



**T.C.**  
**BATMAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KURİKİ HÖYÜK (BATMAN) KAZILARINDA ELE GEÇEN BİR GRUP BOYA  
BEZEMELİ KAPLARIN ARKEOMETRİK KARAKTERİZASYONU**

**Müslüm ADSAN**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI**

**Şubat-2019**  
**BATMAN**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Müslüm ADSAN

Tarih: 27.02.2019

**TEZ KABUL VE ONAYI**

Müslüm ADSAN tarafından hazırlanan “**Kuriki Höyük (Batman) Kazılarında Ele Geçen Bir Grup Boya Bezemeli Kapların Arkeometrik Karakterizasyonu**” adlı tez çalışması 27/02/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

**Başkan**

Prof. Dr. Kamil Levent ZOROĞLU

**Danışman**

Dr.Öğr.Üyesi Murat BAYAZİT

**Üye**

Dr. Öğr. Üyesi Atiye Bahar MERGEN

.....  
.....  
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

.....  
Doç. Dr. Bahattin İŞCAN  
FBE Müdürü  
BATMAN  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

#### **Kuriki Höyük (Batman) Kazılarında Ele Geçen Bir Grup Boya Bezemeli Kapların Arkeometrik Karakterizasyonu**

**Müslüm ADSAN**

**Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Arkeometri Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT**

**2019, 107 Sayfa**

Jüri

Prof. Dr. Kamil Levent ZOROĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi Atiye Bahar MERGEN  
Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT

Bu tez çalışması Kuriki Höyük (Oymataş Köyü, Batman/Merkez) arkeolojik kazılarında ele geçen 22 adet boya bezemeli seramik buluntusu için uygulanan arkeometrik incelemeleri içermektedir. Bu amaçla, seramiklerin karakterizasyon sürecinde XRD (X-ışını difraksiyon), FTIR (Fourier dönüşümlü kızılötesi) spektroskopisi, petrografi, SEM/EDX (taramalı elektron mikroskobu/enerji saçınımlı X-ışını spektroskopisi) ve Tg-Dta (termogravimetri-diferansiyel termal analiz) yöntemleri kullanılarak seramiklerin üretim özellikleri (hammadde, pişirim sıcaklık aralığı, atmosfer, pişirim tekniği vb.) belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda seramik bünyelerin pişirim sıcaklıklarının 700-900°C arasında değiştiği, ancak genel olarak 800-900°C aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Seramiklerin çoğunluğunda yüksek oranda belirlenen CaO miktarı ve XRD ile tespit edilen kalsit ve kalsite bağlı olarak yüksek sıcaklıkta oluşan piroksen ve gehlenit gibi mineraller bu seramiklerin üretiminde genel olarak kalkerli hammadde kullanıldığına işaret etmiştir. Bölgenin jeolojik yapısı dikkate alındığında, incelenen çoğu seramiğin yerel üretim olma olasılıklarının yüksek olduğu belirlenmiştir. FTIR ve TG-DTA analizleri ile kalsit ihtivasının birincil veya ikincil olma durumu incelenmiş, ayrıca FTIR analizi ile bazı mineral içerikleri (kuvars, kil, feldspat/plajiyoklaz, hematit, piroksen vb.) karakteristik bant değerleri ile saptanmıştır. Petrografik analiz sonuçları seramiklerin hammadde kaynağı olarak aynı kayalık kökenine sahip olduğunu göstermiş ve buna bağlı olarak da seramiklerin hammadde içeriği olarak birbirlerine yakın özellikte olduğu ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Seramik arkeometrisi, Karakterizasyon, Kuriki Höyük.

## **ABSTRACT**

## **MS THESIS**

### **Archaeometric Characterization of Painted Wares from Kuriki Mound Excavations (Batman)**

**Müslüm ADSAN**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
BATMAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE /**

**Advisor: Asst. Prof. Dr. Murat BAYAZİT**

**2019, 107 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Kamil Levent ZOROĞLU  
Asst. Prof. Dr. Atiye Bahar MERGEN  
Asst. Prof. Dr. Murat BAYAZİT**

This study covers the archaeometric investigation of 22 painted wares uncovered during the archaeological excavations in Kuriki Mound (Oymataş Village, Batman/Turkey). For this purpose, the production properties of the ceramics (raw material, firing temperature range, atmosphere, firing technique etc.) were determined by using the methods of XRD (X-ray diffraction), FT-IR (Fourier transformed infrared) spectroscopy, petrography, SEM/EDX (scanning electron microscope/energy diffraction X-ray spectroscopy) and Tg-Dta (thermogravimetric-differential thermal analysis).

As a result of the study, it was seen that the firing temperatures of the ceramic fabrics change in the range of 700-900°C, but it was generally between 800-900°C. In most of the ceramics the high amount of CaO, the existence of calcite (identified by XRD) and the minerals such as pyroxene and gehlenite (formed at high temperatures thanks to the presence of calcite) indicated that, generally, calcareous raw material was used in production of these potsherds. Considering the geological structure of the region, it was deduced that most of the ceramics would have likely belong to a local production. The primary and secondary calcite were evaluated through the FT-IR and TG-DTA analyses, additionally some of the minerals (quartz, clay, feldspar / plagioclase, hematite, pyroxene, etc.) were determined by FT-IR analysis through their characteristic band values. The results of the petrographic analysis showed that ceramics have the same rock origin in the context of the raw material source, and indicated that the ceramics were close to each other in terms of the raw material content.

**Keywords:** Ceramic archaeometry, Characterization, Kuriki Mound.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında değerli zamanlarını bana ayıran ve desteklerini hiç esirgemeyen bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Murat Bayazit'e, seramik örneklerin teminini sağlayan ve literatür katkısı yapan Dr. Öğr. Üyesi Elif Genç'e (Çukurova Üniversitesi), çalışma kapsamında uygulanan analizlerin gerçekleştirilmesinde katkı ve destekleri bulunan Doç. Dr. Sema Tetiker'e (Batman Üniversitesi) ve Doç. Dr. Ali Akın Akyol'a (Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi) teşekkür ederim. Son olarak, analizlerin gerçekleştirildiği laboratuvar yetkilileri ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında bana güvendikleri ve destek verdikleri için babam Şerif Adsan, annem Muhteber Adsan ve değerli eşim Mukaddes Adsan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Müslüm ADSAN  
BATMAN-2019

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Seramik .....	1
1.2. Arkeometri .....	3
1.3. Kuriki Höyük (Batman, Türkiye).....	4
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>7</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>12</b>
3.1. Materyal .....	12
3.2. Yöntemler.....	17
3.2.1. Mineral/Faz Analizi (X-Işınları Difraksiyonu, XRD) .....	17
3.2.2. Petrografi (Optik Mikroskop) .....	17
3.2.3. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi .....	17
3.2.4. SEM/EDX (Taramalı Elektron Mikroskobu/Enerji Saçınımlı X-Işını Spektroskopisi) .....	18
3.2.5. TG-DTA (Termogravimetri - Diferansiyel Termal Analiz) .....	18
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>19</b>
4.1. Mineral/Faz Analizi (X-Işınları Difraksiyonu, XRD) sonuçları .....	19
4.2. TG-DTA (Termogravimetri - Diferansiyel Termal Analizi) sonuçları.....	30
4.3. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) sonuçları .....	46
4.4. Petrografi (İnce Kesit optik mikroskop) Analizi Sonuçları .....	58
4.5. Mikro yapı Analiz (SEM/EDX) Sonuçları.....	62
<b>GENEL SONUÇ VE TARTIŞMA</b> .....	<b>86</b>
<b>ÖNERİLER</b> .....	<b>87</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>88</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>94</b>

# ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ

## Şekiller Dizini

Şekil	Sayfa
Şekil 1. 1. Kuriki Höyük-1 ve Kuriki Höyük-2 (güneyden bakış) .....	5
Şekil 1. 2. Kuriki Höyük havadan görünümünü gösteren fotoğraf.....	5
Şekil 1. 3. Kuriki Höyük lokasyon haritası.....	6
Şekil 3. 1. Seramiklere ait fotoğraflar (MA-1 / MA-8). .....	13
Şekil 3. 2. Seramiklere ait fotoğraflar (MA-9 / MA-16). .....	13
Şekil 3. 3. Seramiklere ait fotoğraflar (MA-17 / MA-22). .....	14
Şekil 4. 1. MA-1 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	19
Şekil 4. 2. MA-2 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	19
Şekil 4. 3. MA-3 kodlu seramiğe ait XRD paterni. ....	20
Şekil 4. 4. MA-4 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	20
Şekil 4. 5. MA-5 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	21
Şekil 4. 6. MA-6 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	21
Şekil 4. 7. MA-7 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	22
Şekil 4. 8. MA-8 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	22
Şekil 4. 9. MA-9 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	23
Şekil 4. 10. MA-10 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	23
Şekil 4. 11. MA-11 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	24
Şekil 4. 12. MA-12 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	24
Şekil 4. 13. MA-13 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	25
Şekil 4. 14. MA-14 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	25
Şekil 4. 15. MA-15 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	26
Şekil 4. 16. MA-16 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	26

Şekil 4. 17. MA-17 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	27
Şekil 4. 18. MA-18 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	27
Şekil 4. 19. MA-19 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	28
Şekil 4. 20. MA-20 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	28
Şekil 4. 21. MA-21 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	29
Şekil 4. 22. MA-22 kodlu seramiğe ait XRD paterni .....	29
Şekil 4. 23. MA-1 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	31
Şekil 4. 24. MA-2 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	31
Şekil 4. 25. MA-3 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	32
Şekil 4. 26. MA-4 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	32
Şekil 4. 27. MA-5 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	33
Şekil 4. 28. MA-6 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	33
Şekil 4. 29. MA-7 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	34
Şekil 4. 30. MA-8 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	34
Şekil 4. 31. MA-9 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	35
Şekil 4. 32. MA-10 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	35
Şekil 4. 33. MA-11 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	36
Şekil 4. 34. MA-12 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	36
Şekil 4. 35. MA-13 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	37
Şekil 4. 36. MA-14 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	37
Şekil 4. 37. MA-15 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	38
Şekil 4. 38. MA-16 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	38
Şekil 4. 39. MA-17 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	39
Şekil 4. 40. MA-18 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	39
Şekil 4. 41. MA-19 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	40
Şekil 4. 42. MA-20 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	40

Şekil 4. 43. MA-21 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	41
Şekil 4. 44. MA-22 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı.....	41
Şekil 4. 45. MA-1 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	46
Şekil 4. 46. MA-2 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	46
Şekil 4. 47. MA-3 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	47
Şekil 4. 48. MA-4 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	47
Şekil 4. 49. MA-5 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	48
Şekil 4. 50. MA-6 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	48
Şekil 4. 51. MA-7 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	49
Şekil 4. 52. MA-8 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	49
Şekil 4. 53. MA-9 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	50
Şekil 4. 54. MA-10 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	50
Şekil 4. 55. MA-11 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	51
Şekil 4. 56. MA-12 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	51
Şekil 4. 57. MA-13 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	52
Şekil 4. 58. MA-14 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	52
Şekil 4. 59. MA-15 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	53
Şekil 4. 60. MA-16 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	53
Şekil 4. 61. MA-17 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	54
Şekil 4. 62. MA-18 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	54
Şekil 4. 63. MA-19 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	55
Şekil 4. 64. MA-20 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	55
Şekil 4. 65. MA-21 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	56
Şekil 4. 66. MA-22 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu .....	56
Şekil 4. 67. Seramik örneklerin (MA-1—MA-8) ince kesitlerden alınan mikro fotoğrafları .....	60

Şekil 4. 68. Seramik örneklerin (MA-9—MA-16) ince kesitlerden alınan mikro fotoğrafları .....	60
Şekil 4. 69. Seramik örneklerin (MA-17—MA-22) ince kesitlerden alınan mikro fotoğrafları .....	61
Şekil 4. 70. MA-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü ve genel EDX sonucu. ....	63
Şekil 4. 71. MA-1 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	63
Şekil 4. 72. MA-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	64
Şekil 4. 73. MA-2 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	64
Şekil 4. 74. MA-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	65
Şekil 4. 75. MA-3 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	65
Şekil 4. 76. MA-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	66
Şekil 4. 77. MA-4 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	66
Şekil 4. 78. MA-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	67
Şekil 4. 79. MA-5 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	67
Şekil 4. 80. MA-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	68
Şekil 4. 81. MA-6 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	68
Şekil 4. 82. MA-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	69
Şekil 4. 83. MA-7 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	69
Şekil 4. 84. MA-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	70
Şekil 4. 85. MA-8 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	70
Şekil 4. 86. MA-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	71

Şekil 4. 87. MA-9 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	71
Şekil 4. 88. MA-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	72
Şekil 4. 89. MA-10 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	72
Şekil 4. 90. MA-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	73
Şekil 4. 91. MA-11 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	73
Şekil 4. 92. MA-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	74
Şekil 4. 93. MA-12 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	74
Şekil 4. 94. MA-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	75
Şekil 4. 95. MA-13 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın(% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	75
Şekil 4. 96. MA-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	76
Şekil 4. 97. MA-14 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın(% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	76
Şekil 4. 98. MA-15 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	77
Şekil 4. 99. MA-15 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın(% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	77
Şekil 4. 100. MA-16 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	78
Şekil 4. 101. MA-16 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	78
Şekil 4. 102. MA-17 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	79
Şekil 4. 103. MA-17 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	79
Şekil 4. 104. MA-18 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	80
Şekil 4. 105. MA-18 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	80

Şekil 4. 106. MA-19 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	81
Şekil 4. 107. MA-19 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	81
Şekil 4. 108. MA-20 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	82
Şekil 4. 109. MA-20 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	82
Şekil 4. 110. MA-21 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	83
Şekil 4. 111. MA-21 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	83
Şekil 4. 112. MA-22 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü .....	84
Şekil 4. 113. MA-22 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu .....	84

### Çizelgeler Dizini

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3. 1. Çalışmada incelenen seramik parçaların numune kodu, arkeolojik kodu ve numunenin temsil ettiği parça türü .....	15
Çizelge 3. 2. Seramik örneklere ait renk analizi sonuçları .....	16
Çizelge 4. 1. Tg-Dta Sonuçlarının Tablo Halinde Gösterilmesi.....	45
Çizelge 4. 2. Petrografi analiz sonuçları .....	58
Çizelge 4. 3. Seramik numunelerin ait oldukları gruplar.....	58
Çizelge 4. 4. Seramik bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağırlıkça) .....	62

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Seramik

Seramik içerdiği kil sayesinde kazandığı plastiklik özelliği ile şekil alabilen, kurduğunda verilen şeklini koruyabilen ve pişirildiğinde sertleşen bir malzeme olarak tanımlanmaktadır. Halk dilinde “çanak-çömlek veya pişmiş toprak” olarak da bilinmektedir. Seramik ürünler dış etkilere maruz kalan kayaların ufalanması ve parçalanması sonucunda ortaya çıkan kil, kaolin, kuvars, feldspat, karbonatlar (kalsit, dolomit vb.) gibi hammaddelerin bir araya gelmesi ile oluşan çamur bünyelerden üretilmektedir. Bu tanım daha çok geleneksel seramikler için geçerlidir. İleri teknoloji seramiklerinde ise daha çok toz hazırlama veya diğer farklı teknolojik yöntemler ile malzeme üretimi yapılmaktadır. Bu yönleri ile seramikler genel anlamda geleneksel ve teknolojik olarak iki ana başlıkta değerlendirilebilmektedir (Arçasoy, 1983).

Geleneksel seramik ürünlerin üretiminde kullanılan hammaddeler genel olarak kil, kuvars ve feldspat üçlüsünü temel almakta ve bunlara ek olarak diğer hammaddeler de reçeteye ilave edilebilmektedir. Bunların dışında seramiklerde mukavemet ve sağlamlığı arttırmak, kurutma ve pişirim esnasında bünyede küçülmeye bağlı olarak meydana gelmesi muhtemel çatlak veya hata oluşumunu engellemek amacıyla temper malzemeler de ilave edilebilmektedir. Bu temper malzemeler organik (genellikle bitkisel kalıntılar) ve inorganik katkıları (kuvars, kalsit vb.) olabilmektedir. İlave edilen bu katkıları seramiklerin bünyesel olarak daha dayanıklı bir yapıya sahip olmasına yardımcı olmaktadır (Rice, 1987; Loftfield, 1976).

Seramik hammaddeleri arasında öne çıkan kil, kuvars ve feldspat ile ilgili olarak bazı temel bilgiler aşağıda verilmiştir (Arçasoy, 1983);

**Kil;** seramiğin kalıcı şekil alması için gerekli plastikliği sağlayan yumuşak ve çok ince taneli toprak olarak tanımlanabilir. Genel içerik olarak sulu alümina silikat ihtiva eden kil mineralleri yapısında (kilin türüne göre) magnezyum, kalsiyum, sodyum, potasyum ve demir gibi diğer elementlerin bileşikleri de mevcut olabilir. Ayrıca ihtiva ettiği materyale göre dayanıklılık ve şekil kazandırmak üzere bir dolgu malzemesi olarak da birçok üründe (plastik, kauçuk, kâğıt, boya vb.) kullanılır. Kilin kimyevi inertliği ve yüksek sıcaklığa dayanıklılığı uygulama alanını oldukça genişletmiştir.

**Kuvars;** plastikliği olmayan bir hammadde olup seramik çamuru bünyelerinde plastiklik ayarlamasını sağlamaktadır. Pişmiş çamurda ürünün ayakta durmasını sağlayan iskelet görevini üstlenmektedir.

Kuvars katkısı çamurlarda Őu etkileri gösterir:

- Kuvars miktarı arttıkça çamurda bağlayıcılık özelliği azalmaktadır ve kuru direnç katkı oranı arttıkça azalmaktadır.
- Kuvars miktarına bağlı olarak pişen çamurda porozite ve su emme artmaktadır.
- Seramik rnlerin kuru ve pişme küçülmesi değerleri kuvars içeriğine bağlı olarak düşmektedir. Fakat kuvars aşırı miktarda kullanıldığında üründe bu defa büyüme görülmektedir.

**Feldspat;** zsz bir hammadde olarak çamur bünyesinde yer almakta ve pişirme esnasında belli bir sıcaklıktan itibaren eritici özelliği ile seramik matris içerisinde cam fazın oluşmasına katkı sağlamaktadır. Bu özelliği ile feldspatlar sır reçetelerinde de kullanılmaktadır. En çok bilinen feldspat türleri albit, anortit ve ortoklazdır.

Seramiğin ortaya çıkış tarihi ise yapılan araştırmalara bakıldığında M 10. ve 9. binli yıllarda ilk seramik üretiminin yapıldığı bilinmektedir. Türkistan'ın Aşkava bölgesinde (M 8000), Filistin'in Jericho bölgesinde (M 7000), Anadolu'nun birçok hygnde (rneğin Hacılar, M 6000) ve Mezopotamya olarak adlandırılan Dicle – Fırat nehirleri arasındaki bölgelerde seramiğin ilk örneklerine rastlanmıştır (Arcasoy, 1983).

Seramik retimi genel olarak hamurun hazırlanması, Őekillendirilmesi, kurutulması ve pişirilmesi Şeklinde dört aşamalı bir süreci içermektedir. Seramik amurunun hazırlanmasında yoğurma, çiğneme ve dövme gibi teknikler kullanılan ilk yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Hazırlanan amur ile seramikler öncelikle el ile Őekillendirilmeye başlanmıştır. Zamanla el ile çevrilen tornalar devreye girmiş ve gelişerek yerini ayak ile çevrilen tornalar almıştır. Şekil alan seramik ürünleri açık bir alanda kurutulmakta ve düz yüzey veya açık bir alanda pişirilmekteydi. Fırınların ortaya çıkmasıyla seramikler kapalı (ısıyı muhafaza ve/veya kontrol edebilen) alanlarda pişirilmeye başlanmıştır. Erken dönemlerde uygulanan bu basit yöntemler sahip oldukları doğal üretim süreçleri sayesinde günümüzde de geleneksel seramik üretiminde uygulanmaktadır (Arcasoy, 1983).

Pişmiş toprak ürün grubuna giren seramikler (zellikle astar ve/veya sır tabakalılar), yüksek aşınma ve korozyon direncine sahip olmaları sayesinde toprak altında ve kullanıldıkları alanlarda yüzyıllarca dayanım gösterebilmektedir. Seramikler

bu özellikleriyle arkeolojik çalışmalarda sürekli karşılaşılan buluntular olmuştur. Bu buluntular yapıldığı dönem, coğrafya ve medeniyetler hakkında bilgiler vermektedir. Ancak toplumların teknolojik ve sosyokültürel yapısı hakkında detaylı bilgilere ulaşılması pişmiş toprak parçasının formu, süslemeleri ve sanatsal özelliklerinin yanı sıra detaylı incelemelere de (arkeometrik inceleme) gereksinim duymaktadır (Bayazit ve ark., 2014).

## 1.2. Arkeometri

Tarihi buluntu ve eserlerin analitik olarak incelendiği arkeometrik çalışmalar yüz yılı aşkın bir süredir yapılmaktadır. Fakat bu alandaki gelişmeler son 30-40 yılda kendini gösterebilmiştir. Ortaya çıkan arkeolojik buluntularda buluntunun niteliği, ne zaman, ne amaçla, nasıl ve nerede üretildiği gibi akla gelen başlıca sorular arkeometrik çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu karmaşık sorulara fen ve doğa bilimlerinde yer alan yöntemlerin bir arada kullanılmasıyla yanıt bulmak mümkündür. Dolayısıyla buluntular üzerinde kimyasal, fiziksel ve mineralojik yöntemler uygulanarak buluntunun hangi malzemedен yapıldığına, kullanılan hammaddenin hangi kaynaktan çıkıp hangi yolları izlediğine, nerelere ve ne şekilde ulaştığına, buluntunun yaşının saptanmasına olanak sağlanmaktadır (Bayazit ve ark., 2014; Saltık, 2010).

Arkeometrinin tarihine ve gelişim sürecine bakıldığında ilk kez Berlin Bilim Akademisi'nde sikkeler, camlar ve Ortaçağ heykelleri üzerinde bir takım kimyasal analizlerin yapılmış olduğu ve bu çalışma üzerine bir bildiri yayınlamış olan M.H. Klaproth'un (1743-1817) 1800'lerde arkeometrinin temelini attığı görülmektedir. 1800'lerin sonlarına gelindiğinde kazılarda ortaya çıkan çeşitli buluntular üzerinde kimyasal analizler yapılarak önemli ölçüde çalışmalar yayınlanmıştır (Esin, 1985; Henderson, 2000).

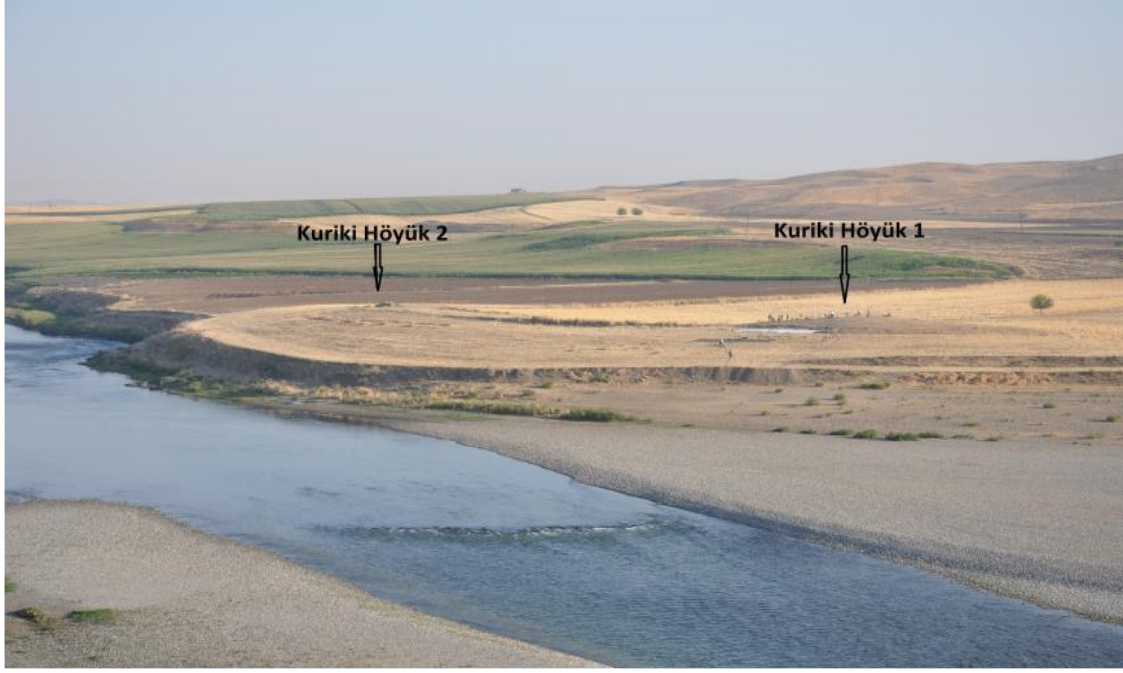
19. yüzyılın sonlarında "Vary analizi" olarak bilinen yöntemle İsveç'te göl ve bataklıkların tortul kültelerindeki bitki kalıntıları üzerine araştırma yapan Baron De Geer bunların içindeki balçık katmanlarını sayarak mutlak tarihlendirme yapmıştır. Böylelikle örneklerin MÖ 7. binli yıllara kadar uzandığını ortaya çıkarmıştır. 1929'da ise arkeoloji alanında "dendrokronoloji yöntemi" ile uzun ömürlü ağaçların yatay kesitlerindeki halkaların oluşumları ve bunların sayımları yapılarak ağacın kesildiği zamandaki yaşı ortaya çıkabileceği anlaşılmıştır. Yapılan araştırmalar ve uygulanan yöntemler 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde "arkeometri" adı altında bir bilim dalının

ortaya çıktığı görülmektedir. Dünyada hızla gelişim gösteren bu bilim dalında kullanılan yöntemler için (özellikle son dönemlerde) farklı birçok alanda (cam, seramik, metal, tekstil, iskelet vb.) değişik yöntem ve yaklaşımların geliştiği görülmektedir (Esin, 1985).

### **1.3. Kuriki Höyük (Batman, Türkiye)**

Kuriki Höyük kazıları, Ilısu Barajı ve HES Projesi etki alanında kalan kültür varlıklarının belgelenmesi ve kurtarılması amacıyla yapılan çalışmalar kapsamında, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün izinleri ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün maddi destekleri ile, Batman Müzesi Müdürlüğü başkanlığında ve Çukurova Üniversitesinden Dr. Öğretim Üyesi Elif Genç'in bilimsel danışmanlığında gerçekleştirilmiştir. Kuriki Höyük kazılarında incelenen temel iki alan bulunmaktadır. Bunlar Kuriki Höyük-1 (A Alanı) ve Kuriki Höyük-2 (B Alanı) olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1.1, Şekil 1.2, Şekil 1.3. ) (Genç ve ark., 2011; Genç, 2018). Yapılan kazılarda höyüğün en eski yerleşiminin MÖ. IV. Bin sonu-III. Bin başlarına tarihlendiği ortaya çıkmıştır (Genç ve ark., 2011).

Kuriki Höyük'te sürdürülen arkeolojik kazı çalışmaları esnasında açılan tabakalardan çeşitli gruplarda seramik örnekleri ele geçmiştir. Bunlar arasında yer alan boya bezemeli kaplar çoğunlukla Geç Demir Çağı'na aitken, bazı bu tipteki örnekler Erken Helenistik dönemine tarihlenen açmalarda da rastlanılmıştır. Bu tip kapların genel olarak kulplu testi şeklinde ve çoğunlukla dar ağızlı oldukları, kırmızı-kahverengi tonlarında bezemeler içerdiği bilinmekte ve bu tip kaplara rastlanılan bazı diğer höyüklerin Salat Tepe, Kavuşan, Giri Cano, Ziyaret Tepe, Üç Tepe ve Hirbe Merdon olduğu görülmektedir (Koroğlu, 2008; Genç ve ark., 2011).



Şekil 1. 1. Kuriki Höyük-1 ve Kuriki Höyük-2 (güneyden bakış) (web kaynak 1)



Şekil 1. 2. Kuriki Höyük havadan görünümünü gösteren fotoğraf (web kaynak 2)



Şekil 1. 3. Kuriki Höyük lokasyon haritası (web kaynak 3)

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Mevcut tez çalışması kapsamında seramik buluntuların arkeometrik karakterizasyonu gerçekleştirilmiş olup, bu bağlamda tez konusu ile metot açısından paralellik gösteren bazı örnek çalışmalar mevcut literatürden araştırılarak aşağıda verilmiştir;

--“*Thermal and spectroscopic analysis of ancient potteries*” (R. Palanivel, U. Rajesh Kumar, 2011)

Bu çalışmada, Hindistan'da Sembiank ve Iyur'da ele geçen çanak-çömlek parçalarının karakterizasyonu yapılmıştır. Çalışmada FTIR, XRD ve TG-DTA analizleri kullanılarak örneklerin pişme sıcaklığı, pişirim koşulları ve morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Seramiklerin mineralojik karakterizasyonunda FTIR ve XRD çalışmaları kullanılmıştır. TG-DTA analizi seramiklerin pişirim sıcaklığını aydınlatmak için tamamlayıcı bir teknik olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda numunelerdeki mineral farklılıkları belirlenmiş, tüm numunelerin oksitleyici bir ortamda piştiği ortaya çıkmıştır. Fırınlama sıcaklıkları bir grup örnekte 500-750°C, diğer grupta ise 850-950°C olarak belirlenmiştir.

--“*Firing technologies and raw materials of typical Early and Middle Bronze Age pottery from Kaman-Kalehöyük*” (Willy S. K. Bong, K. Matsumura and I. Nakai, 2008)

Bu çalışmada, Kaman-Kale höyük kazı çalışmalarında ele geçen Erken Tunç Çağı ve Orta Tunç Çağı seramikleri üzerinde çalışılmıştır. Çalışma Orta Tunç Çağı çanak-çömleklerinde kullanılan hammaddelerde Erken Tunç Çağı çanak çömleklerine kıyasla bazı farklılıkların olduğunu ortaya koymuştur. İnce kesitte seramik hamur yapıları ele alınmış olup, pişirim sıcaklığı ve yanma koşulları X-ışını kırınımı, SEM ve XANES kullanılarak belirlenmiştir.

--“*Physics mineralogical characterization studies of archaeological pottery sherds using FT-IR and Tga-Dta*” (R. Palanivel, S. Meyvel, 2009)

Bu araştırmada Hindistan, Tamilnadu'da antik bir liman kenti olan Alagankulam'da ele geçen çanak-çömlek parçaları üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada, FT-IR ve TG-DTA teknikleri kullanılmış, çalışma sonucunda kullanılan hammaddelerin mineralojik özellikleri ve pişirim sıcaklıkları tanımlanmıştır. FTIR analizinde gözlemlenen mineralojik içerikler dikkate alınarak kil yapısı ve vitrifikasyon davranışları üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

--“*Early Medieval ceramics from the Viile Tecii archaeological site (Romania): an optical and XRD study*”(C. Țonescu, L. Ghergari, M. Horga, G. Radulescu, 2007)

Bu çalışmada, Kuzey Transilvanya’da (Romanya) Viile Tecii olarak adlandırılan arkeolojik sahada çıkarılan Erken-Orta Çağ seramiklerinin mineralojik ve petrografik incelemeleri yapılmıştır. Bu amaçla, uygulanan XRD analizinde illitik-kaolinitik killerin ham madde olarak kullanıldığı ve ilave hammadde olarak kuvarsitin eklendiği görülmüştür. Örneklerin mineral ve faz ihtivaları 800-900°C arasında bir pişirim sıcaklığına işaret etmiştir.

--“*Thermal analysis as a method of characterizing ancient ceramic technologies*”(A. Moropoulou, A. Bakolas, K. Bisbikou, 1995)

Bu çalışmada Bizans ve Ortaçağ seramikleri üzerinde DTA, TGA ve XRD analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar arkeometrik olarak yorumlanmıştır. Örneklerin hammadde ve üretim koşullarının belirlenmesi amacıyla seramiklerin mikroyapısal özellikleri taramalı elektron mikroskobu kullanılarak gözlemlenmiştir.

--“*XRD and SEM characterization of archaeological findings excavated in Lithuania*”(A. Merkevičius, P. Bezdicka, R. Juskenas, J. Kiuberis, J. Senvaitiene, I. Pakutinskiene, and A. Kareiva, 2007)

Bu çalışmada, Litvanya'nın farklı bölgelerinden arkeolojik seramik ve amber örneklerinin analitik karakterizasyonu belirlenmiştir. Batı Litvanya ve Güney Litvanya köylerinden eski çanak çömlek ve amber örnekleri toz X-ışını difraksiyon analizi (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile karakterize edilmiştir. Batı ve Güney Litvanya seramik örneklerinin farklı morfoloji ve faz kompozisyonuna sahip olmalarının farklı üretim koşullarından kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır. Farklı alanlardan ele geçen arkeolojik amber örneklerinin morfolojisi ise neredeyse aynı çıkmıştır. XRD analizi ile amber içerisinde az miktarda kuvars bulunduğu belirlenmiştir.

--“*X-Ray diffraction and tg-dta studies of archaeological artifacts recently excavated in Salamankuppam Tamilnadu*”(G. Velraj, R. Sudha, and R. Hemamalini, 2010)

Bu çalışmada, Salamankuppam, Tamilnadu'da ele geçen çanak çömlek örneklerinin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Örnekler, X-ışını kırınımı ve termal çalışmalar ile analiz edilmiştir. Örneklerin mineralojik kompozisyonu XRD ile belirlenmiş, TG-DTA ise ateşleme sıcaklığını bulmak için tamamlayıcı bir teknik olarak kullanılmıştır.

--“*Using FT-IR spectroscopy for study of calcareous ancient ceramics*”(S. Shoal, 2003)

Bu çalışmada, Celile Denizi'nin doğu kıyısında Tel Hadar'da bulunan Demir Çağ'ına ait yerli saklama kavanozları üzerinde FT-IR spektroskopisi analizi yapılmıştır. IR spektrumları, sırasıyla meta-kil ve yeniden oluşmuş kalsit içeriğini karakteristik Si-O ve CO<sub>3</sub> titreşimleri ile ortaya koymuştur. Spektrumlarda Ca-silikatlara ait bantlar gözlemlenmemiştir. Saklama kavanozu üretiminde düşük sıcaklıkta pişirim yapılabilmesi amacıyla kireçli hammadde kullanıldığı belirlenmiştir.

--“*Investigation of the Hellenistic period pottery production technology from the Seyitömer Mound (Kütahya/Turkey)*”(C. Serkaya, A. İssi, V. Uz, A. N. Bilgen, 2015)

Bu çalışmada, Seyitömer Höyük'te ortaya çıkarılan bazı çanak çömlek buluntularının (Hellenistik Dönem) kimyasal ve mineralojik bileşimleri incelenmiştir. Numunelerin kimyasal analizi dalga boyu dağılımlı X-ışını floresansı (WDXRF) ve mineralojik/faz kompozisyonu X-ışını difraksiyonu (XRD) ile tespit edilmiştir. Mikro yapısal ve mikro kimyasal analizler için taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve mikro analiz tekniği (EDX) uygulanmıştır. Termik analiz (TG – DTA) örneklerin fırınlama sıcaklığını tahmin etmek için tamamlayıcı bir karakterizasyon tekniği olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, seramik gövdeler demir yönünden zengin kil birikintilerinden elde edilmiştir. Hammaddelerin kalsit bakımından zengin olduğu ve magnezyum mineralleri içerdiği saptanmıştır. Örneklerin pişirim sıcaklıkları 600 °C ile 1100 °C arasında bulunmuştur.

--“*Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) arkeolojik kazılarında ele geçen Hellenistik Dönem seramiklerinin (kalıplı kaseler ve batı yamacı seramikleri) karakterizasyonu*”(A. İssi, 2011)

Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) antik kenti kazı çalışmalarında ele geçen kalıplı kase (Megara kasesi) ve Batı Yamacı seramik parçasının üretim süreçlerine yönelik parametreler incelenmiştir. Çalışmada 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 örneklerin genel olarak kalsit ve dolomit içeren illitik kil minerallerine sahip kil kaynakları ile üretilmiş olduğunu göstermiştir. Numunelerin pişirim sıcaklıklarının geniş bir aralığa sahip olduğu ve 1100°C'ye kadar ulaşabildiği görülmüştür.

--“*Seramik ve metal buluntuların arkeometrik karakterizasyonu*” (M. Özçatal, 2013)

Bu çalışmada, Makedonya’da bulunan 14. ve 15. yüzyıl erken Osmanlı ve Geç Bizans Dönemlerine ait sırlı ve sırsız seramik örneklerin ve metal eserlerin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Seramik ürün guruplarının üretim süreçlerine yönelik parametreler (bünye ve astar tabakalarında kullanılan hammaddeler, pişirim sıcaklıkları ve atmosferi, mikro yapısal özellikleri v.b.) tespit edilmeye çalışılmıştır. Örneklerin mikro yapısal ve mikro kimyasal çalışmaları taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve buna bağlı enerji saçınımlı X-ışını spektroskopisi (EDX), kimyasal analizleri dalga boyu saçınımlı X-ışını flüoresans (WDXRF), mineralojik ve yüzey analizleri X-ışını difraktometresi (XRD), Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve mikro-Raman ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda tüm analiz sonuçları değerlendirilerek, söz konusu dönemlerin seramik ve metalik malzeme üretim teknolojileri anlaşılmaya çalışılmıştır. Seramik bünyelerin pişirim sıcaklıklarının 600-950°C arasında değişebileceği belirlenmiştir. Mikro-Raman analizleri ile tüm numunelerin sırlı pişirim sıcaklıklarının 800°C’nin altında olduğu tespit edilmiştir. Metalik eserlerin ise bakır, kalay ve kurşun ağırlıklı üretim teknolojileri ile üretildikleri, bezemelerde ise gümüş işlemler kullanıldığı görülmüştür.

--“*Gaziantep Tilbaşar Höyük’te ele geçen Erken Tunç Çağı mutfak kapları ve şerit perdahlı seramiklerin arkeometrik karakterizasyonu*” (O. Ekinci, 2018)

Bu çalışmada, Gaziantep/Oğuzeli Tilbaşar höyükte ele geçen erken tunç çağına ait seramikler üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada, XRD, SEM/EDX, FTIR, TG-DTA ve petrografi analizi yöntemleri kullanılmış ve üretim özellikleri (hammadde, pişirim şartları vb.) belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, seramiklerin kimyasal ve mineral/faz içerikleri ve pişirim özellikleri (maksimum sıcaklık aralığı, atmosfer, pişirim tekniği vb.) belirlenmiştir. Seramik örneklerin genel olarak 700-900°C arasında pişirim sıcaklığına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

--“*FT-IR spectroscopic analysis to study the firing processes of prehistoric ceramics*” (G. Barone, V. Crupi, F. Longo, D. Majolino, P. Mazzoleni, D. Tanasi, V. Venuti, 2011)

Bu çalışmada, Catania’da (Sicilya) yapılan arkeolojik kazılarda ele geçen Orta Tunç Çağı’na ait seramik örnekleri FTIR yöntemiyle incelenmiştir. Ayrıca örneklerde Petrografik analiz uygulanmış ve sonuçlar çok heterojen bir yapı ve bileşimin olduğunu göstermiştir. FTIR sonuçları diğer sonuçlarla birlikte değerlendirilmiş, fırınlama sıcaklığının 800-900°C arasında olduğu anlaşılmıştır. Bazı örneklerde kalsit, kil minerali ve yüksek sıcaklıkta oluşan Ca-silikatların birlikte bulunması oldukça ilkel bir

fırınlama işleminin yapıldığını ve seramik fırını içinde sıcaklığın büyük bir değişim gösterdiğini ortaya çıkarmıştır.

--“*Determination of firing temperature of some ancient potteries of Tamil Nadu, India by FT-IR Spectroscopic technique*” (R. Ravisankar, S. Kiruba, A. Chandrasekaran, A. Naseerutheen, M. Seran and P.D. Balaji, 2011)

Bu çalışmada Tamil Nadu’dan (Hindistan) elde edilen seramiklerin fırınlama sıcaklığının belirlenmesi için FTIR tekniği kullanılmıştır. En yüksek ısıtma sıcaklığının belirlenmesi için öncelikle farklı sıcaklıklarda örnekler yeniden ısıtılmış ve FTIR spektrumları elde edilmiştir. Sonuçlar tüm örneklerin 800°C’nin altında ve yükseltgen atmosferde ısıtıldığını göstermiştir. Hematit mineralinin belirlenmesi bu düşüncüyü güçlendirmiştir. Kuvars, ortoklas ve kaolinit tüm örneklerde gözlenmiştir.

--“*Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery*” (G.E. De Benedetto, R. Laviano, L. Sabbatini, P.G. Zambonin, 2002)

Bu çalışmada Canosa (Puglia) arkeolojik alanında yapılan kazıda elde edilen bir grup seramik Infrared spektroskopi yöntemiyle incelenmiş olup XRD analizi ile sonuçlar doğrulanmıştır. Sonuçlar fırınlama sıcaklığının 700-900°C arasında değiştiğini ve ortamın yükseltgen olduğunu göstermiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Tez kapsamında kullanılan seramikler Batman Kuriki Höyük kazı çalışmalarında ele geçen temsili 22 adet boya bezemeli örnekten oluşmaktadır.<sup>1</sup> Örnekler yerleşim tabakalarını yansıtabak nitelikte seçilmiştir (renk, bezeme, arkeolojik tanımlama vb. dikkate alınarak). Seçilen örneklerin (boyutlarını belirginleştirmek amacıyla) ölçekli olarak farklı açılardan fotoğraf çekimleri yapılmış ve kayıt altına alınmıştır. Daha sonra örnekler üzerinde makro gözlem yapılarak yüzeylerinde bazı kirlilikler ve safsızlıklar tespit edilmiştir. Analizler sonucunda elde edilecek sonuçlarda hata payını en aza indirmek amacıyla kirlilikler ve safsızlıkların giderilmesi için seramikler 24-48 saat arayla saf suda bekletilmiş, çözünmeyen kirlilikler bistrü yardımı ile uzaklaştırılmış ve ardından numuneler kurutulmuştur.

Arkeometrik çalışmaya hazır hale gelen örnekler üzerinde tekrar makro gözlem yapılmıştır. Gözlemede örneklerin temsil ettiği parça türü, kalınlık, tane boyutu (iri-orta-ince) ve rengi belirlenmiştir. Yapılan gözlem sonucunda tüm örneklerin seramiğin gövde parçaları olduğu, 3 örneğin iri, 8 örneğin orta ve 11 örneğin ise ince/orta taneli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca seramiklerin renk analizi yapılmış ve eşdeğer renkleri belirlenmiştir. Tez çalışmasında kullanılan seramiklere ait fotoğraflar sırasıyla Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3'de verilmiştir. Bunun yanı sıra çalışma konusu olan seramik örneklerinin arkeolojik bilgileri ve temsil ettiği parça türü Çizelge 3.1'de, Seramik örneklere ait renk analizi ise Çizelge 3.2'de verilmiştir.

---

<sup>1</sup> Boya bezemeli kaplar çoğunlukla Geç Demir Çağı'na aitken, bazı bu tipteki örneklere Erken Helenistik dönemine tarihlenen açmalarda da rastlanılmıştır (Genç ve ark., 2011). Çalışmada kullanılan örnekler kazı başkanı Dr. Öğr. Üyesi Elif GENÇ (Çukurova Üniversitesi) tarafından Geç Demir Çağı – Helenistik Dönem'e tarihlenen açmalarda elde edilen Boya Bezemeli Kaplar grubuna ait seramikler olduğu belirtilerek teslim alınmıştır.



Şekil 3. 1. Çalışmada yer alan seramiklere ait fotoğraflar (MA-1 / MA-8).



Şekil 3. 2. Çalışmada yer alan seramiklere ait fotoğraflar (MA-9 / MA-16).



Şekil 3. 3. Çalışmada yer alan seramiklere ait fotoğraflar (MA-17 / MA-22).

**Çizelge 3. 1.** Çalışmada incelenen seramik parçaların numune kodu, arkeolojik kodu ve numunenin temsil ettiği parça türü

Numune Kodu	Arkeolojik kodu	Numunelerin temsil ettiği parça türü
MA-1	KH10B-A1 - 477	Gövde Parçası
MA-2	KH10B29-39 - 409	Gövde Parçası
MA-3	KH12F1 - 589	Gövde Parçası
MA-4	KH10B1 - 222	Gövde Parçası
MA-5	KH10BQ - 448	Gövde Parçası
MA-6	KH12E1 - 537	Gövde Parçası
MA-7	KH12B0 - 1532	Gövde Parçası
MA-8	KH14B1 - 937	Gövde Parçası
MA-9	KH14D2.Q - 1717	Gövde Parçası
MA-10	KH14EB1 - 1162	Gövde Parçası
MA-11	KH14D2.0 - 4535	Gövde Parçası
MA-12	KH14D2.1 - 6884	Gövde Parçası
MA-13	KH14D1.0 - 5038	Gövde Parçası
MA-14	KH14D2.1 - 6886	Gövde Parçası
MA-15	KH14 D2.Q - 368	Gövde Parçası
MA-16	KH13B1 - 1957	Gövde Parçası
MA-17	KH13HQ - 2088	Gövde Parçası
MA-18	KH13HQ-1 - 1934	Gövde Parçası
MA-19	KH1381 - 2353	Gövde Parçası
MA-20	KH13H1 - 1879	Gövde Parçası
MA-21	KH13H1 - 2504	Gövde Parçası
MA-22	KH13HQ - 2083	Gövde Parçası

**Çizelge 3. 2.** Seramik örneklere ait renk analizi sonuçları

Numune Kodu	L*	a**	b***	Eşdeğer renk
MA-1	53,91	8,86	31,80	
MA-2	39,24	9,65	18,38	
MA-3	36,18	9,12	20,25	
MA-4	31,75	8,92	16,02	
MA-5	29,67	10,84	18,27	
MA-6	49,12	23,46	32,19	
MA-7	41,38	21,16	27,66	
MA-8	40,78	15,16	22,49	
MA-9	33,38	14,62	20,32	
MA-10	46,36	21,05	32,42	
MA-11	49,77	10,42	23,47	
MA-12	29,79	15,79	19,87	
MA-13	35,62	18,91	26,47	
MA-14	47,35	17,46	32,43	
MA-15	25,82	19,84	22,29	
MA-16	29,14	9,18	13,67	
MA-17	24,50	11,50	18,96	
MA-18	21,88	11,98	18,73	
MA-19	29,21	17,97	23,51	
MA-20	19,35	11,60	13,35	
MA-21	43,34	15,19	28,94	
MA-22	50,05	11,62	22,16	

\*L: 0/100; Beyaz/Siyah. \*\*a: 0/-60; Yeşil ve 0/+60; Kırmızı. \*\*\*b: 0/-60; Mavi ve 0/+60; Sarı

## **3.2. Yöntemler**

### **3.2.1. Mineral/Faz Analizi (X-Işınları Difraksiyonu, XRD)**

Toz haline getirilen örneklerin mineral/faz analizi için Rigaku marka Miniflex model XRD (X-ışını difraksiyonu) cihazı kullanılmıştır. Bu yöntem ile seramikte kullanılan hammaddelerin mineralojik yapısı belirlenmiştir. Seramik pişen bir malzeme olduğu için bünyesinde ısının artışıyla (yeterli sıcaklıklarda) yeni fazlar oluşabilmektedir. XRD analizi bu fazların her birinin kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanmaktadır. Dolayısıyla, analiz sonucunda elde edilen spektrum değerlerine göre mevcut ve yeni fazlar belirlenmiş ve seramik buluntuların pişirim sıcaklık aralıkları ile ilgili yorum yapılmıştır.

### **3.2.2. Petrografi (Optik Mikroskop)**

Petrografi analizinde LEICA Research Polarizan Mikroskobu (alt ve üstten aydınlatmalı) optik mikroskop kullanılmıştır. Seramik örneklere ait mikro-fotoğraflar Leica DFC280 dijital kamera ile çekilmiştir. Son olarak Leica Qwin digital görüntüleme programı ile değerlendirme yapılmış olup kayaç ve mineraller Point Counting Metodu ile tanımlanmıştır. Bu yöntem ile seramiklerdeki agrega boyutu ve toplam agrega oranı, porozite (gözenek), kayaç kökeni ve mineraller belirlenmiştir. İnce kesit görüntüleri ile malzemenin hamur yapısı gözlemlenmiştir (tane boyut, şekil ve dağılımı).

### **3.2.3. Fourier Dönüştümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi**

Seramik buluntuların kimyasal bağlarındaki titreşimler (gerilme, bükülme ve büzülme) bu yöntem ile belirlenerek hammadde içeriği hakkında veriler elde edilmiştir. Ayrıca seramiklerde bulunan her mineralin kendisine has kimyasal özelliklerini belirlemekte ve bu minerallere özgü spektrumlar vermektedir. Dolayısıyla elde edilen spektrumlardaki bant değerleri ( $\text{cm}^{-1}$ ) seramik içerisindeki minerallerin belirlenmesine katkıda bulunmuştur. Çalışmada Perkin Elmer-400 FTIR cihazı kullanılmış ve analiz  $500\text{-}1800\text{ cm}^{-1}$  aralığında toz numuneler ile gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.4. SEM/EDX (Taramalı Elektron Mikroskobu/Enerji Saçınımli X-Işını Spektroskopisi)**

Yapılan çalışmada Carl Zeiss (Supra 40VP) marka SEM cihazı ve cihaza bağlı Bruker marka X-ışını analizörü ile analiz yapılmıştır. SEM-EDX tekniği ile seramiklerin mikro yapısal ve mikro kimyasal özellikleri incelenmiştir. EDX sonuçları element içeriği olarak tespit edilmiş ve konvensiyonel olarak oksit formuna çevrilerek ele alınmıştır.

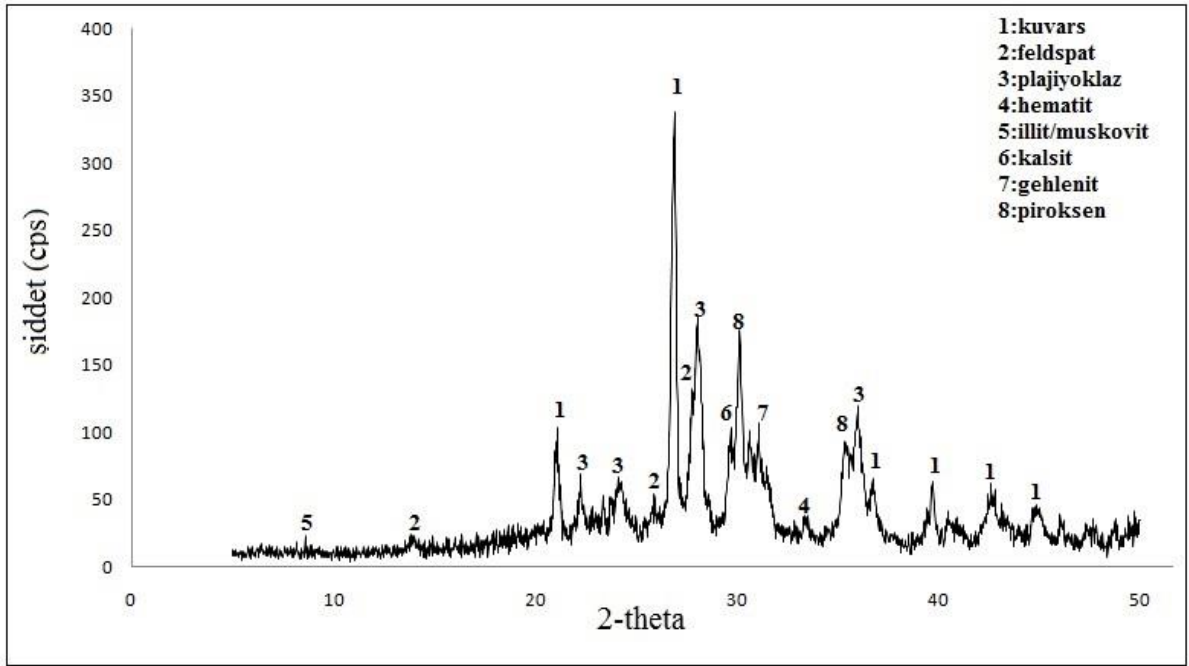
### **3.2.5. TG-DTA (Termogravimetri - Diferansiyel Termal Analiz)**

Seramiklerin hammadde içeriği ve üretim şartlarının ortaya çıkarılmasında tercih edilmiş bir yöntemdir. Bu yöntem ile, kontrollü bir sıcaklık artışının örneklerde meydana getirdiği değişimler kaydedilmiştir. Analizler Shimadzu marka DTG-60H model TG-DTA cihazı kullanılarak 25-1000°C aralığında 20ml/dk akış ve 20°C/dk ısıtma hızıyla N<sub>2</sub> (g) atmosferinde gerçekleştirilmiştir.

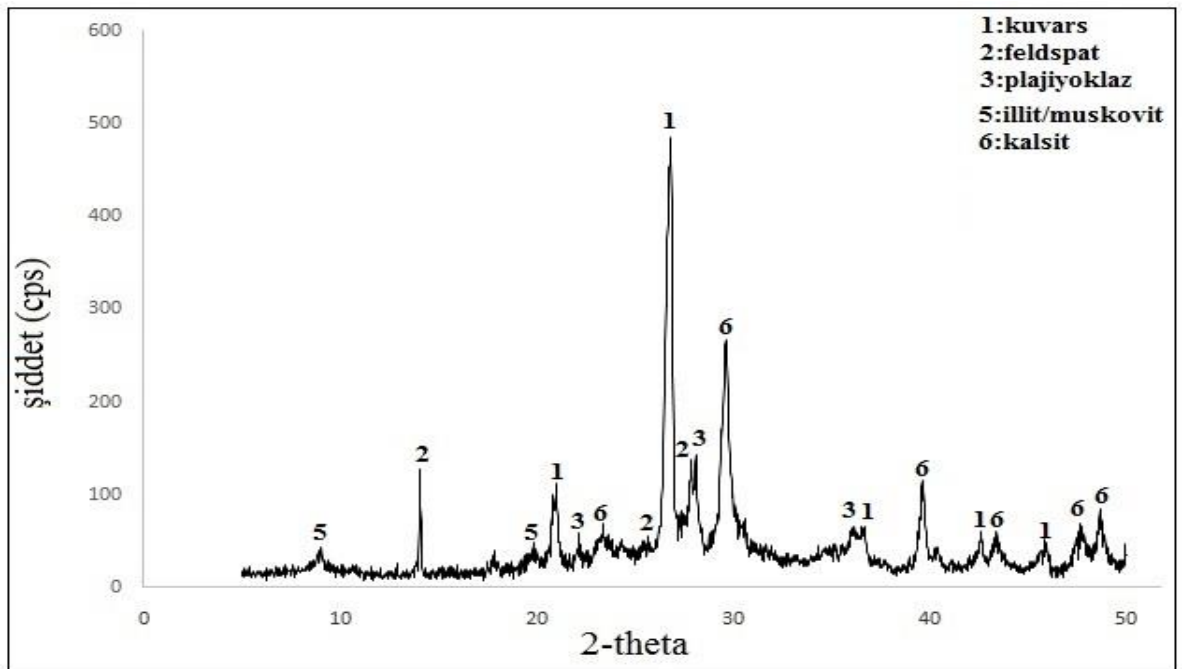
#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

##### 4.1. Mineral/Faz Analizi (X-Işınları Difraksiyonu, XRD) sonuçları

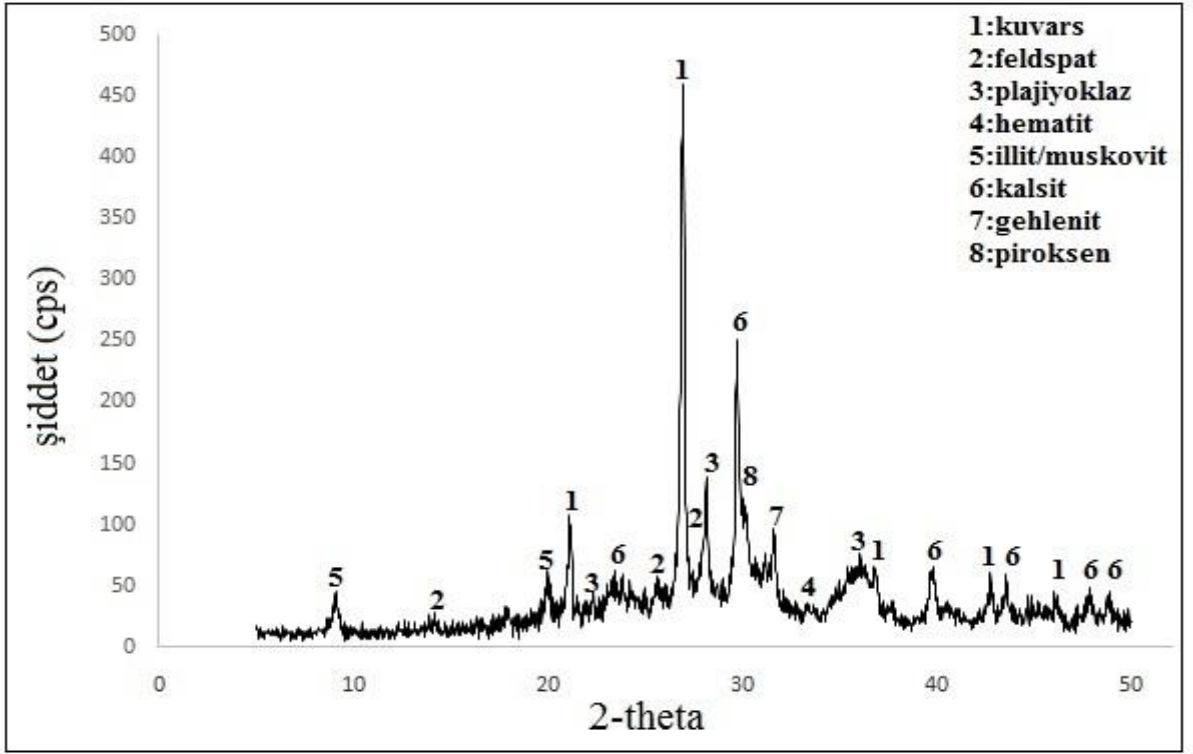
Numunelerin X-ışınları difraksiyonu ile mineral/faz içerikleri belirlenmeye çalışılmış ve örneklere ait XRD paternleri Şekil 4.1 - 4.22'de verilmiştir.



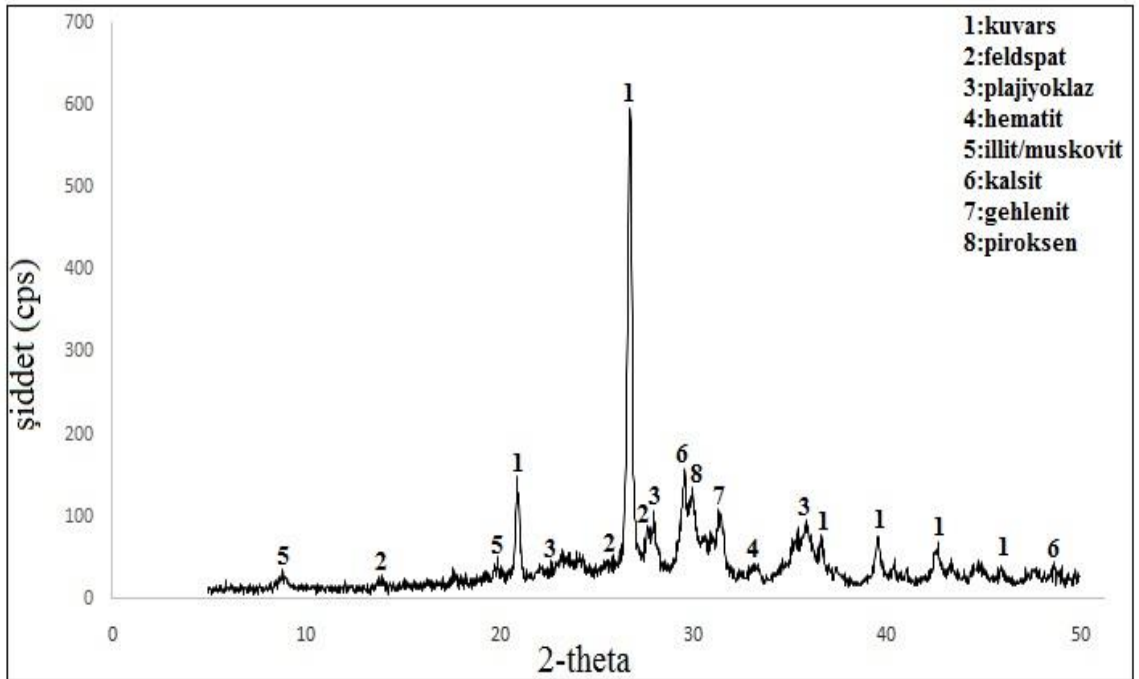
Şekil 4. 1. MA-1 kodlu seramiğe ait XRD paterni



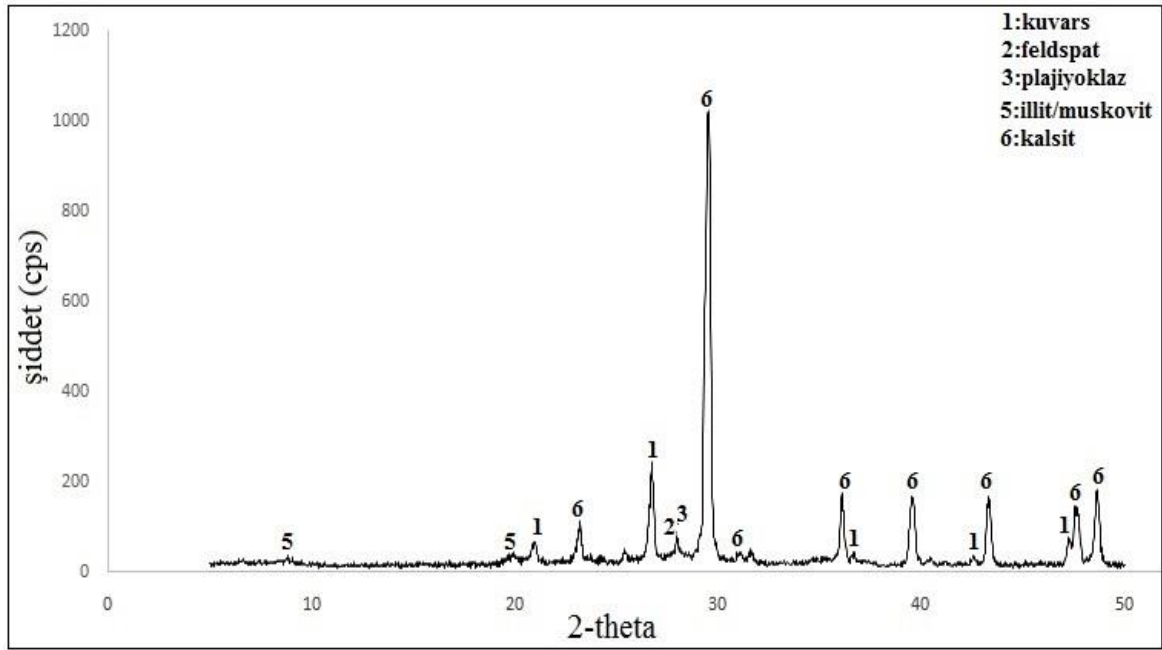
Şekil 4. 2. MA-2 kodlu seramiğe ait XRD paterni



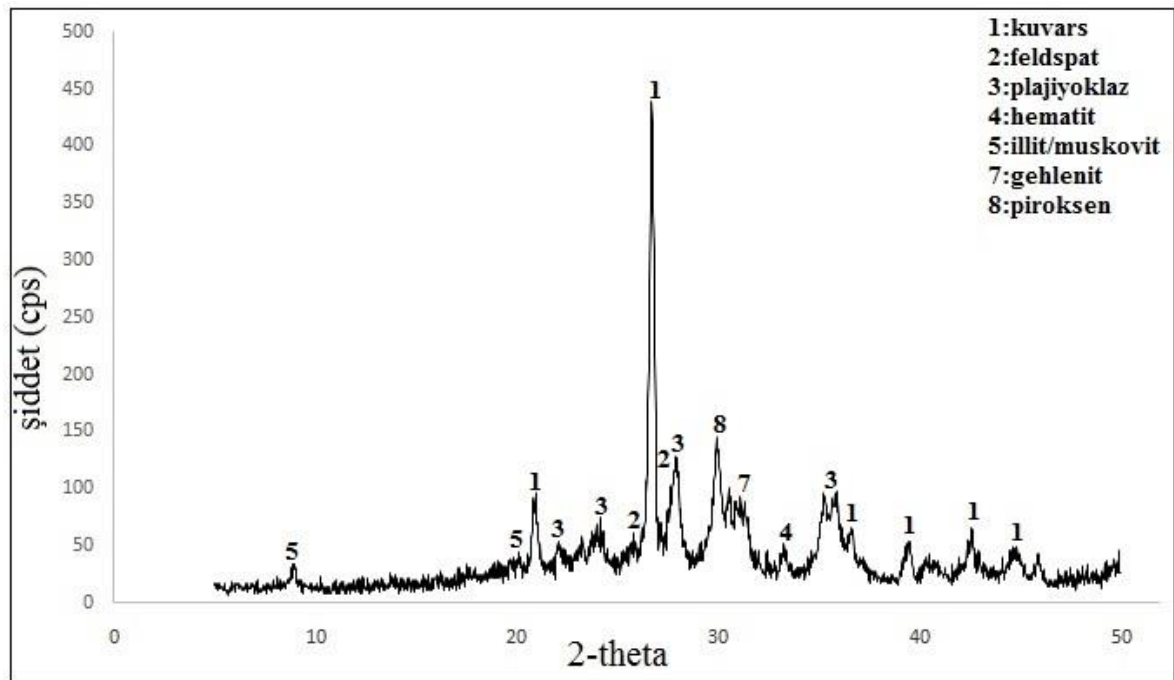
Şekil 4. 3. MA-3 kodlu seramiğe ait XRD paterni.



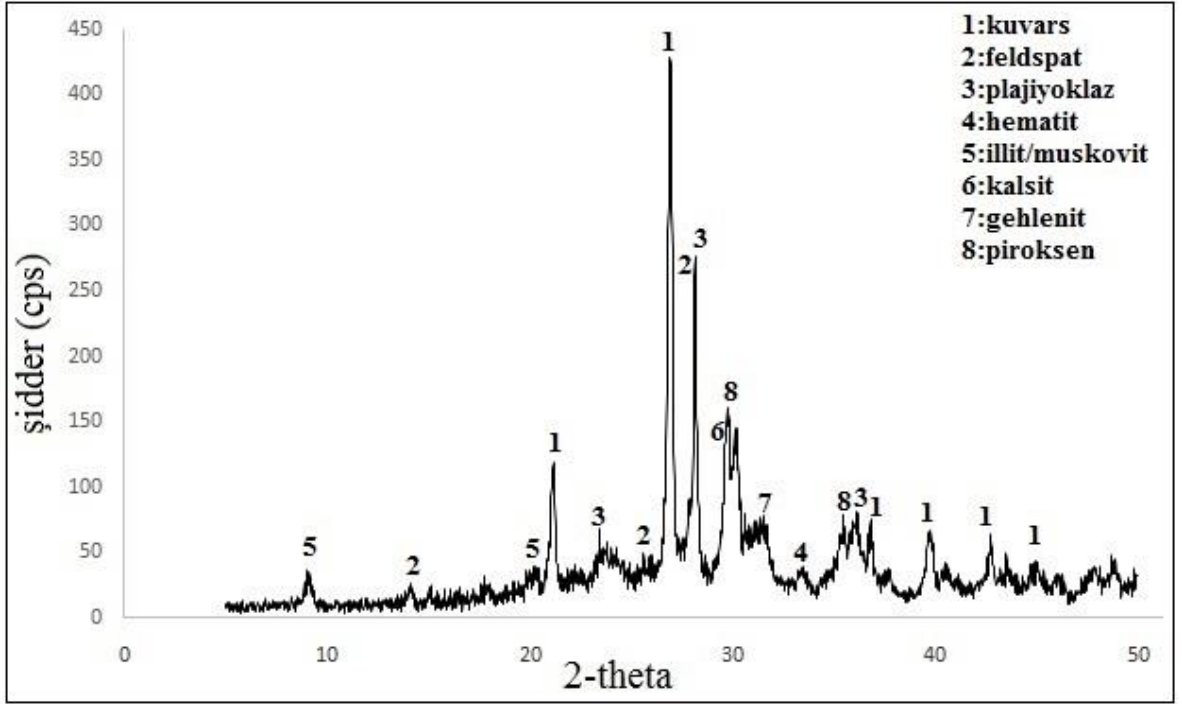
Şekil 4. 4. MA-4 kodlu seramiğe ait XRD paterni



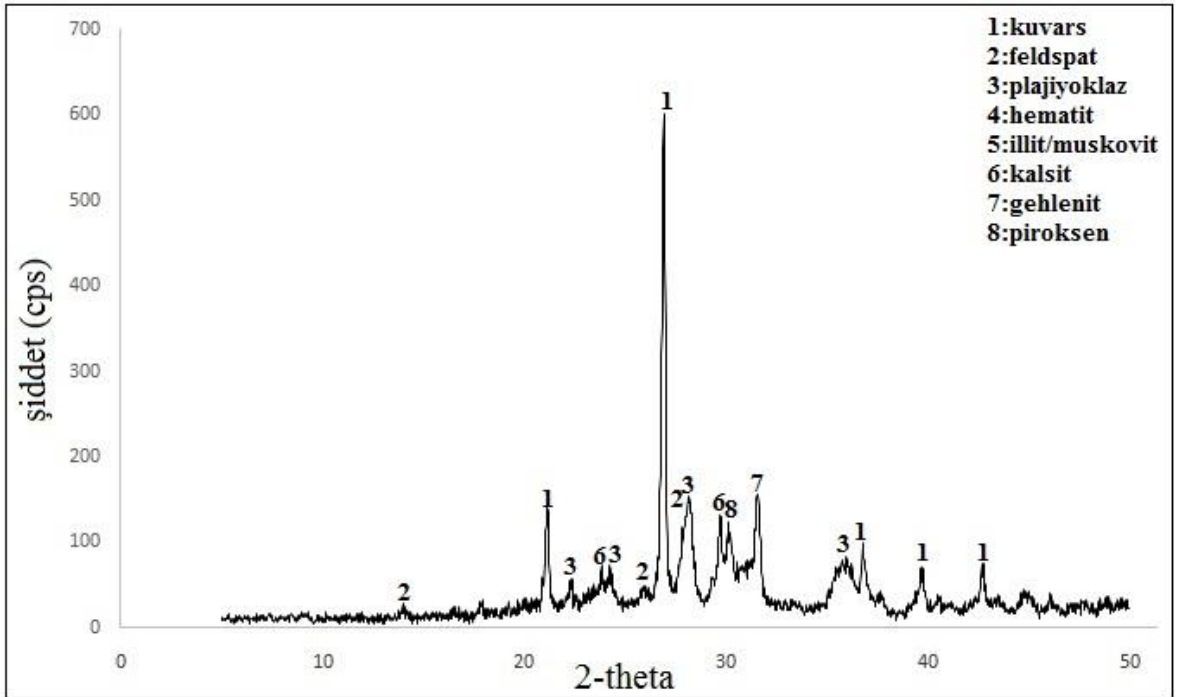
Şekil 4. 5. MA-5 kodlu seramiğe ait XRD paterni



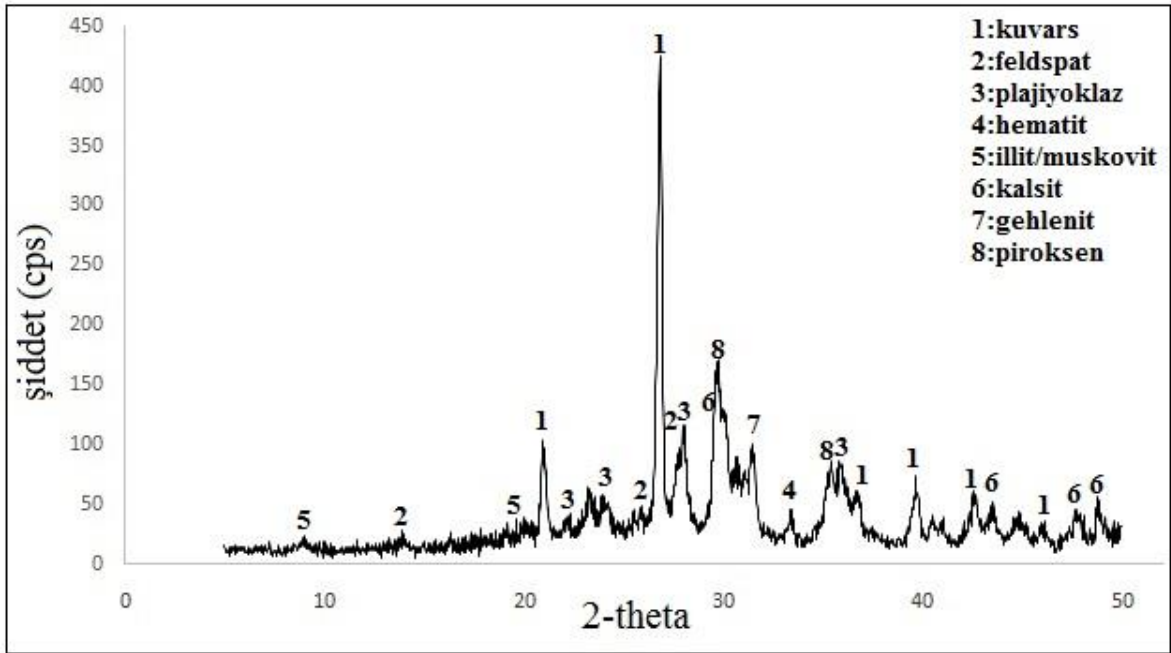
Şekil 4. 6. MA-6 kodlu seramiğe ait XRD paterni



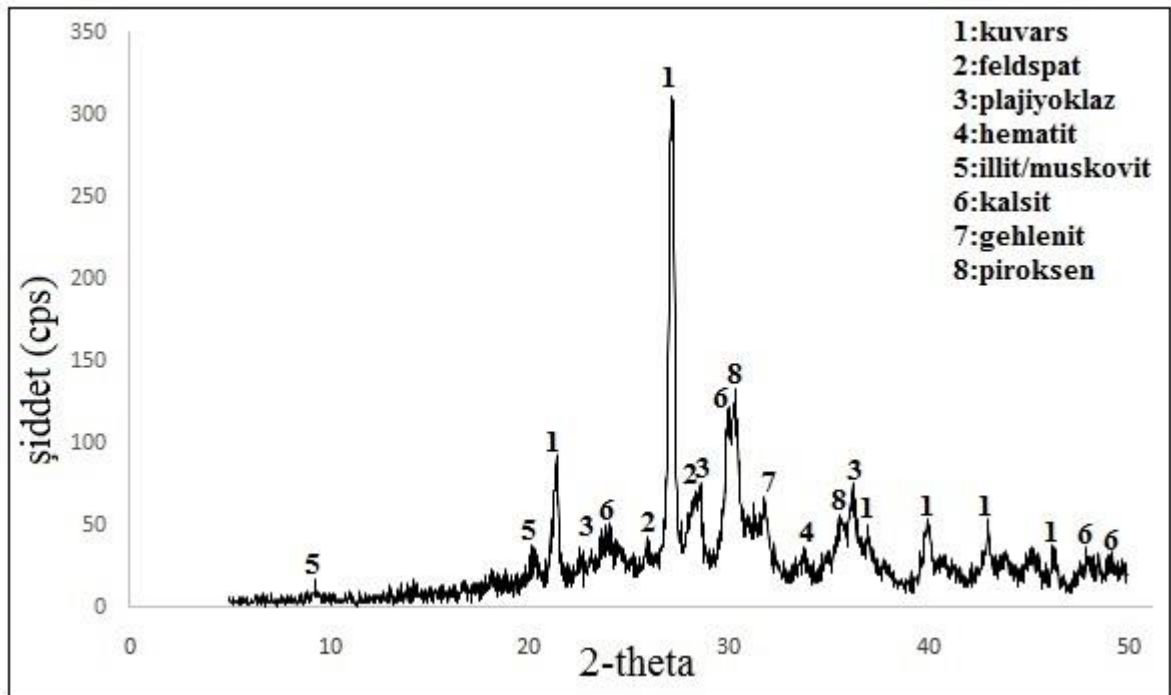
Şekil 4. 7. MA-7 kodlu seramiğe ait XRD paterni



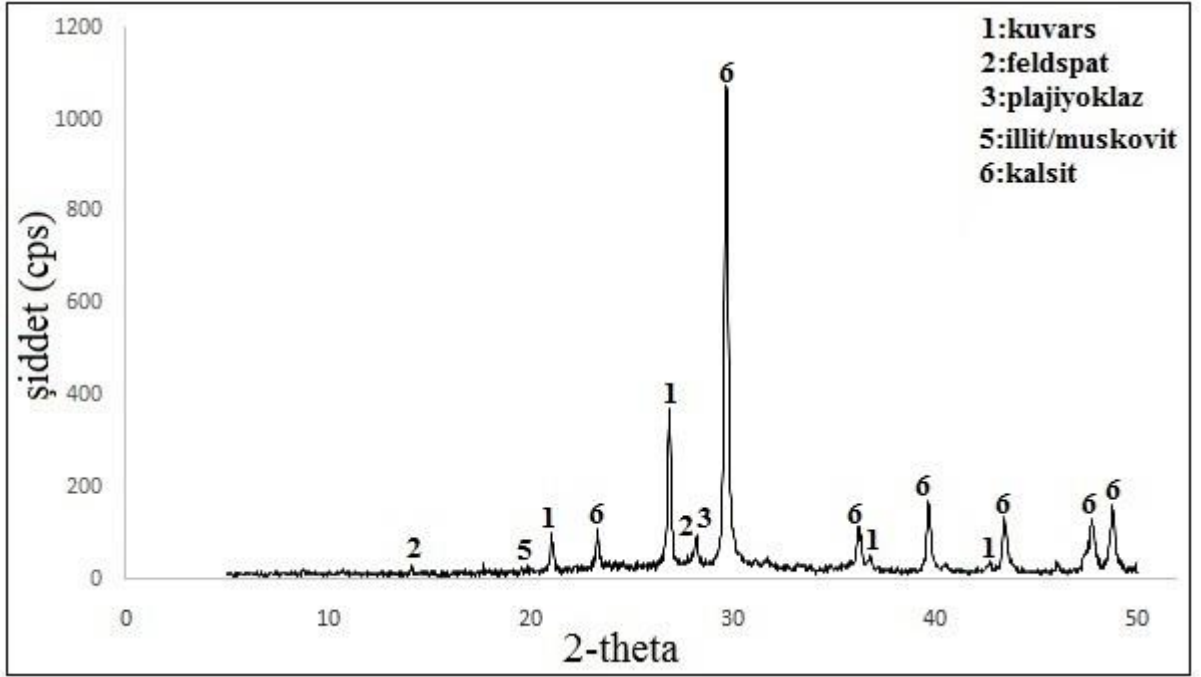
Şekil 4. 8. MA-8 kodlu seramiğe ait XRD paterni



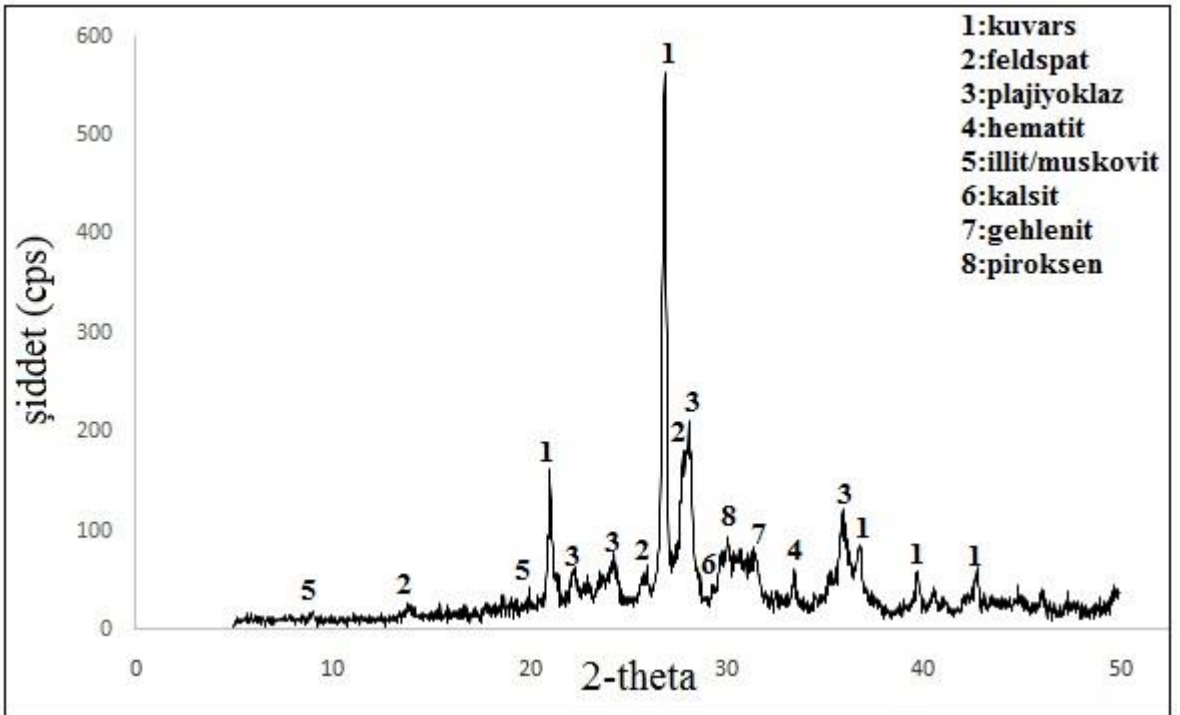
Şekil 4. 9. MA-9 kodlu seramiğe ait XRD paterni



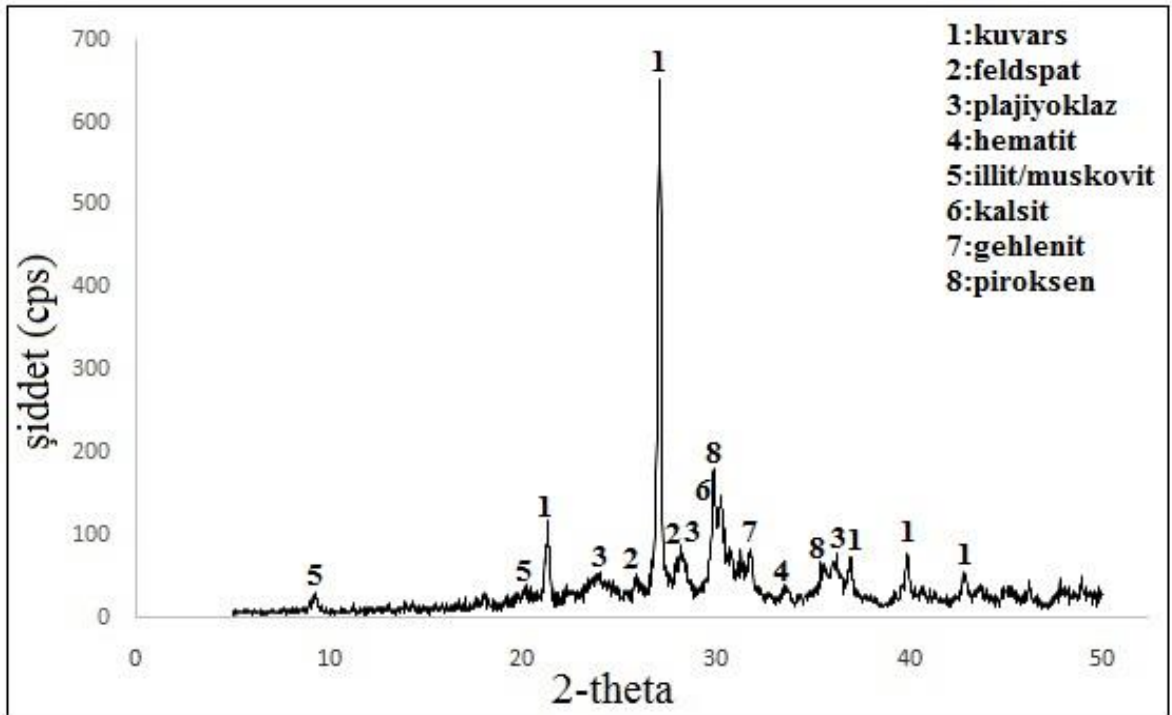
Şekil 4. 10. MA-10 kodlu seramiğe ait XRD paterni



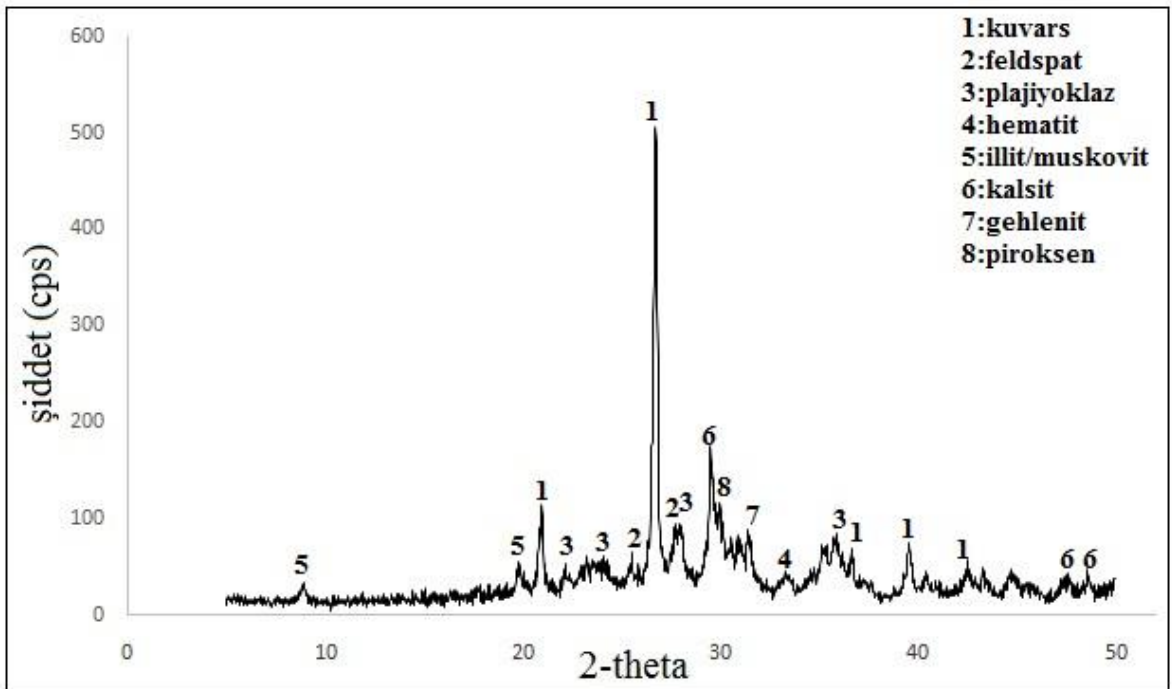
Şekil 4. 11. MA-11 kodlu seramiğe ait XRD paterni



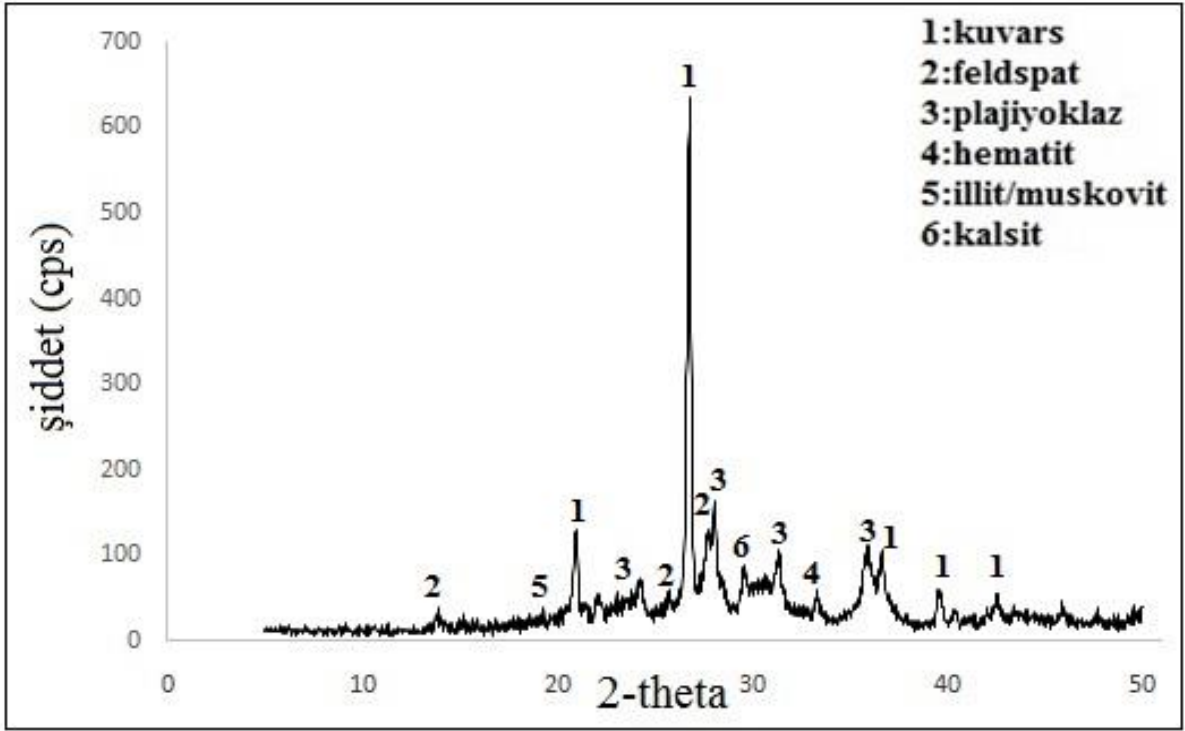
Şekil 4. 12. MA-12 kodlu seramiğe ait XRD paterni



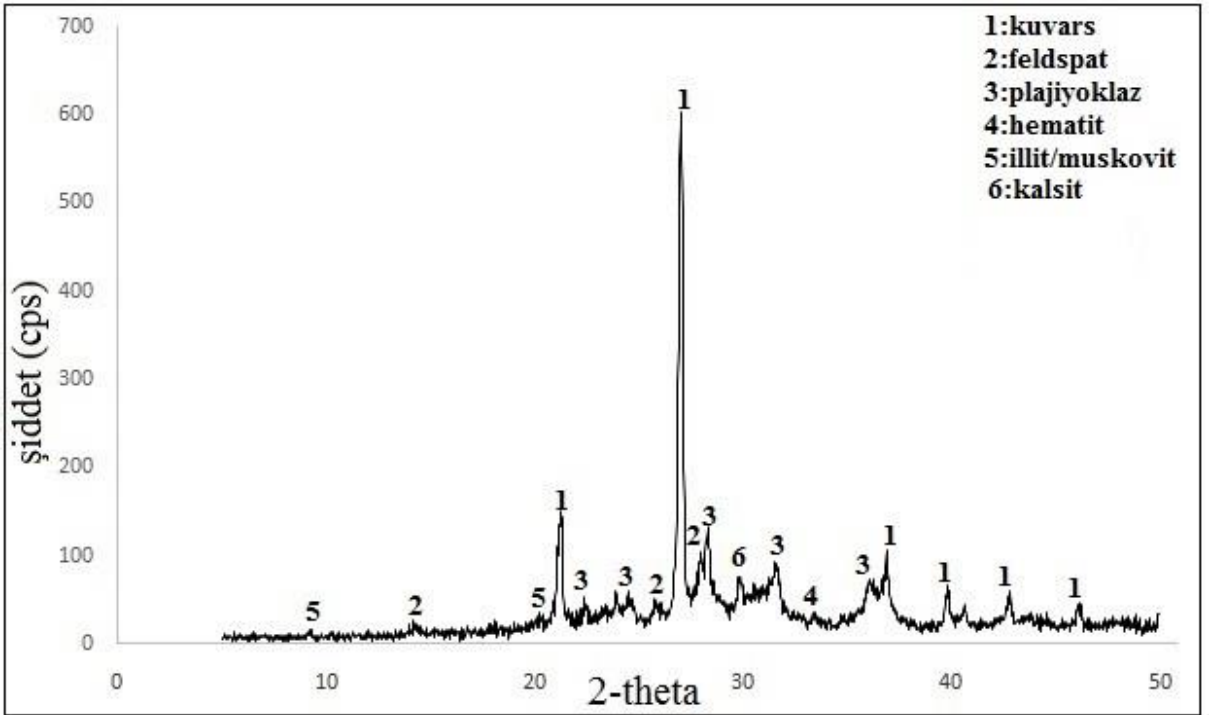
Şekil 4. 13. MA-13 kodlu seramiğe ait XRD paterni



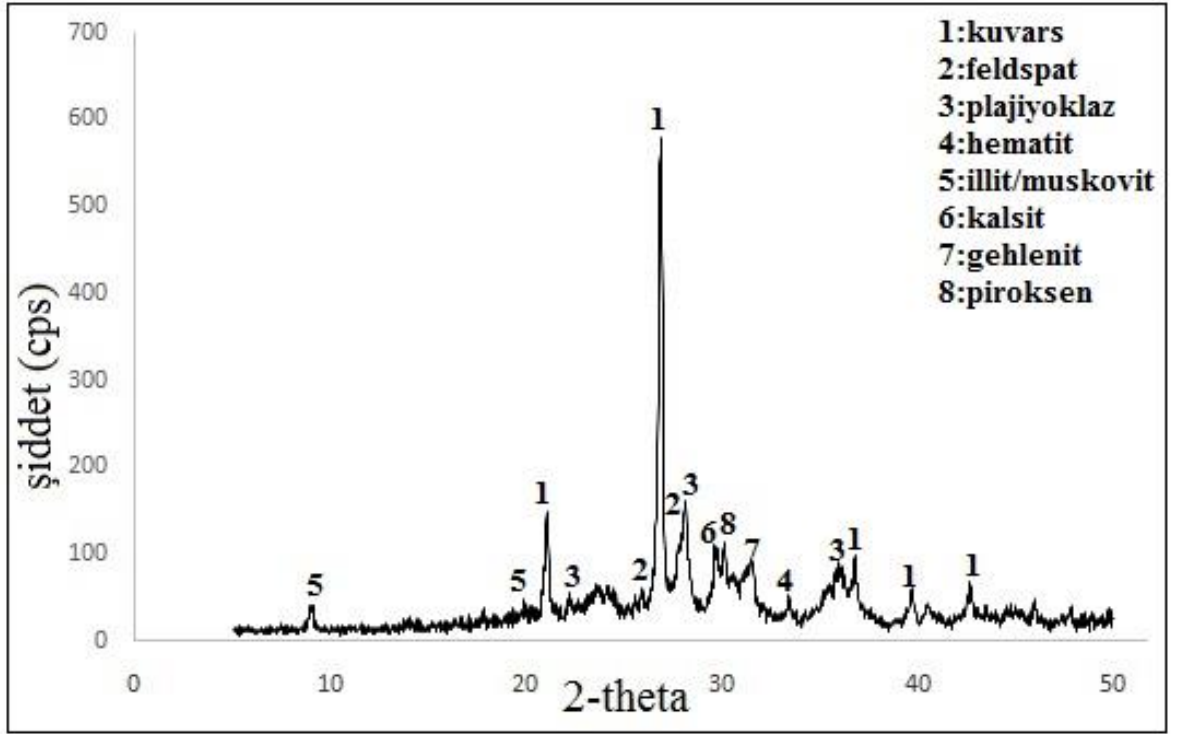
Şekil 4. 14. MA-14 kodlu seramiğe ait XRD paterni



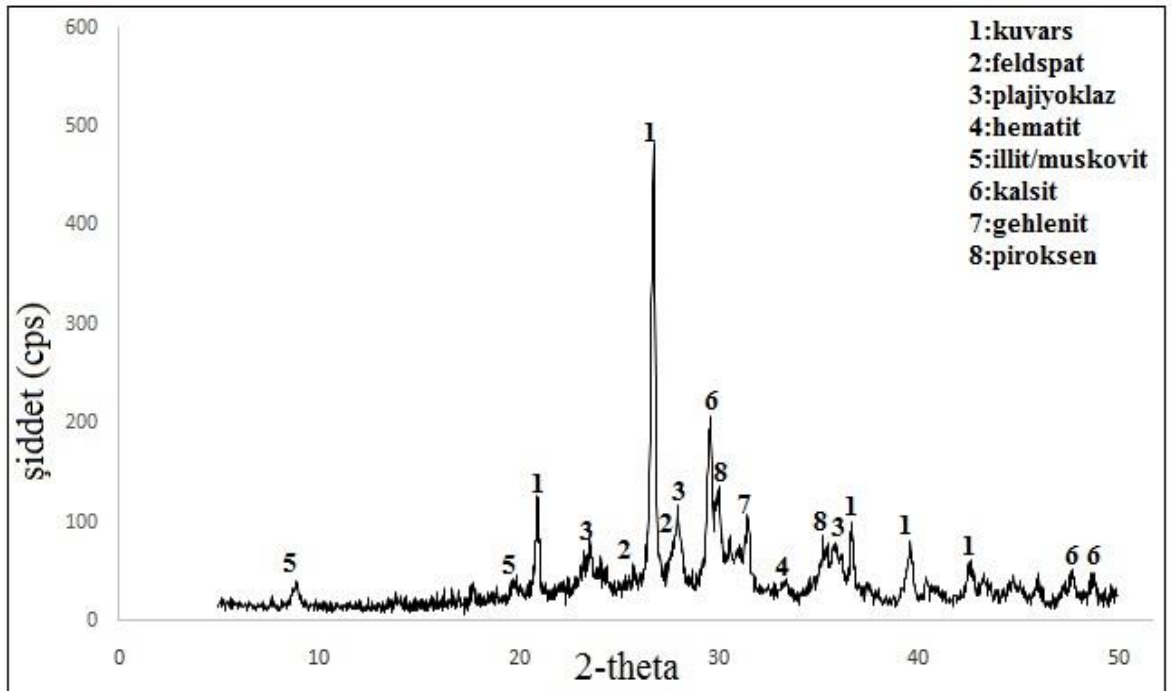
Şekil 4. 15. MA-15 kodlu seramiğe ait XRD paterni



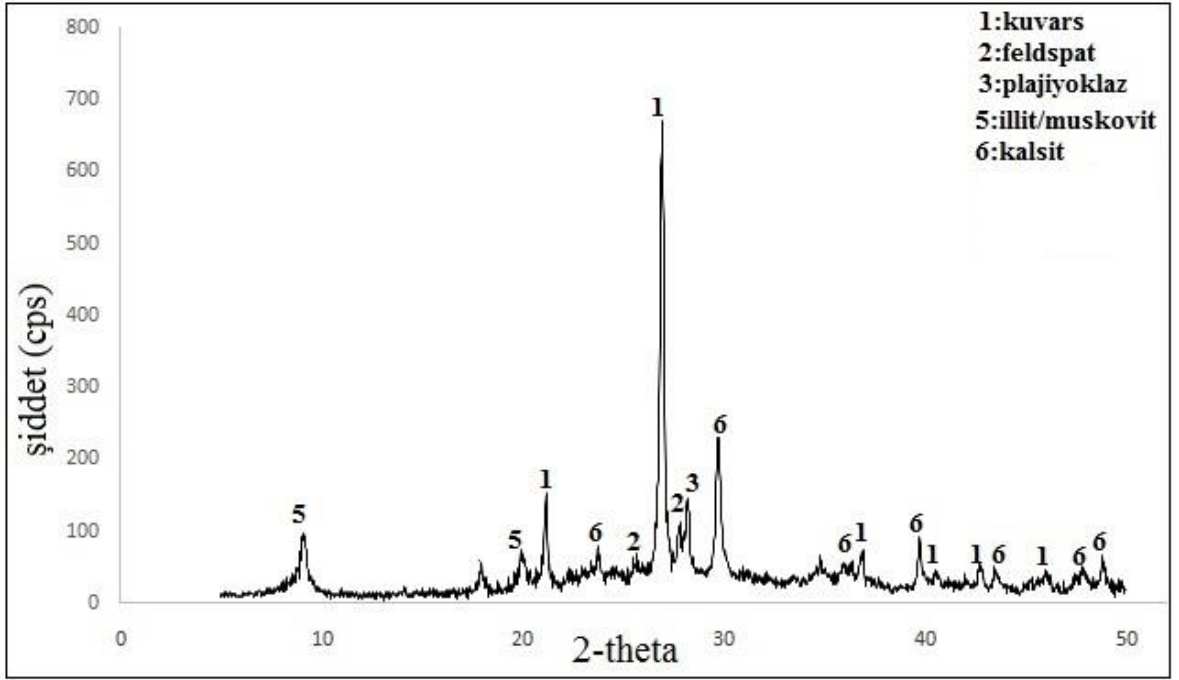
Şekil 4. 16. MA-16 kodlu seramiğe ait XRD paterni



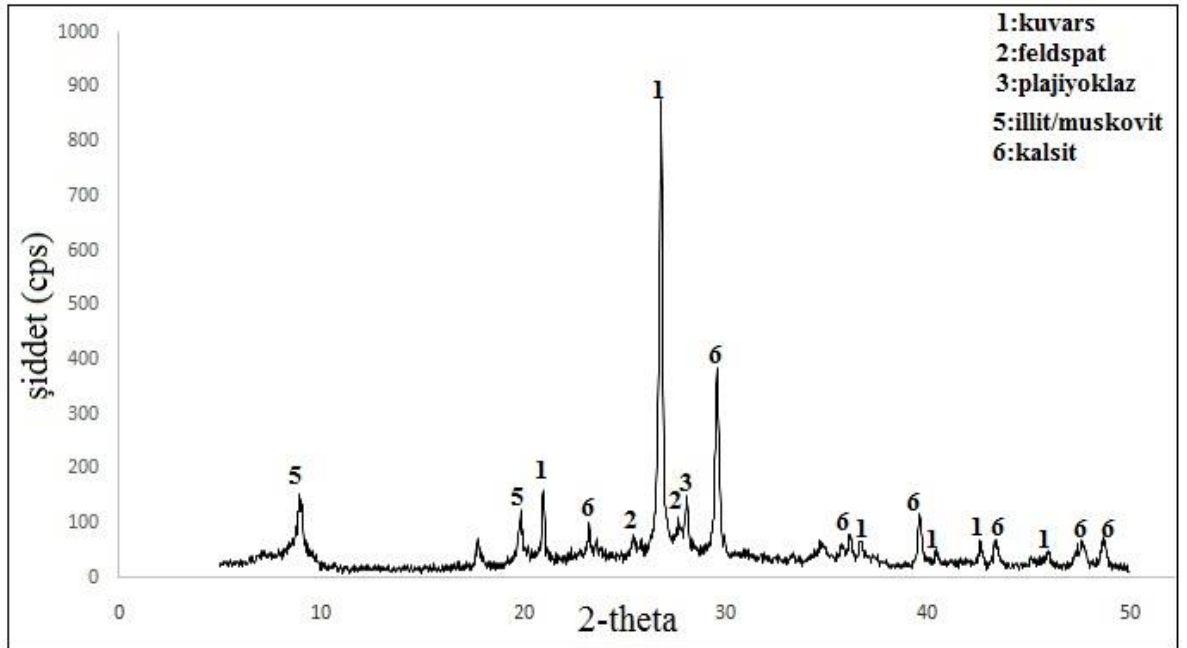
Şekil 4. 17. MA-17 kodlu seramiğe ait XRD paterni



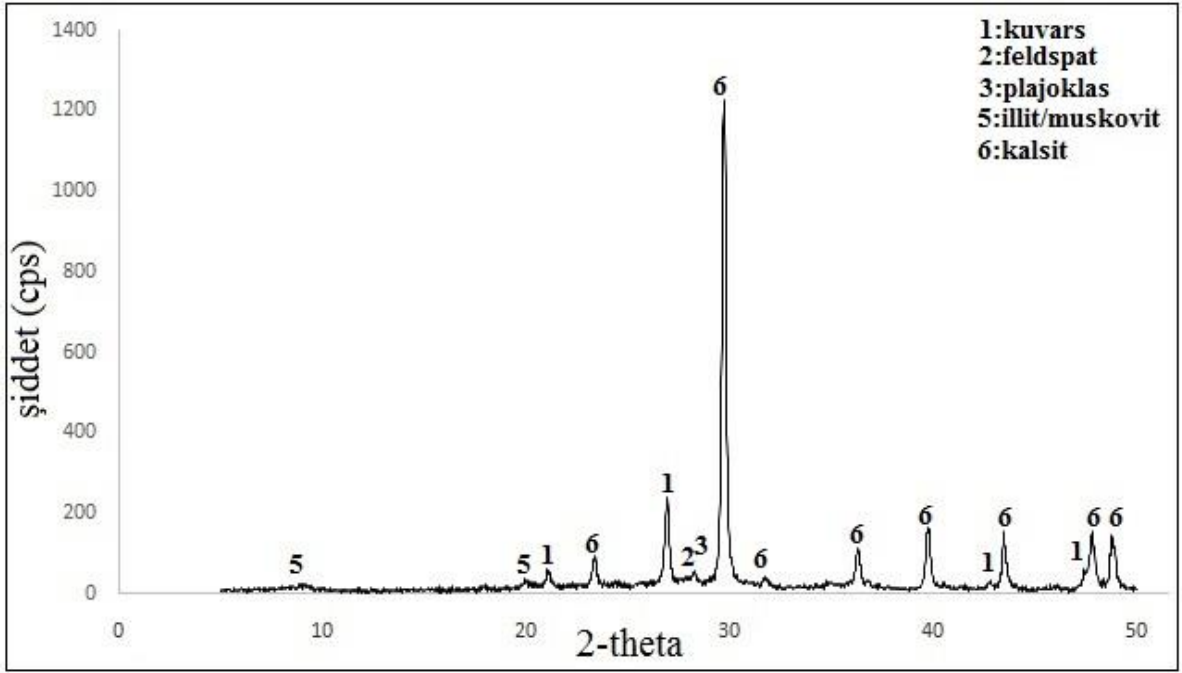
Şekil 4. 18. MA-18 kodlu seramiğe ait XRD paterni



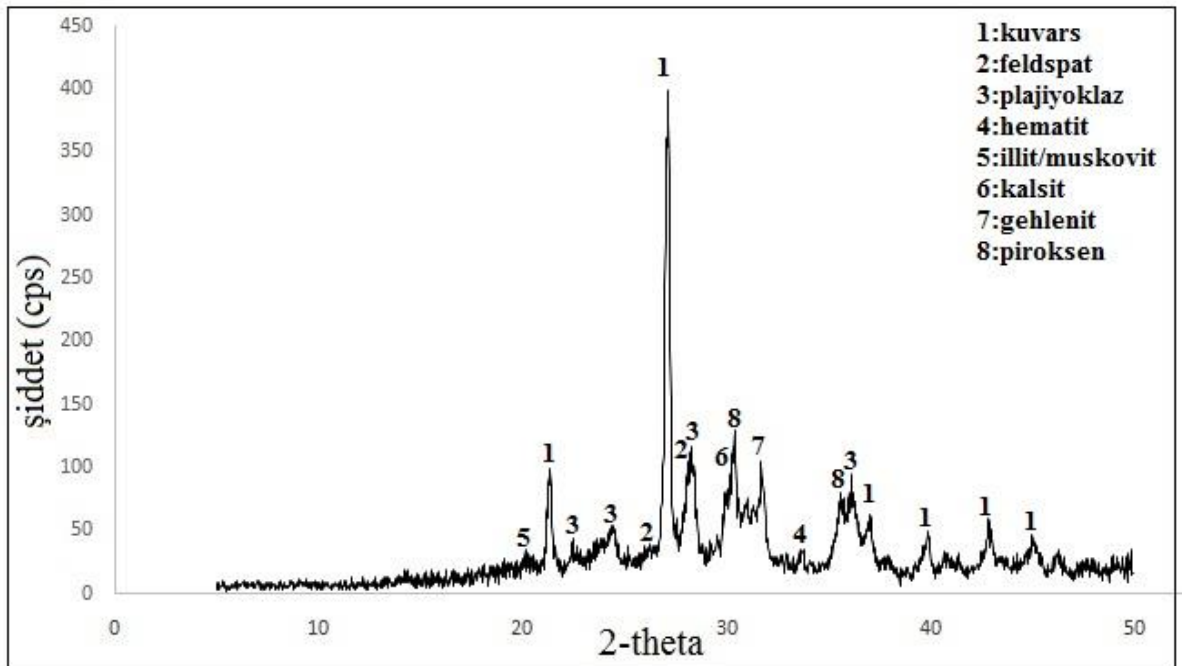
Şekil 4. 19. MA-19 kodlu seramiğe ait XRD paterni



Şekil 4. 20. MA-20 kodlu seramiğe ait XRD paterni



Şekil 4. 21. MA-21 kodlu seramiğe ait XRD paterni



Şekil 4. 22. MA-22 kodlu seramiğe ait XRD paterni

XRD analiz sonuçlarına bakıldığında bütün örneklerde kuvars, feldspat, plajiyoklaz ve illit/muskovit mineralleri değişen X-ışını şiddetlerinde (cps) belirlenmiştir. Dolayısıyla seramik bünyelerin genel olarak illit/muskovit türü kil mineralleri içeren ve kuvars, feldspat, plajiyoklaz, çoğunlukla demir içerikli bir hammadde kaynağı kullanarak üretildikleri gözlemlenmiştir. Belirlenen mineraller ve yüksek sıcaklık fazları dikkate alındığında çoğu seramiğin 800-900°C aralığında pişirim

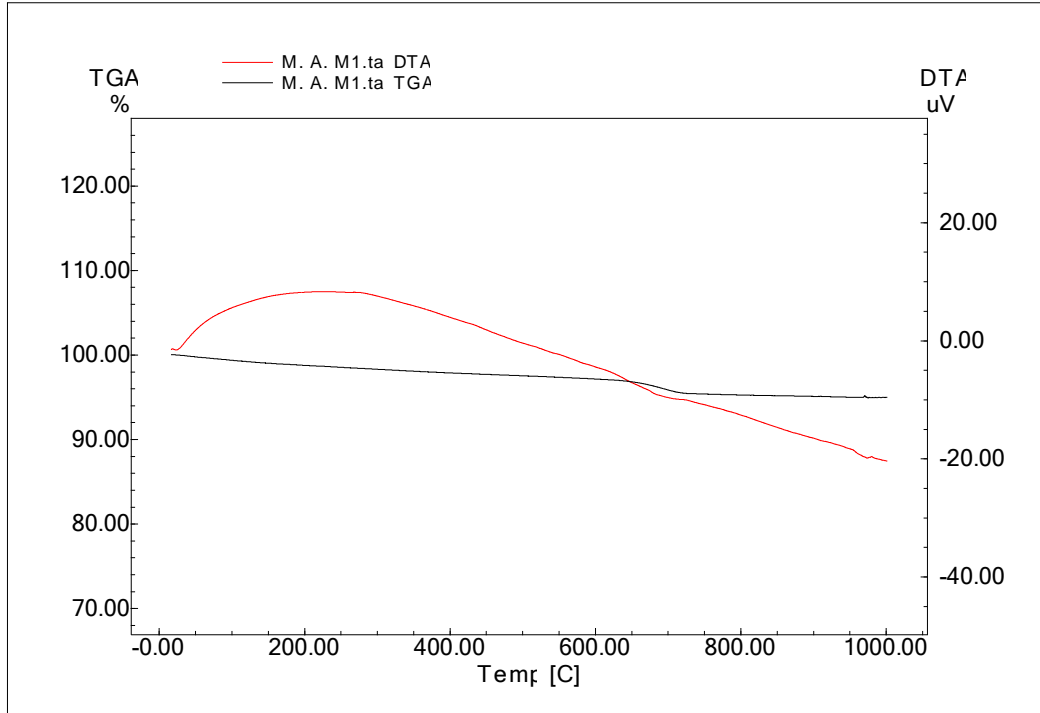
ile üretildiği görülmektedir. Burada önemli noktalardan biri seramiğin içerdiği yüksek sıcaklık fazları olan piroksen ve gehlenit mineralleridir. Bilindiği üzere gehlenit karbonatlı hammaddelerin ortalama 800°C civarında kil ile reaksiyonu sonucu oluşmakta ve bunu takiben yaklaşık 850°C sıcaklıktan itibaren karbonatlı hammaddelerin (örneğin dolomit) kuvars ile reaksiyonu sonucunda ise piroksen oluşmaktadır (Cultrone ve ark., 2001; İssi, 2012). Çalışmada yer alan seramiklerin çoğunda rastlanan bu yüksek sıcaklık mineralleri bu örneklerin genel olarak bahsedilen aralıktaki sıcaklıklara maruz kaldıklarına işaret etmiştir. Yüksek sıcaklık minerallerinin gözlemlenmediği ve kalsitin belirgin bir biçimde saptandığı seramiklerin (MA-2, MA-5, MA-11, MA-19, MA-20, MA-21) pişirim sıcaklıkları 700-800°C olarak belirlenmiş olup, bu örneklerin numune seti içerisinde en düşük pişirim sıcaklık aralığına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Buradaki dayanak noktası kalsit mineralinin bahsedilen bu sıcaklık aralığından itibaren bozunmasıdır (Shoval, 2003; Boynton, 1980; Maritan ve ark., 2006).

Pişirim sıcaklığının belirlenmesinde özellikle maksimum derecelerin öngörülmesi için dikkate alınan bir diğer önemli hammadde ise seramiğin ana bileşenlerinden olan kil mineralleridir. Genel olarak 700°C'de OH<sup>-</sup> grubu kil mineralleri bünyesinden uzaklaşmaya başlar ve sonrasında artan sıcaklıkla birlikte (ortalama 900°C) kil yapısal olarak bozunur. İncelenen seramiklerin tamamında değişik şiddetlere sahip kil mineralinin saptanması örnek setinin maksimum pişirim sıcaklığının genel olarak 900-950°C'yi geçmediğine işaret etmiştir (Broekmans ve ark., 2004; Cultrone ve ark., 2001, Bayazit, 2018).

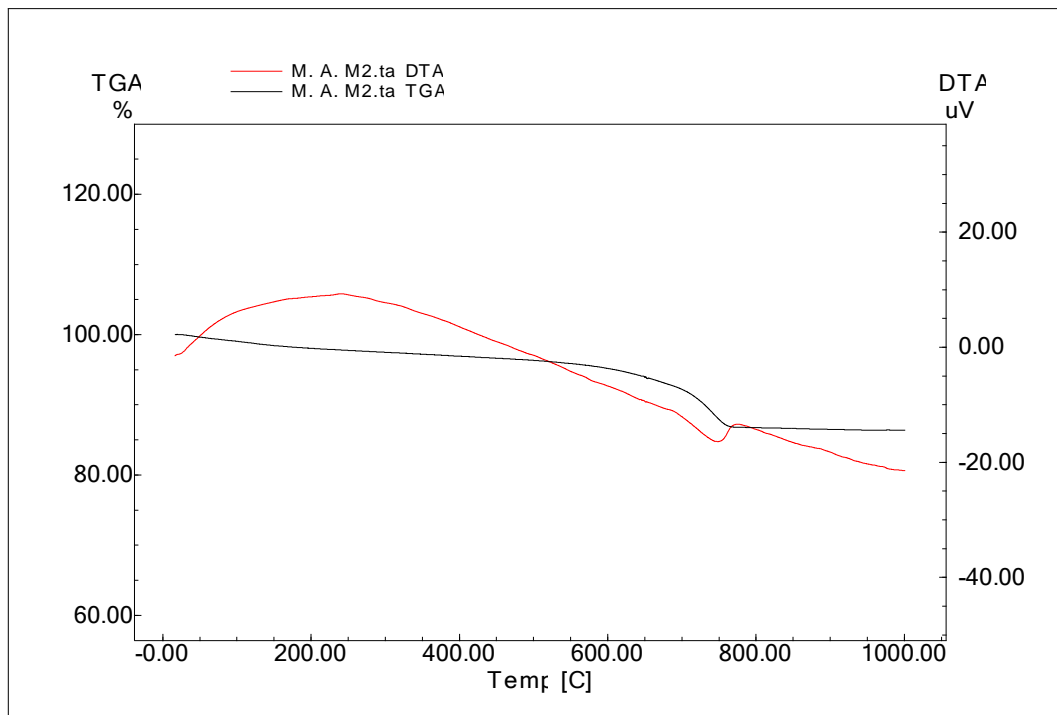
Çoğu seramikte belirlenen hematit minerali bünye pişirimlerinin yükseltgen atmosferde gerçekleştirilmiş olabileceğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir (Maritan ve ark., 2006). Seramiklerde belirlenen feldspat ve plajiyoklaz içeriklerinin bünyede artan sıcaklıkla birlikte camsı bir faz oluşturması beklenmektedir. Ancak, seramiklerin pişirim sıcaklık aralıklarının tam bir vitrifikasyon oluşumu için yeterli olamayacağı öngörülmüştür. Bu konu mikro yapısal özelliklerin gözlemlendiği SEM analizi sonuçları ışığında ele alınacaktır.

#### **4.2. TG-DTA (Termogravimetri - Diferansiyel Termal Analizi) sonuçları**

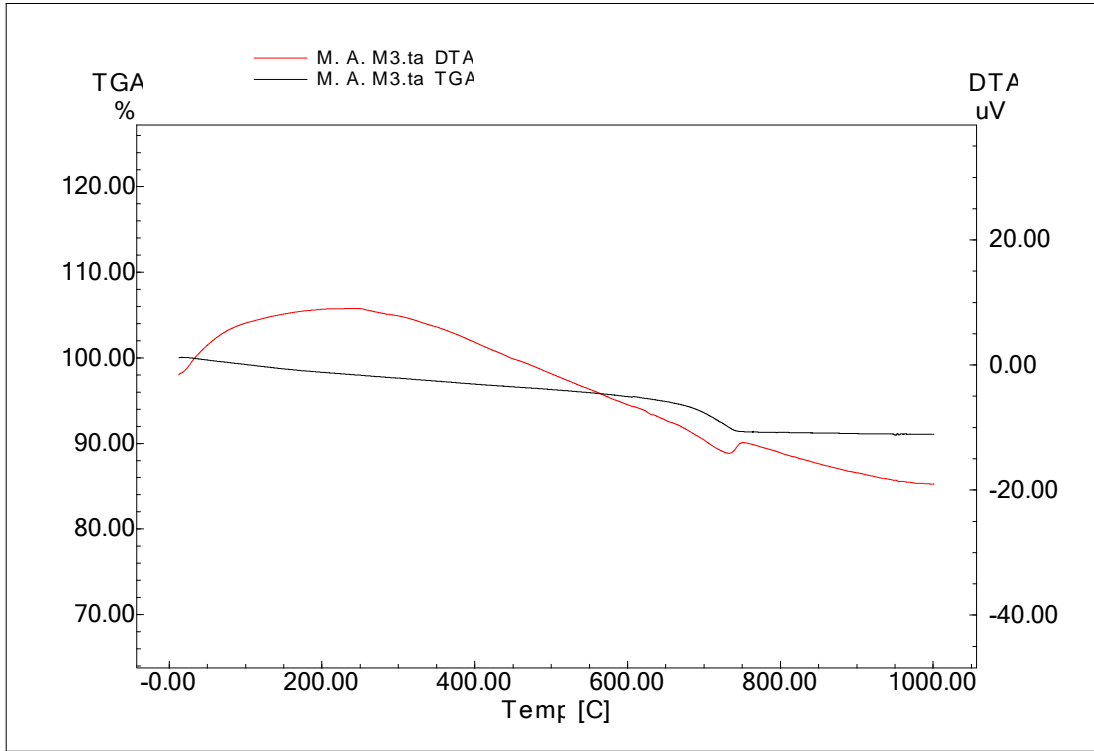
Numunelerin TG-DTA diyagramları Şekil 4.23 – 4.44'de verilmiştir.



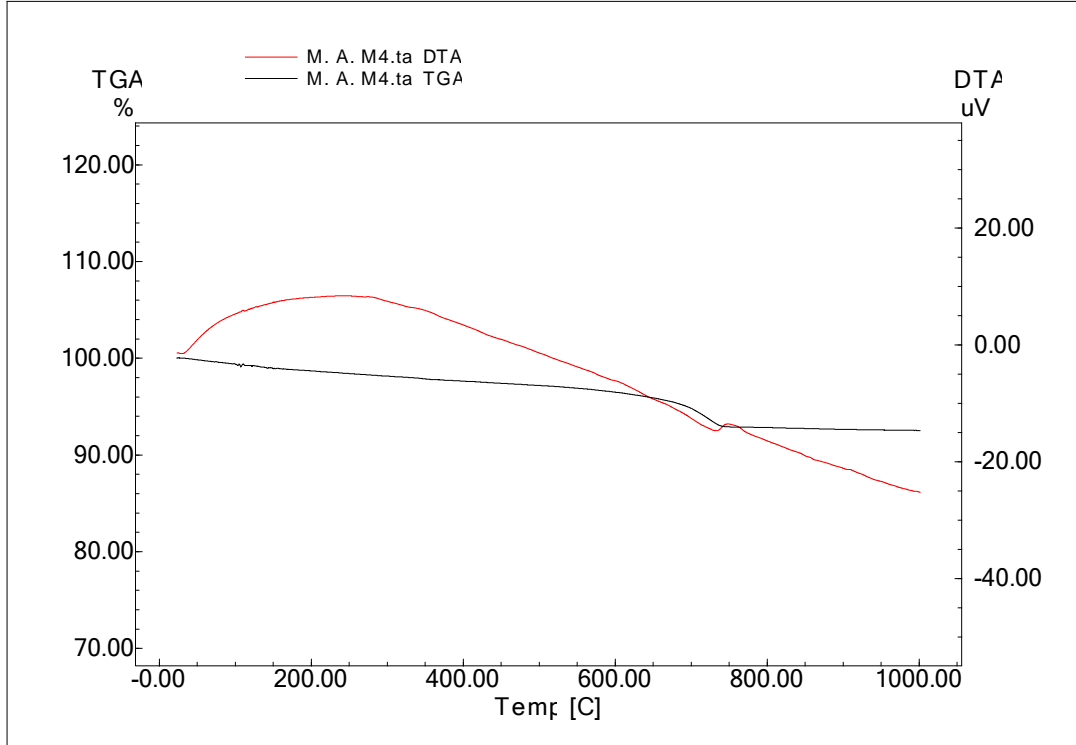
Şekil 4. 23. MA-1 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



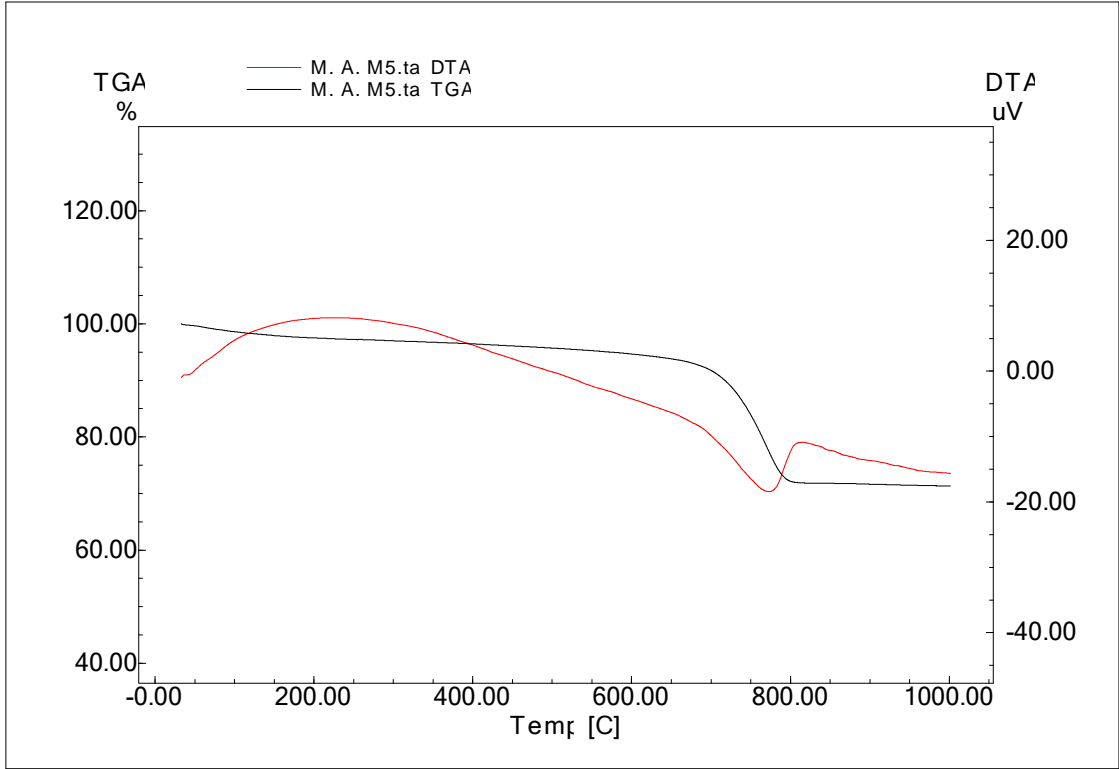
Şekil 4. 24. MA-2 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



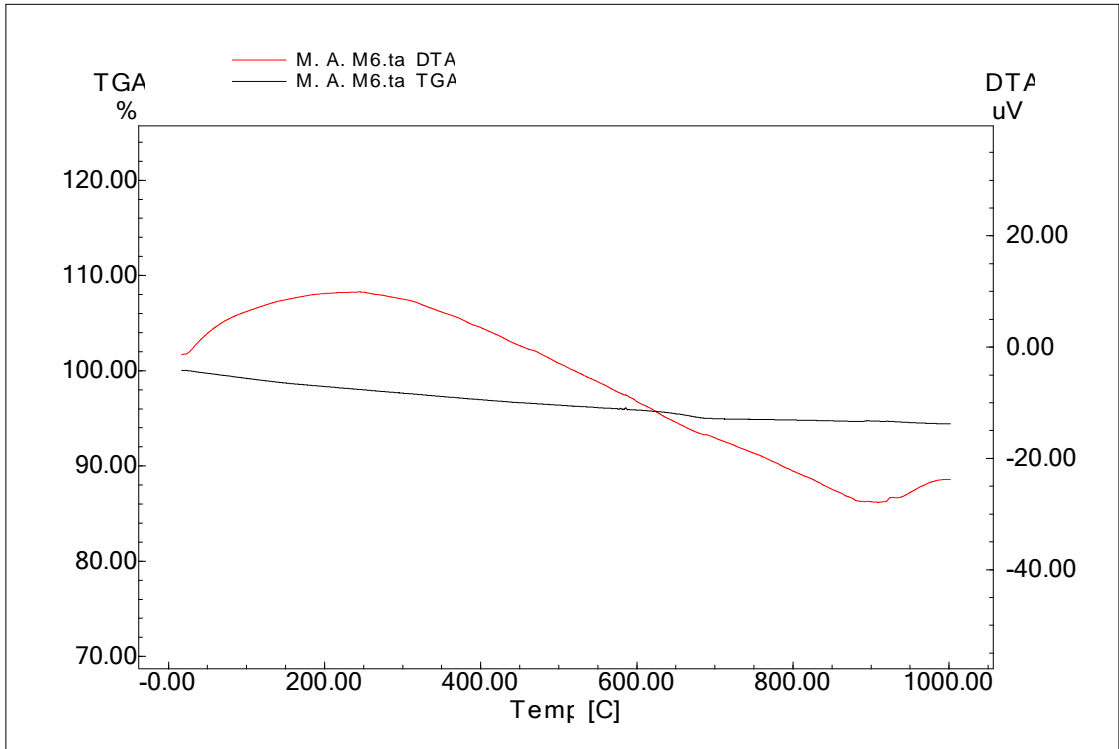
Şekil 4. 25. MA-3 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



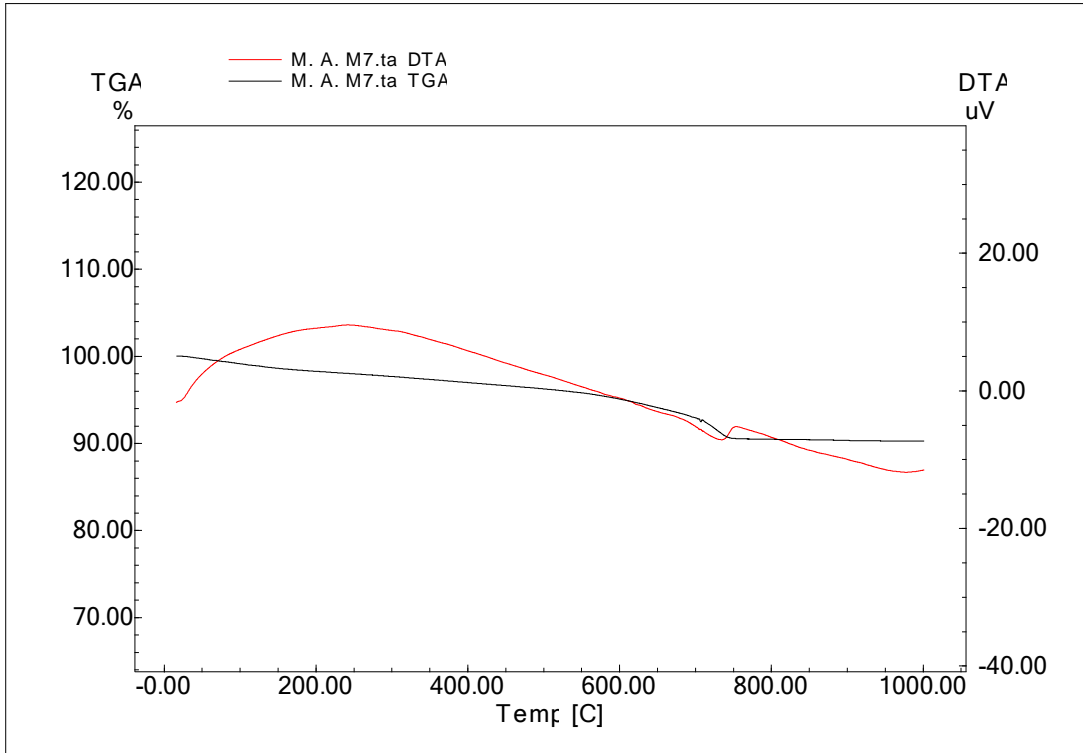
Şekil 4. 26. MA-4 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



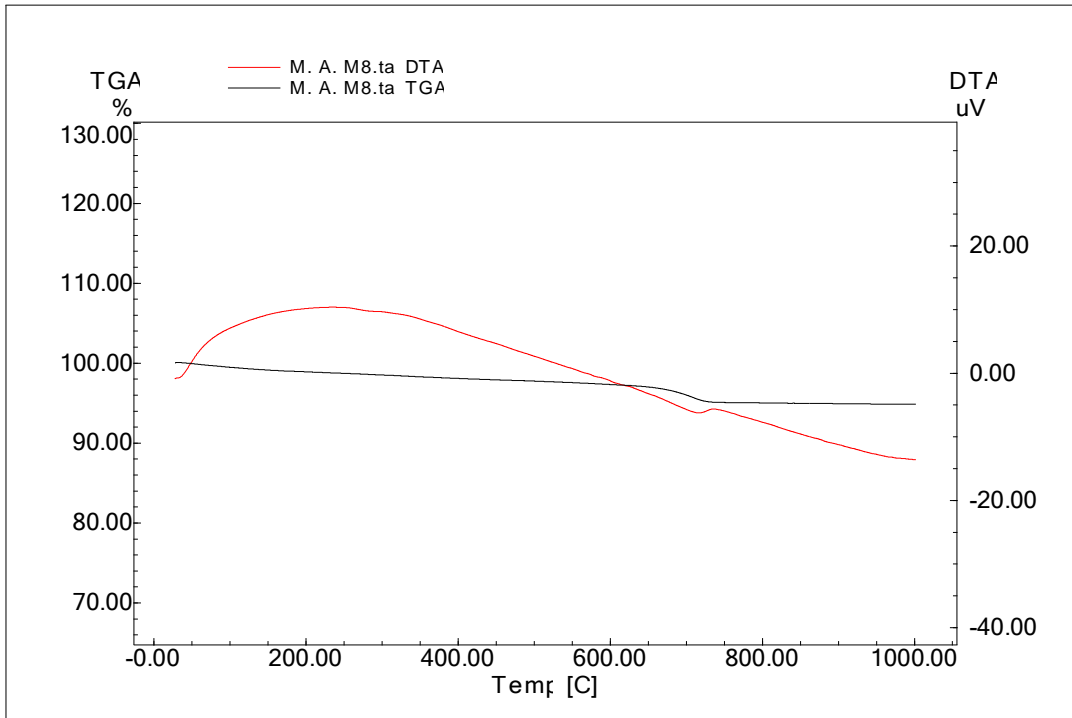
Şekil 4. 27. MA-5 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



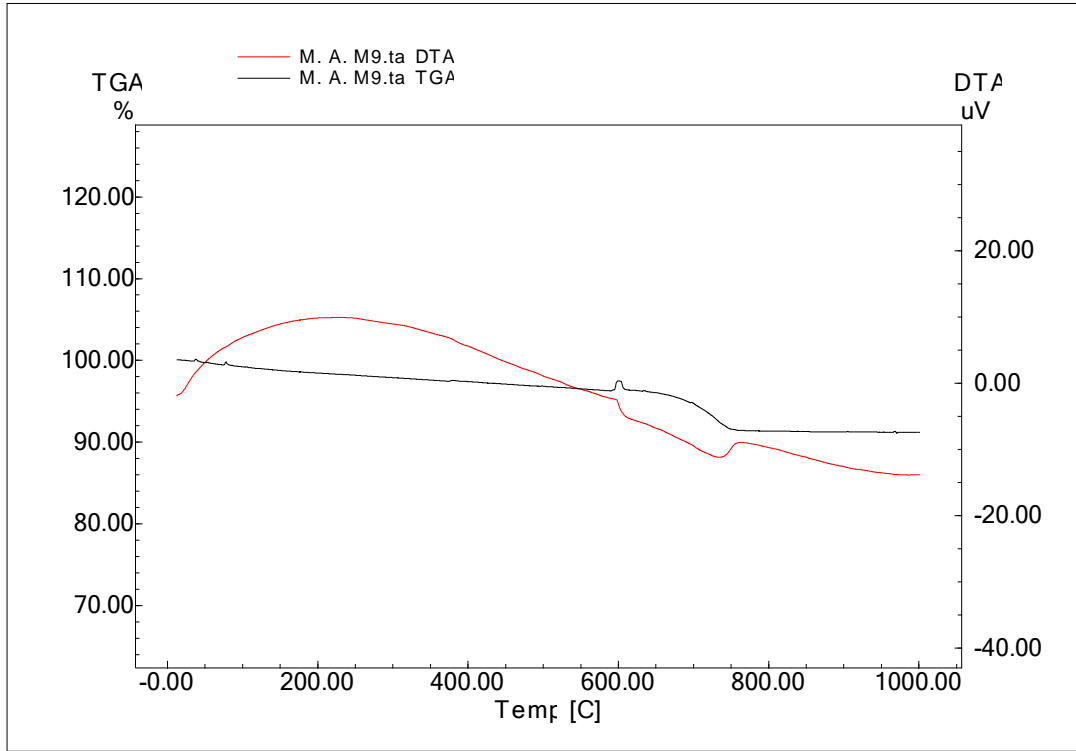
Şekil 4. 28. MA-6 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



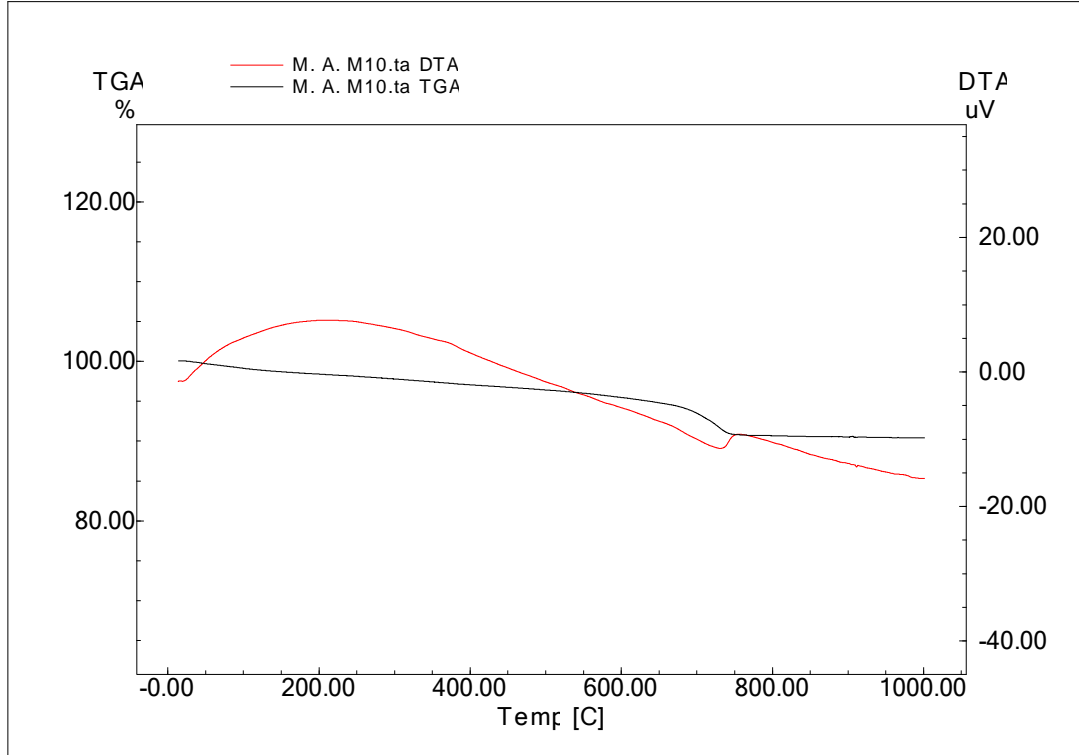
Şekil 4. 29. MA-7 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



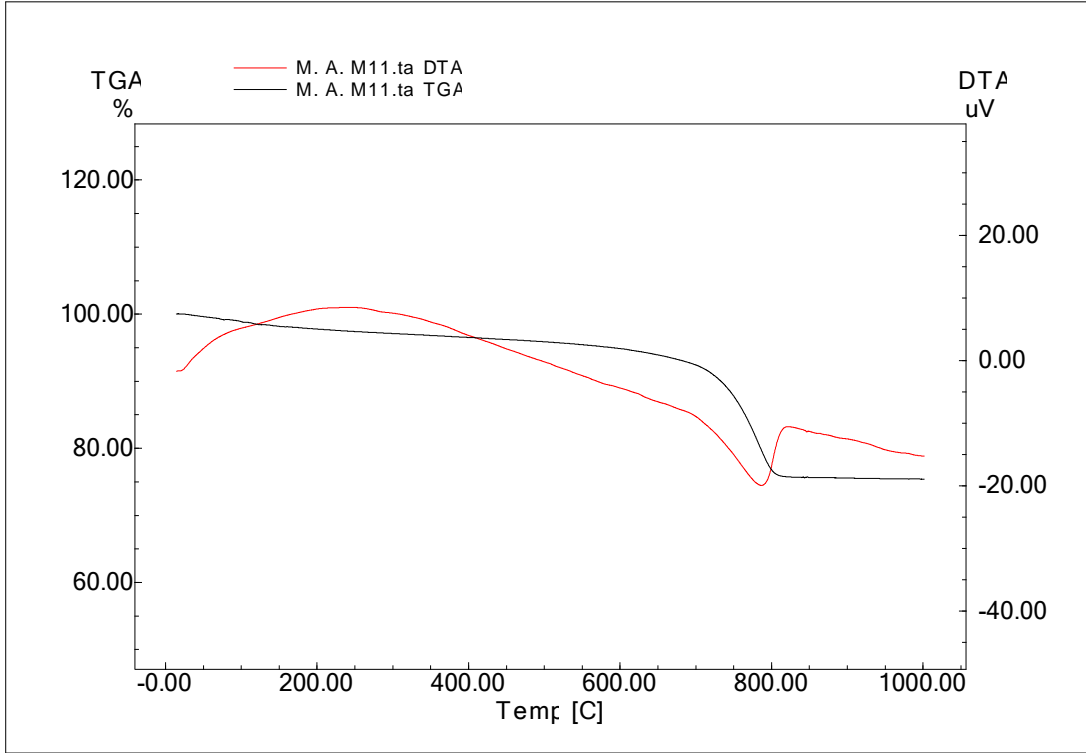
Şekil 4. 30. MA-8 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



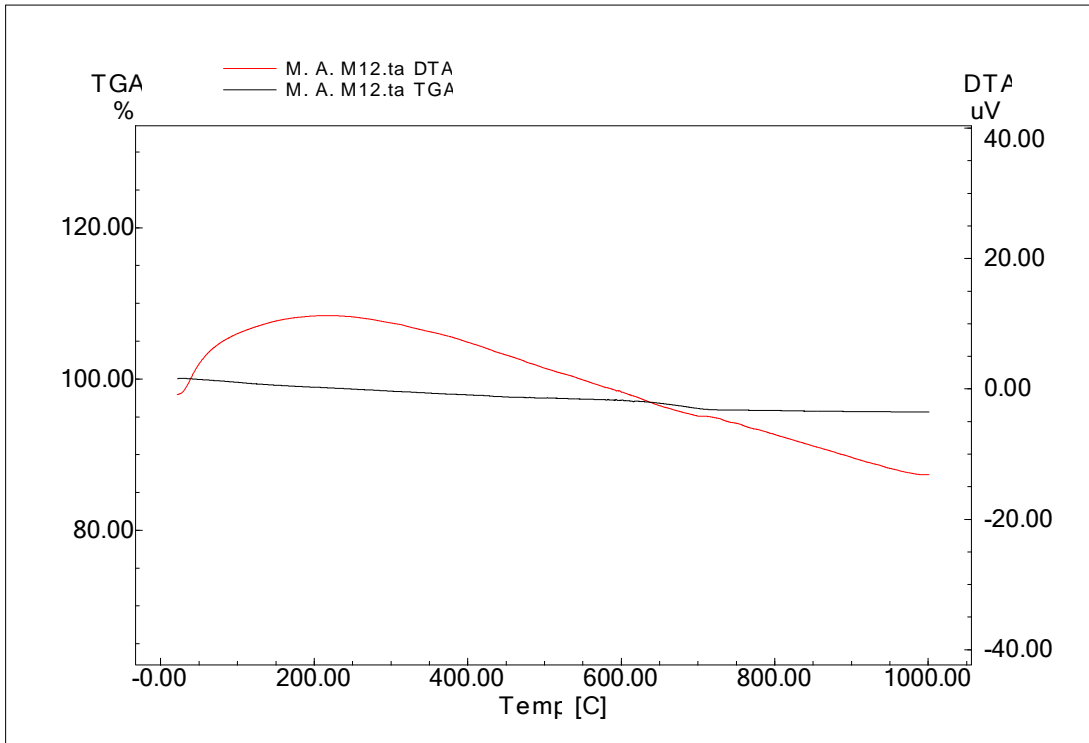
Şekil 4. 31. MA-9 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



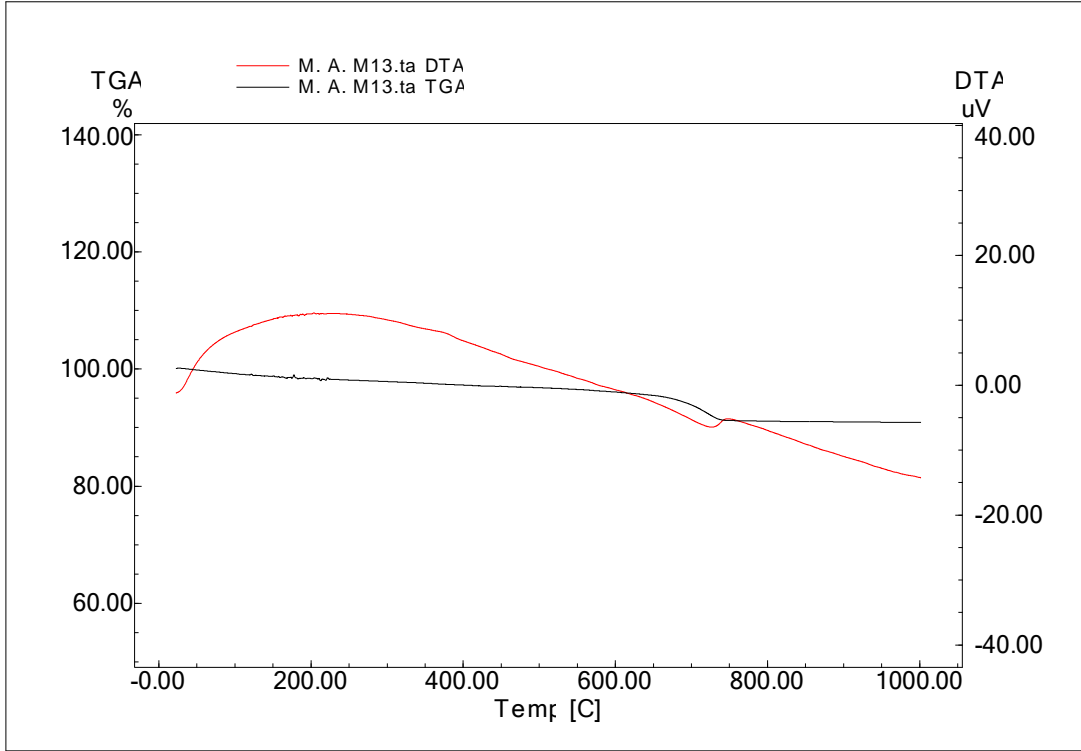
Şekil 4. 32. MA-10 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



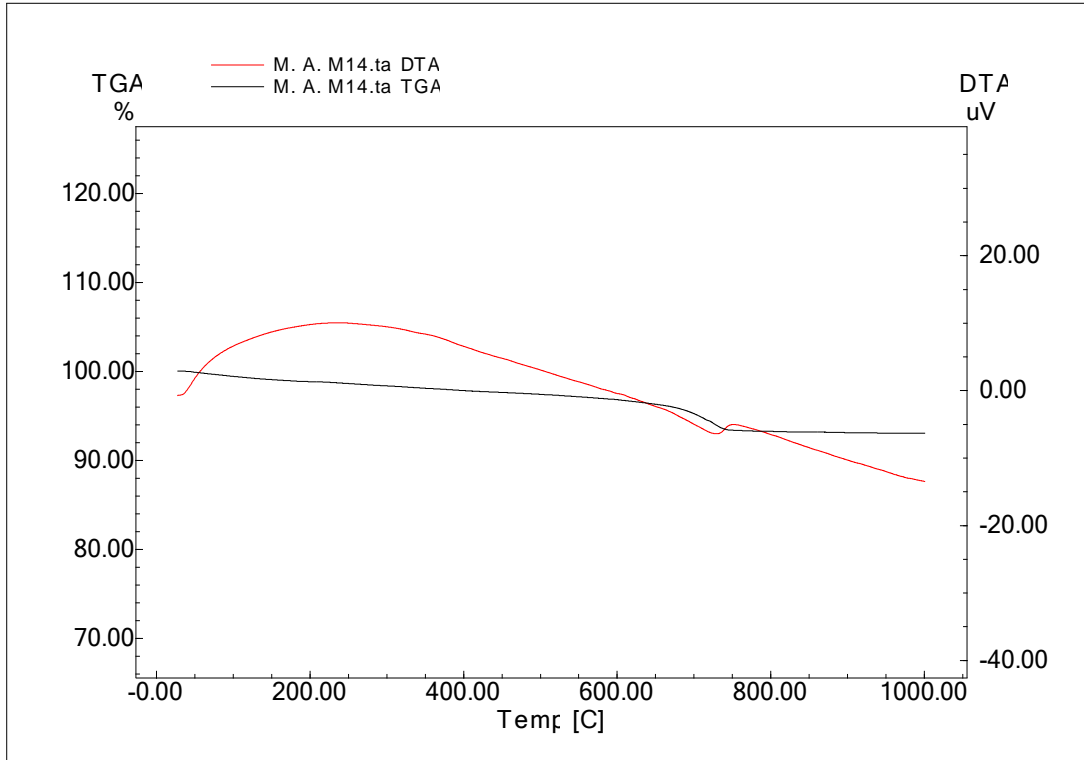
Şekil 4. 33. MA-11 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



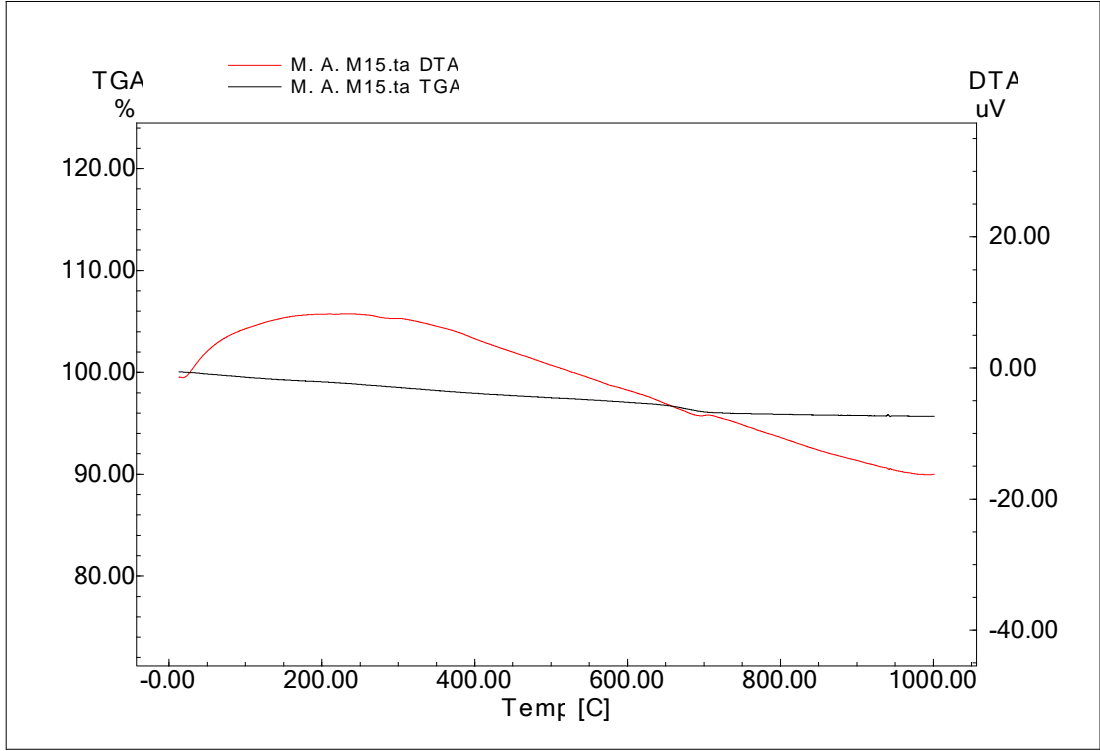
Şekil 4. 34. MA-12 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



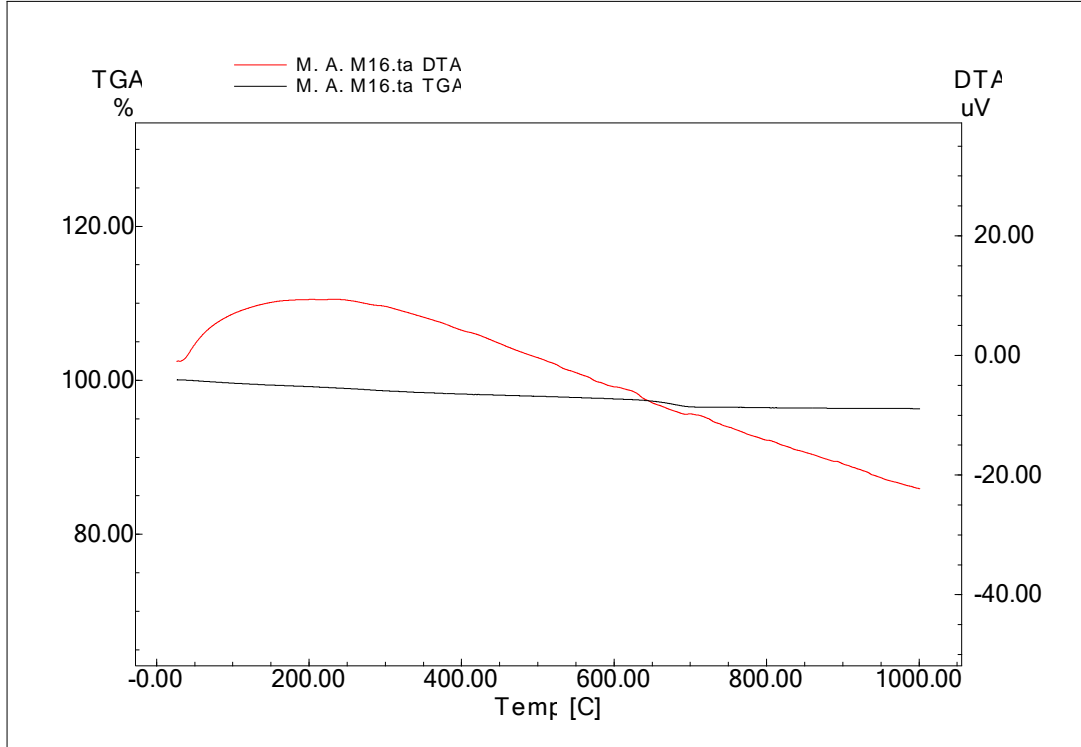
Şekil 4. 35. MA-13 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



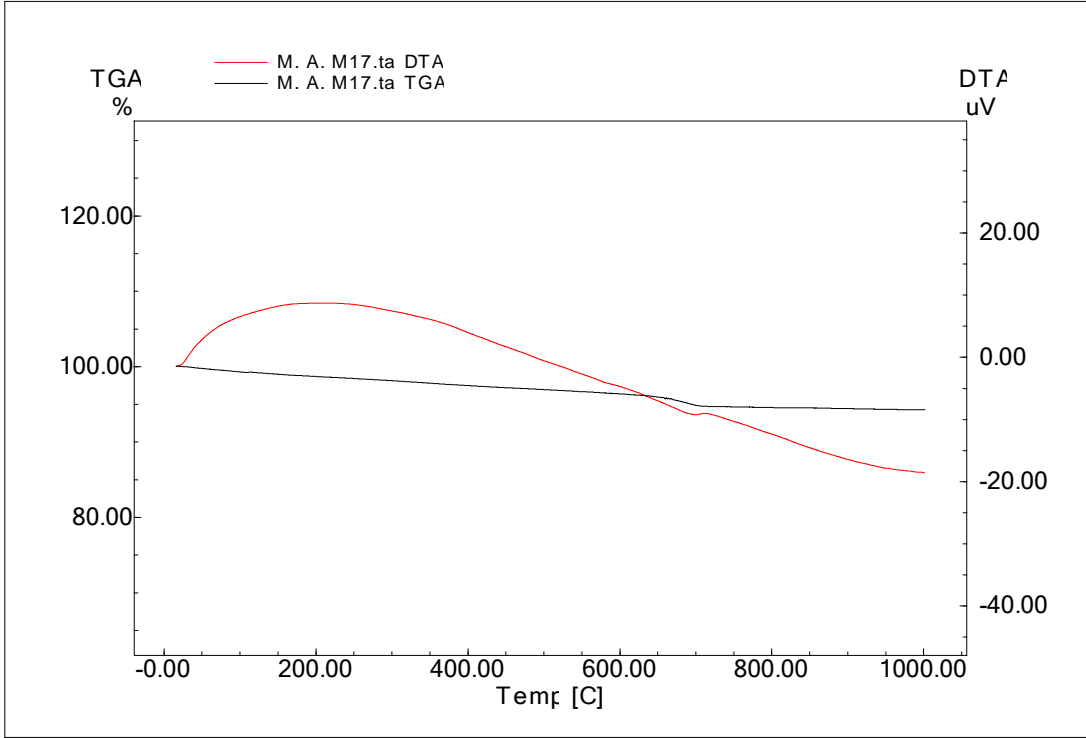
Şekil 4. 36. MA-14 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



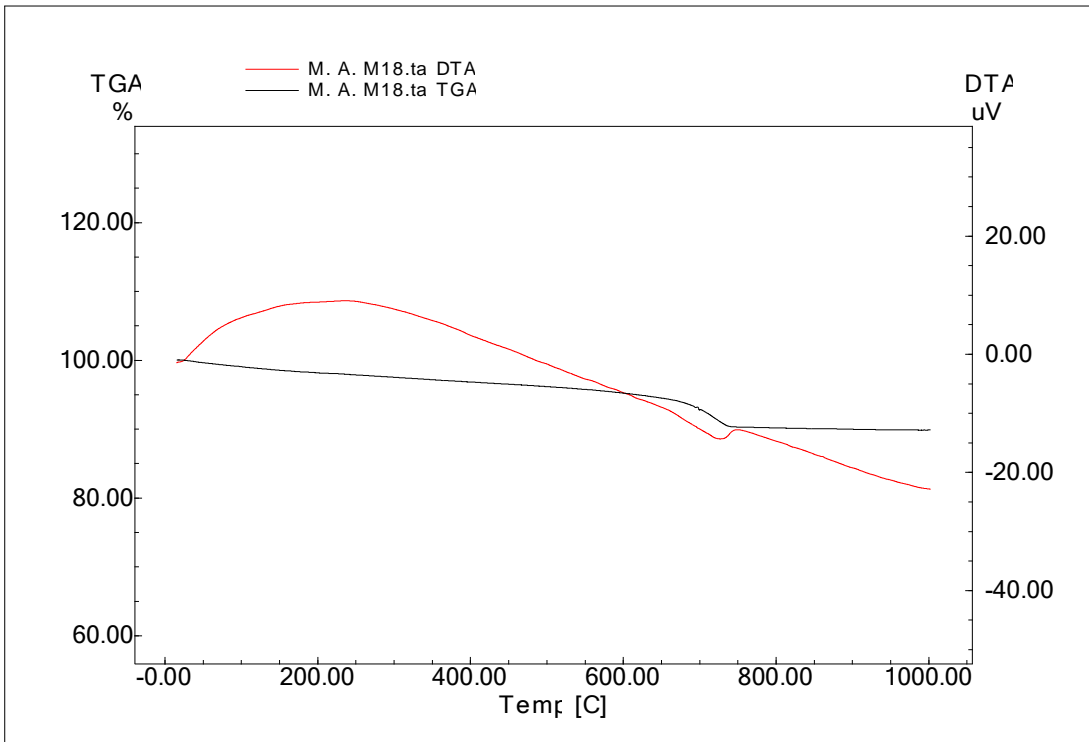
Şekil 4. 37. MA-15 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



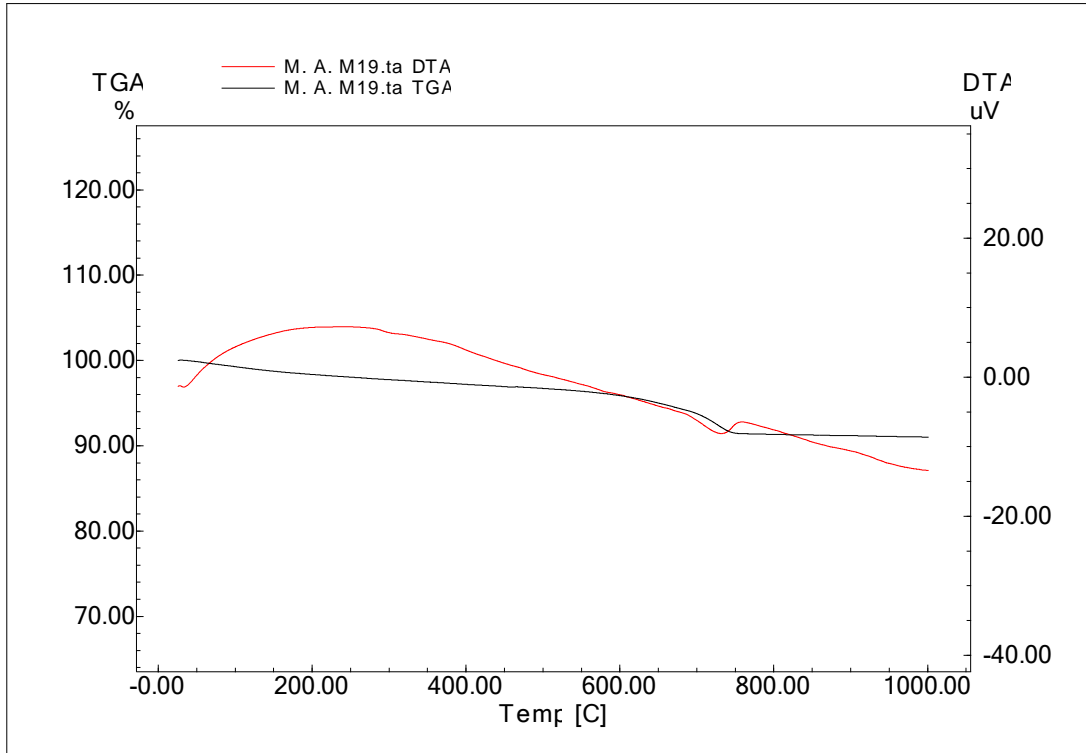
Şekil 4. 38. MA-16 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



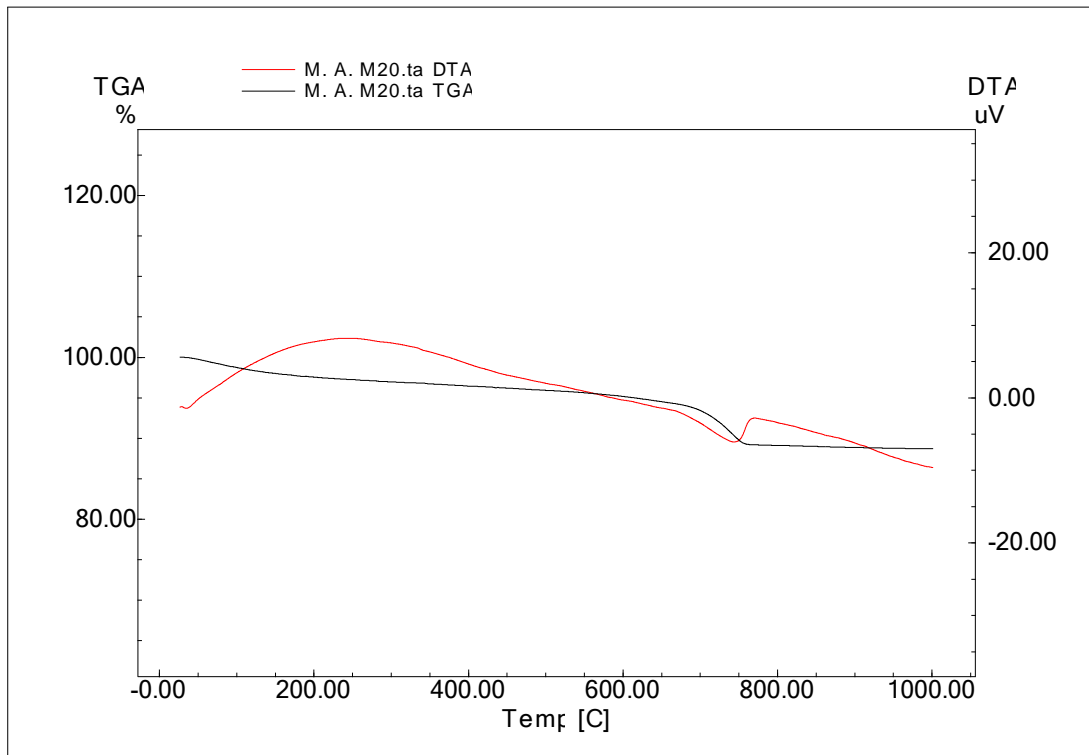
Şekil 4. 39. MA-17 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



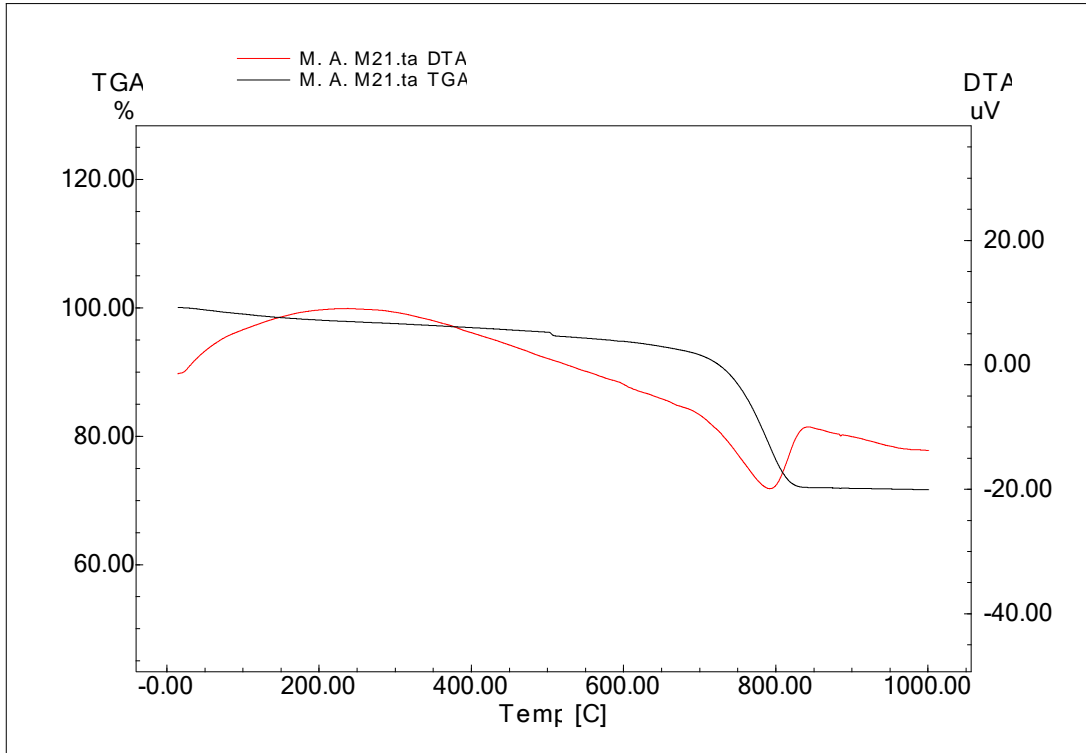
Şekil 4. 40. MA-18 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



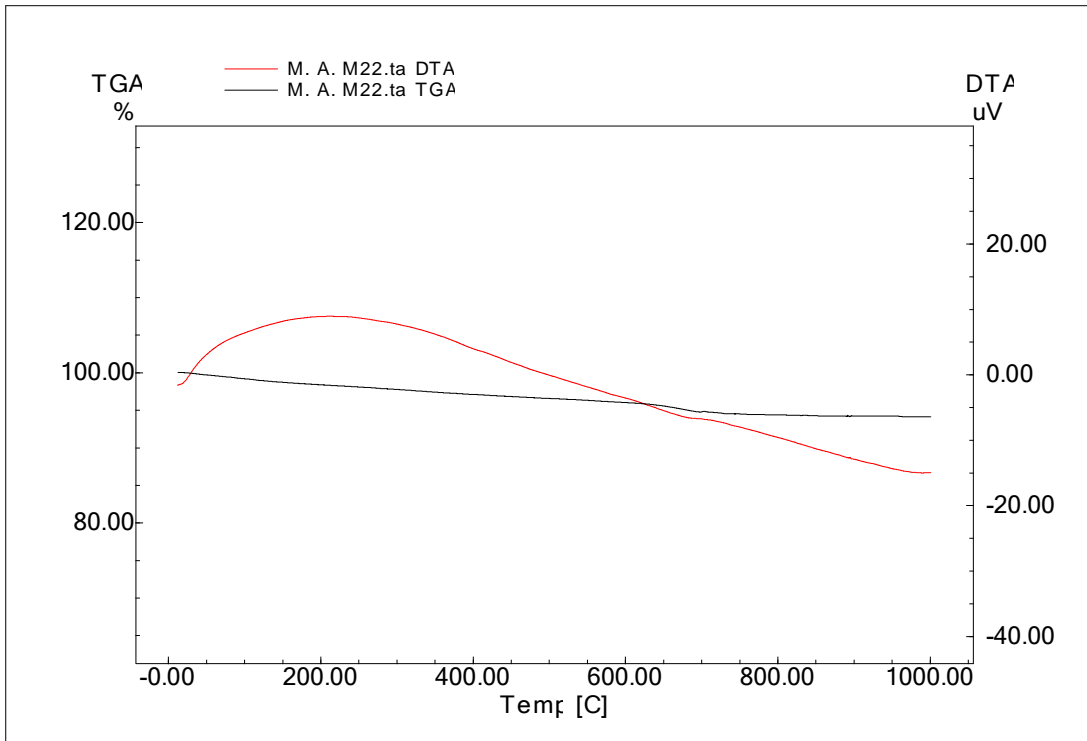
Şekil 4. 41. MA-19 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



Şekil 4. 42. MA-20 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



Şekil 4. 43. MA-21 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı



Şekil 4. 44. MA-22 kodlu seramiğe ait TG-DTA diyagramı

TG-DTA analizinin önemli uygulamaları arasında minerallerin tespiti, bir karışım içindeki bazı mineral türlerinin tahmin edilmesi ve seramik bünyelerin

pişirilmesi esnasında oluşan başlıca reaksiyonlar yer almaktadır. Kil bazlı sistemlerde sıcaklık artışı ile birlikte belirli sıcaklıklarda oluşan reaksiyonlar şöyle özetlenebilir (Krapukaityte ve ark., 2008; Grimshaw, 1971; Drebuschak, ve ark., 2005);

- Serbest su 100-150°C arasında endotermik reaksiyona uğrayarak seramik bünyeden uzaklaşır.
- Minerallerin türüne bağlı olarak hidroksitlerin, hidratların ve su içeren diğer minerallerin bozunumu bazı mineraller için karakteristiktir. Endotermik reaksiyonlarla sonuçlanan bu değişiklikler 200-800°C arasında yer almaktadır.
- Oksi-tuzların bozunumu (karbonatlar ve sülfatlar gibi) 500-1200°C arasında yer almaktadır.
- Karbonlu malzemelerin yanması, sülfürlerin sülfatlaşması veya oksitlenmesi ekzotermik oksitlenme reaksiyonlarıdır.
- Genellikle ekzotermik reaksiyonlar şeklinde gözlemlenen düzensiz veya amorf fazdan yeniden kristallenme reaksiyonları çoğu hidrate silikat yapılar için karakteristiktir.
- Katıdan sıvı haline ya da sıvıdan gaz haline geçme durumlarında endotermik reaksiyonlarla sonuçlanırlar.
- Silikat minerallerdeki faz dönüşümleri endotermik veya ekzotermik olabilir.

TG-DTA seramik malzemelerinin karakterize edilmesinde kullanılan önemli yöntemlerden biridir. Bu teknik kullanıcısına pişme prosesini kontrol etme ve artan ısıyla birlikte oluşan değişimleri kaydetme fırsatını aynı anda sağlayabilmektedir (Drebuschak, ve ark., 2005). DTA eğrileri kontrollü bir ısı işleme maruz kalan numunede meydana gelen entalpi kazanımı/kaybının etkisine bağlı olarak ekzotermik ve endotermik piklerin, TG eğrileri de bu reaksiyonlar sırasında oluşan ağırlık kayıplarının belirlenmesini sağlamaktadır (Palanivel ve Kumar, 2011). Bu analiz tekniğinin XRD ve FTIR ile birlikte kullanılması pişmiş toprak buluntuların orijinal pişirim sıcaklığının tahmin edilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır (Leach ve ark., 2008). Termal analizlerin değerlendirme sürecinde TG ve DTA eğrileri birbirlerini tamamlayıcı şekilde yorumlanmalıdır. DTA eğrilerinde gözlemlenen endotermik ve ekzotermik etkiler diğer taraftan aynı numuneye ait TG eğrilerindeki ağırlık kaybı ve kimi zaman da ağırlık artışları ile birlikte değerlendirilerek nihai sonuca bu şekilde ulaşılması daha verimli olacaktır (Drebuschak, ve ark., 2005; Palanivel ve Kumar, 2011).

Kuriki Höyük boya bezemeli kapların TG-DTA sonuçları incelendiğinde seramiklerin bünyelerine ait TG eğrilerinde yaklaşık 600°C'ye kadar düzenli olarak (az miktarda) ağırlık kaybı gözlenmektedir. Bu sıcaklık değerlerine kadar olan ağırlık kayıplarının absorblanmış fiziksel suyun uzaklaşması ve buna ek olarak numune içerisindeki organik maddelerin dekompozisyonu sonucu meydana gelen reaksiyonlar nedeniyle gerçekleştiği öngörüsünde bulunmak mümkündür (Palanivel ve Kumar, 2011; Meyvel ve ark., 2012; Maritan ve ark., 2006).

TG-DTA diyagramları göz önüne alındığında; özellikle MA-1, MA-6, MA-8, MA-12, MA-15, MA-16, MA-17, MA-22 kodlu numunelerde 650-800 °C aralığında görülen düşük şiddetli endotermik etki ve yine bu derece aralığında gözlemlenen düşük ağırlık kaybı (sırasıyla ağırlıkça % 1.975, % 1.133, % 2.351, % 1.408, % 1.238, % 1.182, % 1.857, % 1.755) ikincil kalsit varlığına işaret etmektedir (Krapukaityte ve ark., 2008; Fabbri ve ark., 2014). Bu sonuçların XRD verileri ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. MA-1, MA-8, MA-12, MA-17 ve MA-22 kodlu numunelerin XRD paternlerinde yüksek sıcaklık fazlarının yanında ikincil olma olasılığı yüksek görülen kalsit pikine de rastlanmıştır. Bu durum TG ağırlık kayıp değerleri (Çizelge 4.1) ile örtüşmektedir.

Diğer numunelere ait TG-DTA diyagramları incelendiğinde (MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MA-7, MA-9, MA-10, MA-11, MA-13, MA-14, MA-18, MA-19, MA-20, MA-21) örneklerde 600-850°C aralığında gözlemlenen ağırlık kayıplarının ağırlıkça % 3.655 ile % 22.813 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu numunelerin oluşturduğu grupta yer alan bazı seramikler diğerlerine nispeten 600-850°C aralığında yine daha düşük ağırlık kayıpları göstermiştir. Birincil/ikincil kalsit ayrımının yapılabilmesi ve durumun netlik kazanması için XRD analiz verilerine bakıldığında; kalsit pikine sahip olan ve yüksek sıcaklık fazları bulunmayan seramiklerde (örneğin; MA-19, MA-20) 600-850°C aralığında gözlemlenen ağırlık kaybının birincil kalsite, XRD paterninde düşük şiddetli kalsit pikine sahip ve bununla birlikte yüksek sıcaklık fazlarını (piroksen, gehlenit gibi) içeren bazı seramiklerdeki (örneğin; MA-4, MA-13) 600-850°C aralığındaki ağırlık kaybının ise büyük olasılıkla ikincil kalsite işaret ettiği düşünülebilir. XRD sonucunda kalsit pikinin rastlanmadığı ve yüksek sıcaklık fazlarının yer aldığı numunelerde ise 600-850°C aralığındaki ağırlık kaybının yine ikincil kalsite ait olduğu öngörülmektedir (Krapukaityte ve ark., 2008; Fabbri ve ark., 2014).

Ağırlık kayıp değerlerinin olduğu sıcaklıklardaki endotermik ve ekzotermik reaksiyonlar sonucu oluşan entalpi değişimleri (DTA eğrileri) dikkate alındığında;

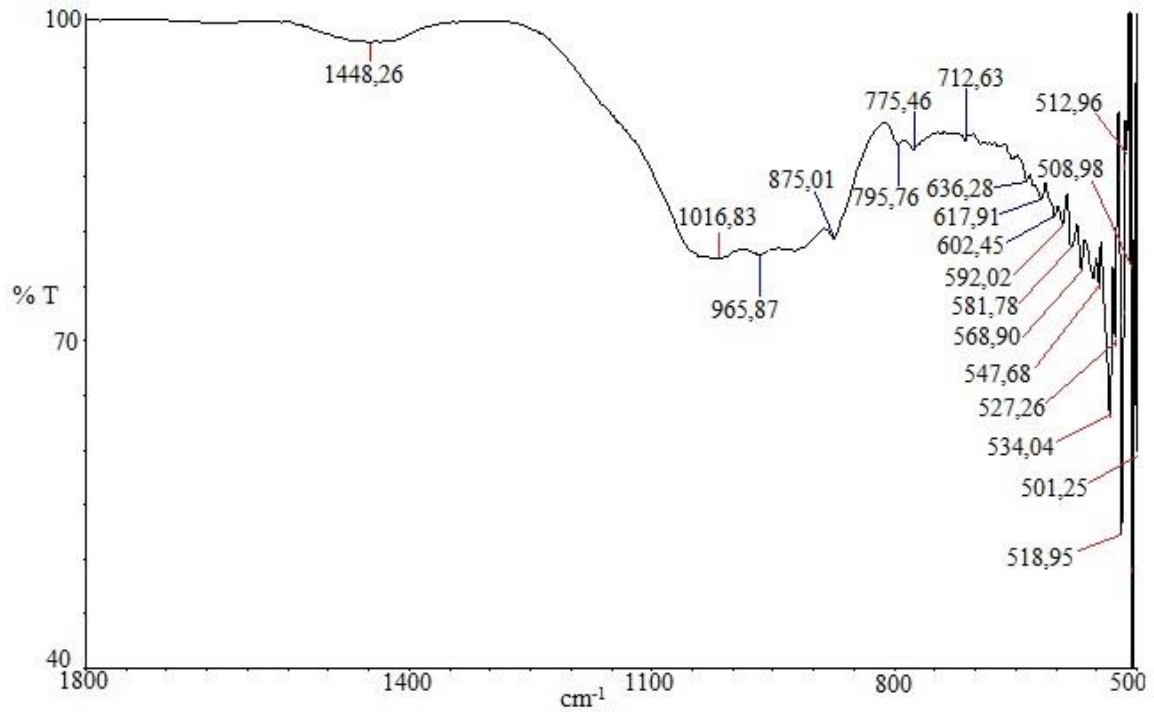
kalsitin bozunmasına bağlı olarak meydana gelen endotermik etkinin ikincil kalsit içeren seramiklerde birincil kalsit içerenlere göre daha düşük sıcaklıklarda ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durum, seramiklerdeki mineralojik içerik ile genel olarak uyumlu bir sonuç ortaya koymuştur. Örneğin, MA-5, MA-11 ve MA-21 kodlu seramiklerin XRD analizinde belirgin biçimde kalsit saptanmışt ve bu içeriğe bağlı olarak aynı numunelerin DTA eğrilerinde ~800°C civarında belirgin endotermik etkiler saptanmıştır. MA-4, MA-8, MA-13 ve MA-17 kodlu numunelerin XRD analizinde düşük Şiddetli kalsit pikleri saptanmışt ve aynı örneklerin DTA eğrilerinde bu duruma bağlı olarak çok düşük endotermik etkiler (~ ≤750°C) gözlemlenmiştir. Son olarak, XRD analizinde kalsit pikine rastlanmamışt seramiklerde (rneğin; MA-6) buna bağlı olarak DTA eğrisinde kalsitin bozunum sıcaklık aralığında herhangi bir etkiye rastlanılmamıştır. İkincil kalsite bağlı etkilerin büyük olasılıkla gmlme koştullarına bağlı olarak oluştabileceği düşünülmektedir (Krapukaityte ve ark., 2008; Fabbri ve ark., 2014).

**Çizelge 4. 1.** Numunelerde belirli sıcaklık aralıklarında görülen ağırlık kaybı değerleri.

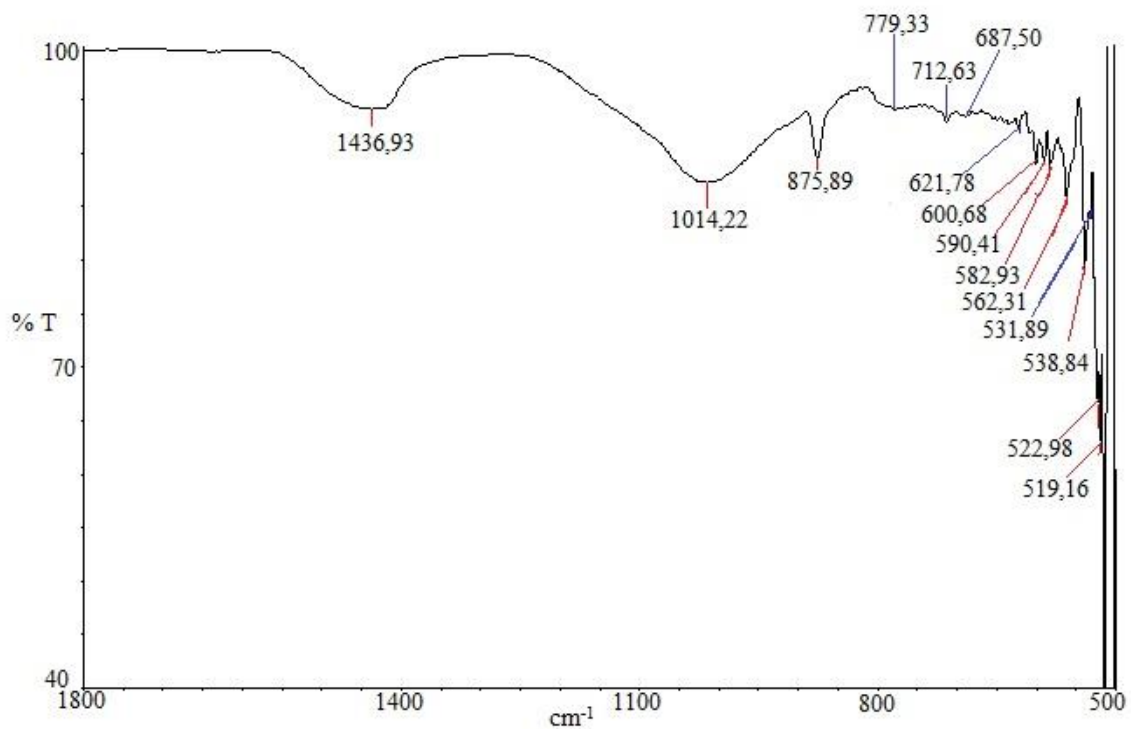
Numune Kodu		Ağırlık kaybı					Toplam ağırlık
		25 – 200 °C	200- 400 °C	400 – 600 °C	600 – 850 °C	850 – 1000 °C	
MA-1	mg	-0.124	-0.088	-0.073	-0.198	-0.021	10.025 [mg]
	%	-1.237	-0.878	-0.728	-1.975	-0.209	
MA-2	mg	-0.186	-0.108	-0.165	-0.815	-0.024	9.520 [mg]
	%	-1.954	-1.134	-1.733	-8.561	-0.252	
MA-3	mg	-0.177	-0.144	-0.153	-0.443	-0.014	10.418 [mg]
	%	-1.699	-1.382	-1.459	-4.252	-0.134	
MA-4	mg	-0.157	-0.122	-0.133	-0.436	-0.023	11.621 [mg]
	%	-1.351	-1.050	-1.144	-3.752	-0.198	
MA-5	mg	-0.214	-0.087	-0.150	-1.911	-0.040	9.635 [mg]
	%	-2.560	-1.141	-1.975	-22.864	-0.479	
MA-6	mg	-0.182	-0.152	-0.119	-0.124	-0.034	10.945 [mg]
	%	-1.663	-1.382	-1.087	-1.133	-0.311	
MA-7	mg	-0.186	-0.138	-0.203	-0.501	-0.018	10.721 [mg]
	%	-1.735	-1.287	-1.893	-4.673	-0.168	
MA-8	mg	-0.105	-0.077	-0.071	-0.219	-0.010	9.317 [mg]
	%	-1.127	-0.828	-0.762	-2.351	-0.107	
MA-9	mg	-0.152	-0.103	0.008	-0.612	-0.008	9.855 [mg]
	%	-1.542	-1.045	0.081	-6.210	-0.081	
MA-10	mg	-0.155	-0.129	-0.152	-0.467	-0.016	9.542 [mg]
	%	-1.624	-1.352	-1.593	-4.894	-0.168	
MA-11	mg	-0.229	-0.128	-0.172	-1.980	-0.023	10.299 [mg]
	%	-2.224	-1.243	-1.670	-19.225	-0.223	
MA-12	mg	-0.098	-0.084	-0.063	-0.118	-0.011	8.380 [mg]
	%	-1.169	-1.002	-0.752	-1.408	-0.131	
MA-13	mg	-0.121	-0.075	-0.080	-0.340	-0.010	6.735 [mg]
	%	-1.797	-1.144	-1.188	-5.048	-0.148	
MA-14	mg	-0.122	-0.103	-0.104	-0.375	-0.015	10.261 [mg]
	%	-1.189	-1.004	-1.014	-3.655	-0.146	
MA-15	mg	-0.106	-0.129	-0.103	-0.142	-0.014	11.470 [mg]
	%	-0.924	-1.125	-0.898	-1.238	-0.122	
MA-16	mg	-0.073	-0.080	-0.054	-0.099	-0.006	8.373 [mg]
	%	-0.872	-0.955	-0.645	-1.182	-0.072	
MA-17	mg	-0.113	-0.104	-0.095	-0.160	-0.020	8.615 [mg]
	%	-1.312	-1.207	-1.103	-1.857	-0.232	
MA-18	mg	-0.152	-0.111	-0.134	-0.430	-0.025	8.325 [mg]
	%	-1.826	-1.333	-1.610	-5.165	-0.243	
MA-19	mg	-0.174	-0.119	-0.135	-0.476	-0.025	10.290 [mg]
	%	-1.691	-1.156	-1.312	-4.626	-0.243	
MA-20	mg	-0.250	-0.113	-0.129	-0.625	-0.029	10.102 [mg]
	%	-2.475	-1.119	-1.277	-6.187	-0.287	
MA-21	mg	-0.198	-0.122	-0.221	-2.368	-0.032	10.380 [mg]
	%	-1.908	-1.175	-2.129	-22.813	-0.308	
MA-22	mg	-0.136	-0.110	-0.092	-0.150	-0.012	8.546 [mg]
	%	-1.591	-1.287	-1.077	-1.755	-0.140	

### 4.3. Fourier Dönüştümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) sonuçları

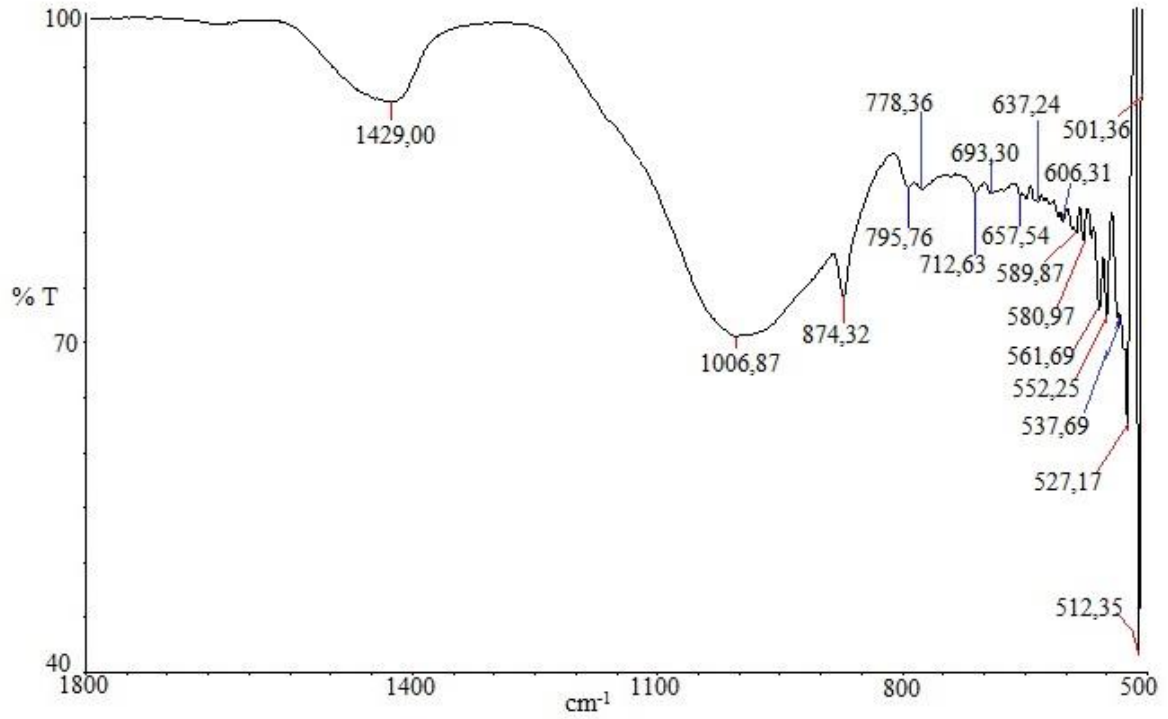
İncelenen örneklere ait FT-IR spektrumları Şekil 4.45 - 4.66'da verilmiştir.



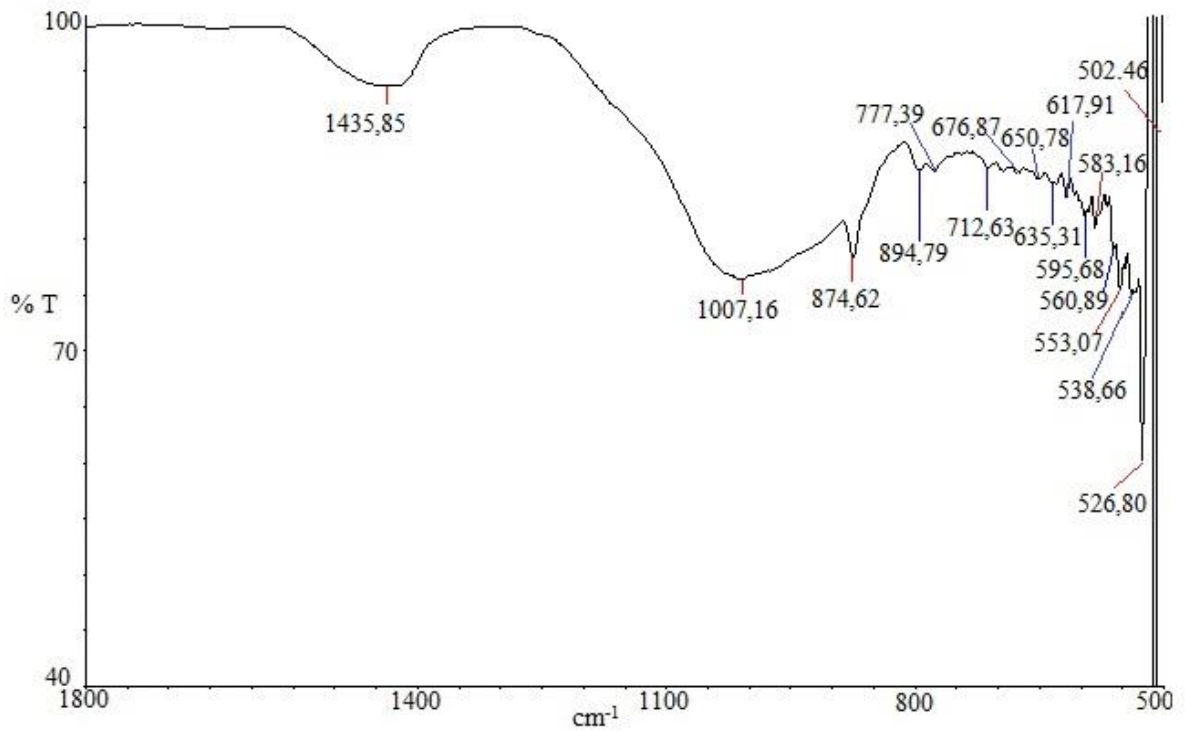
Şekil 4. 45. MA-1 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



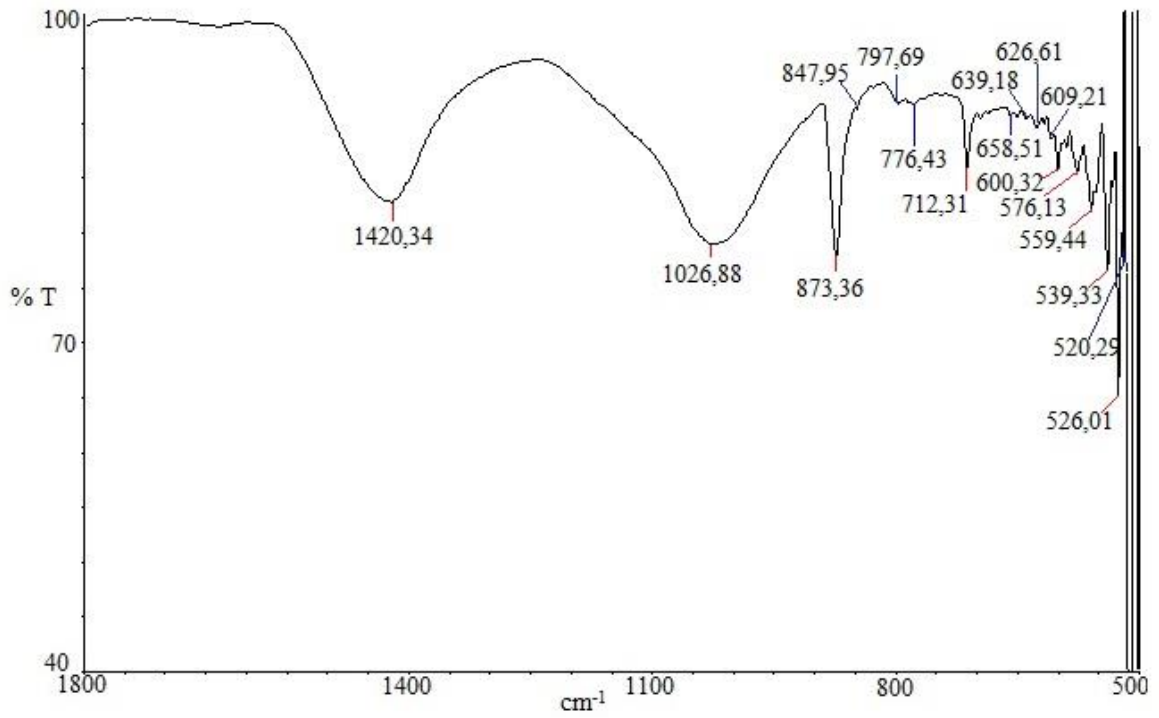
Şekil 4. 46. MA-2 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



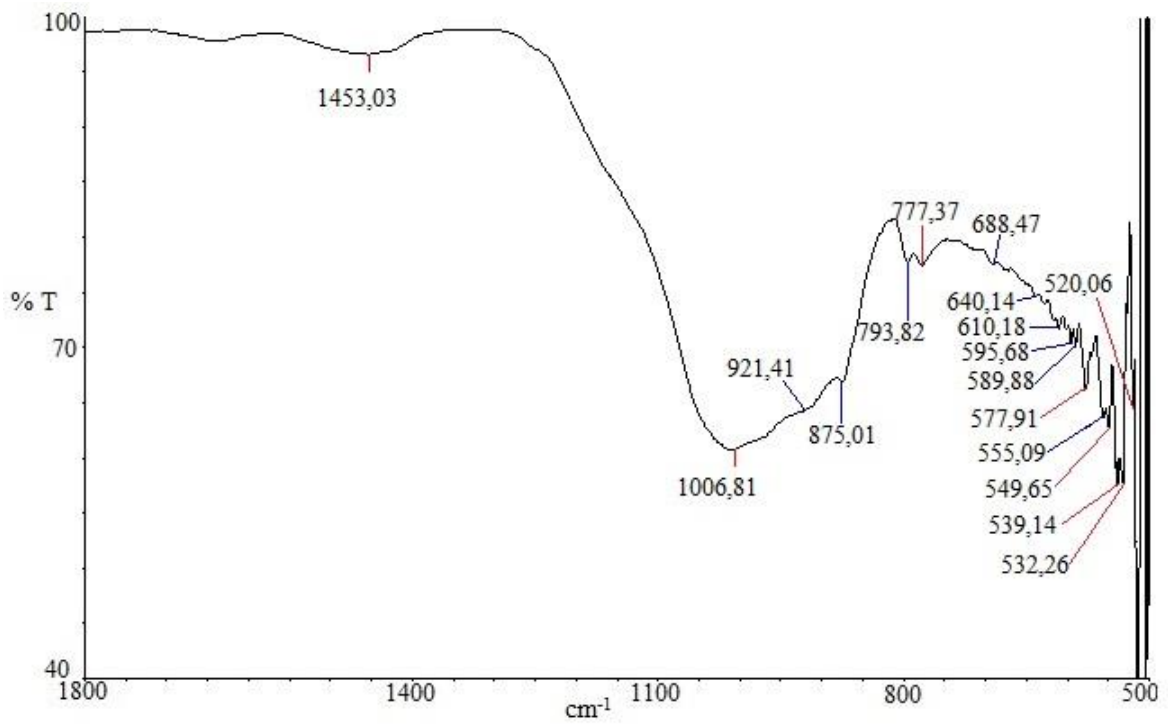
Şekil 4. 47. MA-3 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



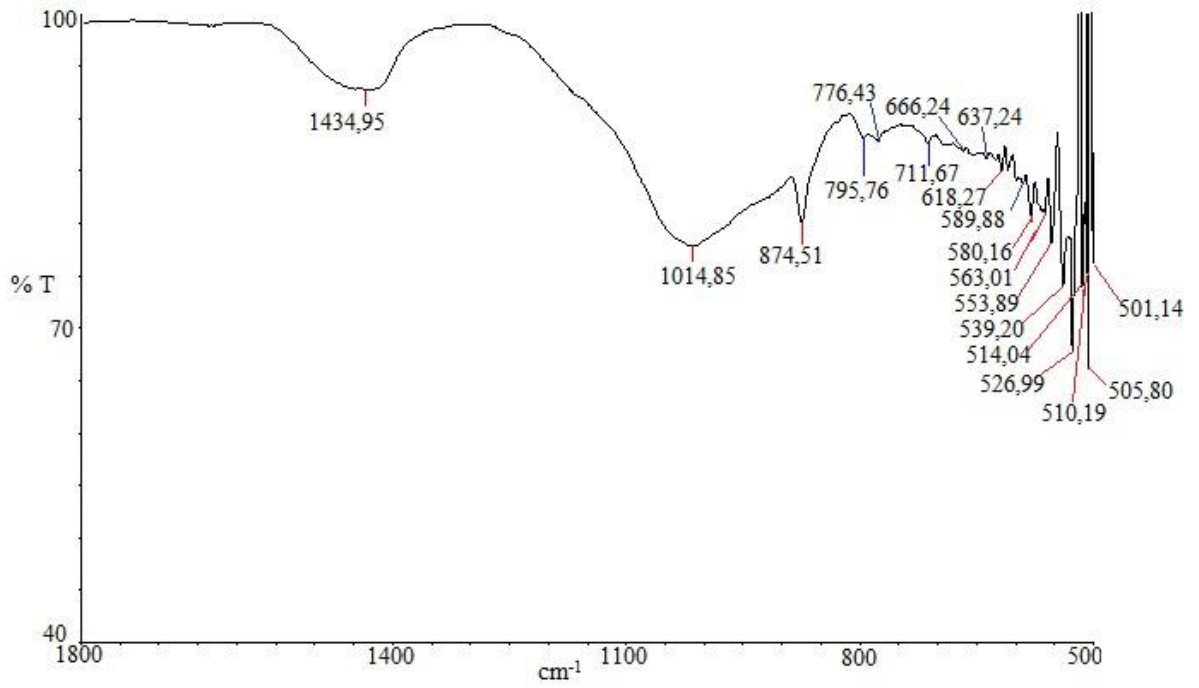
Şekil 4. 48. MA-4 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



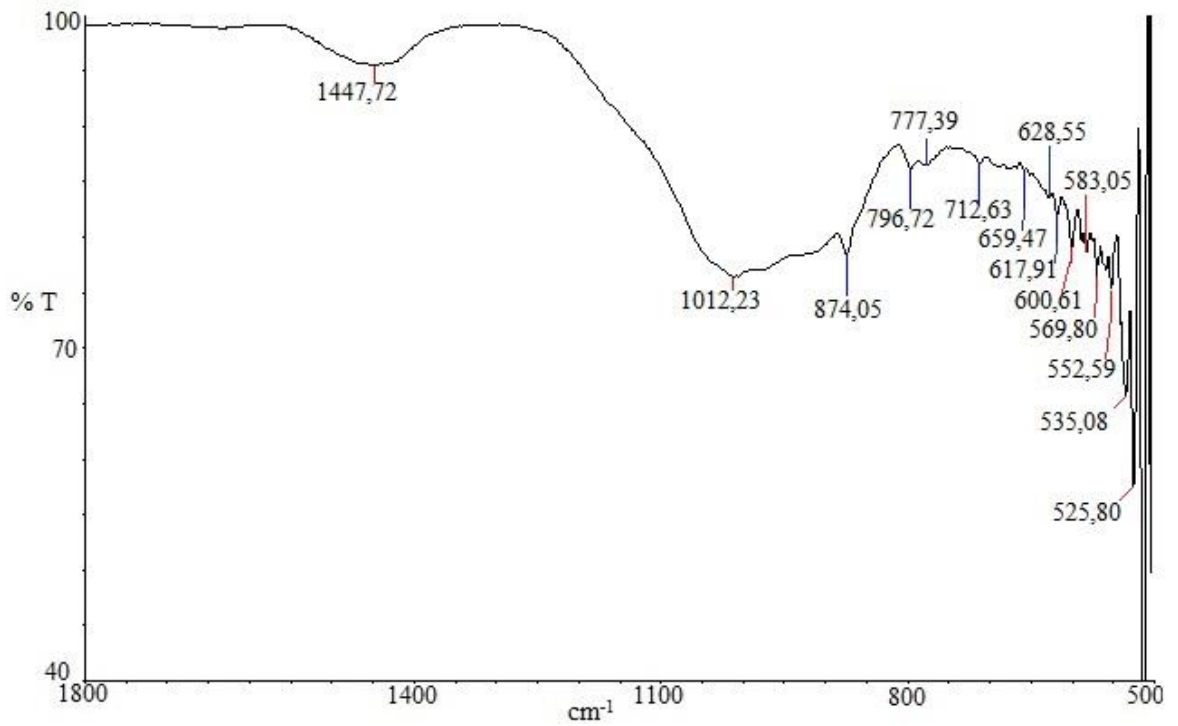
Şekil 4. 49. MA-5 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



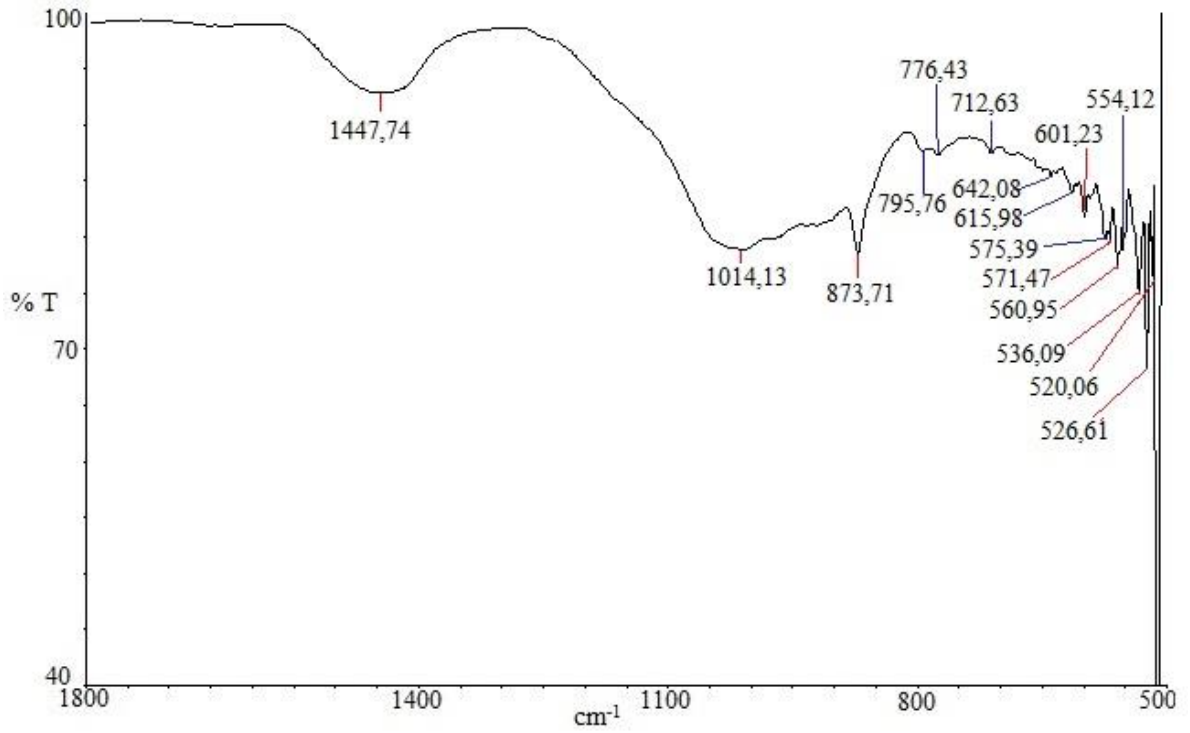
Şekil 4. 50. MA-6 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



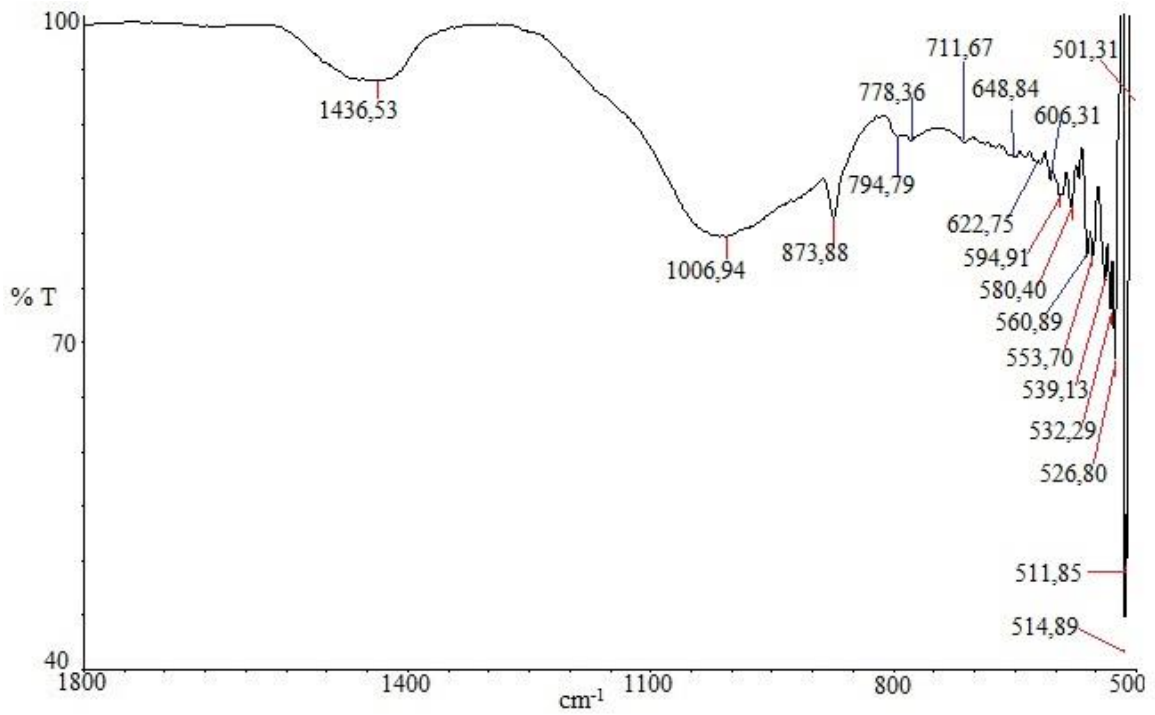
Şekil 4. 51. MA-7 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



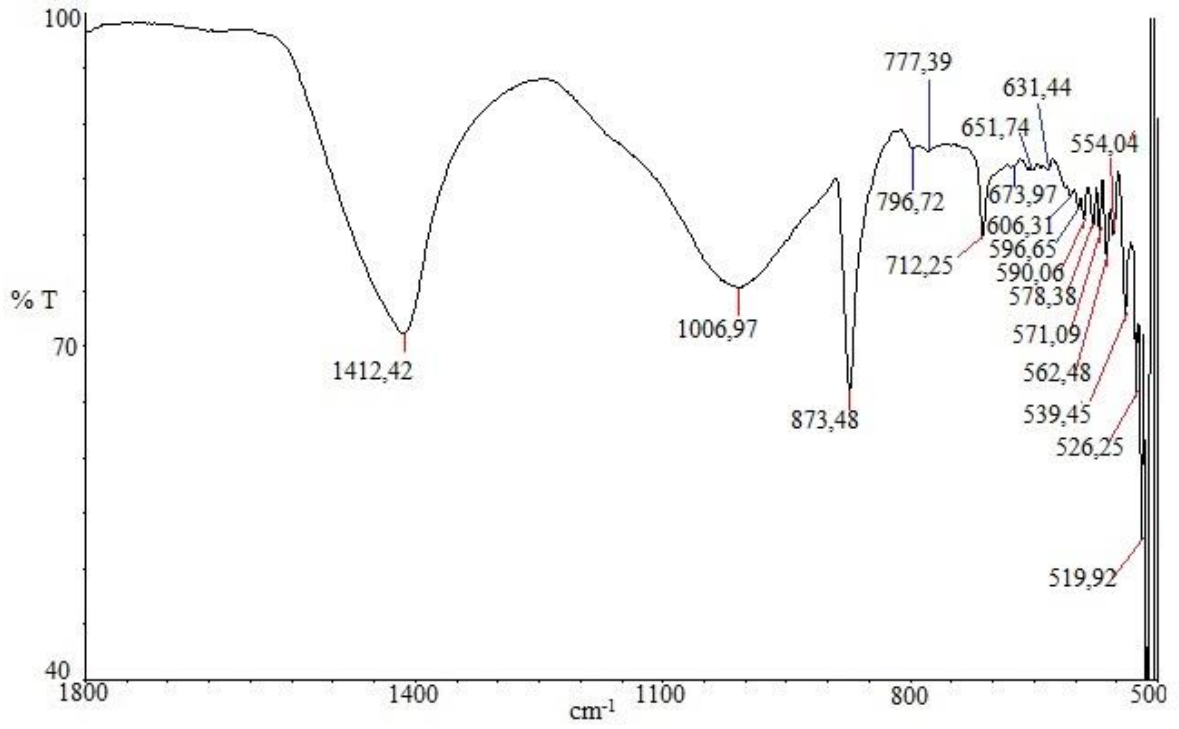
Şekil 4. 52. MA-8 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



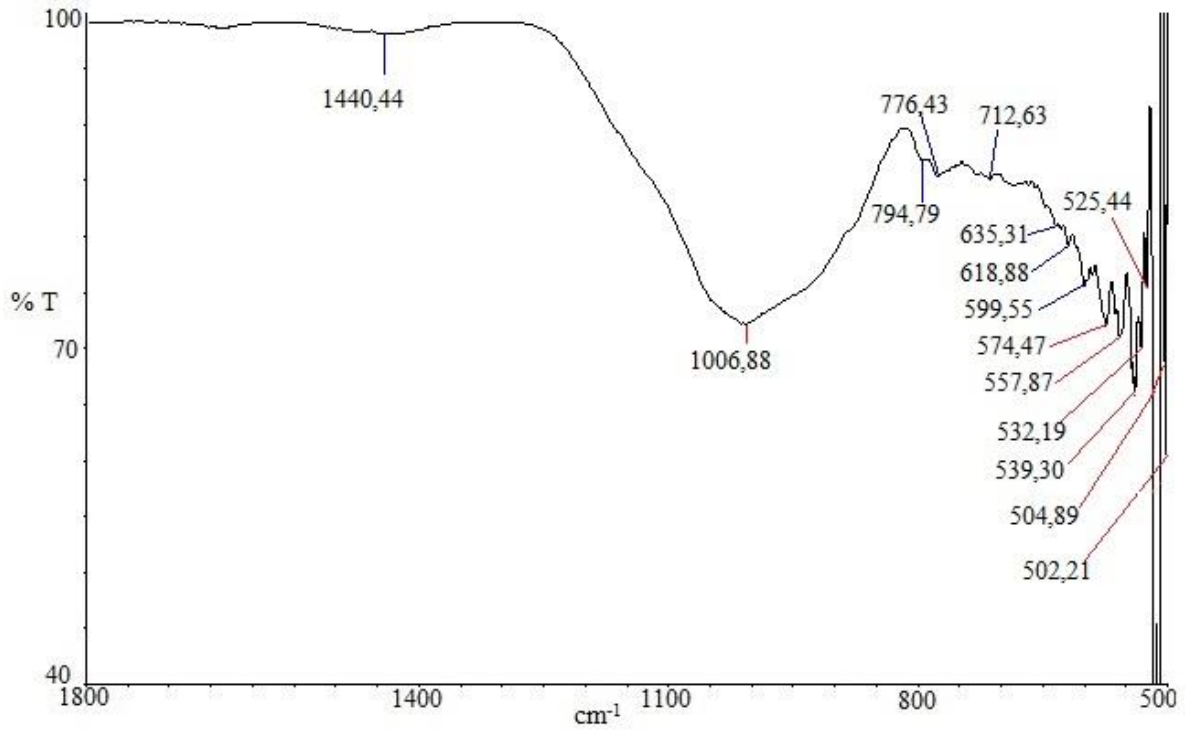
Şekil 4. 53. MA-9 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



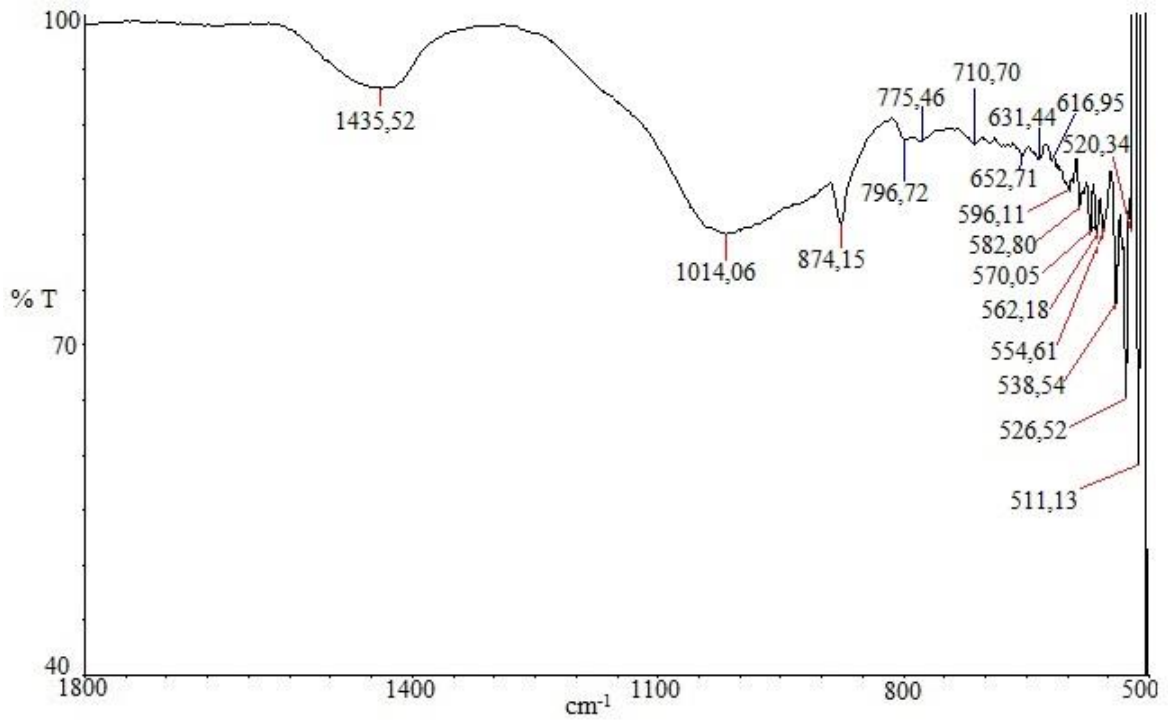
Şekil 4. 54. MA-10 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



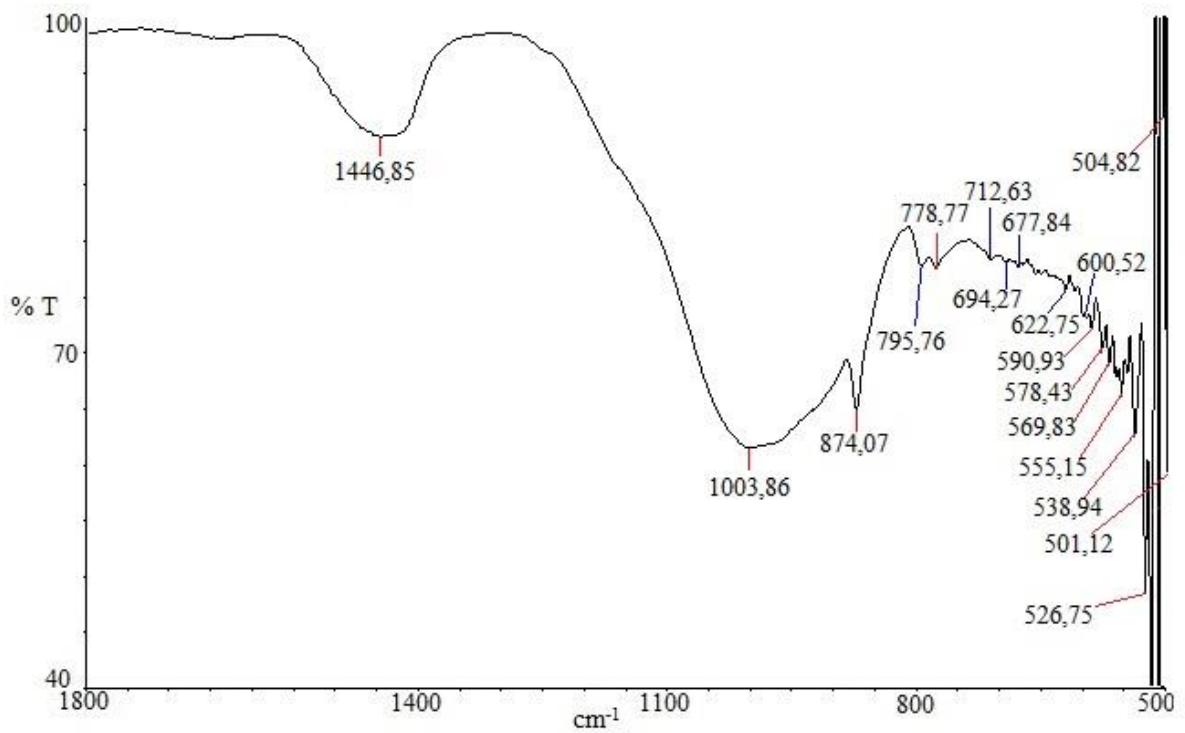
Şekil 4. 55. MA-11 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



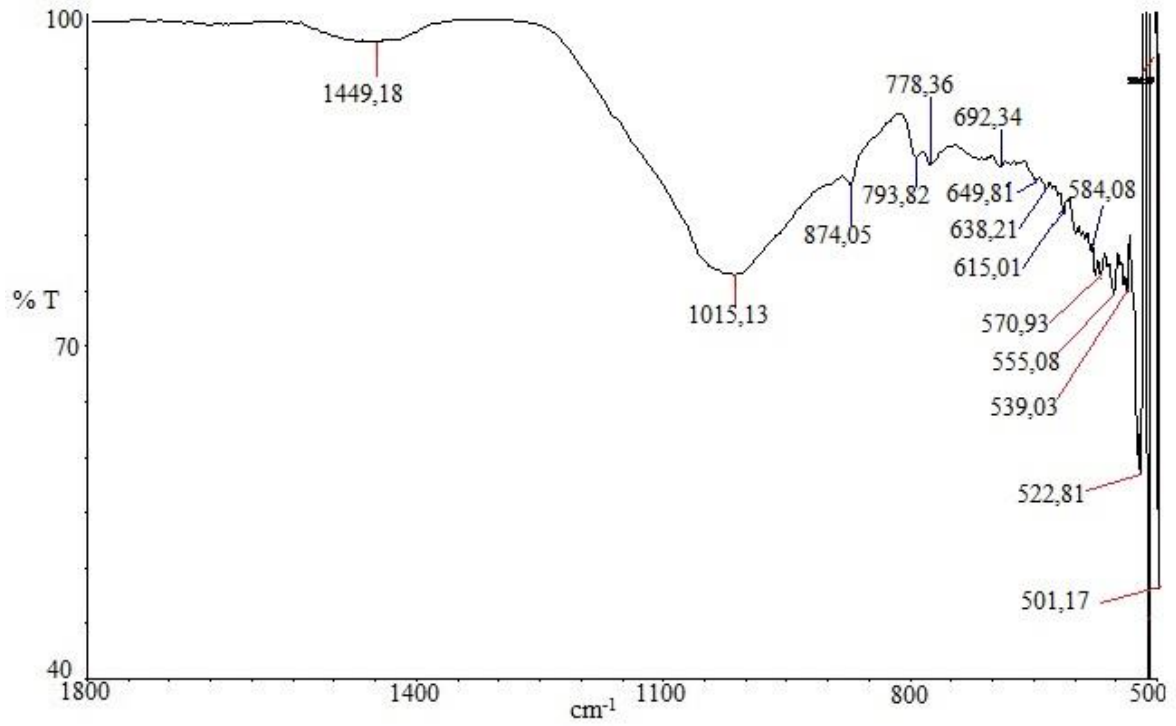
Şekil 4. 56. MA-12 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



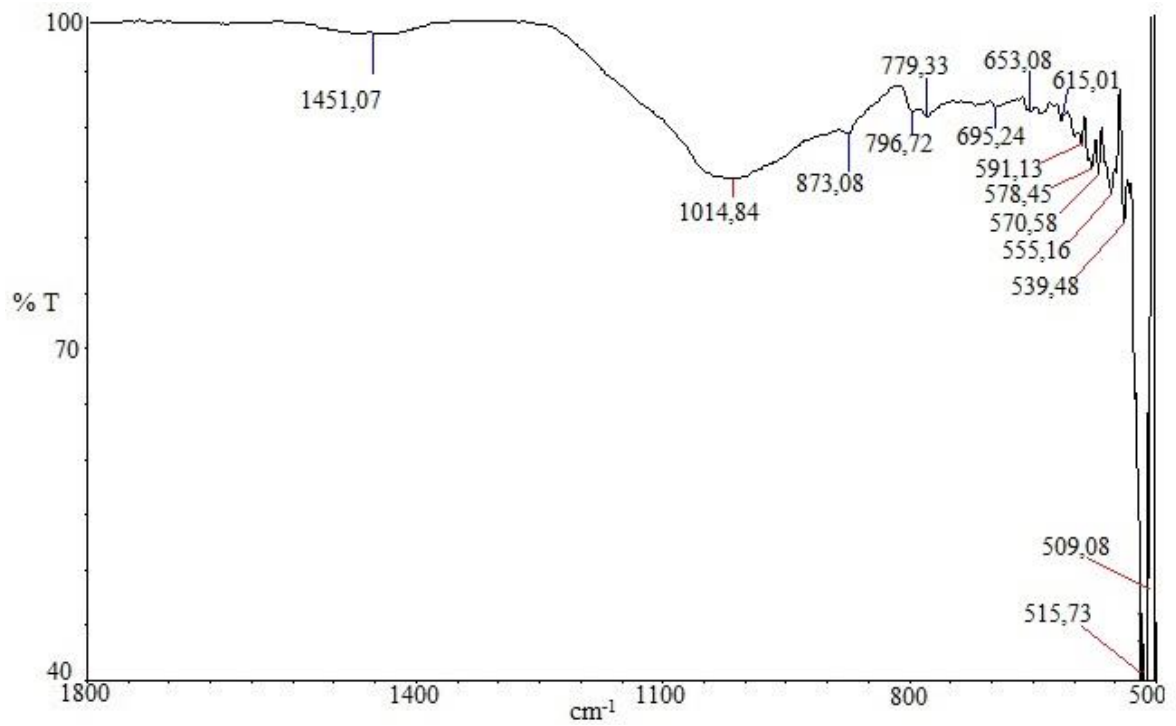
Şekil 4. 57. MA-13 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



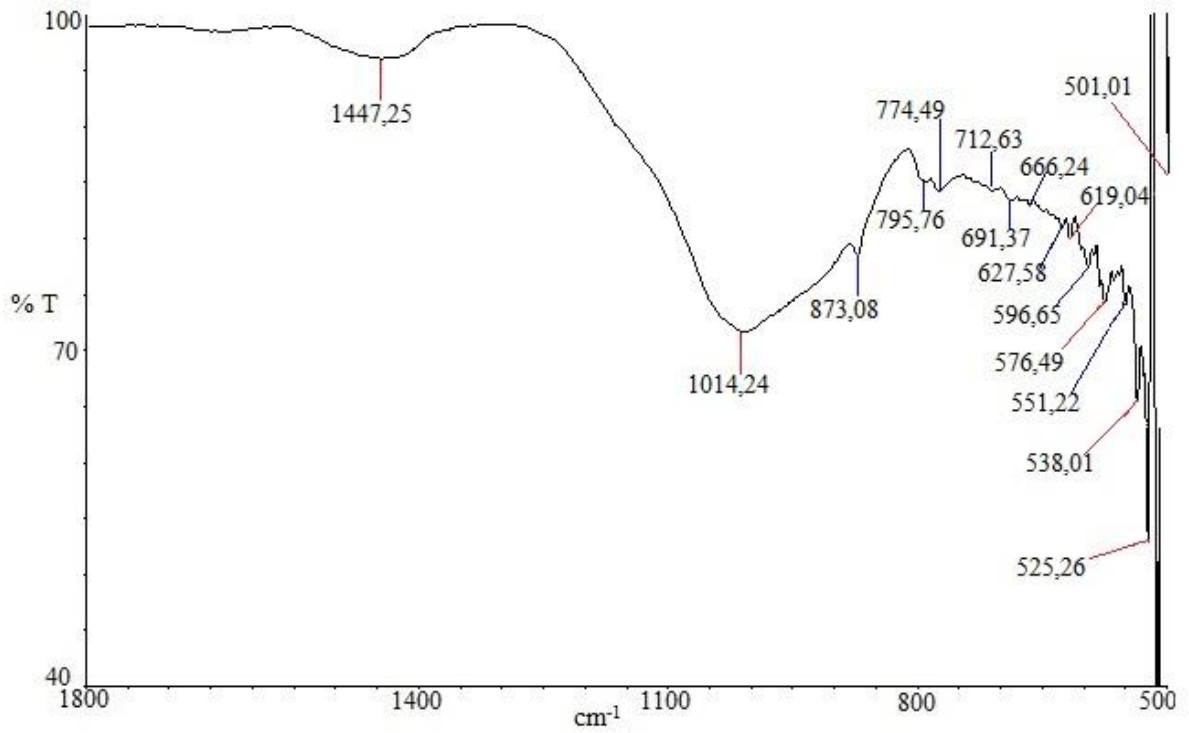
Şekil 4. 58. MA-14 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



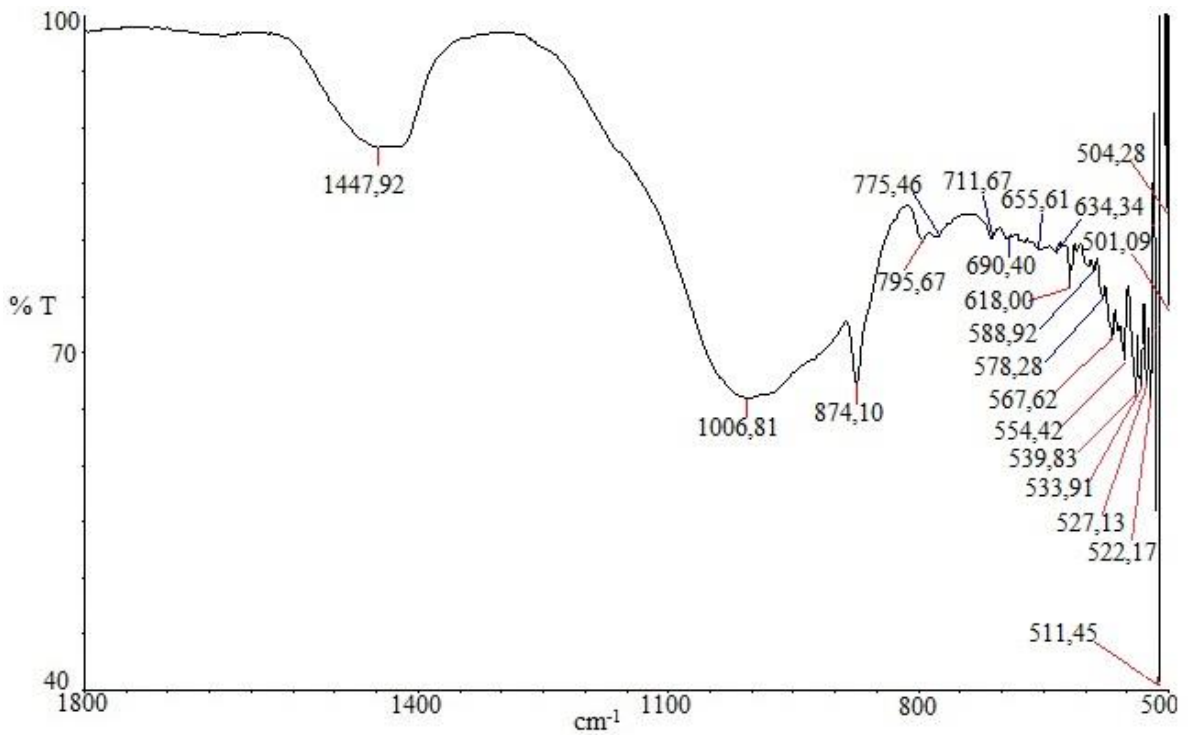
Şekil 4. 59. MA-15 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



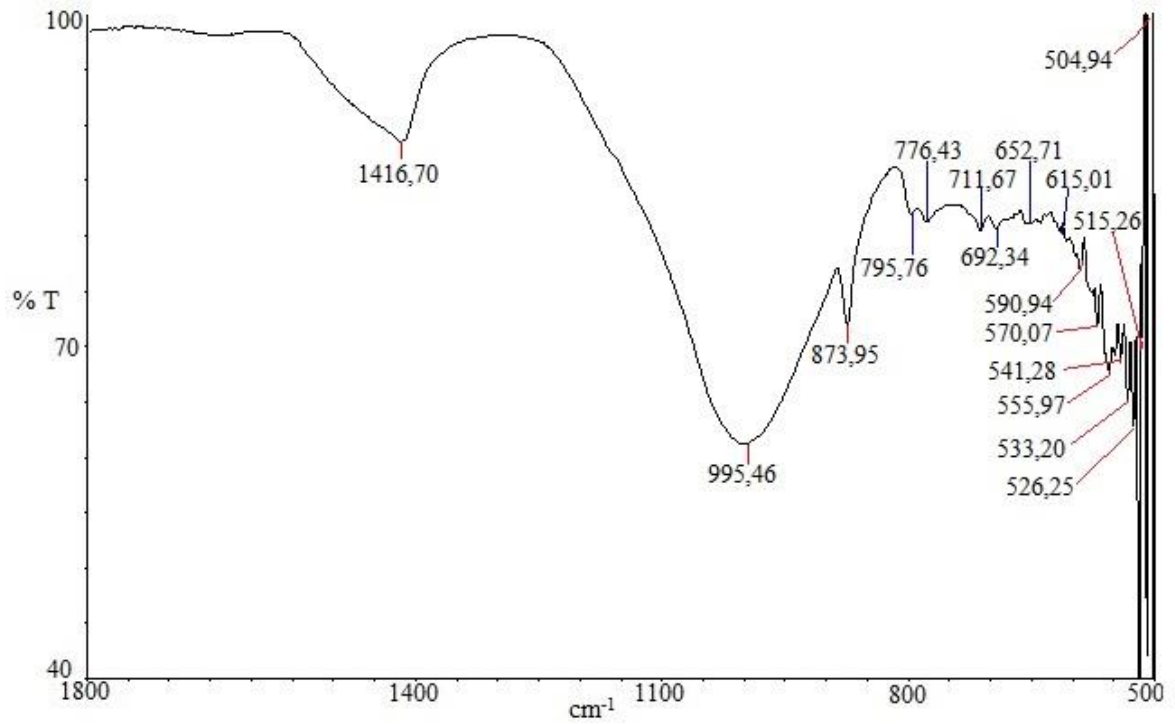
Şekil 4. 60. MA-16 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



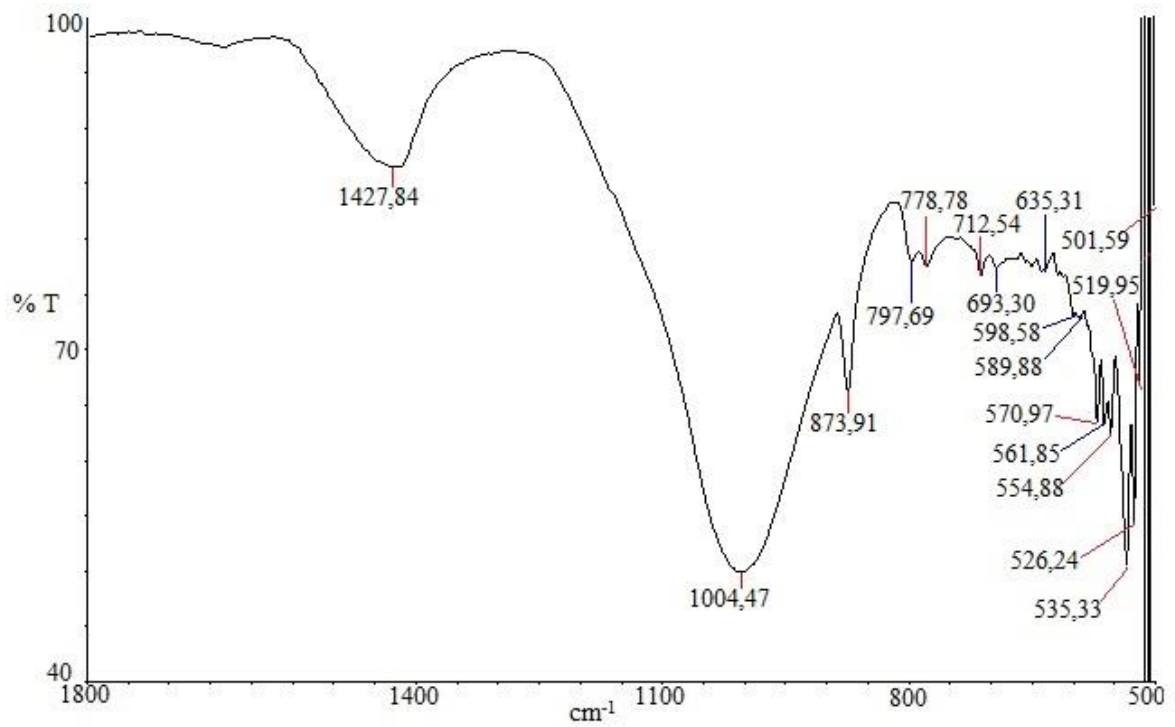
Şekil 4. 61. MA-17 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



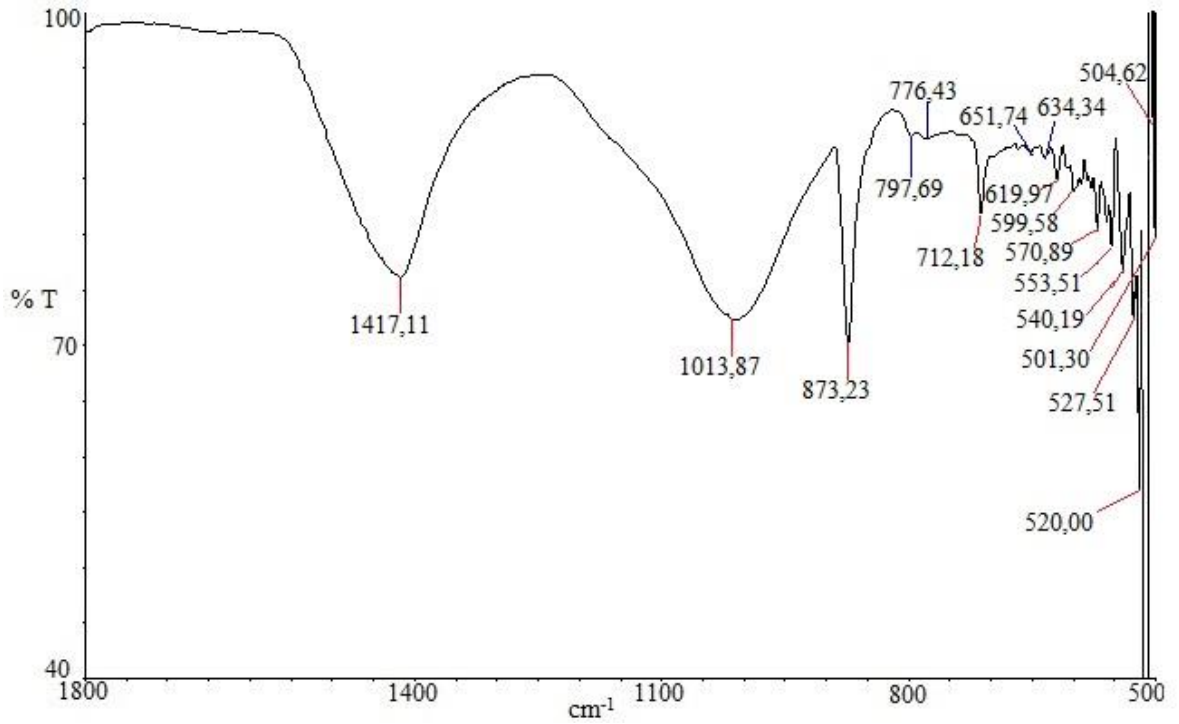
Şekil 4. 62. MA-18 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



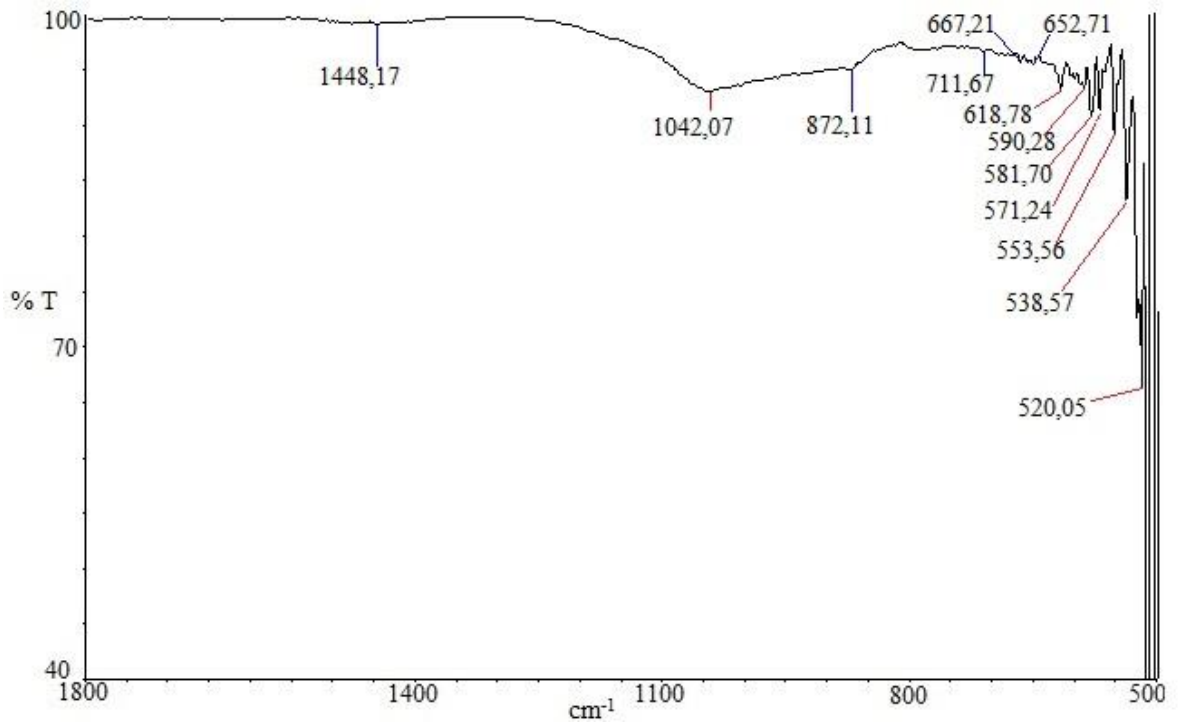
Şekil 4. 63. MA-19 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



Şekil 4. 64. MA-20 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



Şekil 4. 65. MA-21 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu



Şekil 4. 66. MA-22 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu

Seramiklerdeki kuvars içeriği  $793-797\text{ cm}^{-1}$ ,  $774-779\text{ cm}^{-1}$ ,  $690-695\text{ cm}^{-1}$  ve  $510-515\text{ cm}^{-1}$  bant aralıklarında belirlenmiştir. Seramiklerdeki  $1004-1026\text{ cm}^{-1}$ ,  $635-642\text{ cm}^{-1}$  ve  $501-502\text{ cm}^{-1}$  aralıklarında belirlenen bant değerlerinin kil içeriğine;  $651-655\text{ cm}^{-1}$ ,  $600-602\text{ cm}^{-1}$  ve  $580-584\text{ cm}^{-1}$  aralıklarında belirlenen bant değerlerinin ise feldspat ve

plajiyoklaz içeriklerine işaret ettiği öngörülmüştür. 674-677  $\text{cm}^{-1}$ , 666-667  $\text{cm}^{-1}$ , 631-635  $\text{cm}^{-1}$ , 514-520  $\text{cm}^{-1}$  ve 504-509  $\text{cm}^{-1}$  aralıklarında belirlenen bant değerlerinin piroksen minerallerine ve bu değerlerden bazılarının ise (631-635  $\text{cm}^{-1}$ ) gehlenit varlığına işaret edebileceği bulunmuştur. Buna benzer bant çakışmaları ayrıca 1446-1453  $\text{cm}^{-1}$  aralıklarında gözlemlenen ve kalsit ile birlikte ankerit ve/veya huntite işaret eden bant değerleri olmuştur. Ancak, bu tip seramiklerin DTA eğrilerinde ankerit ve/veya huntite ait olarak oluşabilecek endotermik etkiler gözlemlenmediğinden dolayı bu bant değerlerinin kalsite işaret ettiği düşünülmektedir. Diğer taraftan, kalsite ait bant değerlerinin ortalama olarak 1415-1435  $\text{cm}^{-1}$  aralığında çıkması kalsitin birincil olduğuna işaret ederken, daha yüksek değerlerdeki bantların ikincil kalsite ait olduğu öngörülmüştür. Bu bağlamda, FTIR analizinde belirlenen bant değerlerinin seramiklerin mineral/faz içerikleri ile genel olarak uyumlu olduğu tespit edilmiştir. FTIR analizinde örnekler içerisindeki bant titreşimleri üzerinden bir değerlendirme yapıldığından ve bazı minerallerin çok yakın bant titreşim aralıklarına sahip olmasından dolayı sonuçların yorumlanmasında XRD ve TG-DTA analiz verileri yol gösterici nitelikte olmuştur. Seramiklerde yukarıda belirtilen mineraller dışında ayrıca renk verici oksit olarak daha önce XRD ile belirlenen hematit minerali 649-651  $\text{cm}^{-1}$ , 590-599  $\text{cm}^{-1}$ , 569-571  $\text{cm}^{-1}$ , 551-554  $\text{cm}^{-1}$ , 531-539  $\text{cm}^{-1}$  ve 525-527  $\text{cm}^{-1}$  aralıklarındaki bant değerleri ile tespit edilmiştir. Bazı örneklerde ise 562  $\text{cm}^{-1}$ , 578  $\text{cm}^{-1}$  ve 580  $\text{cm}^{-1}$  bant değerleri manyetit mineralinin varlığına işaret etmiştir. Bant çakışması hematit ve manyetit mineralleri için 576-578  $\text{cm}^{-1}$ , 560-563  $\text{cm}^{-1}$  ve 552-559  $\text{cm}^{-1}$  aralıklarında belirlenen bant değerlerinde de gözlemlenmiştir. XRD analizinde çoğunlukla hematitin belirlenmesi FTIR spektrumlarındaki bu çakışan bant değerlerinin büyük olasılıkla hematite ait olduğuna ve dolayısıyla seramiklerin yükseltgen ortamda pişirildiklerine işaret etmiştir. Manyetit ve hematitin bir arada bulunma ihtimali olan seramiklerin ise pişirim esnasında hem yükseltgen hem de indirgen atmosfere maruz kaldığını göstermiştir (İssi, 2012; Ravisankar ve ark., 2011; Shillito ve ark., 2009; Smolin ve ark., 1981; Edreira ve ark., 2001; Nakamoto, 1970; Ellid ve ark., 2003; Iglesias ve Serna, 1985; Gadsden, 1975; Yokomori ve Idaka, 1998; De Benedetto ve ark., 2002; Iglesias ve ark., 1990; Madejova ve Komadel, 2001; Kurap ve ark., 2010; Mazzocchin ve ark., 2003; Maravelaki-Kalaitzaki ve Kallithrakas-Kantos 2003; Rutstein ve White, 1971; Farmer, 1974; Yariv ve Mendelovici, 1979; Barone ve ark., 2011; Hamadi ve Nabih, 2012; Dubrawski ve Warne, 1988; Faust, 1953).

#### 4.4. Petrografi (İnce Kesit optik mikroskop) Analizi Sonuçları

İncelenen seramiklerin petrografi analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 4. 2.** Petrografi analiz sonuçları

Seramik gruplar	P <sup>a</sup> (%)	MTA <sup>b</sup> (%)	Kayaç ve Mineraller <sup>c</sup>	Agrega Boyutu <sup>d</sup>	Kayaç Kökeni
Grup-1	7	25	Q,Ç,Pl,By,Op,Ş,Gn	Orta	Şist
Grup-2	6	28	Q,Ç,Pl,By, Op	Orta	Şist
Grup-3	6	32	Q,Ç,Pl,K,Sr,Ms,Op	İri	Şist
Grup-4	7	22	Q,Ç,Pl,By,Op,Gn,Ş,TK(%1)	İnce/Orta	Şist
Grup-5	7	18	Q,Ç,Pl,By,Ş,Op	Orta	Şist

<sup>a</sup>: porozite, <sup>b</sup>: Matris toplam agrega oranı (hacimce %)

(\*) By: Biyotit, Ç: Çört, Gn: Gnays, K: Kireçtaşı, MTA: Matriks Toplam Agregası Oranı, Op: Opak Mineraller, Pl: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Sr: Serizit, Ş: Şist, TK: Tuğla Kırığı

(\*\*) İnce / Orta / İri Boyutlu Agregası (mm) : <0,5 / 0,5-1,0 / >1,0

Seramikler arasında yapılan bu gruplandırma işlemi sonrasında numunelerin ait oldukları gruplar Çizelge 4.3.’de verilmiştir.

**Çizelge 4. 3.** Seramik numunelerin ait oldukları gruplar

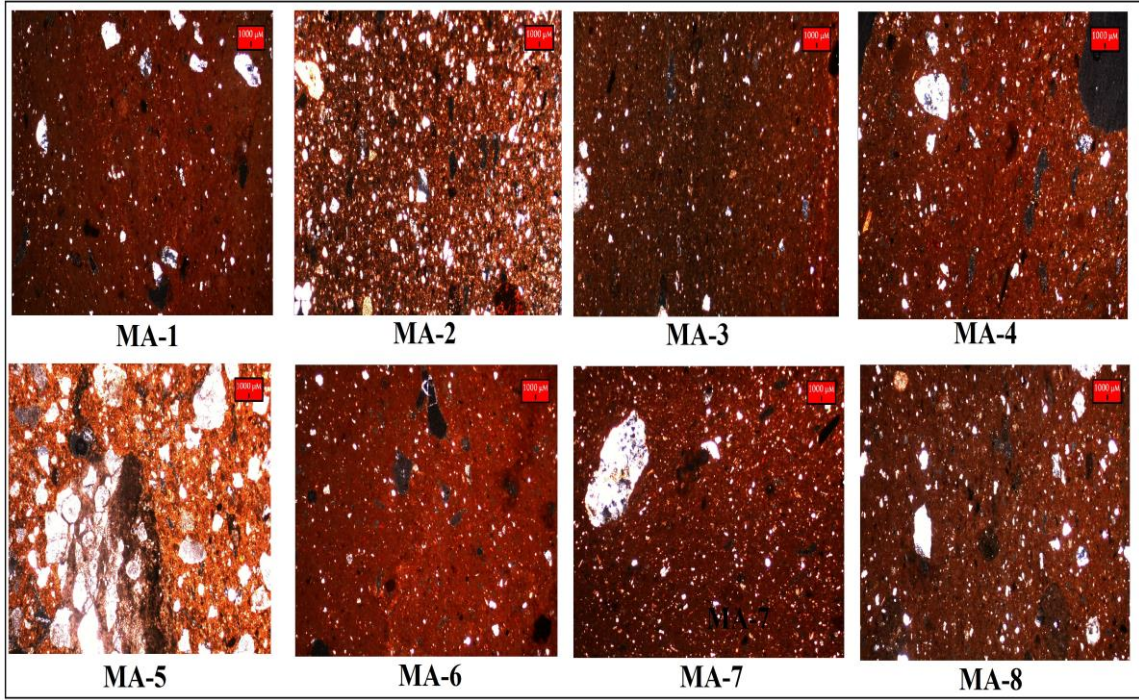
Seramik Örnek Grupları	Numune Kodu					
Grup-1	MA-1	MA-3	MA-4			
Grup-2	MA-2	MA-11	MA-16	MA-17		
Grup-3	MA-5	MA-19	MA-21			
Grup-4	MA-6 MA-13	MA-7 MA-14	MA-8 MA-15	MA-9 MA-18	MA-10 MA-22	MA-12
Grup-5	MA-20					

Petrografi analiz sonuçları incelendiğinde seramik grupların tamamında kuvars, plajiyoklaz, opak mineraller (hematit, manyetit vb.) ve çört (silisli kayaç)

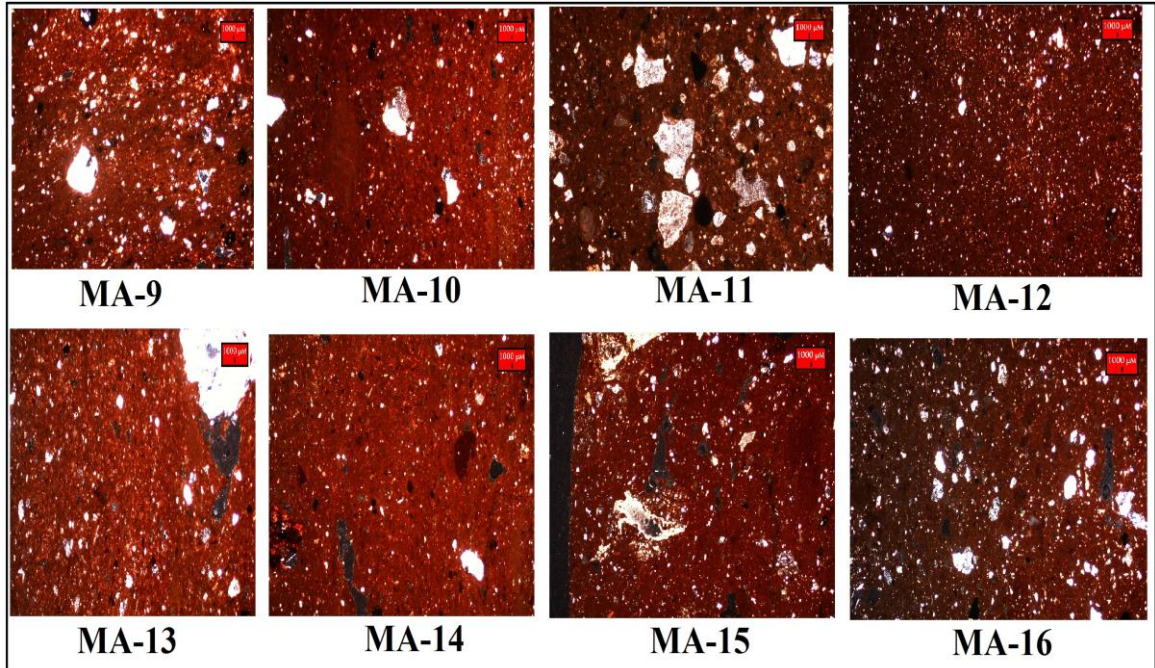
görülmektedir. Bunların yanı sıra değişik gruplarda serizit (muskovit benzeri ince taneli mika), şist, kireçtaşı, gnays, biyotit ve muskovit saptanmıştır. Bir grupta ise (Grup-4) tuğla kırığı parçalarına rastlanılmıştır. Seramiklerde matris toplam agrega oranları ve porozite oranlarına bakıldığında sırasıyla hacimce %18-32 ve % 6-7 arasında değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte tüm örneklerin kayaç kökeni şist olarak belirlenmiş ve agrega içeriklerinin değişik tane boyutlarında olduğu gözlemlenmiştir (ince, orta ve iri). Petrografi analizinde belirlenen kuvars, plajiyoklaz ve opak mineral içeriklerinin XRD analiz sonuçları ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Belirlenen diğer mineraller ve hamur içerisindeki tane irilikleri, porozite ve toplam agrega oranları seramikleri beş gruba ayırmıştır. Genel olarak bakıldığında seramiklerin hammadde kaynağı (kayaç kökeni) bakımından benzer oldukları gözlemlense de, bazı seramiklerin üretim aşamalarında (hammadde hazırlama, pişirme vb.) farklılıklar olabileceği öngörülmüştür. Bu farklılıkların seramikleri tamamen birbirinden ayıracak nitelikte olmaması ise çalışılan örneklerin özellikle kullanım amacı veya yeri bakımından paralel özelliklere sahip olabileceğine işaret etmektedir.

Bazı örneklerde belirlenen tuğla kırığı ihtivasının seramiklere temper malzeme olarak katılmış olabilecek öğütülmüş (seramik veya tuğla gibi) pişmiş toprak ürünleri veya kurutulmuş yada pişirilmiş kil topaklarına işaret edebileceği, ve bu katkıların seramiklerin dayanımını arttırmak amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir (Rice, 1987).

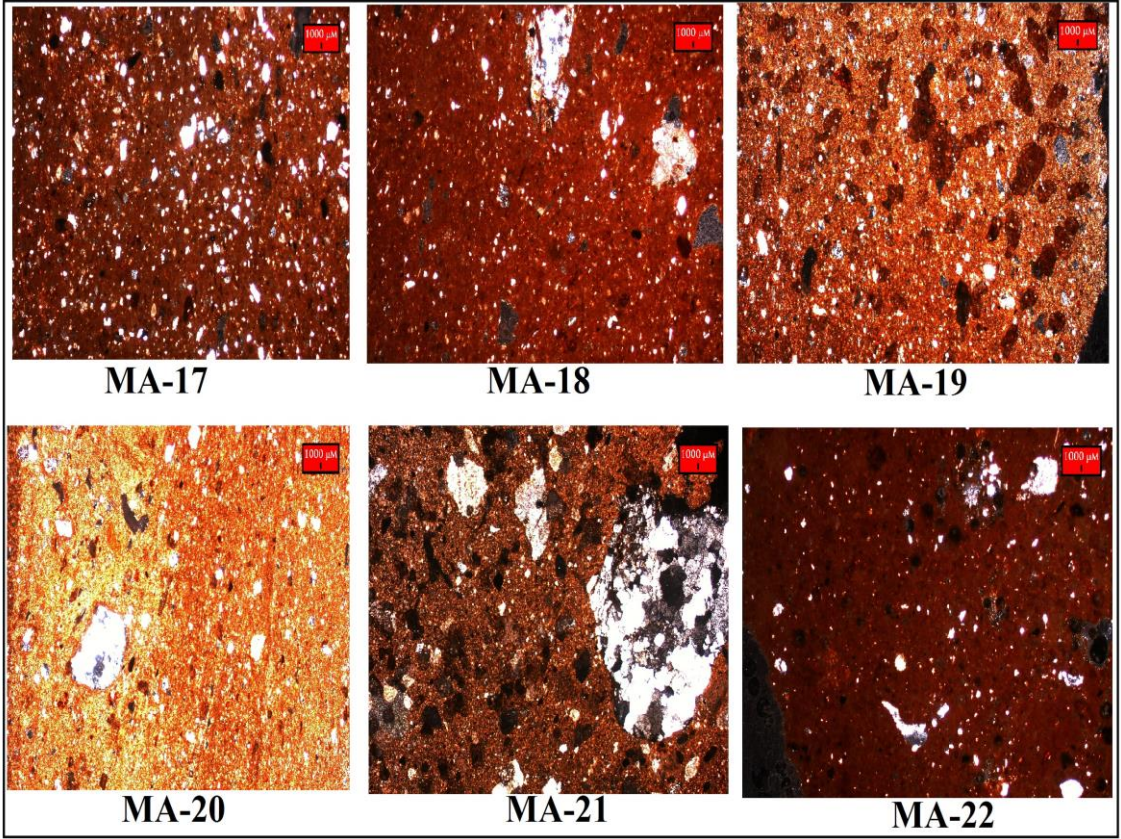
Seramik örneklerine ait ince kesitlerden optik mikroskop ile alınan mikrofotografılar Şekil 4.67, Şekil 4.68 ve Şekil 4.69'da verilmiştir. İnce kesit görüntülerinde seramiklerdeki plastik olmayan malzemelerin bünye içerisindeki yoğunluğunun genel olarak çok yüksek olmadığı, fakat bazı örneklerde iri tanelerin bu oranı arttırdığı gözlemlenmiştir. XRD ve FTIR analizlerinde tespit edilen ikincil kalsit varlığı bazı seramiklerin ince kesit görüntülerinde de saptanmıştır. Örneğin, MA-1, MA-4, MA-8, MA-10, MA-15 ve MA-22 kodlu numunelere ait mikro fotoğraflarda boşluklarda kristalleşmiş ikincil kalsit varlığına işaret eden ihtivalar saptanmıştır. Bunun dışında, bazı örneklerde özellikle organik maddelerin yanarak uzaklaşması sonucunda bünyede meydana gelen poroziteli yapı gözlemlenmiştir (örneğin; MA-19, MA-21, MA-22).



Şekil 4. 67. Seramik örneklerin (MA-1—MA-8) ince kesitlerden alınan mikro fotoğrafları



Şekil 4. 68. Seramik örneklerin (MA-9—MA-16) ince kesitlerden alınan mikro fotoğrafları



Şekil 4. 69. Seramik örneklerin (MA-17—MA-22) ince kesitlerden alınan mikro fotoğrafları

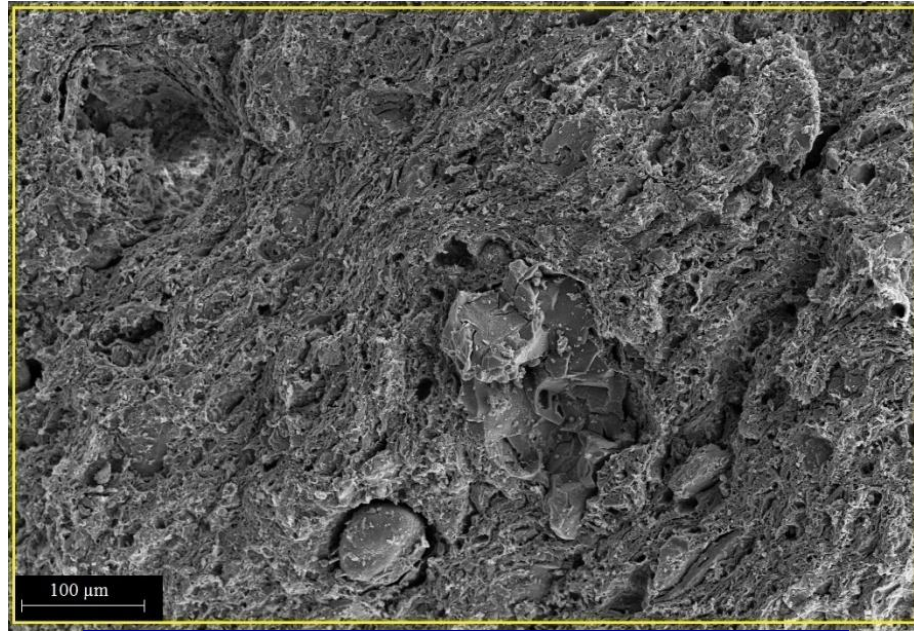
#### 4.5. Mikro Yapı Analiz (SEM/EDX) Sonuçları

Seramik bünyelerin yarı kantitatif EDX analizleri 100 mikron ölçekli görüntüler üzerinden yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

**Çizelge 4. 4.** Seramik bünyelerine ait yarı kantitatif EDX analiz sonuçları (% ağı.)

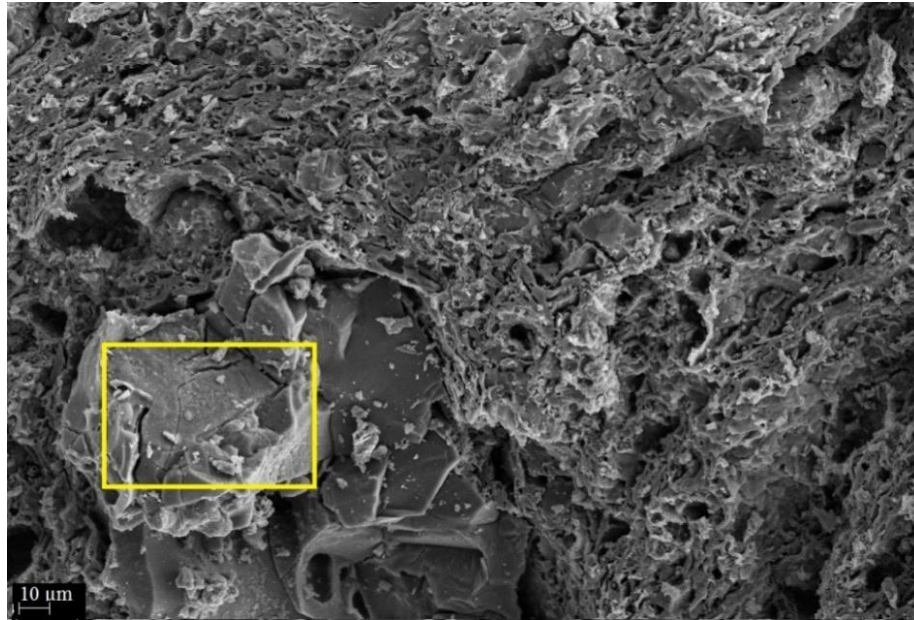
Numune kodu	OKSİTLER							Toplam
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
MA-1	14.46	52.58	4.11	10.86	16.77	1.21	---	99.99
MA-2	12.18	47.25	3.55	7.13	27.19	2.70	---	100
MA-3	14.20	50.32	4.05	9.78	19.08	1.93	0.64	100
MA-4	16.40	48.85	4.54	8.80	19.30	2.10	---	99.99
MA-5	12.11	43.59	1.95	8.80	31.85	1.69	---	99.99
MA-6	16.37	57.14	3.42	9.29	10.51	2.14	1.12	99.99
MA-7	14.22	48.43	4.72	9.38	21.09	2.16	---	100
MA-8	16.66	52.68	4.12	8.87	15.71	1.95	---	99.99
MA-9	13.67	45.26	3.40	10.66	24.72	2.28	---	99.99
MA-10	16.23	48.58	4.44	8.97	19.51	2.26	---	99.99
MA-11	9.35	33.79	2.13	6.55	46.71	1.46	---	99.99
MA-12	15.85	53.26	4.54	11.37	12.76	2.21	---	99.99
MA-13	15.72	53.23	3.04	6.71	19.10	1.48	0.72	100
MA-14	15.97	50.54	4.01	7.99	19.52	1.97	---	100
MA-15	16.27	57.37	7.17	11.86	3.87	3.05	0.40	99.99
MA-16	16.29	58.29	7.20	12.88	5.08	---	0.26	100
MA-17	16.14	55.30	4.62	8.19	12.07	2.03	1.65	100
MA-18	15.23	50.52	5.39	7.08	21.77	---	---	99.99
MA-19	17.34	54.39	5.11	6.45	14.70	2.01	---	100
MA-20	15.10	51.93	3.94	13.18	13.58	2.28	---	100.01
MA-21	12.79	44.05	2.57	---	37.57	3.02	---	100
MA-22	16.01	50.63	4.55	11.46	17.35	---	---	100

Seramiklere ait genel ve bölgesel SEM-EDX analiz sonuçları Şekil 4.68-4.111'de verilmiştir.



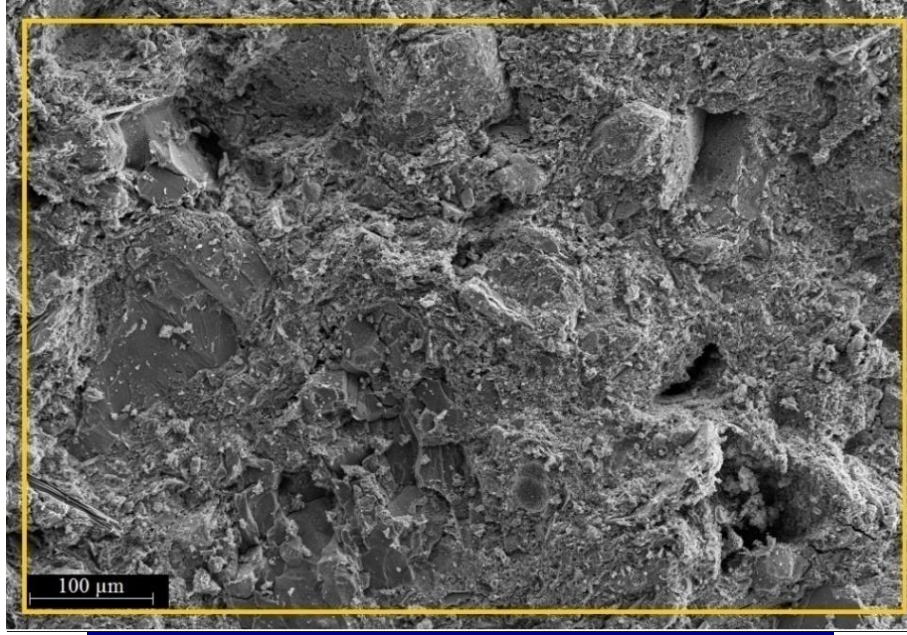
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
14.46	52.58	4.11	10.86	16.77	1.21	---

Şekil 4. 70. MA-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü ve genel EDX sonucu.



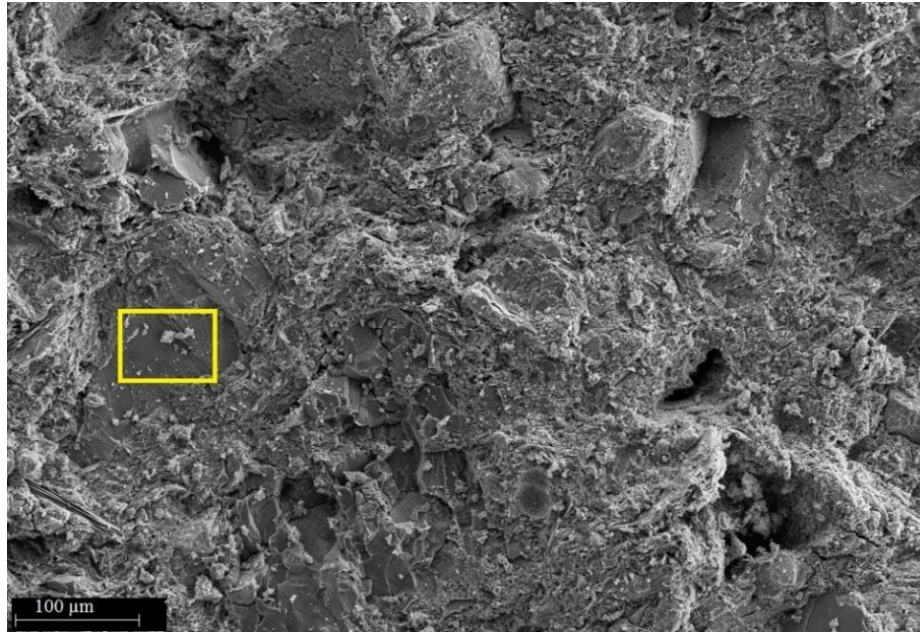
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
5.37	85.41	0.99	6.43	---	1.81	---

Şekil 4. 71. MA-1 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



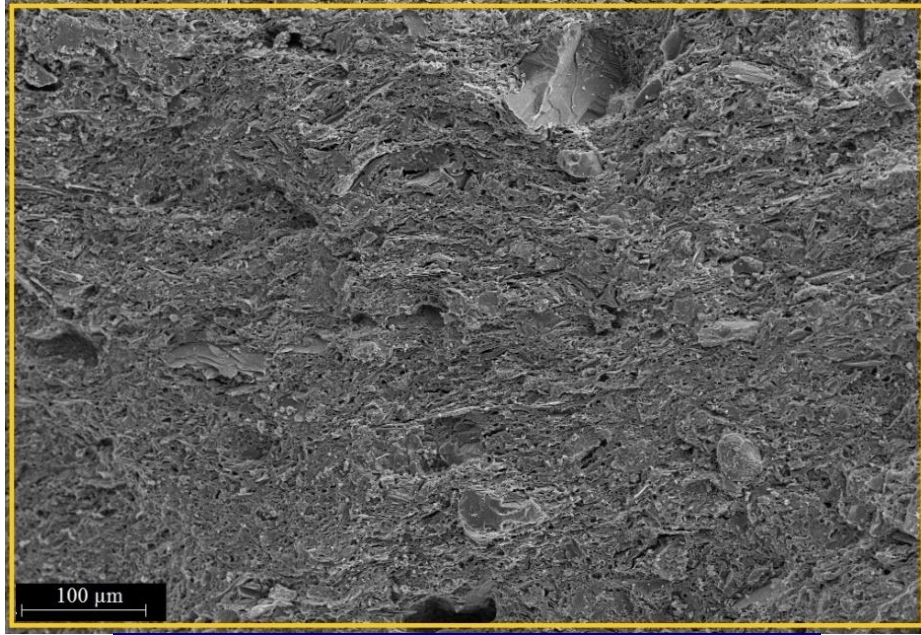
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
12.18	47.25	3.55	7.13	27.19	2.70	---

Şekil 4. 72. MA-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



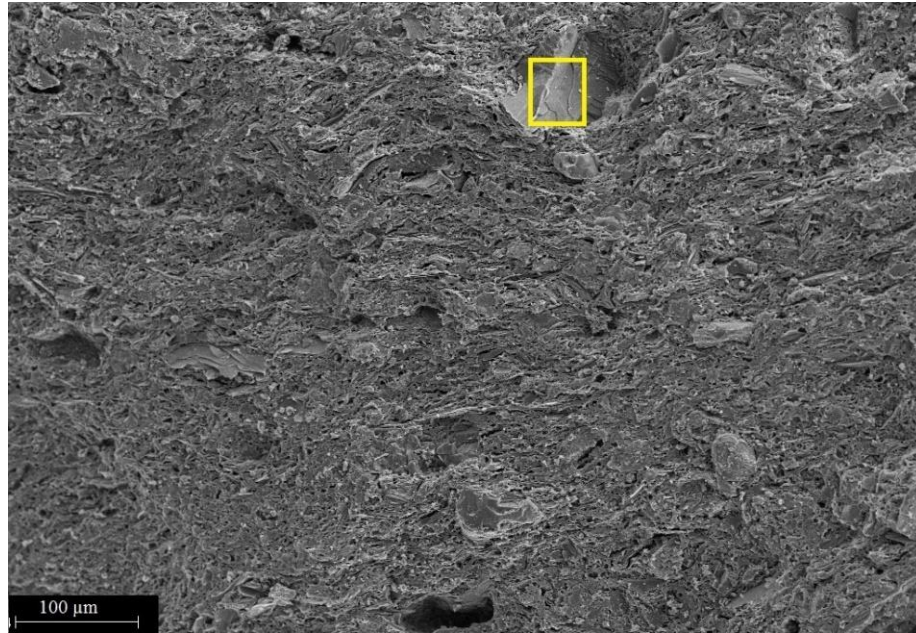
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
0.88	7.07	---	---	92.04	---	---

Şekil 4. 73. MA-2 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



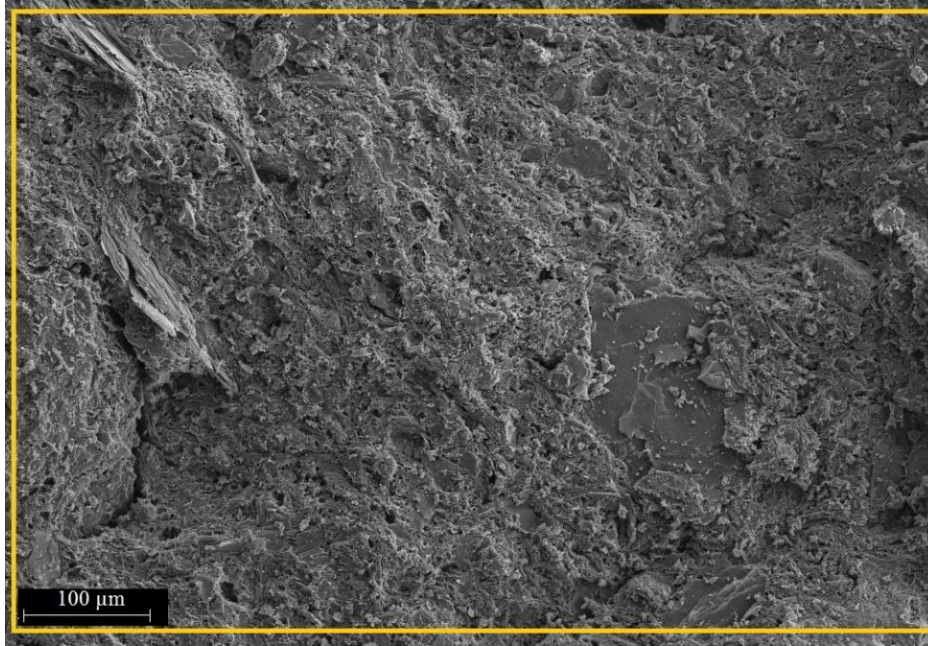
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
14.20	50.32	4.05	9.78	19.08	1.93	0.64

Şekil 4. 74. MA-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



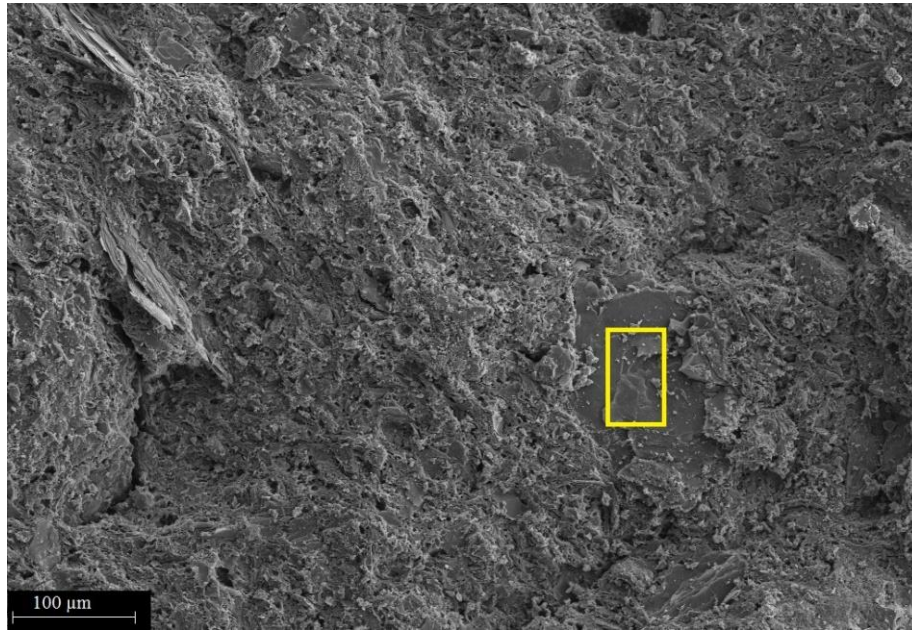
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
17.88	70.25	---	---	1.30	---	10.56

Şekil 4. 75. MA-3 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



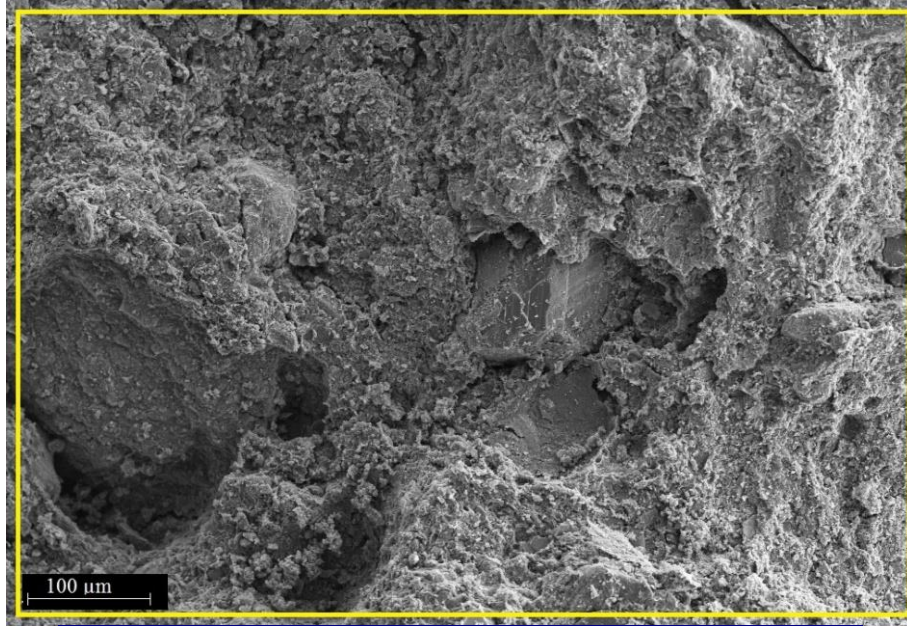
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.40	48.85	4.54	8.80	19.30	2.10	---

Şekil 4. 76. MA-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



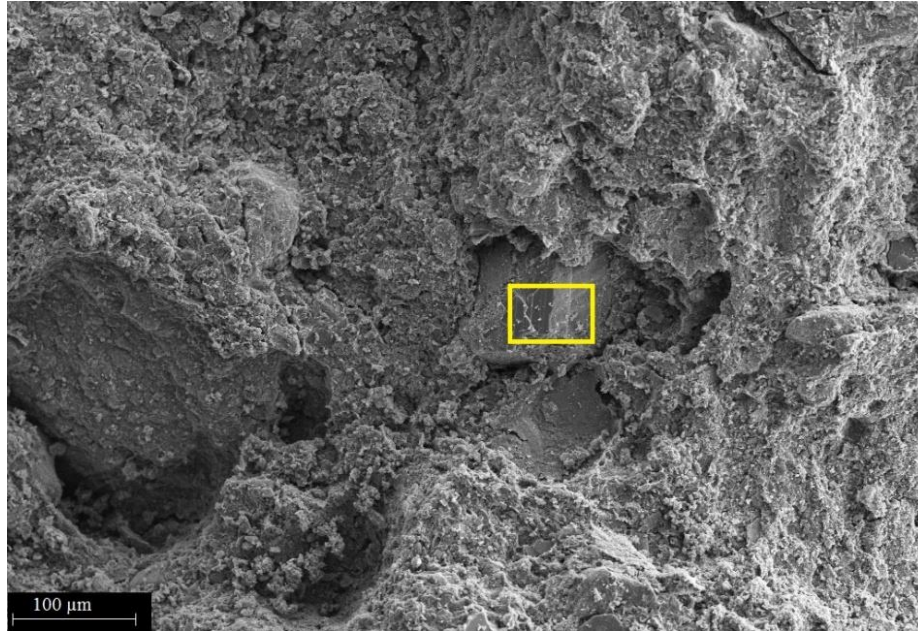
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
29.82	52.73	4.45	4.64	---	8.37	---

Şekil 4. 77. MA-4 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
12.11	43.59	1.95	8.80	31.85	1.69	---

Şekil 4. 78. MA-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



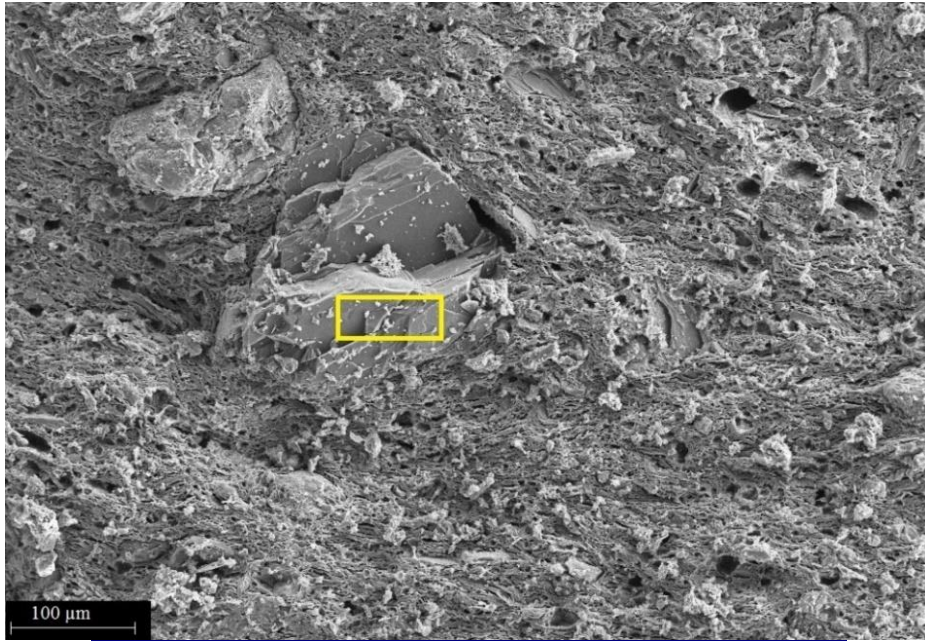
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
---	7.81	---	---	92.19	---	---

Şekil 4. 79. MA-5 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.37	57.14	3.42	9.29	10.51	2.14	1.12

Şekil 4. 80. MA-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



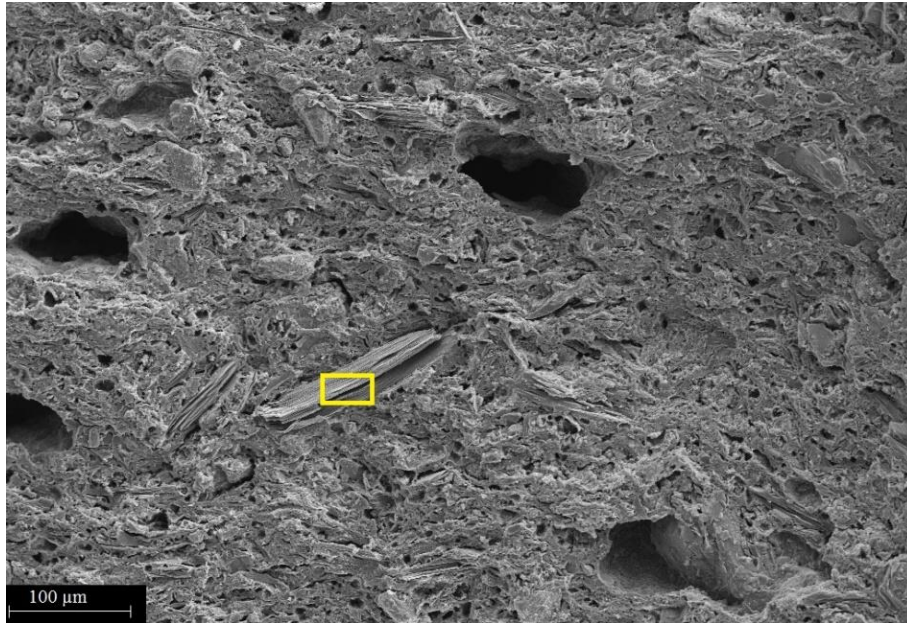
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
18.22	74.52	---	---	---	---	7.26

Şekil 4. 81. MA-6 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



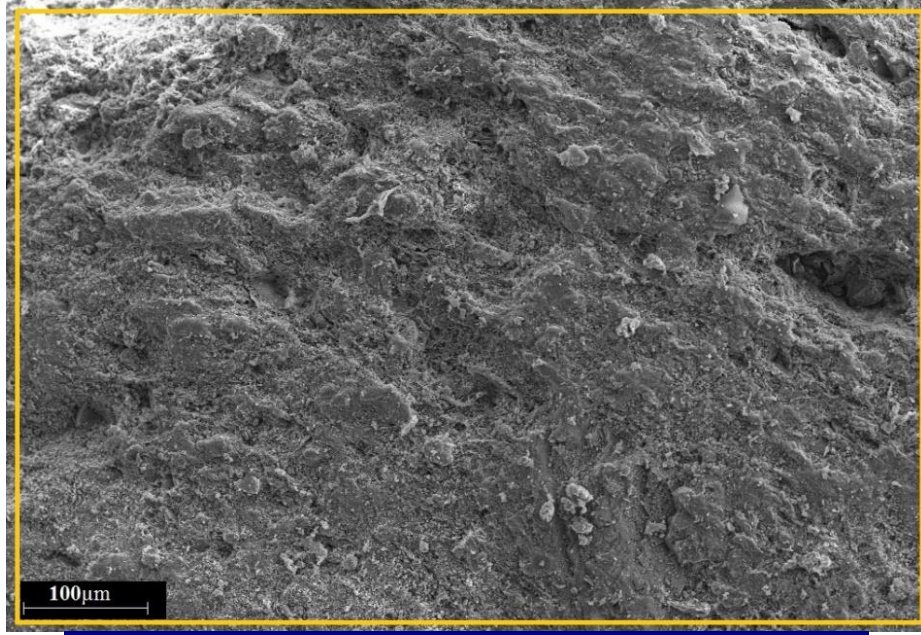
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
14.22	48.43	4.72	9.38	21.09	2.16	---

Şekil 4. 82. MA-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



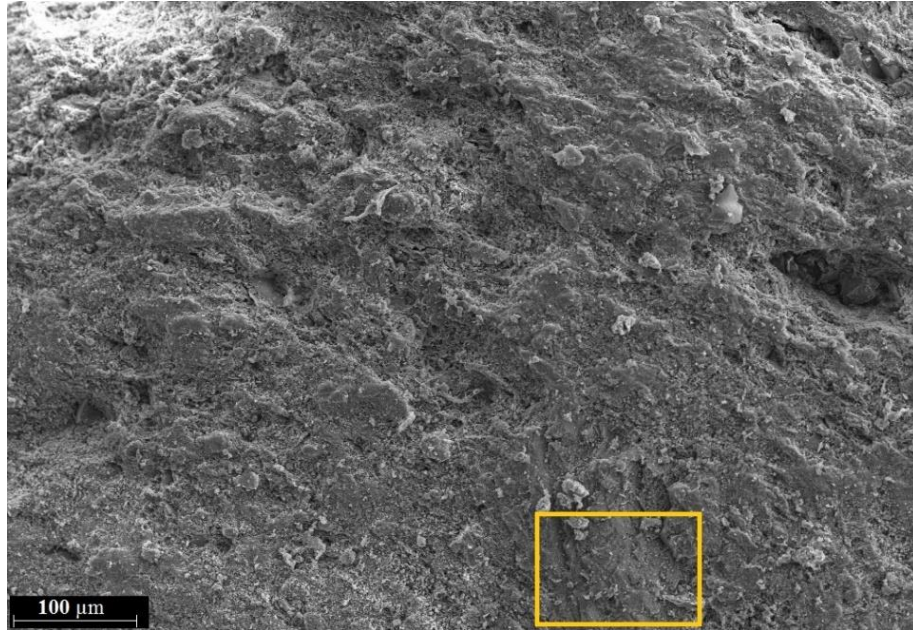
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
14.37	39.12	13.24	25.32	3.40	4.55	---

Şekil 4. 83. MA-7 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



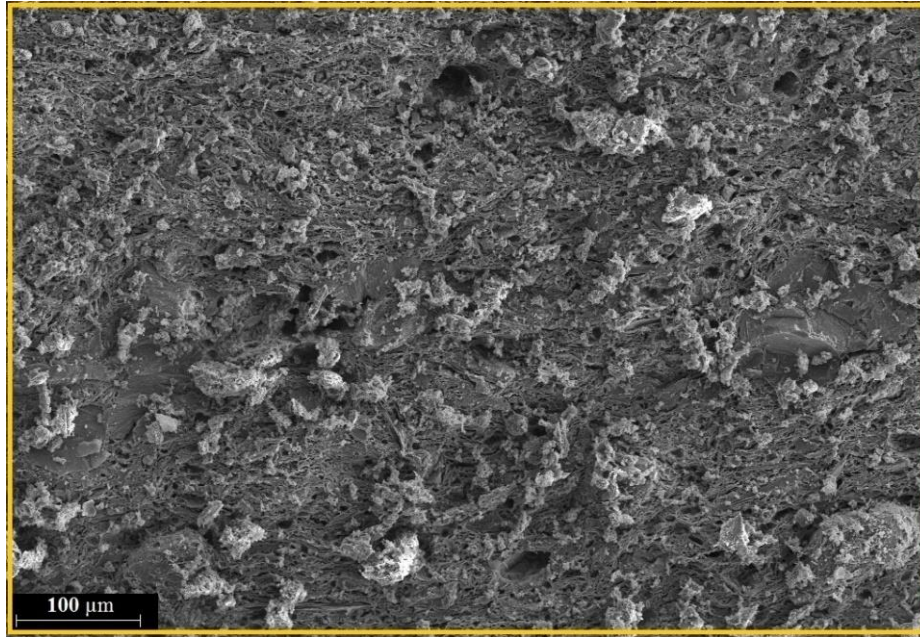
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.66	52.68	4.12	8.87	15.71	1.95	---

Şekil 4. 84. MA-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



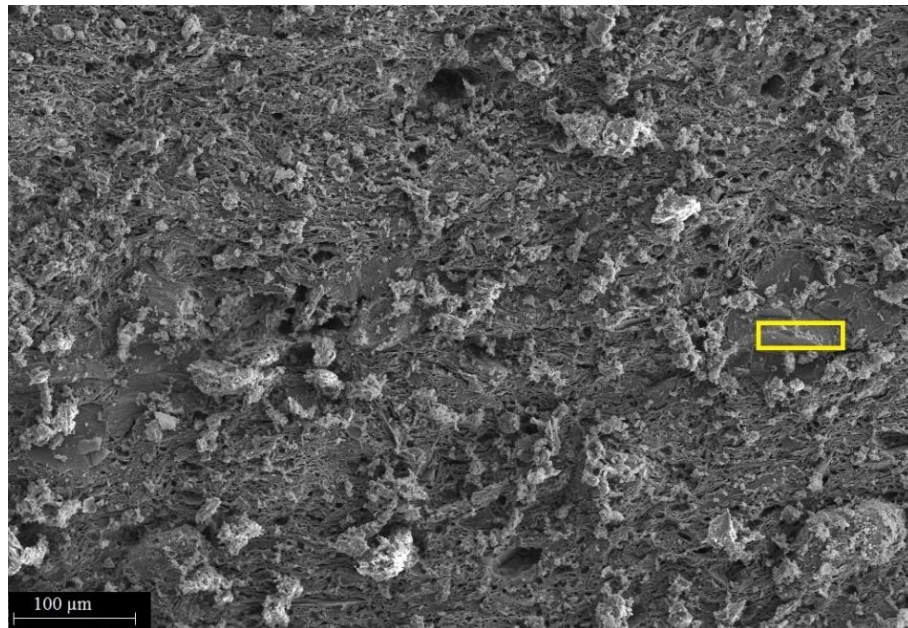
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
20.34	65.82	0.18	---	6.05	3.57	4.04

Şekil 4. 85. MA-8 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



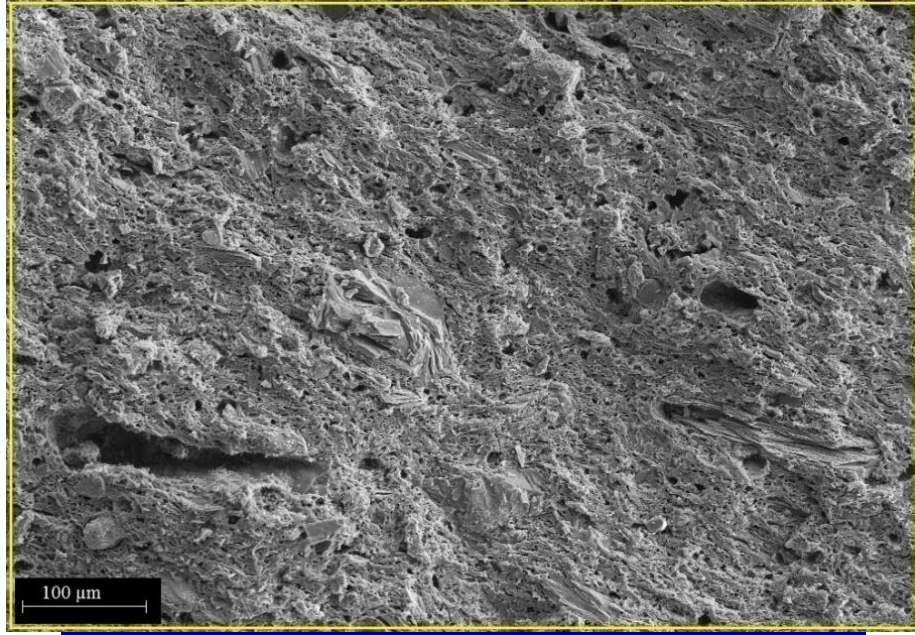
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
13.67	45.26	3.40	10.66	24.72	2.28	---

Şekil 4. 86. MA-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



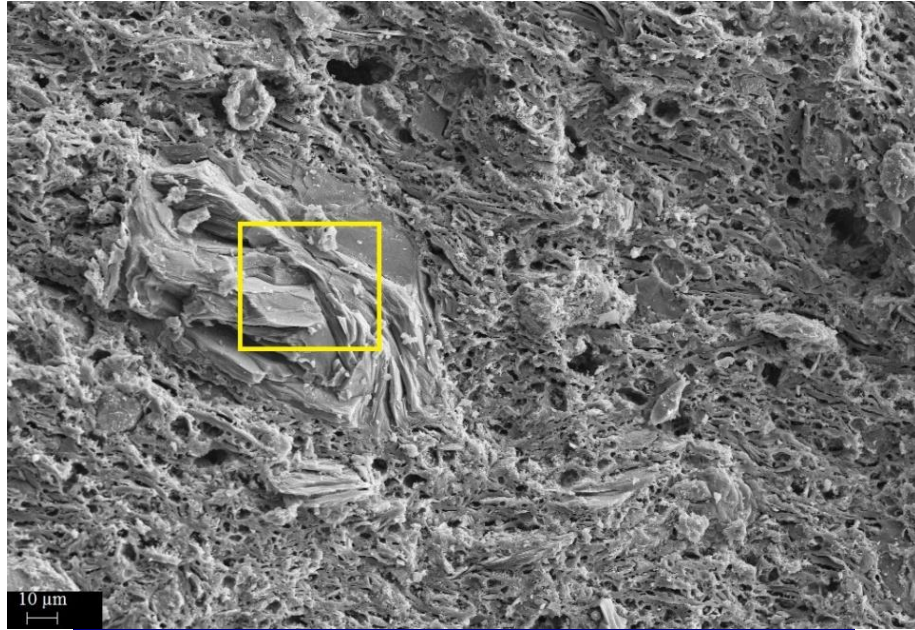
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
18.93	66.79	---	---	---	14.28	---

Şekil 4. 87. MA-9 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



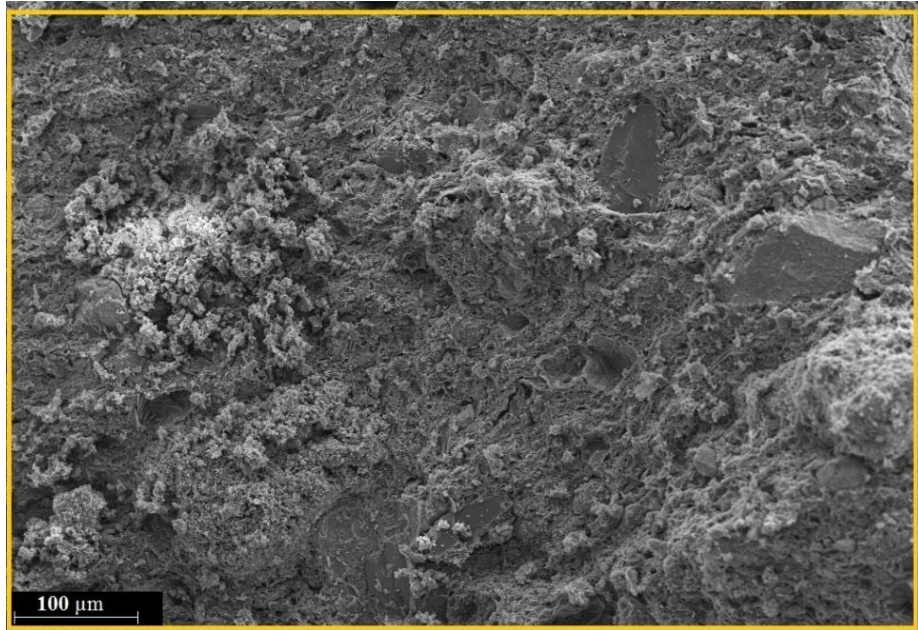
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.23	48.58	4.44	8.97	19.51	2.26	---

Şekil 4. 88. MA-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



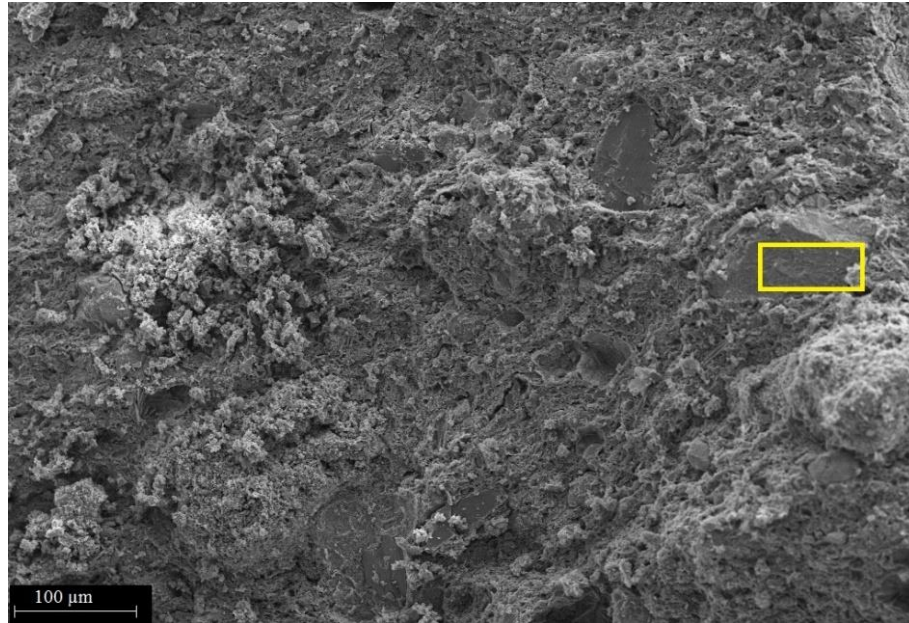
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
31.76	53.09	1.82	2.73	1.76	8.84	---

Şekil 4. 89. MA-10 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



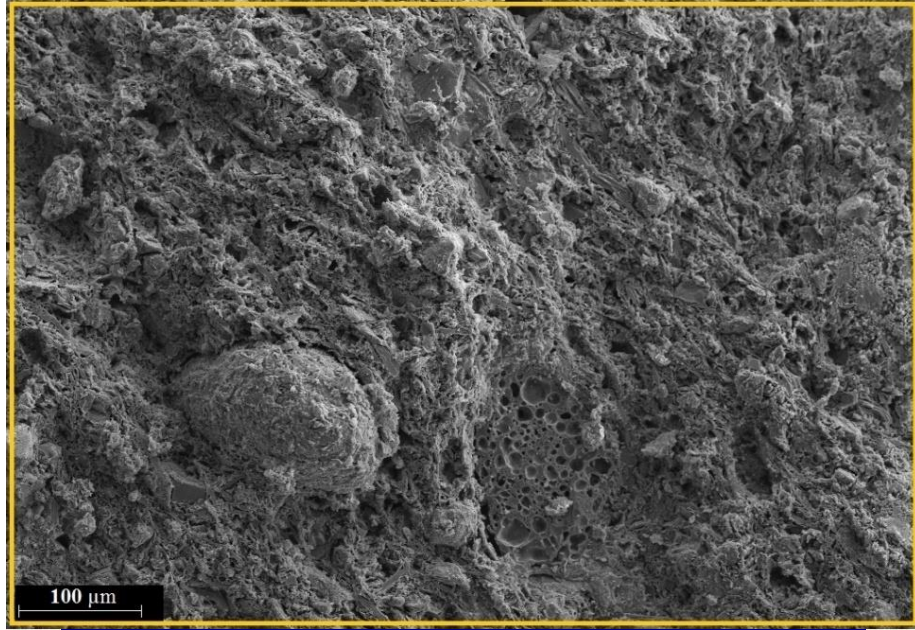
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
9.35	33.79	2.13	6.55	46.71	1.46	---

Şekil 4. 90. MA-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



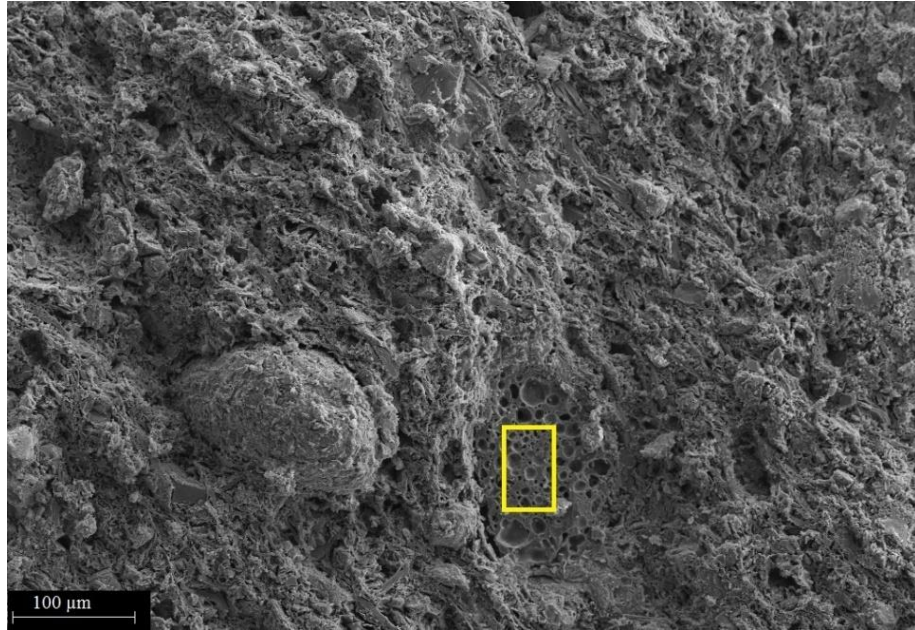
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
---	---	---	---	100.00	---	---

Şekil 4. 91. MA-11 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



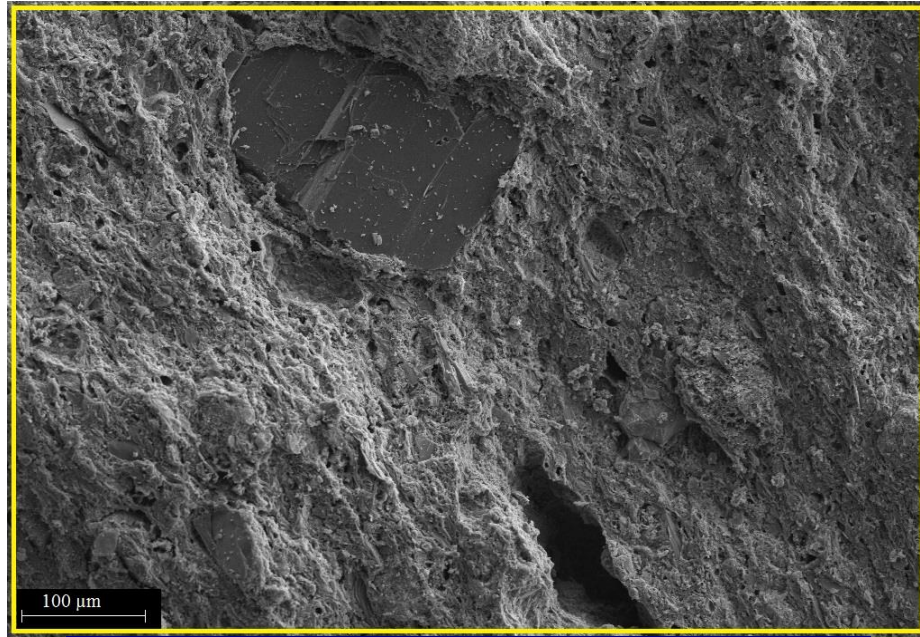
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
15.85	53.26	4.54	11.37	12.76	2.21	---

Şekil 4. 92. MA-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



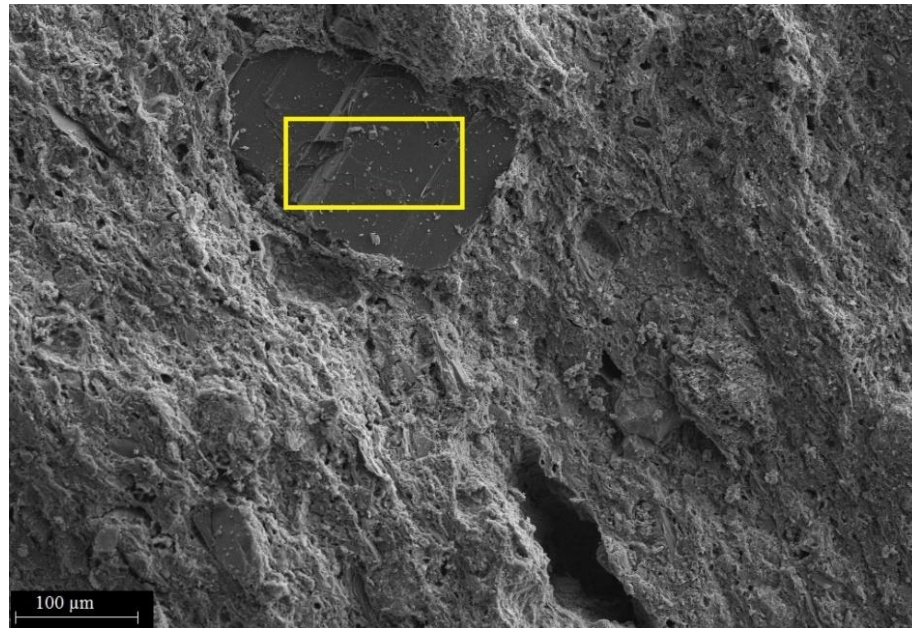
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
21.80	63.43	4.27	7.79	2.71	---	---

Şekil 4. 93. MA-12 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



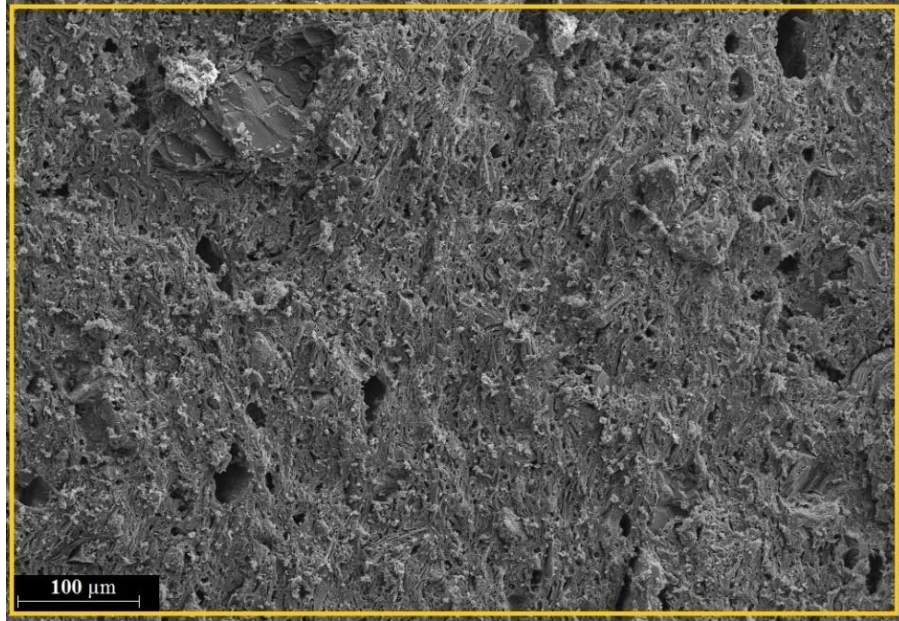
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
15.72	53.23	3.04	6.71	19.10	1.48	0.72

Şekil 4. 94. MA-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



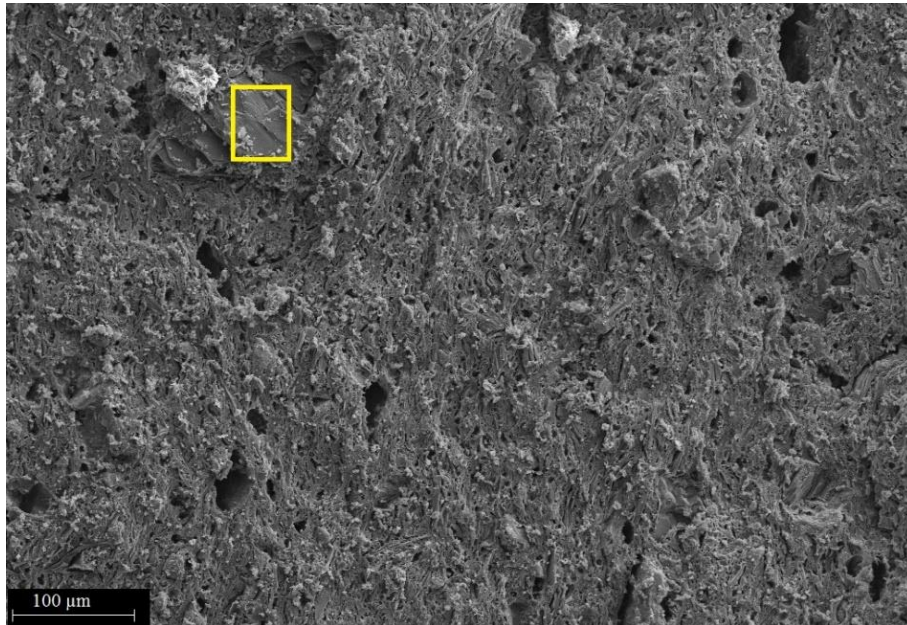
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
19.82	70.65	0.98	---	---	---	9.53

Şekil 4. 95. MA-13 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın(% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



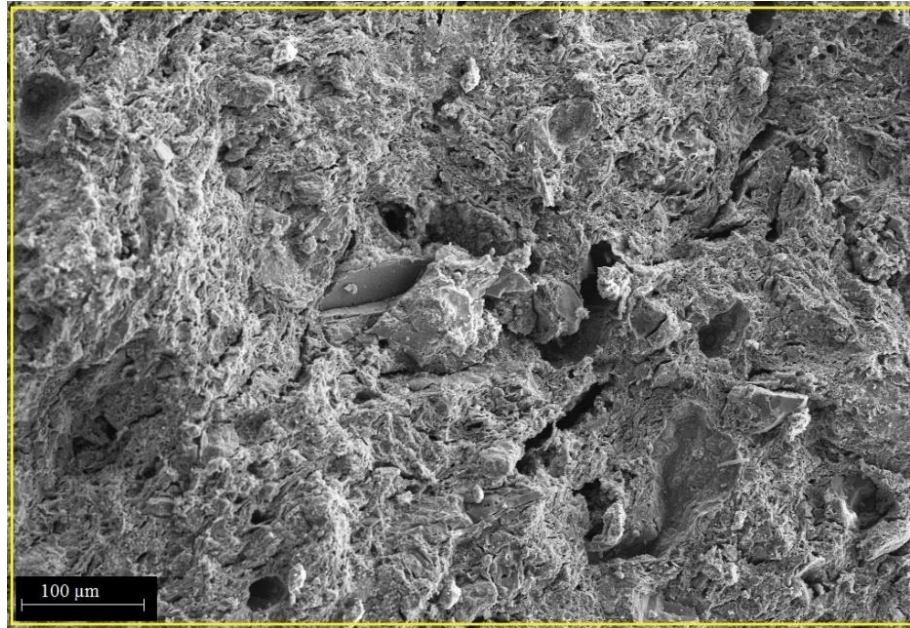
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
15.97	50.54	4.01	7.99	19.52	1.97	---

Şekil 4. 96. MA-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



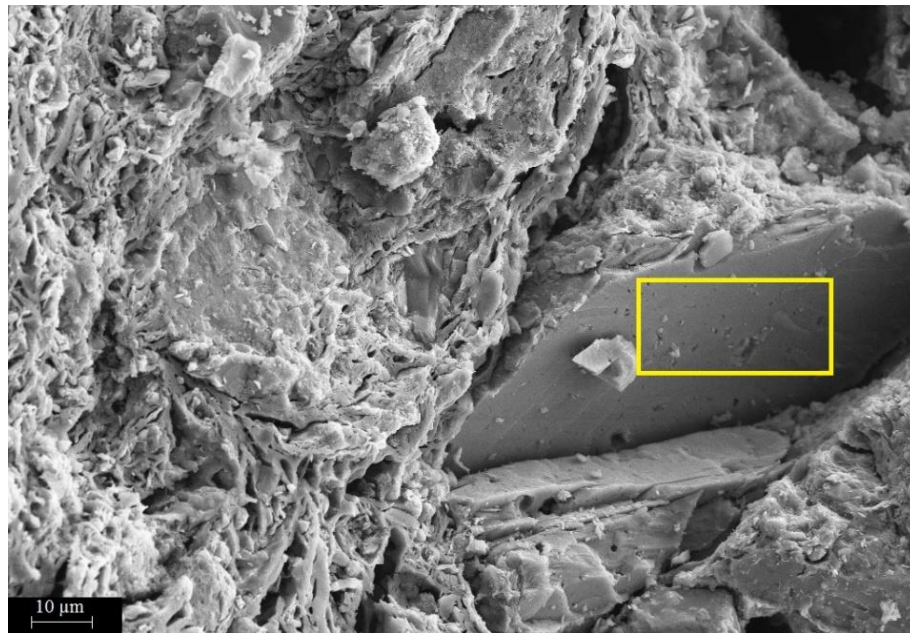
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
19.48	69.32	---	---	---	---	11.20

Şekil 4. 97. MA-14 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın(% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



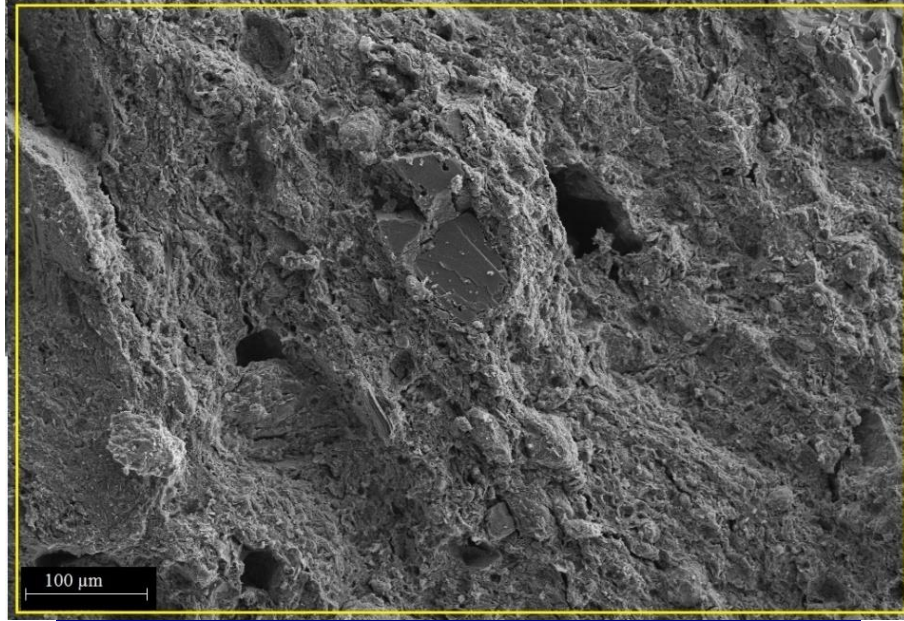
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.27	57.37	7.17	11.86	3.87	3.05	0.40

Şekil 4. 98. MA-15 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



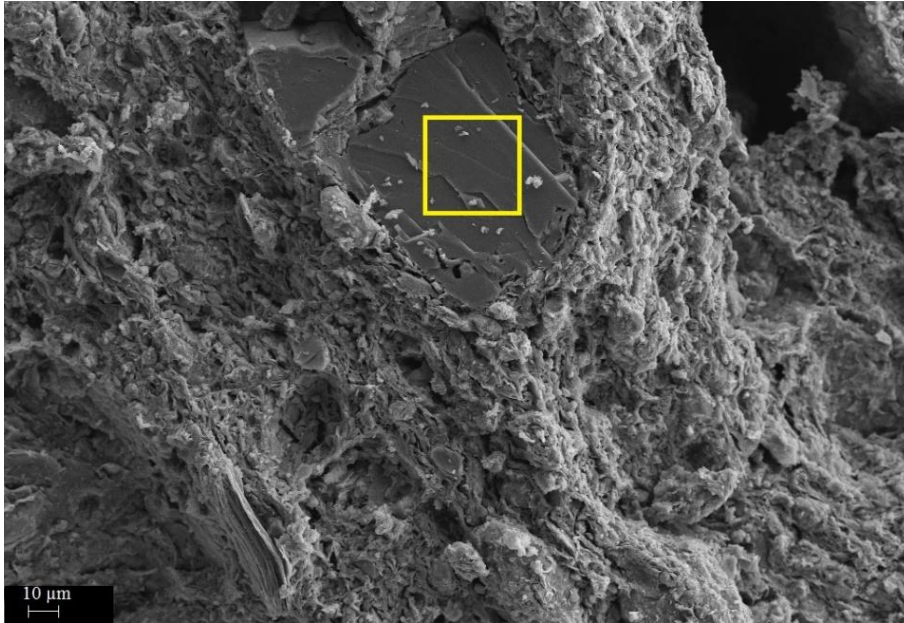
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
14.55	59.09	11.51	11.12	---	---	3.72

Şekil 4. 99. MA-15 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın(% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



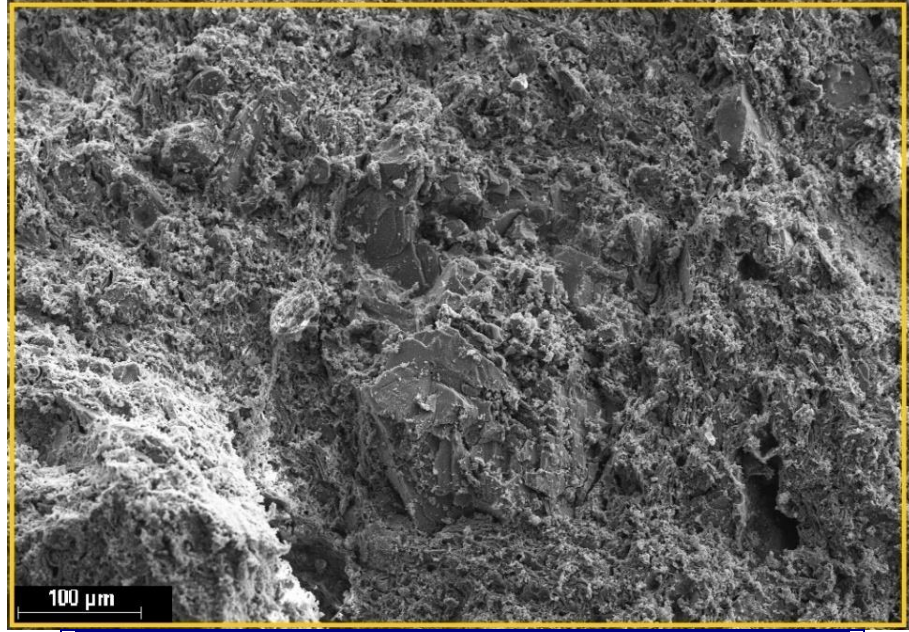
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.29	58.29	7.20	12.88	5.08	---	0.26

Şekil 4. 100. MA-16 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



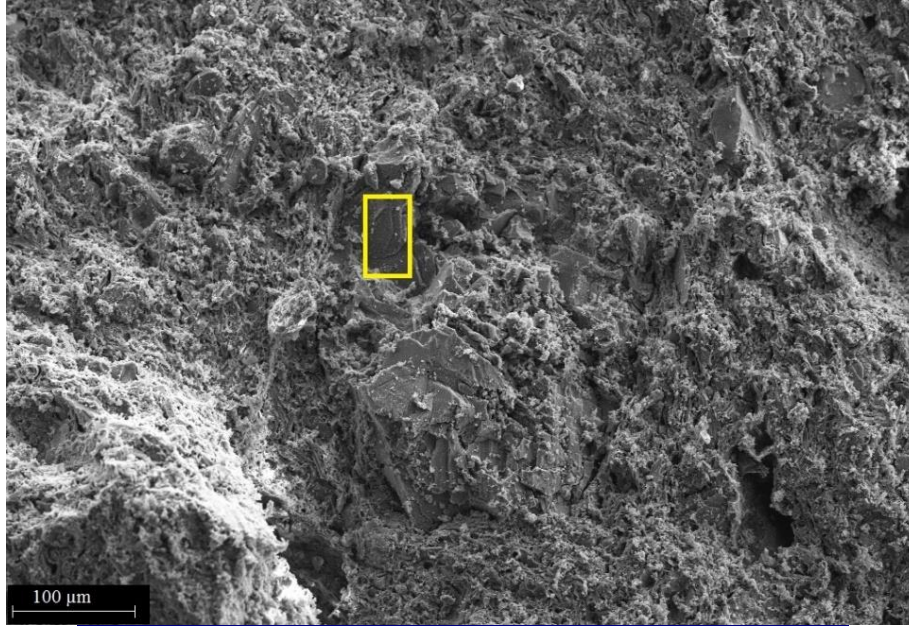
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
19.35	70.77	---	---	---	---	9.88

Şekil 4. 101. MA-16 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



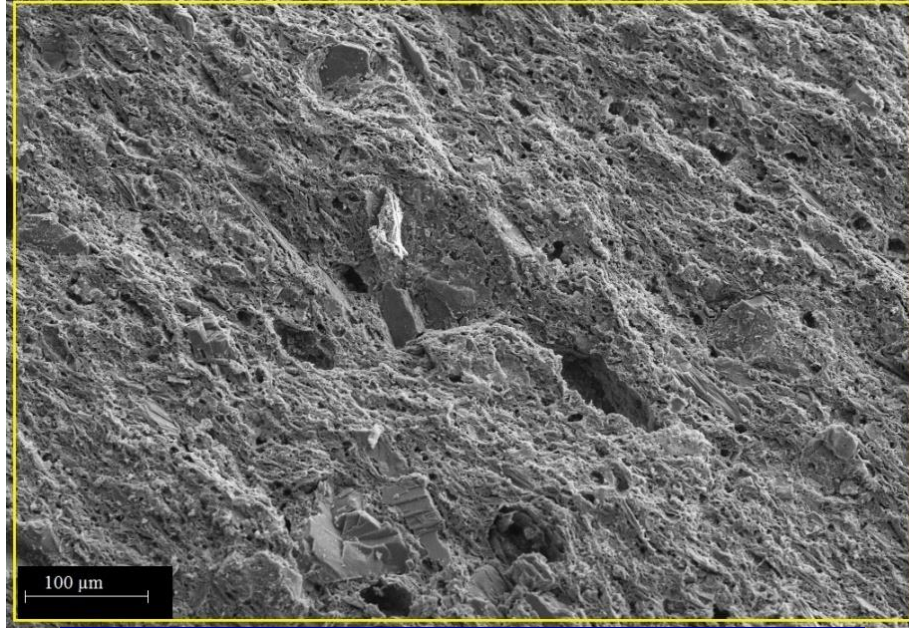
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.14	55.30	4.62	8.19	12.07	2.03	1.65

Şekil 4. 102. MA-17 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



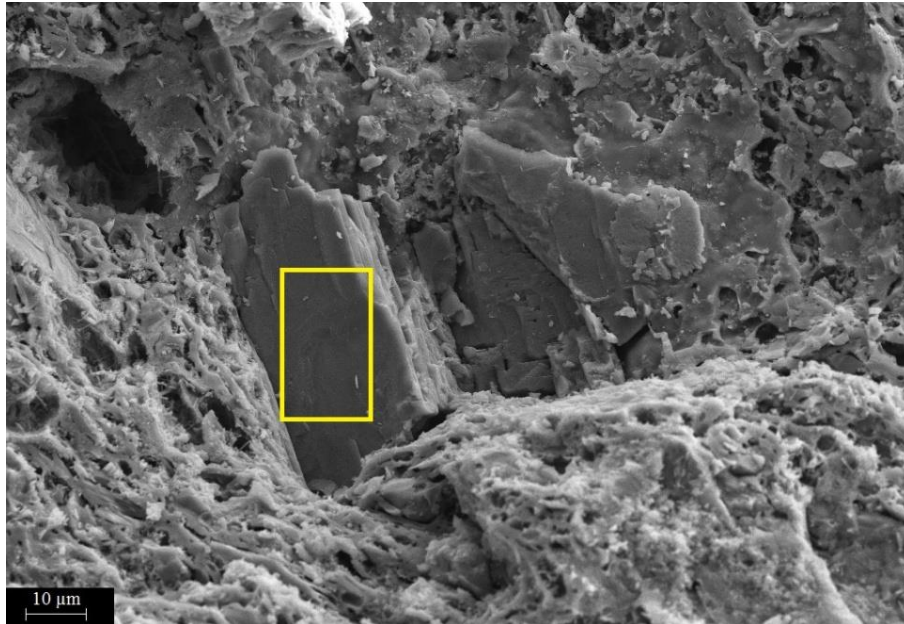
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
8.47	88.80	---	---	---	---	2.73

Şekil 4. 103. MA-17 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
15.23	50.52	5.39	7.08	21.77	---	---

Şekil 4. 104. MA-18 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



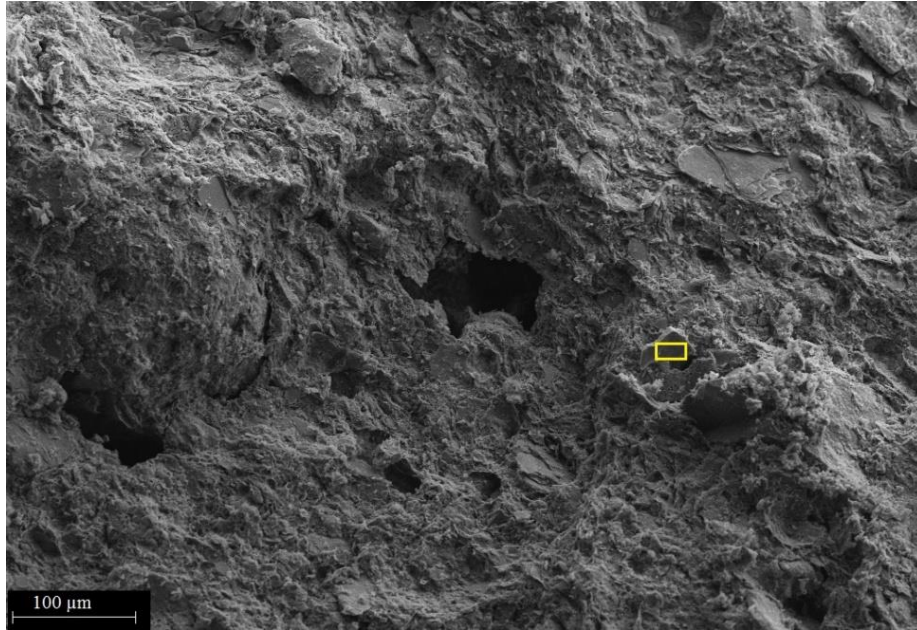
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
19.49	71.72	---	---	---	---	8.79

Şekil 4. 105. MA-18 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



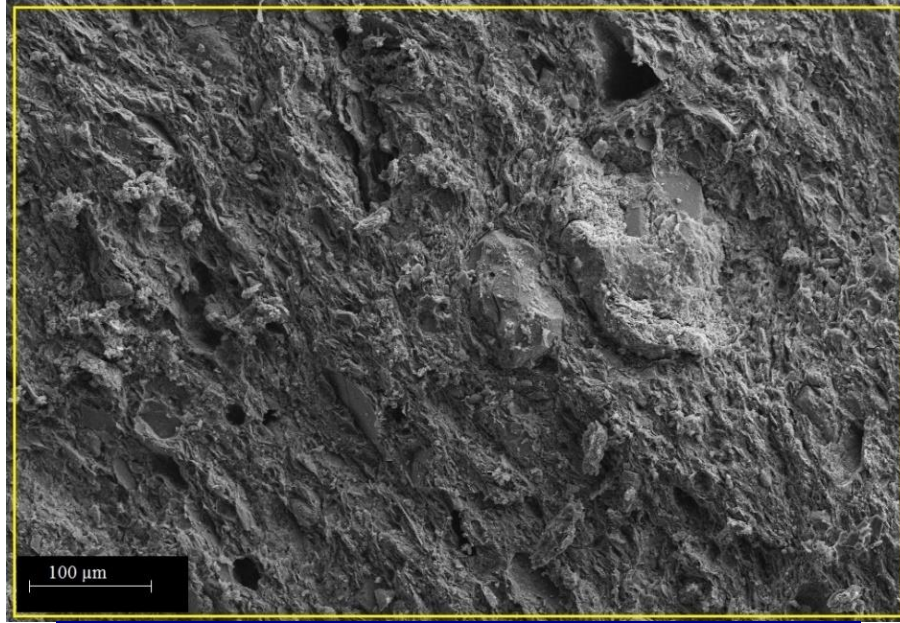
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
17.34	54.39	5.11	6.45	14.70	2.01	---

Şekil 4. 106. MA-19 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



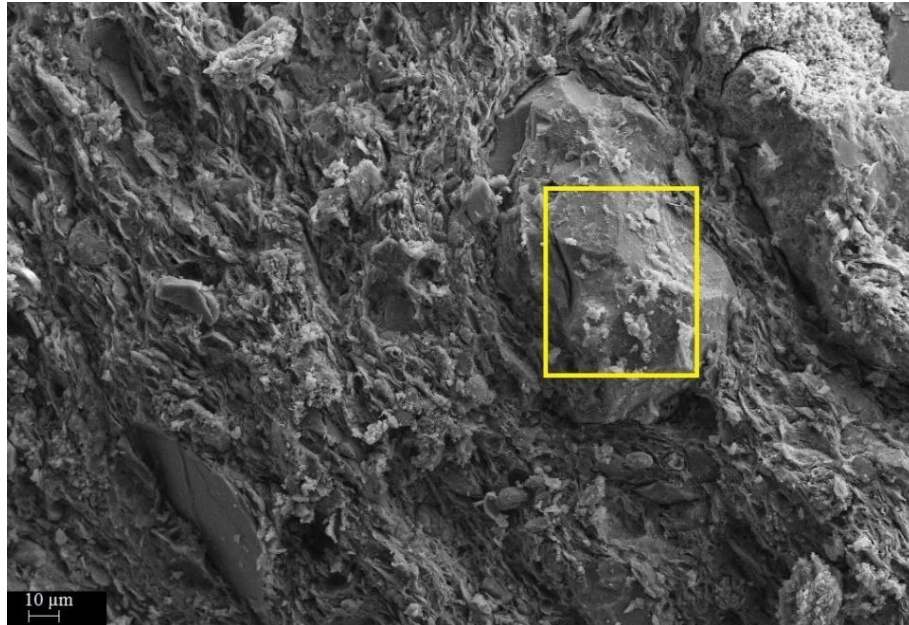
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
11.71	79.21	2.37	---	6.71	---	---

Şekil 4. 107. MA-19 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



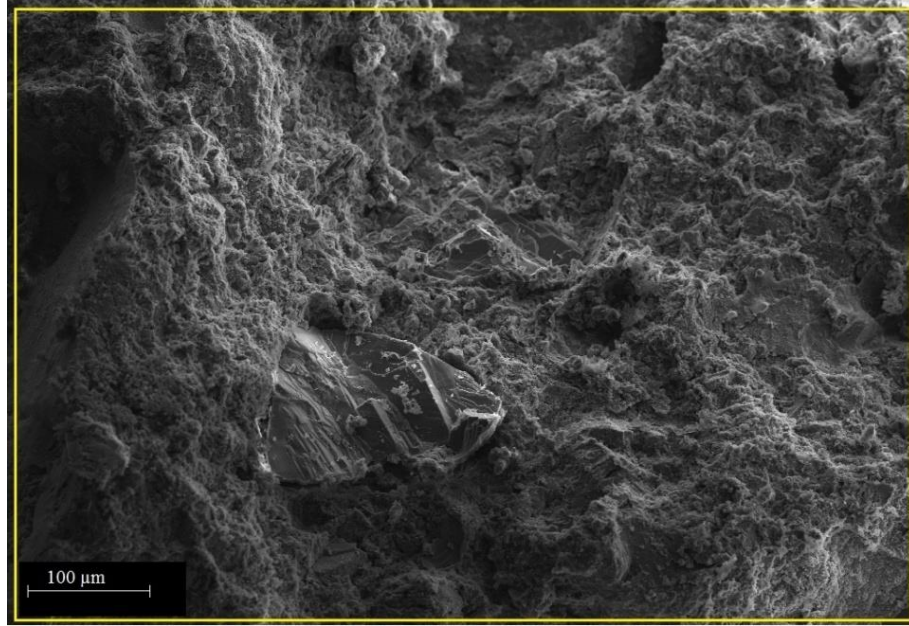
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
15.10	51.93	3.94	13.18	13.58	2.28	---

Şekil 4. 108. MA-20 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



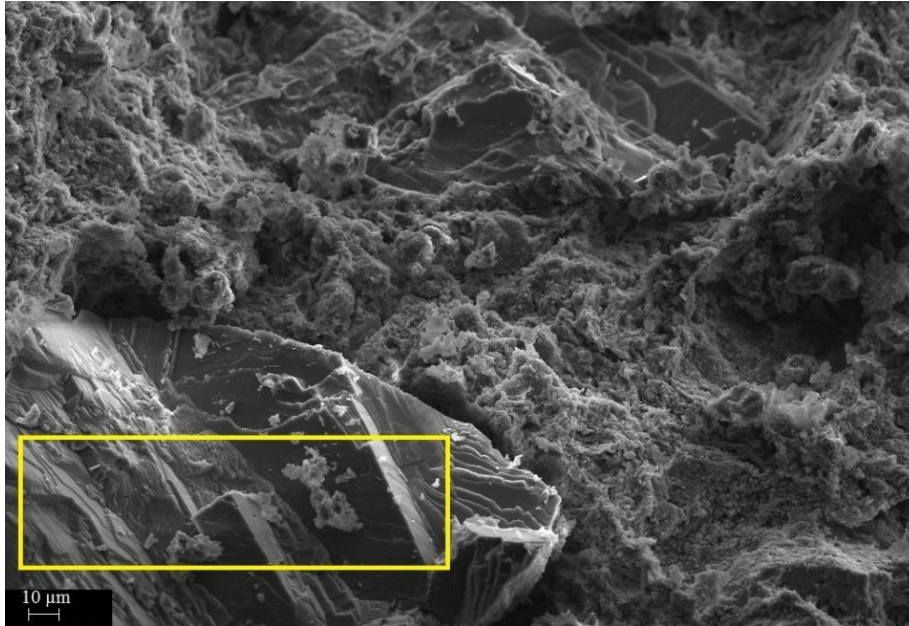
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
8.91	79.77	1.99	5.62	3.71	---	---

Şekil 4. 109. MA-20 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



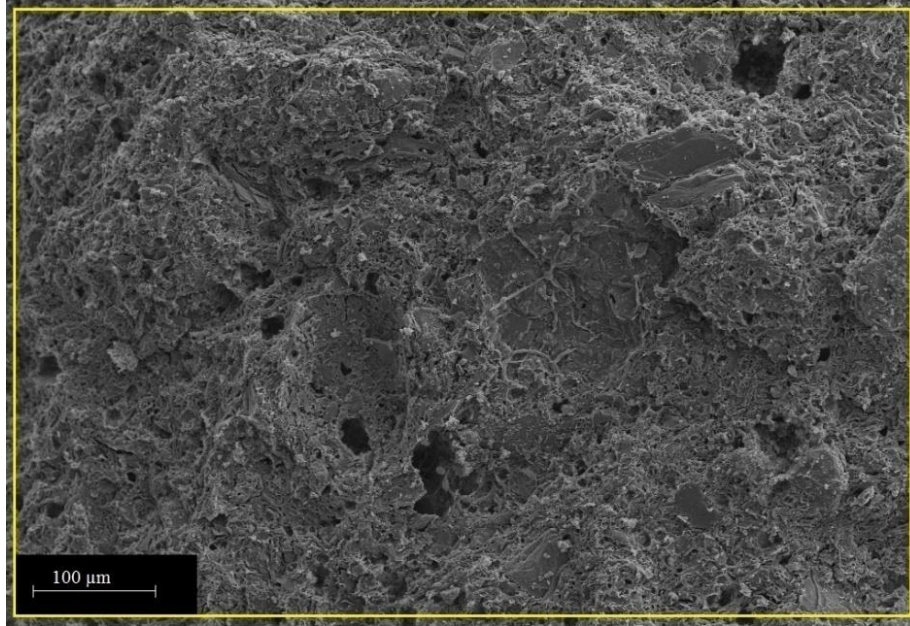
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
12.79	44.05	2.57	---	37.57	3.02	---

Şekil 4. 110. MA-21 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



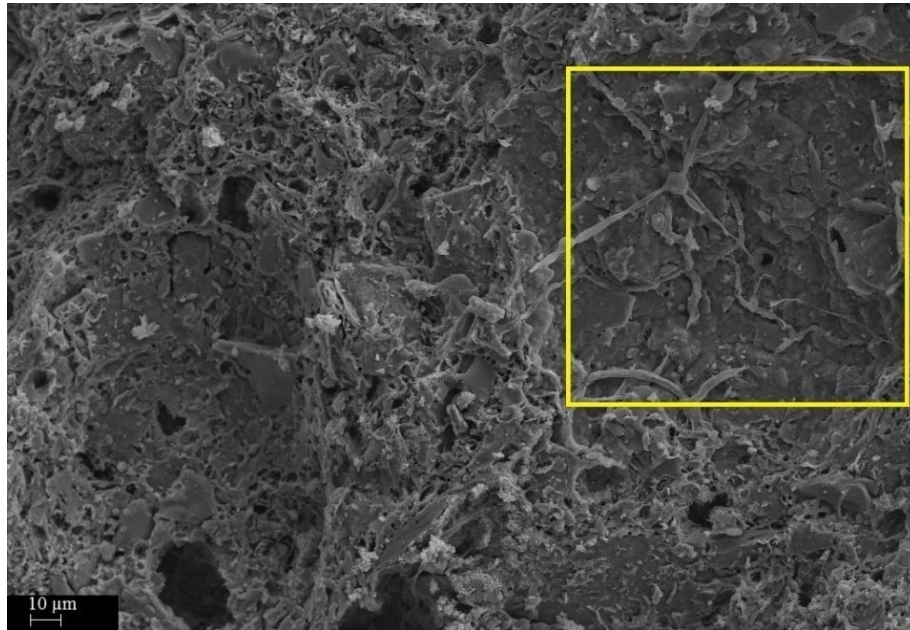
Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
1.60	6.02	---	---	92.38	---	---

Şekil 4. 111. MA-21 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu



Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
16.01	50.63	4.55	11.46	17.35	---	---

Şekil 4. 112. MA-22 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü



Spektrum						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
12.47	43.96	2.90	17.03	23.64	---	---

Şekil 4. 113. MA-22 kodlu seramiğin SEM görüntüsünde seçili alanın (% ağırlıkça) yarı kantitatif EDX analiz sonucu

SEM/EDX tekniği ile örneklerin mikro yapısal ve mikro kimyasal özellikleri ortaya konulmuştur. Seramiklerin kimyasal kompozisyonlarına bakıldığında; SiO<sub>2</sub> miktarı ağırlıkça % 33.79-58.29 aralığında, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı ağırlıkça % 9.35-17.34

aralığında, CaO miktarı ağırlıkça % 3.87-46.71 aralığında, MgO miktarı ağırlıkça % 1.95-5.39, K<sub>2</sub>O miktarı ağırlıkça % 1.21-3.05, Na<sub>2</sub>O miktarı ağırlıkça % 0.26-1.65, FeO miktarı ağırlıkça % 6.45-13.18 aralıklarında belirlenmiştir. Demir içeriği MA-21 kodlu numuneye ait 100 mikronluk görüntüdeki EDX spektrumunda pik olarak yer almasına rağmen (düşük şiddette) element ve oksit formunda çıkmaması bu elementin cihazın tarama limitinin altında bir değere sahip olabileceği kanısını ortaya koymuştur. Ayrıca, numunelerin kesit görüntüleri üzerinden analiz yapılmasından dolayı element konsantrasyonlarının yer yer değişiklikler göstermesi muhtemeldir. Bu duruma başka bir örnek ise yine aynı numunede normalden daha yüksek olduğu düşünülen CaO miktarıdır (ağ. % 37.57). Benzer diğer bir örnek de MA-11 kodlu numunedir (CaO; ağ. % 46.71). Bu tip sonuçların bahsedildiği üzere numunelerin kesitleri üzerinden çalışıldığında bölgesel kimyasal kompozisyon farklılıklarının olabileceği (özellikle heterojen bünyelerde).

SEM görüntüleri üzerinde seramikler için yapılan bölgesel EDX analizleri ile bünyelerde yer alan kuvars ve kalsit gibi mineralojik içeriklere direkt olarak işaret eden sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin kuvars minerali olduğu düşünülen bir tanede SiO<sub>2</sub> miktarı ağ. %85.41 olarak MA-1 kodlu numunede belirlenmiştir (Şekil 4.69). CaO miktarının oldukça yüksek olduğu kimi bölgesel EDX verileri o alanda kalsit tanesinin yer aldığını belirgin biçimde ortaya koymuştur (bakınız; Şekil 4. 71, Şekil4.77, Şekil 4.89 ve Şekil 4.109).

Seramiklerin mikro yapıları incelendiğinde örneklerde genel olarak vitrifikasyonun zayıf olduğu gözlemlenmiştir. Bazı örneklerde tabakalı kil yapısının korunduğu ve buna bağlı olarak da pişirim sıcaklığının kil bozunum sıcaklığını geçmediği saptanmıştır (Broekmans ve ark., 2004; Cultrone ve ark., 2001, Bayazit, 2018). SEM görüntüleri incelendiğinde bazı örneklerde bölgesel veya kısmi olarak adlandırılacak vitrifikasyon izlerine rastlanmıştır (örnek SEM görüntüleri; Şekil 4.87 ve Şekil 4.91). XRD analizinde özellikle birincil kalsitin yüksek sıcaklık fazları ile birlikte çıktığı numunelerde kısmi vitrifikasyonun gözlemlenmesi bu tip seramiklerin pişirimi esnasında yeterli sıcaklığa çıkıldığı, ancak bu sıcaklıkta gerekli sürede beklenilmediği öngörülmüştür. Böyle bir durumun ise düzensiz bir pişirim tekniği sonucunda oluşabileceği düşünülmektedir.

## GENEL SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, arkeometride yaygın olarak kullanılan analiz yöntemlerinden faydalanılarak Kuriki Höyük kazı çalışmalarında ele geçen bir grup temsili seramik örnekler (boya bezemeli kaplar) üretim teknolojisi ve kullanılan hammaddelerin içeriği bağlamında incelenmiştir. Bu amaçla kullanılan XRD analizi ile seramiklerin pişirim sıcaklık aralığı 700-900°C olarak saptanmış olup, çoğu örneğin 800-900°C aralığında bir pişirim sıcaklığına maruz kaldığı saptanmıştır. Mineralojik içerik bakımından seramiklerin genel olarak kalkerli hammadde kaynağı kullanılarak üretildiği düşünülmektedir. Kuriki Höyük ve civarının jeolojik yapısı göz önüne alındığında (web kaynak 4-6) incelenen bu seramiklerin genel olarak yerel üretim olma olasılıklarının yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumu teyit eden diğer sonuçlar ise EDX analizi ile elde edilen verilerdir. EDX sonuçlarına göre seramiklerin genel olarak CaO ihtivasi bakımından zengin olduğu saptanmıştır. CaO içeriğinin çoğunlukla karbonatlı hammaddelerden geldiği öngörülmektedir. Bu öngörünün oluşmasındaki temel sebep ise CaO miktarlarının seramiklerde genel olarak ağırlıkça %10-12'nin üstünde olmasıdır. Numune seti içerisinde yer alan iki örnekte ise CaO miktarı oldukça düşüktür (MA-15; ağı. % 3.87, MA-16; ağı. % 5.08). Bu iki seramiğin üretiminde diğerlerine göre nispeten daha farklı bir hammadde kaynağının kullanılmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, petrografik analizlerde seramiklerin hammadde kaynağı olarak aynı kayaç türünün çıkması (şist) bu iki örneğin hammadde içeriği olarak tamamen farklı bir kaynaktan faydalanılmış olabileceği ihtimalini zayıflatmaktadır.

Seramiklerin mineral ve kayaç içerikleri bakımından benzer oldukları petrografi analizi ile ortaya konulmuştur. Ancak, seramikler içerdikleri agrega tane boyutu, hacimce porozite ve bazı diğer mineraller göz önüne alınarak beş gruba ayrılmıştır. İnce kesit görüntüleri incelendiğinde, seramiklerin genel olarak plastik olmayan malzeme/matris oranlarının çok yüksek olmadığı saptanmıştır. Görüntülerin kırmızı-kahverengi tonlarında olması pişirim atmosferinin yükseltgen olduğuna işaret etmiştir.

Çalışmada kullanılan FTIR ve TG-DTA teknikleri seramiklerin kimyasal ve mineralojik içeriklerini teyit edici sonuçlar vermiştir. Buna göre, XRD analizinde tespit edilen kalsit ve yüksek sıcaklık mineralleri FTIR tekniği ile de yer yer belirlenmiştir. Bu teknik ile birincil ve ikincil kalsitin ayrımı da yapılabilmektedir. Demir mineralleri, feldspat/plajiyoklazlar ve kil mineralleri de yine bu metot ile saptanmıştır. TG-DTA analizi ile de kalsit içeriği belirgin biçimde ortaya konulmuş ve ikincil kalsit varlığı

endotermik etkiler ve bunlara bağlı oluşan ağırlık kaybı değerleri üzerinden tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında uygulanan analitik analiz yöntemleri seramikler hakkında detaylı arkeometrik veriler sunarak bu örnekler ile ilgili kapsamlı bilgiler sağlamıştır. Kullanılan spektroskopik, mikroskopik ve termal analiz teknikleri ile elde edilen sonuçların özellikle Kuriki Höyük ve civarı, ayrıca Yukarı Dicle Bölgesi'ndeki M. 1. Bin yıllarında seramik üretimi açısından yol gösterici bilgiler ortaya koyduğu düşünülmektedir.

## **ÖNERİLER**

- ✓ Kuriki Höyük civarında ve bölgede ele geçen ağdaş diğer seramik gruplarının da arkeometrik olarak incelenmesi karşılaştırma yapılabilmesi açısından faydalı olacaktır.
- ✓ Höyük ve civarından alınacak kil örnekleri ile provenans çalışması yapılabilir.

## KAYNAKÇA

- Arcasoy, A., 1983, Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, *Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları*, No: 2, 1-297.
- Barone, G., Crupi, V., Longo, F., Majolino, D., Mazzoleni, P., Tanasi, D. and Venuti, V., 2011, FT-IR spectroscopic analysis to study the firing process of prehistoric ceramics, *Journal of Molecular Structure* 993, 147-150.
- Bayazit, M., Işık, İ., İssi, A., Taşkıran, G. ve Ersan, H.Ö., 2014, Seramik Arkeometrisinde TG-DTA Termal Analiz Uygulamaları, 8. *Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu*, Eskişehir, 55-67.
- Bayazit, M., 2018, Archaeometric Study of Possible Ninevite-5 Pottery From Upper Tigris Region Using SEM-EDS, PEDXRF, and OM, *X-Ray Spectrometry* 47, 92-104.
- Bong, W.S.K., Matsumura, K. and Nakai, I., 2008, Firing Technologies and Raw Materials of Typical Early and Middle Bronze Age Pottery from Kaman-Kalehöyük: A Statistical and Chemical Analysis, *Anatol. Archaeol. Stud.* 17, 295–311.
- Boynton, R.S., 1980, Chemistry and technology of lime and limestone, 2nd Ed., Wiley, New York, 592 p.
- Broekmans, T., Adriaens, A., Pantos, E., 2004, Analytical investigations of cooking pottery from Tell Beydar (ne-Syria), *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B*, 226, 92-97.
- Cultrone, G., Rodriguez-Navarro C., Sebastian E., Cazalla O., De La Torre M.J., 2001, Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing, *Eur. J. Miner. (13)*, 621–634.
- De Benedetto, G.E, Laviano, R., Sabbatini, L. ve Zambonin, P.G., 2002, Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery, *Journal of Cultural Heritage (3)*, 177-186.

- Drebushchak, V.A., Mylnikova, L.N., Drebushchak, T.N. and Boldyrev, V.V., 2005, The investigations of Ancient pottery, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (82), 617–626.
- Dubrawski, J. V., Warne, S. St. J., 1988, Differential Scanning Calorimetry of Minerals of the Dolomite-Ferroan-Dolomite-Ankerite Series in Flowing Carbon Dioxide, *Mineralogical Magazine*, 52 : 627-635.
- Edreira, M.C., Feliu, M.J., Fernández-Lorenzo, C. ve Martin, J., 2001, Roman wall paintings characterization from Cripta del Museo and Alcazaba in Mérida (Spain): chromatic, energy dispersive X-ray fluorescence spectroscopic, X-ray diffraction and Fourier transform infrared spectroscopic analysis, *Analytica Chimica Acta* (434), 331–345.
- Ekinci, O., 2018, Gaziantep Tilbaşar Höyük'te Ele Geçen Erken Tunç Çağı Mutfak Kapları ve Şerit Perdahlı Seramiklerin Arkeometrik Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Arkeometri Anabilim Dalı, Batman, 1-124.
- Ellid, M.S., Murayed, Y.S., Zoto, M.S., Music, S. ve Popovi, S., 2003, Chemical reduction of hematite with starch, *Journal of Radio analytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 258, No. 2, 299-305.
- Esin, U., 1985, Arkeolojide Kullanılan Arkeometrik Araştırmalara Genel Bir Bakış, T.C. Kültür ve Turizm Bakanı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, *I. arkeometri sonuçları toplantısı*, Ankara, 20-24 Mayıs, 1-6.
- Fabbri, B., Gualtieri S. and Shoal, S., 2014, The Presence of Calcite in Archeological Ceramics, *Journal of the European Ceramic Society*, 34: 1899-1911.
- Farmer, V.C., 1974, Infrared Spectra of Minerals, Ed. Mineralogical Society, London, 539.
- Faust, G.T., 1953, Huntite,  $Mg_3Ca(CO_3)_4$ , a New Mineral, *American Mineralogist*, 38: 4–24.
- Gadsden, J.A., 1975, Infrared Spectra of Minerals and Related Inorganic Compounds, Butter worth & Co Publishers, London, 277.

- Genç, E., Valentini, S. and D'agistino A., 2011, "Kuriki Mound Excavation of the Year 2009" 32. *International Excavation, Research and Archaeometry Symposium Meeting*, 24-28 May 2010, Lütfü Kırdar Congress and Culture Palace, Istanbul, Turkey, 142-153.
- Genç, E., 2018, Kuriki Höyük Kazıları, Batman Müzesi İlisu Barajı Kurtarma Kazıları, 163-199.
- Grimshaw, R.W., 1971, "Reactions at High Temperatures", *The Chemistry and Physics of Clays*, Techbooks, India, 727.
- Hamadi, A. and Nabih, K., 2012, Alkali Activation of Oil Shale Ash Based Ceramics, *E-Journal of Chemistry*, 9 (3), 1373-1388.
- Henderson, J., 2000, Techniques of Scientific Analysis, The Science and Archaeology of Materials, Taylor&Francis Group, Glasgow, Great Britain, 8-21.
- Iglesias, J.E. and Serna, C.J., 1985, Miner. Petrogr. Acta, 29A, 363.
- Iglesias, J. E., Ocaña, M. and Serna, C.J., 1990, Appl. Spectr., (44), 418.
- Ionescu, C., Ghergari, L., Horga, M., Rădulescu, G., 2007, Early Medieval ceramics from the Viile Tecii archaeological site (Romania): an optical and XRD study, *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 52 (2), 29-35.
- İssi, A., 2011, Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik Kazılarında Ele Geçen Hellenistik Dönem Seramiklerinin (Kalıplı Kaseler ve Batı Yamacı Seramikleri) Karakterizasyonu, Doktora Tezi, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, 1-208.
- İssi, A., 2012, "Estimation of Ancient Firing Technique By The Characterization of Semi-Fused Hellenistic Potsherds from Harabebezikan/Turkey", *Ceramics International*, Vol.38, Issue 3, 2375-2380.
- Köroğlu, K., 2008, Yukarı Dicle Bölgesi'nde Yeni Asur Krallığı Sonrasına İlişkin Kültürel Değişimin Tanımlanması: Geç Demir Çağı ve Helenistik Dönem'in İzleri, Muhibbe Darga Armağanı, 335-344.
- Krapukaityte, A., Tautkus S., Kareiva A., Zalieckiene E. 2008. Thermal Analysis – A Powerful Tool for The Characterization of Pottery, *Chemija*, 19 (2): 4-8.

- Kurap, G., Akyuz, S., Akyuz, T., Basaran, S. ve Cakan, B., 2010, FT-IR Spectroscopic Study of Terra-Cotta Sarcophagi Recently Excavated in Ainos (Enes) Turkey, *Journal of Molecular Structure* (976), 161-167.
- Leach, F., Davidson, J., Claridge, G., Ward, G., Craib, J., 2008, The physical and mineralogical characteristics of pottery from Mochong, Rota, Mariana Island. In: Clark, G., Leach, F., O'Conner, S. (Eds.), *Islands of Inquiry: Colonization, Seafaring and the Archaeology of Maritime Landscapes*. Australian National University press, Terra Australia, pp. 435–452.
- Loftfield, T.C., 1976, A Brief and True Report: an Archaeological Interpretation of The Southern North Carolina Coast, Unpublished Ph.D. Dissertation, Department of Anthropology, University of North Carolina, Chapel Hill.
- Madejova, J. and Komadel, P., 2001, *Clays and Clay Minerals* (49), 410.
- Maravelaki-Kalaitzaki, P. and Kallithrakas-Kontos, N., 2003, Pigment and Terra Cotta Analyses of Hellenistic Figurines in Crete, *Analytica Chimica Acta* (497), 209-225.
- Maritan, L., Nodari, L., Mazzoli, C., Milano, A. and Russo, U., 2006, Influence of Firing Conditions on Ceramic Products: Experimental Study on Clay Rich in Organic Matter, *Applied Clay Science* (31), 1–15.
- Mazzocchin, G.A., Agnoli, F. and Colpo, I., 2003, Investigation of Roman Age Pigments Found on Pottery Fragments, *Analytica Chimica Acta* (478), 147–161.
- Merkevičius, A., Bezdicka, P., Juskenas, R., Kiuberis, J., Senvaitiene, J., Pakutinskiene, I. and Kareiva, A., 2007, XRD and SEM Characterization of Archaeological Findings Excavated in Lithuania, *Chemija*. Vol. 18, No. 1, 36–39.
- Meyvel, S., Sathya, P. and Velraj, G., 2012, Thermal Characterization of Archaeological Pot Sherds Recently Excavated in Nedunkur, Tamilnadu, India, *Cerâmica* (58), 338-341.
- Moropoulou, A., Bakolas, A. and Bisbikou, K., 1995, Thermal Analysis as a Method of Characterizing Ancient Ceramic Technologies, *Thermochimica acta* 2570, 743-753.
- Nakamoto, K., 1970, *Infrared Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*, 2nd edition, Wiley-Interscience, London.

- Özçatal, M., 2013, Seramik ve Metal Buluntuların Arkeometrik Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 1-116.
- Palanivel, R. and Meyvel, S., 2009, Physics Minerological Characterization Studies of Archaeological Pottery Sherds Using FT-IR and TGA-DTA, Department of Physics, Annamalai University, Annamalainagar, Tamilnadu, India, *Recent Research in Science and Technology*, 1(2): 088-093 Issn: 2076-5061.
- Palanivel, R. and Kumar, U.R., 2011, Thermal and Spectroscopic Analysis of Ancient Potteries, *Rom. Journ. Phys. Vol. 56*, Nos. 1-2, Bucharest, 195-208.
- Ravisankar, R., Kiruba, S., Naseerutheen, A., Chandrasekaran, A., Annamalai, G.R., Seran, M. and Balaji, P.D., 2011, Estimation of The Firing Temperature of Arceological Pottery Excavated from Thiruverkadu, Tamilnadu, India by FT-IR Spectroscopy, *Archives of Physics Research*, 2(4):108-114.
- Rice, P.M., 1987, Pottery analysis: A sourcebook, *University of Chicago Press*, Chicago
- Rutstein, M.S. and White, W.B., 1971, *Am. Mineral.* (56), 877-887.
- Saltık, D., 2010, Bileç Höyük İskelet Buluntularının Arkeometrik Yöntemlerle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Arkeometri Anabilim Dalı, Adana, 1-59.
- Serkaya, C., İssi, A., Uz, V. ve Bilgen, A. N., 2015, Investigation of The Hellenistic Period Pottery Production Technology from The Seyitömer Mound (Kütahya/Turkey), ISSN 1743-3509 (on-line) WIT Transactions on The Built Environment, Vol 168, *WIT Press doi:10.2495/SD150541*, Vol. 1, 617-625.
- Shillito, L.M., Almond, M.J., Wicks, K., Marshall, L.-J.R. and Matthews, W., 2009, The Use of FT-IR as a Screening Technique for Organic Residue Analysis of Archaeological Samples, *Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy (SPECTROCHIM ACTA A)*, 120.
- Shoval, S., 2003, Using FT-IR Spectroscopy for Study of Calcareous Ancient Ceramics, *Optical Materials* (24), Tel Aviv, Israel, 117-122.
- Smolin, Y.I., Shepelev, Y.F., Butikova, I.K. ve Kobayakov I.B., 1981, *Soviet Physcrs.* (26), 33-35.

Velraj, G., Sudha, R., And Hemamalini, R., 2010, X-Ray Diffraction and TG-DTA Studies of Archaeological Artifacts Recently Excavated in Salamankuppam Tamilnadu, *Recent Research in Science and Technology*, 2(10), ISSN: 2076-5061, Tamilnadu, India, 89-93.

Yariv, S.H. and Mendelovici, E., 1979, *Appl. Spectr.*, 33, 410.

Yokomori, Y. and Idaka, I., 1998, *Micropor Mesopor Mater*, (21), 365-370.

#### WEB KAYNAK

- 1- [https://www.google.com/search?q=Kuriki+H%C3%B6y%C3%BCk&hl=tr&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjK18ip4qfgAhVaQxUIHcPUD9wQ\\_AUIDigB&biw=1280&bih=882#imgrc=KliqO2-HBIbqYM:](https://www.google.com/search?q=Kuriki+H%C3%B6y%C3%BCk&hl=tr&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjK18ip4qfgAhVaQxUIHcPUD9wQ_AUIDigB&biw=1280&bih=882#imgrc=KliqO2-HBIbqYM:) (06.02.2019)
- 2- <http://arum.cu.edu.tr/tr/Default.aspx> ziyaret tarihi (01.02.2019).
- 3- Google maps;  
<https://www.google.com/maps/search/kuriki,+oymata%C5%9F/@37.7886871,41.0076221,13z> (14.11.2018).
- 4- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/batman.pdf> (01.02.2019).
- 5- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/diyarbakir.pdf> (01.02.2019).
- 6- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/mardin.pdf> (01.02.2019).

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Müslüm ADSAN  
**Uyruğu** : T.C  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : KOZLUK/ 01.01.1993  
**Telefon** : 0534 480 9140  
**Faks** : -  
**e-mail** : muslumadsan@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Kozluk Çok Programlı Lisesi, Kozluk, BATMAN	2011
Üniversite	: Batman Üniversitesi Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım, Merkez, BATMAN	2015
Yüksek Lisans:	Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri A.B.D	2019

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-2015	Amasya Oluz Höyük ve Harşena Kalesi Kazı Çalışmaları	Restoratör
2017-2018	Reskon Mimarlık ve Restorasyon	Restoratör

### UZMANLIK ALANI

- Seramik Arkeometrisi, Mozaik Restorasyonu ve Konservasyonu, Küçük Eser Konservasyonu

### YABANCI DİLLER

- İngilizce

### YAYINLAR\*

- Kozluk'un En Eski Taş Yapılarından Hıdır Bey Camii /ISSN: 2148-0273 Cilt 4, Sayı 2, 2016 Vol. 4, Issue 2, 2016.