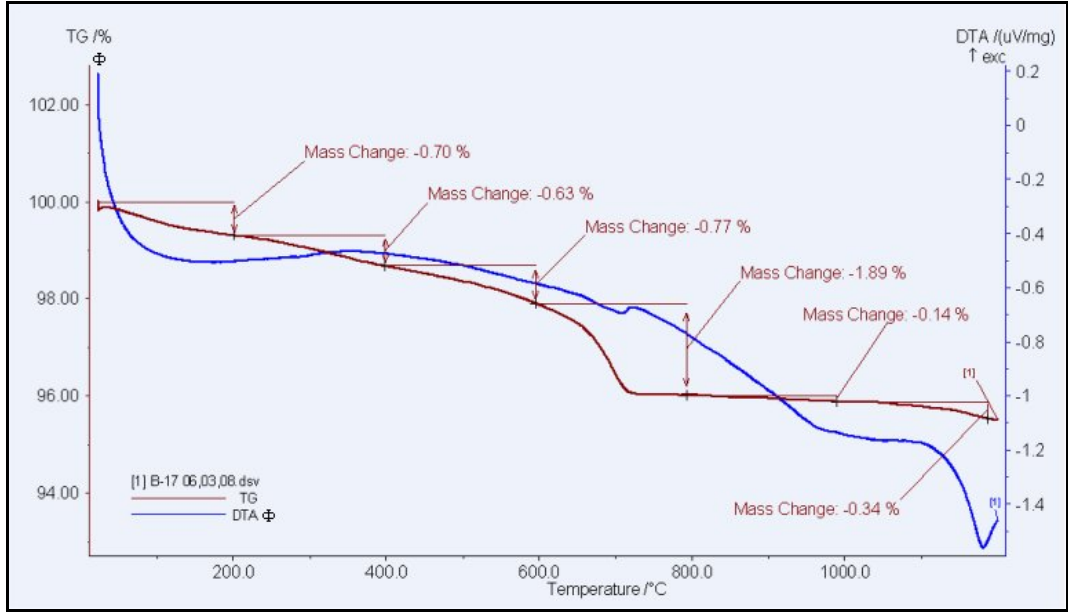
Şekil 6.134. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



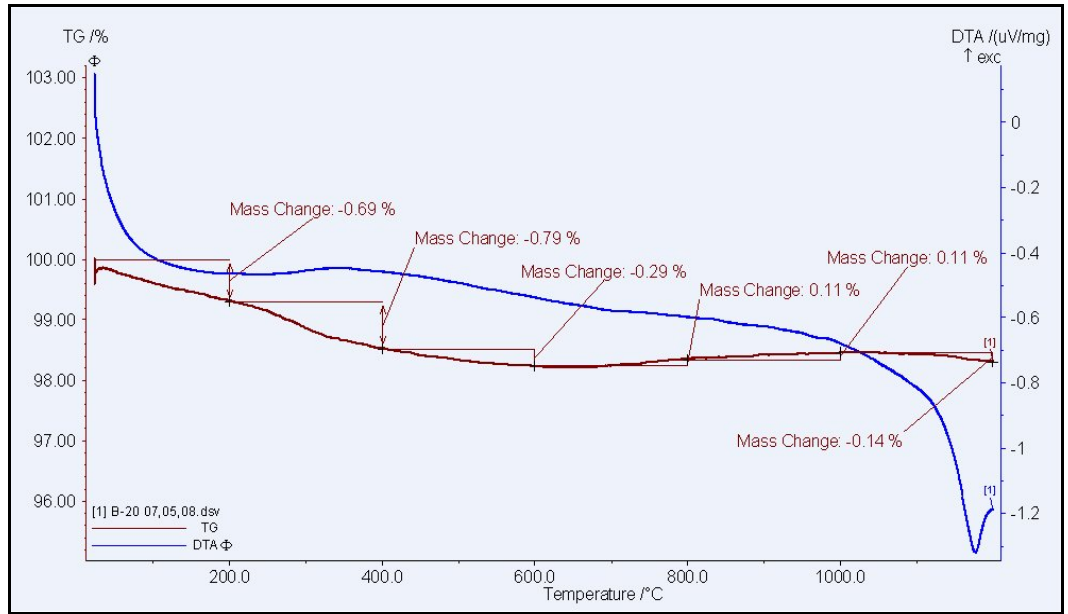
Şekil 6.135. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



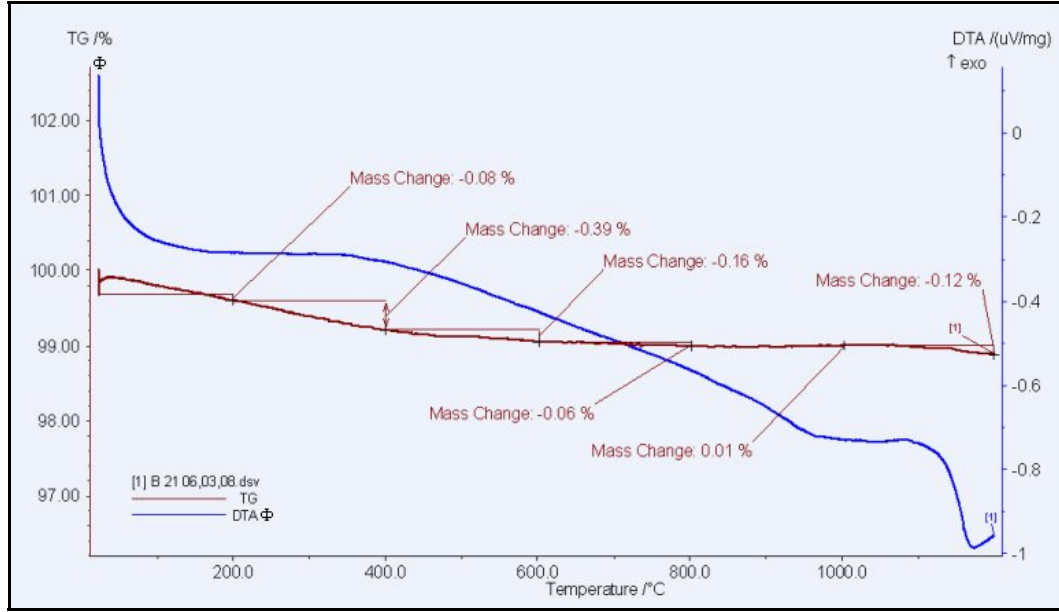
Şekil 6.136. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



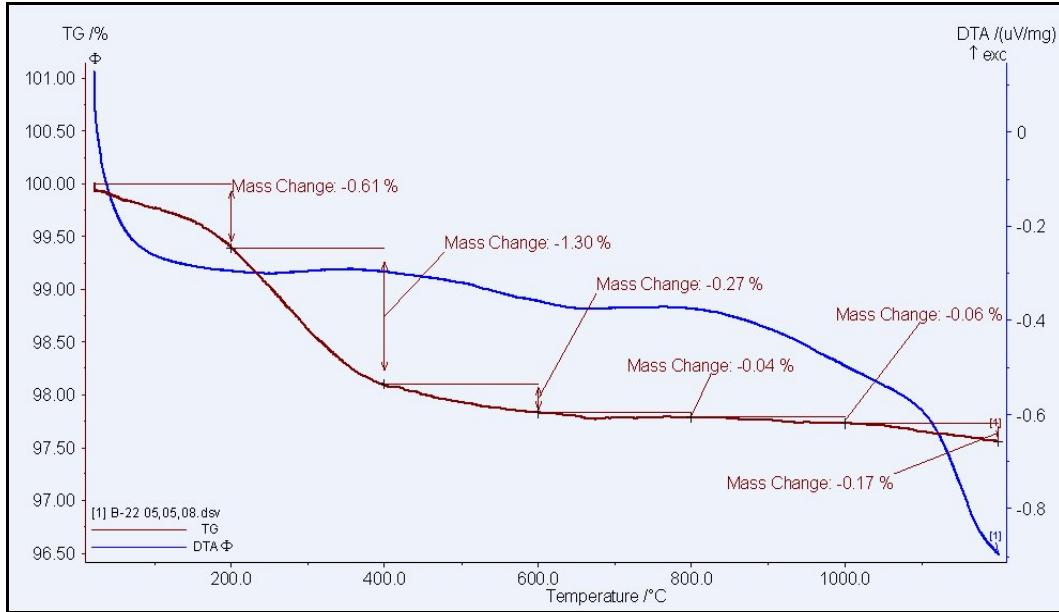
Şekil 6.137. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



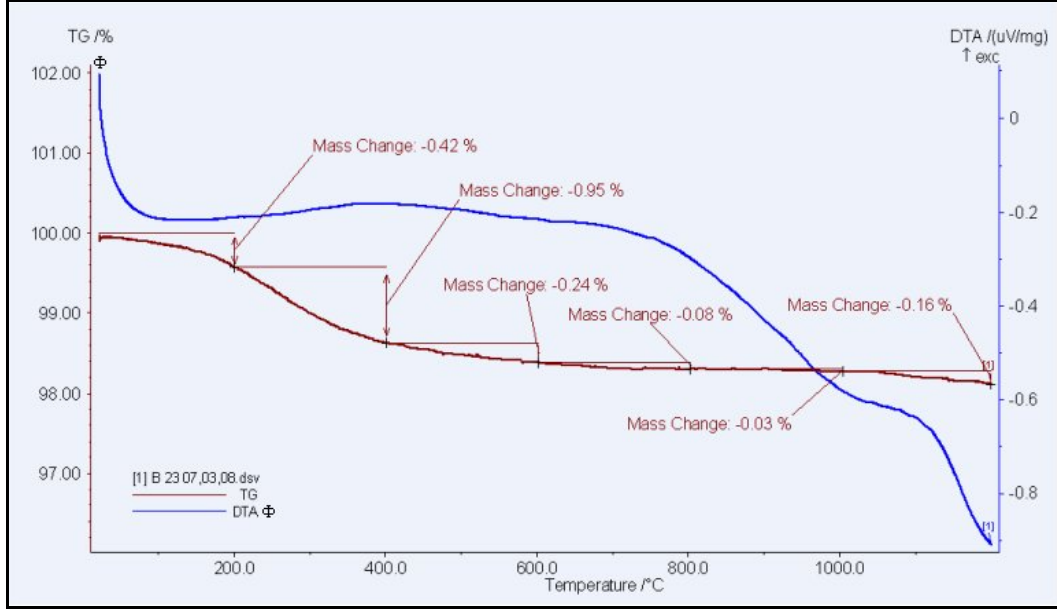
Şekil 6.138. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



Şekil 6.139. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



Şekil 6.140. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı



Şekil 6.141. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili TG-DTA diyagramı

6.4.1. Megara kasesi bünyelerine ait TG-DTA analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

TG-DTA'nın önemli uygulamaları arasında minerallerin tespiti, bir karışım içindeki bazı mineral türlerinin tahmin edilmesi ve seramik bünyelerin pişirilmesi esnasında oluşan başlıca reaksiyonlar ve sıcaklıklarının öngörülmesi yer almaktadır. Kil bazlı sistemlerde sıcaklık artışı ile birlikte belirli sıcaklıklarda oluşan reaksiyonlar şöyle özetlenebilir;

- 100-150 °C arasında serbest, adsorplanmış veya absorplanmış su endotermik reaksiyonla sonuçlanır. Kırılmış bağlara sahip su ise sıcaklık 200-300 °C'ye ulaşınca kadar kaybolmayabilir.
- Mineral tipine bağlı olarak hidratların, hidroksitlerin ve su içeren diğer minerallerin bozunumu belirli mineraller için karakteristiktir. Endotermik reaksiyonlarla sonuçlanan bu değişiklikler 200-800 °C arasında yer almaktadır.
- Karbonatlar ve sülfatlar gibi oksituzların bozunumu 500-1200 °C arasında yer almaktadır.
- Karbon içeren malzemelerin yanması, sülfürlerin sülfatlaşması veya oksitlenmesi ekzotermik oksitlenme reaksiyonlarıdır.

- Düzensiz veya amorf fazdan yeniden kristallenme reaksiyonları oldukça hızlı şekilde sonuçlanan genellikle ekzotermik reaksiyonlar şeklinde gözlemlenirler ve çoğu hidrate silikat yapılar için karakteristiktir.
- Katıdan sıvıya veya sıvıdan gaza gibi hal değişiklikleri endotermik reaksiyonlarla sonuçlanırlar.
- Silikat minerallerdeki faz dönüşümleri endotermik veya ekzotermik olabilir ve genellikle tersinir olduğu için soğutma esnasında da ölçülebilir [68].

M1, M10 ve M17 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait TG analiz sonuçlarında 400 °C'ye kadar düzenli olarak bir ağırlık kaybı gözlenmektedir. XRD ve FTIR analiz sonuçları da göz önünde bulundurulduğunda bu sıcaklıklara kadar en olası ağırlık kayıplarının serbest ve/veya adsorplanmış su kaybı ve/veya organik madde yanması nedeni ile gerçekleşen reaksiyonlar sebebi ile gerçekleştiği düşünülmektedir. M6 kodlu Megara kasesi bünyesine ait 670 °C'de, M22 kodlu Megara kasesi bünyesine ait 760 °C'de DTA eğrisinde görülen endotermik reaksiyonun kalsit dekompozisyonuna bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir. Daha yüksek sıcaklıklara ait DTA eğrilerinde çok belirgin bir reaksiyon görülmemesi yeni kristal oluşumları veya mevcut kristal yapıların bozunumunun oldukça sınırlı olduğunun bir göstergesi sayılabilir. Örneğin; XRD analizleri ile belirlenmiş illit/muskovitin kristal bozunum sıcaklıklarının belirgin olmaması gibi.

6.4.2. Batı Yamacı seramik bünyelerine ait TG-DTA analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

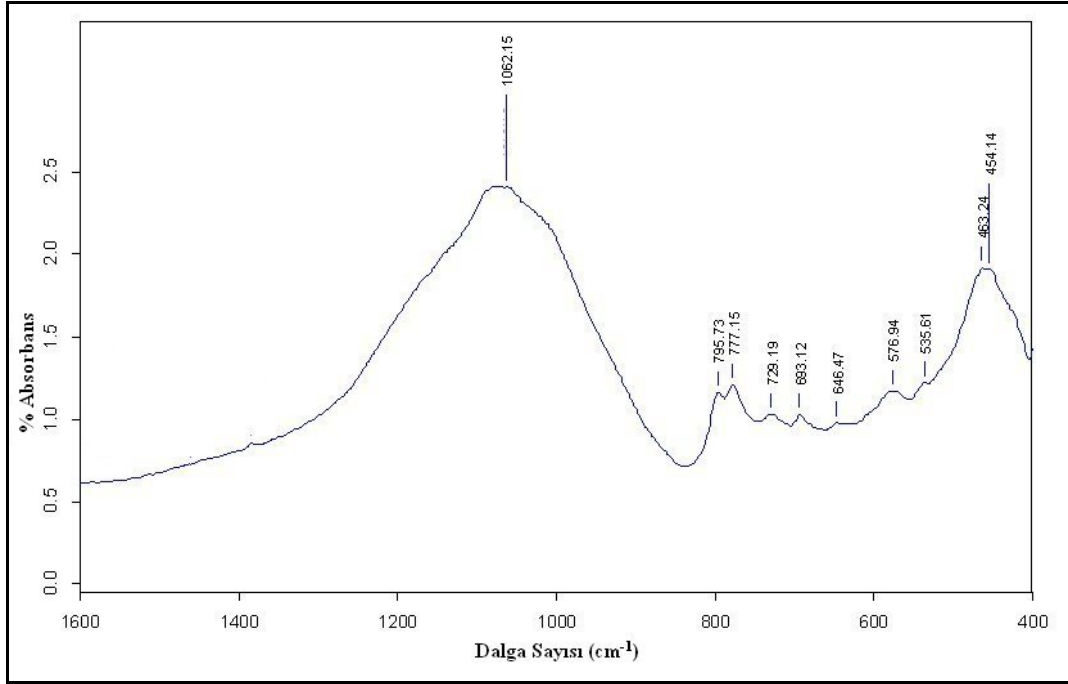
B1, B2, B3, B4, B9, B20, B21, B22 ve B23 kodlu Batı Yamacı seramikleri bünyelerine ait TG analiz sonuçlarında 600 °C'ye kadar düzenli olarak bir ağırlık kaybı gözlenmektedir. Megara kasesi bünyelerinde olduğu gibi XRD ve FTIR analiz sonuçları da göz önünde bulundurulduğunda bu sıcaklıklara kadar en olası ağırlık kayıplarının serbest ve/veya adsorplanmış su kaybı ve/veya organik madde yanması nedeni ile gerçekleşen reaksiyonlar sebebi ile gerçekleştiği

düşünülmektedir. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait 710 °C’de, B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait 720 °C’de, B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait 680 °C’de ve B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait 710 °C’deki DTA eğrisinde görülen endotermik reaksiyonların kalsit dekompozisyonuna bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir. Daha yüksek sıcaklıklarda Megara kasesi bünyelerinde olduğu gibi DTA eğrilerinde çok belirgin bir reaksiyon görülmemesi yeni kristal oluşumları veya mevcut kristal yapıların bozunumunun oldukça sınırlı olduğunun bir göstergesi sayılabilir.

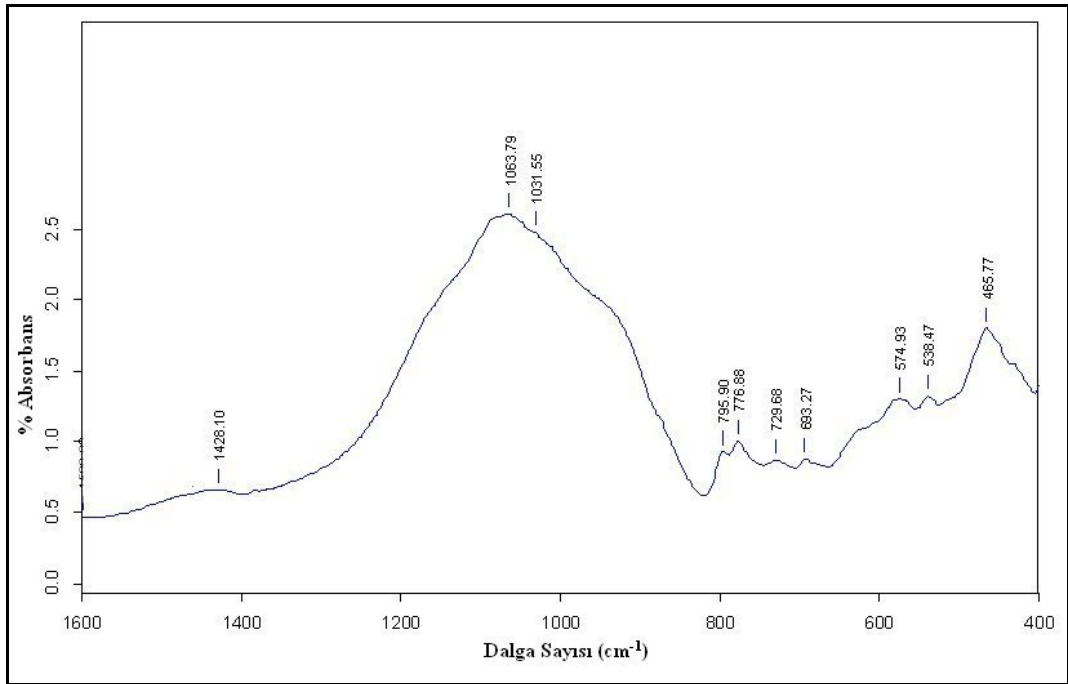
Genel olarak 2000 yıldan daha fazla bir süre ile yer altında kalmış bir üründe çevresel etkilere bağlı olarak ikincil faz oluşumları (örneğin; serbest kalsiyumun hidroksitlenmesi, karbonizasyonu veya tuz oluşumları), mevcut fazların ve özellikle camsı yapının ortamın asidite derecesine olumsuz etkilenmesi gibi artırılarak sayılabilecek oluşumların bu tip bünyelerde yeniden pişirim sonrası oluşacak reaksiyonların hangisinde etkin rol oynayacağı ve bunun öngörülmesinde engelleyici nitelikte süreçlerdir. Bu tipteki etkilerinde göz önünde bulundurulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

6.5. Yüzey/Arayüzey Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

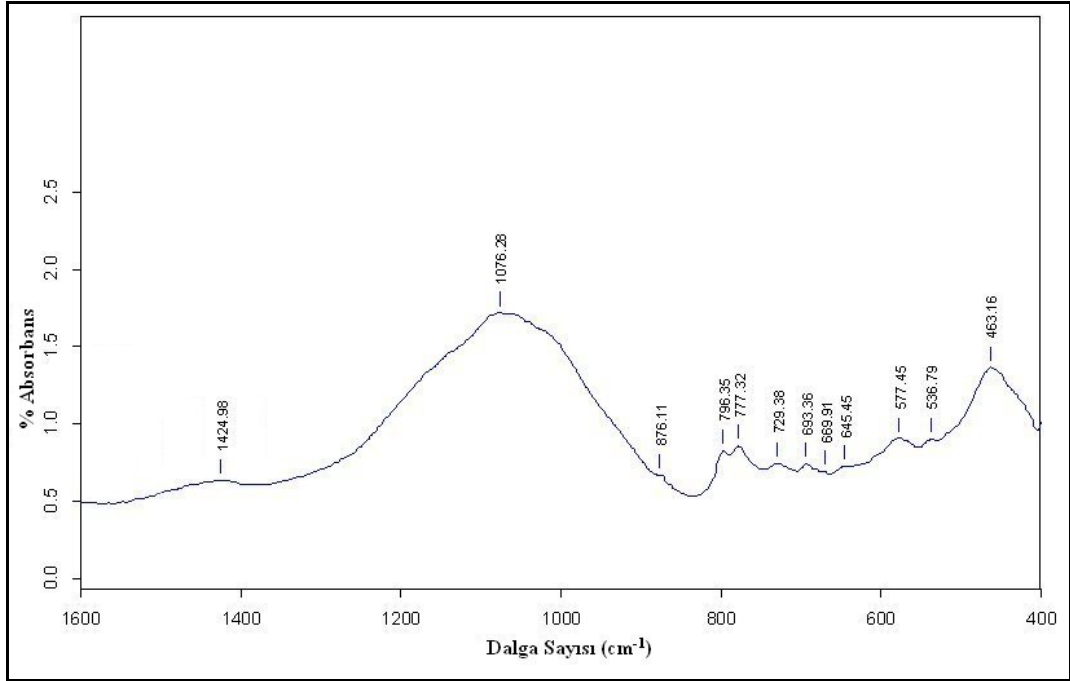
Çok sayıda örneğe ait yüzey/arayüzey analizleri yapılmıştır fakat, tüm numunelerin spektrumları yerine, mineralojik gruplar içerisinde birer numuneye ait FTIR spektrumlarına ve farklı astar tabaka renklerine sahip numunelerin mikro-Raman spektrumlarına yer verilmiştir (Şekil 6.142-6.188).



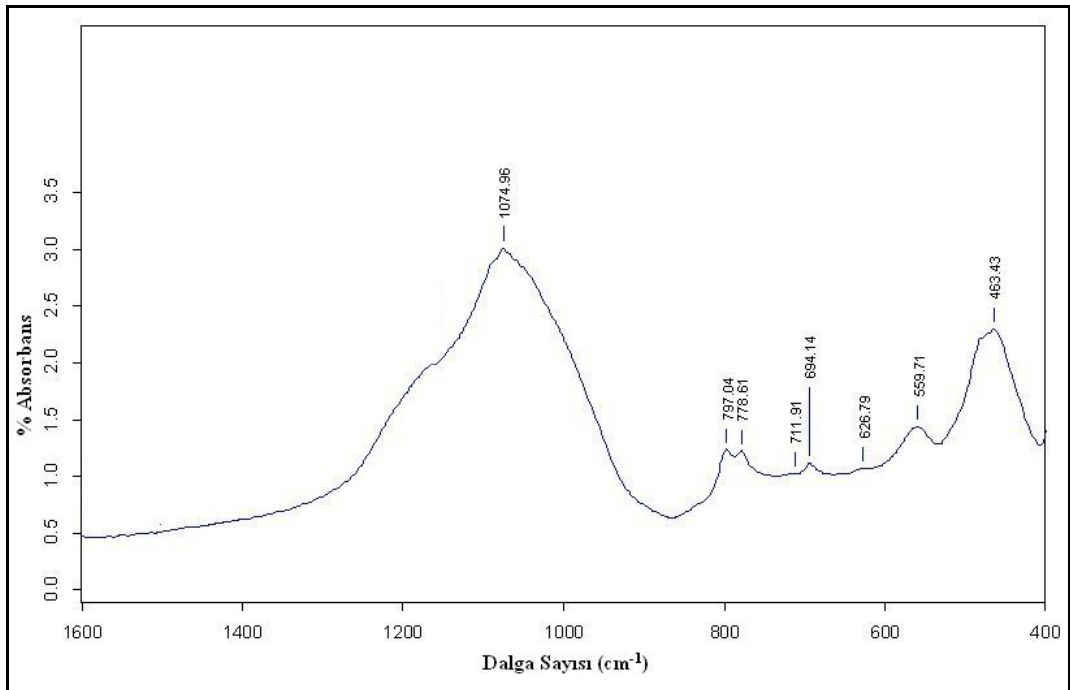
Şekil 6.142. M1 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



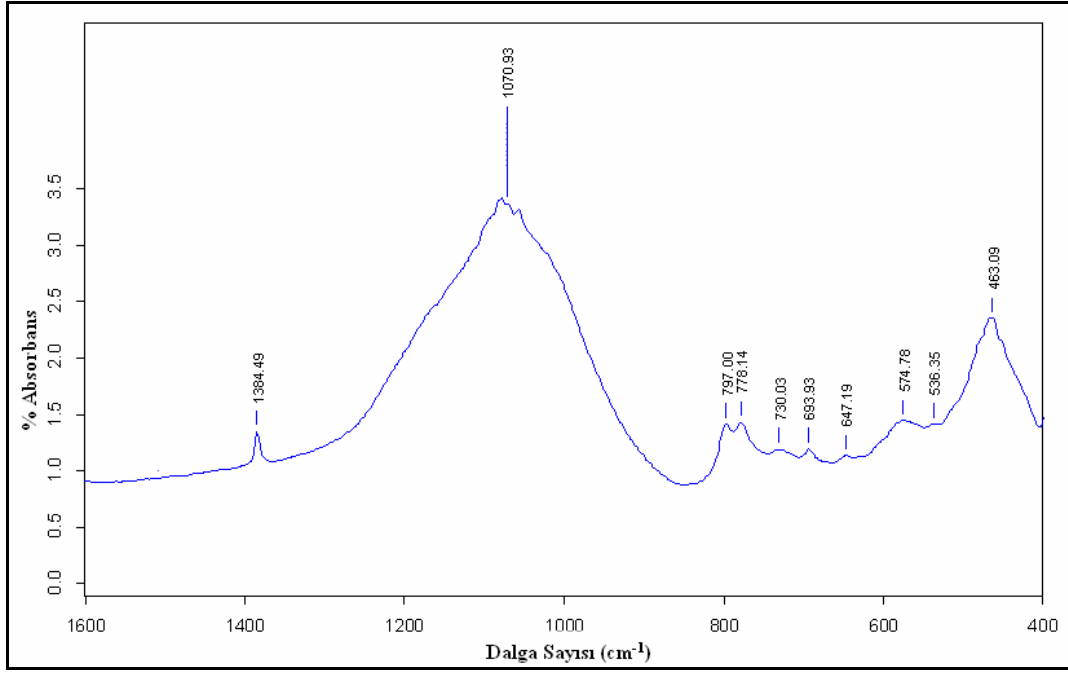
Şekil 6.143. M4 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



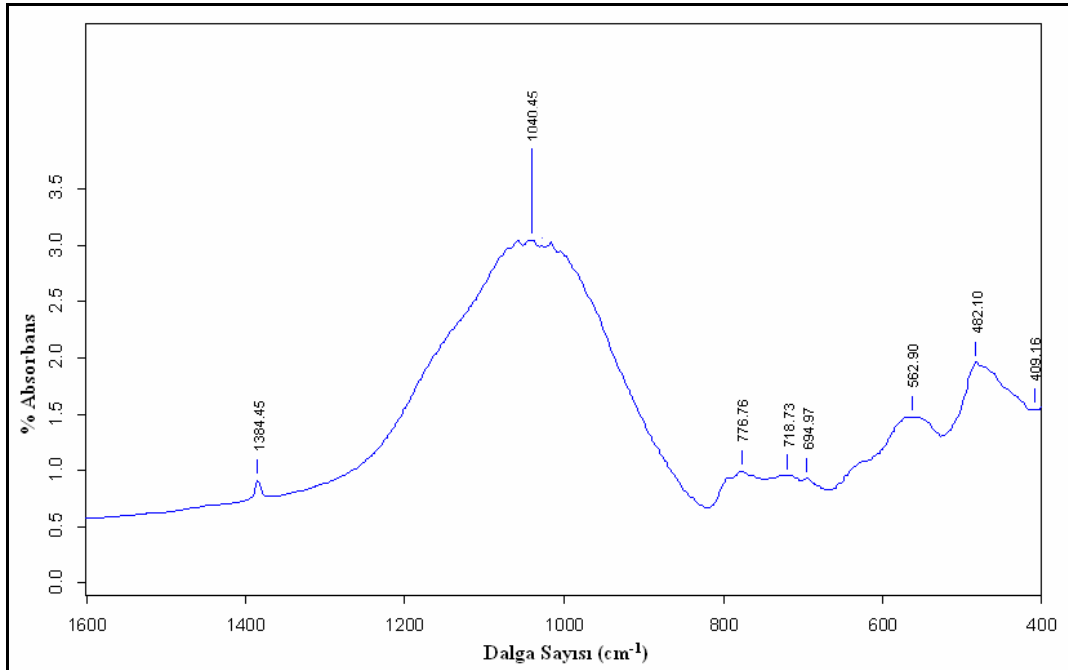
Şekil 6.144. M6 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



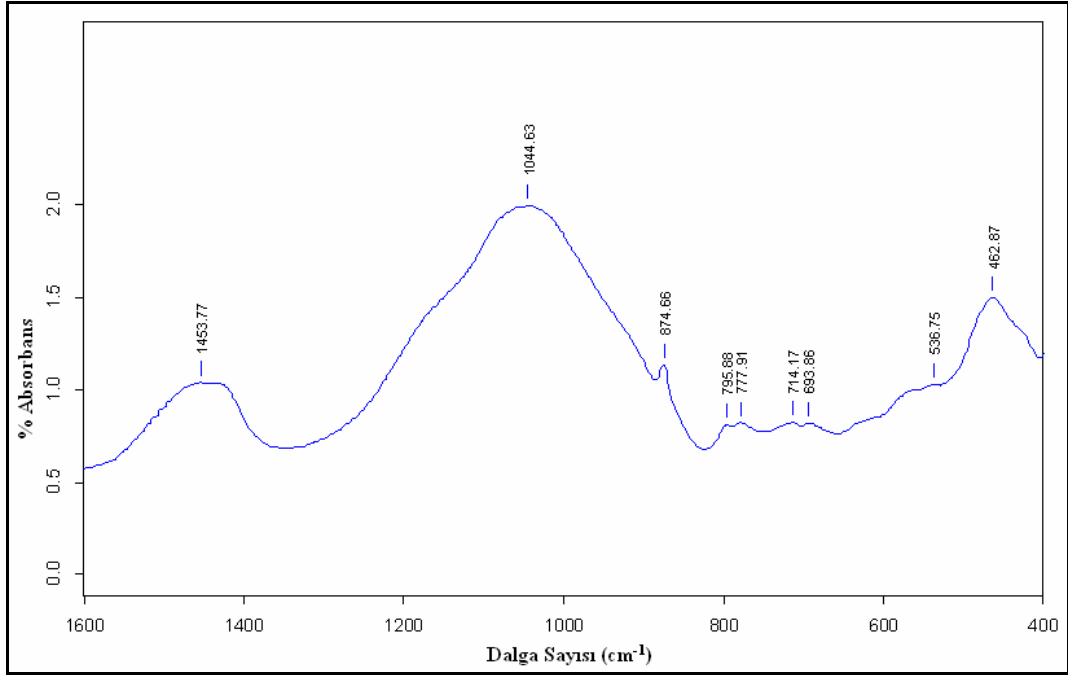
Şekil 6.145. M10 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



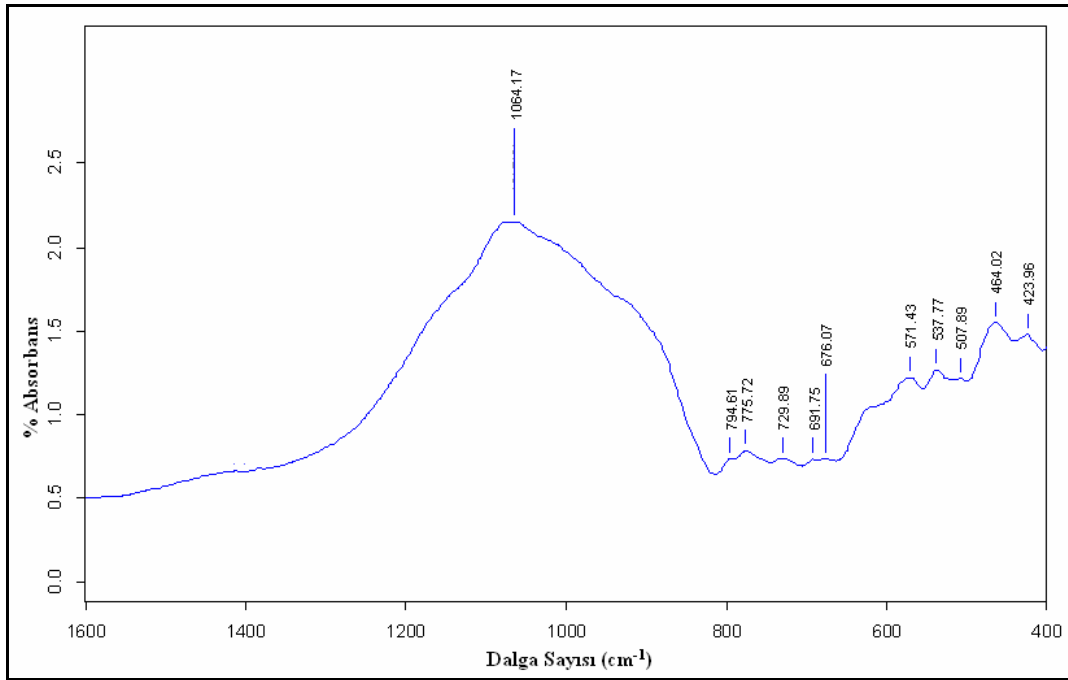
Şekil 6.146. M17 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



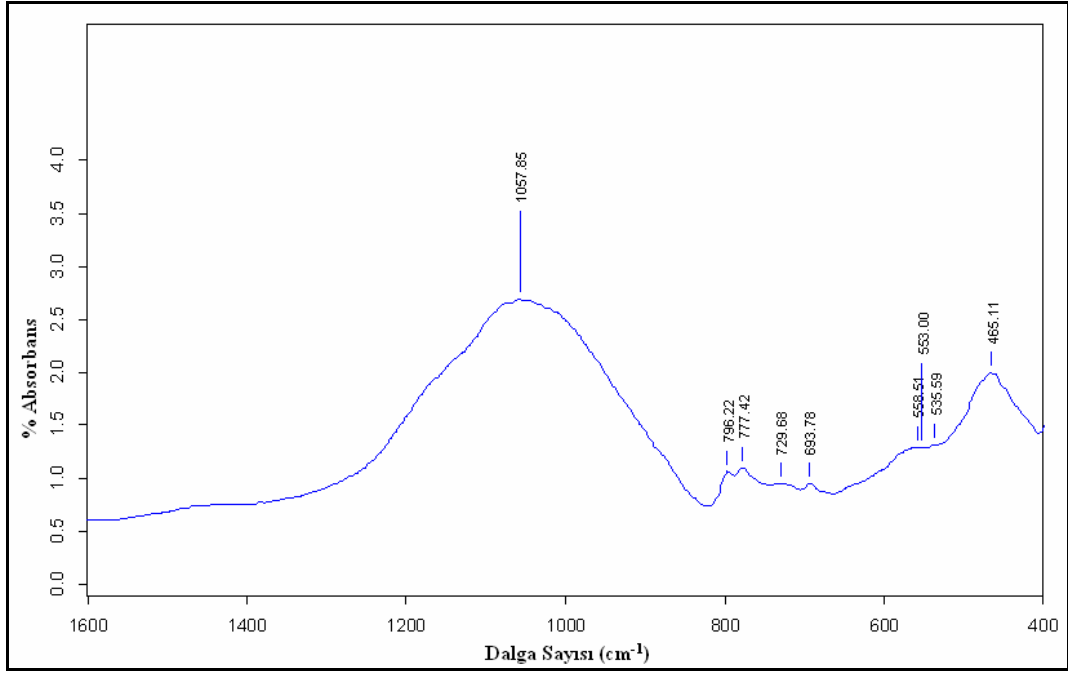
Şekil 6.147. M19 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



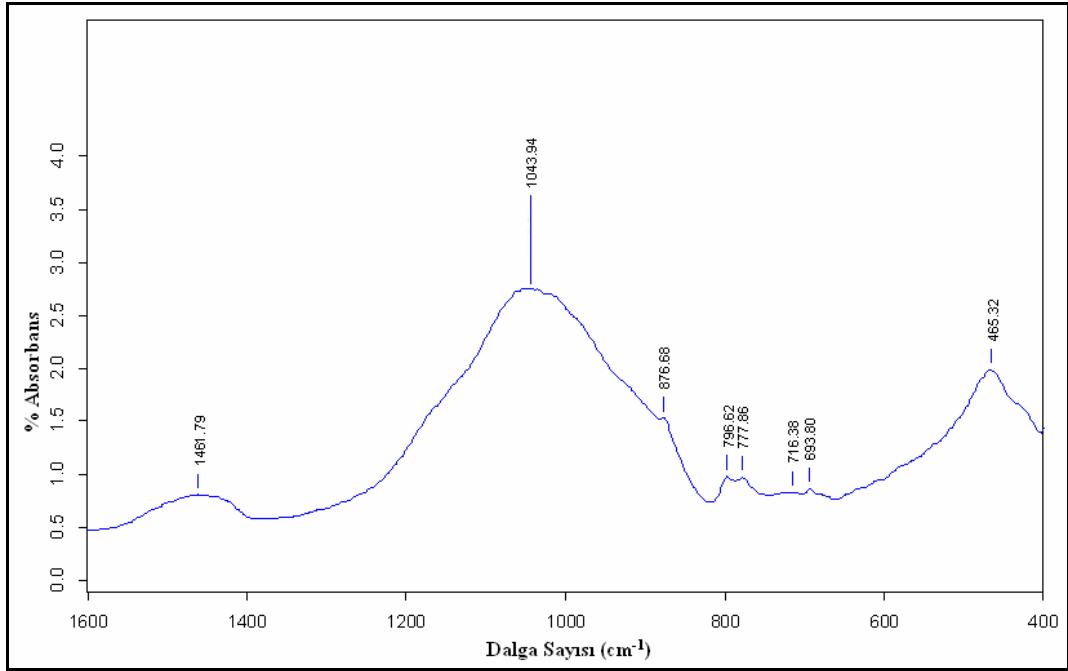
Şekil 6.148. M22 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



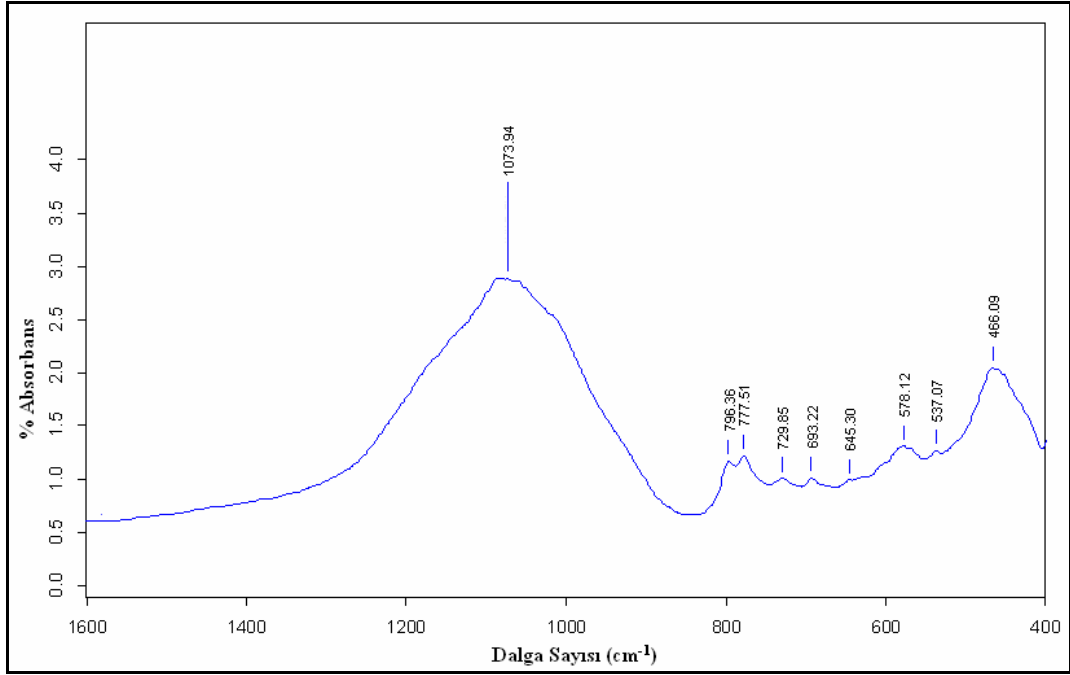
Şekil 6.149. M23 kodlu Megara kasesi bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



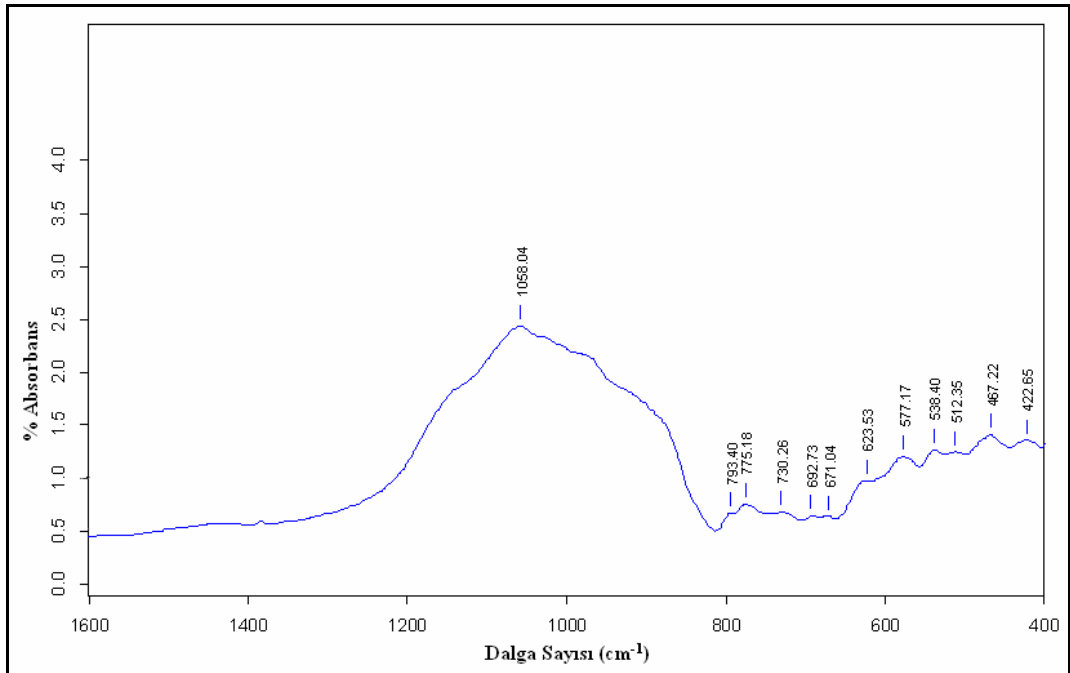
Şekil 6.150. B1 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



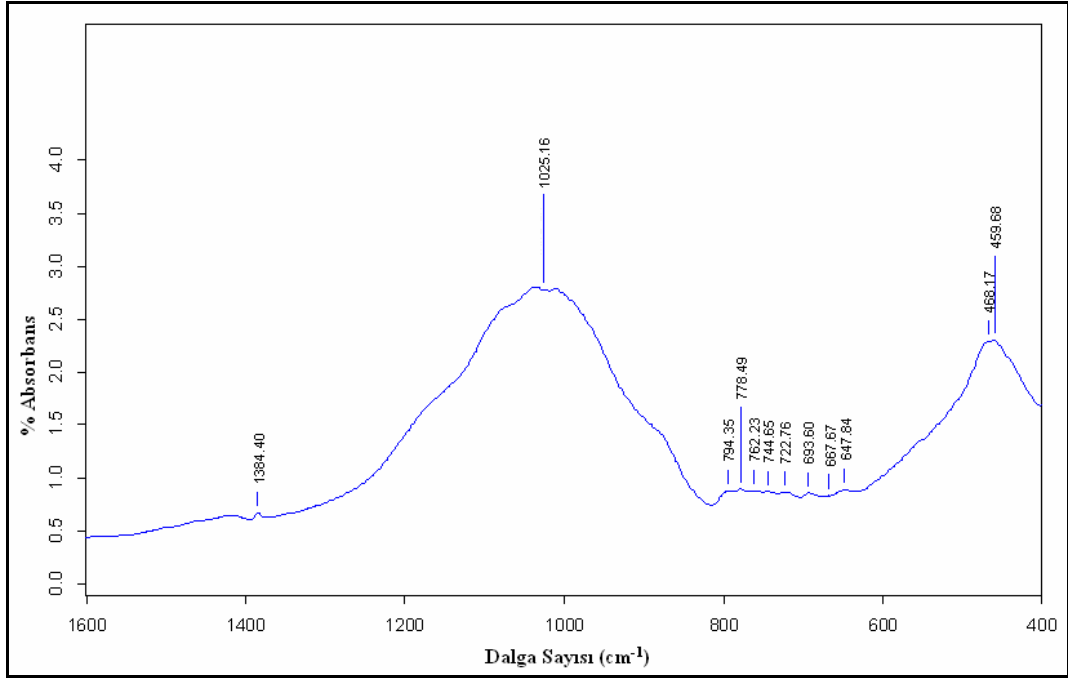
Şekil 6.151. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



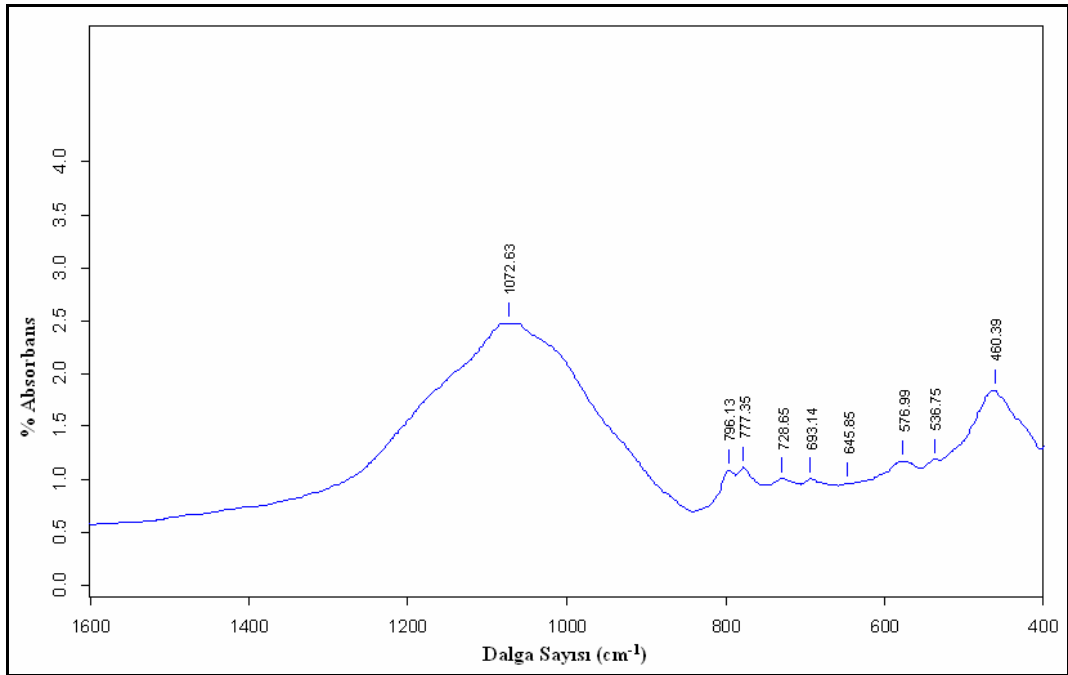
Şekil 6.152. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



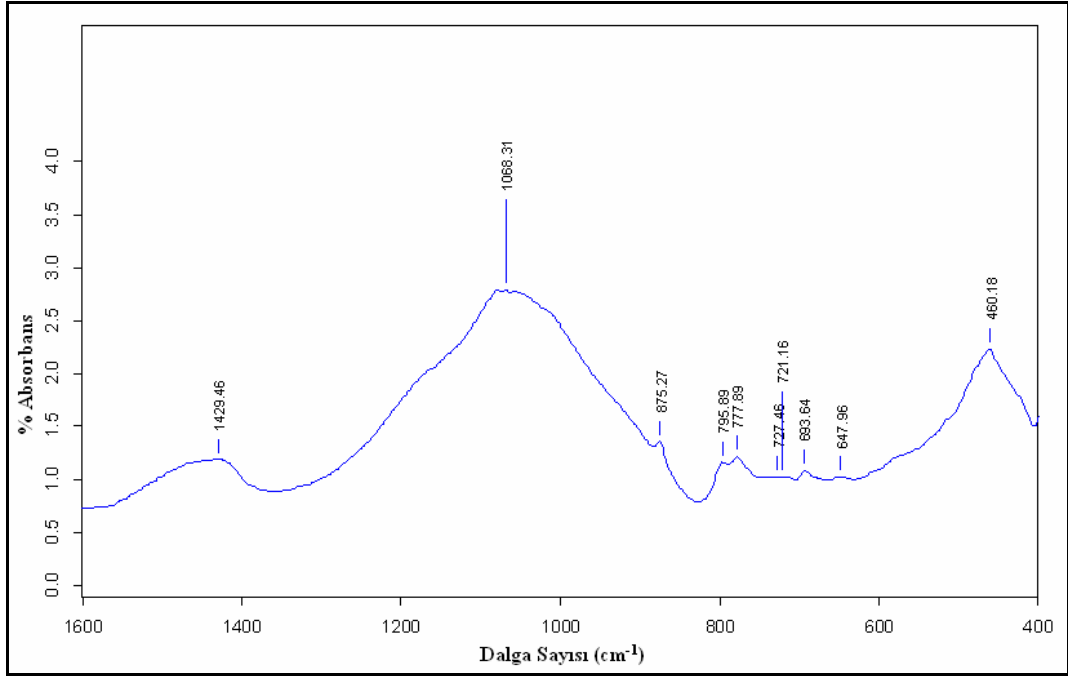
Şekil 6.153. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



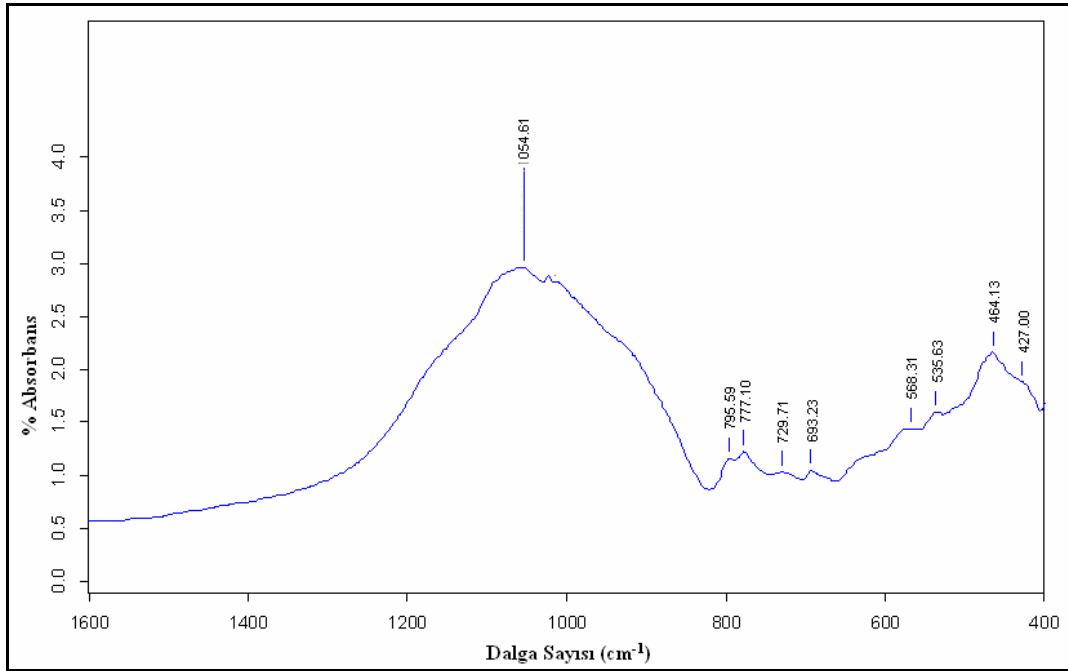
Şekil 6.154. B8 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



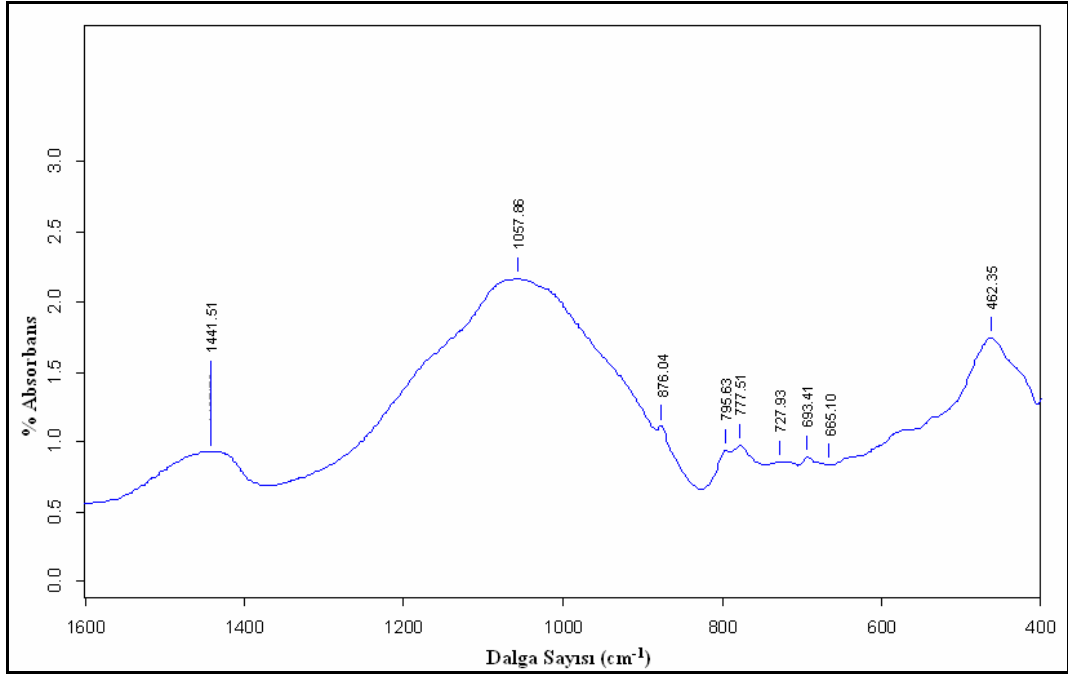
Şekil 6.155. B9 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



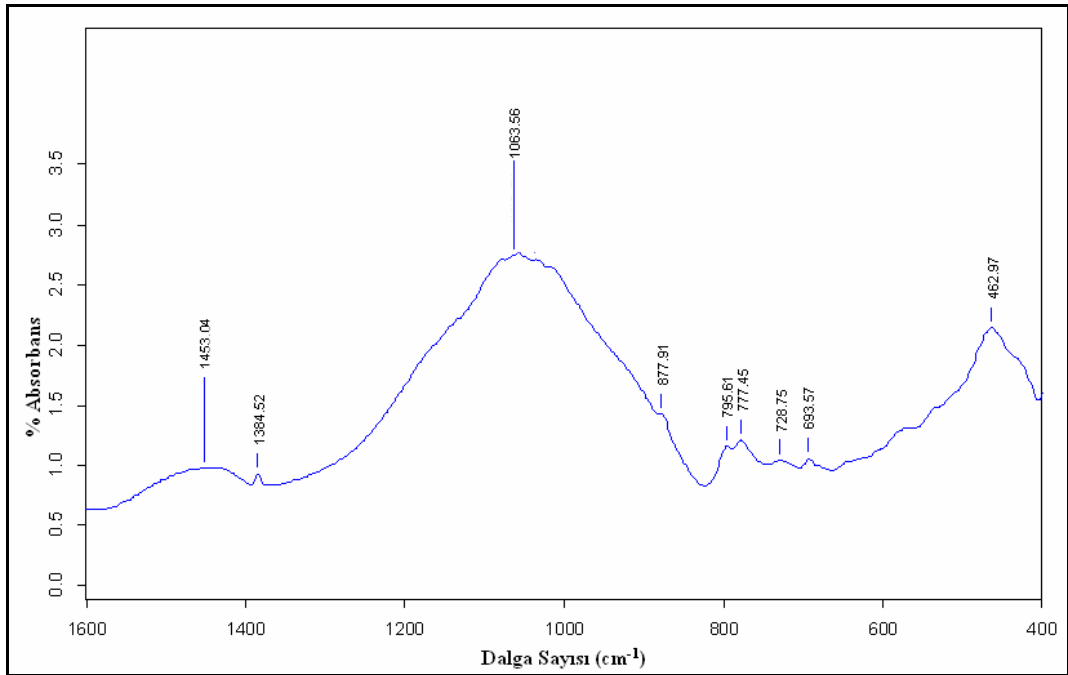
Şekil 6.156. B10 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



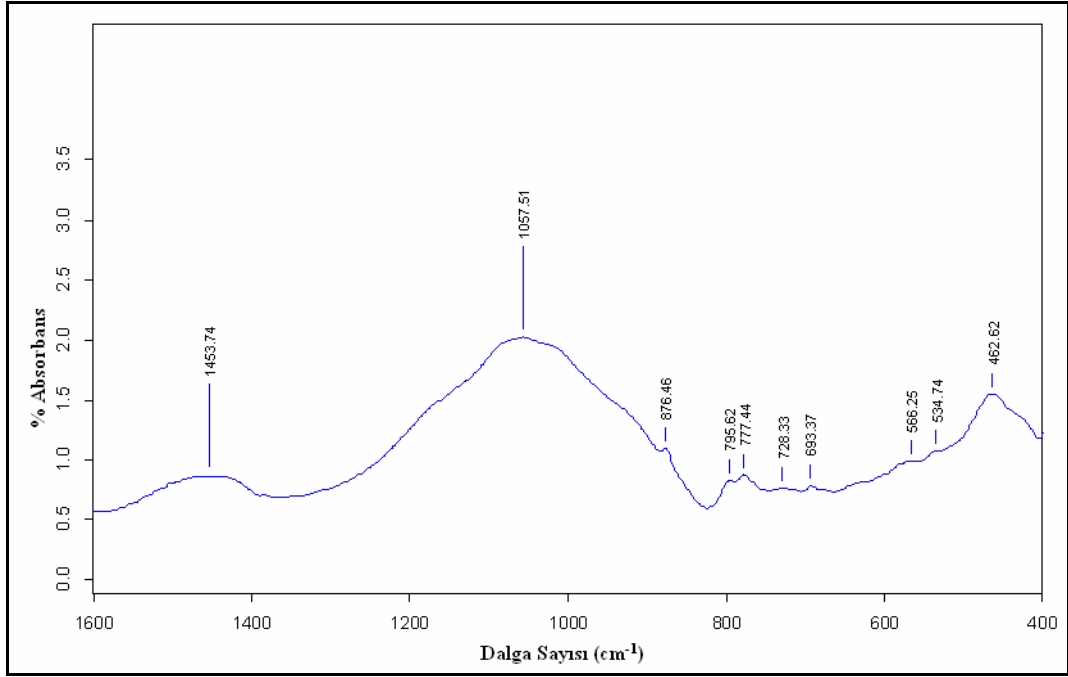
Şekil 6.157. B14 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



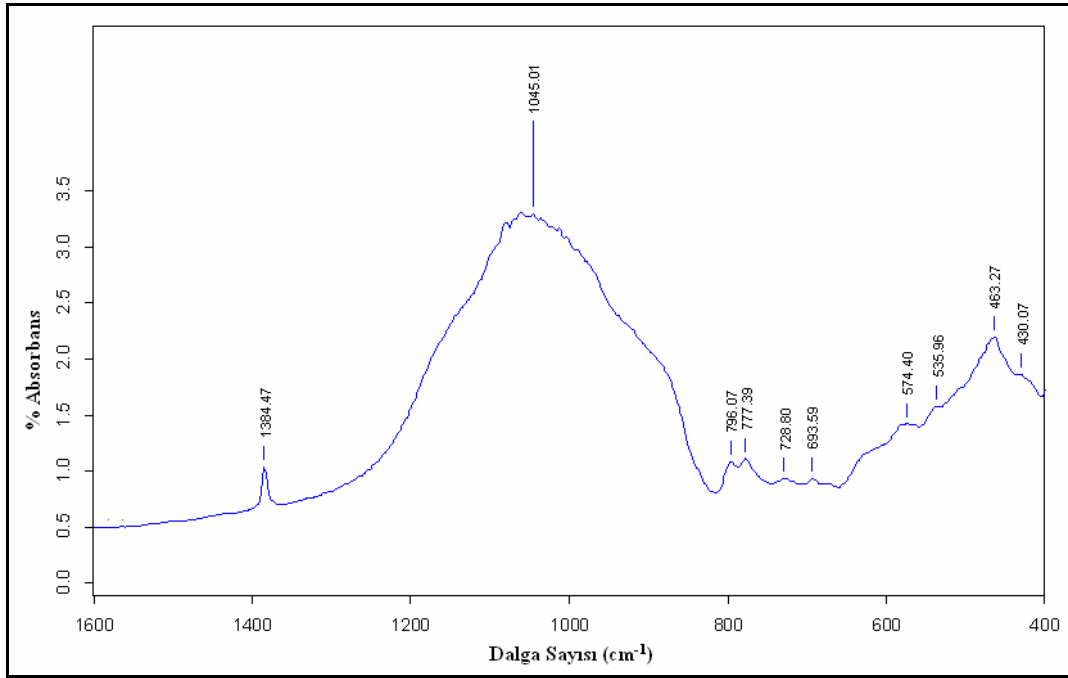
Şekil 6.158. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



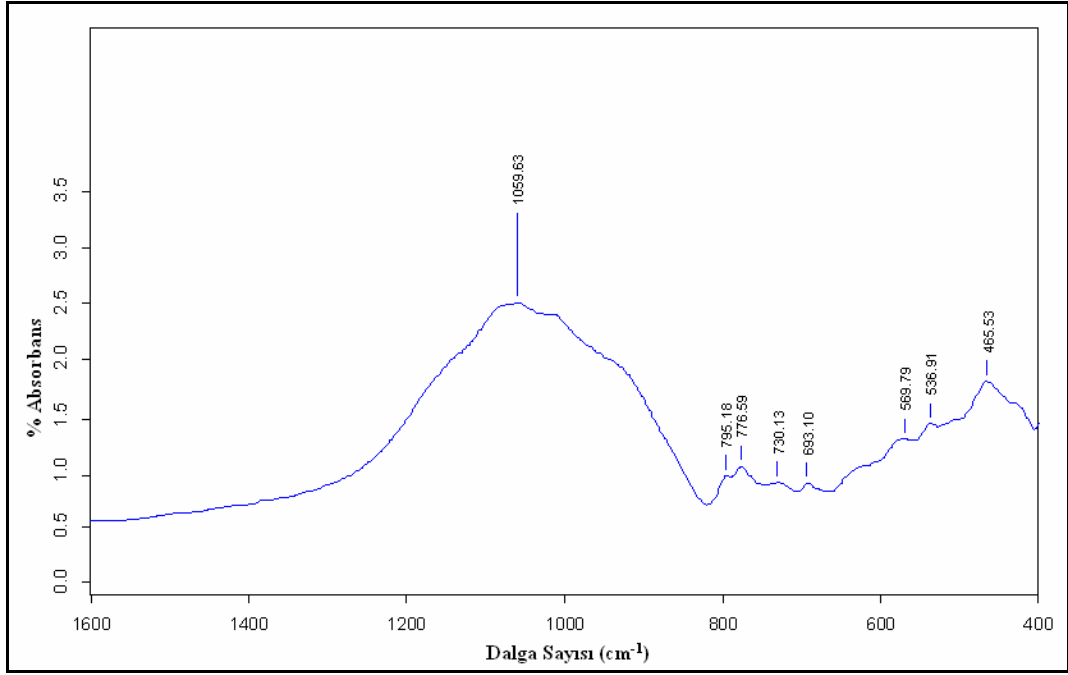
Şekil 6.159. B16 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



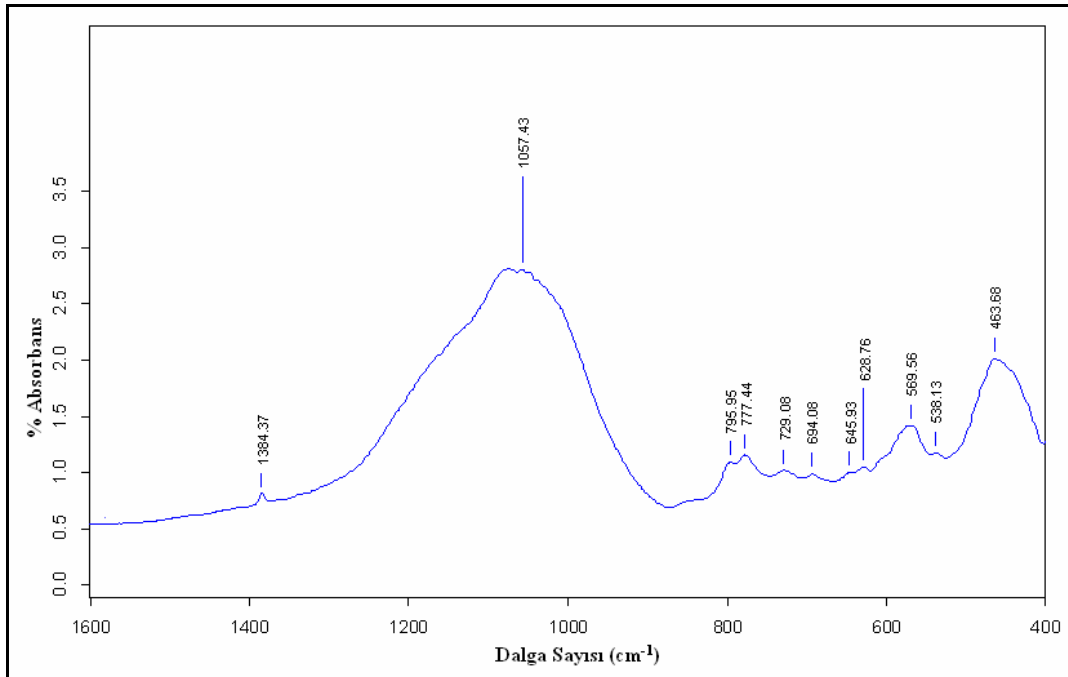
Şekil 6.160. B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



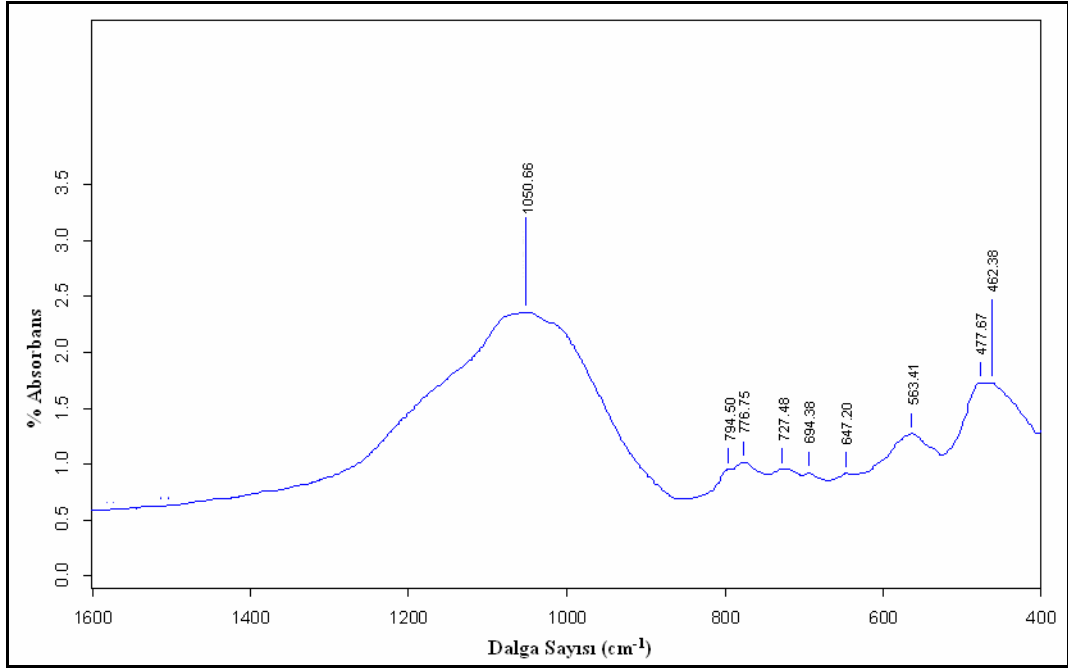
Şekil 6.161. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



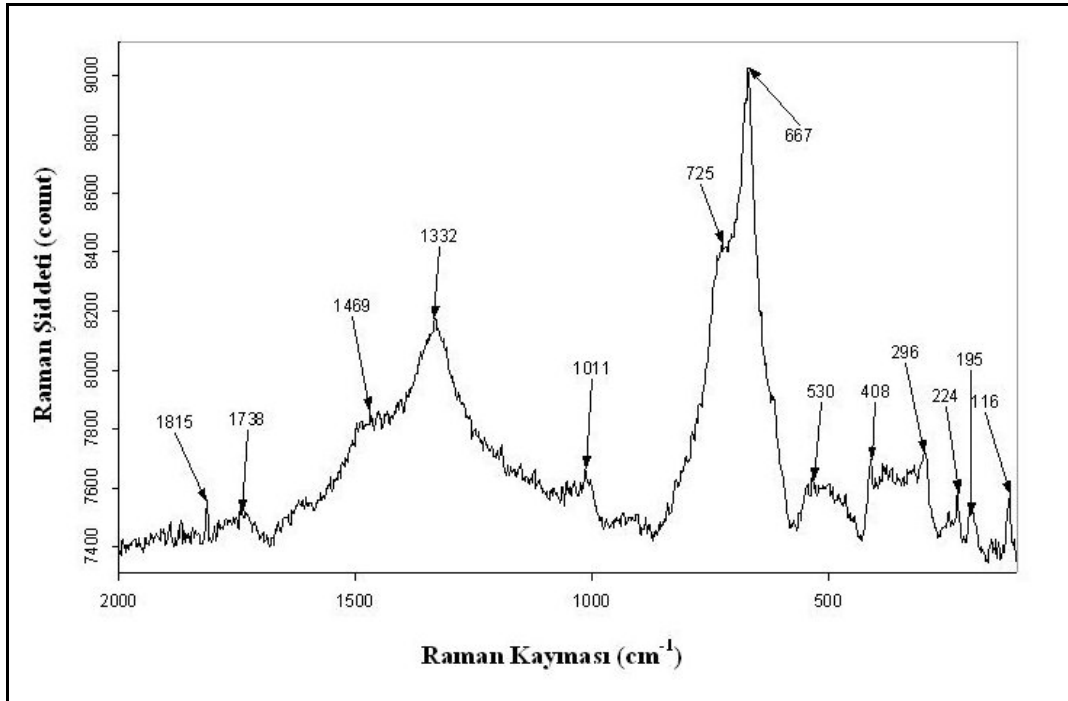
Şekil 6.162. B21 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



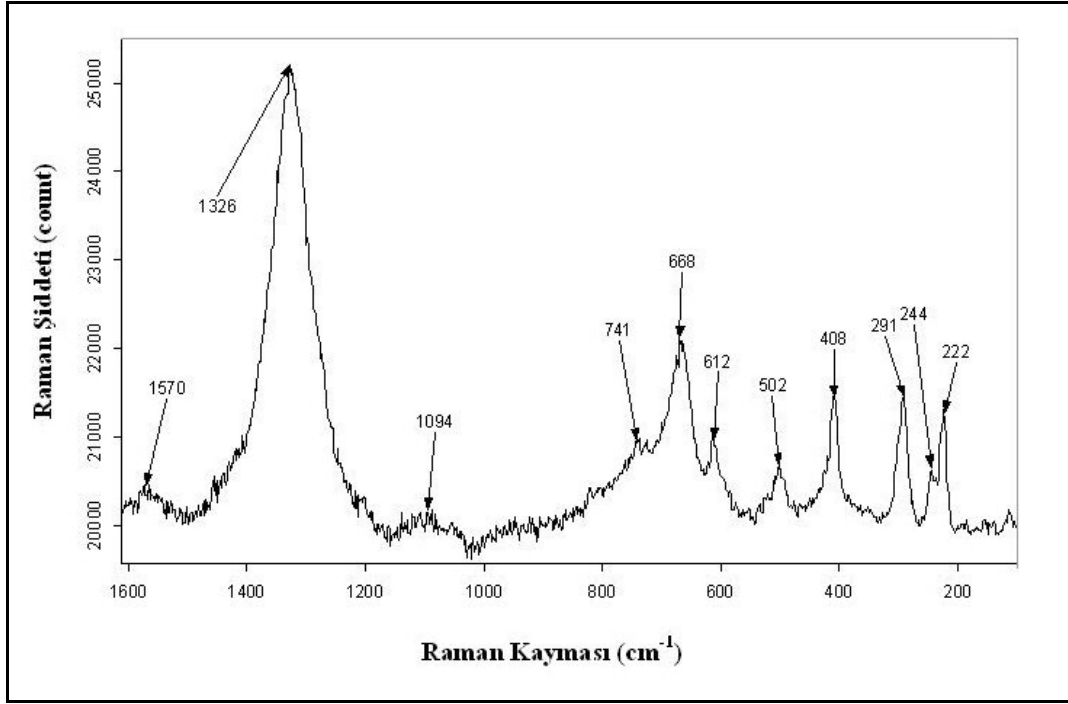
Şekil 6.163. B22 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



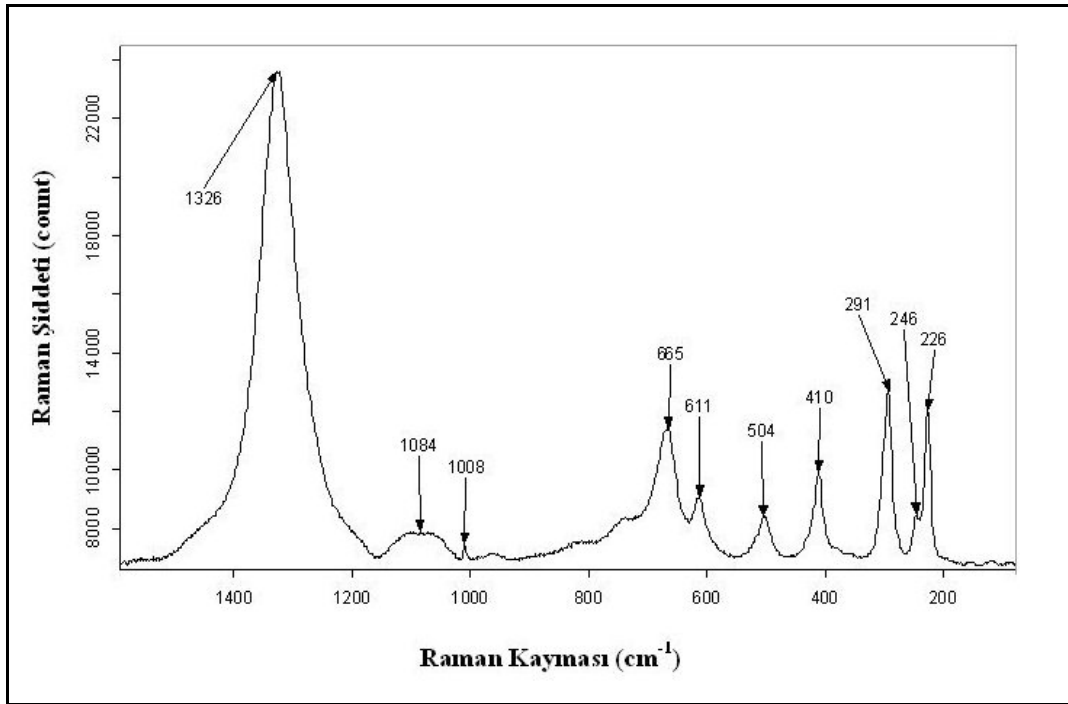
Şekil 6.164. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyesine ait temsili FTIR spektrumu



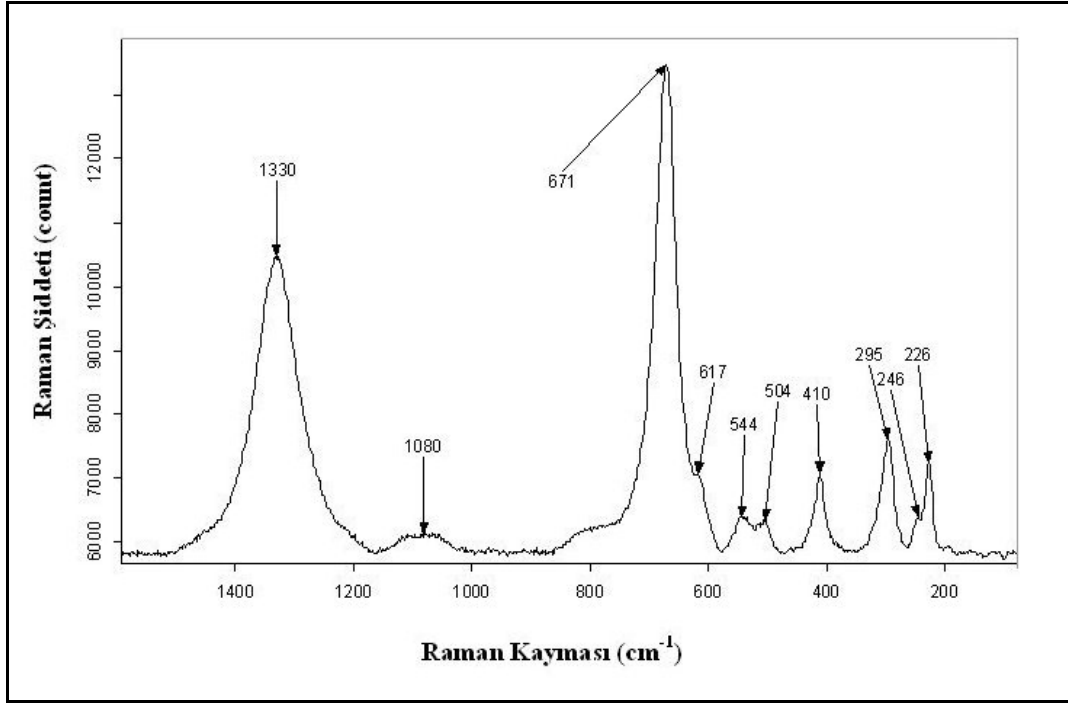
Şekil 6.165. M1 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



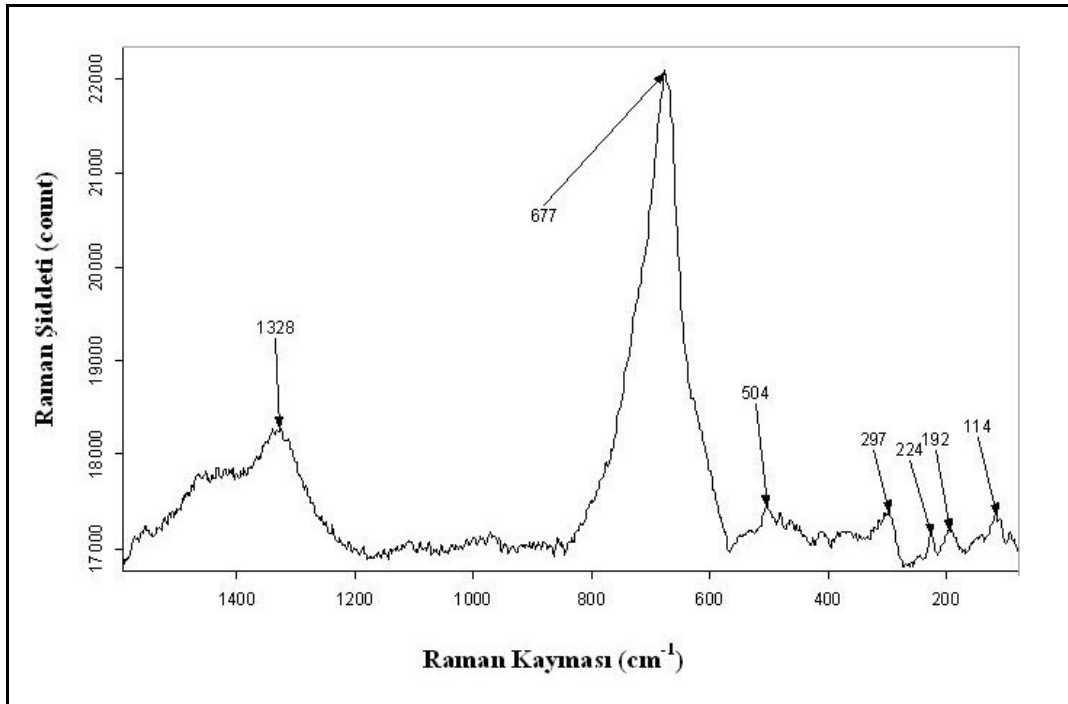
Şekil 6.166. M2 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



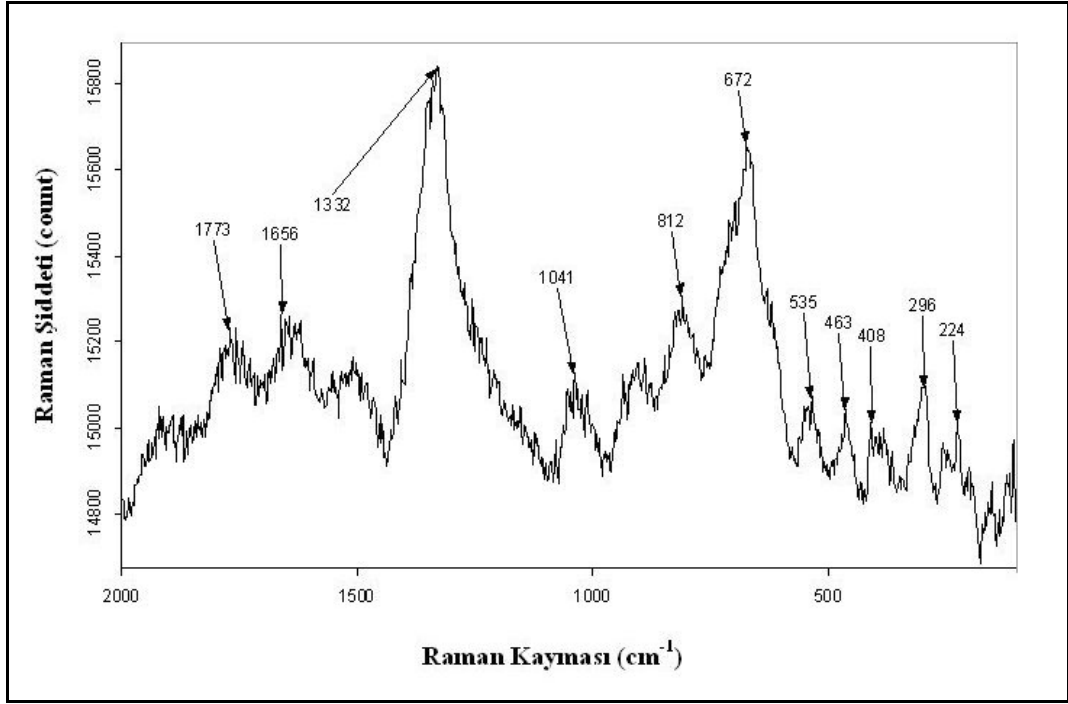
Şekil 6.167. M3 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



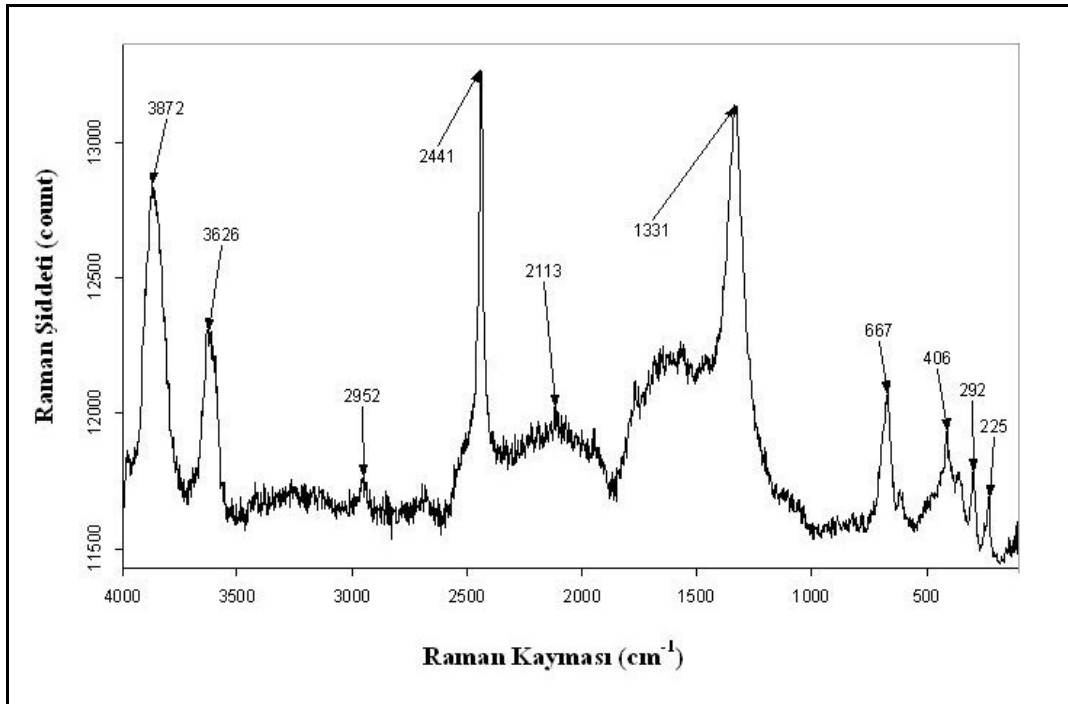
Şekil 6.168. M4 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



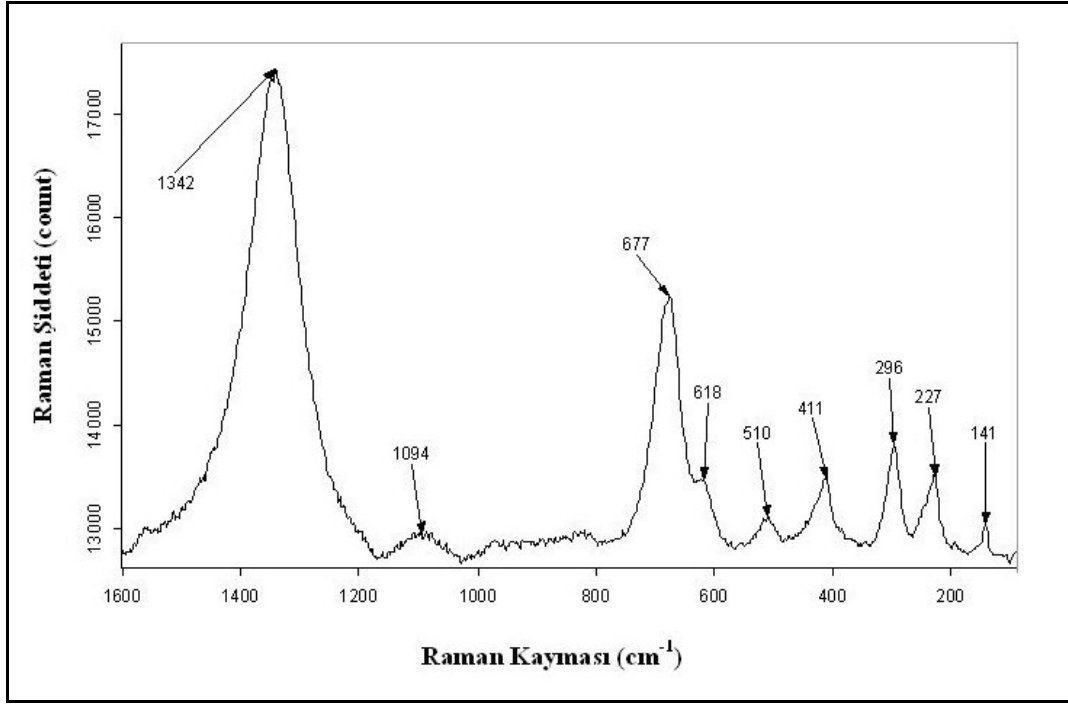
Şekil 6.169. M5 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



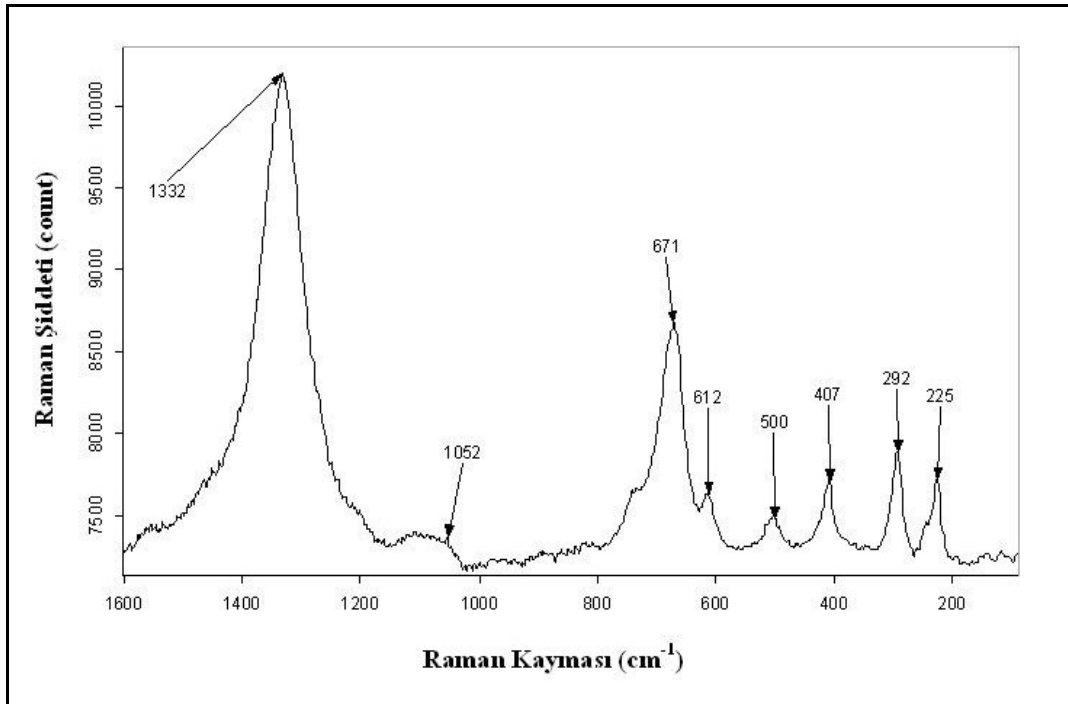
Şekil 6.170. M7 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



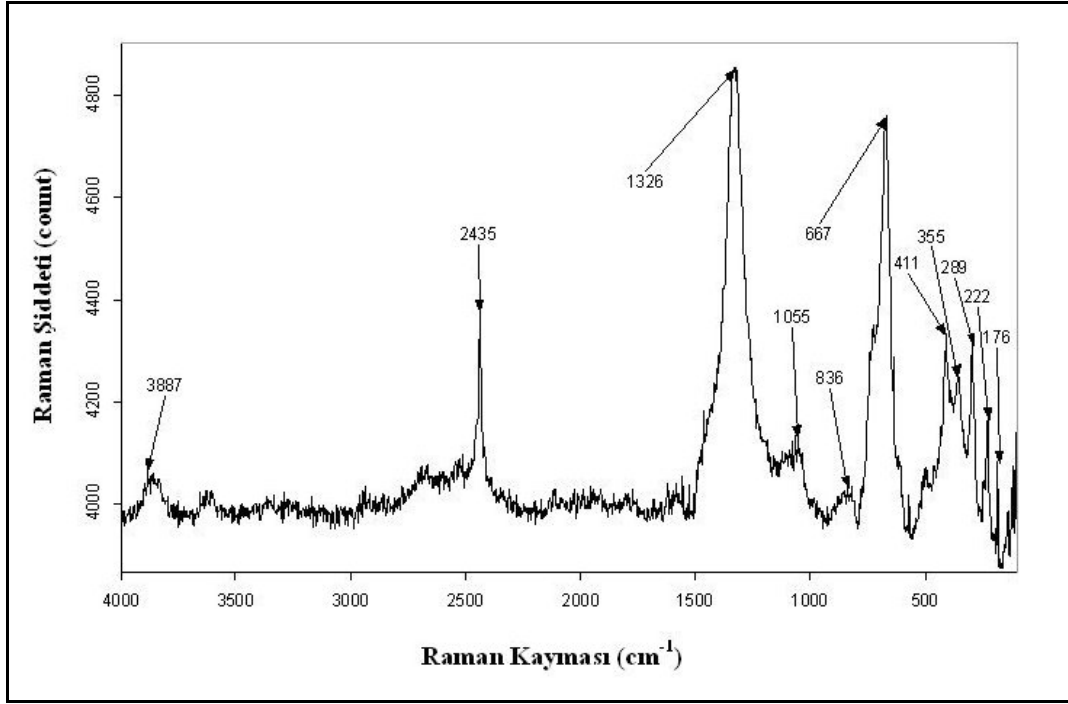
Şekil 6.171. M9 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



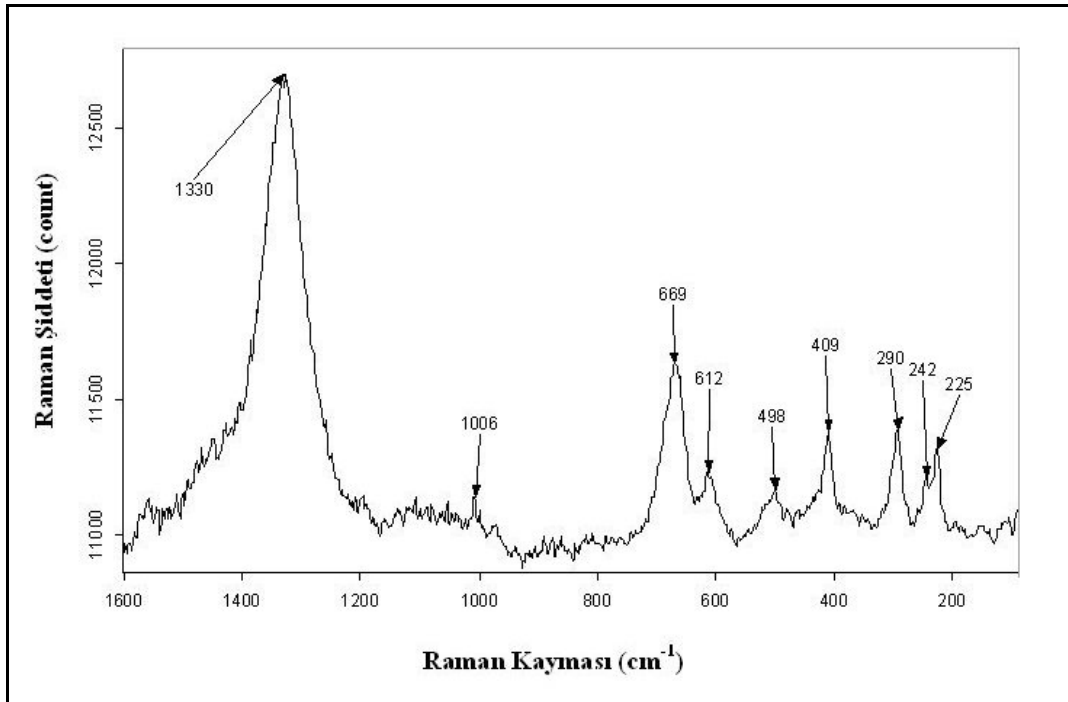
Şekil 6.172. M10 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



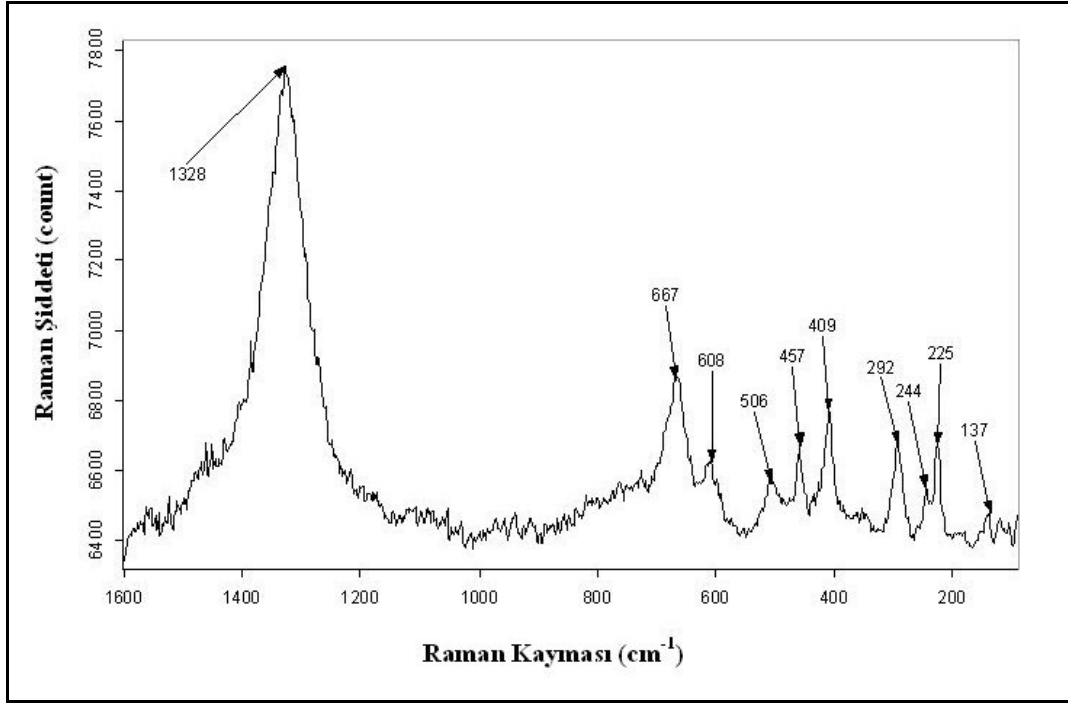
Şekil 6.173. M11 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



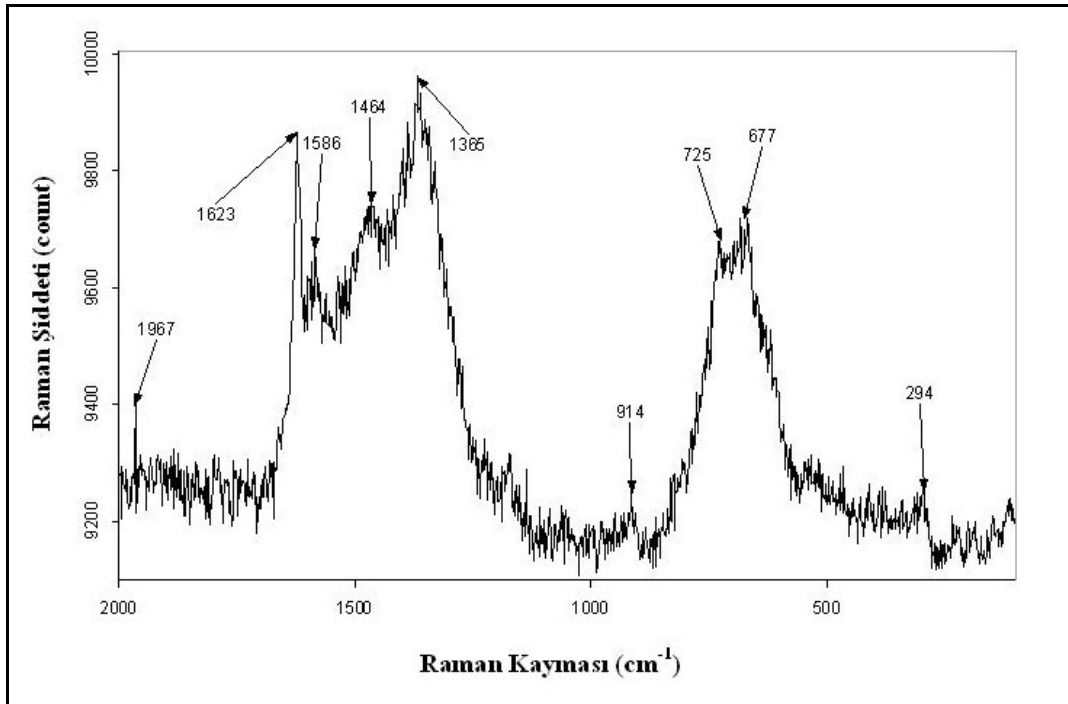
Şekil 6.174. M16 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



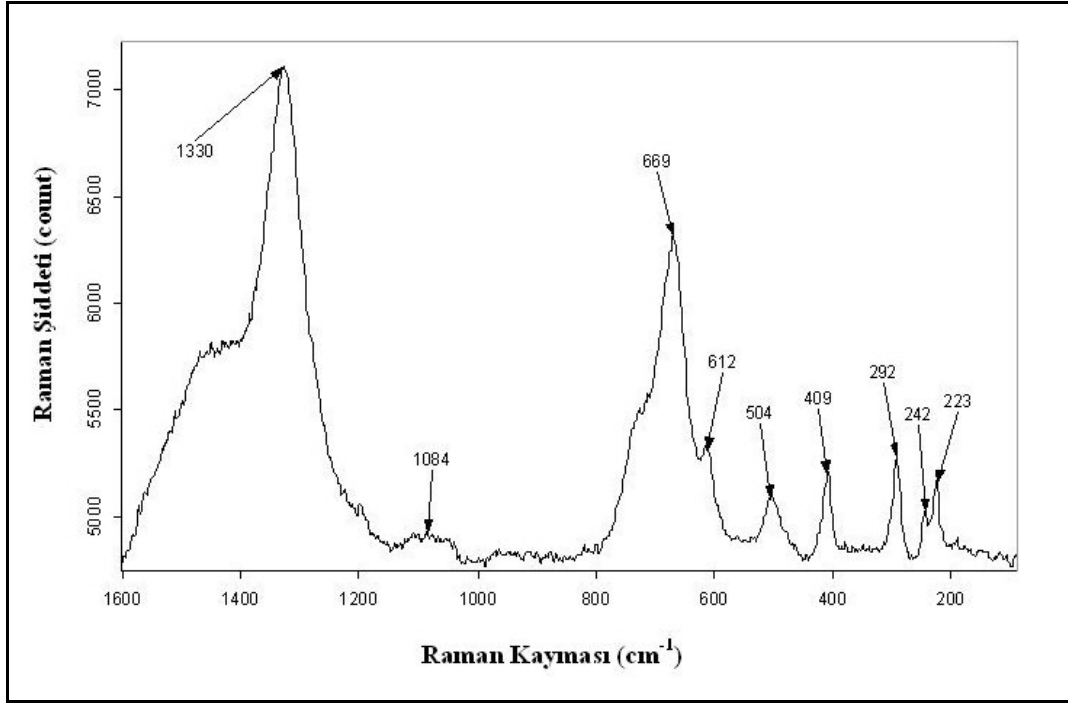
Şekil 6.175. M19 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



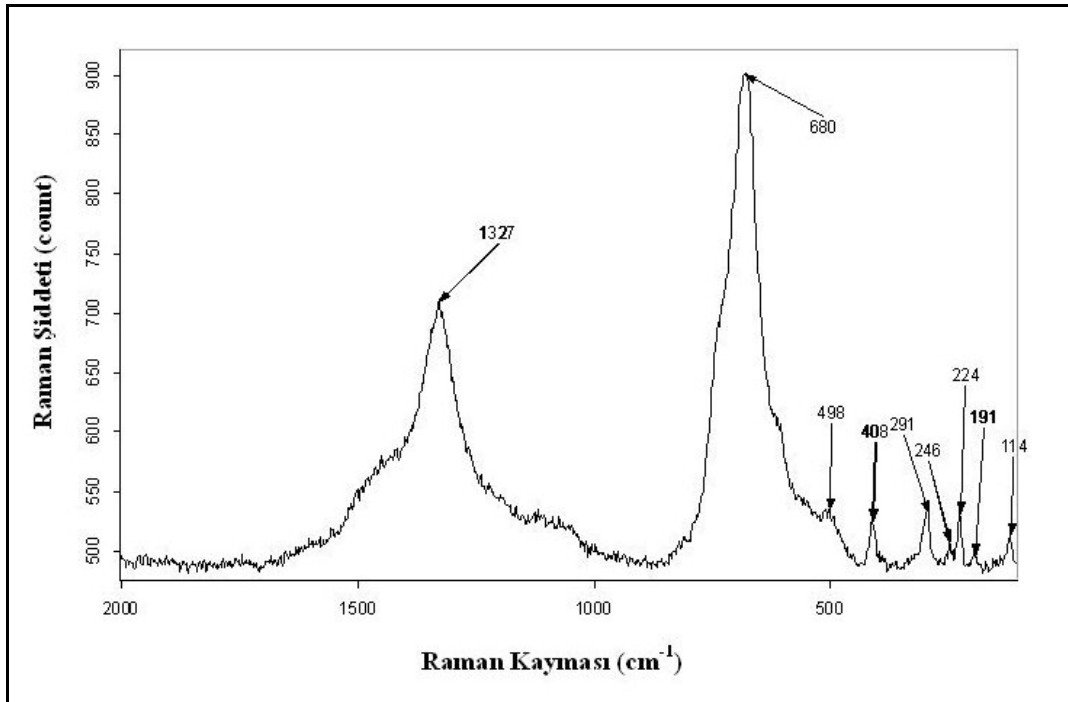
Şekil 6.176. M20 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



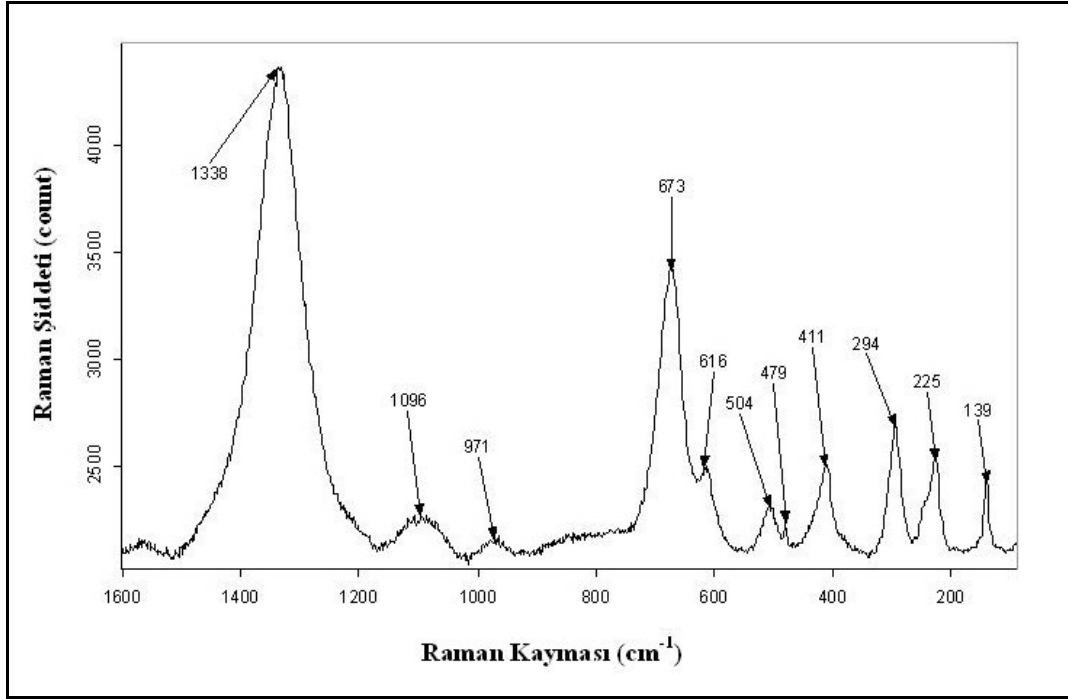
Şekil 6.177. M21 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



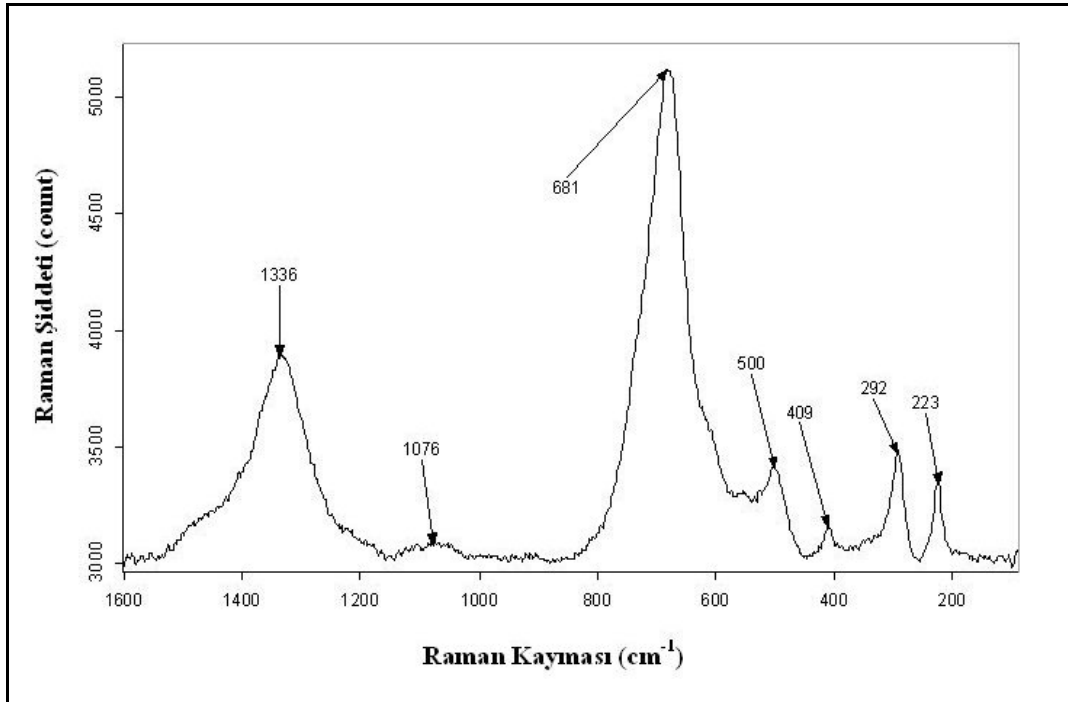
Şekil 6.178. M23 kodlu Megara kasesi astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



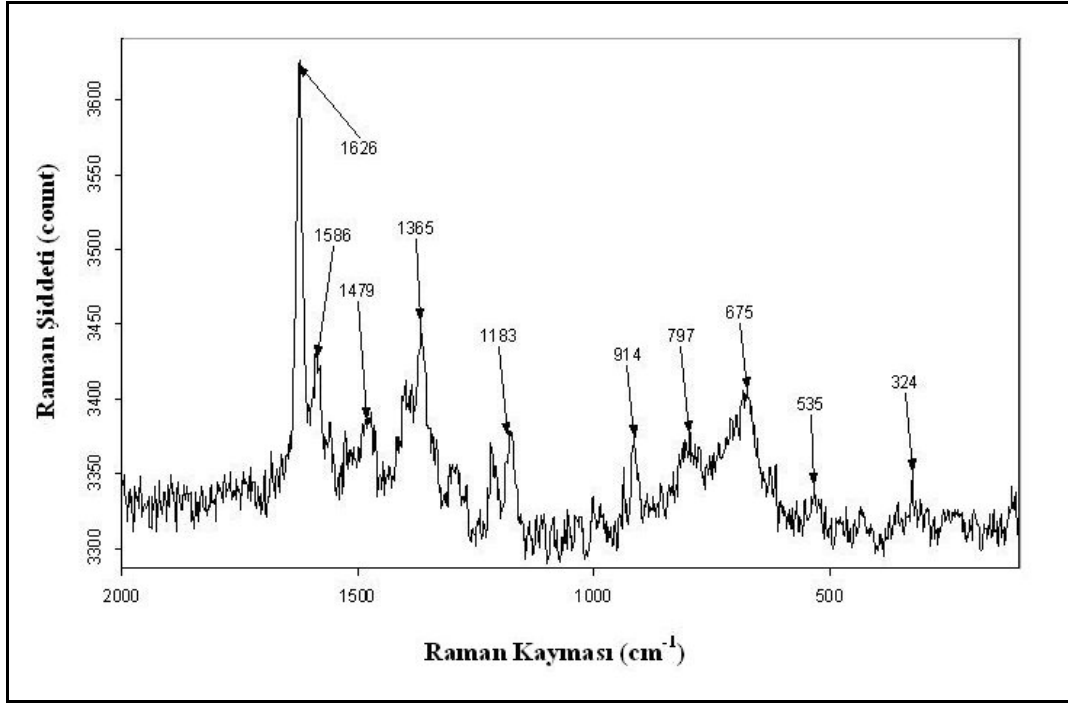
Şekil 6.179. B2 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



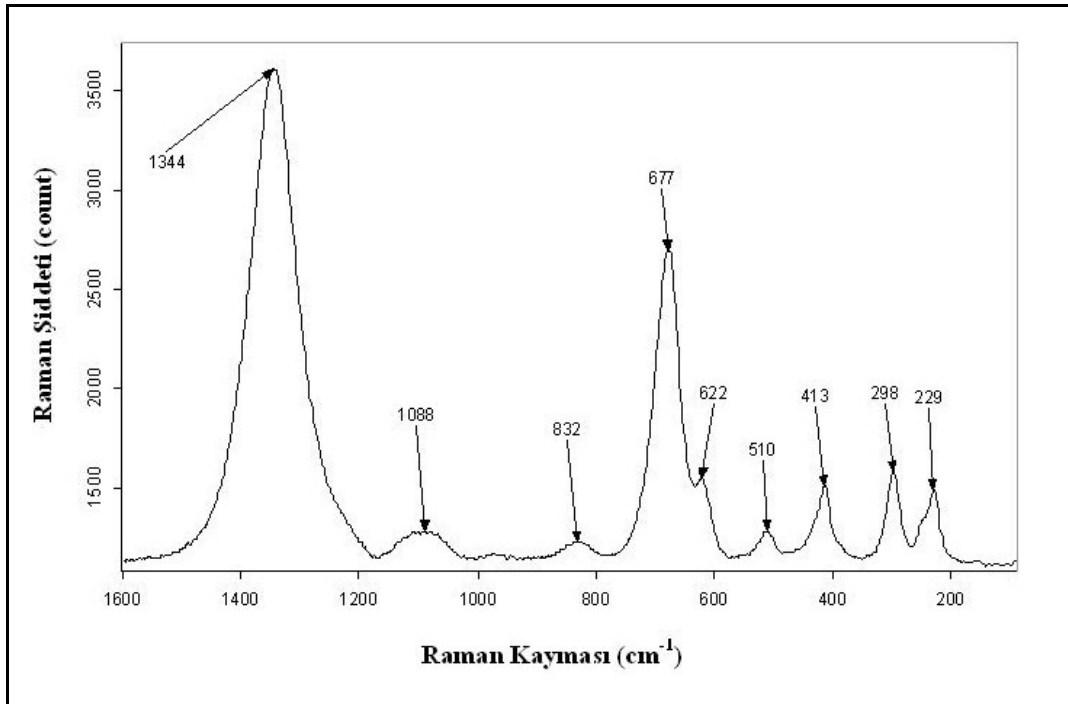
Şekil 6.180. B3 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



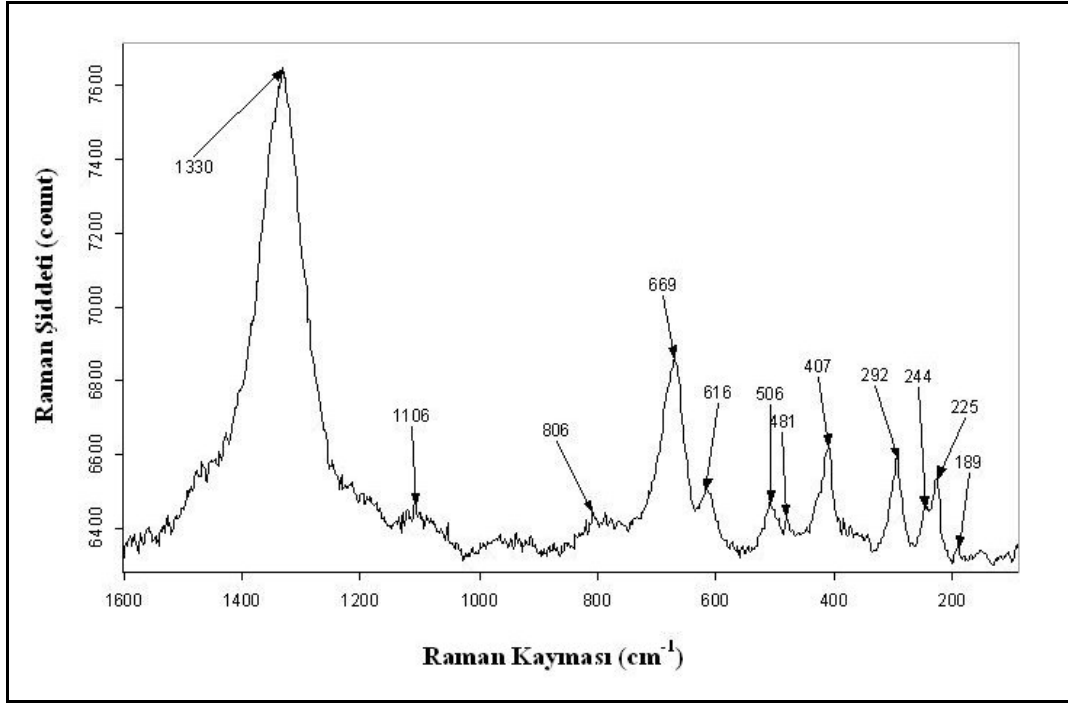
Şekil 6.181. B4 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



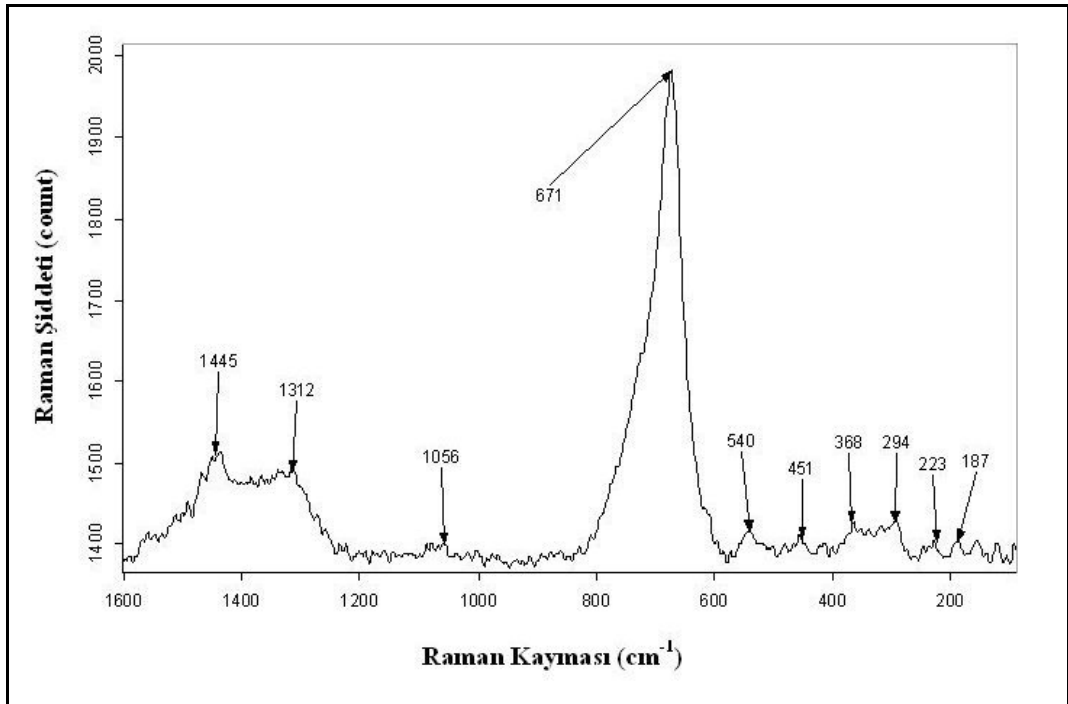
Şekil 6.182. B5 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



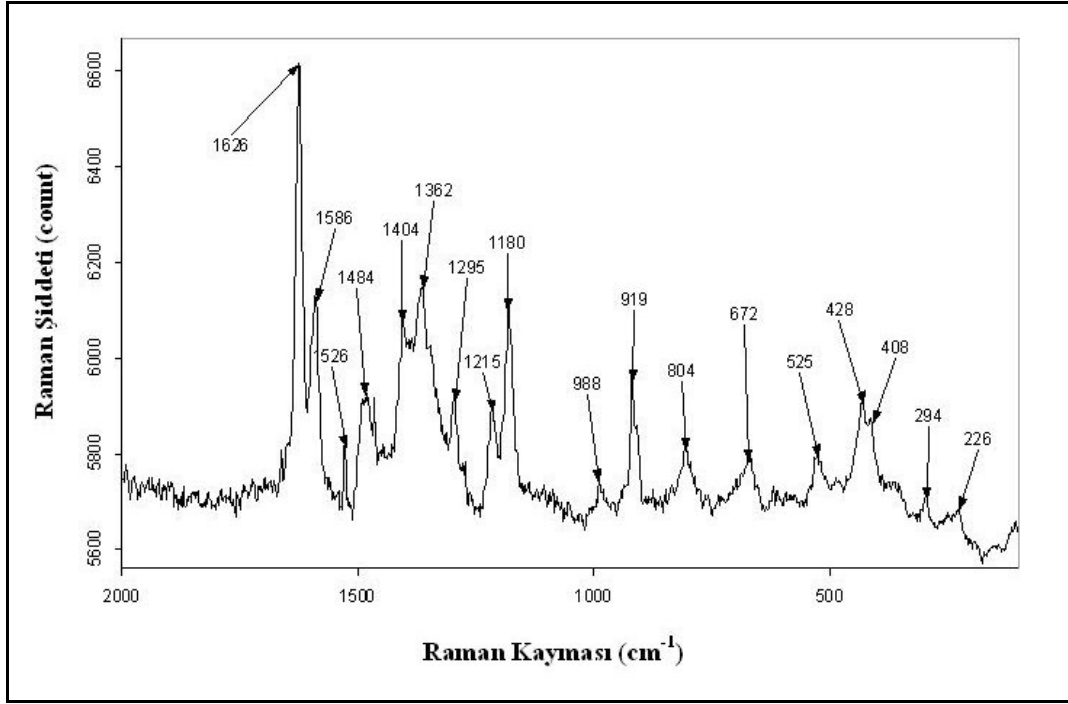
Şekil 6.183. B7 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



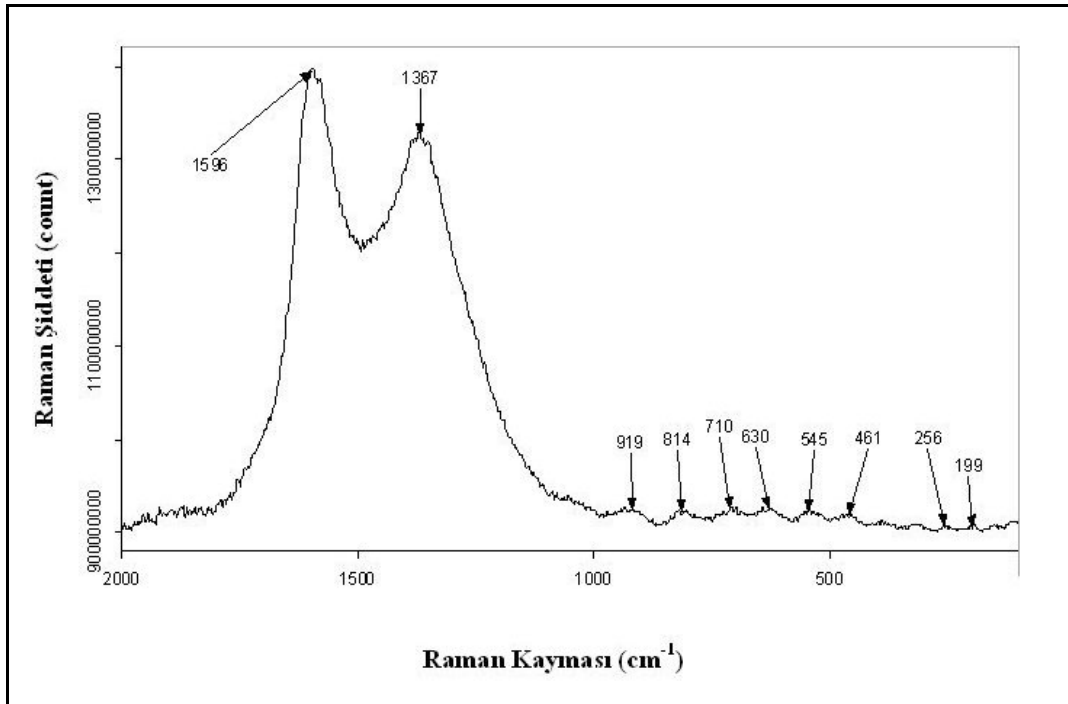
Şekil 6.184. B12 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



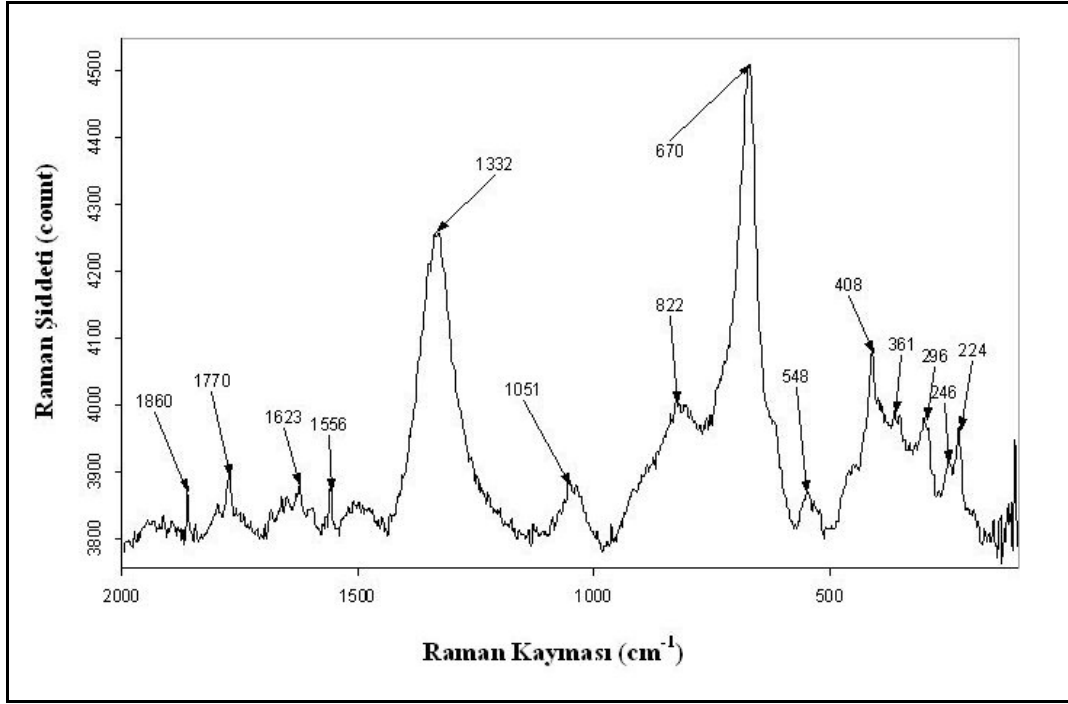
Şekil 6.185. B15 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



Şekil 6.186. B18 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



Şekil 6.187. B20 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu



Şekil 6.188. B23 kodlu Batı Yamacı seramiği astar tabakasına ait temsili Raman spektrumu

6.5.1. Megara kasesi bünyelerine ait FTIR analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Literatürdeki verilerden yararlanılarak hazırlanan bazı önemli mineral türlerinin karakteristik frekansları Çizelge 6.28’de verilmektedir. Analiz sonuçlarında, baskın veya diğer bir deyişle majör fazlar olan kuvars, feldispat ve plajiyoklas dışında kalan ve XRD analiz sonuçlarında belirlenmiş illit/muskovit, diopsit, gehlenit, vollastonit gibi minör fazlara ait bant şiddetlerinin belirgin olmaması, olası çakışmalar, Çizelge 6.28’de belirtilen karakteristik bantlara ait şekillerin bilinmemesi gibi nedenlerle XRD analizlerinde olduğu gibi nitelendirme yapılmamıştır. Elde edilen analiz sonuçlarındaki bantların üzerinde hangi dalga sayısında bulundukları belirtilmiştir. Olası çakışmalara örnek olarak Çizelge 6.28’de yer alan albit ve illitin 762 cm^{-1} dalga sayısında çakışması verilebilir. Ancak, Şekil 6.144 ve 6.148’deki sırasıyla M6 ve M22 kodlu Megara kasesi bünyelerine ait FTIR spektrumları incelendiğinde 877 cm^{-1} civarındaki karakteristik bant bu bünyelerde kalsit veya dolomit varlığına işaret etmektedir.

Değerlendirmeler sonrasında M6 ve M22 kodlu Megara kasesi bünyelerinde kalsit bulunduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda analiz sonuçlarının birbiri ile tamamlayıcı nitelikte kullanılması elde edilen sonuçların daha verimli olmasını sağlamıştır.

Çizelge 6.28. Bazı önemli mineral türlerinin karakteristik bantlarına ait dalga sayıları [42, 43]

Mineral	Karakteristik Bant Aralığı (cm ⁻¹)							
	1600-1100	1100-1000	1000-900	900-800	800-700	700-600	600-500	500-400
Kuvars	1160	1082			797, 778	695	512	
Albit		1096, 1032	990		784, 762, 742, 723	648	588, 530	425
Anortit	1160	1095, 1062	950		758, 733	668	575, 540	482
Mikroklin	1142, 1134, 1120	1050, 1010			768, 742, 728	646	584, 535	463, 428
Sanidin	1124, 1118	1058, 1026		840		640	584, 540	427
Ortoklas	1120	1040, 1010			770, 728	650	580, 535	463, 428
Gehlenit		1056	985, 933, 905	850	720	634		410
Diopsit		1070	965, 920	865		670, 632	510	470
Vollastonit		1088, 1064, 1023	968, 930, 905			684, 647	563	
Kalsit	1420			877	714			
Dolomit	1430			878, 849	726			
İllit		1030	990, 948, 905	815	762			490, 460, 431, 414
Muskovit		1062, 1022	990, 935		754, 727		553	480, 412
Klorit			987	825	763		553	460, 445 (455, 432)
Kaolinit	1117	1033, 1010	938, 915				540	472, 432
Hematit							535	475

6.5.2. Batı Yamacı seramik bünyelerine ait FTIR analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Megara kasesi bünyeleri FTIR analiz sürecinde belirtilen sonuçlar Batı Yamacı seramikleri bünyelerine ait FTIR analiz sonuçlarında da geçerliliğini korumaktadır. Burada ise FTIR analiz sonuçlarında B2, B10, B15, B16 ve B17 kodlu Batı Yamacı seramikleri bünyelerinde 877 cm⁻¹ civarındaki karakteristik

bant kalsit veya dolomit varlığına işaret etmektedir. Değerlendirmeler sonrasında B2, B16 ve B17 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerinde dolomit, B13 ve B15 kodlu Batı Yamacı seramiği bünyelerinde ise kalsit bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca Megara kasesi bünyelerinden farklı olarak XRD analiz sonuçlarında Batı Yamacı seramiği bünyelerinde varlığı tespit edilen magnezihornblend, lepidokrasit, susuz mika, hersinit, ojit gibi minerallere ait karakteristik frekanslar ilgili literatürde bulunamadığından, değerlendirme sürecine yönelik olarak sadece Çizelge 6.28’de belirtilen mineraller göz önüne alınmaktadır.

6.5.3. Megara kasesi seramikleri astar tabakalarına ait Raman analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Megara kasesi ve Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarının kimyasal kompozisyonları enerji saçınımlı EDX kullanılarak belirlenmiş, demir içeriğinin diğer elementlere göre yüksek olduğu saptanmıştır. Demirce zengin astar tabakalarındaki renk farklılıklarının nedenlerinin belirlenmesi için astar tabaka bileşenlerine ait yapısal bilgi eldesi önemlidir. Bu bağlamda, değişik renklere sahip bazı Megara kasesi ve Batı Yamacı seramikleri astar tabakaları Raman spektroskopisi ile incelenerek demir minerallerinin türü tespit edilmiştir. Astar tabakalarının demirce zengin bir yapısı söz konusu olduğundan Raman spektrumlarında demir oksit bazlı birtakım kristal yapılarına rastlanma olasılığının yüksek olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle Çizelge 6.29’da bazı demir minerallerinin karakteristik Raman bantlarına ait dalga sayıları verilmiştir.

Çizelge 6.29. Bazı demir minerallerinin karakteristik Raman bantları (cm⁻¹) [69]

Oksitler	Dalga Sayısı (cm ⁻¹)	Dalga Sayısı (cm ⁻¹) (diğer)
Fe(OH)₂		460, 550
Fe(OH)₃		395, 696 , 1335 692
α-FeOOH	205, 247, <u>300</u> , 386 , 418, 481, 549	245, 300, 390 , 420, 480, 550, 685 248, 303 , 397 , 485, 554, 680, 1002, 1120 245, 300, 390 , 485, 550, 675
β- FeOOH	<u>314</u> , 380 , 549, 722	310 , 386 , 497, 538, 723 310 , 385 , 415, 480, 535, 615, 675, 725
γ- FeOOH	219, 252 , 311, 349, <u>379</u> , 528, 648	255 , 380, 528, 654, 1054, 1307 252, 380, 660
δ- FeOOH	297, 392 , <u>666</u>	400, 655 220, 295, 385 , 495, 670
α- Fe₂O₃	<u>226</u> , 245, 292 , 411, 497, 612	227 , 245, 293 , 298, 414 , 501, 612 225 , 245, 295 , 415 , 500, 615, 1320
γ- Fe₂O₃	<u>381</u> , 486, 670 , <u>718</u>	265, 300, 345, 395, 515, 645 , 670 , 715 , 1440 350, 505, 660 , 710 , 1425
Fe₃O₄	532, 667	616, 663 298, 319, 418, 550, 676 , 1322

Koyu: spektrumdaki en güçlü şiddet

Altı çizili: spektrumdaki diğer güçlü şiddet

Ayrıca, çeşitli mineral standartlarına ait birçok Raman spektrumuna internetteki web sitelerinden de ulaşılabilmektedir [70, 71]. Çizelge 6.30’da Megara kasesi astar tabakalarına ait Raman spektrumlarından tespit edilen bileşenler görülmektedir.

Çizelge 6.30. Megara kasesi astar tabakalarına ait Raman spektrumlarından tespit edilen bileşenler

Numune kodu	Numune rengi	Mineral/Faz
M1	Siyah	Manyetit, Maghemit
M2	Turuncu	Hematit, Manyetit
M3	Turuncu	Hematit, Manyetit
M4	Turuncu	Hematit, Manyetit
M5	Siyah	Manyetit
M7	Turuncu	Hematit, Manyetit
M9	Turuncu	Hematit, Manyetit
M10	Turuncu	Hematit, Manyetit
M11	Turuncu	Hematit, Manyetit, Maghemit
M16	Siyah	Hematit, Manyetit, Maghemit
M19	Turuncu	Hematit, Manyetit
M20	Açık kahve	Hematit, Manyetit
M21	Siyah	Manyetit
M23	Siyah	Hematit, Manyetit

Manyetit (Fe_3O_4) killeri içinde doğal olarak bulunabileceği gibi redüktif (indirgen) pişirim şartlarında da oluşabilmektedir. Raman spektrumlarındaki demir minerallerinin özellikle 670 ve 290 cm^{-1} civarındaki bant şiddetleri göz önünde bulundurulduğunda siyah renk tonlarının elde edilmesinde manyetit ve maghemit minerallerinin katkısının diğer minerallere göre fazla olduğu belirtilebilir. Bununla birlikte, kırmızı veya turuncu renk tonlarının ise ağırlıklı olarak hematit ve diğer demir minerallerince sağlanmış olduğu belirtilebilir.

6.5.4. Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarına ait Raman analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Çizelge 6.31’de Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarına ait Raman spektrumlarından tespit edilen bileşenler görülmektedir.

Çizelge 6.31. Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarına ait Raman spektrumlarından tespit edilen bileşenler

Numune kodu	Numune rengi	Mineral/Faz
B2	Siyah	Manyetit, Hematit
B3	Kırmızı	Manyetit, Hematit
B4	Siyah	Manyetit, Hematit
B5	Siyah	Manyetit
B7	Kırmızı	Hematit, Manyetit
B12	Turuncu	Hematit, Manyetit
B15	Siyah	Manyetit
B18	Turuncu	Hematit, Manyetit
B20	Siyah	Amorf Karbon
B23	Siyah	Manyetit, Hematit

Siyah renk tonlarındaki Batı Yamacı seramikleri astar tabakaları Raman spektrumlarındaki manyetit mineraline ait 670 cm^{-1} civarındaki bant şiddetleri benzer renk tonlarına sahip Megara kasesi astar tabakalarından elde edilen spektrumdakilerden göreceli olarak daha belirgin ve yüksektir. Ayrıca, siyah renk tonlarındaki Batı Yamacı seramikleri astar tabakaları benzer renk tonlarına sahip Megara kasesi astar tabakalarından daha koyu bir renge sahiptir. Bu nedenle, kısmi olarak Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarında manyetit mineralinden daha çok yararlanıldığı söylenebilir. Bununla birlikte, bazı tarihi buluntuların astar tabakalarındaki siyah renk tonlarının amorf karbonla sağlanabildiği belirtilmektedir [72]. B20 kodlu numunenin astar tabakasından elde edilen Raman spektrumunda 1600 cm^{-1} civarındaki bantın amorf karbona ait olabilme ihtimali oldukça yüksektir.

7. GENEL SONUÇLAR

Megara kasesi ve Batı Yamacı seramiği bünyelerinde kuvars, alkali feldispat ve plajiyoklas mineralleri major kalıntı fazlar, kil mineralleri, kalsit ve dolomit mineralleri ise minör kalıntı fazlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer fazların ise (özellikle diopsit, gehlenit ve hematit gibi yeni oluşan) miktarlarının düşük olduğunu söylemek mümkündür. Megara kasesi ve Batı Yamacı seramiği bünyelerinin kalsiyumca zengin (örneğin; M8 ve B2) veya zayıf (örneğin; M7 ve B23), bazen dolomit içeren (örneğin; M13 ve B16), demirce zengin (örneğin; M7 ve B8) illitik karakterde kil mineralleri (örneğin; M3 ve B1) ile oluşan hammadde kaynakları ile üretildiği görülmektedir. Batı Yamacı seramiği bünyelerinin kimyasal ve faz bileşimleri göz önünde bulundurulduğunda dolomit içeren bünye sayısı Megara kaselerine göre daha fazladır. Bu nedenle Megara kasesi bünyelerinde kullanılan hammaddelerde kalsitli bileşenler çoğunlukta iken, Batı Yamacı seramiği bünyelerinde kullanılan hammaddelerde dolomit içeriğinin fazla olduğunu belirtmek mümkündür. Ayrıca, EDX analiz sonuçlarından Batı Yamacı seramikleri astar tabakalarındaki demir içeriğinin Megara kaseleri astar tabakalarına göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

İncelenen buluntuların düşük sıcaklıklardan (<500 °C) 1100 °C'ler gibi geniş bir sıcaklık aralığında pişirilmiş olduklarından bahsedilebilir. Bu nedenle, ürün pişiriminde kararlı sıcaklığa sahip bir fırınlama işleminin bulunmadığı sonucu çıkarılmaktadır. Karakterizasyonları gerçekleştirilen hemen hemen tüm numunelerde rastlanan hematit bünye pişirimlerinin oksidatif (yükseltgen) atmosferde gerçekleştirilmiş olabileceğinin bir göstergesidir. Ancak, astar tabaka renklerindeki farklılıklar ise pişirim esnasında fırın atmosferinin kontrolünü gerektirmektedir. Mikro-Raman analiz sonuçlarından kırmızı renk tonlarının ağırlıklı olarak hematit ile elde edildiği, kahverengi ve siyah renk tonlarının ise ağırlıklı olarak maghemit, amorf karbon ve manyetit ile elde edildiği anlaşılmaktadır. Astar tabakalarında rastlanan amorf karbon, maghemit ve manyetit pişirim esnasında redüktif (indirgen) atmosferde elde edilebilmektedir. Değişik renk tonlarına sahip birçok eser bulunduğu göz önünde bulundurulduğunda üretimi gerçekleştiren kişilerin istenen renk tonlarının elde

edilmesine yönelik bilgi veya deneyime sahip oldukları düşünülebilir. Bu ürünler ile ilgili arkeometrik çalışmaların artması çeşitli bölgelere ait ürünler arasında karşılaştırmalara olanak sağlayacağından Hellenistik dönem pişmiş toprak ürünlerin üretimde kullanılan teknolojik özelliklerin ortak yanları veya farklılıkları, paylaşımın hangi bölgelerde ne ölçüde dağıldığı görülebilecektir.

Farklı bölgelere ait aynı dönemde üretilen ürünler arasında kıyaslama yapabilmek arkeolojik açıdan bu bölgeler arasındaki teknolojik, sosyal, kültürel ve ticari ilişkilerin anlaşılması için oldukça önemlidir. Diğer bölgelere ait benzer ürünler ile karşılaştırıldığında Dorylaion antik kenti Hellenistik dönem Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramiklerinin kendilerine özgü kimyasal ve mineralojik bileşimlere sahip oldukları söylenebilir. Bununla birlikte, Hellenistik dönem seramik ürünlerinin üretilmesinde genel olarak değişik oranlarda kalsiyum içeriğine sahip, demirce zengin, illit ve muskovit gibi sıklıkla gözlenen kil minerallerini içeren hammadde kaynaklarının kullanılması önemli bir husustur. Hellenistik dönem boyunca yaygın şekilde kullanılan bu ürünlerin üretiminde belirli bir tasarım süreci bulunduğundan bahsetmek yersiz bir yaklaşım olmayacaktır. Bu tasarım sürecinde kullanılan bilgi veya deneyimin Hellenistik dönemde Dorylaion'a da bir şekilde taşındığını belirtmek mümkündür.

Seramik malzemeler için gerçekleştirilen arkeometrik çalışmaların büyük bir çoğunluğu tarihlendirme analizlerini, teknolojik özelliklerin aydınlatılmasını ve provenansın belirlenmesini kapsamaktadır. Megara kaseleri ve Batı Yamacı seramikleri kendilerine özgü özellikleri ile tarihsel olarak belirli bir döneme ait ürünlerdir. Genelde tarihlendirme analizlerine gereksinim duymamaktadırlar. Mevcut çalışma kapsamında ise ürünlerin üretim süreçlerine yönelik belirli bir ölçüde bilgi eldesi sağlanmıştır. Provenansın belirlenmesi ürünlerin yerleşim bölgesinde yapıldığının veya başka bölgelerden geldiğinin tespiti için oldukça önemlidir. Arkeolojik kazı bölgesinde bulunan atölye, fırın kalıntıları veya üretime yardımcı malzemeler bu sorunun aydınlatılmasını sağlayabilmektedir. Ancak, arkeometrik çalışmalarla da bir eserin o bölgede üretilip üretilmediği tespit edilebilir. Bunun için nötron aktivasyon analizi (NAA) gibi oldukça yüksek hassasiyete sahip kimyasal analiz sonuçlarına gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışmada belirtilen arkeolojik bulgulara ek olarak, bu türdeki bir analizi süreci ile

elde edilecek sonuçların provenans konusunu kesin şekilde aydınlatılabileceği düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Darga, A.M., “Şarhöyük-Dorylaion kazıları (1989-1992)”, *15. Kazı Sonuçları Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Cilt 1, 481-502, 1994.
- [2] Darga, A.M., “1993 yılı Şarhöyük-Dorylaion (Eskişehir) kazıları”, *16. Kazı Sonuçları Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Cilt 1, 351-368, 1995.
- [3] Darga, A.M., “Şarhöyük (Dorylaion) kazıları 1997-1998”, *Anadolu Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, **2**, 97-127, 2000.
- [4] Darga, A.M., Sivas, T., “Şarhöyük-Dorylaion kazıları 1999 Yılı Sonuçları”, *22. Kazı Sonuçları Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Cilt 2, 51-62, 2001.
- [5] Darga, A.M., Sivas, T., Sivas H., “2000 yılı Şarhöyük-Dorylaion kazıları”, *23. Uluslararası Kazı Sonuçları Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Cilt 2, 207-218, 2002.
- [6] Darga, A.M., Sivas, T., Sivas H., “2001 yılı Şarhöyük/Dorylaion kazısı ve Karatuzla nekropolü temizlik çalışmaları”, *24. Kazı Sonuçları Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Cilt 2, 47-59, 2003.
- [7] Darga, A.M., Sivas, T., Sivas, H., “Şarhöyük/Dorylaion kazısı 2003 yılı çalışmaları”, *26. Uluslararası Kazı Sonuçları Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Cilt 2, 343-350, 2005.
- [8] Henderson, J., “Techniques of Scientific Analysis”, *The Science and Archaeology of Materials*, Taylor&Francis Group, Glasgow, Great Britain, 8-21, 2000.
- [9] Loehman, R.E., “Characterization of Ceramics” *Characterization of Ceramics* (Ed: Loehman, E.H.), Reed Publishing, Boston, USA, 84-85, 1993.
- [10] Rotroff, S.I., *Hellenistic Pottery: Athenian and imported moldmade bowls: 22 (the Athenian agora)*, American School of Classical Studies at Athens, New Jersey, U.S.A., 1982.

- [11] Bouzek, J., Jansova, L., *Megarian bowls, kyme I*, Anatolian Collection of Charles University, Prauge, Czech Republic, 1974.
- [12] Jones, F.F., "The pottery, excavations at Gözlü Kule, Tarsus" *The Hellenistic and Roman Period*, Vol. 1, (ed: Goldman, H.) Princeton University Press, U.S.A., 149-296, 1950.
- [13] Kossatz, A.U., *Die megarischen becher, funde aus Milet teil I, Milet VI*, Berlin-Newyork, U.S.A., 1990.
- [14] Laumonier, A., *La céramique Hellénistique à reliefs. 1. Ateliers "Ioniens"*, XXXI, Paris, France, 1977.
- [15] Rotroff, S.I., *Hellenistic pottery Athenian and imported moldmade bowls, the Athenian agora*, Volume XXII, Princeton, New Jersey, U.S.A., 1982.
- [16] Schafer, J., *Hellenistische keramik aus Pergamon*, Berlin, Germany, 1968.
- [17] Waage, F.O., *Antioch on the Orontes IV: Hellenistic and Roman tableware of north Syria*, Princeton, U.S.A, 1948.
- [18] Ziegenaus, O., Luca, G., *Das Asklepieion*, Pergamon XI 1, Berlin, Germany, 1968.
- [19] Anlağan, T., *Sadberk hanım müzesi kalıplı kaseler ve kabartmalı kaplar*, Sadberk Hanım Müzesi Yayınları, İstanbul, 2000.
- [20] Ekiz, H.H., Ünlü, A., "İzmir arkeoloji müzesinde bulunan bir grup Megara kasesi baskı kalıbı ile Megara kasesi kalıbı", *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi*, **5**, 51-56, 2005.
- [21] Sivas, T., "Şarhöyük (Dorylaion) kazılarında ele geçen Megara kaseleri (kalıplı kaseler)", *1. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Tepebaşı Belediyesi Yayını, Eskişehir, 5-15, 2001.
- [21] Watzinger, C., "Vasenfunde aus Athen", *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts*, Berlin, Germany, 70-84, 1901.
- [22] Uğurlu, E., "Batı Yamacı seramiği", *Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi*, **5**, 145-163, 1998.
- [23] Goldman, H., "Excavations at Gözlü Kule, Tarsus I", *The Hellenistic and Roman period*, Princeton University Press, Princeton, U.S.A., 1950.
- [24] Conze, A., *Altertümer von Pergamon*, Deutsches Archäologisches Institut, vol.1-2, Berlin, Germany, 1913.

- [25] Pagenstecher, R., *Die gefasse in stein und ton, knochenschnitzerein*, (expedition erust von sieglin, ausgrabungen in Alexandria, vol. II), Die griechisch-ägyptische Sammlung, Leipzig, Germany, 1913.
- [26] Thomson, H., *Two centuries of Hellenistic pottery*, Hesperia, vol.3, American School of Classical Studies at Athens, Princeton, U.S.A., 1934.
- [27] Kara, A., Darga, M., Ay, N., Ayas, E., Sivas, T., Sivas, H., “Characterisation of Dorylaion (Turkey) pottery sherds from Hittite period”, *Key Engineering Materials*, **264-268**, 2387-2390, 2004.
- [28] Tuğrul, A.B., Darga, M., “Bir Hitit mühür baskısının tahribatsız muayene metotları ile incelenmesi”, *16. Arkeometri Sonuçları Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, No: 2531, 49-56, 2001.
- [29] Riccardi, M.P., Messiga, B., Duminuco, P., “An approach to the dynamics of clay firing”, *Applied Clay Science*, **15**, 393–409, 1999.
- [30] Fisher, P., “Some comments on the color of fired clays”, *Die Ziegelindustrie International*, **37**, 475-483, 1984.
- [31] Tite, M.S., Bimson, M., Freestone, I.C., “An examination of the high gloss surface finishes on Greek Attic and Roman Samian wares”, *Archaeometry*, **24**, 117-126, 1982.
- [32] Cultrone, G., Navarro, C.R., Sebastian, E., Cazalla, O., Torre, M.J., “Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing”, *Eur. J. Mineral*, **13**, 621-634, 2001.
- [33] Duminuco, P., Messiga, B., Riccardi, M.P., “Firing process of natural clays: some microtextures and related phase compositions”, *Thermochimica Acta*, **321**, 185-190, 1998.
- [34] Aras, A., “The change of phase composition in kaolinite- and illite-rich clay-based ceramic bodies”, *Applied Clay Science*, **24**, 257– 269, 2004.
- [35] Papachristodoulou, C., Oikonomou, A., Ioannides, K., Gravani, K., “A study of ancient pottery by means of X-ray fluorescence spectroscopy, multivariate statistics and mineralogical analysis”, *Analytica Chimica Acta*, **573**, 347-353, 2006.

- [36] Barone, G., Crupi, V., Galli, S., Majolino, D., Migliardo, P., Venuti, V., "Spectroscopic investigation of Greek ceramic artefacts", *Journal of Molecular Structure*, **651**, 449–458, 2003.
- [37] Gimenez, R.G., de la Villa, R.V., de la Rosa, P.R., Dominguez, M.D.P., Rucandio, M.I., "Analytical and multivariate study of Roman age architectural terracotta from northeast of Spain", *Talanta*, **65**, 861-868, 2005.
- [38] Vinagre, U.M., Latini, R.M., Bellido, A.V.B., Buarque, A., Borges, A.M., "Ancient ceramic analysis by neutron activation in association with multivariate methods", *Brazilian Journal of Physics*, **35**, 779-781, 2005.
- [39] Kennett, D.J., Sakai, S., Neff, H., Gossett, R., Larson, D.O., "Compositional characterization of prehistoric ceramics: A new approach", *Journal of Archaeological Science*, **29**, 443-455, 2002.
- [40] Pillay, A.E., Punyadeera, C., Jacobson, L., Eriksen, J., "Analysis of ancient pottery and ceramic objects using X-ray fluorescence spectrometry", *X-Ray Spectrometry*, **29**, 53-62, 2000.
- [41] Marengo, E., Aceto, M., Robotti, E., Liparota, M.C., Bobba, M., Panto, G., "Archaeometric characterisation of ancient pottery belonging to the archaeological site of Novalesa Abbey (Piedmont, Italy) by icp-ms and spectroscopic techniques coupled to multivariate statistical tools", *Analytica Chimica Acta*, **537**, 359-375, 2005.
- [42] Maravelaki-Kalaitzaki, P., Kallithrakas-Kontos, N., "Pigment and terracotta analyses of Hellenistic figurines in Crete", *Analytica Chimica Acta*, **497**, 209-225, 2003.
- [43] De Benedetto, G.E., Laviano, R., Sabbatini, L., Zambonin, P.G., "Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery", *Journal of Cultural Heritage*, **3**, 177-186, 2002.
- [44] Rathossi, C., Tsolis-Katagas, P., Katagas, C., "Technology and composition of Roman pottery in northwestern Peloponnese, Greece", *Applied Clay Science*, **24**, 313-326, 2004.
- [45] Reed, J., "Firing Processes", *Introduction to the Principles of Ceramic Processing*, Wiley-Interscience Publication, U.S.A., 440-469, 1998.

- [46] Milheiro, F.A.C., Freire, M.N., Silva, A.G.P., Holanda, J.N.F., “Densification behaviour of a red firing Brazilian kaolinitic clay”, *Ceramics International*, **31**, 757-763, 2005.
- [47] Kong, L.B., Chen, Y.Z., Zhang, T.S., Ma, J., Boey, F., Huang, H., “Effect of alkaline-earth oxides on phase formation and morphology development of mullite ceramics”, *Ceramics International*, **30**, 1319-1323, 2004.
- [48] Jordan, M.M., Sanfeliu, T., de la Fuente, C., “Firing transformations of tertiary clays used in the manufacturing of ceramic tile bodies”, *Applied Clay Science*, **20**, 87-95, 2001.
- [49] Hajjaji, M., Kacim, S., Boulmane, M., “Mineralogy and firing characteristics of a clay from the valley of Ourika (Morocco)”, *Applied Clay Science*, **21**, 203-212, 2002.
- [50] Maritan, L., Mazzoli, C., Nodari, L., Russo, U., “Second iron age grey pottery from Este (northeastern Italy): study of provenance and technology”, *Applied Clay Science*, **29**, 31-44, 2005.
- [51] Al-Saa’d, Z., Roussan, A., “Determination of the initial firing conditions of Ayyubid/Mamluk painted pottery excavated from northern Jordan”, *Geoarchaeology*, **4**, 333–349, 1999.
- [52] Bhatnagar, J.M., Goel, R.K., “Thermal changes in clay products from alluvial deposits of the indo-gangetic plains”, *Construction and Building Materials*, **16**, 113-122, 2002.
- [53] Broekmans, T., Adriaens, A., Pantos, E., “Analytical investigations of cooking pottery from Tell Beydar (ne-Syria)”, *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B*, **226**, 92-97, 2004.
- [54] Grimshaw, R.W., “Reactions at High Temperatures”, *The Chemistry and Physics of Clays*, Techbooks, India, 727, 1971.
- [55] Shoval, S., “Using FT-IR spectroscopy for study of calcareous ancient ceramics”, *Optical Materials*, **24**, 117–122, 2003.
- [56] Jordan, M.M., Boix, A., Sanfeliu, T., de la Fuente, C., “Firing transformations of cretaceous clays used in the manufacturing of ceramic tiles”, *Applied Clay Science*, **14**, 225-234, 1999.

- [57] Maritan, L., Nodari, L., Mazzoli, C., Milano, A., Russo, U., “Influence of firing conditions on ceramic products: experimental study on clay rich in organic matter”, *Applied Clay Science*, **31**, 1-15, 2006.
- [58] Weerd, J.V.D., Smith, G.D., Firth, S., Clark, R.J.H., “Identification of black pigments on prehistoric southwest American potsherds by infrared and Raman microscopy”, *Journal of Archaeological Science*, **31**, 1429-1437, 2004.
- [59] Tang, C.C., MacLean, E.J., Roberts, M.A., Clarke, D.T., Pantos, E., “The study of attic black gloss sherds using synchrotron X-ray diffraction”, *Journal of Archaeological Science*, **28**, 1015–1024, 2001.
- [60] Trindade, M.J., Dias, M.I., Coroado, J., Rocha, F., “Mineralogical transformations of calcareous rich clays with firing: A comparative study between calcite and dolomite rich clays from Algarve, Portugal”, *Applied Clay Science*, **42**, 345-355, 2009.
- [61] Cairo, A., Messiga, B., Riccardi, M.P., “Technological features of the ‘Cotto Variegato’: a petrological approach”, *Journal of Cultural Heritage*, **2**, 133–142, 2001.
- [62] Doksanaltı, E., “Knidos-Kap Krio Hellenistik sarnıç buluntuları”, *Les Ceramiques en Anatolie aux Epoques Hellenistique et Romaine, Actes de la Table Ronde d’Istanbul Bildiriler Kitabı*, Institut Français d’études Anatoliennes yayını, İstanbul, 27-33, 1996.
- [63] Tuna, N., “Datça/Reşadiye seramik atölyelerinde Hellenistik dönem günlük seramik üretimi”, *Les Ceramiques en Anatolie aux Epoques Hellenistique et Romaine, Actes de la Table Ronde d’Istanbul Bildiriler Kitabı*, Institut Français d’études Anatoliennes yayını, İstanbul, 45-54, 1996.
- [64] Dereboylu, E., “Daskyleion kabartmalı kaseleri ve Batı Yamacı kapları kronoloji ve üretim yeri problemleri”, *Les Ceramiques en Anatolie aux Epoques Hellenistique et Romaine, Actes de la Table Ronde d’Istanbul Bildiriler Kitabı*, Institut Français d’études Anatoliennes yayını, İstanbul, 55-64, 1996.
- [65] Çorbacı, H.Y., “Mersin Müzesi’nde bulunan Megara kaseleri”, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, **16**, 169-186, 2007.

- [66] Rieder, M. and The Mica Subcommittee, "Nomenclature of the micas", Commission on New Minerals and Mineral Names of the International Mineralogical Association, *The Canadian Mineralogist*, **36**, 41-48, 1998.
- [67] Carretero, M.I., Dondi, M., Fabbri, B., Raimondo, M., "The influence of shaping and firing technology on ceramic properties of calcareous and non-calcareous illitic-chloritic clays", *Applied Clay Science*, **20**, 301-306, 2002.
- [68] Grimshaw, R.W., "Mineralogical analysis methods", *The Chemistry and Physics of Clays*, Techbooks, India, 246-247, 254-255, 1971.
- [69] Oh, S.J., Cook, D.C., Townsend, H.E., "Characterization of iron oxides commonly formed as corrosion products on steel", *Hyperfine Interactions*, **112**, 59-65, 1998.
- [70] Anonim, *Mineral Raman database*, 2010. <http://www.fis.unipr.it/phevix/ramandb.html>
- [71] Anonim, *Database of Raman spectra*, 2010. <http://rruff.info/>
- [72] Legodi, M.A., de Waal, D., "Raman spectroscopic study of ancient South African domestic clay pottery", *Spectrochimica Acta Part a-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **66**, 135-142, 2007.

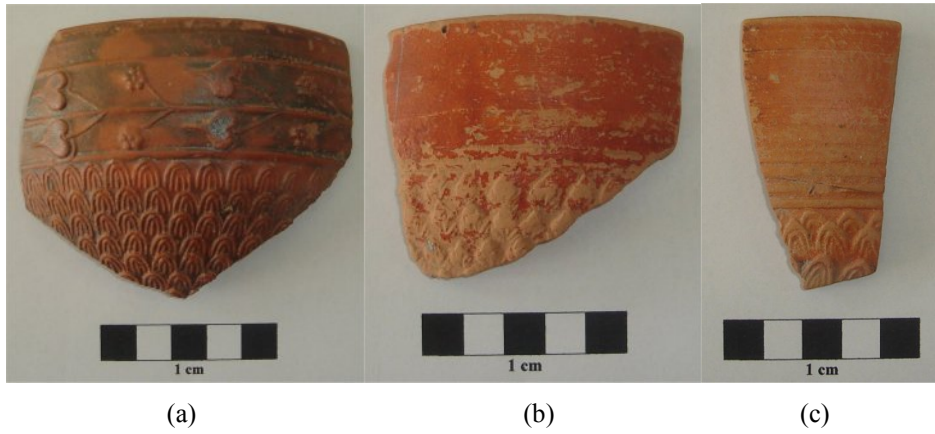
Ek-1 Megara Kaseleri ve Batı Yamacı Seramikleri



Şekil 1. (a) M1, (b) M2 ve (c) M3 kodlu Megara kasesi parçası



Şekil 2. (a) M4, (b) M5 ve (c) M6 kodlu Megara kasesi parçası



Şekil 3. (a) M7, (b) M8 ve (c) M9 kodlu Megara kasesi parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 4. (a) M10, (b) M11 ve (c) M12 kodlu Megara kasesi parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 5. (a) M13, (b) M14ve (c) M15 kodlu Megara kasesi parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 6. (a) M16, (b) M17 ve (c) M18 kodlu Megara kasesi parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 7. (a) M19, (b) M20 ve (c) M21 kodlu Megara kasesi parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 8. (a) M22, (b) M23 ve (c) M24 kodlu Megara kasesi parçası



(a)

(b)

Şekil 9. (a) M25 ve (b) M26 kodlu Megara kasesi parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 10. (a) B1, (b) B2 ve (c) B3 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 11. (a) B4, (b) B5 ve (c) B6 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası

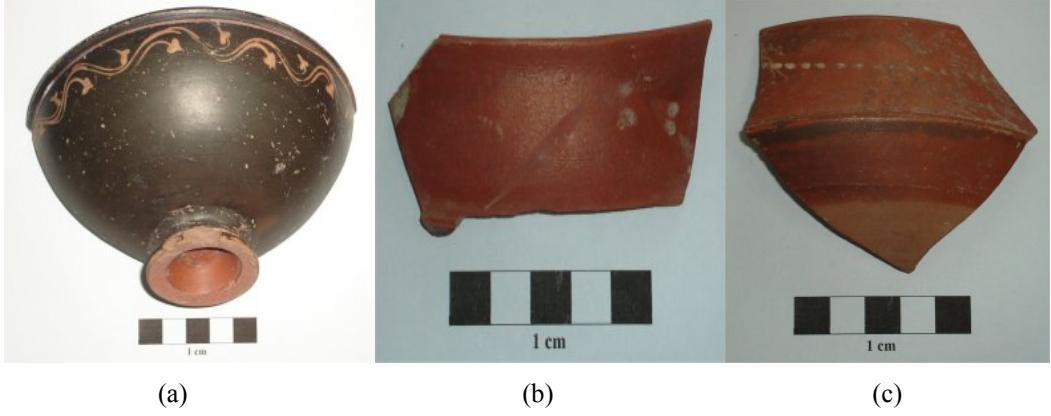


(a)

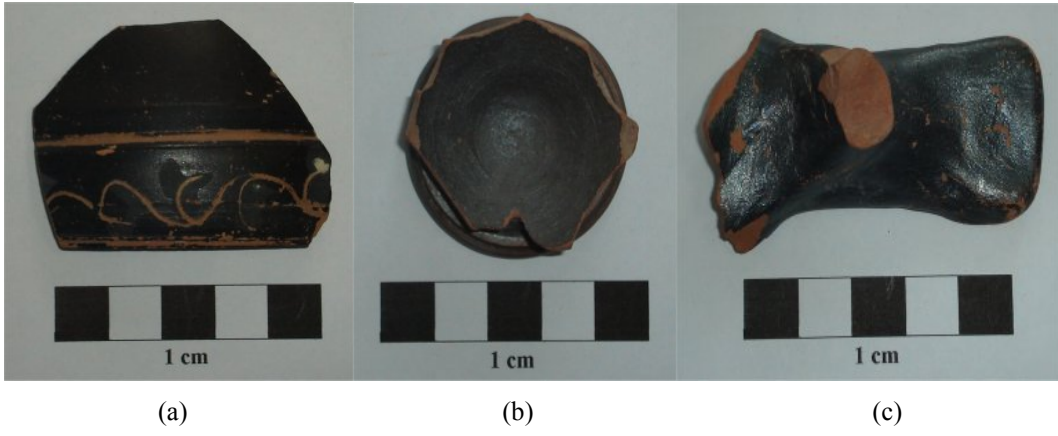
(b)

(c)

Şekil 12. (a) B7, (b) B8 ve (c) B9 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası



Şekil 13. (a) B10, (b) B11 ve (c) B12 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası



Şekil 14. (a) B13, (b) B14 ve (c) B15 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası



Şekil 15. (a) B16, (b) B17 ve (c) B18 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası



(a)

(b)

(c)

Şekil 16. (a) B19, (b) B20 ve (c) B21 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası

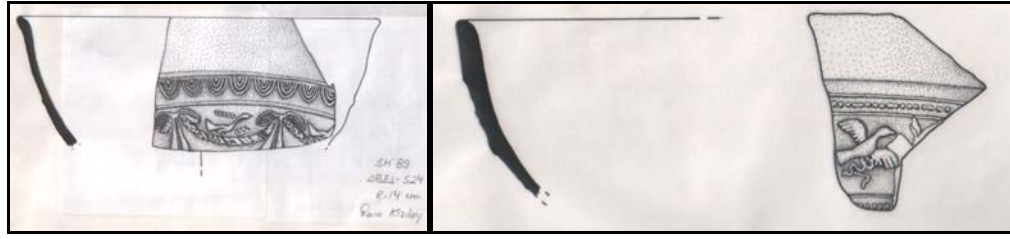


(a)

(b)

Şekil 17. (a) B22 ve (b) B23 kodlu Batı Yamacı seramiği parçası

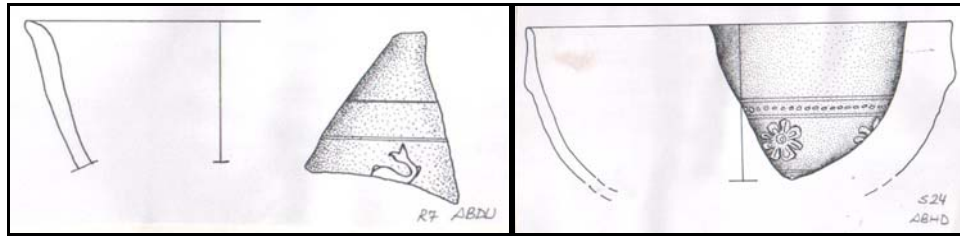
Ek-2 Profil Çizimleri



(a)

(b)

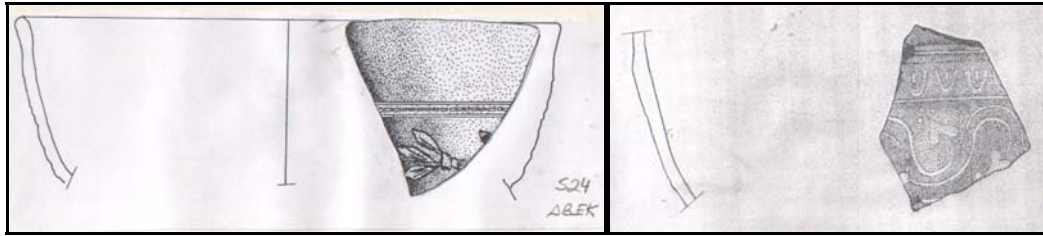
Şekil 1. (a) M1 ve (b) M2 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

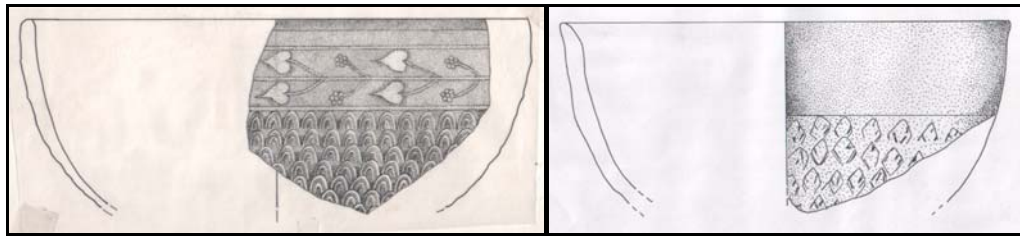
Şekil 2. (a) M3 ve (b) M4 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

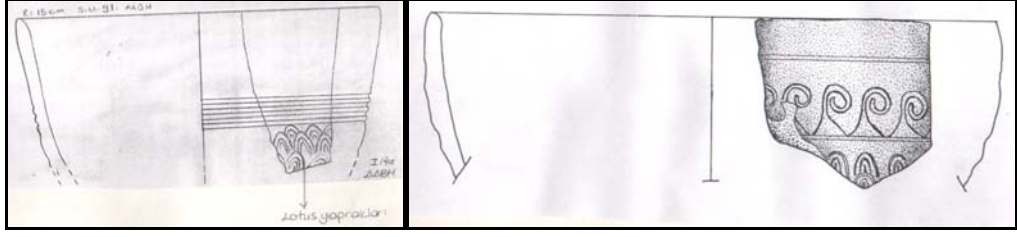
Şekil 3. (a) M5 ve (b) M6 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

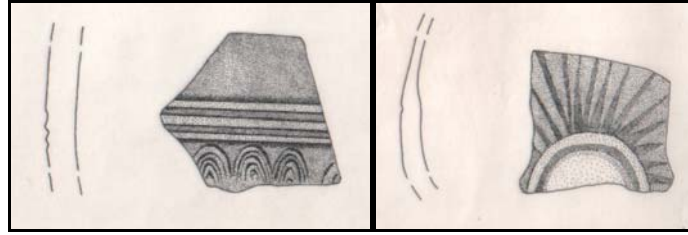
Şekil 4. (a) M7 ve (b) M8 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

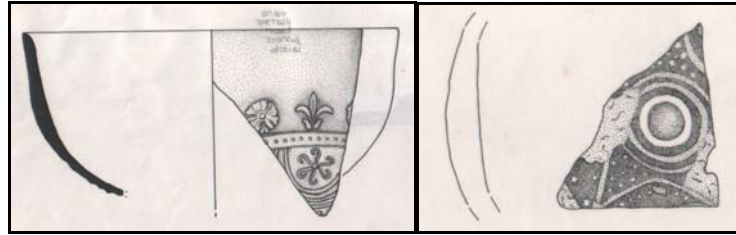
Şekil 5. (a) M9 ve (b) M10 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

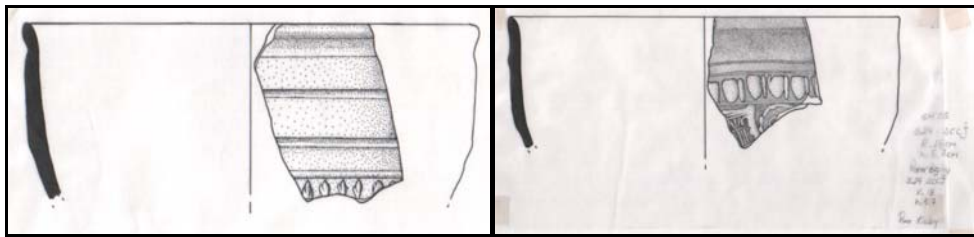
Şekil 6. (a) M11 ve (b) M12 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

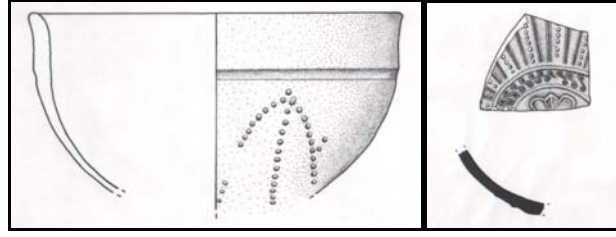
Şekil 7. (a) M13 ve (b) M14 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

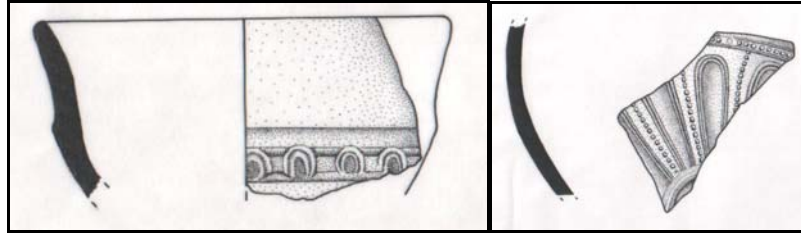
Şekil 8. (a) M15 ve (b) M16 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

Şekil 9. (a) M17 ve (b) M18 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

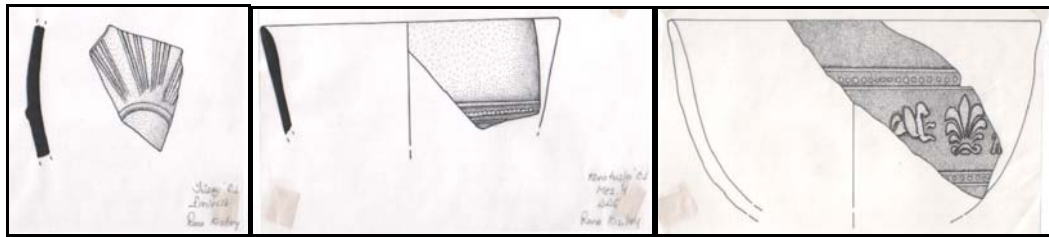
Şekil 10. (a) M19 ve (b) M20 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

Şekil 11. (a) M21, (b) M22 ve (c) M23 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi

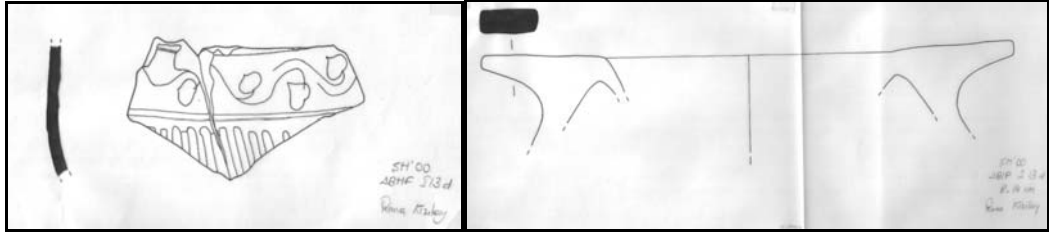


(a)

(b)

(c)

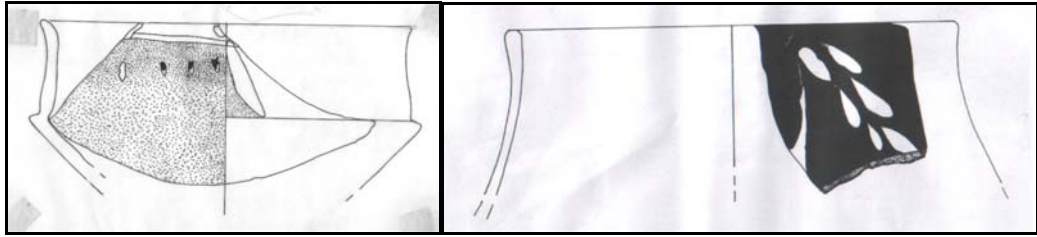
Şekil 12. (a) M24, (b) M25 ve (c) M26 kodlu Megara kasesi parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

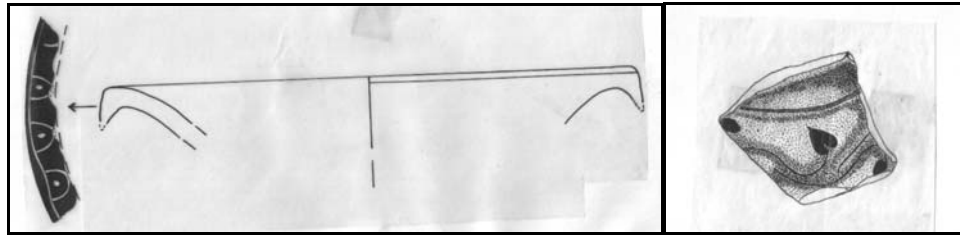
Şekil 13. (a) B1 ve (b) B2 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

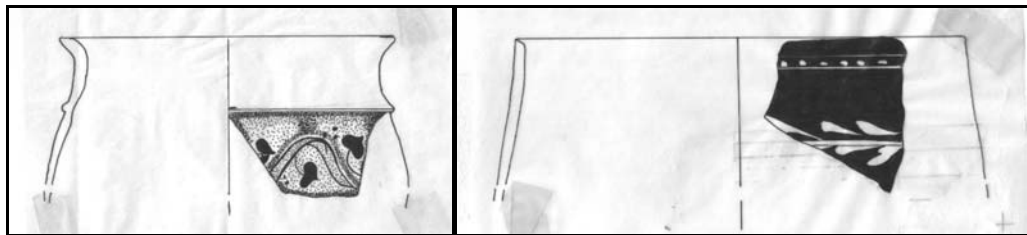
Şekil 14. (a) B3 ve (b) B4 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

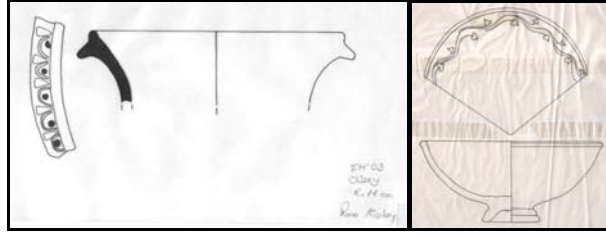
Şekil 15. (a) B5 ve (b) B6 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

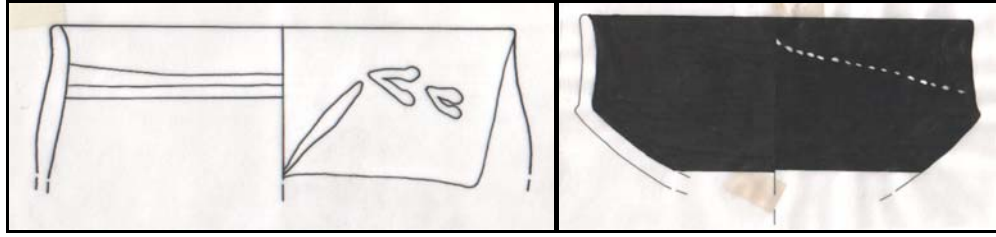
Şekil 16. (a) B7 ve (b) B8 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

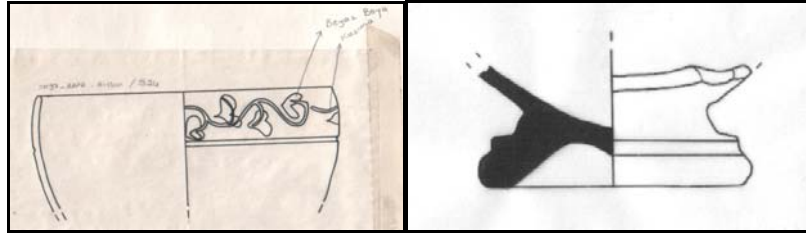
Şekil 17. (a) B9 ve (b) B10 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

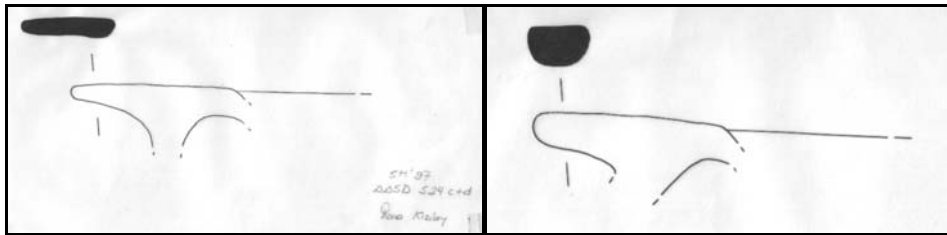
Şekil 18. (a) B11 ve (b) B12 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

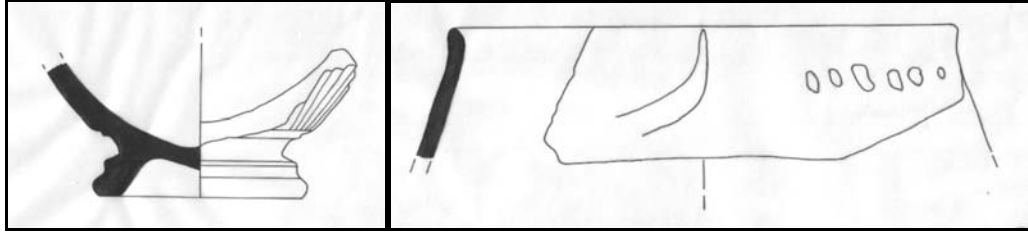
Şekil 19. (a) B13 ve (b) B14 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

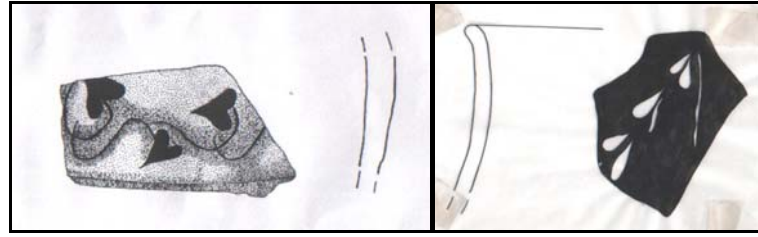
Şekil 20. (a) B15 ve (b) B16 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

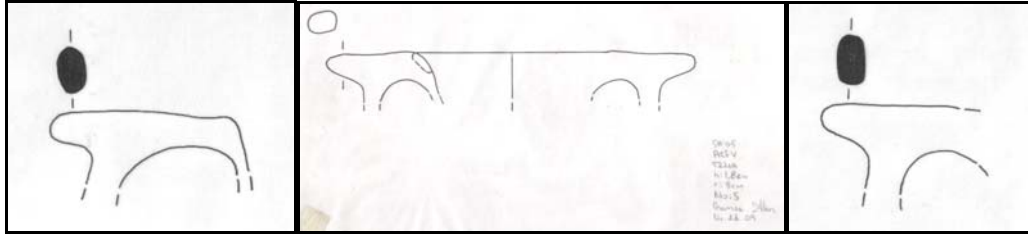
Şekil 21. (a) B17 ve (b) B18 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



(a)

(b)

Şekil 22. (a) B19 ve (b) B20 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi



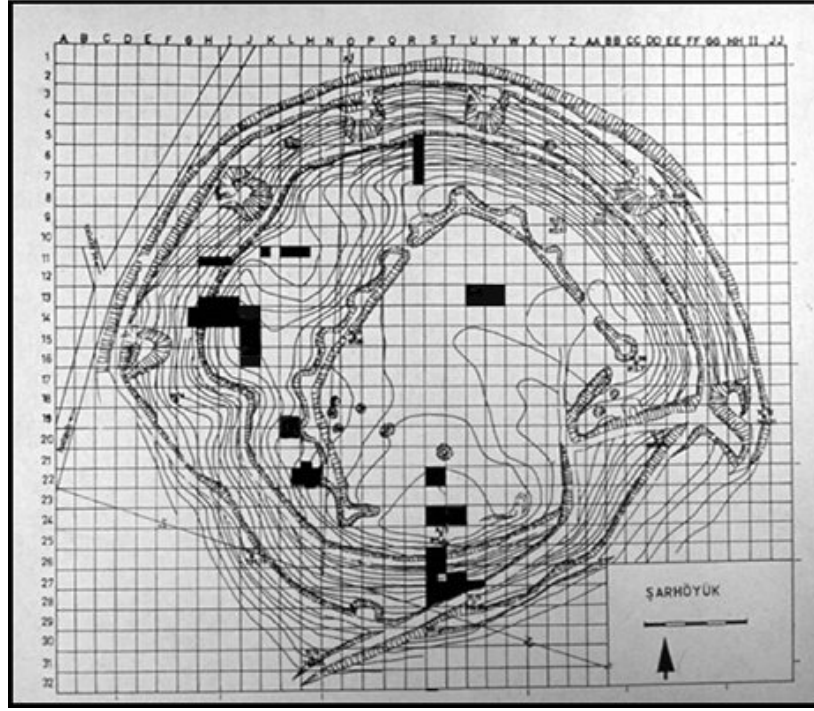
(a)

(b)

(c)

Şekil 23. (a) B21, (b) B22 ve (c) B23 kodlu Batı Yamacı seramiği parçasına ait profil çizimi

Ek-3 Şarhöyük Kazı Alanı Plankareleri



Şekil 1. Şarhöyük arkeolojik kazı alanı temsili plankare bölünümü. Siyah bölgeler kazı çalışmaları yapılan plankareleri göstermektedir



Şekil 2. Şarhöyük arkeolojik kazı alanı fotoğrafı üzerinde kazı çalışmaları yapılan plankarelerin temsili gösterimi



Şekil 3. Şarhöyük arkeolojik kazı alanı temsili I14 plankaresi fotoğrafı



Şekil 4. Şarhöyük arkeolojik kazı alanı temsili J14-15 plankaresi fotoğrafı