



**T.C.**

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Gaziantep Tilbaşar Höyük'te Ele Geçen Erken  
Tunç Çağı Mutfak Kapları ve Şerit Perdahlı  
Seramiklerin Arkeometrik Karakterizasyonu**

**Osman EKİNCİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**Arkeometri Anabilim Dalı**

**Haziran-2018  
BATMAN  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Osman EKİNCİ tarafından hazırlanan "Gaziantep Tilbaşar Höyük'te Ele Geçen Erken Tunç Çağı Mutfak Kapları ve Şerit Perdahlı Seramiklerin Arkeometrik Karakterizasyonu" adlı tez çalışması 04/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Doç. Dr. Mahmut AYDIN

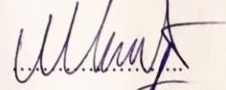
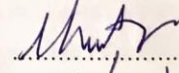
#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT

#### Üye

Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

### İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Bahadır İSÇİ  
FBE Müdürü



## **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.

Osman EKİNCİ  
Tarih: 04.06.2018

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

#### Gaziantep Tilbaşar Höyükte'te Ele Geçen Erken Tunç Çağı Mutfak Kapları ve Şerit Perdahlı Seramiklerin Arkeometrik Karakterizasyonu

Osman EKİNCİ

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Arkeometri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT

2018, 124 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT

Doç. Dr. Mahmut AYDIN

Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

Bu tez çalışmasında, Gaziantep iline bağlı Oğuzeli ilçesinin güneydoğusunda yer alan ve kazı başkanlığını Dr. Öğr. Üyesi Elif GENÇ'in yapmış olduğu Tilbaşar Höyük'te ele geçen Erken Tunç Çağı'na tarihlenen 10 adet şerit perdahlı ve 14 adet mutfak kaplarından oluşan toplam 24 adet temsili seramik numunesinin arkeometrik incelemesi yapılmıştır. Bu amaçla, numunelerin karakterizasyonunda, XRD (X-ray Difraksiyon), petrografi, SEM/EDX (taramalı elektron mikroskobu/enerji saçınımlı X-ışını spektroskopisi), FTIR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi) ve TG-DTA (Termogravimetri-Diferansiyel termal analiz) yöntemleri kullanılmış ve üretim özelliklerinin (hammadde, pişirim şartları vb.) belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan analitik analiz yöntemleri ile elde edilen sonuçlar ışığında seramiklerin kimyasal ve mineral/faz içerikleri belirlenmiş ve pişirim özellikleri (maksimum sıcaklık aralığı, atmosfer, pişirim tekniği vb.) hakkında öngörülerde bulunulmuştur.

EDX analizi sonucunda örneklerdeki  $\text{SiO}_2$  miktarı % 39,8-63,9,  $\text{CaO}$  miktarı % 9,86-40,22,  $\text{FeO}$  miktarı % 4,65-9,69,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarı % 11,24-18,08,  $\text{MgO}$  miktarı % 1,62-3,72,  $\text{K}_2\text{O}$  miktarı % 0,75-4,02,  $\text{P}_2\text{O}_5$  miktarı % 5,64,  $\text{TiO}_2$  miktarı % 1,19-2,05,  $\text{Na}_2\text{O}$  miktarı % 0,63-0,91 ve  $\text{SO}_3$  miktarı % 0,24 olarak belirlenmiştir. XRD analizi sonucunda kalsit, kuvars, illit/muskovit, alkali feldspatlar, plajiyoklaz, gehlenit, hematit ve piroksen belirlenen mineraller olmuştur. Kalsit, kuvars, illit/muskovit, piroksen, hematit gibi mineraller FTIR analizinde de belirlenmiştir. SEM görüntülerde seramik örneklerin büyük çoğunluğunda düşük sinterleme davranışı olduğu ve çoğunda vitrifikasyonun gerçekleşmediği veya zayıf olduğu gözlemlenmiştir. Petrografik analizde elde edilen sonuçlar neticesinde genel olarak kalsit, kuvars ve kil minerali örneklerde belirlenen mineraller olmakla beraber, hammaddenin kalkerli olduğu tespit edilmiştir. DTA analizi sonuçlarında genel olarak 700-900°C arasında endotermik pik, TG analizinde ise belirgin bir ağırlık kaybının olduğu belirlenmiştir. Bu durumda örneklerin içeriğinde bulunan kalsit, dolomit gibi minerallerin bozunmadığı ve dolayısıyla pişirim sıcaklığının 900-1000°C'ye ulaşmadığı söylenebilir. Seramik örneklerin genel olarak 700-900°C arasında pişirim sıcaklığına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arkeometri, Erken Tunç Çağı, Seramik, Tilbaşar Höyük

## ABSTRACT

MS

### Archaeometric Characterization of Kitchen Wares and Ring Burnished Ceramics (Early Bronze Age) Found from Tilbaşar Mound, Gaziantep, Turkey.

Osman EKİNCİ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
BATMAN UNIVERSITY  
ARCHAEOOMETRY DEPARTMENT

Advisor: Asst.Prof.Dr. Murat BAYAZİT

2017, 124 Pages

Jury

Asst.Prof.Dr. Murat BAYAZİT  
Assoc. Prof. Dr. Mahmut AYDIN  
Assoc. Prof. Dr. Ali Akın AKYOL

In this study, 10 ring burnished ceramics and 14 kitchen wares (24 representative ceramic samples in total) dated to the Early Bronze Age and unearthed by Asst. Prof. Dr. Elif GENÇ (head of excavation) from Tilbaşar Mound in the southeastern of Oğuzeli district (Gaziantep, Turkey) have been analyzed archaeometrically. For this purpose, XRD (X-ray diffraction) petrography, SEM/EDX (scanning electron microcopy/energy dispersive X-ray spectroscopy), FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy) and TG-DTA (thermogravimetric-differential thermal analyzer) methods have been used in characterization of samples and identification of production features (raw materials, firing conditions etc.) have been aimed. In the light of the results that have been obtained by analytical analyses, the ceramic/phase content of the ceramics has been identified and predictions have been made about firing characteristics (maximum heat range, atmosphere, firing technique etc.).

As a result of EDX analysis the amount of SiO<sub>2</sub> have been identified as % 39,8-63,9, the amount of CaO as % 9,86-40,22, the amount of FeO as % 4,65-9,69, the amount of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as % 11,24-18,08, the amount of MgO as % 1,62-3,72, the amount of K<sub>2</sub>O as % 1,86-3,40,75-4,026, the amount of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> as % 5,64, the amount of TiO<sub>2</sub> as % 1,19-2,05, the amount of Na<sub>2</sub>O as % 0,63-0,91 and the amount of SO<sub>3</sub> as % 0,24. As a result of XRD analysis, some minerals such as calcite, quartz, illite/muscovite, alkali feldspar, plagioclase, gehlenite, hematite and pyroxene have been identified. Minerals such as calcite, quartz, illite/muscovite, pyroxene and hematite have also been identified by FTIR analysis. It has been observed that there is poor sintering behavior in most of the SEM images of the ceramics and vitrification was not practiced or very low. It has been determined that as a consequence of the results that has been obtained by petrographic analysis, in general the raw material is calcareous while calcite, quartz and clay minerals have also been identified. As a result of DTA analysis, it has been generally determined that the endothermic peak is between 700-900°C, and there is a significant weight loss in TG analysis. In this case it can be said that the minerals such as calcite and/or dolomite did not decompose; therefore the firing temperature did not reach 900-1000°C. It has been determined that the ceramic samples had a firing temperature between 700-900°C.

**Keywords:** Archaeometry, Ceramic, Early Bronze Age, Tilbaşar Mound

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen tüm bilgi ve tecrübelerini paylaşan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT'e, tezimin ilerlemesinde bilgi ve deneyimlerini paylaşan ve tezde yer alan seramik numuneleri temin eden Çukurova Üniversitesi Arkeoloji Bölümünden Dr. Öğr. Üyesi Elif GENÇ'e, deneysel çalışmalarım için laboratuvar imkanlarını sağlayan Dumlupınar Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümünden Doç. Dr. Ali İSSİ'ye, Pamukkale Üniversitesi Kimya Bölümünden Prof. Dr. Metin AK'a, Pamukkale Üniversitesi Fizik Bölümünden Doç. Dr. Cem GÖK'e, Gazi Üniversitesi Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım bölümünden Doç. Dr. Ali Akın AKYOL'a, Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne (YEBİM) ve son olarak Prof. Dr. Şahinde DEMİRCİ'ye (Orta Doğu Teknik Üniversitesi) bilgi ve deneyimleri ile tezime sağladığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca bana karşı gösterdikleri sabır ve desteklerinden dolayı aileme ve son olarak Seçil DELİBAŞ'a teşekkür ederim.

Osman EKİNCİ  
BATMAN-2018

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>12</b>
2.1. Malzeme.....	12
2.2. Yöntem.....	14
2.2.1. X-Işını Difraksiyon ( XRD ) Analizi .....	14
2.2.2. Fourier Dönüştümlü Kızılötesi Spektroskopi ( FT-IR ) Analizi .....	14
2.2.3. Termogravimetrik Analiz ve Diferansiyel Termal Analiz ( TG-DTA ) .....	15
2.2.4. İnce Kesit-Optik Mikroskop Analizi .....	15
2.2.5. Taramalı Elektron Mikroskopu ve Enerji Saçınımlı X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX ) .....	15
<b>3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>16</b>
3.1. Mineralojik/Faz Analiz (XRD) Sonuçları.....	16
3.2. FT-IR Analiz Sonuçları .....	25
3.3. Termal Analiz (TG-DTA) Sonuçları .....	35
3.4. Petrografik Analiz (Optik Mikroskop) Sonuçları .....	45
3.5. Mikro Yapı Analiz Sonuçları (SEM-EDX) .....	48
<b>4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>101</b>
4.1. Sonuçlar .....	101
4.2. Öneriler .....	104
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>105</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>111</b>

# ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ

## Şekiller Dizini

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. Tilbaşar Höyük ve Güney Aşağı Şehrin genel görünümü .....	4
Şekil 1.2. Tilbaşar Höyük 3B görünümü .....	4
Şekil 1.3. Tilbaşar Höyük'ün topografik haritası ve numunelerin alındığı alan .....	4
Şekil 2. 1. Mutfak kaplarından oluşan seramik örneklerine ait fotoğraflar. ....	12
Şekil 2. 2. Şerit perdahlı seramik örneklere ait fotoğraflar. ....	12
Şekil 3. 1. GTHM-1 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	16
Şekil 3. 2. GTHM-2 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	16
Şekil 3. 3. GTHM-3 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	17
Şekil 3. 4. GTHM-4 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	17
Şekil 3. 5. GTHM-5 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	17
Şekil 3. 6. GTHM-6 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	18
Şekil 3. 7. GTHM-7 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	18
Şekil 3. 8. GTHM-8 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	18
Şekil 3. 9. GTHM-9 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	19
Şekil 3. 10. GTHM-10 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	19
Şekil 3. 11. GTHM-11 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	19
Şekil 3. 12. GTHM-12 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	20
Şekil 3. 13. GTHM-13 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	20
Şekil 3. 14. GTHM-14 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	20
Şekil 3. 15. GTHŞ-1 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	21
Şekil 3. 16. GTHŞ-2 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	21
Şekil 3. 17. GTHŞ-3 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	21
Şekil 3. 18. GTHŞ-4 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	22
Şekil 3. 19. GTHŞ-5 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	22
Şekil 3. 20. GTHŞ-6 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	22
Şekil 3. 21. GTHŞ-7 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	23
Şekil 3. 22. GTHŞ-8 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	23
Şekil 3. 23. GTHŞ-9 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	23
Şekil 3. 24. GTHŞ-10 kodlu örneğe ait XRD paterni. ....	24
Şekil 3. 25. GTHM-1 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	25
Şekil 3. 26. GTHM-2 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	26
Şekil 3. 27. GTHM-3 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	26
Şekil 3. 28. GTHM-4 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	26
Şekil 3. 29. GTHM-5 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	27
Şekil 3. 30. GTHM-6 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	27
Şekil 3. 31. GTHM-7 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	27
Şekil 3. 32. GTHM-8 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	28
Şekil 3. 33. GTHM-9 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	28
Şekil 3. 34. GTHM-10 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	28
Şekil 3. 35. GTHM-11 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	29
Şekil 3. 36. GTHM-12 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	29
Şekil 3. 37. GTHM-13 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	29
Şekil 3. 38. GTHM-14 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	30
Şekil 3. 39. GTHŞ-1 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	30



Şekil 3. 40. GTHŞ-2 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	30
Şekil 3. 41. GTHŞ-3 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	31
Şekil 3. 42. GTHŞ-4 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	31
Şekil 3. 43. GTHŞ-5 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	31
Şekil 3. 44. GTHŞ-6 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	32
Şekil 3. 45. GTHŞ-7 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	32
Şekil 3. 46. GTHŞ-8 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	32
Şekil 3. 47. GTHŞ-9 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	33
Şekil 3. 48. GTHŞ-10 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu. ....	33
Şekil 3. 49. GTHM-1 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	35
Şekil 3. 50. GTHM-2 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	35
Şekil 3. 51. GTHM-3 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	36
Şekil 3. 52. GTHM-4 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	36
Şekil 3. 53. GTHM-5 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	36
Şekil 3. 54. GTHM-6 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	37
Şekil 3. 55. GTHM-7 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	37
Şekil 3. 56. GTHM-8 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	37
Şekil 3. 57. GTHM-9 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	38
Şekil 3. 58. GTHM-10 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	38
Şekil 3. 59. GTHM-11 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	38
Şekil 3. 60. GTHM-12 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	39
Şekil 3. 61. GTHM-13 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	39
Şekil 3. 62. GTHM-14 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	39
Şekil 3. 63. GTHŞ-1 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	40
Şekil 3. 64. GTHŞ-2 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	40
Şekil 3. 65. GTHŞ-3 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	40
Şekil 3. 66. GTHŞ-4 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	41
Şekil 3. 67. GTHŞ-5 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	41
Şekil 3. 68. GTHŞ-6 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	41
Şekil 3. 69. GTHŞ-7 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	42
Şekil 3. 70. GTHŞ-8 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	42
Şekil 3. 71. GTHŞ-9 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	42
Şekil 3. 72. GTHŞ-10 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı. ....	43
Şekil 3. 73. Mutfak kaplarına ait seramik örneklerin mikrofotografaları. ....	47
Şekil 3. 74. Şerit perdahlı seramik örneklerin mikrofotografaları. ....	47
Şekil 3. 75. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	49
Şekil 3. 76. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	49
Şekil 3. 77. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	50
Şekil 3. 78. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	50
Şekil 3. 79. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	51
Şekil 3. 80. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	51
Şekil 3. 81. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	52
Şekil 3. 82. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	52
Şekil 3. 83. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	53
Şekil 3. 84. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	53

Şekil 3. 85. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	54
Şekil 3. 86. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	54
Şekil 3. 87. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	55
Şekil 3. 88. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	55
Şekil 3. 89. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	56
Şekil 3. 90. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	56
Şekil 3. 91. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	57
Şekil 3. 92. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	57
Şekil 3. 93. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	58
Şekil 3. 94. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	58
Şekil 3. 95. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	59
Şekil 3. 96. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	59
Şekil 3. 97. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	60
Şekil 3. 98. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	60
Şekil 3. 99. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	61
Şekil 3. 100. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	61
Şekil 3. 101. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	62
Şekil 3. 102. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	62
Şekil 3. 103. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	63
Şekil 3. 104. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	63
Şekil 3. 105. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	64
Şekil 3. 106. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	64
Şekil 3. 107. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	65
Şekil 3. 108. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	65
Şekil 3. 109. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	66
Şekil 3. 110. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	66
Şekil 3. 111. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	67
Şekil 3. 112. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	67
Şekil 3. 113. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	68
Şekil 3. 114. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	68
Şekil 3. 115. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	69
Şekil 3. 116. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu. ....	69
Şekil 3. 117. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ....	70

Şekil 3. 118. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	70
Şekil 3. 119. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	71
Şekil 3. 120. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	71
Şekil 3. 121. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.	72
Şekil 3. 122. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	72
Şekil 3. 123. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	73
Şekil 3. 124. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	73
Şekil 3. 125. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.	74
Şekil 3. 126. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	74
Şekil 3. 127. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	75
Şekil 3. 128. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	75
Şekil 3. 129. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.	76
Şekil 3. 130. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	76
Şekil 3. 131. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	77
Şekil 3. 132. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	77
Şekil 3. 133. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	78
Şekil 3. 134. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	78
Şekil 3. 135. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	79
Şekil 3. 136. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	79
Şekil 3. 137. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	80
Şekil 3. 138. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	80
Şekil 3. 139. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	81
Şekil 3. 140. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	81
Şekil 3. 141. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	82
Şekil 3. 142. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	82
Şekil 3. 143. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	83
Şekil 3. 144. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	83
Şekil 3. 145. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	84
Şekil 3. 146. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	84
Şekil 3. 147. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.....	85
Şekil 3. 148. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	85
Şekil 3. 149. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	86
Şekil 3. 150. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.....	86

Şekil 3. 151. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	87
Şekil 3. 152. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	87
Şekil 3. 153. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	88
Şekil 3. 154. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	88
Şekil 3. 155. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	89
Şekil 3. 156. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	89
Şekil 3. 157. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	90
Şekil 3. 158. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	90
Şekil 3. 159. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	91
Şekil 3. 160. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	91
Şekil 3. 161. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	92
Şekil 3. 162. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	92
Şekil 3. 163. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	93
Şekil 3. 164. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	93
Şekil 3. 165. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. ...	94
Şekil 3. 166. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	94
Şekil 3. 167. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü. ....	95
Şekil 3. 168. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.....	95
Şekil 3. 169. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi. .	96
Şekil 3. 170. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu. ....	96
Şekil 3. 171. Mutfak kaplarından oluşan seramiklerin kimyasal kompozisyon dağılımı (ağ. %). ....	98
Şekil 3.172. Şerit perdahlı seramiklerin kimyasal kompozisyon dağılımı (ağ. %). ....	98

## Çizelgeler Dizini

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. Karakterizasyonda kullanılan bazı kimyasal ve fiziksel yöntemler.....	2
Çizelge 2.1. Seramik örneklerine ait arkeolojik kod, parça türü, tane iriliği, kalınlık ve Arkeolojik tarihlendirme.....	13
Çizelge 2.2. Seramik örneklerine ait renk analiz sonuçları.....	14
Çizelge 3.1. Önemli minerallere ait karakteristik bant değerleri ( $\text{cm}^{-1}$ ).....	34
Çizelge 3.2. Mutfak kaplarından oluşan seramik örneklerine ait kullanılan numune ağırlığı, toplam ağırlık kaybı ve toplam % ağırlık kaybına gösteren tablo....	44
Çizelge 3.3. Şerit perdahlı seramik örneklerine ait kullanılan numune ağırlığı, toplam ağırlık kaybı ve toplam % ağırlık kaybına gösteren tablo.....	45
Çizelge 3.4. Seramik gruplarına ait içerdiği numune kodu, porozite (P), matriks toplam agrega oranı (MTA ) ve kayaç/mineral içerikleri.....	46
Çizelge 3.5. Mutfak kaplarına ait % ağırlıkça EDX sonuçları.....	97
Çizelge 3.6. Şerit perdahlı seramiklere ait % ağırlıkça EDX sonuçları.....	97



## 1. GİRİŞ

Anadolu'nun günümüzde farklı kültürlerden birçok toplumu bünyesinde barındırmasında köklü tarihsel birikimin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Coğrafi olarak bakıldığında Anadolu'nun konumu itibariyle uygun iklimsel koşullara sahip olması ve bereketli toprakların varlığı birçok kültürün yaşamasına olanak sağlamıştır ki konumu itibariyle doğu ve batı kültürlerini bir araya getiren önemli bir köprü olmuştur. Yapılan arkeolojik çalışmalar neticesinde ele geçen balta, bıçak ve ok ucu gibi objeler, Anadolu'da insanlık tarihinin Palaeolitik Çağ'a (M.Ö. 600.000-10.000) kadar uzandığını göstermektedir (Bayladı, 2004). Bu uzun soluklu tarihsel serüvenin mimarı olan toplumlar kendi yaşam biçimlerini, sosyo-kültürel yapılarını ve sanat anlayışlarını yansıtan mimari yapılarla beraber taşınabilir birçok eser (cam, taş, metal, tekstil, seramik v.b.) bırakmışlardır (Ökse, 2002).

Arkeolojik çalışmalar ışığında ele geçen malzeme gurubunu ağırlıklı olarak seramik parçaları oluşturmaktadır (Türker, 2004). Seramik terimi yunanca 'keramikos' sözcüğünden türemiştir (Yılmaz ve Işık, 2012). İnsanoğlunun bilgi ve becerisi ile başlayan Neolitik Çağ'ı arkeologlar M.Ö. 9600 ile M.Ö. 6000 arasında tarihlendirmiş (Sagona ve Zimansky, 2015) ve bu çağda üretime bağlı olarak ihtiyaç fazlası ürünlerin depolanıp saklanması için seramik üretiminin başladığı belirtilmektedir (Tahberer, 2006). Seramiksiz Neolitik Çağ'da temel ihtiyaçlarını avcılık ve toplayıcılıkla sağlayan insanların kaplarını ya taştan oyarak ya da deri, sepet gibi organik kökenli malzemelerden ürettikleri anlaşılmıştır (Ökse, 2002). Bu döneme tarihlenen bazı yerleşim yerlerinde kil parçaları üzerinde sepet izinin olması ilk uygulamanın sepetlere hazırlanan kilin sıvanarak başladığına işaret etmektedir ve güneşte kurutulmuş kilden çömlek parçalarının bulunması seramik üretimine geçişi yansıtmaktadır (Ökse, 2002). Kilin kolay şekil alması ve hammadde kaynaklarının bol olması pişmiş toprağın kullanım alanının yaygınlaşmasını sağlamıştır (Ökse, 2002). Arkeolojik kazılarda ele geçen seramik, cam, metal ve tekstil gibi buluntuların analiz edilmesi, içeriklerinin bulunması ve yaşlarının tayin edilmesi önemli bir konu olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle 1950'den itibaren yaş tayini yöntemleri (Karbon14, TL, ESR v.b.) gelişmeye başlamıştır. Buluntuların karakterizasyon çalışmalarında ise çeşitli analitik yöntemler kullanılmaya başlanmıştır (Çizelge 1.1.). Yurtdışında 1950'den itibaren hızla ilerleyen bu çalışmalar "arkeometri" adlı bir bilim dalının doğmasını sağlamıştır.

**Çizelge 1.1.** Karakterizasyonda kullanılan bazı kimyasal ve fiziksel yöntemler (Loehman, 1993).

<b>Kimyasal ve Faz Analizi</b>	-X-ışını difraksiyonu (XRD) -X-ışını floresansı (XRF) -İndüktif çift plazma emisyon spektroskopisi (ICP) -Nötron aktivasyon analizi (NAA) -Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS)	<b>Yüzey/ Arayüzey Kimyası</b>	-Raman spektroskopisi -X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS, ESCA) -Kızılötesi spektroskopisi (IR) -İyon saçınım spektroskopisi (ISS) -Auger elektron spektroskopisi (AES)
<b>Isıl Analizler</b>	-Termogravimetrik analiz (TGA) -Diferansiyel termal analiz (DTA) -Dilatometre -Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC)	<b>Yüzey Alanı/Porozite</b>	-Küçük açı nötron saçınımı (SANS) -Geçirgenlik -BET gaz adsorpsiyon -Küçük açı X-ışını saçınımı (SAXS)
<b>Faz tanımlama/ Moleküler yapı</b>	-X-ışını difraksiyonu (XRD) -Raman spektroskopisi -Nötron difraksiyonu -Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR)	<b>Elementel Dağılım/ Bölgesel Kimyasal Bileşim</b>	-Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Enerji Saçınımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) -Geçirimli elektron mikroskobu (TEM) -X-ışını absorpsiyon spektroskopisi (XAS) -Optik mikroskop (OM)
<b>Yoğunluk Homojenitesi</b>	-Taramalı elektron mikroskobu (SEM), -Optik mikroskop -Civa porozimetre	<b>Tane Boyutu, Dağılımı, Morfolojisi, ve Dokusu</b>	-Taramalı elektron mikroskobu (SEM) -Geçirimli elektron mikroskobu (TEM) -Optik mikroskop (OM)
<b>Yoğunluk</b>	-Piknometre -Hidrostatik ağırlık (Arşimed metodu)	<b>Yoğunlaşma</b>	-Dilatometre, -Termomekanik analiz (TMA)
<b>Isıl Olaylar (faz geçişleri ve dönüşümleri)</b>	-Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) -Diferansiyel termal analiz (DTA)	<b>Porozite</b>	-Civa porozimetre

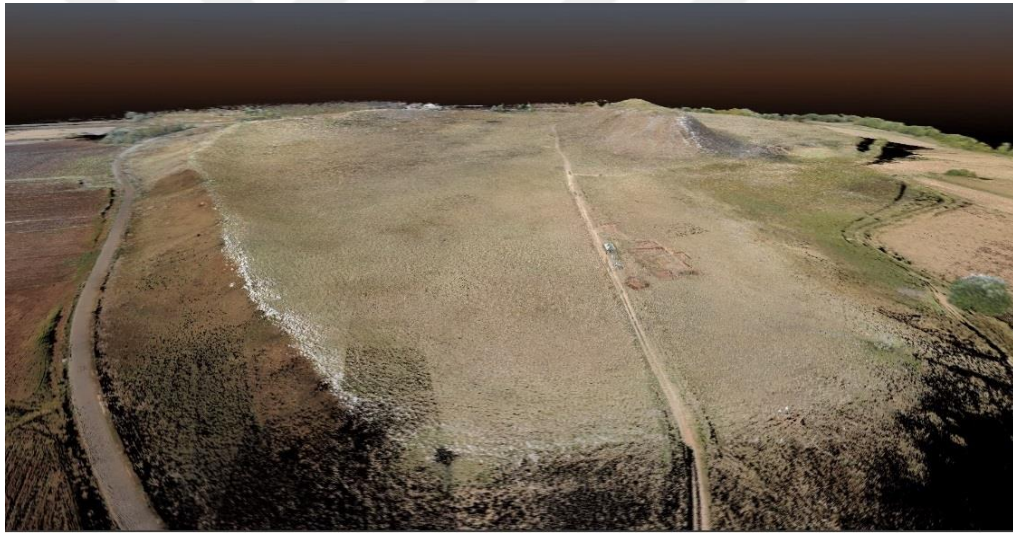
Arkeometri, arkeolojik buluntuların ve sanat tarihi eserlerinin fen ve doğa bilimi yöntemleri ile analiz edilip değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. Sonuçların değerlendirilmesi fen ve doğa bilimcileri ile birlikte arkeolog ve sanat tarihçileri tarafından yapılmalıdır. Arkeometri alanında yapılan ilk uygulama 18. yüzyılda Rönesans döneminde, İtalya’da tahlil ve ölçüm uzmanı olan Alchorn’un İrlanda Bronz Çağı kılıçları üzerine yaptığı çalışmalarla karşımıza çıkmaktadır (Henderson, 2000). 1798 yılında Roma dönemine ait tunç ve cam objeler ile ilgili uygulamalar yapan Martin Klaproth bu objelere ait kimyasal analiz sonuçlarından söz etmiştir (Henderson, 2000). Analitik olarak yapılan ilk çalışma ise Michael Faraday ve Humprey Davy tarafından gerçekleştirilmiştir. Humprey Davy yaptığı çalışmada “mısır mavisi” ve opak kırmızı bir vitrifiye malzeme üzerinde kimyasal analizler yapmıştır (Henderson, 2000). Genel olarak yapılan uygulamalara bakıldığında dönemin şartlarında arkeolojiye katkısı olduğu söylenebilir fakat 20. yüzyılın son çeyreğine doğru kullanılan örnekleme yöntemlerinin uygun olmamasından dolayı yapılan çalışmaların doğruluğu ile ilgili şüpheler bulunmaktaydı (Henderson, 2000).

Bu tezin çalışma konusu olan seramik grubu Tilbaşar Höyük’te ele geçmiştir. Tilbaşar Höyük konum olarak Gaziantep ilinin Oğuzeli ilçesine bağlı Gündoğan mahallesinin 1 km kadar güney doğusundadır (Şekil 1.1.- 1.2.) (Genç ve Uysal, 2016). 1994 yılında yapılan yüzey araştırması ile 2006 yılına kadar belirli aralıklarla kazı çalışmaları Gaziantep Müze Müdürlüğü’nün kontrolü altında, Christine Kepinski Lecomte yönetiminde devam etmiştir (Kepinski Lecomte, 1996). 2015 yılına gelindiğinde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nce yaptırılan Doğanpınar Barajı tarafından etkilenecek olan höyükte kazı çalışmaları 28.08.2015 gün ve 165930 sayılı Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü’nün izni ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nün maddi desteği ile tekrar başlamıştır (Genç ve Uysal, 2016). Toplam 56 hektarlık alanı kaplayan yerleşim, höyük ve iki aşağı şehirden oluşmaktadır (Şekil 1.3.) (Kepinski ve Bulgan, 2007). 40 metre yüksekliğe ve 6 hektarlık alana sahip olan höyük güney ve kuzey aşağı şehrin tam ortasında bulunmaktadır (Kepinski ve Bulgan, 2007). Tezin konusunu oluşturan numuneler güney aşağı şehir kazılarında toplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Kalkolitik dönemden (M.Ö. 3400) Orta Tunç Çağı (M.Ö. 1600) sonlarına kadar aralıksız bir yerleşimin olduğunu belirlemiştir (Kepinski ve Bulgan, 2007). Orta Çağ’da (M.S. 12.- 13. yy) ise tekrar bir yerleşimin olduğu tespit edilmiştir (Kepinski ve Bulgan, 2007).

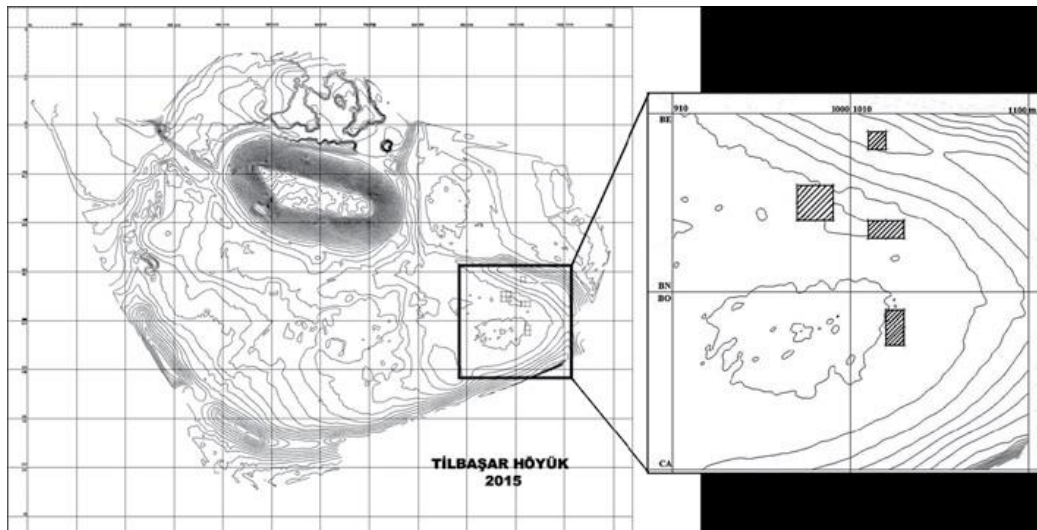




Şekil 1.1. Tilbaşar Höyük ve Güney Aşağı Şehirin genel görünümü (Tilbaşar Höyük kazı arşivi).



Şekil 1.2. Tilbaşar Höyük 3B görünümü (Tilbaşar Höyük kazı arşivi).



Şekil 1.3. Tilbaşar Höyük'ün topografik haritası ve numunelerin alındığı alan (Genç ve Uysal, 2016).

Erken Tunç Çağına tarihlenen mutfak kapları ve şerit perdahlı seramiklerin arkeometrik yönden incelenmesi ve böylece kullanılan hammaddeler, katkı maddeleri, üretim tekniği ve fırınlama sıcaklığı gibi bilgilerin elde edilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Sonuç olarak Tilbaşar Höyük seramikleri ile ilgili az sayıdaki arkeometrik çalışmaya bu tez çalışması ilave bilgiler sunmuş olacaktır.

Bu tez çalışmasında yer alan arkeometrik tekniklerin uygulamaları ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklar taranmış olup literatür araştırması aşağıda verilmiştir.

--“*Analytical study of ancient pottery from the archaeological site of Aiani, northern Greece*” (A. Iordanidis, J. Garcia-Guinea, G. Karamitrou-Mentessidi, 2009)

Bu çalışmada tarih öncesi dönemden Helenistik döneme uzanan dönemlere ait seramik parçalarının karakterizasyonunda çok yönlü bir analitik yaklaşım söz konusudur. Öncelikle seramik örnekler Yunanistan’ın kuzeyinde, yukarı Makedonya’daki alandan alınmıştır. Seramik parçaların morfolojik, kimyasal ve mineralojik karakteristiklerinin belirlenmesinde XRD, XRF ve SEM-EDX yöntemleri kullanılmıştır. İlk seramik örneklerin yerel kaynaklı olduğu ve Helenistik döneme doğru örneklerin daha ince dokulu ve daha ileri teknikle üretilmiş olduğunu göstermiştir. Hammaddelerin silisçe ve kireççe zengin olduğu anlaşılmıştır. Örneklerin bir kısmında gehlenit ve piroksen minerallerinin belirlenmesi fırınlama sıcaklığının yüksek olduğunu gösterirken bir kısmında silikat minerallerinin belirlenmesi fırınlama sıcaklığının düşük olduğunu göstermiştir.

--“*Archaeometrical study of Celtic ceramics from Monte Bibele (Bologna, Italy)*” (C. Fiori, D. Vitali, E. Camurri, B. Fabbri, S. Gualtieri, 2011)

Bu çalışma Bologna (İtalya) yakınındaki bir kazı alanından alınan ve M.Ö. 4-3. yüzyılda yerleşim yeri olarak kullanılan bölgeye ait kırmızı hamurlu, siyah yüzeyli ve gri hamurlu olmak üzere iki grup seramik örnekleri ile ilgilidir. Hamuru ince taneli olan bu örneklerin bir kısmında kil minerali bulunması diğerlerinde bulunmaması fırınlama sıcaklığının farklılığını göstermiştir. Yerel killerle yapılan karşılaştırma kullanılan kireci az killerin yerel olduğu düşüncesini güçlendirmiştir. En az iki farklı fırınlama teknolojisinin kullanılmış olmasını estetik nedenlere bağlanabileceği belirtilmiştir.

--“*Firing Technologies and Raw Materials of Typical Early and Middle Bronze Age Pottery from Kaman-Kalehöyük: A Statistical and Chemical Analysis*” (Willy S. K. Bong, Kimiyoshi Matsumura and Izumi Nakai, 2008)

Bu çalışmada Kaman-Kalehöyük’ten ele geçen Erken Tunç Çağı (M.Ö. 2100-1930) ve Orta Tunç Çağı’na (M.Ö. 1930-1750) ait seramik örnekler incelenmiştir.

Farklı yapım teknolojileri olduğu bilinen bu iki döneme ait ürünlerin ham maddelerinin farklı oluşunun nedeni belirlenmeye çalışılmıştır. Petrografik ve mikroskopik analiz gibi çeşitli yöntemler kullanılmış, veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar seramik teknolojisinde üç dönemin bulunduğunu göstermiştir; Erken Tunç Çağı, geçiş dönemi ve Orta Tunç Çağı. Taramalı elektron mikroskop çalışmaları örneklerde çoğunlukla camlaşma olduğunu göstermiştir. XRD çalışmalarında da gehlenit gibi yüksek sıcaklık mineralleri belirlenmiştir.

--“*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 kazılarda elde edilen Orta Tunç Çağı’na ait seramik örnekleri FTIR yöntemiyle incelenmiştir. Petrografik analiz örneklerde 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, 2010)

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.

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

Bu çalışmada Tel Hadar’daki (Galilee) kazıda elde edilen Demir Çağı’na ait depolama kapları FTIR yöntemiyle analiz edilmiştir. Elde edilen spektrumlar meta kil oluşumunu ve yeniden oluşan kalsite ait olan Si-O ve CO<sub>3</sub> vibrasyon bantları bulunduğunu göstermiştir. Çanak-çömlek ustalarının düşük sıcaklıkta çömlek yapmaları için kalkerce zengin hammadde kullanılması gerektiğini bildikleri düşünülmüştür. 700-800°C’de ısıtmanın kalkerli hammaddedeki kalkeri bozmak için yeterli olduğu anlaşılmıştır. Örneklerde kalsitin fazla miktarda (%39-57) olması depolama kaplarının

dayanıklılığını mikrokristaller halinde kalsitin yeniden karbonatlaşması ile sağlandığı düşünülmüştür.

--“*Analysis of ancient potteries using FT-IR, micro-Raman and EDXRF spectrometry*”  
(Sevim Akyüz, Tanıl Akyüz, Sait Başaran, Çetin Bolcal, Ahmet Güleç, 2008)

Bu çalışmada eski Enez (Ainos) kazısından elde edilen seramikler analiz edilmiştir. M.Ö. 6.-5. yüzyıllara ait olan seramik örnekleri FTIR, mikro-raman, EDXRF ve XRD yöntemleri ile incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Pişirme sıcaklığının üst limitini belirlemek için örnekler 800°C’ye kadar yeniden ısıtılmıştır. Spektroskopik sonuçlar fırın sıcaklığının 800°C’den düşük olduğunu ve ısıtmanın yükseltgen ortamda yapıldığını göstermiştir.

--“*FTIR spectroscopic and X-ray diffraction analysis of archaeological grey potteries excavated in Alagankulam, Tamil nadu, India*” (P. Sathya ve G. Velraj, 2011)

Bu çalışmada M.Ö. 1. yüzyıla ait ve Alagankulam’da(Hindistan) ele geçen gri renkli seramik parçaları XRD ve FTIR yöntemleriyle incelenmiştir. Sonuç olarak seramik üretiminde kırmızı kil ve beyaz kil olmak üzere iki farklı kil kullanıldığı öngörüsünde bulunulmuştur.

--“*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.

--“*Mineralogical and Thermal Analysis of a Bangle Shard from Harrappa, an Indus Valley Settlement in Pakistan*” (Saheeb Ahmed Kayani, Rehan ul Haq Siddiqui, 2011)

Bu çalışmada Harrappa’dan (Hindistan) alınan bir pişmiş toprak boncuk parçası üzerinde yapılan termal ve mineralojik sonuçlar değerlendirilmiştir. Bentonit kili (montmorillonit) ana bileşen olarak belirlenmiştir. Kuvars minerali de XRD analizi ile belirlenmiştir. Montmorillonitin bulunması pişirme sıcaklığının 860°C’den düşük olduğunu göstermiştir. Kuvarsın katkı maddesi olarak ilave edilmiş olduğu düşünülmüştür. Termal analizde karbonatın varlığı belirlenmiş olmakla beraber XRD analizinde görülmemiştir. Bu sonucun nedeni karbonat miktarının %10’dan az olması olarak düşünülmüştür.

--“*Mineralogical and geochemical characteristics of Roman pottery from an archaeological site near Mošnje (Slovenia)*” (Sabina Kramar, Judita Lux, Ana Mladenović, Helmut Pristacz, Breda Mirtić, Milan Sagadin, Nastja Rogan-Šmuc, 2012)

Bu çalışmada Mosnje (Slovenya) yakınındaki bir ören yerinden elde edilen Roma dönemi seramikler üretim teknolojilerini belirlemek için mineralojik ve jeokimyasal yönden incelenmiştir. İncelemede optik mikroskop, XRD, SEM-EDS ve ICP-OES yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlar seramiklerin tane boyutu ve özelliğine bağlı olarak iki ana gruba ayrılabilceğini göstermiştir. Bunların kalsit içerikli seramik grubu ve ince kuvars tanelerinin çoğunlukta olduğu diğer gruptan oluştuğu, ve mineralojik farklılığın teknoloji farklılığını gösterdiği belirtilmiştir.

--“*Second Iron Age grey pottery from Este (northeastern Italy): study of provenance and technology*” (Lara Maritan, Claudio Mazzoli, Luca Nodari, Umberto Russo, 2005)

Bu çalışmada Demir Çağı'na ait ve Este (İtalya) şehrinden elde edilen gri seramikler kaynak belirleme ve teknolojik özellikleri yönünden incelenmiştir. Optik ve elektron mikroskop, XRD, XRF, FTIR, Mössbauer spektroskopisi gibi çeşitli analitik yöntemler kullanılarak mikro yapısal, petrografik ve jeokimyasal özellikler tayin edilmiştir. Kimyasal veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve daha önce yapılan ve Padova'dan gelen gri seramik verileriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Este seramiklerinin yerel ürün olduğu ve bazı özelliklerin Padova ürünleriyle benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır. Bu durum iki şehir arasında seramik alışverişinin bulunduğunu düşündürmüştür. Fırınlama sıcaklığının 700-950°C aralığında olduğu, fırlama ortamının indirgen veya kısmen indirgen olduğu anlaşılmıştır.

--“*Technology of production of red figure pottery from Attic and southern Italian workshops*” (Piero Mirti, Monica Gulmini, Alessandra Perardi, Patrizia Davit, Diego Elia, 2004)

Bu çalışmada kırmızı figürlü vazolar SEM-EDX, XRD, termomekanik analiz ve reflektans spektroskopi yöntemleri ile analiz edilmiştir. Vazolar M.Ö. 6.-4. yüzyıla aittir ve Locri Epizephiri (İtalya) kazısından elde edilmiştir. Örneklerdeki astar bölgelerinin morfolojisi ve fırlama sıcaklığı bölgenin daha önceki örnekleriyle mukayese edilmiştir. Siyah astarın camlaşmış olduğu ve 15-20 µm kalınlığında olduğu belirlenmiştir. En yüksek fırlama sıcaklığının 900°C dolayında olduğu, hamurun ise genellikle 800°C'den düşük sıcaklıkta oksitlendiği anlaşılmıştır.

--*“Thermal analysis of Romanian ancient ceramics” (Rodica-Mariana Ion, Mihaela-Lucia Ion, Radu Claudiu Fierascu, Sever Serban, Irina Dumitriu, Constantin Radovici, Ionel Bauman, Stelian Cosulet, Valentin Ioan Remus Niculescu, 2010)*

Bu çalışmada Romanya'nın çeşitli bölgelerindeki ören yerlerinden (Brasov ve Trofeum Traiani) toplanan Tunç Çağı seramik örnekleri TG ve DTG yöntemleriyle incelenmiş, hammadde ve kaplayıcı maddeler ile seramik teknolojileri arasındaki ilişkiler hakkında yeni bilgiler elde edilmiştir. Örneklerin 20-800°C arasında ısıtılması işlemi sonucunda üç ardışık olayın meydana geldiği anlaşılmıştır; ilk termal yükseltgenme olayının hızı, ikinci yükseltgenme olayının en yüksek hızına tekabül eden sıcaklık ve büzülme sıcaklığı. İncelenen malzemenin çevresel etkilerden dolayı bozulduğu belirlenmiştir. Kil mineralleri ısıtılma sürecinde bazı karakteristik tepkimeler oluşturmaktadır; dehidroksilasyon, bozulma ve transformasyon. Kilin türüne bağlı olarak ısıtma sıcaklığı 600-800°C arasında değişmektedir. Tüm deneysel sonuçlar XRD, EDXRF ve ICP-AES yöntemleriyle de doğrulanmıştır. Hammadde içerisinde bulunan Ca miktarı çok az ve orta olarak değerlendirilmiştir. CaO'nun değişim türüne bağlı olarak camlaşmaya etki ettiği anlaşılmıştır.

--*“Thermal and Spectroscopic Analysis of Ancient Potteries” (R. Palanivel, U. Rajesh Kumar, 2011)*

Bu çalışmada Sembiankandiyur'dan (Hindistan) elde edilen arkeolojik seramik parçalarının karakterizasyonu yapılmaya çalışılmıştır. Fırınlama sıcaklığı, fırın koşulları ve örneklerin morfolojisinin belirlenmesi amacıyla FTIR, XRD ve TG-DTG yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlar tüm örneklerin yükseltgen ortamda ısıtıldığını göstermiştir. Fırınlama sıcaklıkları bir grup örnekte 500-750°C, diğer grupta ise 850-950°C arasında değiştiği belirlenmiştir.

--*“Thermal characterization of archaeological pot sherds recently excavated in Nedunkur, Tamilnadu, India” (S. Meyvel, P. Sathya, G. Velraj, 2012)*

Bu çalışmada Nedunkur ve Tamilnadu'daki (Hindistan) kazılarda ele geçen seramik parçaları TG ve DTG yöntemleri ile analiz edilmiş, hammaddeleri ve mineralojik karakterleri belirlenmeye çalışılmıştır. Oda sıcaklığından başlayarak 1200°C'ye kadar inert atmosferde yapılan ısıtma işlemi ile termal tepkimeler takip edilmiştir. Termal analizdeki ağırlık kaybı dehidrasyon, dehidroksilasyon ve organik maddenin yanmasıyla ilgilidir. Bu çalışmada esas ağırlık kaybının dehidrasyonla ilgili olduğu belirlenmiştir.

--“*Archaeometric Research on The First Pottery Production in The Carpathian Basin: Manufacturing Traditions of The Early Neolithic, Körös Culture Ceramics*” (György Szakmany, Elisabetta Starnini, 2007)

Bu çalışmada Karpat havzasında yaşayan en eski çiftçilerin yaptığı seramikler arkeometrik olarak incelenmiştir. Örnekler eski Neolitik Körös kültürüne ait olup radyokarbonla yapılan tarihlendirme günümüzden 7000 yıl öncesine ait olduğunu göstermiştir. Çalışmada, hazırlanan ince kesitlerin polarize mikroskopla incelenmesi, XRD analizi, jeokimyasal analiz (XRF, NAA) ve SEM-EDS analizi gerçekleştirilmiştir. Seramik parçaları yanında toprak özellikleri de çalışılmıştır. Sonuçlar, yerel kil kaynaklarının kullanıldığını, kile bitkisel katkı maddeleri eklendiğini, karbonatın az veya hiç eklenmediğini düşündürmüştür. Zaman içinde seramik teknolojisinin değiştiği de anlaşılmıştır.

--“*X-Ray Diffraction and TG-DTA Studies of Archaeological Artifacts Recently Excavated in Salamankuppam Tamilnadu*” (G. Velraj, R. Sudha, R. Hemamalini, 2010)

Bu çalışmada Salamankuppam’da (Hindistan) son senelerde yapılan kazılardan elde edilen seramik örnekleri XRD ve termal yöntemlerle analiz edilmiştir. Kuvars ve feldispat hemen hemen tüm örneklerde belirlenmiştir. Örneklerden birinde kaolinitin bulunması fırınlama sıcaklığının 650°C’nin altında olduğunu düşündürmüştür. TG-DTA analizi diğer örneklerde fırınlama sıcaklığının 650-900°C arasında olduğunu göstermiştir.

--“*XRD and SEM Characterization of Archaeological Findings Excavated in Lithuania*” (Algimantas Merkevičius, Petr Bezduka, Remigijus Juskenas, Jonas Kiuberis, Jurate Senvaitiene, Irina Pakutinskiene, Aivaras Kareiva, 2007)

Bu makale, Litvanya’nın değişik bölgelerinden alınan ve bronz çağına ait arkeolojik seramik ve amber örneklerinin karakterizasyonu ile ilgilidir. XRD ve SEM analiz yöntemleri kullanılmıştır. Litvanya’nın güney ve kuzeyinden alınan seramik örnekleri farklı morfoloji ve faz birleşimi göstermiştir. Bu oluşum üretim teknolojisinin farklı olduğunu göstermiştir. Ancak amber örnekleri farklılık göstermemiştir. XRD sonuçları amberde az miktarda kuvarsın bulunduğunu açığa çıkarmıştır.

--“*Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik Kazılarında Ele Geçen Helenistik Dönem Seramiklerinin (Kalıplı Kaseler ve Batı Yamacı Seramikleri) Karakterizasyonu*” (Ali İssi, 2011)

Bu doktora çalışmasında Eskişehir-Şarhöyük antik kent kazısında ele geçen kalıplı kase ve seramik parçaları incelenmiştir. XRF, XRD, SEM-EDX, FTIR, mikro-Raman spektroskopisi ve TG-DTA bu çalışmada kullanılan yöntemler olmuştur. Çalışmanın sonucunda Megara kaselerinin üretiminde kalsit içerikli kil kaynağı ve Batı Yamacı seramik üretiminde ise dolomit içerikli kil kaynağı kullanıldığı belirlenmiştir. Örneklerin çok geniş bir pişirim sıcaklığının olduğu belirlenmiş olup demirce zengin astar tabakalarının pişirimin kontrollü bir şekilde gerçekleştiği belirlenmiştir.

--*“Archaeometric Study of Possible Ninevite-5 Pottery From Upper Tigris Region Using SEM-EDS, PEDXRF and OM” (Murat Bayazit, 2018)*

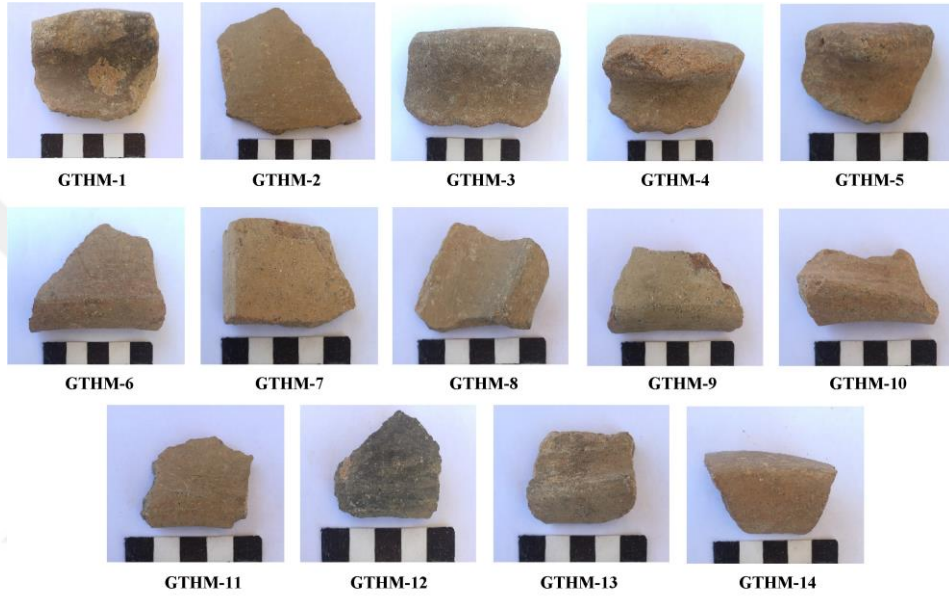
Bu makalede Mezopotamya kültürünü yansıtan Yukarı Dicle Bölgesi, Kuriki Höyük'te (Batman) ele geçen muhtemel Nineve-5 (M.Ö. 3000-2500) seramikleri çalışılmıştır. Yapılan çalışmada SEM-EDS, PEDXRF ve Optik mikroskop analizleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda seramik numunelerde CaO miktarının yüksek olduğu ve üretimde kalkerli kil kaynağının kullanıldığı belirlenmiştir. Seramik numunelere ait SEM görüntülerinde vitrifikasyonun düşük olduğu ve numunelerin 800-900°C sıcaklığı geçemediği tespit edilmiştir. Elde edilen kimyasal kompozisyon ve eser element içeriğine bağlı olarak üretimin bölgesel olduğu, ayrıca basit bir fırın teknolojisinin (düz zemin ve/veya çukur) kullanıldığı öngörülmüştür.



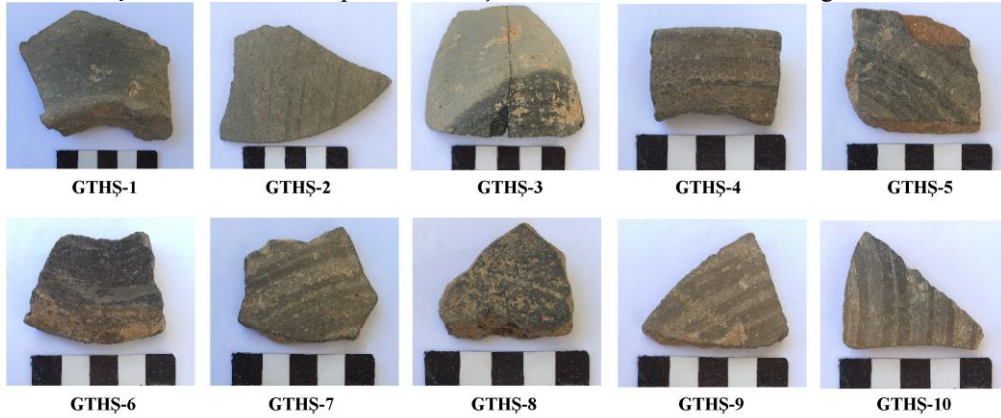
## 2. MALZEME VE YÖNTEM

### 2.1. Malzeme

Tez kapsamında çalışılacak seramik parçaları asgari seviyede tutulup daha çok amorf yapıda olan örnekler seçilmiştir. Tilbaşar Höyük arkeolojik kazı alanını temsil edecek şekilde 14 adet mutfak kabı ve 10 adet şerit perdahlı seramik örnek kazı başkanı Dr. Öğr. Üyesi Elif GENÇ (Çukurova Üniversitesi) tarafından seçilmiştir. Seramik örnekler ölçekli olarak fotoğraflanmış olup bu sayede alınan örneklerin boyutları belirginleştirilmiştir (Şekil 2.1.-Şekil 2.2.).



Şekil 2. 1. Mutfak kaplarından oluşan seramik örneklerine ait fotoğraflar.



Şekil 2. 2. Şerit perdahlı seramik örneklere ait fotoğraflar.

Seçilen seramik örneklerde gömü koşullarına bağlı olarak bazı kirlilikler ve safsızlıklar olduğu saptanmıştır. Arkeometrik çalışma esnasında elde edilecek sonuçlarda hata payını en aza indirmek için seramik örnekler kirlilik durumu göz önüne alınarak 24-48 saat boyunca saf suda bekletilmiştir. Gözle görülen safsızlıklar ise bistüri yardımıyla yüzeyden uzaklaştırılmış, son olarak saf suyla yıkandıktan sonra seramik örnekler kurutulmuştur.

Arkeometrik çalışmaya hazır hale getirilen seramik örneklerde fiziksel olarak makro gözlem yapılmıştır. Yapılan bu makro gözlemlerde seramik örneğin temsil ettiği parça türü, kumpas yardımıyla her numunenin minimum-maksimum kalınlığı ve kesitten yapılan gözlemlerle tane iriliği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu gözlem sonucunda mutfak kaplarından oluşan grupta sadece GTHM-2 kodlu örnek gövde parçasını, diğer örneklerin tamamı ise ağız parçasını temsil etmektedir ve bu gruptaki örneklerin genel olarak ince taneli yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Şerit perdahlı seramik grubunda GTHŞ-4 ve GTHŞ-6 kodlu örnekler ağız parçasını, diğer örneklerin tamamı ise gövde parçasını temsil etmektedir ve aynı şekilde ince taneli yapıda oldukları gözlemlenmiştir. Çalışma konusu olan ve 2015 yılı kazı sezonunda ele geçen seramik örneklerle ilgili arkeolojik bilgiler ve makro gözlemler Çizelge 2.1.'de verilmiştir. Yapılan renk analizi sonucunda tüm seramik örneklerin kahverengi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2.2.).

**Çizelge 2.1.** Seramik örneklere ait arkeolojik kod, parça türü, tane iriliği, kalınlık ve arkeolojik tarihlendirme.

Numune Kodu	Arkeolojik Kodu	Parça Türü	Tane İriliği	Kalınlık (mm) (Min.-Mak.)	Arkeolojik Tarihlendirme
GTHM-1	TH15.AŞD.BJ 980.990.12-450	Ağız	İnce	0,65-1,87	ERKEN TUNÇ ÇAĞI M.Ö. 2500-2100
GTHM-2	TH15.AŞD.BI.BJ 990.1640	Gövde	İnce	0,63-0,73	
GTHM-3	TH15.AŞD.BI.BJ 990.980.13-1405	Ağız	İnce	0,83-2,6	
GTHM-4	TH15.AŞD.BJ 990. 22-2063	Ağız	İnce	1,25-1,9	
GTHM-5	TH15.AŞD. BI 980. 0-274	Ağız	İnce	0,84-1,4	
GTHM-6	TH15.AŞD. BI.BJ 990. 0-135	Ağız	İnce	0,8-1,65	
GTHM-7	TH15.AŞD. BJ 980. 47-3173	Ağız	İnce	1,0-1,6	
GTHM-8	TH15.AŞD. BR 1030. 5-2188	Ağız	İnce	0,8-1,66	
GTHM-9	TH15.AŞD. BI 980.990. 13-1144	Ağız	İnce	1,28-1,63	
GTHM-10	TH15.AŞD. BJ 990. 13-1478	Ağız	İnce	0,83-1,9	
GTHM-11	TH15.AŞD. BI 990. 12-2378	Ağız	İnce	0,5-1,2	
GTHM-12	TH15.AŞD. BI 980.990. 13-1141	Ağız	Orta	0,61-1,06	
GTHM-13	TH15.AŞD. BJ 980.990. 12-633	Ağız	İnce	0,8-2,06	
GTHM-14	TH15.AŞD. BI 990. 12-738	Ağız	İnce	0,7-1,6	
GTHŞ-1	TH15.AŞD. BI.BJ 990. 0-94	Gövde	İnce	0,76-1,52	
GTHŞ-2	TH15.AŞD. BI.BJ 990. 0-201	Gövde	İnce	0,4-0,6	
GTHŞ-3	TH15.AŞD. BJ 980.990. 12-841	Gövde	İnce	0,3-0,4	
GTHŞ-4	TH15.AŞD. BJ 980.990. 12-689	Ağız	İnce	0,8-1,33	
GTHŞ-5	TH15.AŞD. BI 990. 13-2706	Gövde	İnce	0,63-1,13	
GTHŞ-6	TH15.AŞD. BJ 990. 13-1472	Ağız	İnce	1,0-1,7	
GTHŞ-7	TH15.AŞD. BI 990. 13-3004	Gövde	İnce	0,43-0,6	
GTHŞ-8	TH15.AŞD. BI 990. 12-2854	Gövde	İnce	1,0-1,1	
GTHŞ-9	TH15.AŞD. BI 990. 13-3285	Gövde	İnce	0,99-1,1	
GTHŞ-10	TH15.AŞD. BI.BJ 990. 0-327	Gövde	İnce	0,6-0,83	

**Çizelge 2.2.** Seramik örneklere ait renk analizi sonuçları.

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

Örnek Kodu	L	a	b
GTHM-1	38,3225	7,9337	15,2225
GTHM-2	32,9445	6,5489	19,4508
GTHM-3	28,4919	4,7072	15,1966
GTHM-4	36,7927	11,4257	21,1605
GTHM-5	37,4943	13,7946	24,5800
GTHM-6	27,1332	6,4086	15,2989
GTHM-7	28,7149	7,1667	18,7377
GTHM-8	27,1247	9,6540	17,9482
GTHM-9	21,7045	8,2941	14,4447
GTHM-10	30,0417	10,4840	20,0077
GTHM-11	26,2590	6,4828	15,3884
GTHM-12	24,5453	5,0014	15,5852
GTHM-13	19,6755	6,2156	9,5366
GTHM-14	15,5462	6,8433	8,5807
GTHŞ-1	25,7187	2,9706	7,9829
GTHŞ-2	26,5729	2,4597	11,8164
GTHŞ-3	20,5375	-2,0499	7,8185
GTHŞ-4	18,7121	20,4159	7,3750
GTHŞ-5	19,8992	10,1654	14,7157
GTHŞ-6	14,0315	3,1889	3,4349
GTHŞ-7	19,7774	4,8561	8,2717
GTHŞ-8	10,1310	3,1445	6,3887
GTHŞ-9	15,5465	3,0550	7,7699
GTHŞ-10	15,0054	4,8028	7,7561

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. X-Işını Difraksiyon ( XRD ) Analizi

Mineralojik yapı ve faz değişimi analizi için Rigaku marka Miniflex model XRD (X-ışını difraksiyonu) cihazı kullanılmıştır. Işın kaynağı olarak Cu K $\alpha$  kullanılmıştır. Analiz aşamasında toz örnekler kullanılmış olup 5-70 2 $\theta$  aralığında, 2 derece/dakika hızla uygulama gerçekleştirilmiştir. Örnekler agat havan kullanılarak toz haline getirilmiştir. Toz örnekler oda sıcaklığında kurutulup küçük poşetlerde muhafaza edilmiştir. Bu teknik ile numunelerin mineral/faz içeriği ve pişirim sıcaklık aralığı belirlenmiştir.

### 2.2.2. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi ( FT-IR ) Analizi

Seramik örneklere ait kızılötesi (IR) spektrumların belirlenmesi için Perkin Elmer marka Spectrum Two model ATR tipi Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi kullanılmıştır. Analiz aşamasında toz örnekler kullanılmış olup seramik için parmak izi bölgesi olan 450-2000 cm<sup>-1</sup> arasında analiz gerçekleştirilmiştir. Seramik örneklerin bünyesinde bulunan karakteristik mineraller mevcut literatürden

yararlanılarak yorumlanmıştır. Bu yöntem ile numunelerdeki mineral içerikleri bant değerleri üzerinden belirlenmiştir.

### **2.2.3. Termogravimetrik Analiz ve Diferansiyel Termal Analiz ( TG-DTA )**

Seramiklerde bulunan fazların sıcaklıkla değişiminin belirlenmesi amacıyla örnekler porselen havanda toz haline getirilmiş ve Shimadzu marka DTG-60H model TG-DTA cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz oda sıcaklığından (20°C/dakika hızla) 1100°C'ye kadar yükseltgen atmosferde uygulanmıştır.

### **2.2.4. İnce Kesit-Optik Mikroskop Analizi**

Örneklerin mineral içeriklerinin belirlenmesi ve hamur yapısının anlaşılması için ince kesitler önemli rol oynamaktadır. İnce kesitlerin değerlendirmesine diğer yöntemler de (XRD, XRF, SEM-EDX gibi) yardımcı olmaktadır. İnce kesitlerin hazırlanmasında genellikle numuneden ince bir dilim kesilmekte ve kesme işlemi mikrotom ile yapılmaktadır. Hazırlanan dilim çalışılan örneği tam olarak temsil etmelidir. Diğer bir deyişle, alınacak parçalar farklı tabakaları içerecek şekilde kesilmelidir. Sonrasında, ince dilimin bir tarafı gittikçe incelen aşındırıcı ile parlatılmaktadır (tam olarak düz veya ayna yüzeyi elde edilinceye kadar). Parlatılan yüzey cam lama uygun bir malzemeyle yapıştırıldıktan sonra diğer yüzey 20-30 µm kalınlığında olana kadar aynı şekilde parlatılmaktadır. Elde edilen kesitin kalınlığı gözlem yapılacak olan örnekteki tane boyutunu sınırlar ve örneğin kalınlık 30 µm ise, 30 µm altında kalan tanecikler matriks içinde gömülür ve görünmez.

Petrografi analizinde LEICA Research Polarizan Mikroskobu alt ve üstten aydınlatmalı optik mikroskop kullanılmıştır. Seramik örneklere ait 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.

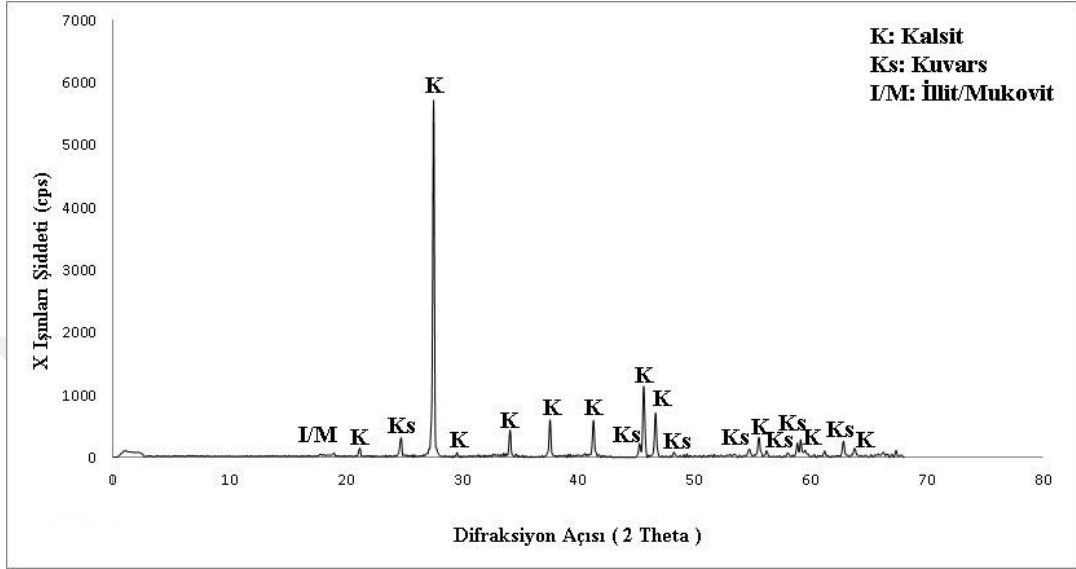
### **2.2.5. Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Saçınımli X-Işını Spektroskopisi (SEM-EDX )**

Tüm seramik örneklerin SEM-EDX analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmada Carl Zeiss (Supra 40VP) marka SEM cihazı ve cihaza bağlı Bruker marka X-ışını analizörü kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda seramik örneklerden geri saçınımli elektronlar sayesinde görüntüler alınmıştır. Alınan görüntülerle beraber seramik örneklere ait yüzeylerin farklı noktalarında cihaza bağlı X-ışını spektrometresi kullanılarak kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu teknik ile seramiklerin mikro yapısal ve mikro kimyasal özellikleri incelenmiştir.

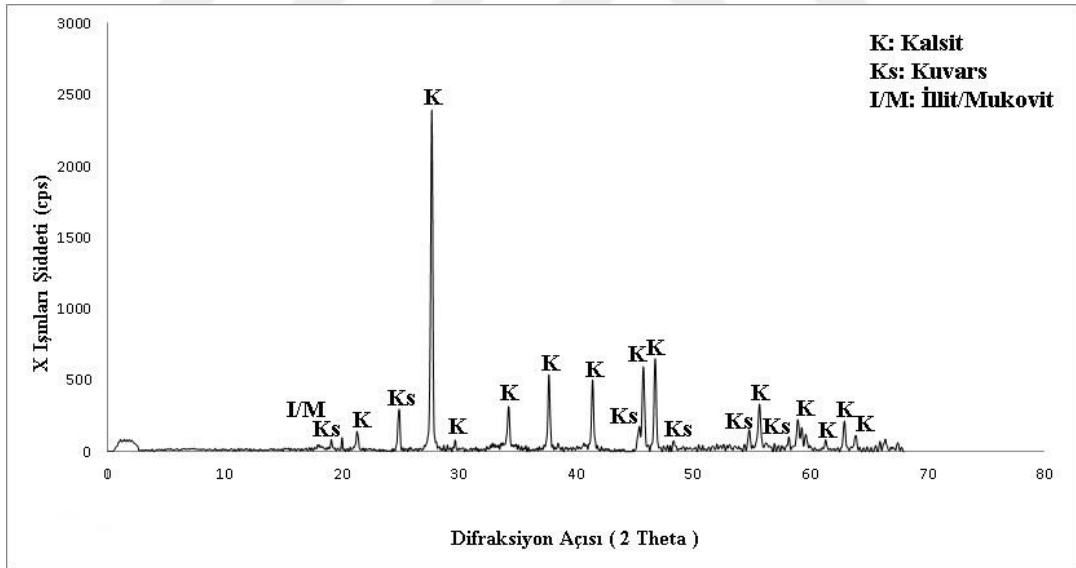
### 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. Mineralojik/Faz Analiz (XRD) Sonuçları

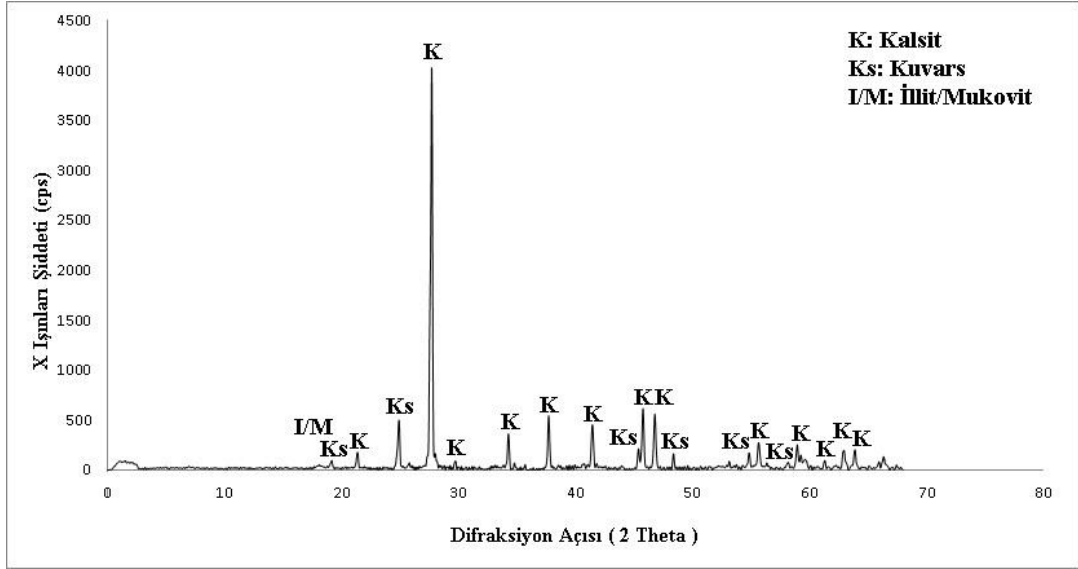
Bu analiz ile şerit perdahlı ve mutfak kaplarına ait seramik örneklerin mineral/faz içerikleri belirlenmeye çalışılmış ve örnekler için XRD paternleri Şekil 3.1.-3.24.'de verilmiştir.



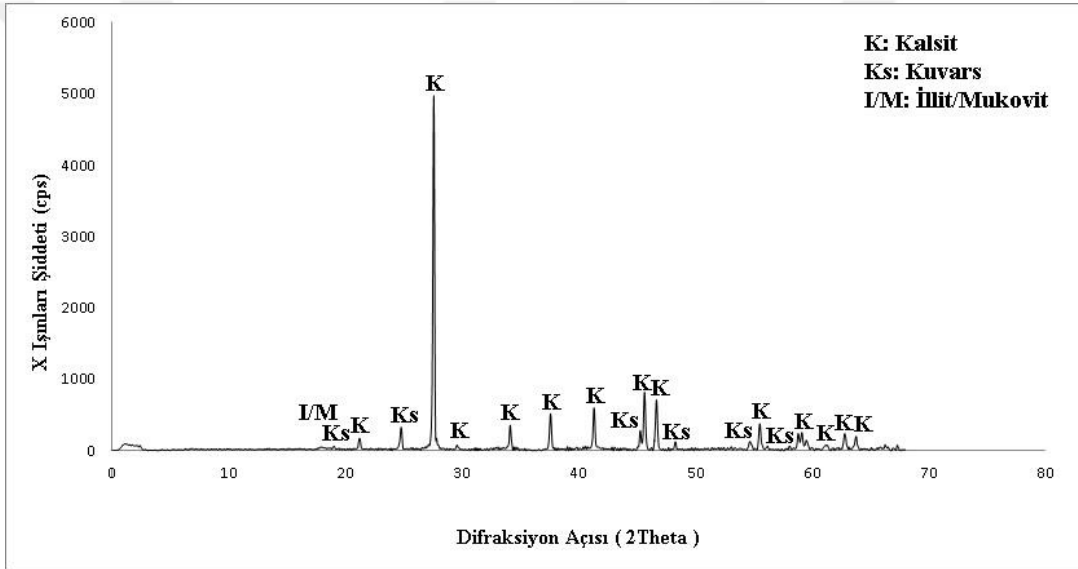
Şekil 3. 1. GTHM-1 kodlu örneğe ait XRD paterni.



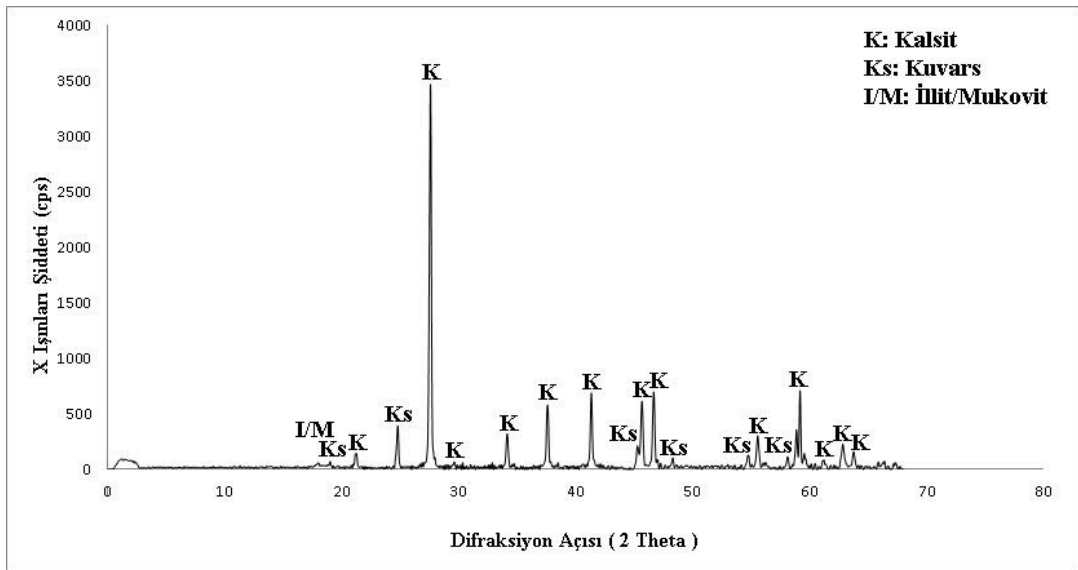
Şekil 3. 2. GTHM-2 kodlu örneğe ait XRD paterni.



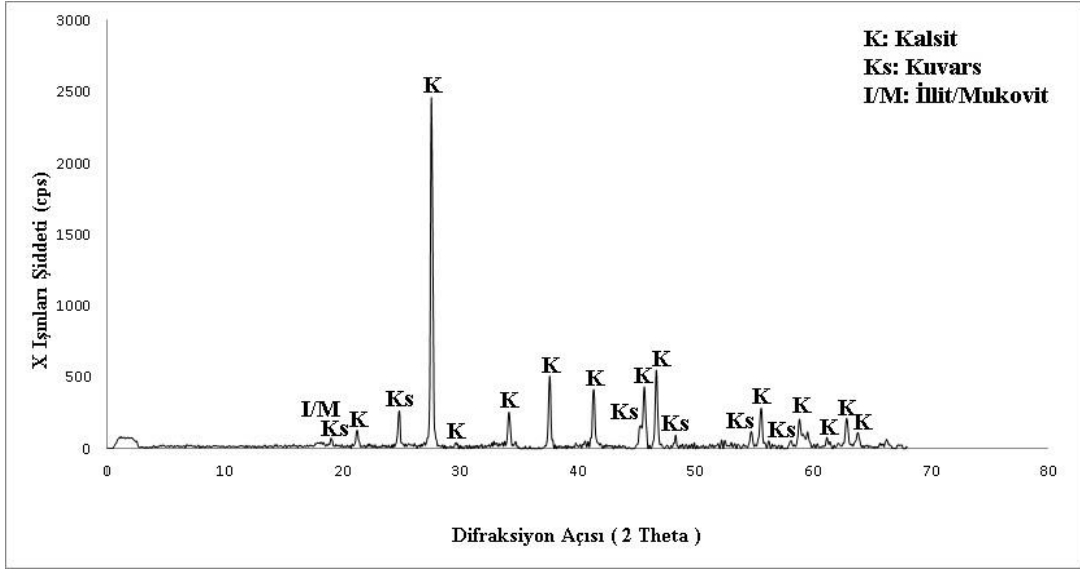
Şekil 3. 3. GTHM-3 kodlu örneğe ait XRD paterni.



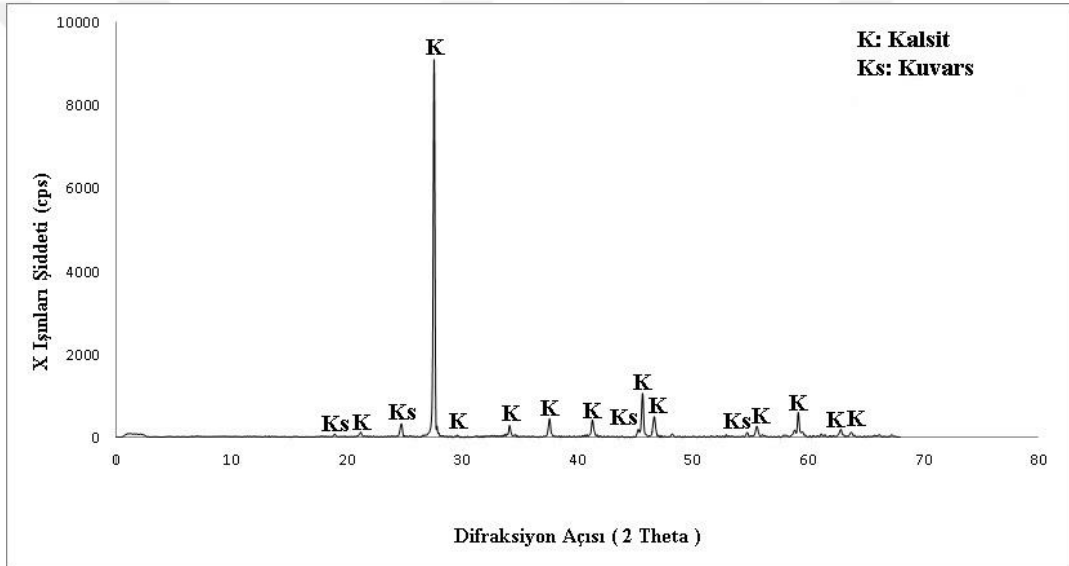
Şekil 3. 4. GTHM-4 kodlu örneğe ait XRD paterni.



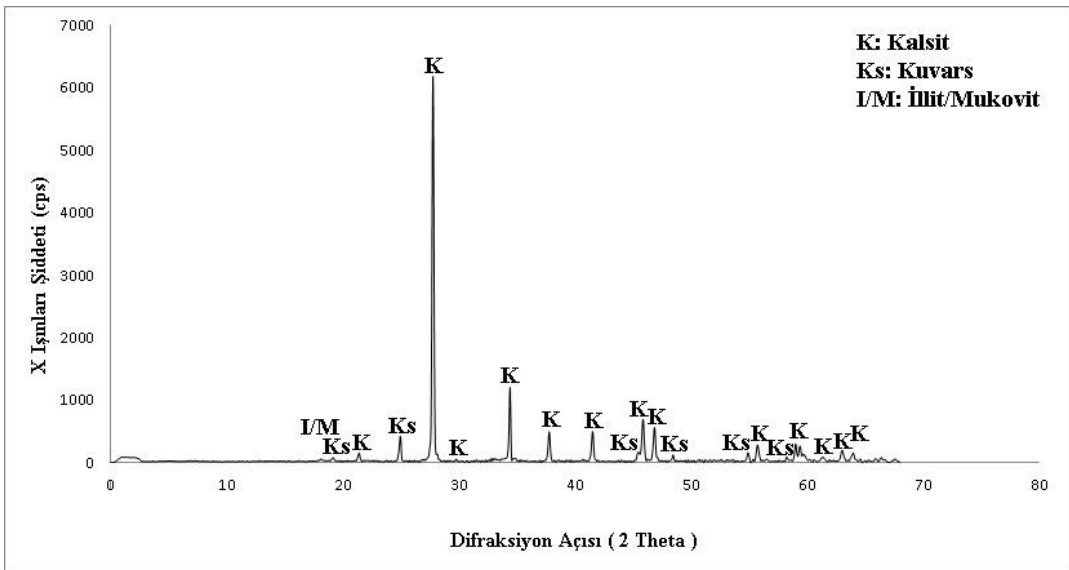
Şekil 3. 5. GTHM-5 kodlu örneğe ait XRD paterni.



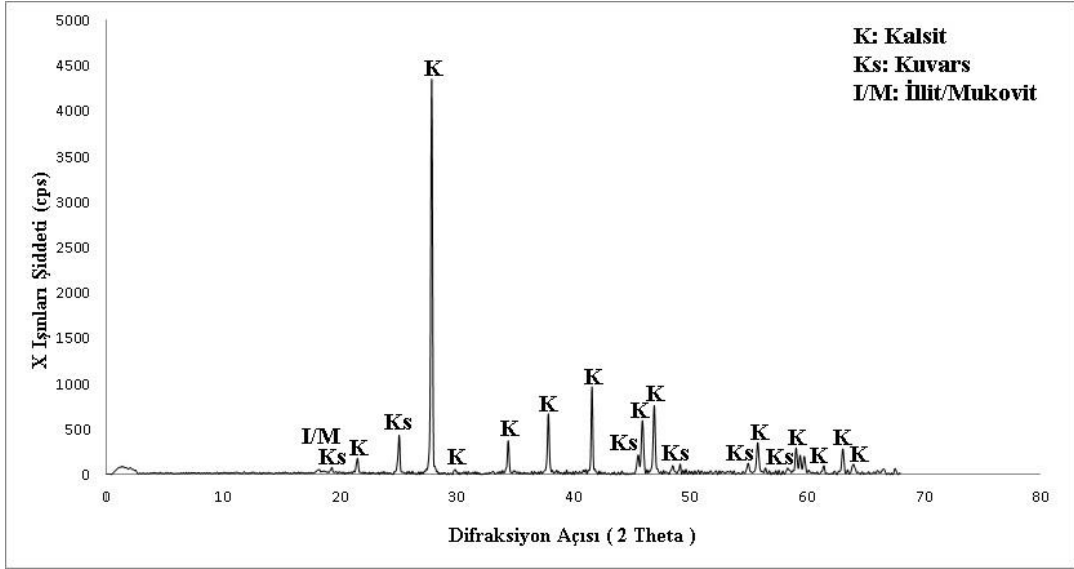
Şekil 3. 6. GTHM-6 kodlu örneğe ait XRD paterni.



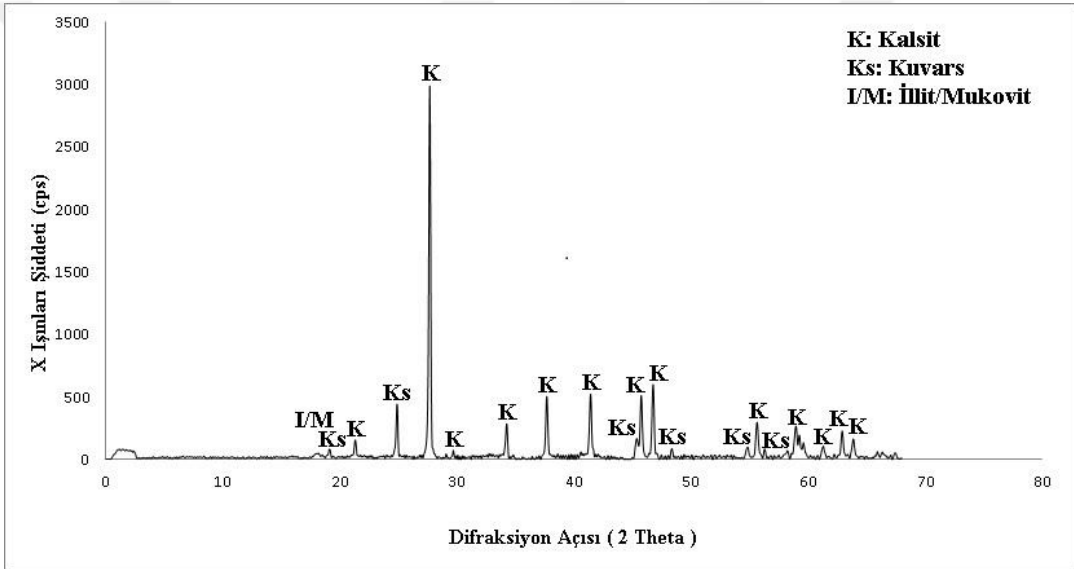
Şekil 3. 7. GTHM-7 kodlu örneğe ait XRD paterni.



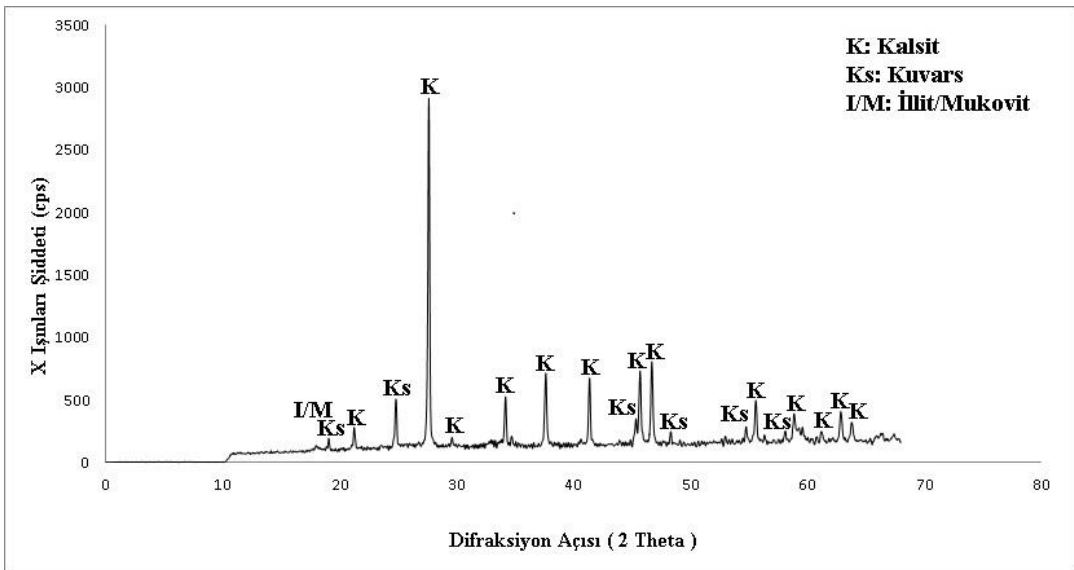
Şekil 3. 8. GTHM-8 kodlu örneğe ait XRD paterni.



Şekil 3. 9. GTHM-9 kodlu örneğe ait XRD paterni.

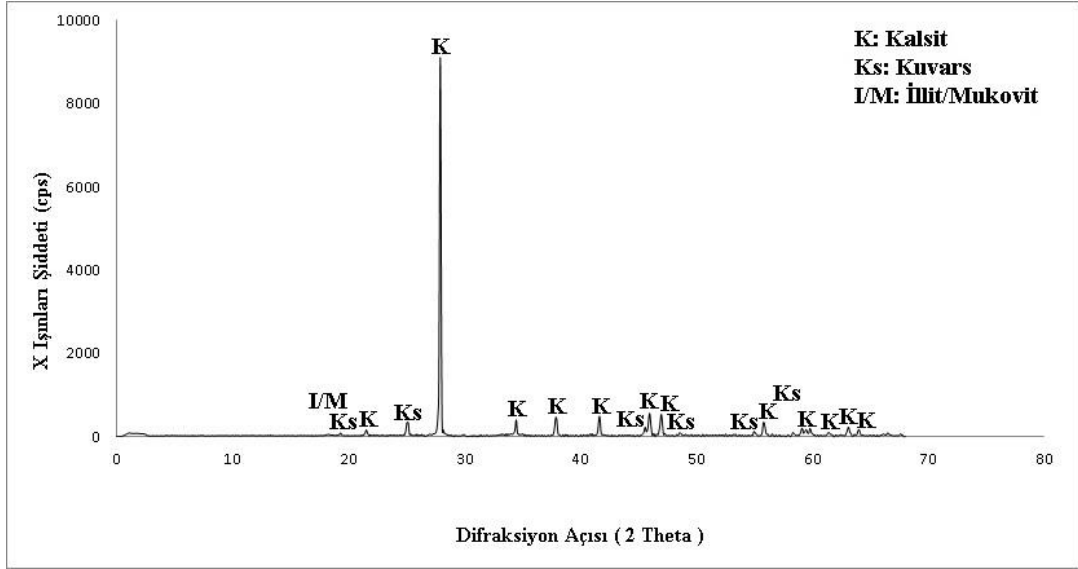


Şekil 3. 10. GTHM-10 kodlu örneğe ait XRD paterni.

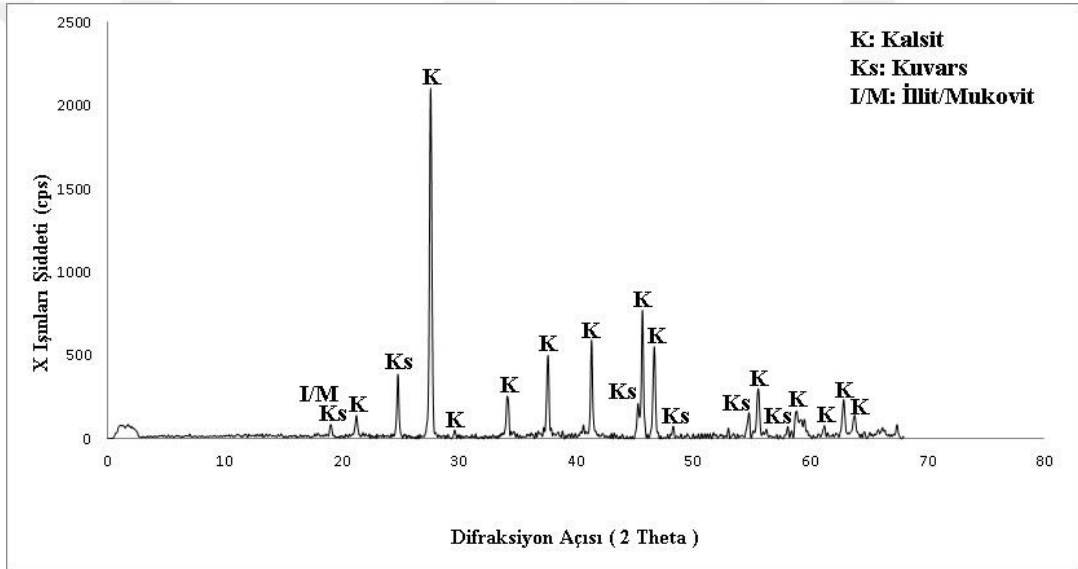


Şekil 3. 11. GTHM-11 kodlu örneğe ait XRD paterni.

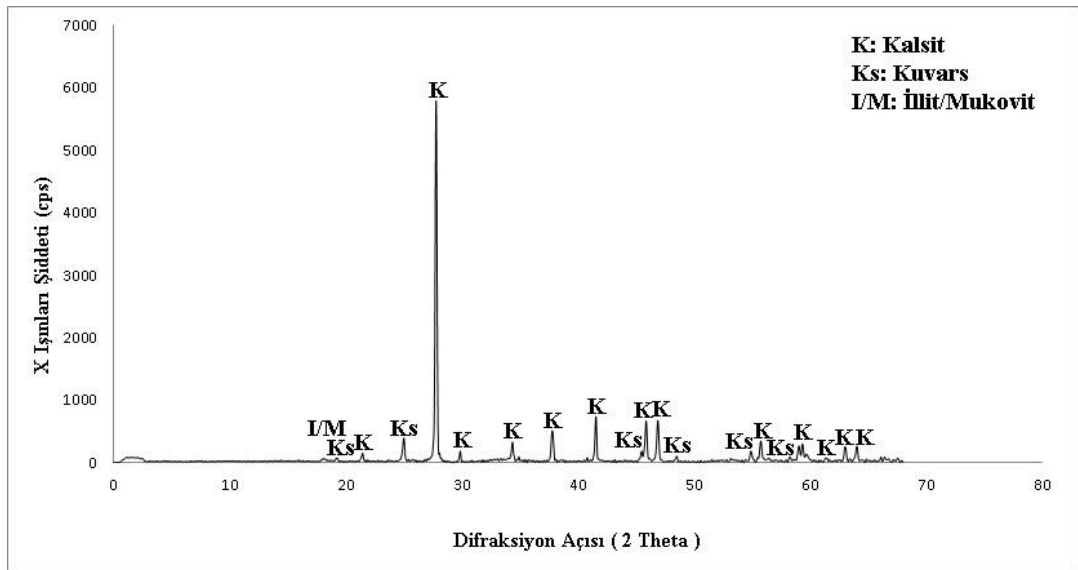




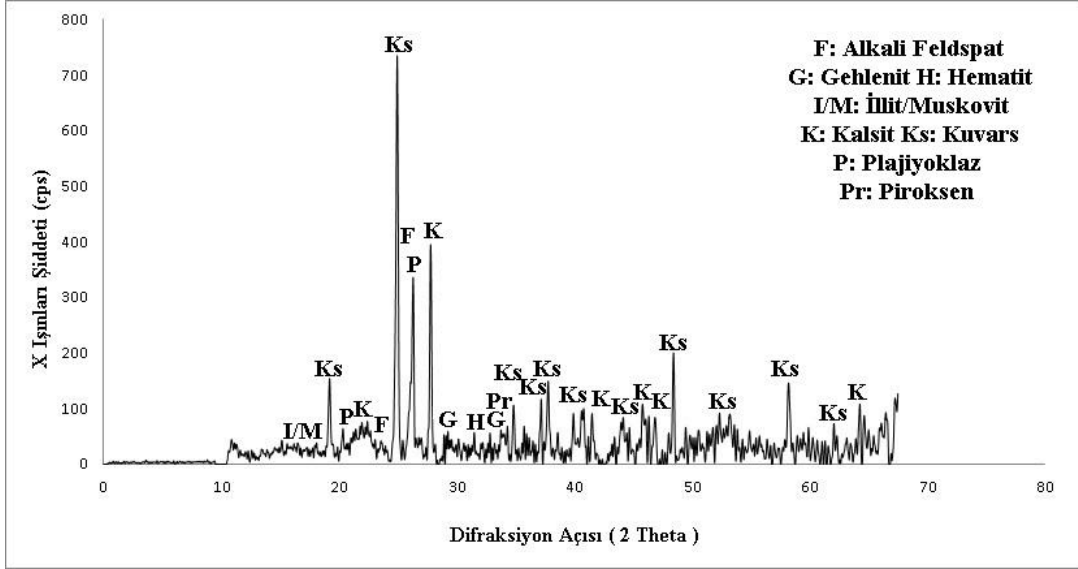
Şekil 3. 12. GTHM-12 kodlu örneğe ait XRD paterni.



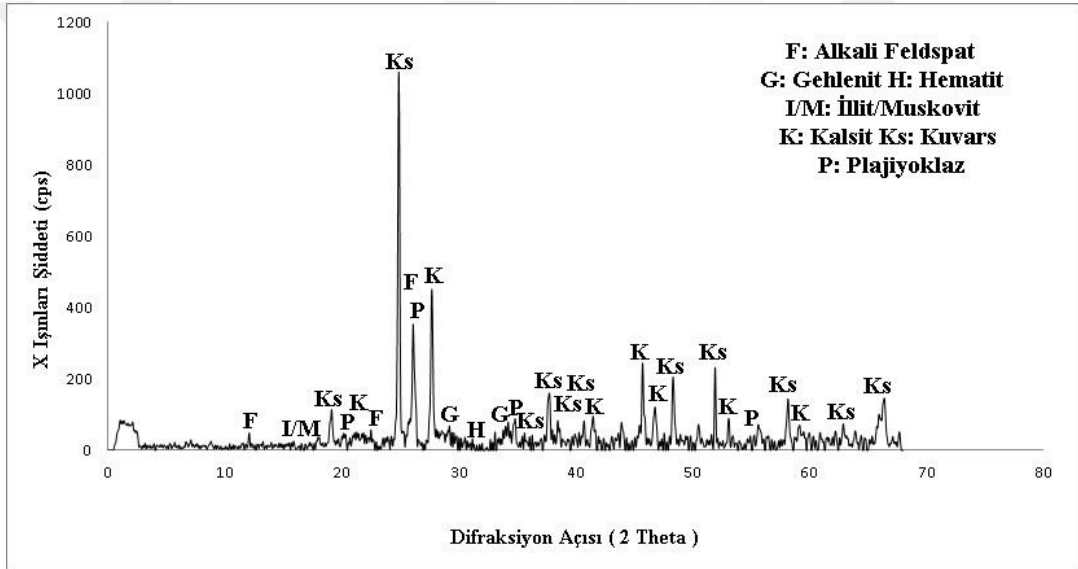
Şekil 3. 13. GTHM-13 kodlu örneğe ait XRD paterni.



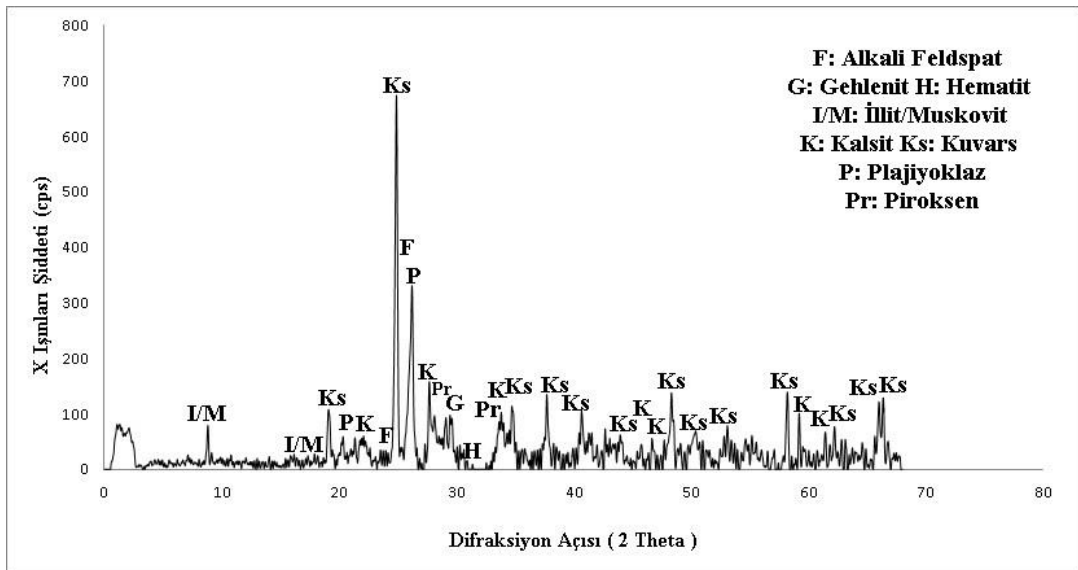
Şekil 3. 14. GTHM-14 kodlu örneğe ait XRD paterni.



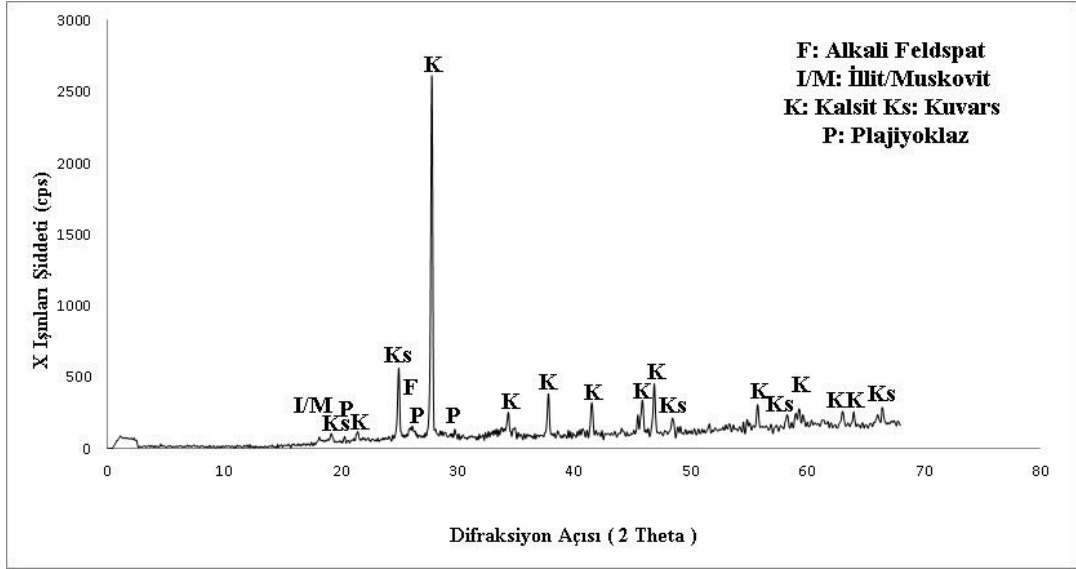
Şekil 3. 15. GTHŞ-1 kodlu örneğe ait XRD paterni.



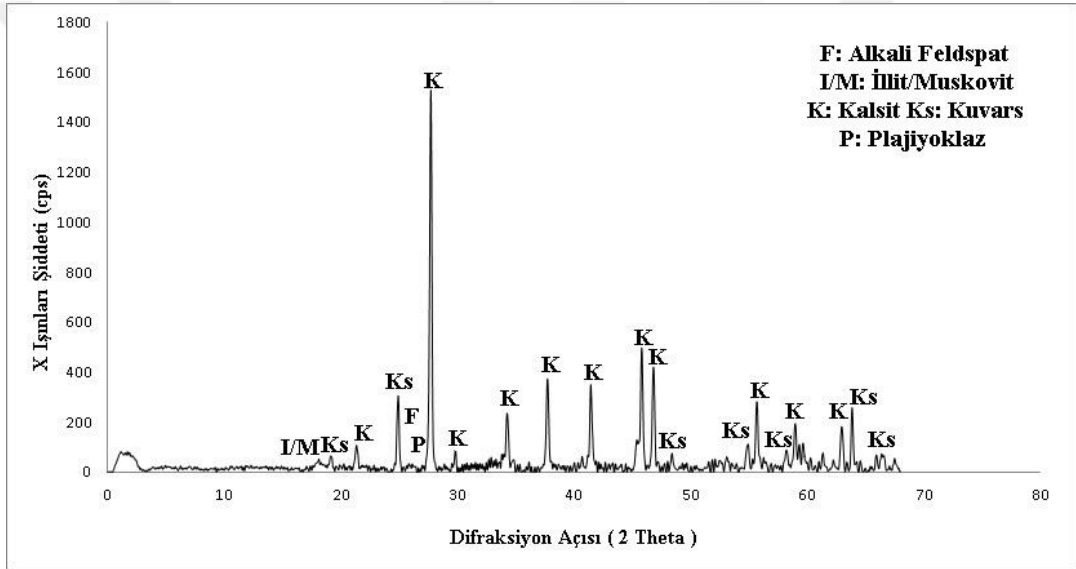
Şekil 3. 16. GTHŞ-2 kodlu örneğe ait XRD paterni.



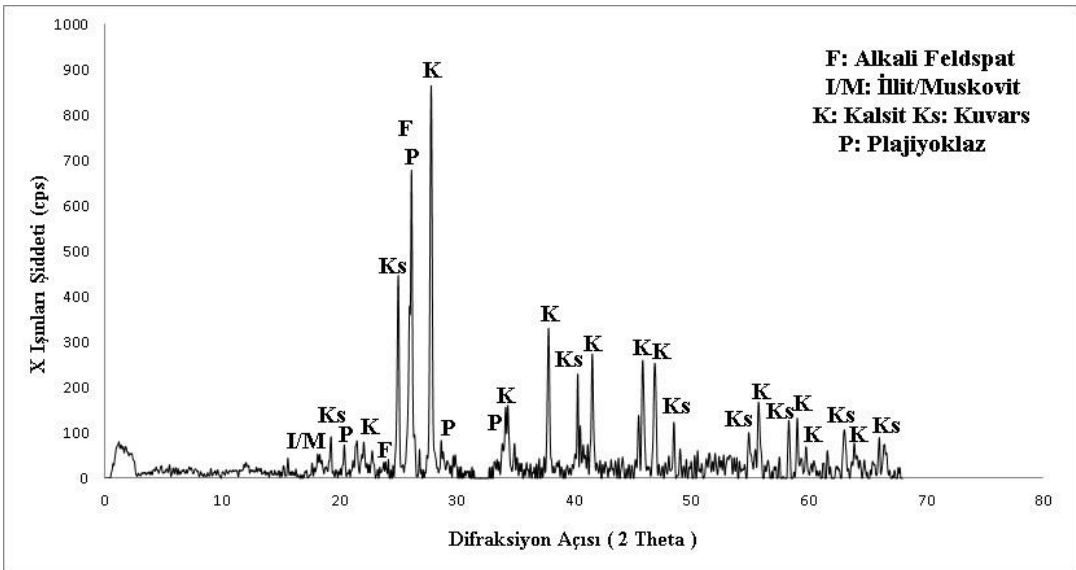
Şekil 3. 17. GTHŞ-3 kodlu örneğe ait XRD paterni.



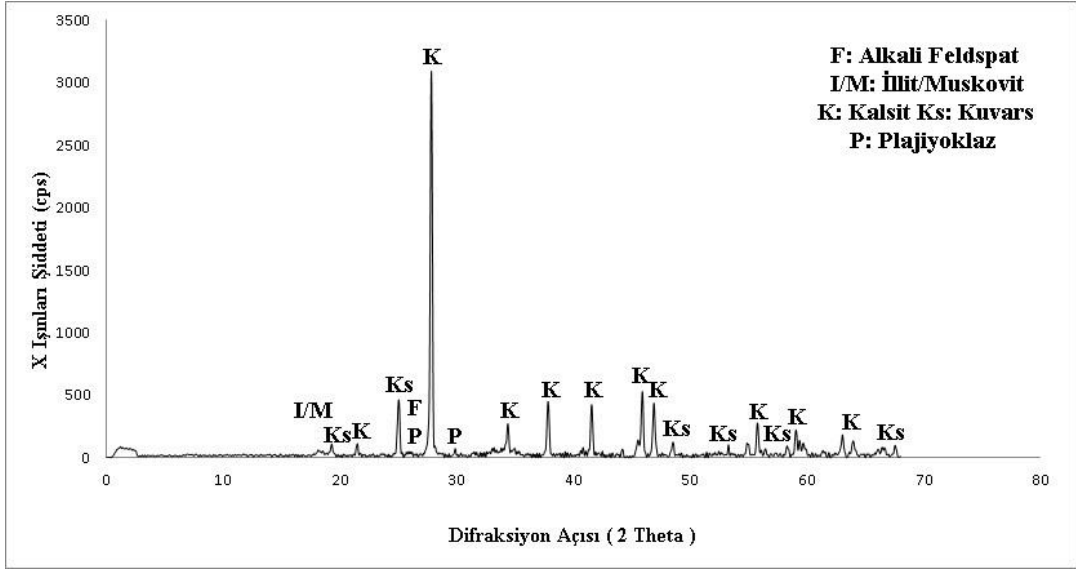
Şekil 3. 18. GTHŞ-4 kodlu örneğe ait XRD paterni.



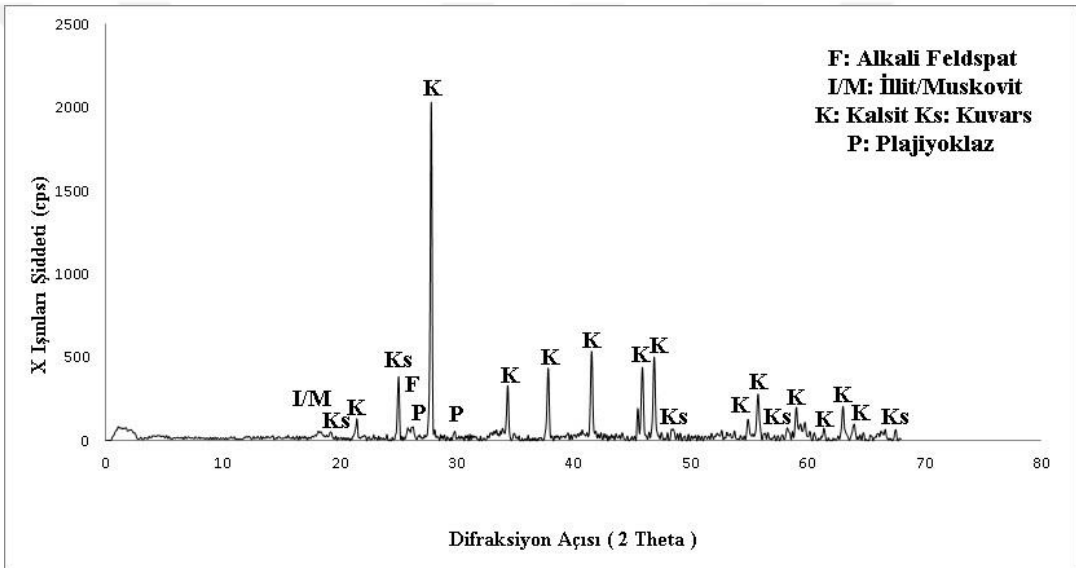
Şekil 3. 19. GTHŞ-5 kodlu örneğe ait XRD paterni.



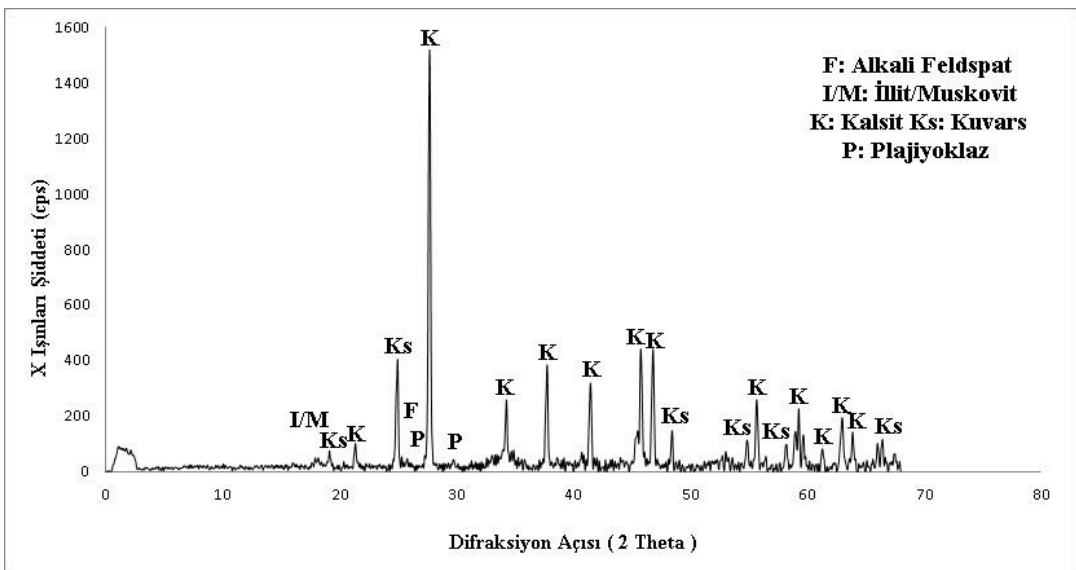
Şekil 3. 20. GTHŞ-6 kodlu örneğe ait XRD paterni.



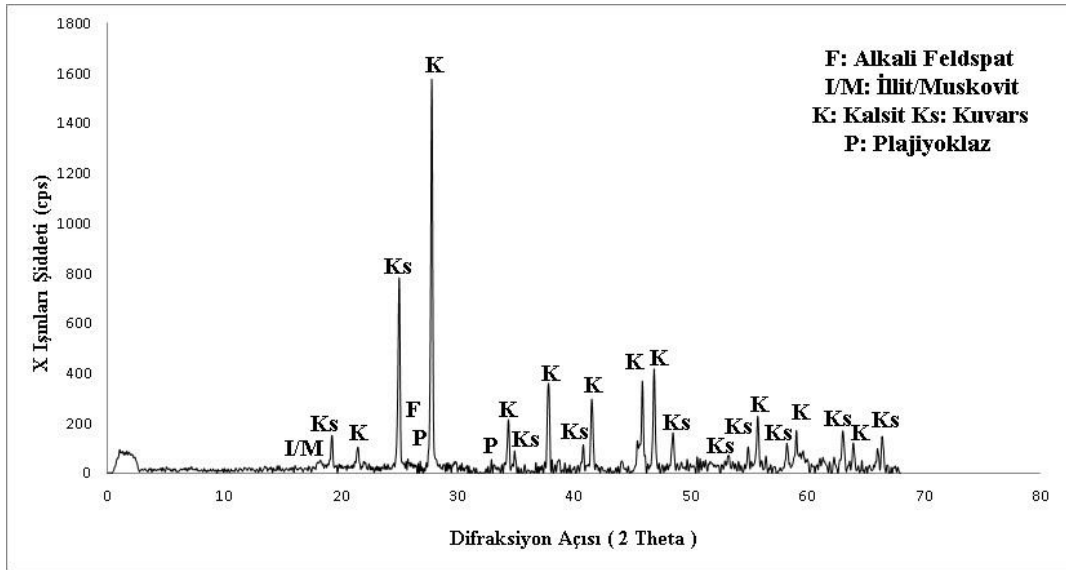
Şekil 3. 21. GTHŞ-7 kodlu örneğe ait XRD paterni.



Şekil 3. 22. GTHŞ-8 kodlu örneğe ait XRD paterni.



Şekil 3. 23. GTHŞ-9 kodlu örneğe ait XRD paterni.



Şekil 3. 24. GTHŞ-10 kodlu örneğe ait XRD paterni.

XRD analizi sonucunda seramik örneklerde kalsit, kuvars, illit/muskovit, plajiyoklaz, piroksen, gehlenit, alkali feldispat ve hematit mineralleri belirlenmiştir.

GTHŞ-1, GTHŞ-2 ve GTHŞ-3 örneklerinde majör mineral kuvars iken diğer örneklerde majör mineral olarak kalsit belirlenmiştir. 14 adet mutfak kabından oluşan seramik örneklerin tamamında kalsit, kuvars ve illit/muskovit belirlenmiştir.

Diğer taraftan 10 adet şerit perdahlı seramik gurubunda alkali feldispat, illit/muskovit, kalsit, kuvars ve plajiyoklaz saptanmış, ayrıca grupta bulunan GTHŞ-1, GTHŞ-2 ve GTHŞ-3 kodlu örneklerde gehlenit ve hematit (Şekil 3.1-2-3), GTHŞ-1 ve GTHŞ-3 örneklerinde ise piroksen belirlenmiştir (Şekil 3.1-3).

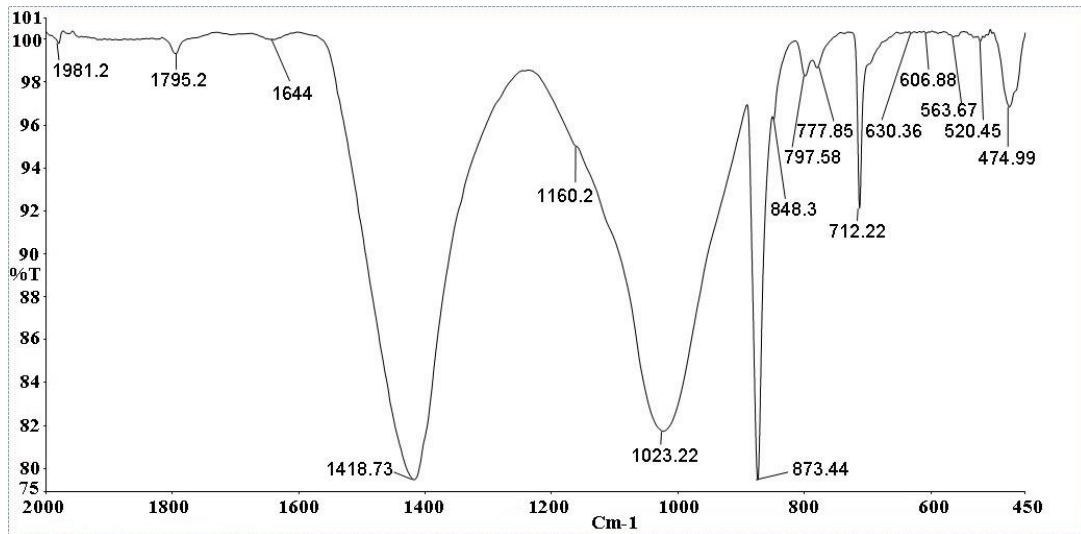
Seramiğin pişirilerek üretilen bir malzeme olduğu göz önünde bulundurulduğunda, sıcaklıkla beraber bünyesinde barındırdığı (kalsit, kuvars, illit/muskovit vb.) mineraller kendi aralarında reaksiyona girerek yeni fazlar oluşturabilmektedir. Örneğin kalsit mineralinin bozunumu 700°C civarında başlar ve bu reaksiyonun yaklaşık 800-900°C'de tamamlandığı dikkate alındığında (miktarı ve tane boyutuna da bağlı olarak), bünyesinde (birincil) kalsit minerali bulunan seramik örneklerin pişirme sıcaklığının 850-900°C'yi geçmemiş olduğu söylenebilir (Papachristodoulou ve ark., 2006; Maritan ve ark., 2005; Shoval, 2003; Boynton, 1980; Maritan ve ark., 2006). Öte yandan pişirim sıcaklığının belirlenmesinde diğer bir kriter illit/muskovit minerallerinin varlığıdır ve bu mineraller yaklaşık 700°C'de hidroksil grubunu kaybetmekle beraber yaklaşık 900°C'de kil yapısı bozulmaktadır. (Maritan ve ark., 2005; Broekmans ve ark., 2004). XRD sonuçlarına göre 14 adet mutfak kabında belirgin bir şekilde majör pik olarak kalsit ve illit/muskovit minerali tespit edilmiştir.

Buna göre mutfak kaplarından oluşan tüm seramiklerin pişirim sıcaklığının yaklaşık 700-800°C aralığında olduğu düşünülebilir.

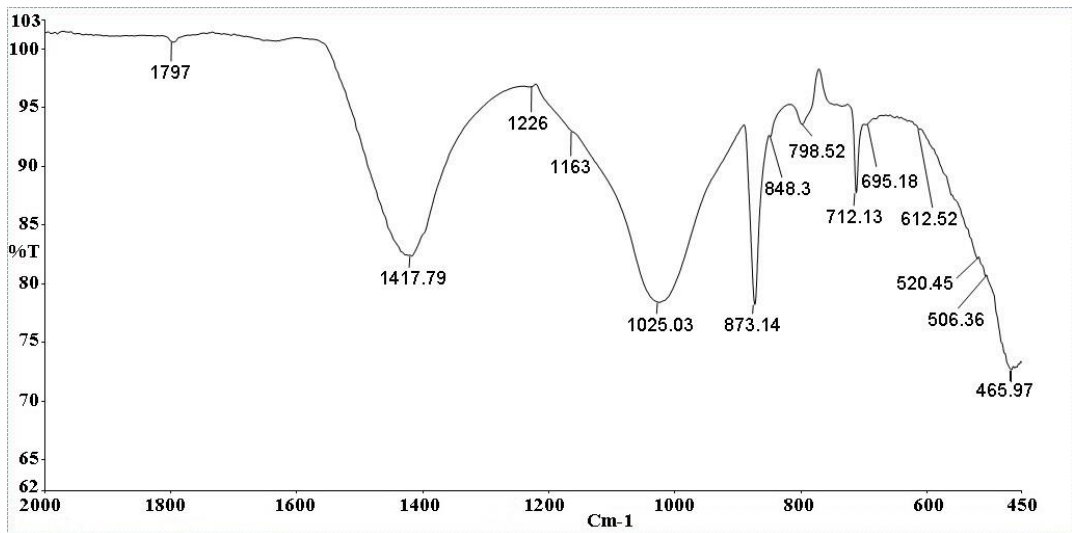
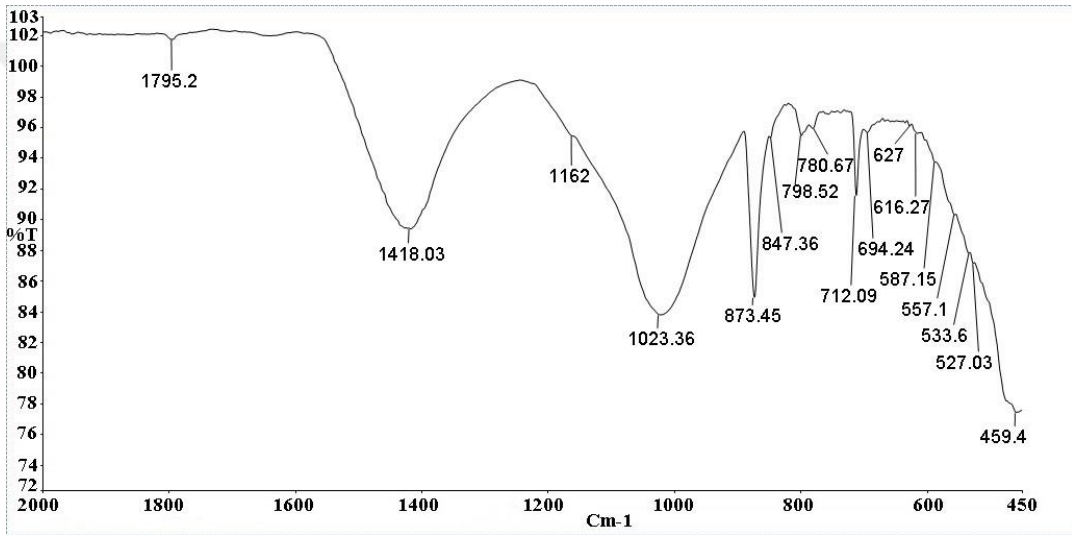
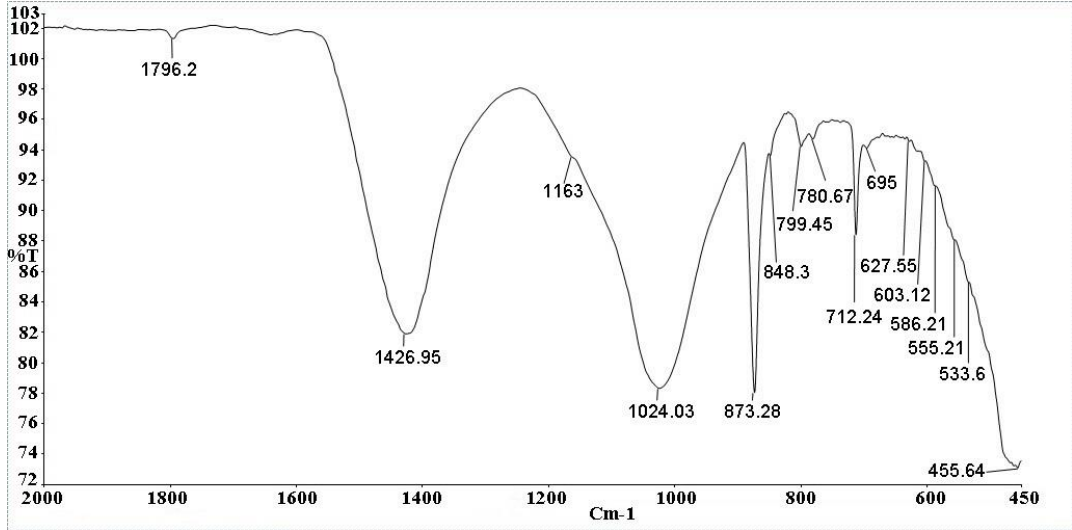
Yüksek sıcaklık fazı olan gehlenit, yaklaşık 800-850°C'de illit ve kalsitin reaksiyonu sonucu oluşmaktadır (Cultrone ve ark., 2001). Piroksen minerali ise karbonatlı hammaddeler ve silikanın yaklaşık 850°C'de reaksiyona girmesiyle oluşmaktadır (Issi, 2012). Seramik örneklerin toprak altındaki şartlara ve gömü süresine bağlı olarak, gehlenit ya da kalsitin bozulmasıyla serbest CaO havadaki CO<sub>2</sub> ile reaksiyona girerek ikincil kalsitin oluşumunu sağlayabilmektedir (Shoval, 2003). Bu durumda şerit perdahlı seramik gurubunda GTHŞ-1 ve GTHŞ-3 kodlu örneklerde gehlenit ve piroksen, GTHŞ-2 kodlu örnekte gehlenit mineralinin belirlenmesinden dolayı bu örneklerin pişirim sıcaklıklarının yaklaşık 800-900°C aralığında olduğu söylenebilir. Ayrıca gehlenit, piroksen gibi yüksek sıcaklık fazlarıyla beraber kalsit mineralinin varlığı reaksiyonun tamamlanmadığı ve bundan dolayı pişirim sıcaklığının 900°C'yi geçmediğini akla getirmektedir (Cultrone ve ark., 2001). Aynı grup içinde olan GTHŞ-4, GTHŞ-5, GTHŞ-6, GTHŞ-7, GTHŞ-8, GTHŞ-9 ve GTHŞ-10 kodlu örneklerde majör mineralin kalsit olması ve herhangi bir yüksek sıcaklık fazının olmamasından dolayı bu numunelerin pişirim sıcaklıklarının yaklaşık 700-800°C aralığında olduğu söylenebilir.

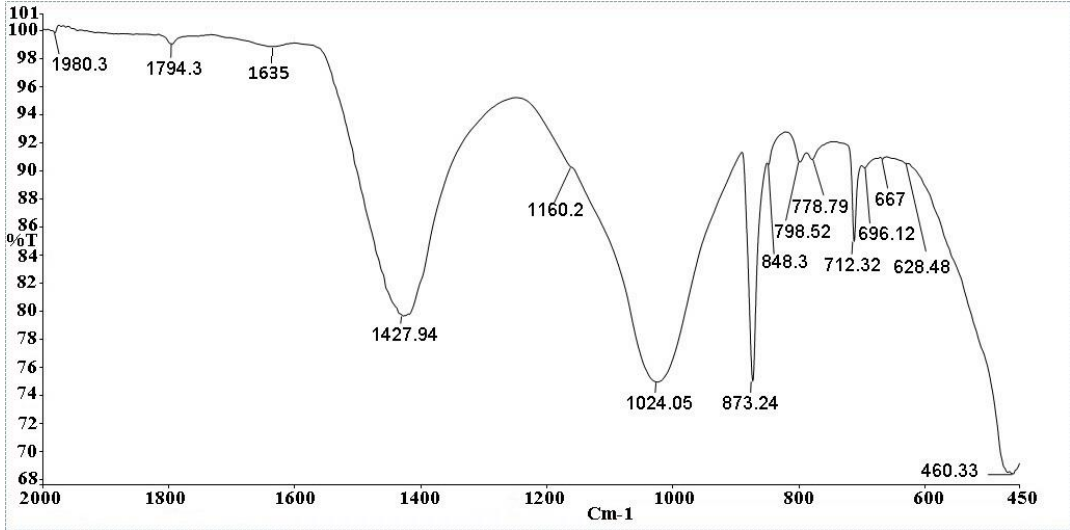
### 3.2. FT-IR Analiz Sonuçları

İncelenen örneklere ait FT-IR analizi ile elde edilen spektrumlar Şekil 3.25-48'de verilmiştir.

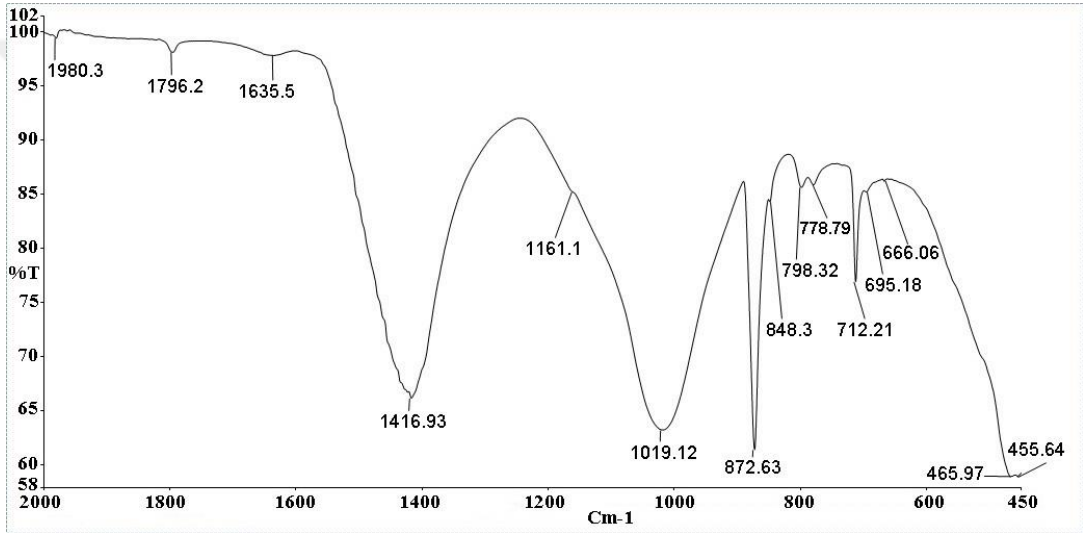


Şekil 3. 25. GTHM-1 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.

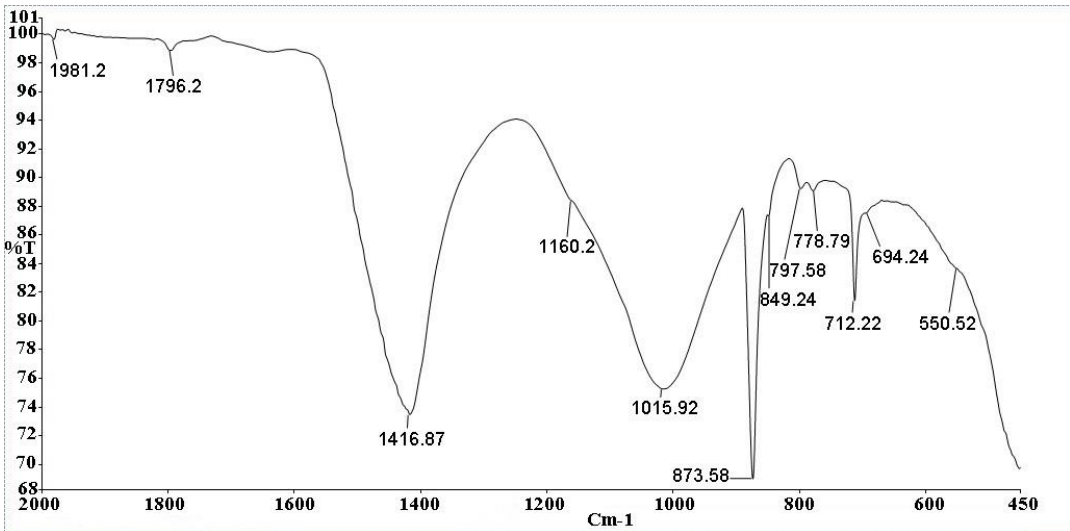




Şekil 3. 29. GTHM-5 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.

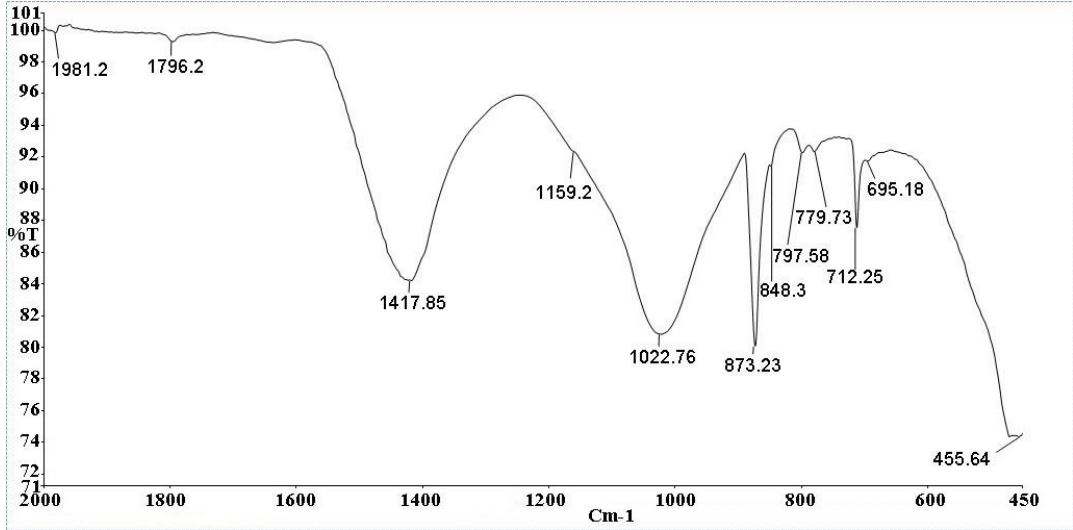


Şekil 3. 30. GTHM-6 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.

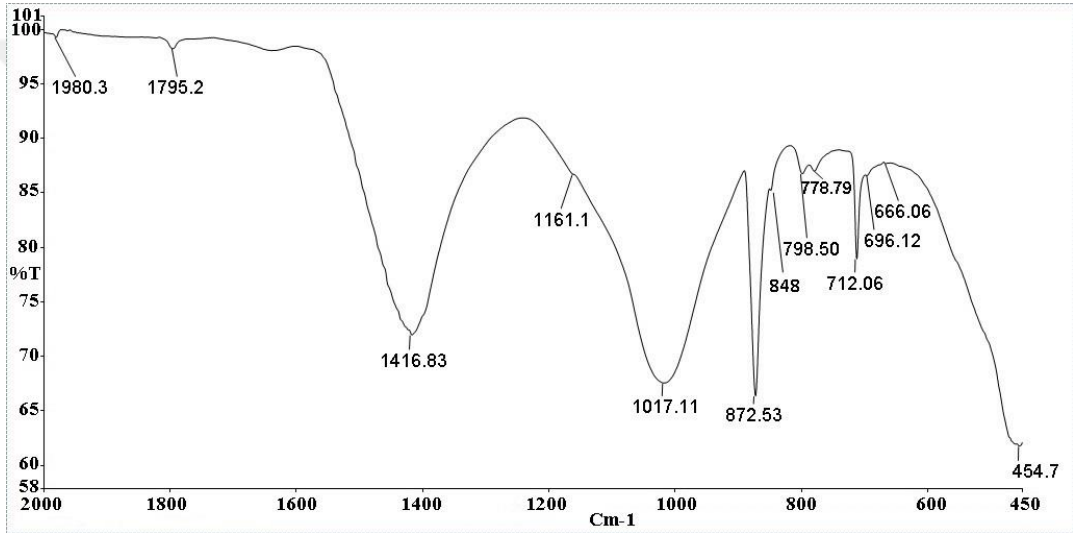


Şekil 3. 31. GTHM-7 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.

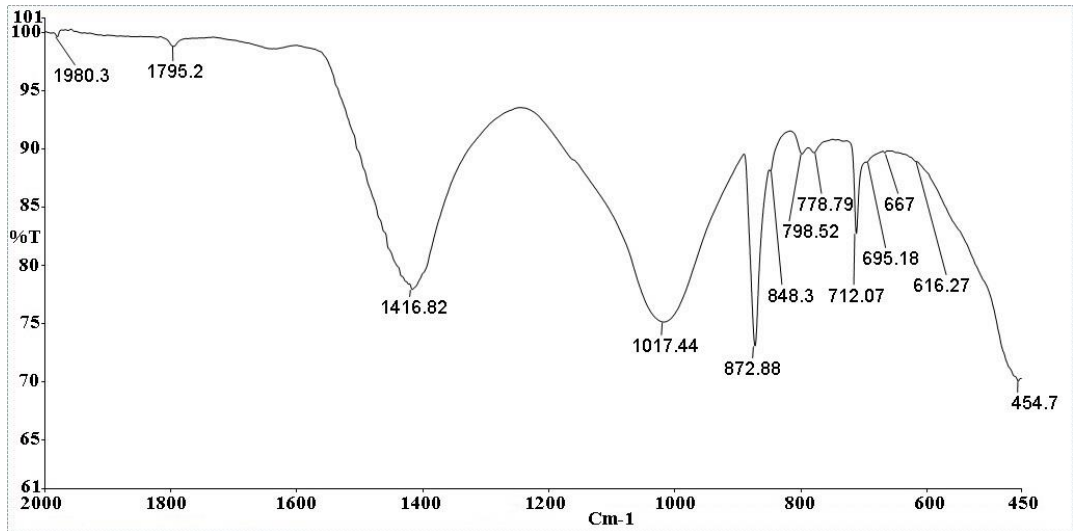




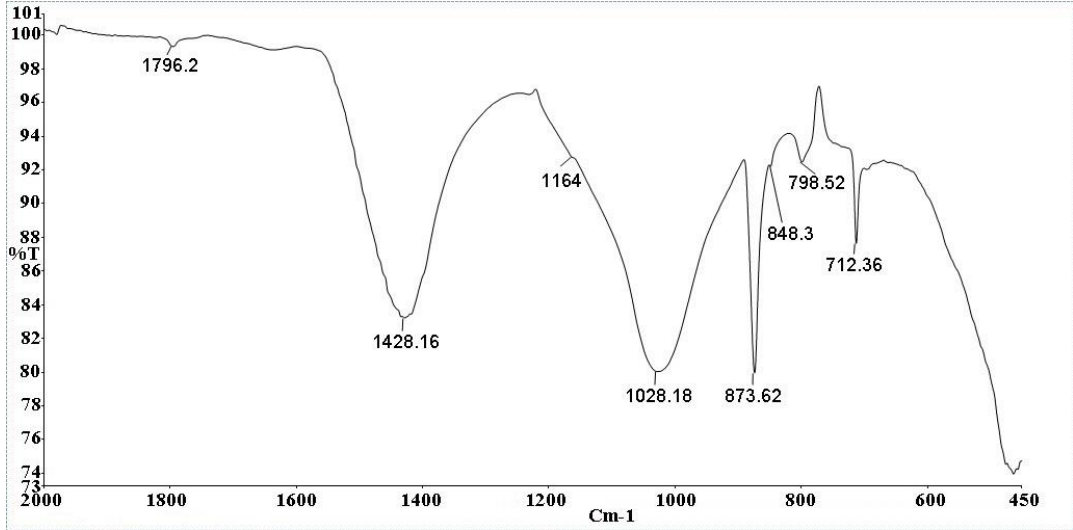
Şekil 3. 32. GTHM-8 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



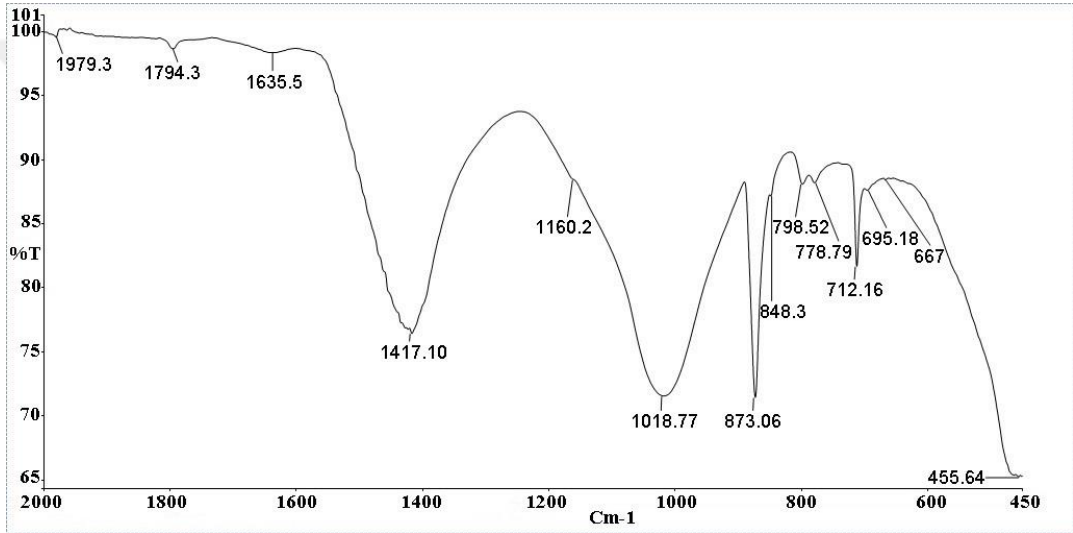
Şekil 3. 33. GTHM-9 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



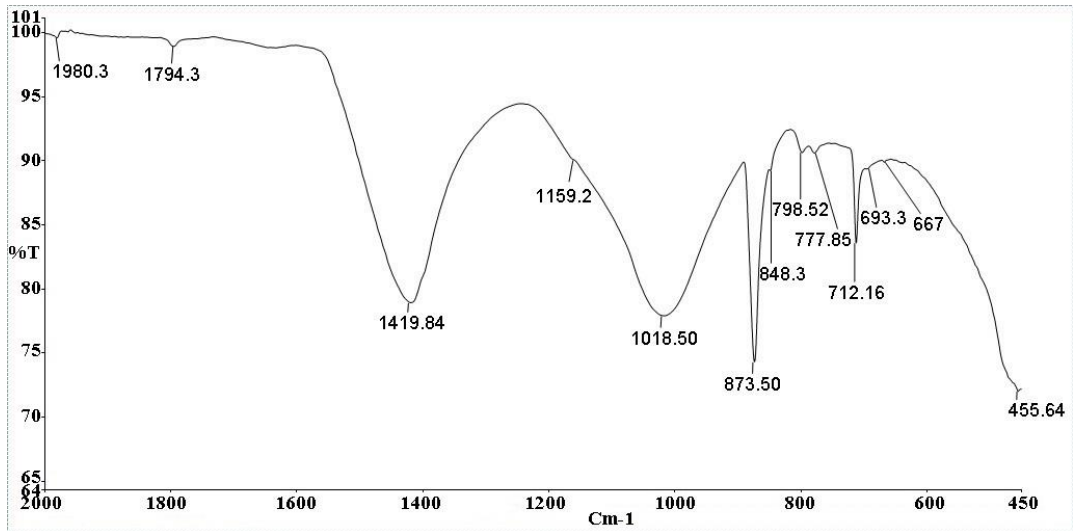
Şekil 3. 34. GTHM-10 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



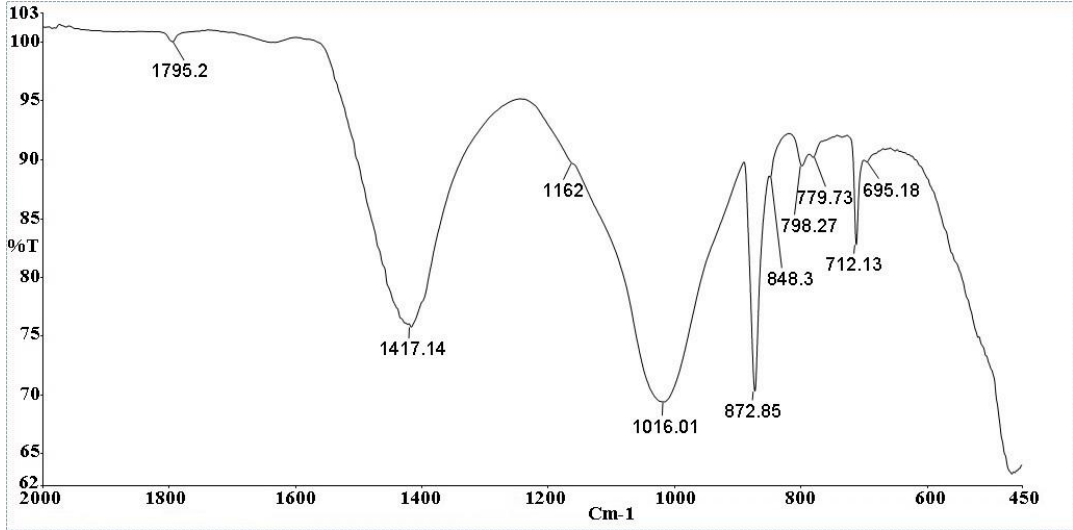
Şekil 3. 35. GTHM-11 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



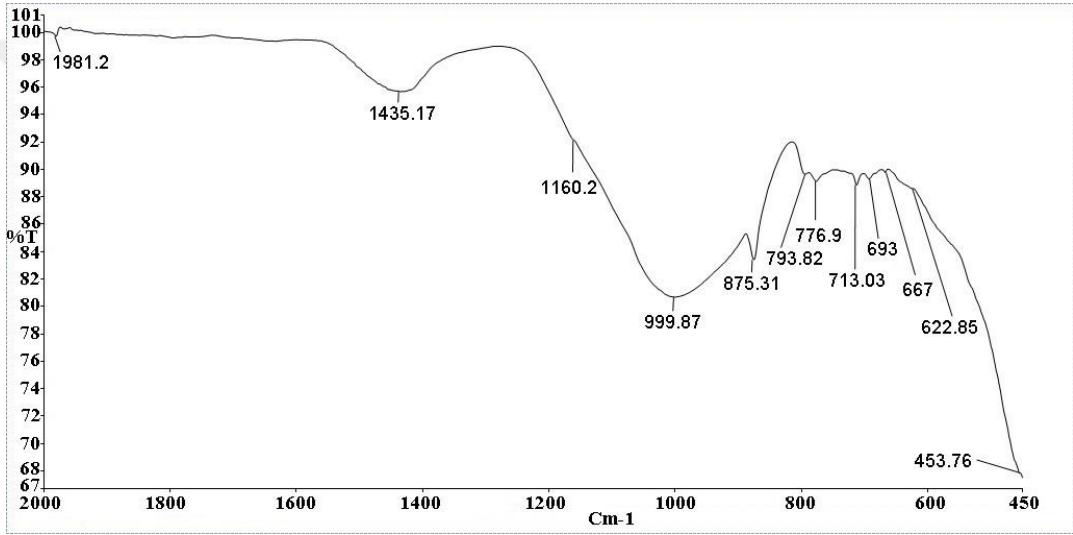
Şekil 3. 36. GTHM-12 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



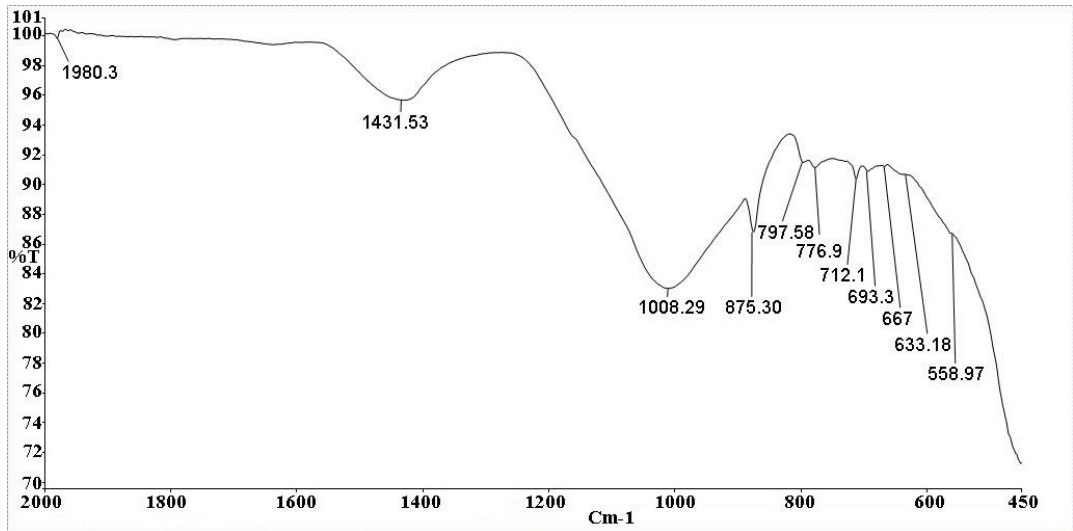
Şekil 3. 37. GTHM-13 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



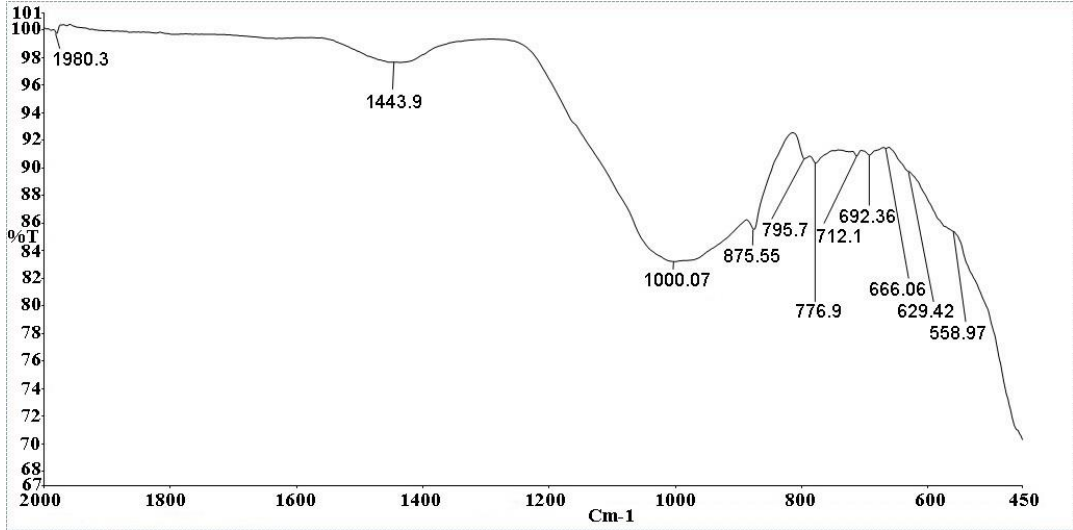
Şekil 3. 38. GTHM-14 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



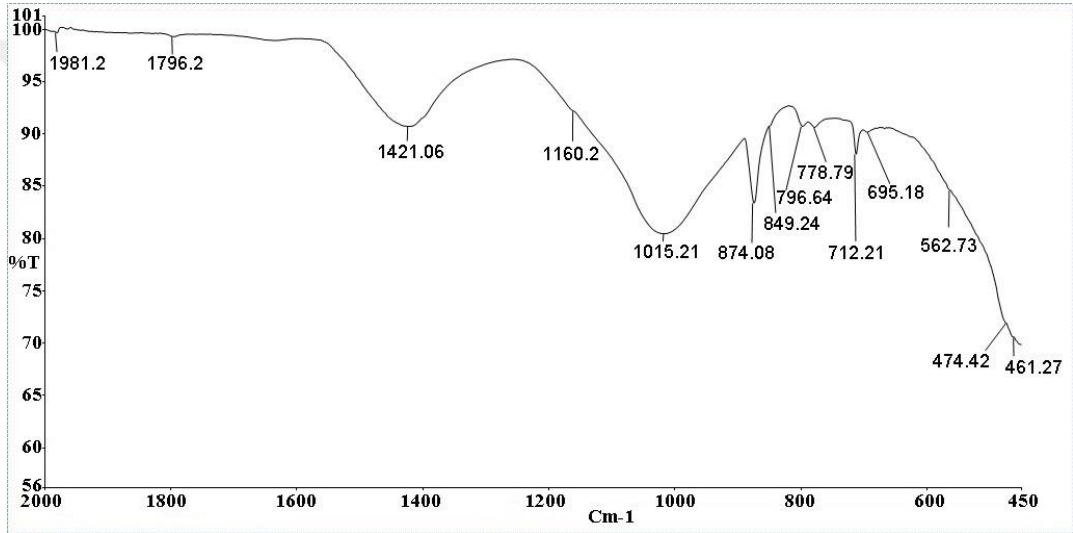
Şekil 3. 39. GTHŞ-1 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



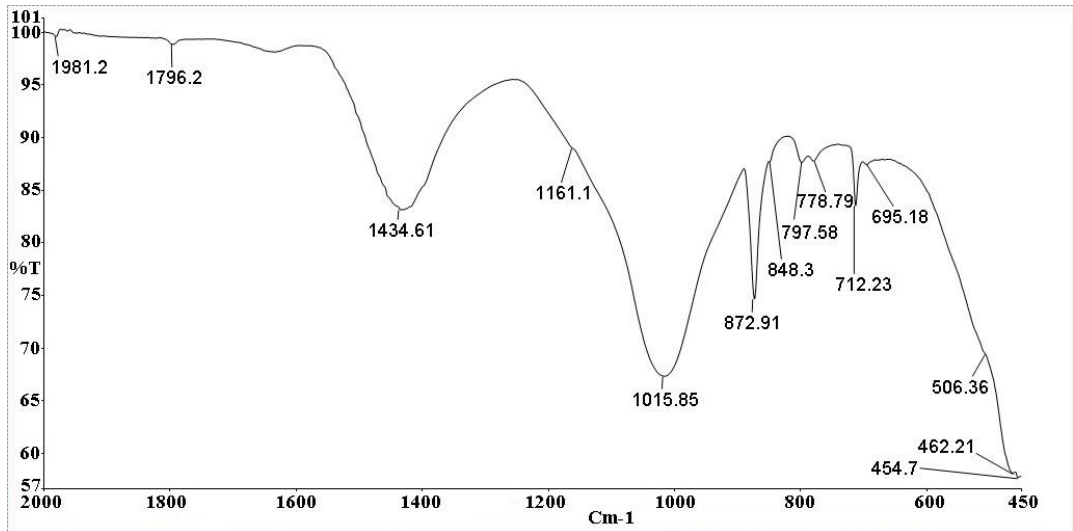
Şekil 3. 40. GTHŞ-2 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



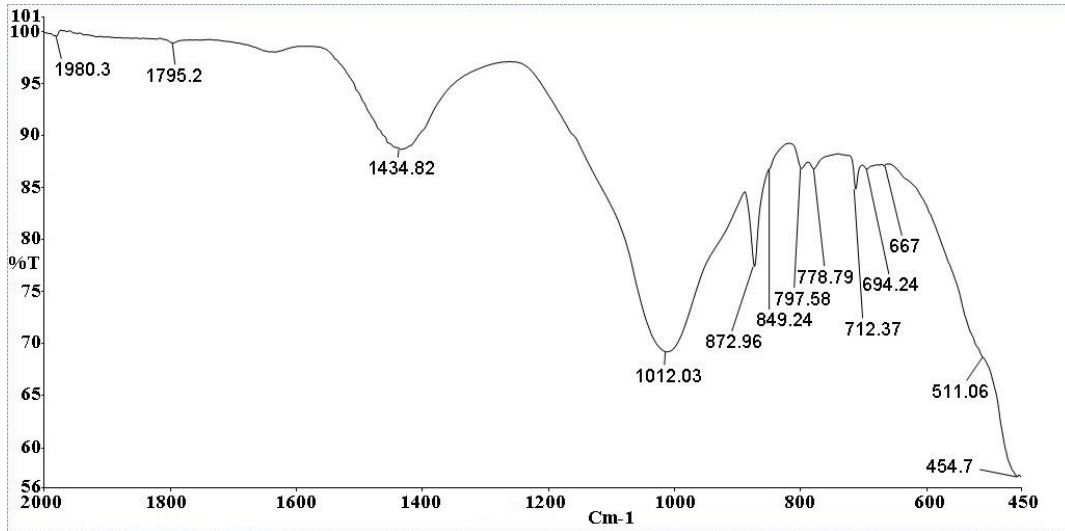
Şekil 3. 41. GTHŞ-3 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



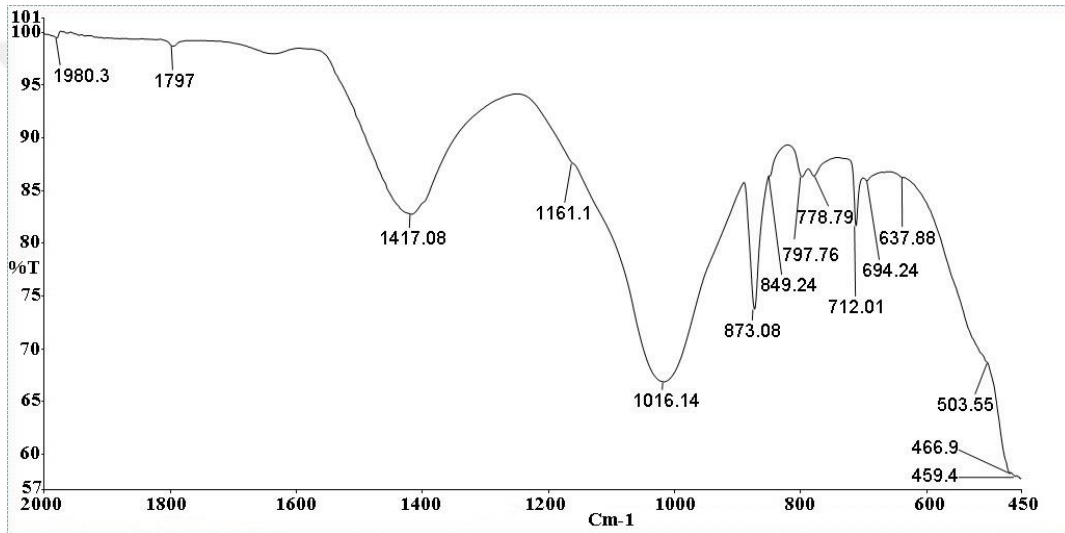
Şekil 3. 42. GTHŞ-4 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



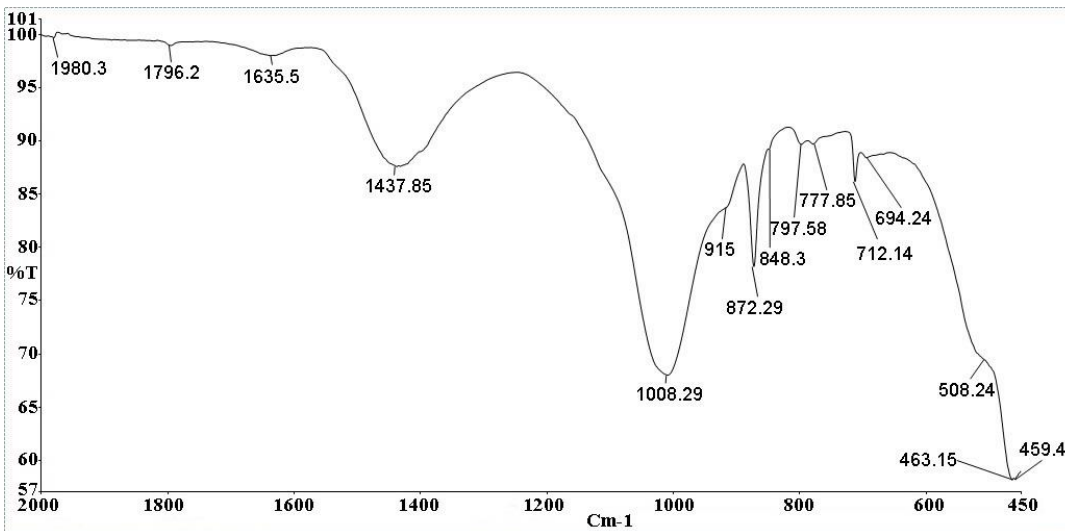
Şekil 3. 43. GTHŞ-5 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



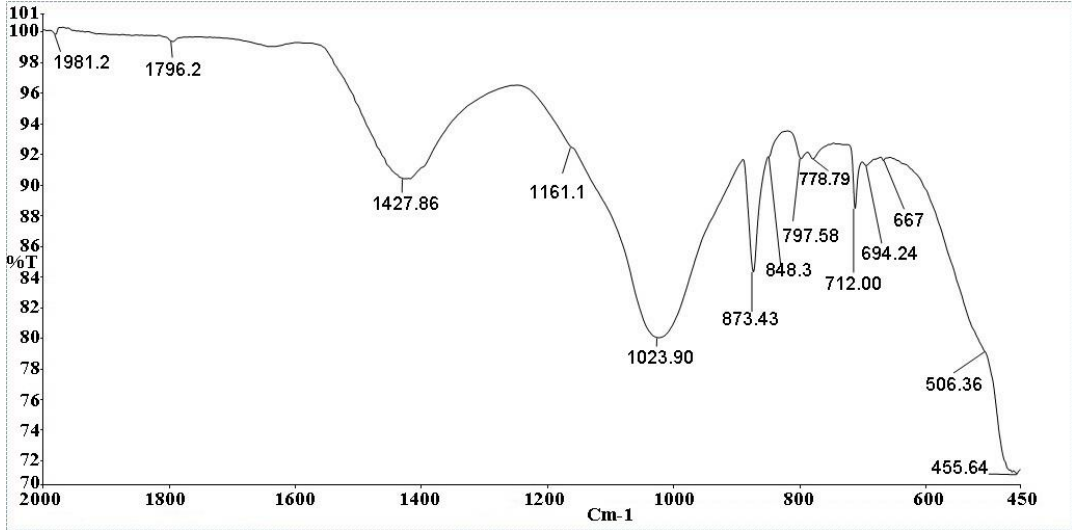
Şekil 3. 44. GTHŞ-6 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



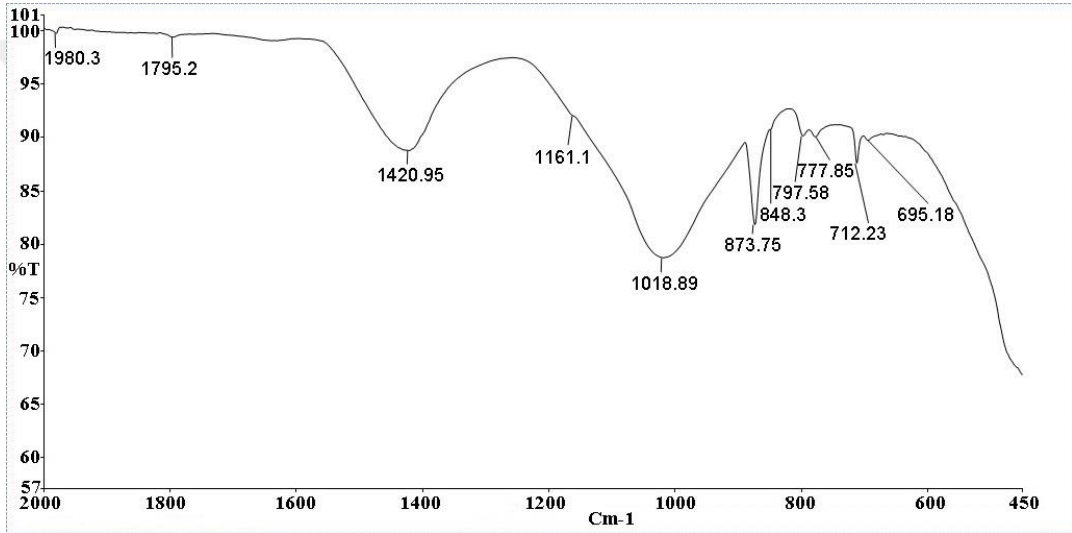
Şekil 3. 45. GTHŞ-7 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



Şekil 3. 46. GTHŞ-8 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



Şekil 3. 47. GTHŞ-9 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.



Şekil 3. 48. GTHŞ-10 kodlu seramik örneğe ait FTIR spektrumu.

Seramik örneklere ait FTIR sonuçları, literatür taraması sonucu birçok kaynak kullanılarak hazırlanan bazı önemli minerallere ait bant değerleri göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir (Çizelge 3.1.).

**Çizelge 3.1.** Önemli minerallere ait karakteristik bant değerleri ( $\text{cm}^{-1}$ ) (Bayazit ve ark., 2015; Bayazit ve ark., 2016; Nakamoto, 1970; Gadsden, 1975; Shillito ve ark., 2009; Maravelaki-Kalaitzaki ve Kallithrakas-Kantos, 2003; De Benedetto ve ark., 2002; Kurap ve ark., 2010; Hamadi ve Nabih, 2012; Yokomori ve Idaka, 1998; Smolin ve ark., 1981; Rutstein ve White, 1971; Barone ve ark., 2011; Edreira ve ark., 2001; Farmer, 1974; Iglesias ve Serna, 1985; Iglesias ve ark., 1990; Yariv ve Mendelovici, 1979; Ellid ve ark., 2003; Mazzocchin ve ark., 2003; Madejova ve Komadel, 2001; Ravisankar ve ark., 2011).

<b>Kalsit</b>	<b>Dolomit</b>	<b>Kuvars</b>	<b>Muskovit</b>
2513, 1800, 1429, 1425, 1420, 877, 874, 848, 714, 712	1430, 878, 849, 726	1174, 1163, 1160, 1082, 1070, 797, 778, 775, 694, 695, 512	1070, 1062, 1022, 990, 986, 935, 754, 733, 727, 553, 480, 412
<b>İllit</b>	<b>Kaolinit</b>	<b>Klorit</b>	<b>Hematit</b>
1112, 1081, 1036, 1030, 1006, 990, 948, 905, 885, 815, 762, 752, 496, 490, 471, 460, 431, 426, 414	3697, 3696, 3669, 3620, 3619, 2925, 2851, 1115, 1037, 1033, 1014, 1009, 1006, 948, 938, 913, 797, 795, 755, 697, 641, 540, 537, 471, 470, 444, 431	986, 981, 825, 763, 755, 646, 553, 545, 460, 452, 444, 432	571, 537, 535, 475
<b>Magnetit</b>	<b>Diopsit</b>	<b>Gehlenit</b>	<b>Öjit</b>
576, 564, 560	1070, 965, 920, 865, 670, 632, 510, 470	1056, 985, 933, 905, 850, 720, 634, 410	1103, 1075, 1070, 975, 970, 965, 920, 877, 875, 872, 865, 675, 665, 638, 635, 528, 521, 478, 471, 469, 465
<b>Mikroklin</b>	<b>Jips</b>	<b>Albit</b>	<b>Oligoklaz</b>
1142, 1136, 1120, 1055, 1050, 1014, 1010, 768, 765, 742, 728, 646, 638, 584, 535, 463, 428	1166, 1148	1155, 1096, 1033, 995, 990, 785, 769, 762, 740, 719, 645, 600, 587, 528, 470, 458, 425, 418	1153, 1092, 1030, 1000, 782, 766, 738, 718, 665, 637, 585, 530, 457, 428
<b>Vollastonit</b>	<b>Anortit</b>	<b>Ortoklaz</b>	<b>Amorf Silika</b>
1088, 1064, 1023, 968, 930, 905, 684, 647, 563	1160, 1095, 1062, 950, 758, 733, 668, 575, 540, 482	1120, 1040, 1010, 770, 728, 650, 580, 535, 463, 428	1100, 800, 470
<b>Aragonit</b>	<b>Sanidin</b>	<b>Ankerit</b>	<b>Huntit</b>
1470, 1080, 865, 855, 840, 709, 696, 665	1124, 1118, 1058, 1026, 840, 640, 580, 540, 427	1450, 877, 726	1539, 1508, 1465, 1445, 1110, 1044, 891, 871, 743

Yapılan FTIR analizinde geleneksel seramiklerde genel olarak belirlenen kalsit, kuvars, illit/muskovit, feldspat/plajiyoklaz gibi mineraller örneklerin spektrumlarında gözlemlenmiştir.

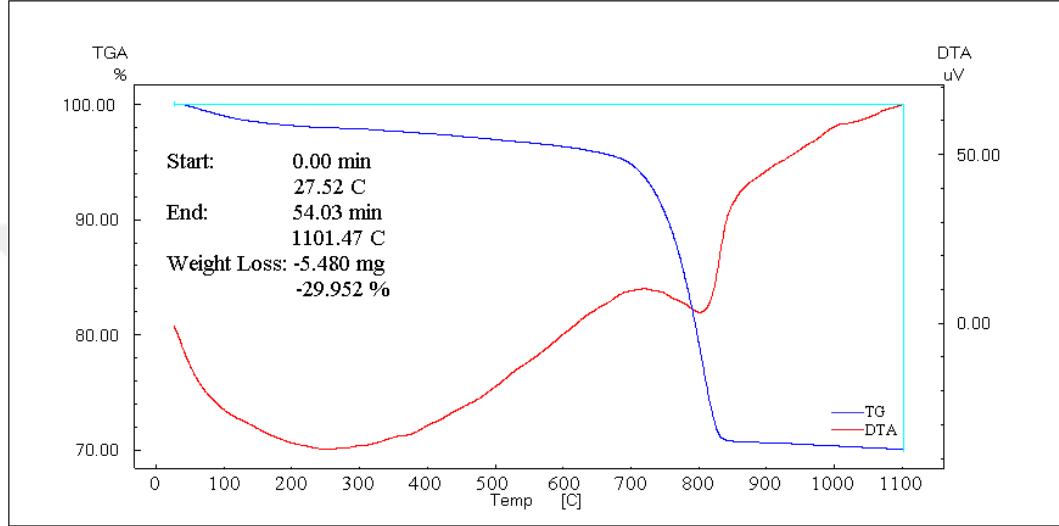
Çalışmadaki FTIR spektrumları numunelerin XRD paternleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Örneğin; GTHM-6 kodlu örnekte belirlenen  $848 \text{ cm}^{-1}$  bant değeri hem kalsit hem de gehlenit mineraline işaret ederken, XRD sonucunda gehlenitin belirlenmemesi bu bant değerinin kalsite ait olduğunu göstermektedir. Bu ve benzeri örnekler arkeometrik çalışmalarda birden fazla analitik yöntemin kullanılmasının değerlendirmelerin doğruluğunu artırıcı nitelikte olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında yapılan EDX ve XRD sonuçları ile FTIR sonuçlarının genel olarak uyumlu olduğu söylenebilir. Özellikle XRD analizinde belirlenen

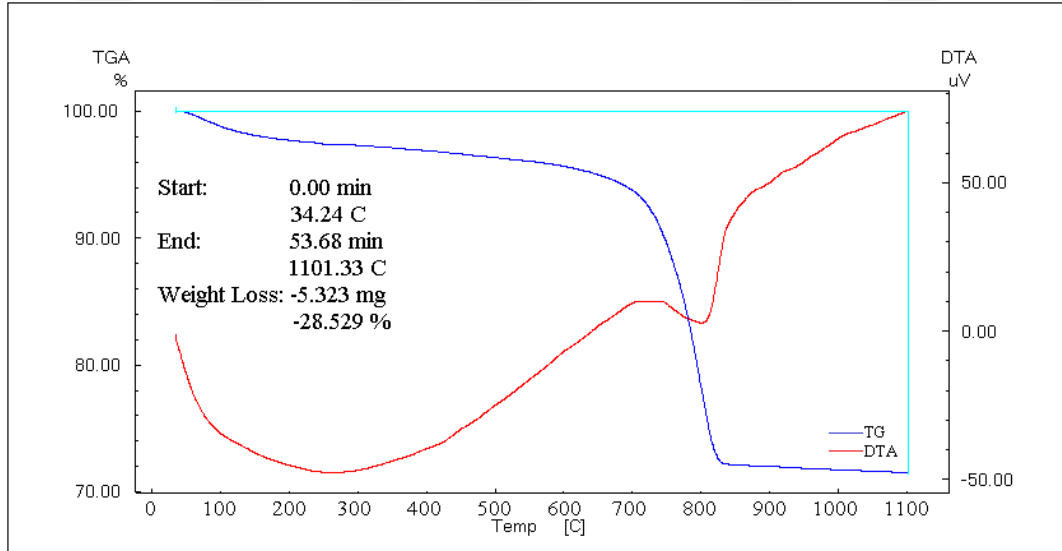
mineral/faz içerikleri (kalsit, kuvars, illit/muskovit, feldispat vb) FTIR analizinde de kendini göstermiştir. Sonuç olarak EDX ile belirlenen kimyasal kompozisyon, XRD ile belirlenen mineral/faz içeriği ve FTIR ile elde edilen karakteristik mineral bant değerleri birbirini destekler nitelikte olmuştur.

### 3.3. Termal Analiz (TG-DTA) Sonuçları

Termogravimetrik ve diferansiyel termal analiz sonuçları sırasıyla Şekil 3.49-72'de verilmiştir.

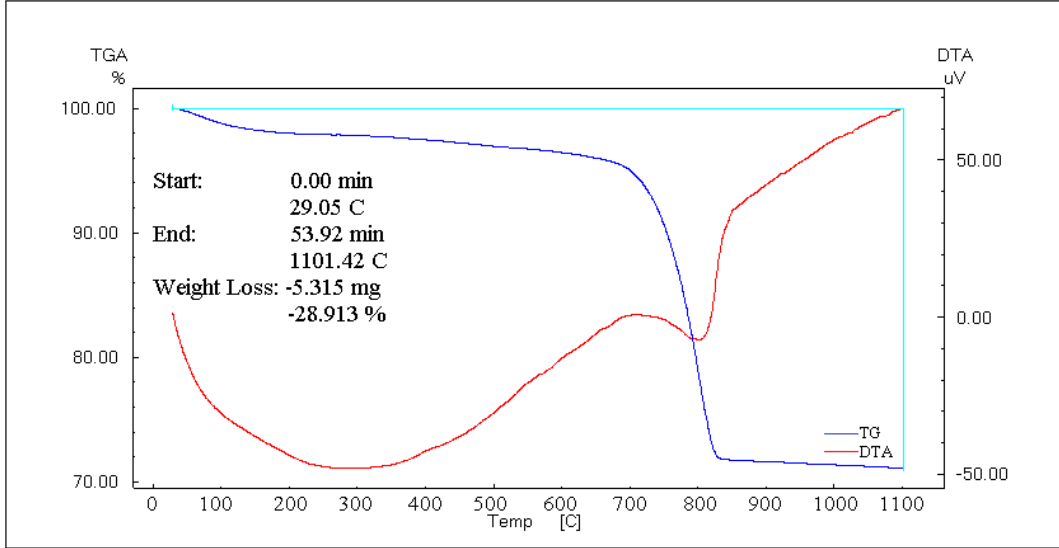


Şekil 3. 49. GTHM-1 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.

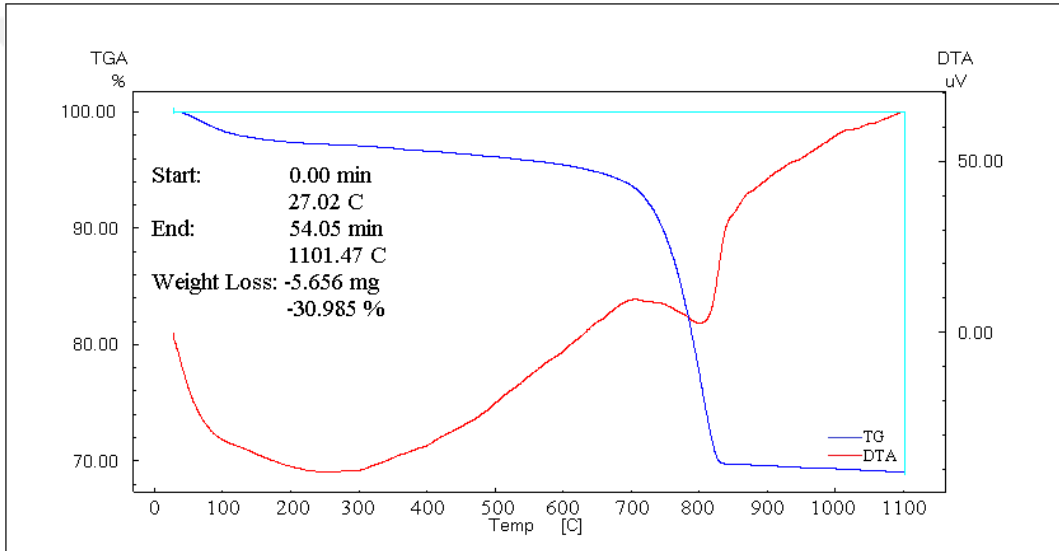


Şekil 3. 50. GTHM-2 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.

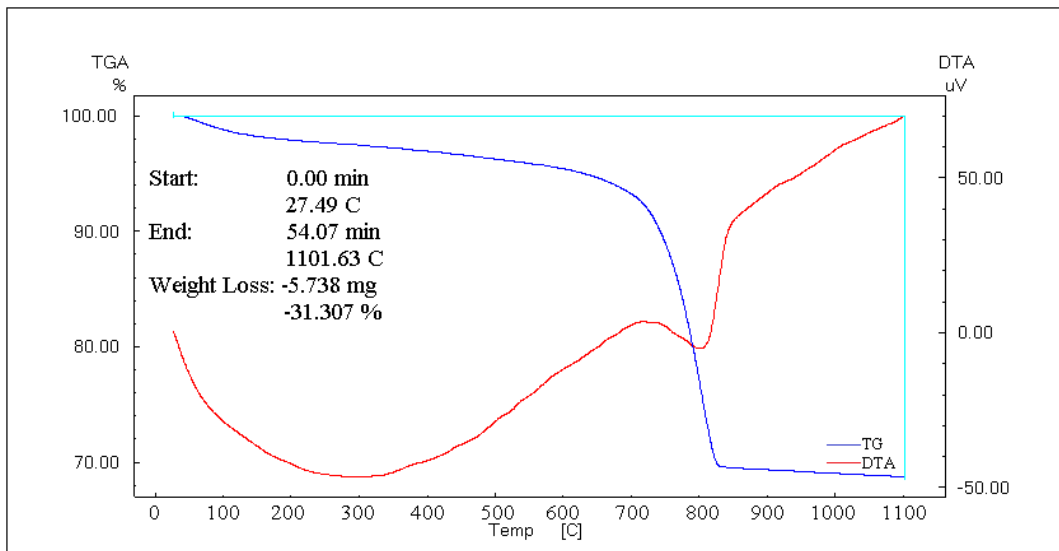




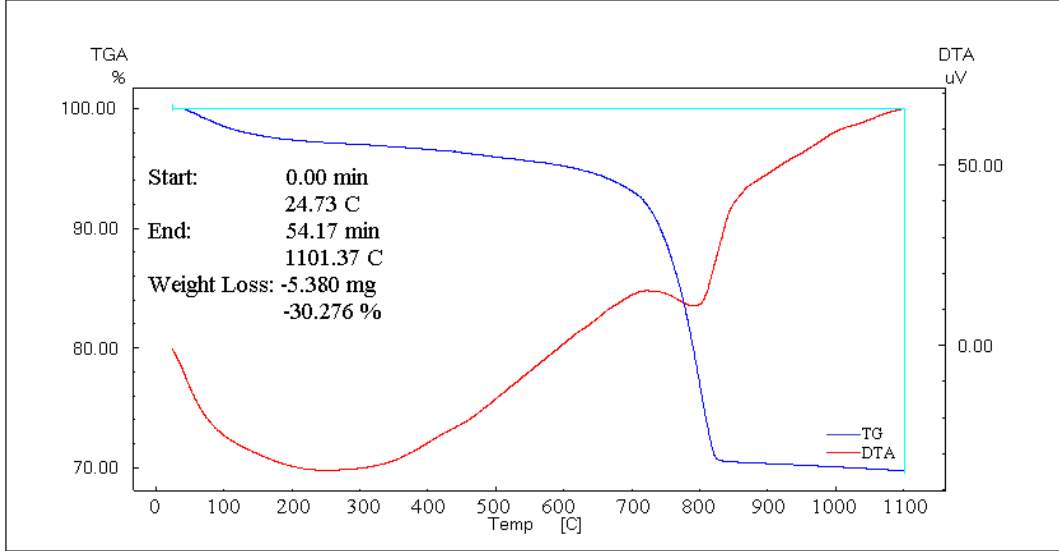
Şekil 3. 51. GTHM-3 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



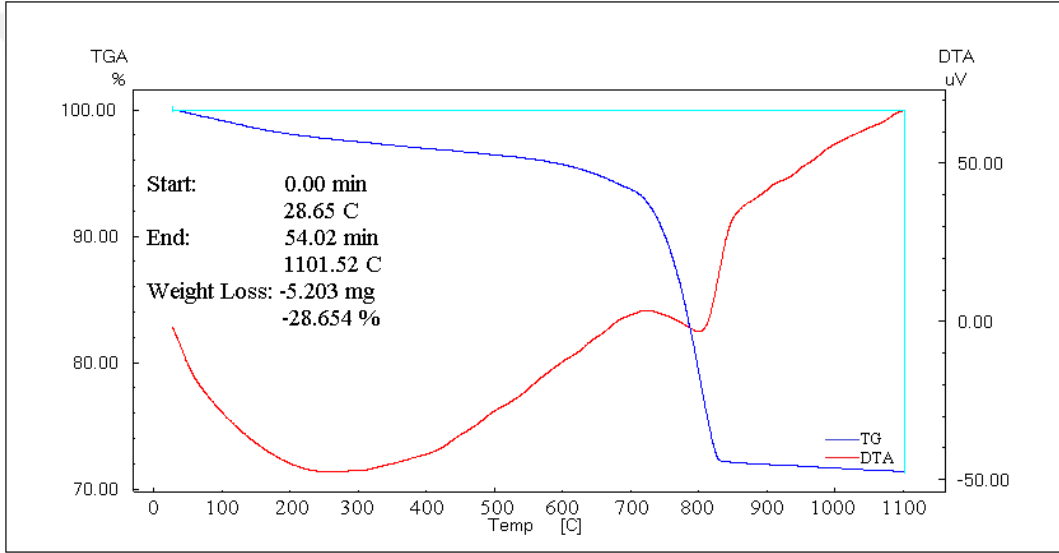
Şekil 3. 52. GTHM-4 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



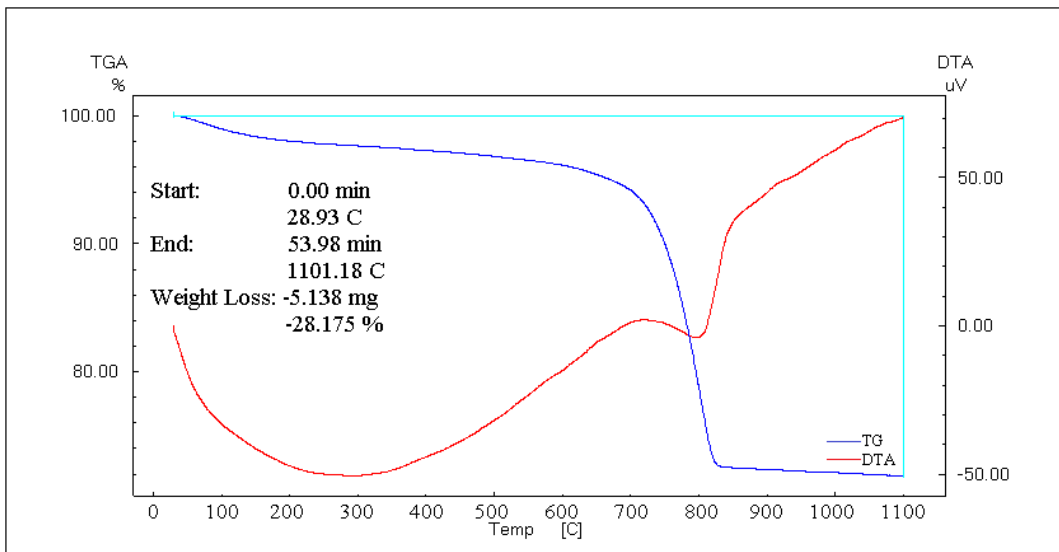
Şekil 3. 53. GTHM-5 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



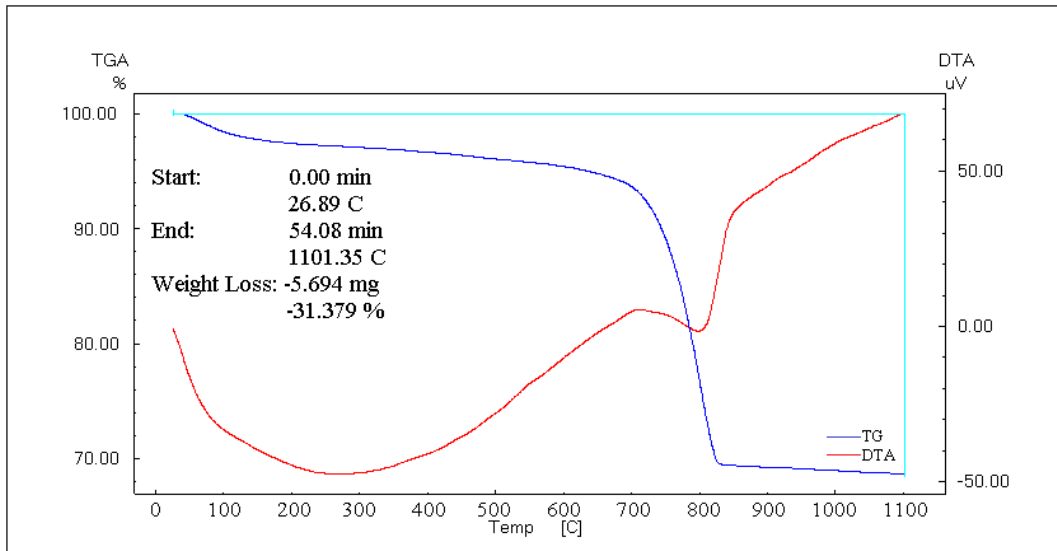
Şekil 3. 54. GTHM-6 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



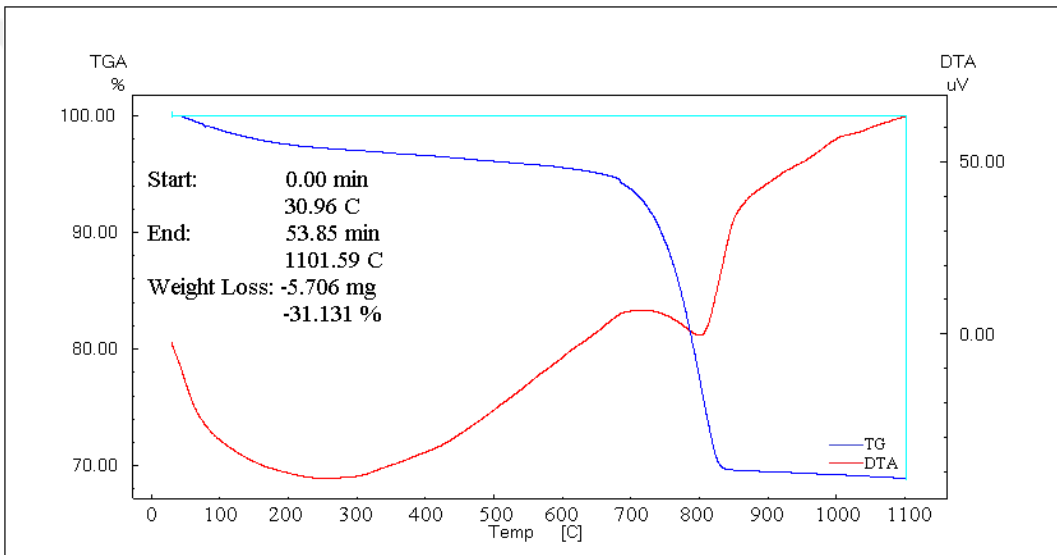
Şekil 3. 55. GTHM-7 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



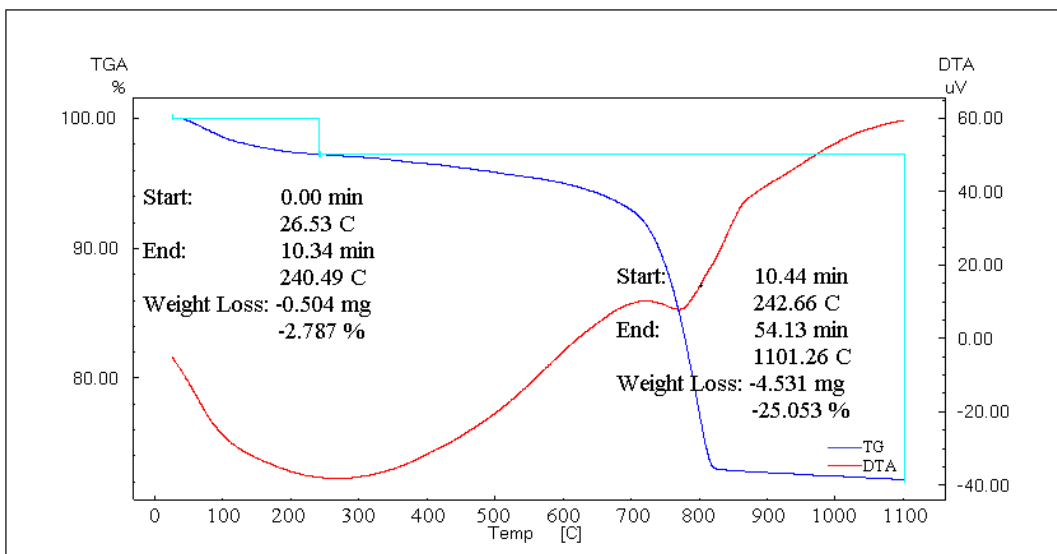
Şekil 3. 56. GTHM-8 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



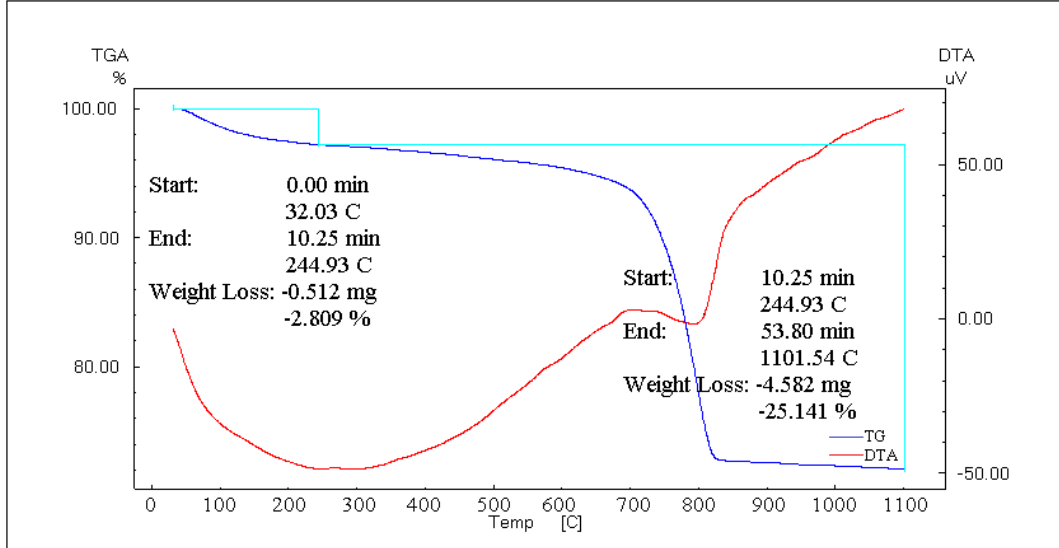
Şekil 3. 57. GTHM-9 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



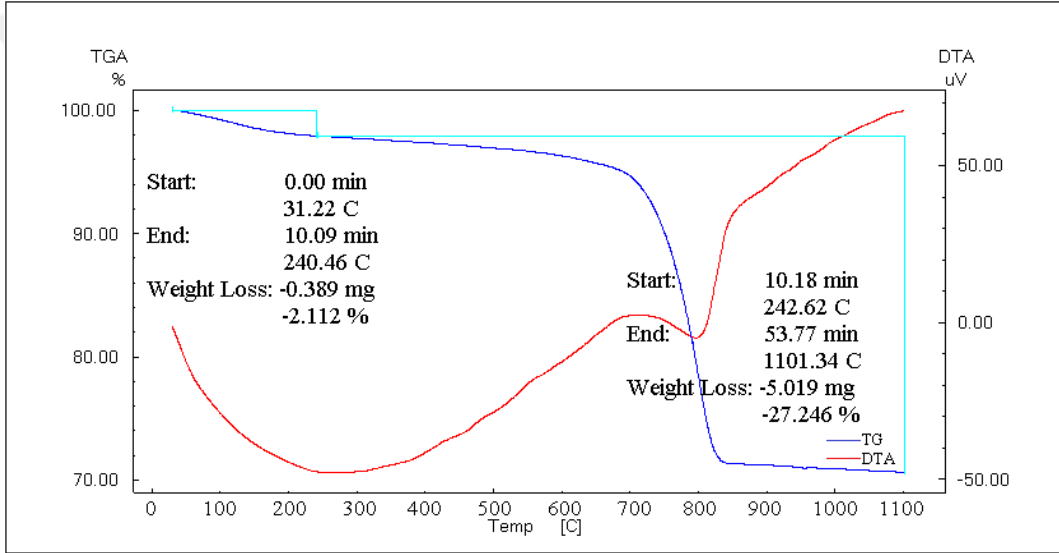
Şekil 3. 58. GTHM-10 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



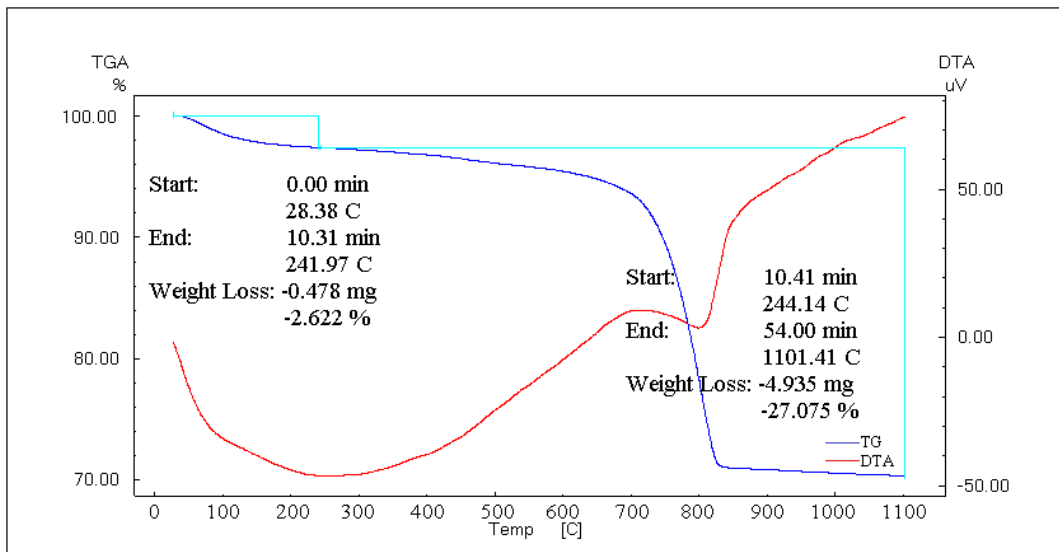
Şekil 3. 59. GTHM-11 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



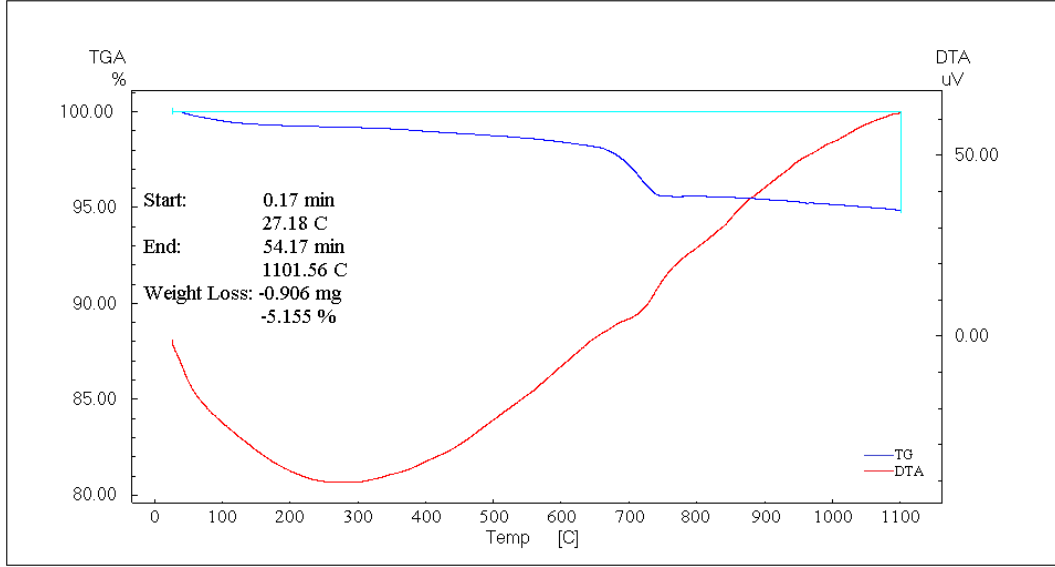
Şekil 3. 60. GTHM-12 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



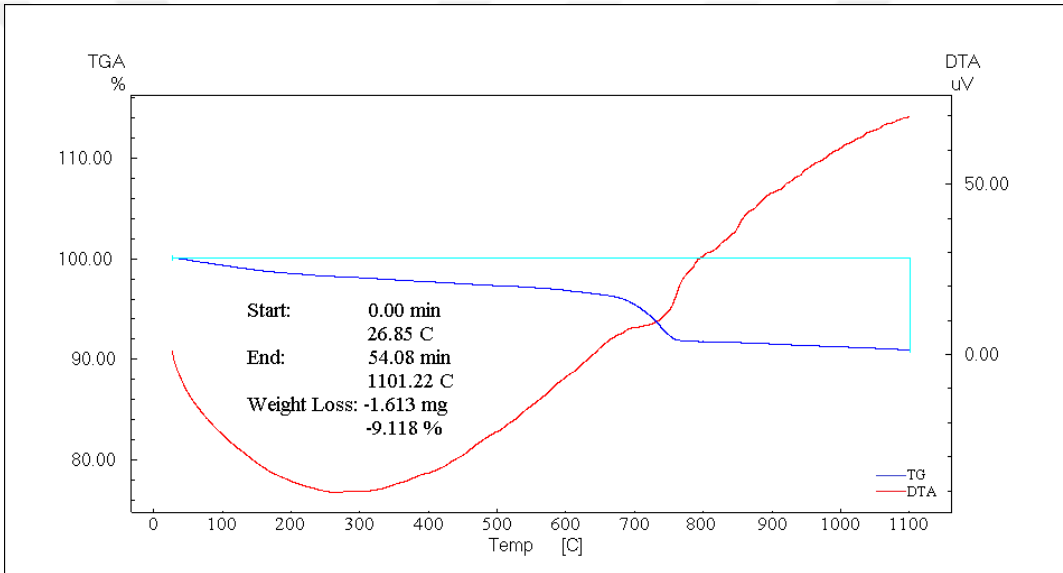
Şekil 3. 61. GTHM-13 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



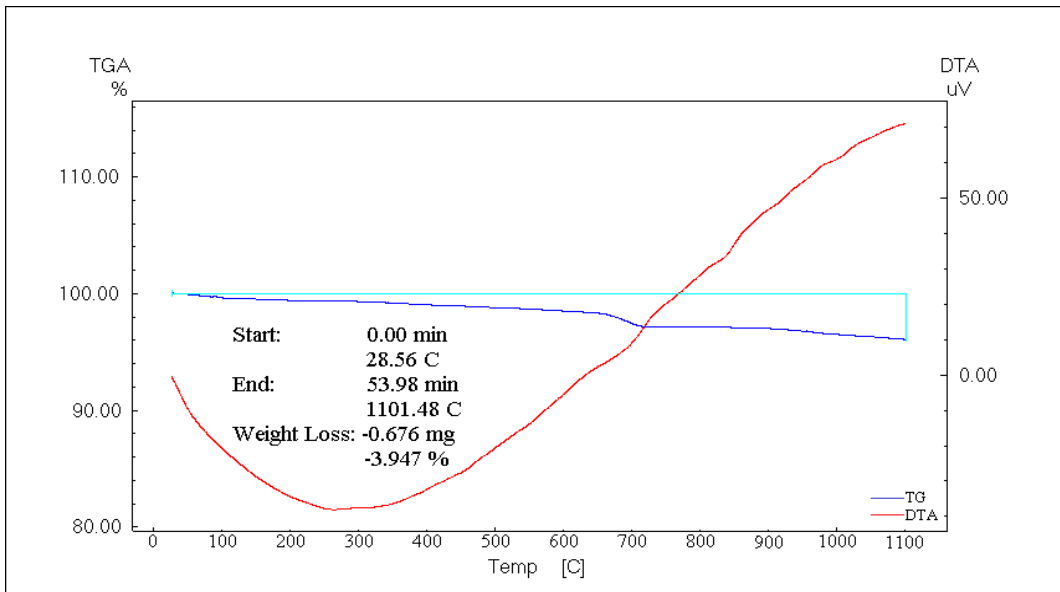
Şekil 3. 62. GTHM-14 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



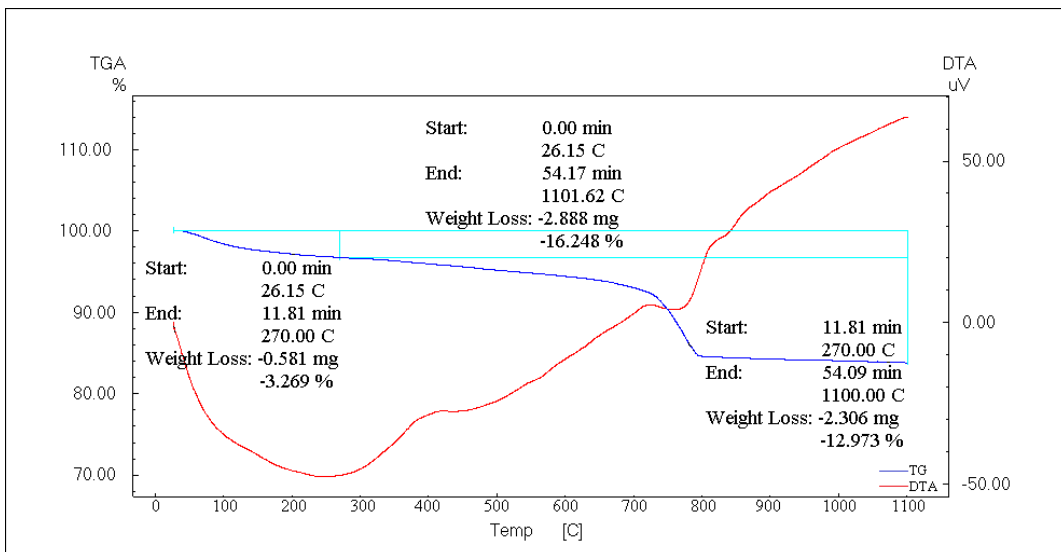
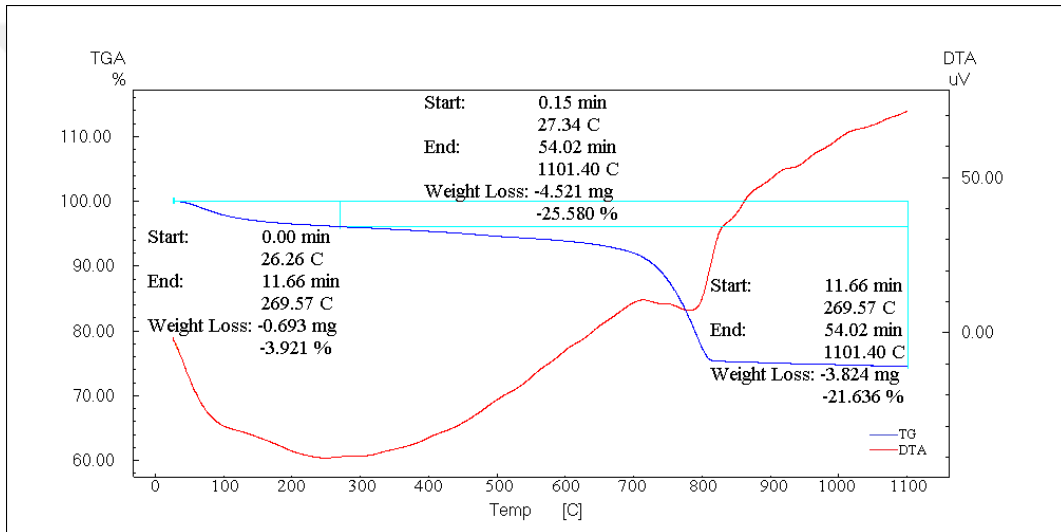
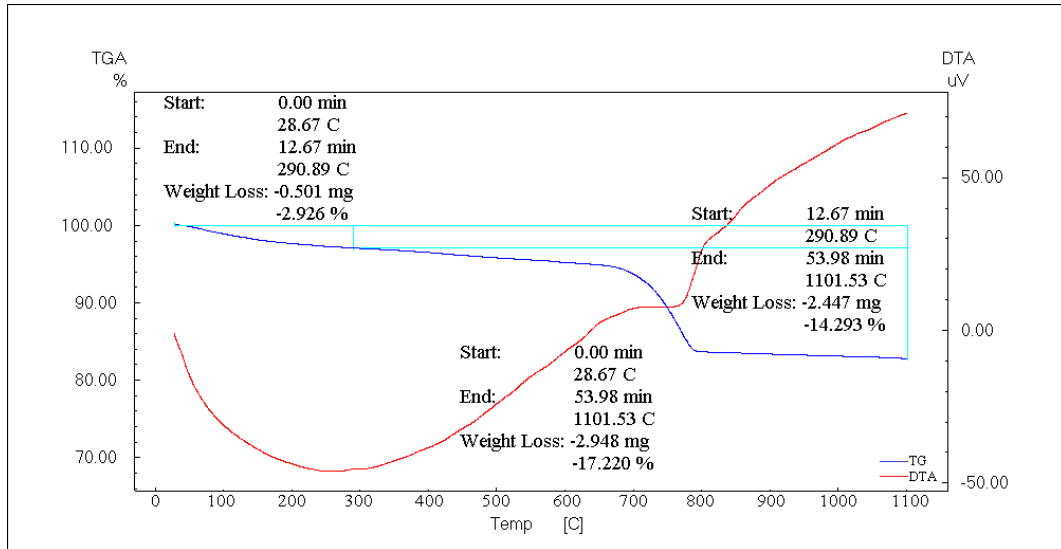
Şekil 3. 63. GTHŞ-1 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.

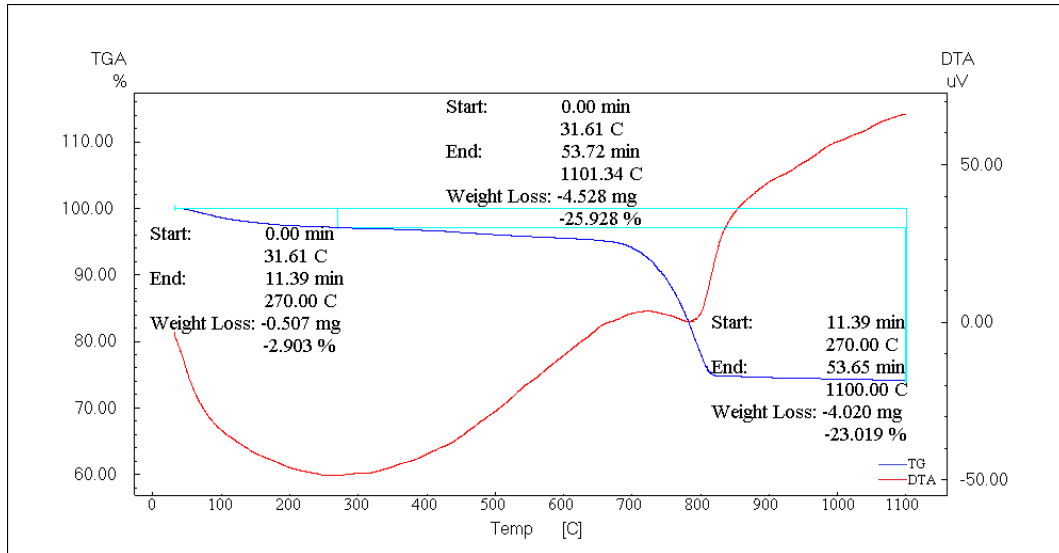


Şekil 3. 64. GTHŞ-2 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.

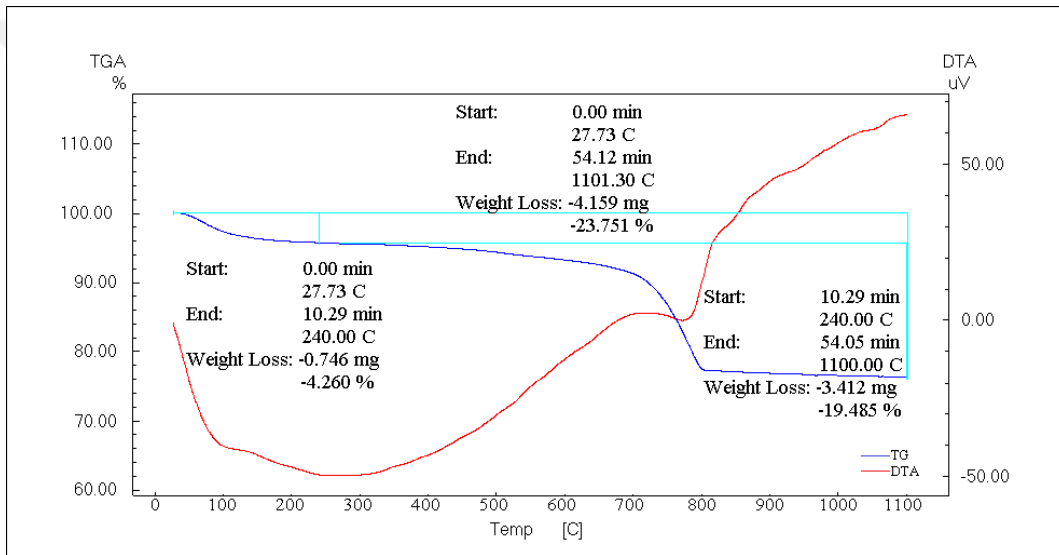


Şekil 3. 65. GTHŞ-3 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.

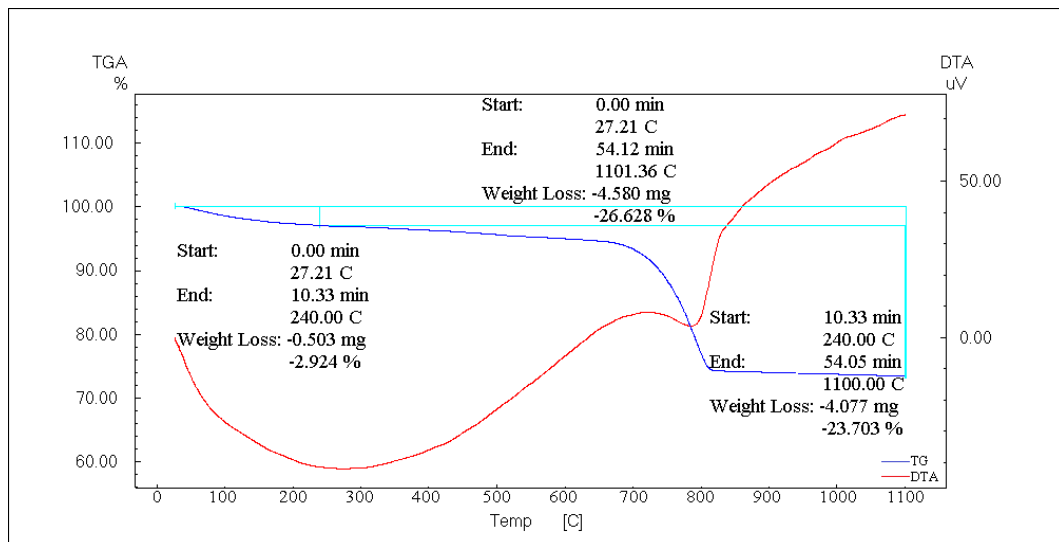




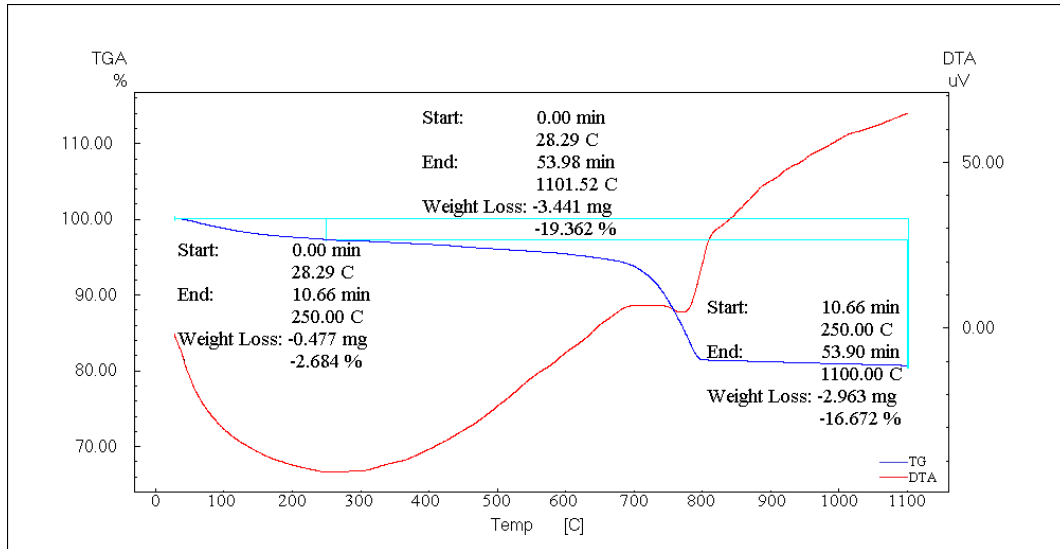
Şekil 3. 69. GTHŞ-7 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



Şekil 3. 70. GTHŞ-8 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



Şekil 3. 71. GTHŞ-9 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.



Şekil 3. 72. GTHŞ-10 kodlu seramik örneğe ait TG-DTA diyagramı.

Seramik arkeometrisinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olan termal analiz yöntemi TG-DTA, kontrollü sıcaklık artışıyla beraber örneklerde meydana gelen değişimlerin gözlemlenmesine olanak sağlayabilmektedir (Drebushchak ve ark., 2005). Uygulanan kontrollü ısı artışı ile birlikte TG eğrileri ağırlık kaybını, DTA eğrileri ise oluşan endotermik ve ekzotermik değişimleri vermektedir (Palanivel ve Kumar, 2011). TG-DTA analizi ile XRD ve FTIR analizi sonuçları birbirini teyit edici olmakta ve bu sayede pişirim sıcaklığıyla ilgili yorumlamaların daha sağlıklı olması sağlanmaktadır (Clark ve ark., 2008). DTA eğrilerinde gözlemlenen 50-200°C’de ki geniş endotermik pik higroskopik suyun uzaklaştığını göstermektedir (Palanivel ve Kumar, 2011; Clark ve ark., 2008; Moropoulou ve ark., 1995; Velraj ve ark., 2010; Franquelo ve ark., 2008; Maritan ve ark., 2006; De Nobili ve Maggioni, 1993; Meyvel ve ark., 2012; Paama ve ark., 2000). 200-350°C’de gözlemlenen endotermik pik ise kimyasal (bağlı) suyun uzaklaştığını göstermektedir (Moropoulou ve ark., 1995; Liptay, 1973; Earnest, 1984; Paama ve ark., 2000). Organik malzemelerin bozulması ise 200-650°C aralığında bir ekzotermik pik oluşturmakta ve bu pik aralığı organik malzemenin içeriğine göre değişebilmektedir (Palanivel ve Kumar, 2011; Clark ve ark., 2008; Moropoulou ve ark., 1995; Velraj ve ark., 2010; Sousa ve Holanda, 2007).

İllit, smektit, kaolinit gibi kil mineralleri 550-650°C aralığında görülen endotermik etkilerle belirlenebilmektedir (Moropoulou ve ark., 1995). 450-650°C aralığında dehidroksilasyona bağlı olarak oluşan endotermik etki kaolinit mineralinin varlığını göstermektedir (Palanivel ve Kumar, 2011; Velraj ve ark., 2010; Moropoulou ve ark., 1995; Meyvel ve ark., 2012; Hajjaji ve ark., 2002; Chakchouk ve ark., 2009). Bu endotermik etki kaolinit mineralinin seramik bünyesinde yer aldığına, pişirim



esnasında bu mineralin bozulmadığına işaret etmektedir (Palanivel ve Kumar, 2011). Buna ek olarak söz konusu kaolinit dehidroksilasyonuna ait pikin belirlenmesi seramik örneğin 450-650°C üstünde pişirilmediğini göstermektedir (Clark ve ark., 2008). 125-260°C ve 625-750°C sıcaklık aralığında oluşan iki endotermik pik montmorillonit grubu kil minerallerini vermektedir (Gürtekin ve Albayrak, 2006; Mackenzie, 1970). Karbonatlı yapılar 700 ile ~900°C aralığında oluşturduğu endotermik etkiyle kendini gösterirken özellikle 700-850°C aralığında belirgin bir şekilde oluşan endotermik pik kalsite işaret etmektedir (Drebushchak ve ark., 2005; Palanivel ve Kumar, 2011; Moropoulou ve ark., 1995; Mackenzie, 1970).

Yapılan analiz sonucunda gözlemlenen ağırlık kayıpları oda sıcaklığı ile 100°C arasındaki dehidratasyon, 400-500°C'de hidroksil dekompozisyon-dehidroksilasyon ve 700-800°C'de karbonatların bozulması olarak üç adımda değerlendirilebilir (Drebushchak ve ark., 2005).

Mutfak kaplarından oluşan 14 adet seramik örnek için yapılan TG-DTA analiz sonuçları neticesinde tüm örneklerde görülen toplam ağırlık kaybı % 28-31 arasında belirlenmiştir (Çizelge 3.2.). TG analizleri incelendiğinde 550-650°C'ye kadar gözlemlenen kademeli ağırlık kayıplarının higroskopik suyun uzaklaşması ve organik maddelerin bozulması sonucunda olduğu düşünülmektedir. DTA eğrileri incelendiğinde tüm örneklerde 800-850°C aralığında endotermik etki gözlemlenmiştir. Belirlenen bu endotermik etki kalsite ve dolayısıyla kullanılan hammaddenin kalkerli kil kaynaklı olduğuna işaret etmektedir.

**Çizelge 3.2.** Mutfak kapları seramikleri için 25-1100 °C sıcaklık aralığında tespit edilen toplam ağırlık kayıpları (mg ve % olarak).

Numune Kodu	Kullanılan Numune Ağırlığı (mg)	Toplam Ağırlık Kaybı (mg)	Toplam % Ağırlık Kaybı
GTHM-1	18,08	5,48	29,95
GTHM-2	18,65	5,32	28,52
GTHM-3	18,38	5,31	28,91
GTHM-4	18,25	5,65	30,98
GTHM-5	18,32	5,73	31,30
GTHM-6	17,77	5,38	30,27
GTHM-7	18,15	5,20	28,65
GTHM-8	18,23	5,13	28,17
GTHM-9	18,14	5,69	31,37
GTHM-10	18,32	5,70	31,13
GTHM-11	18,08	5,03	27,84
GTHM-12	18,22	5,09	27,95
GTHM-13	18,42	5,40	29,35
GTHM-14	18,22	5,41	29,69

Şerit perdahlı seramik grubundan oluşan 10 adet örnekte belirlenen ağırlık kaybı GTHŞ-1, GTHŞ-2 ve GTHŞ-3'te %3-10 iken diğer örneklerde ise %16-26 aralığında belirlenmiştir (Çizelge 3.3.). İlk üç örnekte ağırlık kaybının düşük olmasından dolayı bu numunelerin diğer örneklere kıyasla daha yüksek sıcaklıkta piştiği söylenebilir. Buna ek olarak ilk üç örnekte oluşan endotermik etkinin 700-750°C aralığında olması bu örneklerdeki ikincil kalsitin varlığına işaret etmektedir. İlk üç örneğe ek olarak kalan diğer seramik örneklerde de kalsit varlığı saptanmış olup yaklaşık 800-850°C aralığında bu minerale ait endotermik pikler tespit edilmiştir. 550-650°C'ye kadar olan kademeli ağırlık kaybının higroskopik suyun uzaklaşması ve organik maddenin bozulması ile ilgili olduğu söylenebilir. Son olarak şerit perdahlı seramiklerin kalkerli kil kaynağından üretildiği düşünülmektedir.

Arkeometrik analizlerin bir türü olan TG-DTA analiz sonuçları yapılan XRD ve FTIR analiz sonuçlarıyla uyumlu olmuştur.

**Çizelge 3.3.** Şerit perdahlı seramikler için 25-1100 °C sıcaklık aralığında tespit edilen toplam ağırlık kayıpları (mg ve % olarak).

Numune Kodu	Kullanılan Numune Ağırlığı (mg)	Toplam Ağırlık Kaybı (mg)	Toplam % Ağırlık Kaybı
GTHŞ-1	17,57	0,90	5,15
GTHŞ-2	17,69	1,61	9,11
GTHŞ-3	17,12	0,67	3,94
GTHŞ-4	17,12	2,94	17,22
GTHŞ-5	17,67	4,52	25,58
GTHŞ-6	17,77	2,88	16,24
GTHŞ-7	17,46	4,52	25,92
GTHŞ-8	17,51	4,15	23,75
GTHŞ-9	17,20	4,58	26,62
GTHŞ-10	17,77	3,44	19,36

### 3.4. Petrografik Analiz (Optik Mikroskop) Sonuçları

Araştırma konusu olan seramik numunelerine ait petrografi analiz sonuçları kayaç ve mineral içeriği, porozite ve matriks toplam agrega oranıyla birlikte Çizelge 3.4.'da verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Seramik gruplarına ait içerdiği numune kodu, porozite (P), matriks toplam agrega oranı (MTA ) ve kayaç/mineral içerikleri.

Seramik Örnek Grupları	Gruplara ait Seramik Örnekler	P (%)	MTA (%)	Mineral*	Kayaç** ve Tuğla Kırığı
Grup-1	GTHM-1, GTHM-3, GTHM-4, GTHM-5, GTHM-6, GTHM-7, GTHM-8, GTHM-9, GTHM-10, GTHM-11, GTHM-12, GTHM-13, GTHM-14	2	45	Q,C	K,M, TK(%1)
Grup-2	GTHM-2	3	30	Q,C,Ç,Op	K
Grup-3	GTHŞ-1, GTHŞ-2, GTHŞ-3	5	45	Q,Pl,Ç,By,Py, Op	A
Grup-4	GTHŞ-4	6	35	Q,C,Pl,Ç,Py, Op	-
Grup-5	GTHŞ-5, GTHŞ-6, GTHŞ-8	8	25	Q,C,Pl,Ç,Py	K,B
Grup-6	GTHŞ-7, GTHŞ-9	2	40	Q,C	K,M, TK(%1)
Grup-7	GTHŞ-10	5	32	Q,C,Pl,Ç,Op	K

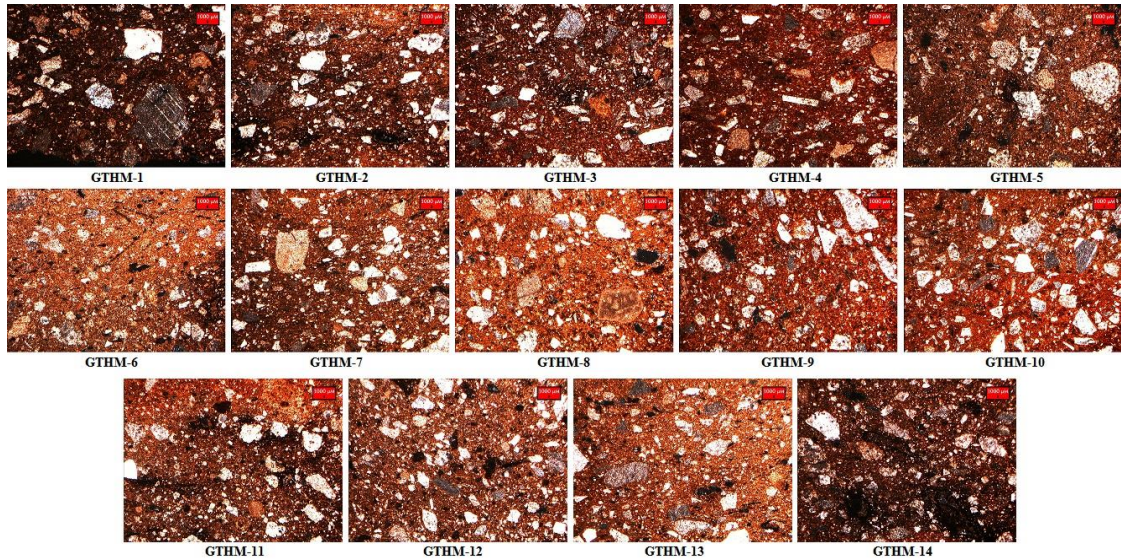
(\*) By: Biyotit, C: Kalsit, Ç: Çört, Op: Opak Mineraller, Pl: Plajiyoklas, Py: Piroksen, Q: Kuvars

(\*\*) A: Andezit, B: Bazalt, M: Mermer, K: Kireçtaşı, KT: Kumtaşı, TK: Tuğla Kırığı

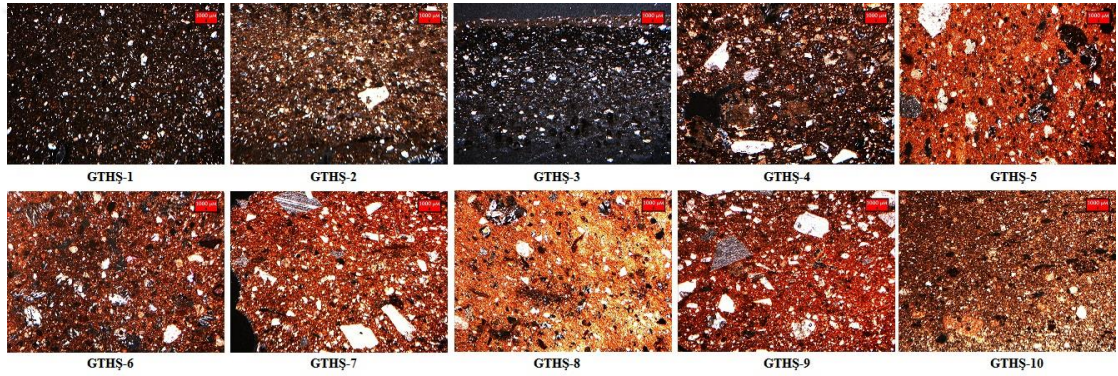
P: Porozite, MTA: Matriks Toplam Agrega Oranı

Kimyasal analiz sonucunda CaO oranı %5'in üstünde bulunmuş (bakınız; 3.5. SEM/EDX sonuçları) ve dolayısıyla kalkerli bir kil kullanıldığı öngörülmüştür (Maniatis ve ark., 1980). Yapılan petrografi analiz sonucunda da kullanılan hammaddenin kalker içerikli olduğu belirlenmiştir. Grupların çoğunda kalsit ve kuvars belirlenen başlıca mineraller olmuştur. Plajiyoklaz, piroksen, biyotit ve opak mineraller bazı gruplarda belirlenen diğer mineral türleri olmuştur. Grup-1 ve Grup-6'da kireç taşı (tortul kayaç) ve mermer (metamorfik kayaç), Grup-2'de kireç taşı (tortul kayaç), Grup-3'te andezit (volkanik kayaç), Grup-5'te kireç taşı (tortul kayaç) ve bazalt (volkanik kayaç), Grup-7'de kireç taşı (tortul kayaç) gözlemlenmiştir. Çört (silisli kayaç) ise Grup-1 ve Grup-6 dışındaki tüm gruplarda tespit edilmiştir. Ayrıca Grup-1 ve Grup-6'da tuğla kırığı belirlenmiştir. Bu bilgilere ek olarak seramik örneklerine ait ince kesitlerden optik mikroskop ile mikrofotograflar alınmıştır (Şekil 3.73-74).

Genel olarak mutfak kaplarından oluşan 14 adet seramik örnekte, GTHM-2 kodlu örnek dışında kalan tüm seramiklerin aynı mineral/kayaç içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç üretimde aynı hammadde kaynağının kullanıldığını akla getirmektedir. 10 adet şerit perdahlı seramik örneğin ise mineral/kayaç içeriği bakımından mutfak kaplarından ayrıldığı belirlenmiştir.



Şekil 3. 73. Mutfak kaplarına ait seramik örneklerin mikrofotoğrafları.



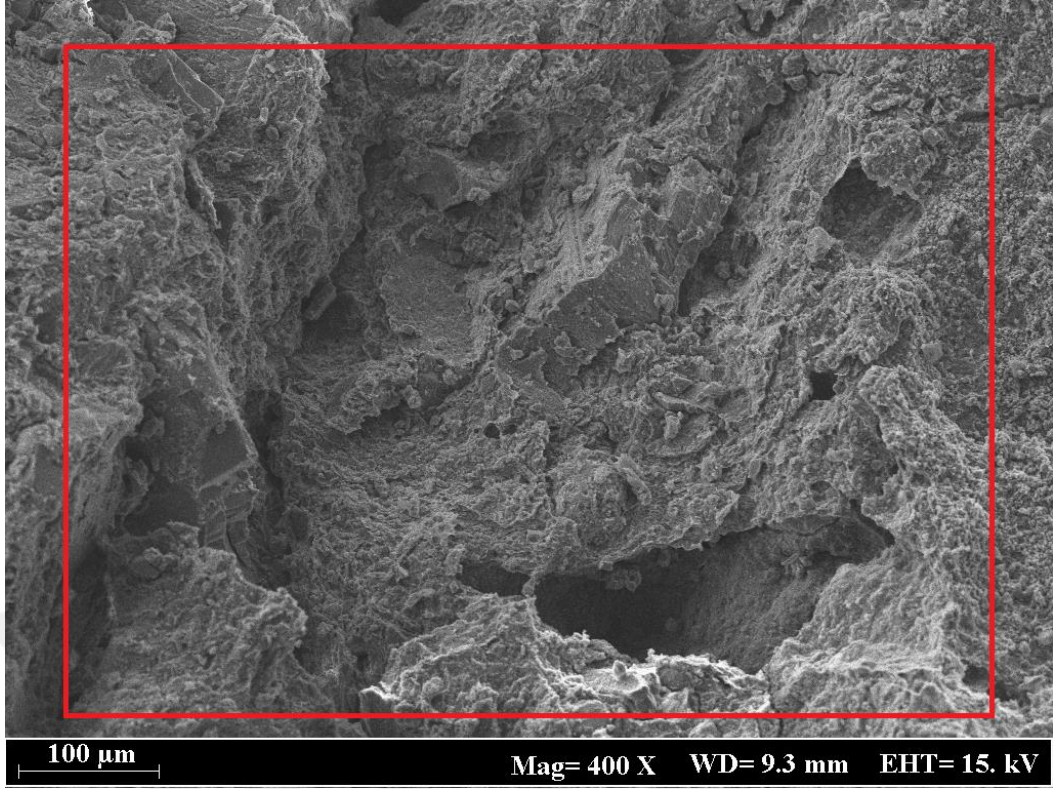
Şekil 3. 74. Şerit perdahlı seramik örneklerin mikrofotoğrafları.

Seramik numunelere ait ince kesit görüntüleri incelendiğinde özellikle mutfak kabı grubuna ait numunelerde plastik olmayan hammadde miktarının yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum üretimde kullanılan hammaddelerin göreceli olarak iri taneli olduğunu ve hammaddeler için kırma/öğütme işlemlerinin uygulanmamış olabileceğini veya özensiz yapıldığını akla getirmektedir. Mutfak kabı grubundaki seramiklerde belirlenen birincil kalsit ince kesit görüntülerinde de kendini göstermiş ve bu mineralin genel olarak iri taneli olduğu gözlemlenmiştir. Bu gruptaki seramiklerde tespit edilen tuğla kırığı içeriğine bağlı olarak numunelerin ince kesit görüntülerinde grog benzeri safsızlıklara rastlanmış ve bunların seramik bünyeye sağlamlık kazandırmak amacıyla eklendiği öngörülmüştür. Seramik matris içerisinde temper malzeme görevi gören bu tip katkıların özellikle mutfak kabı seramiklerinde termal özelliklerin kontrol edilmesi amacıyla da kullanıldığı bilinmektedir (Tite ve ark., 2001; Rice, 1987). Dolayısıyla, elde edilen sonuçların seramiklerin ait olduğu grubu (mutfak kapları) temsil edecek doğrultuda olduğu tespit edilmiştir. Şerit perdahlı seramik grubuna bakıldığında çoğu seramiğin orta (0,5-1,0 mm) ve iri (>1,0 mm) boyutta agrega içerdiği, aynı zamanda

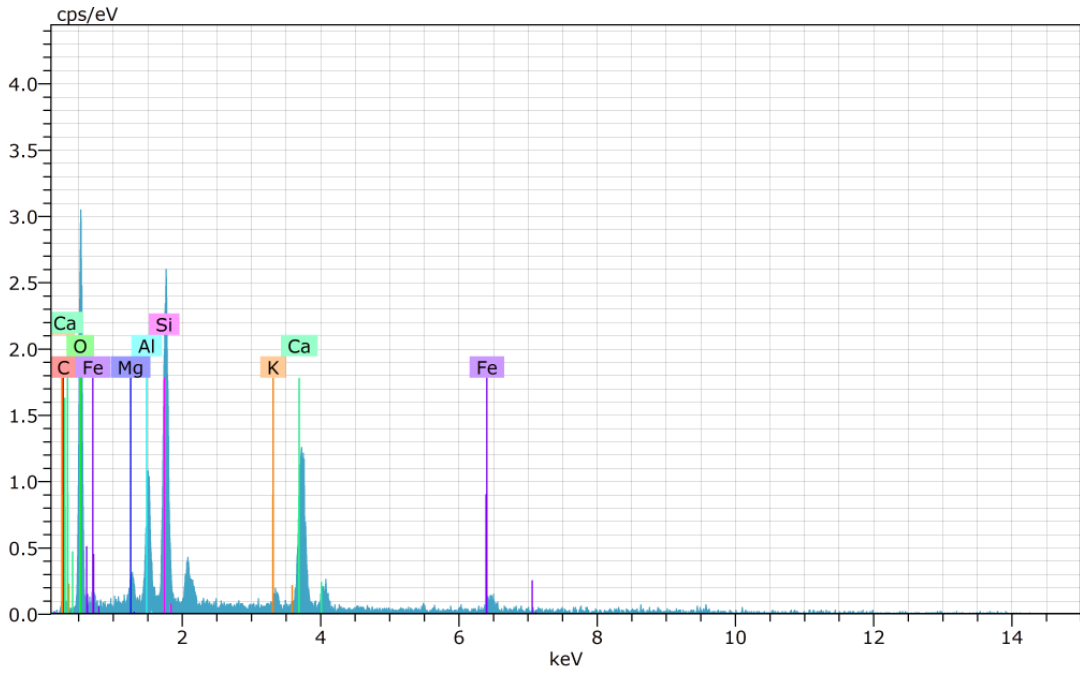
bazı örneklerin de ince taneli hamur yapısına sahip olduğu gözlemlenmiştir. İnce kesit görüntülerine bakıldığında, mutfak kabı grubundaki örneklerin tamamının ve şerit perdahlı grubundaki örneklerin ise büyük çoğunluğunun kırmızı-kahverengi tonlarında, bazılarının ise (GTHŞ-1 ve GTHŞ-3) gri-siyah tonlarında hamur yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Özellikle fırın atmosferinde görülen değişikliklerin (yükseltgen ya da indirgen) seramiklerde kırmızı-kahverengi ya da siyah-gri gibi renklerin oluşmasını sağladığı bilinmektedir (Maritan ve ark., 2006). Bu bilgi ışığında bir değerlendirme yapıldığında, kırmızı-kahve tonlarında hamur rengine sahip örneklerin yükseltgen ortama, gri-siyah tonlarında hamur rengine sahip örneklerin ise indirgen pişirim ortamına maruz kaldığı öngörüsünde bulunulmuştur. Bu durum seramiklerin büyük çoğunluğunun pişirim tekniği açısından benzer olduğuna ve bir kısmının da farklı bir pişirim sürecine maruz kaldığına işaret etmiştir. Bu noktada önemli diğer bir etken de organik madde varlığıdır. Zira organik katkı ilavesi yüksek olan seramiklerde bu içeriğe bağlı olarak seramikler pişirim atmosferinden bağımsız olarak kırmızı veya siyah tonlarında olabilmektedir (Bong ve ark., 2008).

### **3.5. Mikro Yapı Analiz Sonuçları (SEM-EDX)**

Mutfak kapları ve şerit perdahlı seramiklerden oluşan toplam 24 adet temsili numuneye ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji saçınımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) sonuçları Şekil 3.75-170'de verilmiştir. Numunelerden öncelikle 100 µm ölçekli görüntü üzerinden genel bir EDX spektrumu alınarak örneklerin kimyasal kompozisyonu belirlenmiş ardından da seçilen bazı bölgeler üzerinde tekrar EDX taraması yapılmıştır.

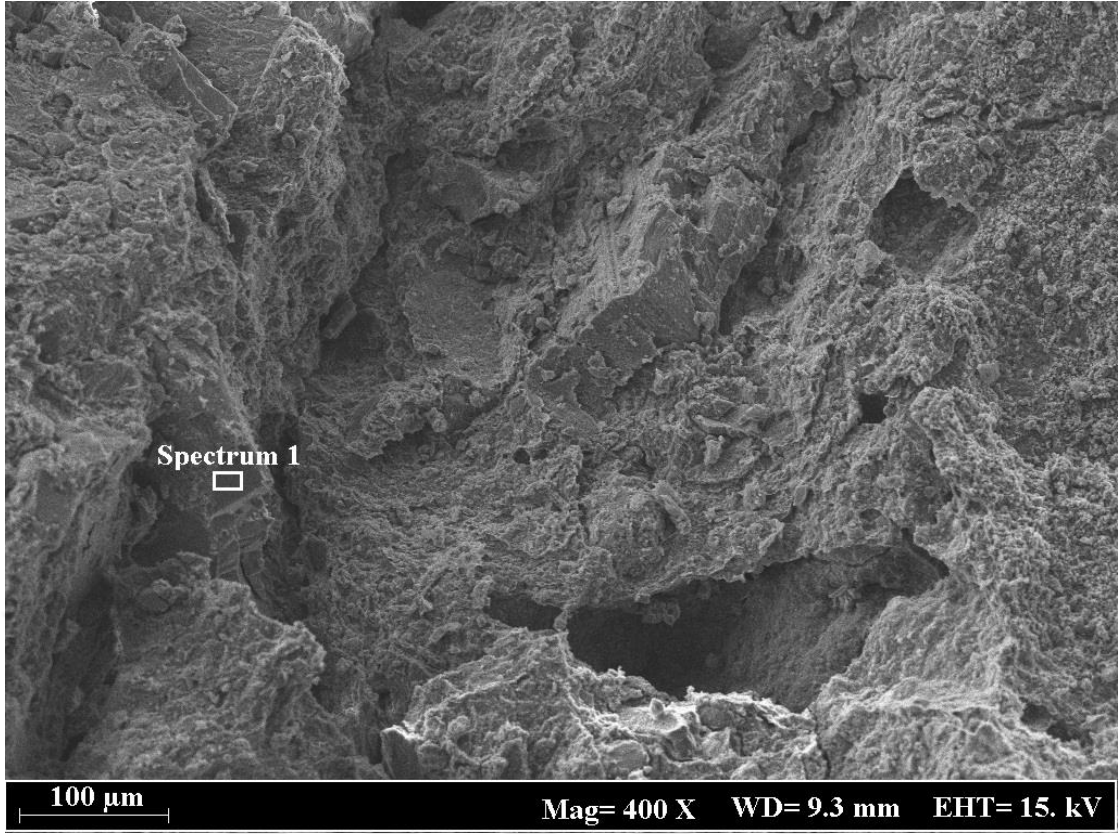


Şekil 3. 75. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

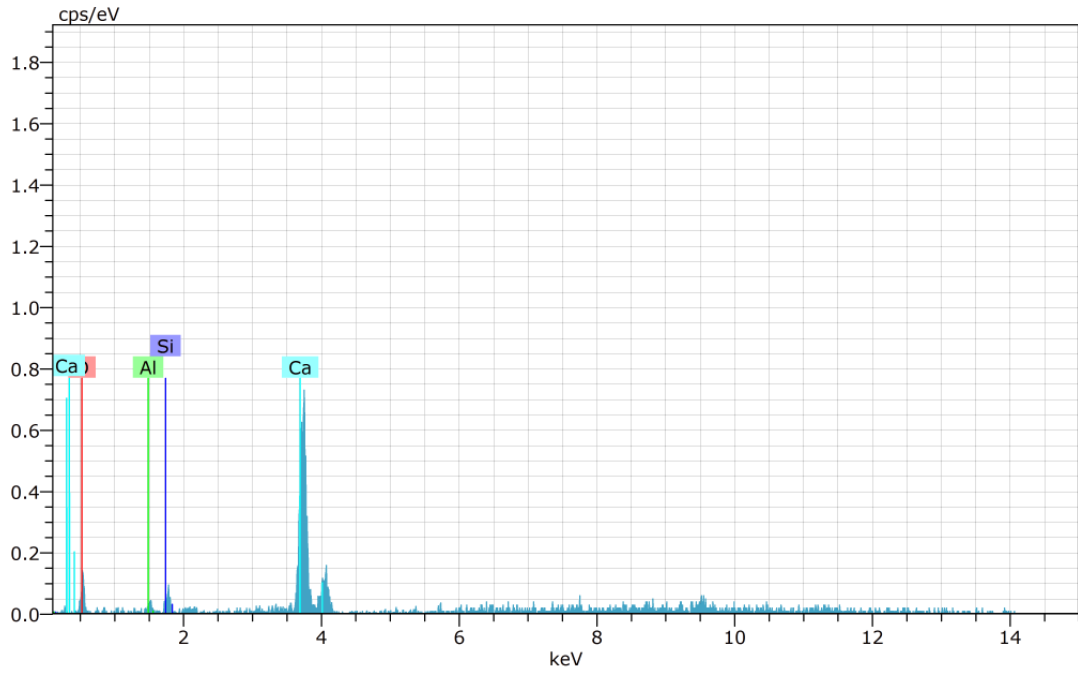


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
2.36	13.14	42.38	1.06	33.26	7.80

Şekil 3. 76. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

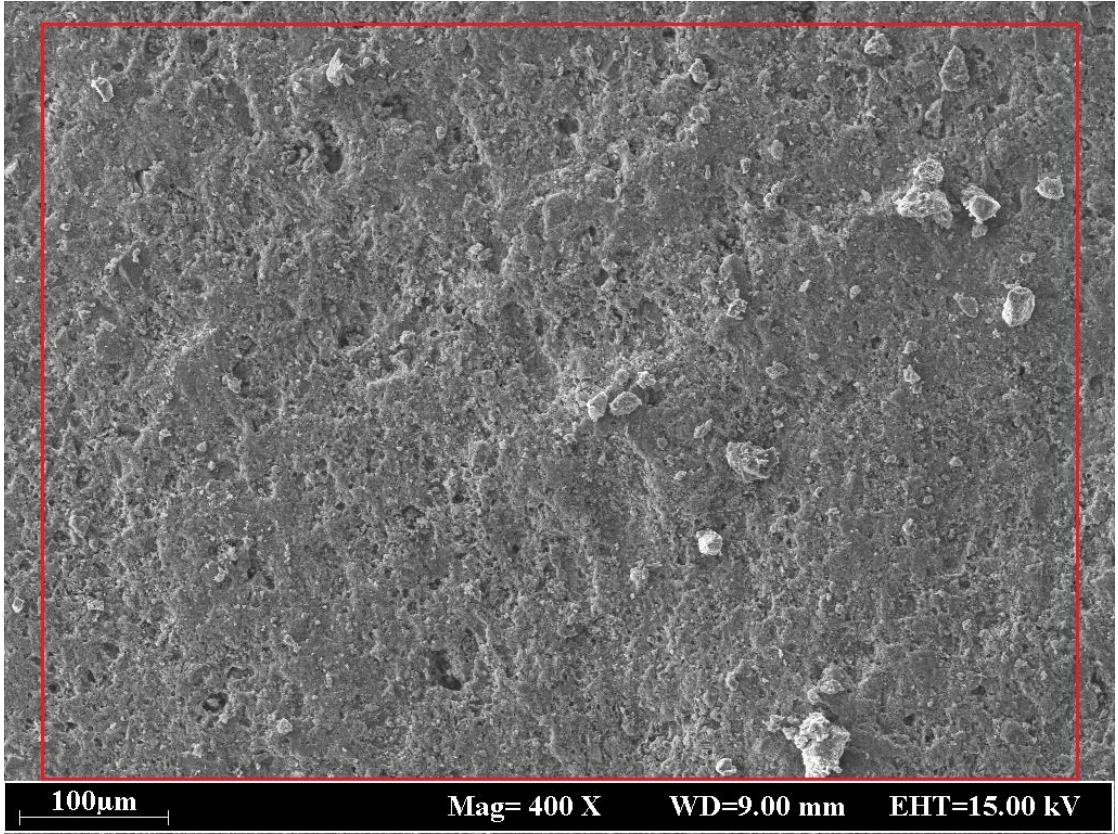


Şekil 3. 77. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

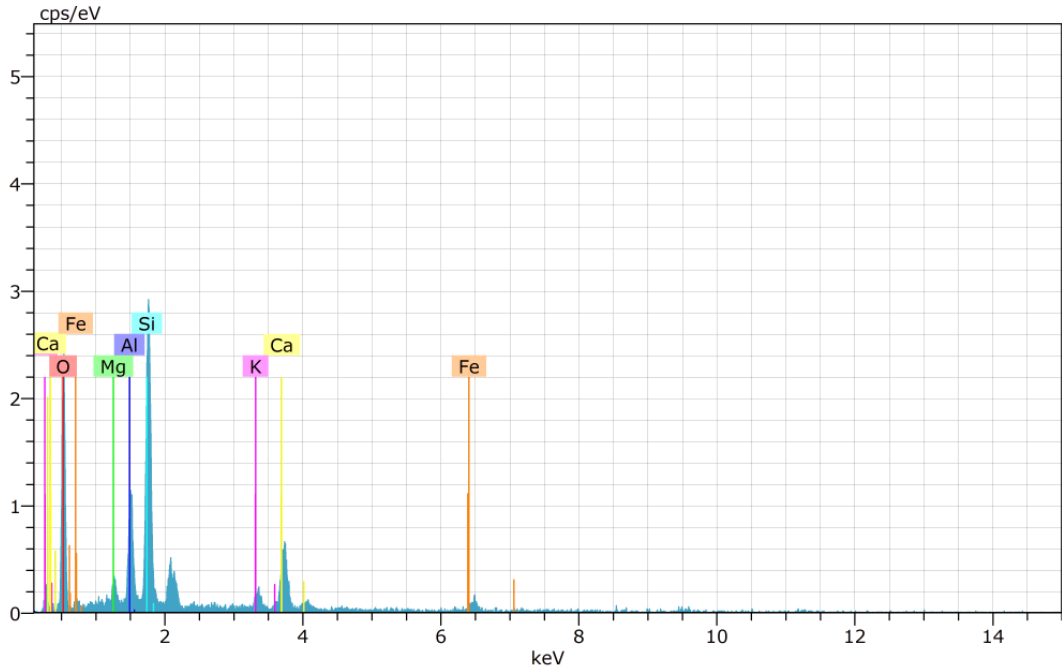


SPECTRUM 1		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO
2.58	5.33	92.09

Şekil 3. 78. GTHM-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



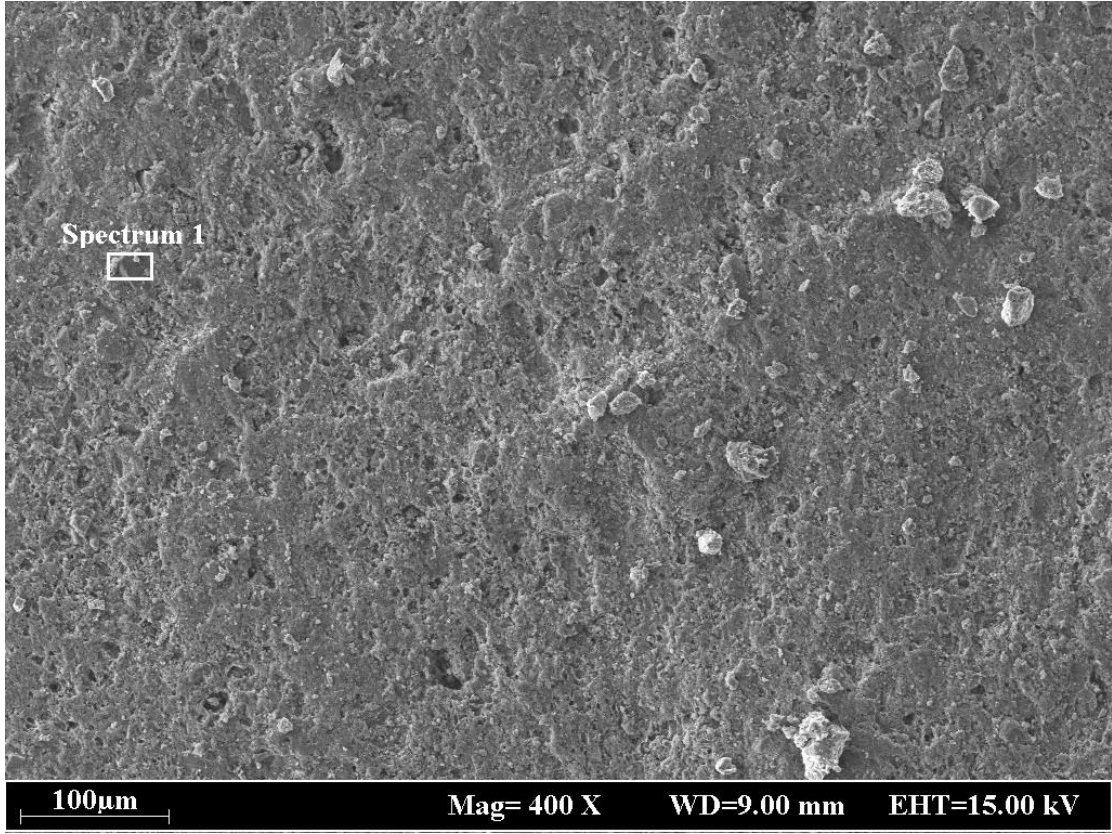
Şekil 3. 79. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.



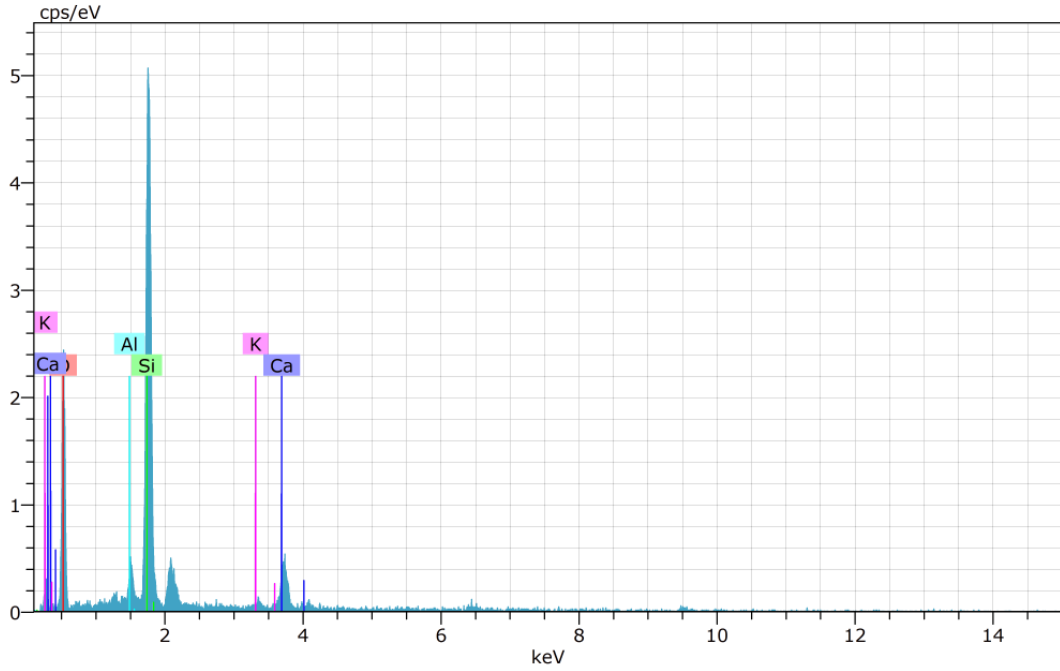
MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
2.96	16.38	54.08	2.47	18.34	5.77

Şekil 3. 80. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.



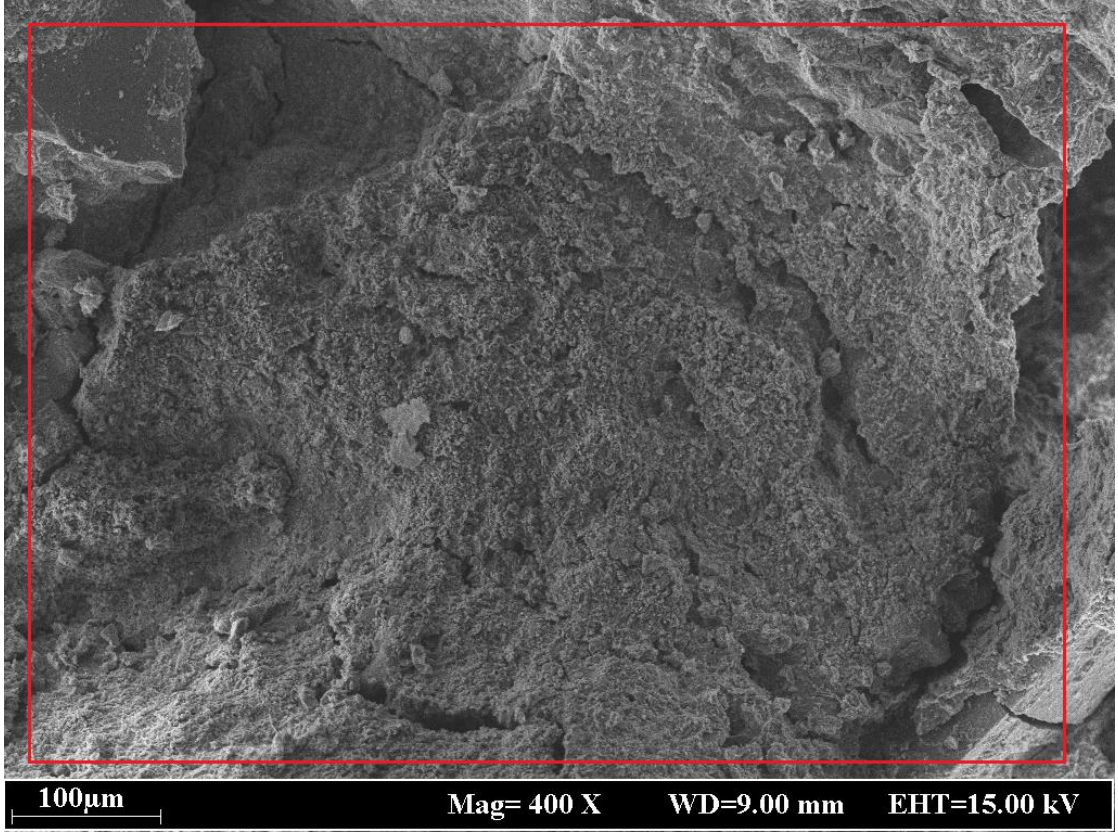


Şekil 3. 81. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

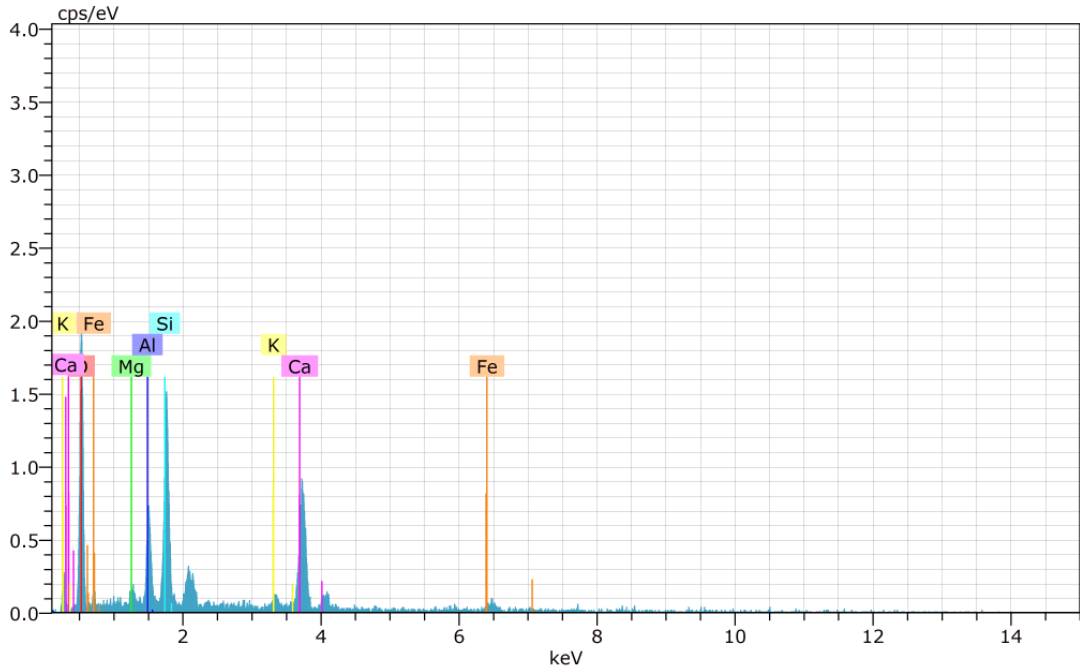


SPECTRUM 1			
SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
83.30	11.47	4.49	0.74

Şekil 3. 82. GTHM-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

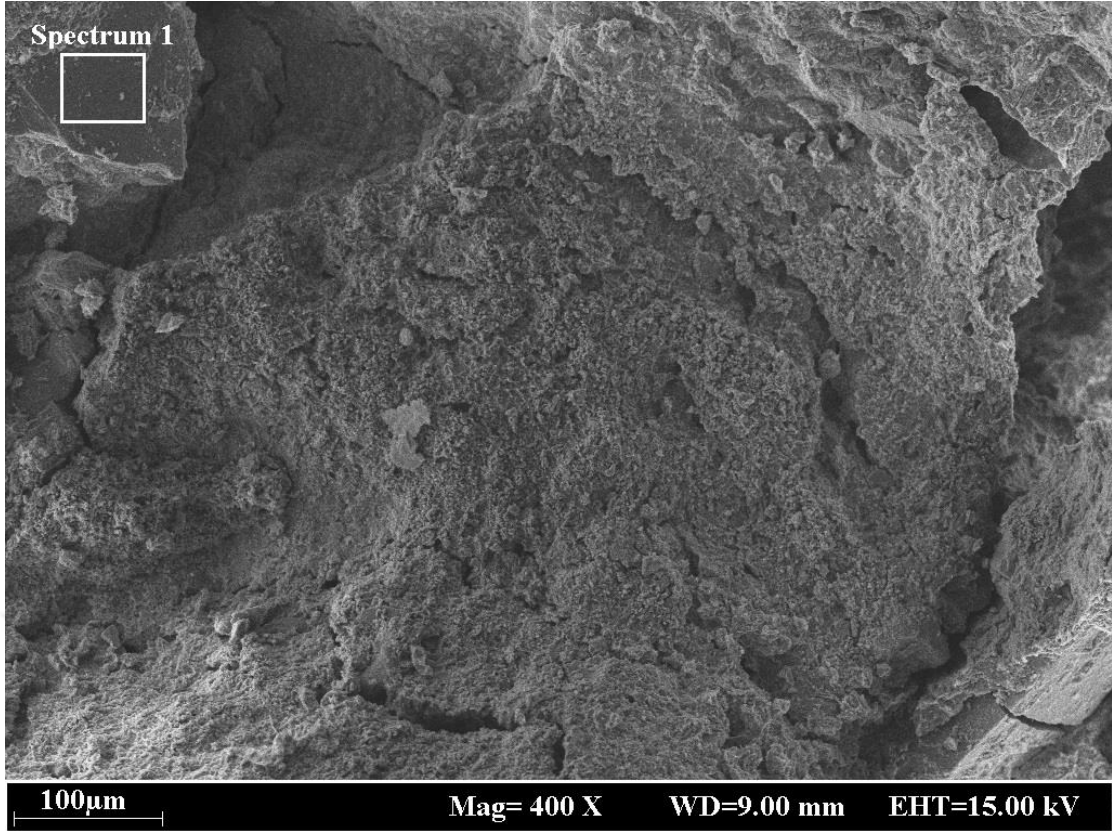


Şekil 3. 83. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

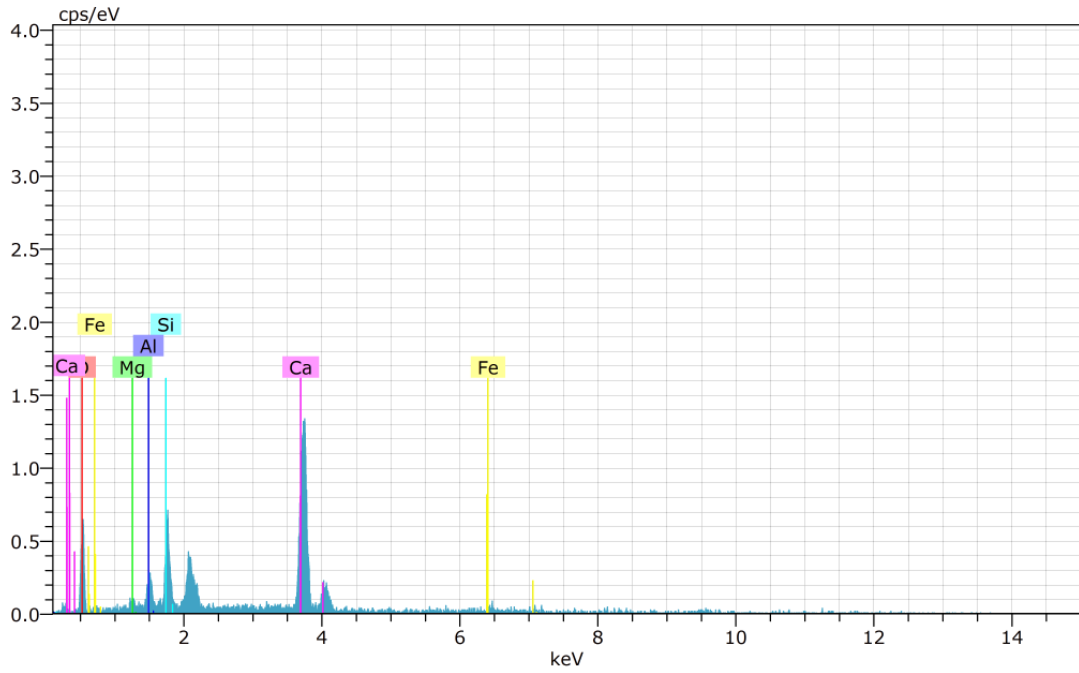


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	FeO
1.70	14.62	40.50	36.80	1.39	5.00

Şekil 3. 84. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

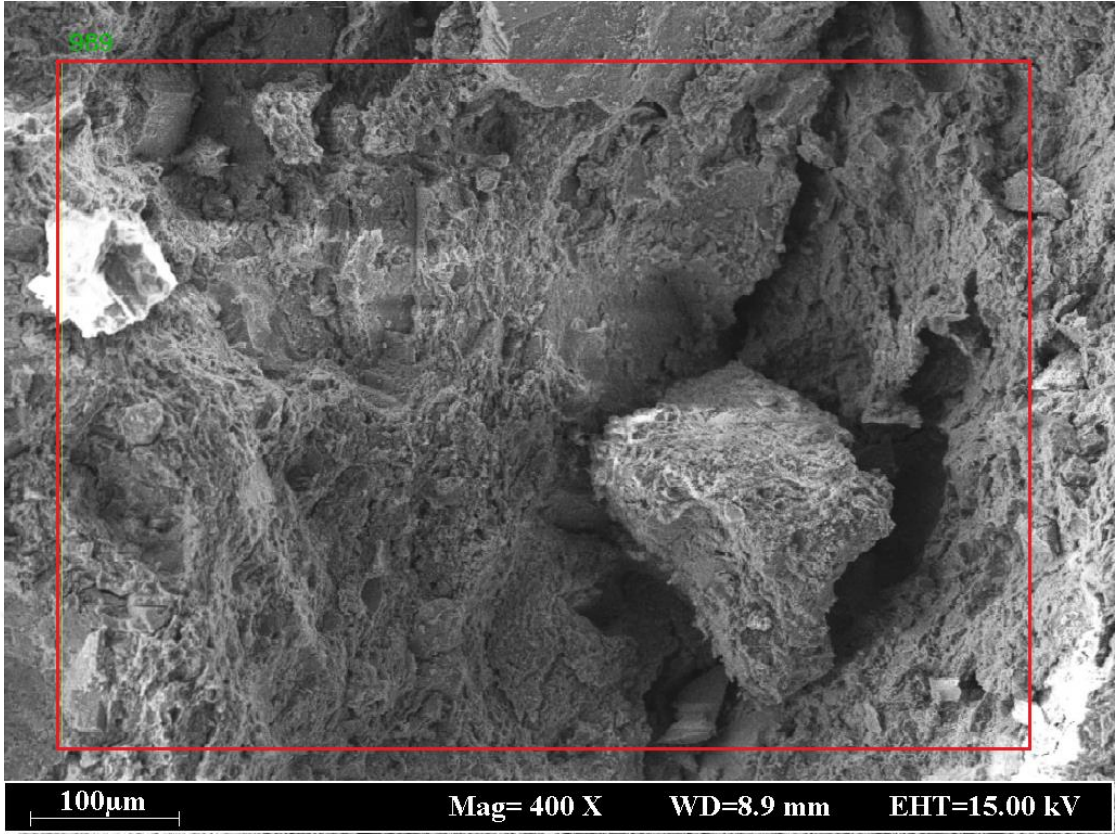


Şekil 3. 85. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

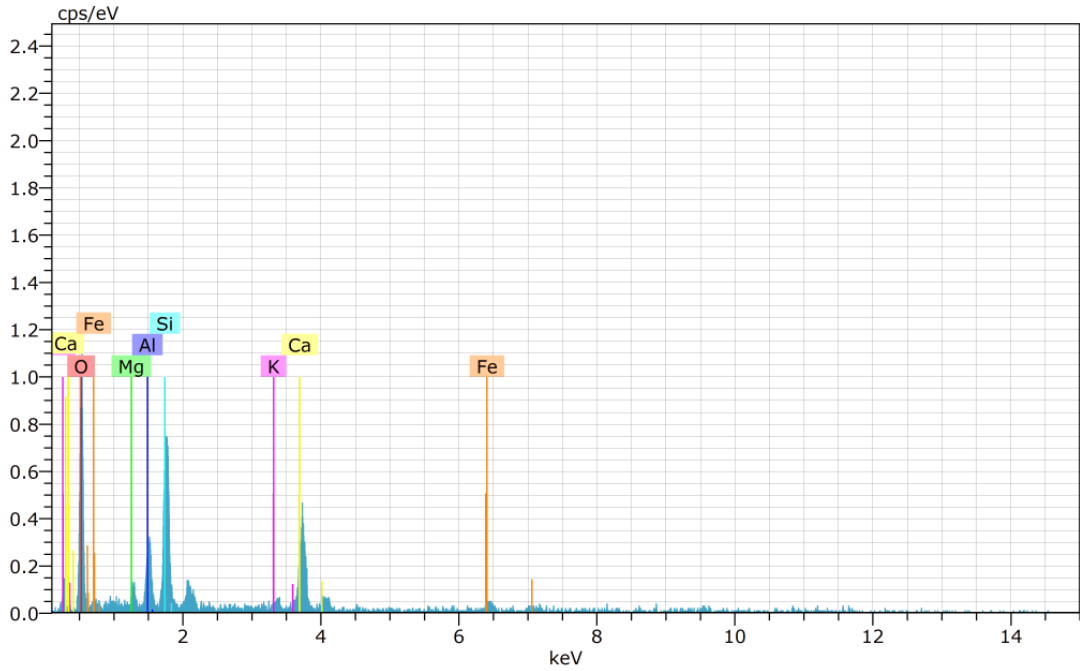


SPECTRUM 1				
MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO
1.64	5.95	18.51	69.78	4.12

Şekil 3. 86. GTHM-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

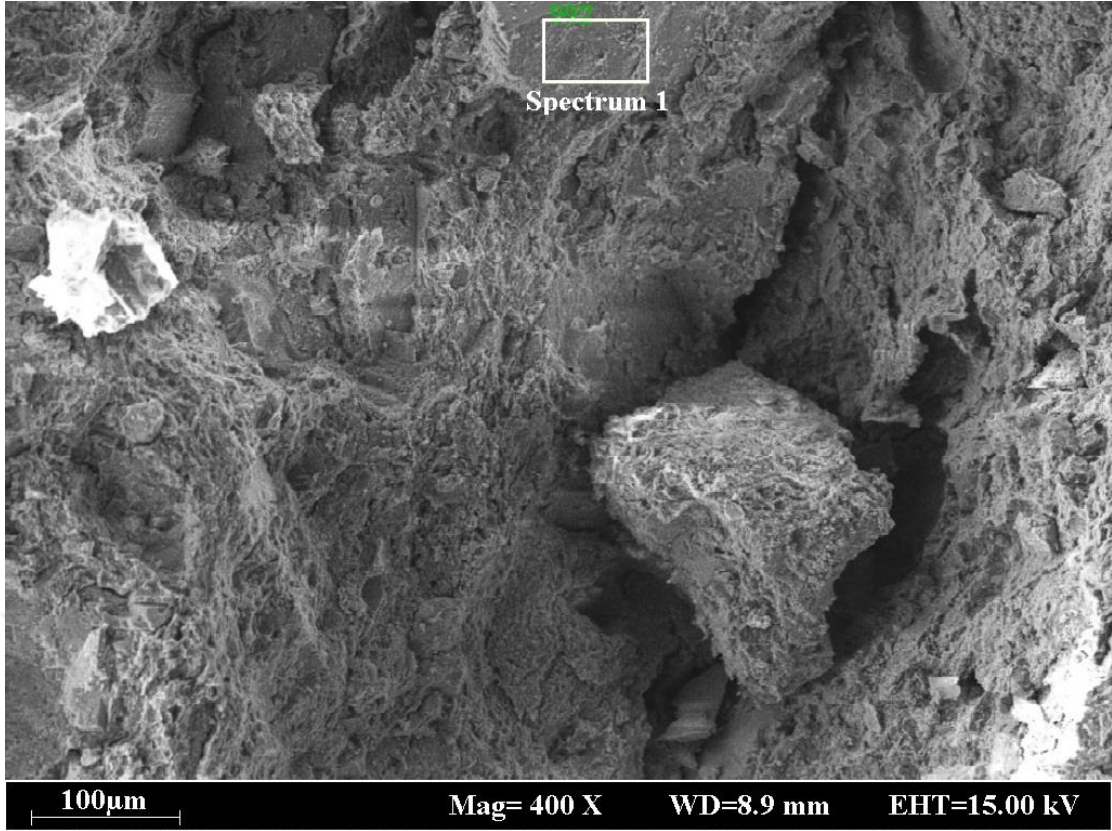


Şekil 3. 87. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

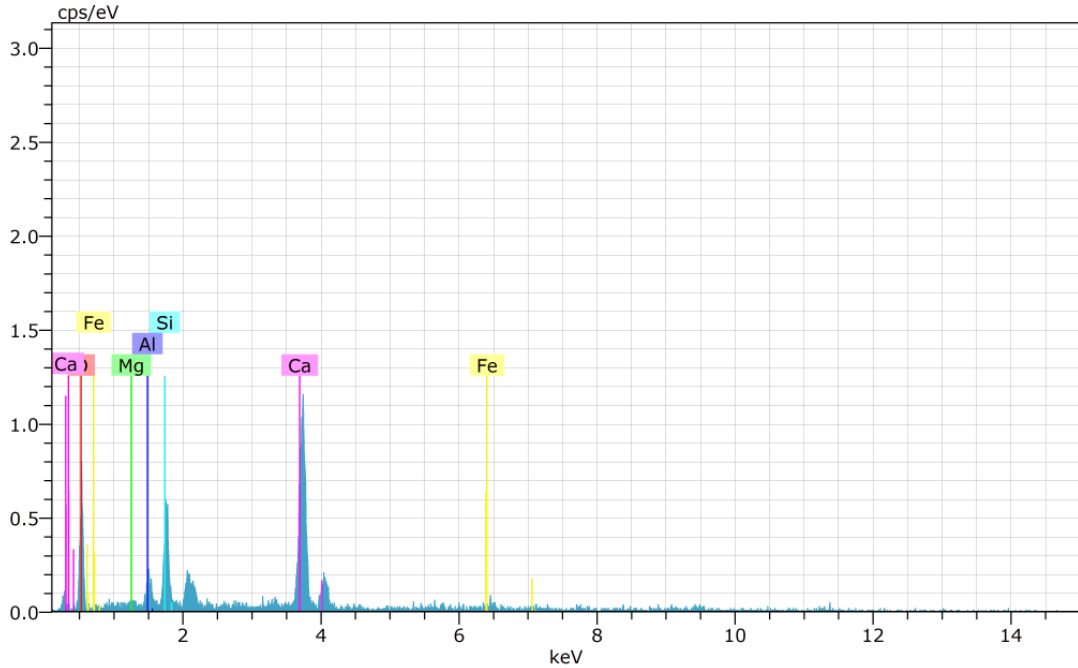


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
2.82	12.91	44.39	0.76	29.71	9.40

Şekil 3. 88. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

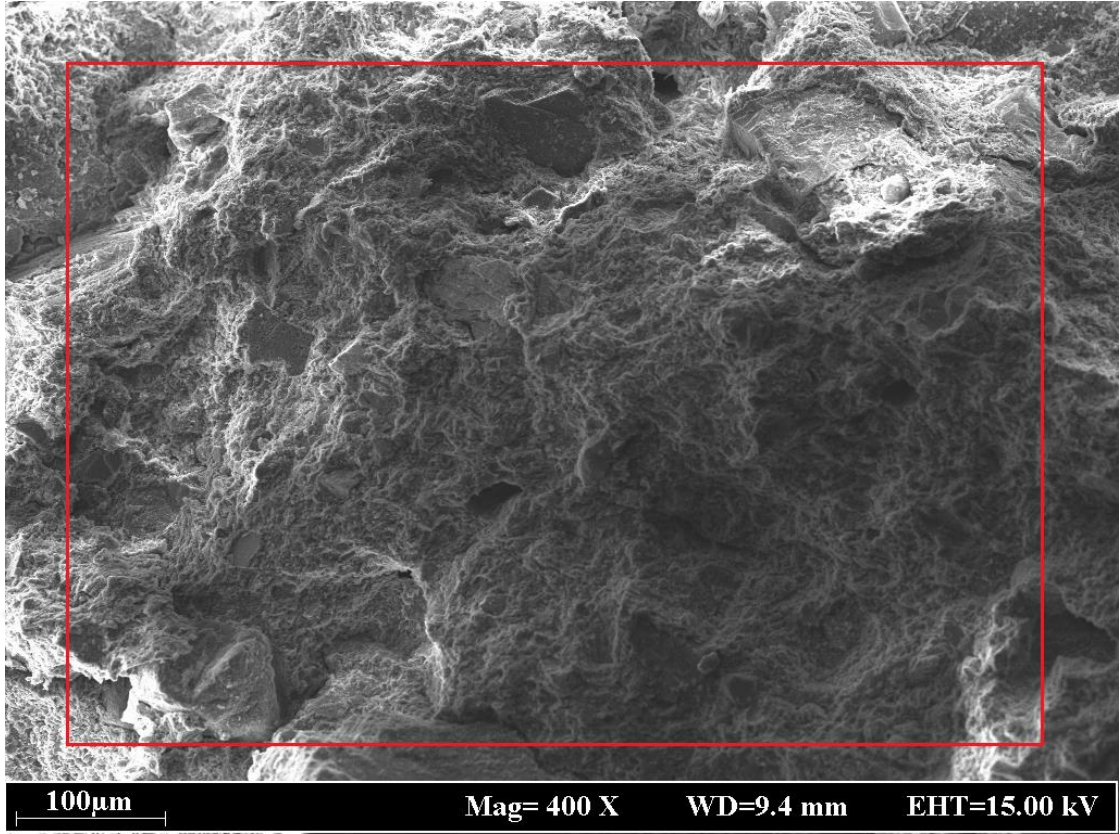


Şekil 3. 89. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

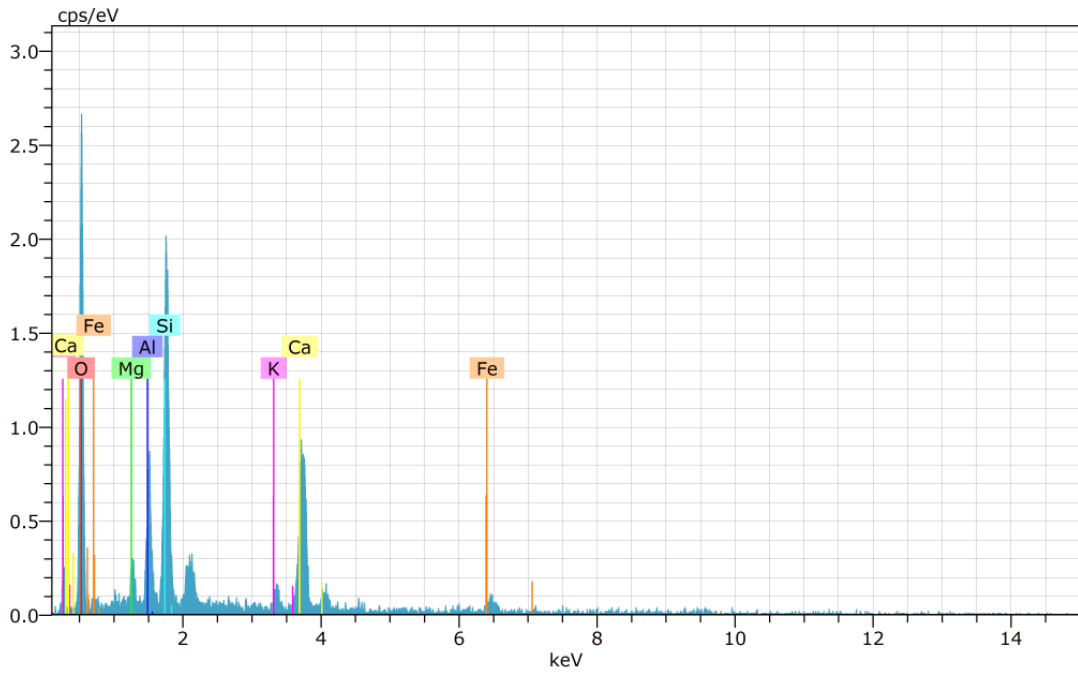


SPECTRUM 1				
MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO
1.18	4.82	21.77	68.03	4.20

Şekil 3. 90. GTHM-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

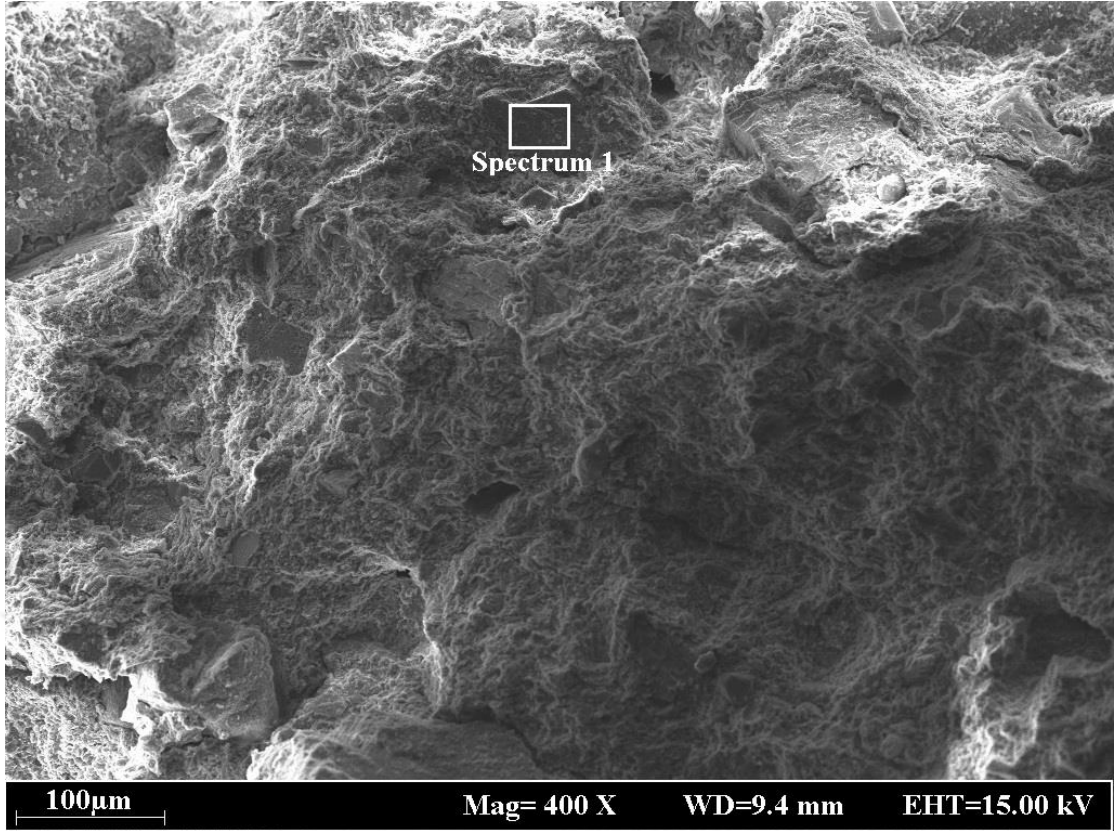


Şekil 3. 91. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

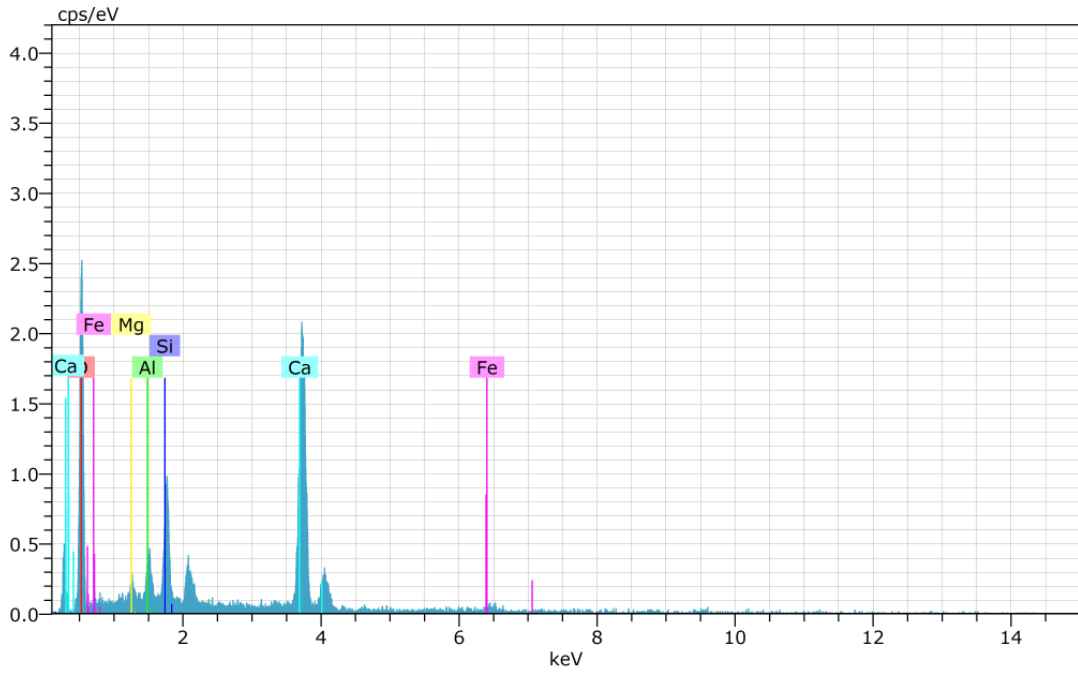


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
3.42	13.49	46.05	1.19	32.29	3.55

Şekil 3. 92. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

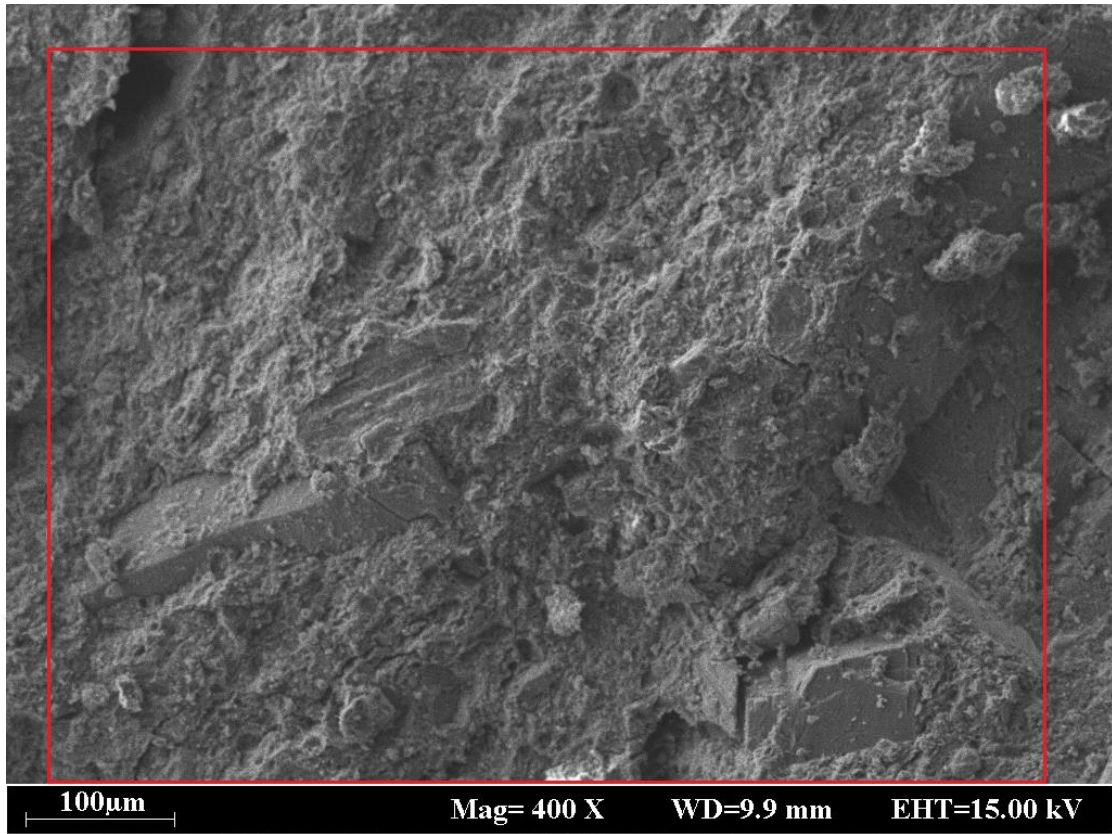


Şekil 3. 93. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

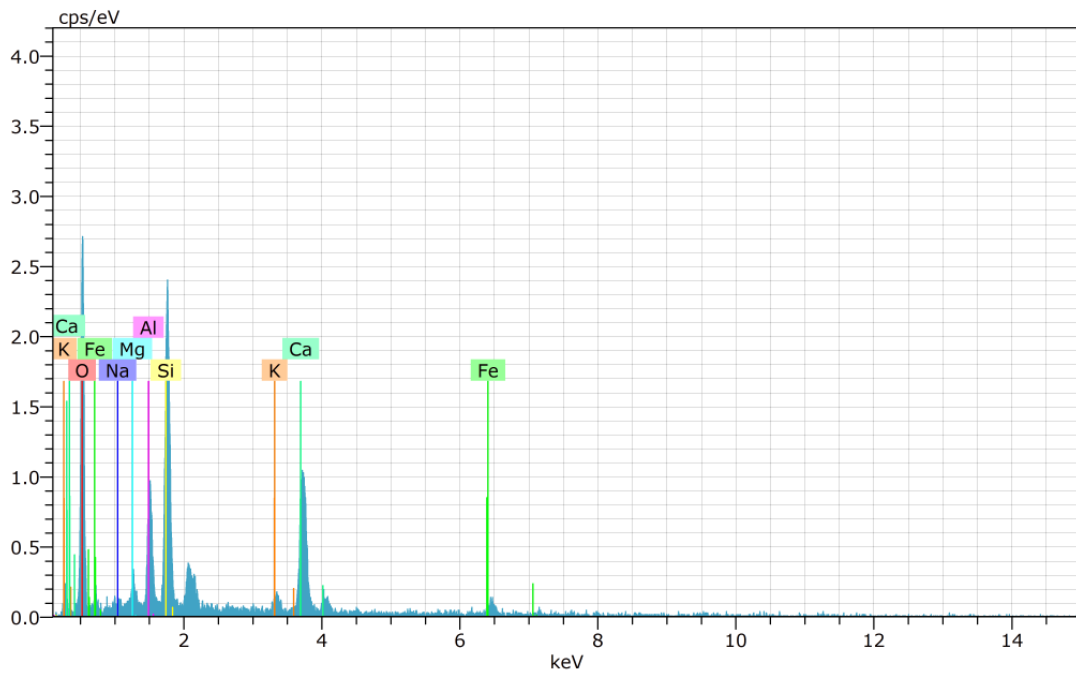


SPECTRUM 1				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO	MgO
7.26	19.40	68.44	2.49	2.42

Şekil 3. 94. GTHM-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



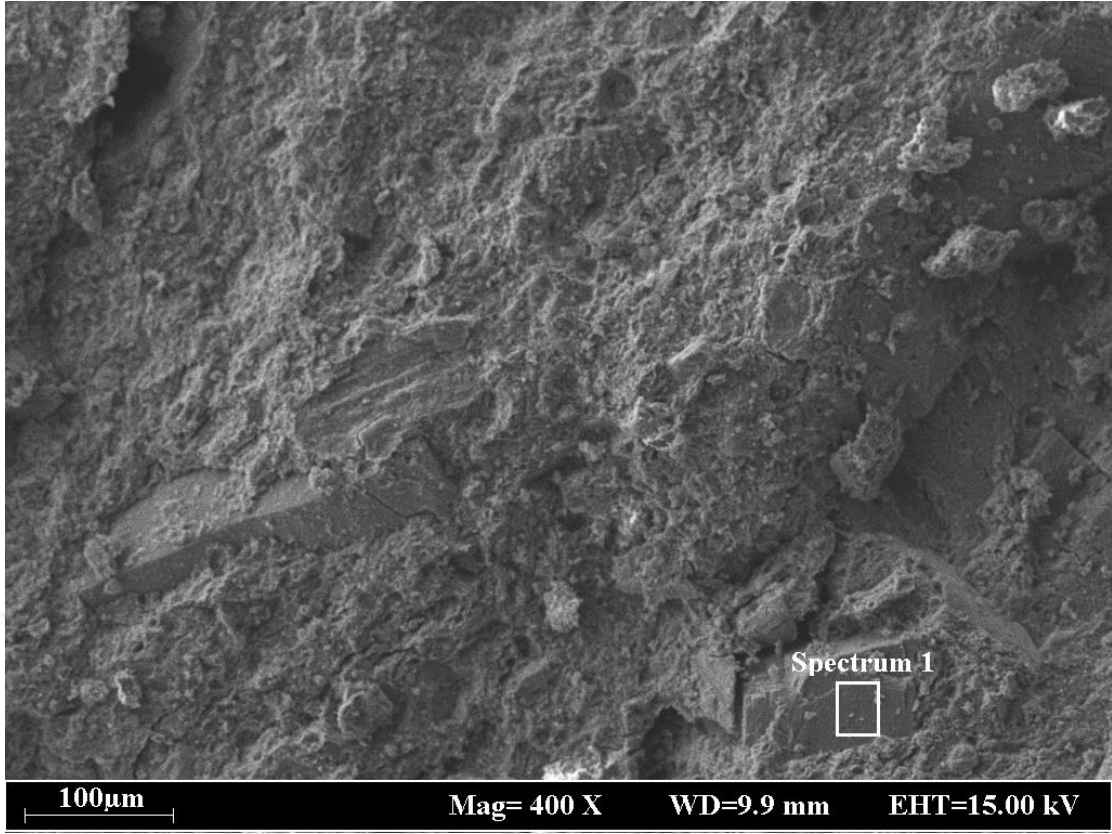
Şekil 3. 95. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.



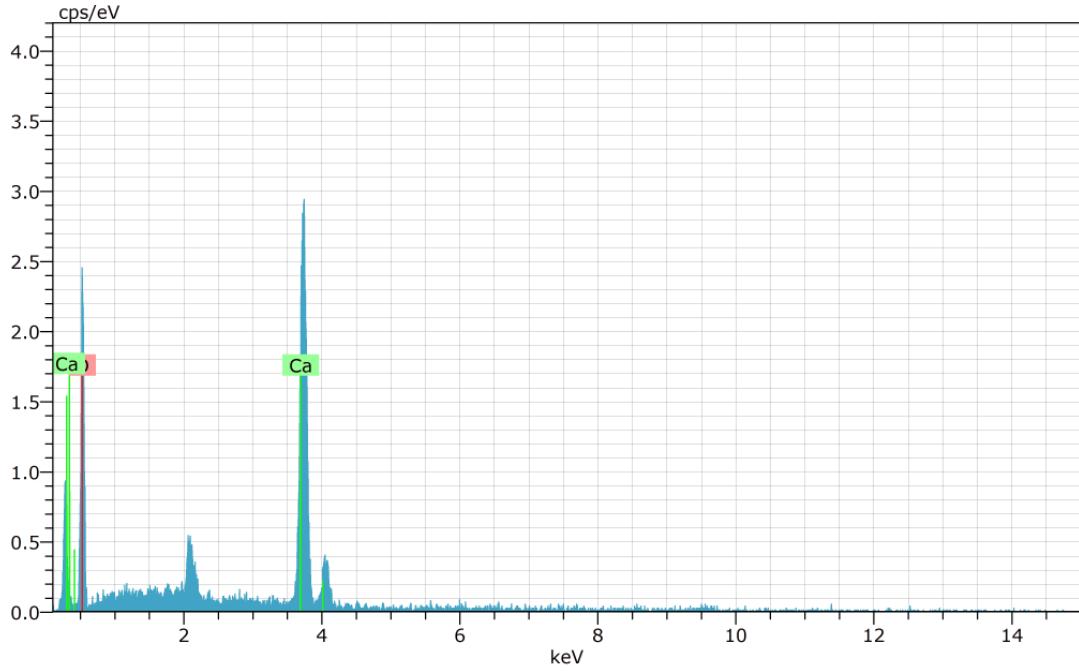
FeO	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
7.70	0.34	2.39	13.47	43.36	1.63	31.11

Şekil 3. 96. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.



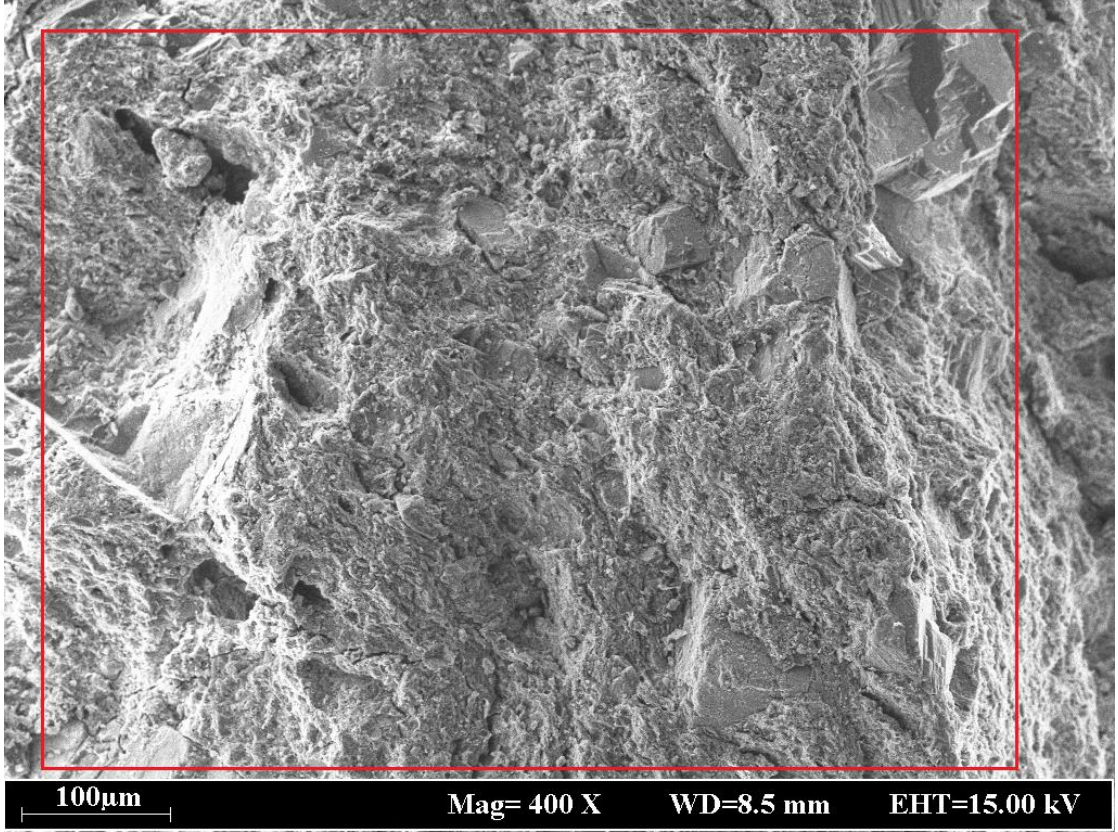


Şekil 3. 97. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

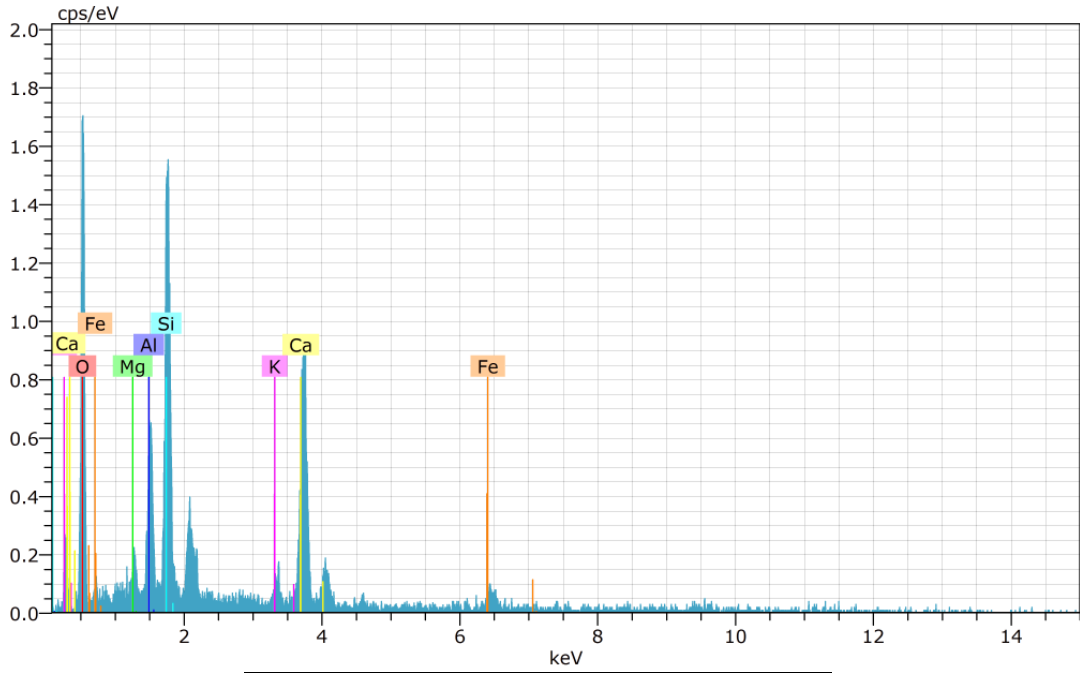


<b>SPECTRUM 1</b>
<b>CaO</b>
100.00

Şekil 3. 98. GTHM-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

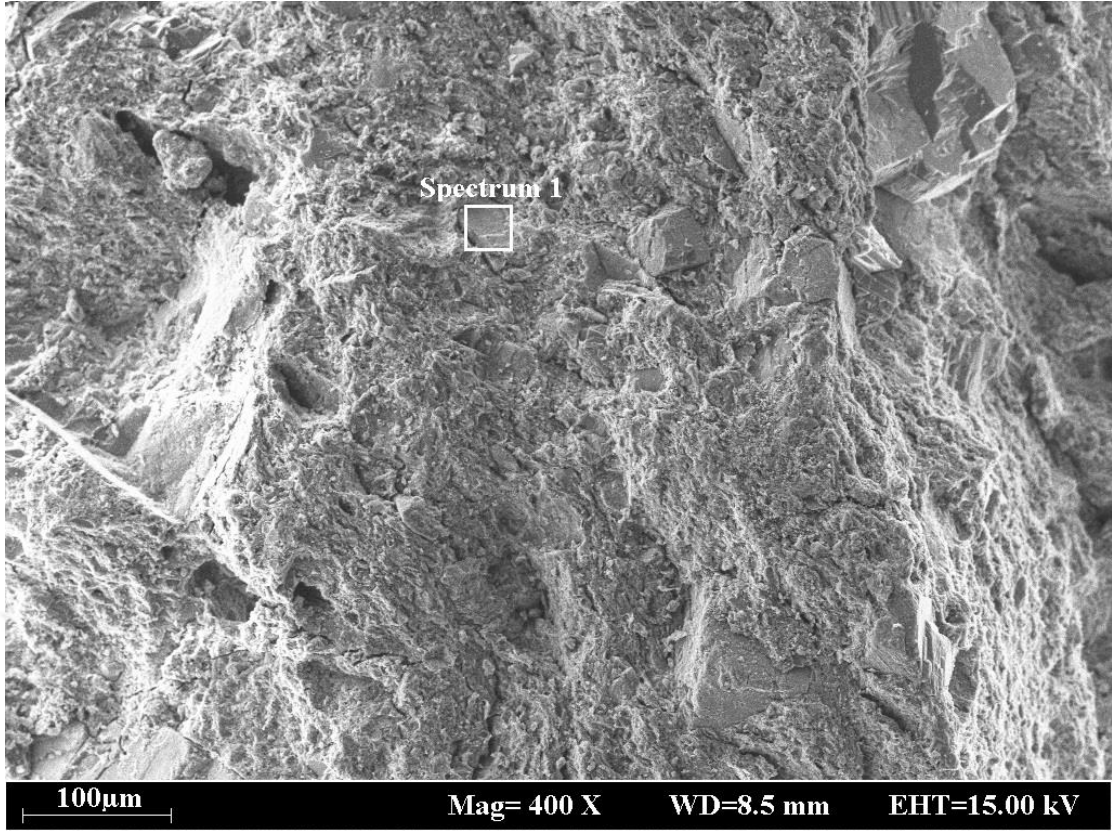


Şekil 3. 99. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

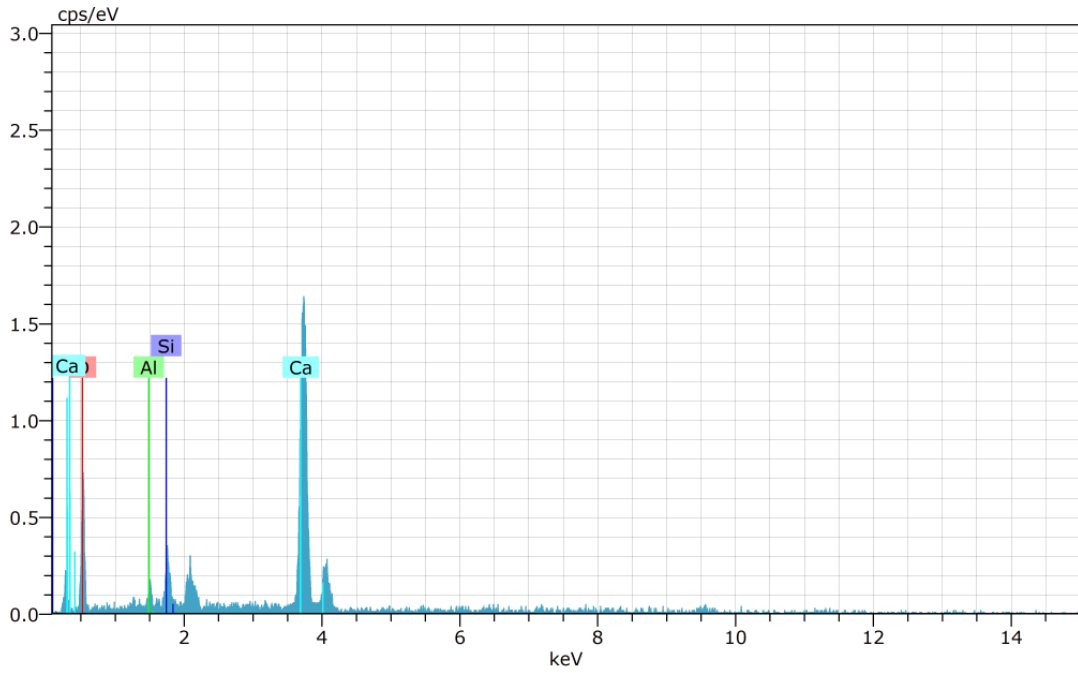


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
2.34	13.42	41.99	1.43	35.38	5.44

Şekil 3. 100. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

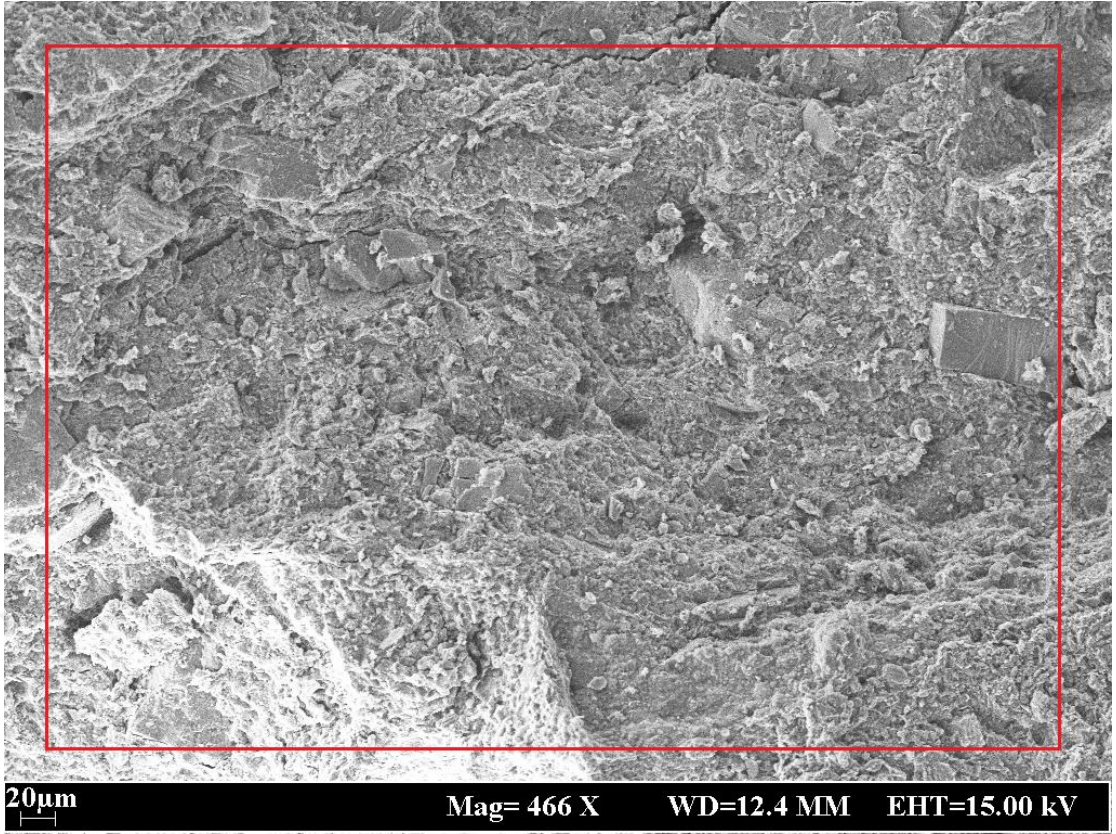


Şekil 3. 101. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

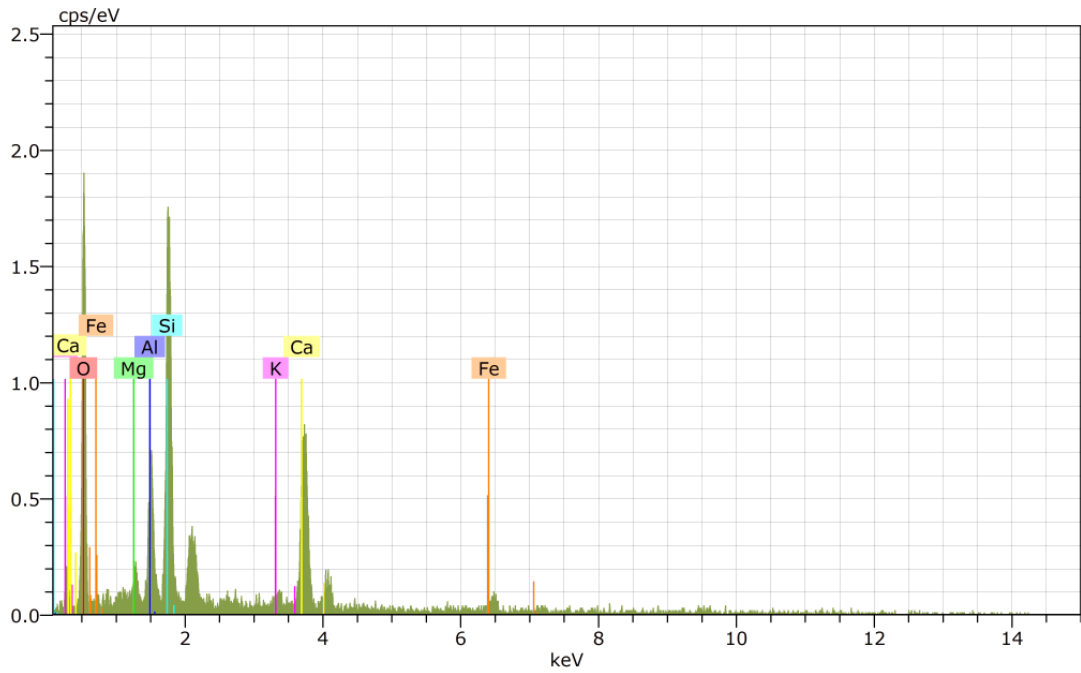


SPECTRUM 1		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO
2.07	8.06	89.87

Şekil 3. 102. GTHM-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

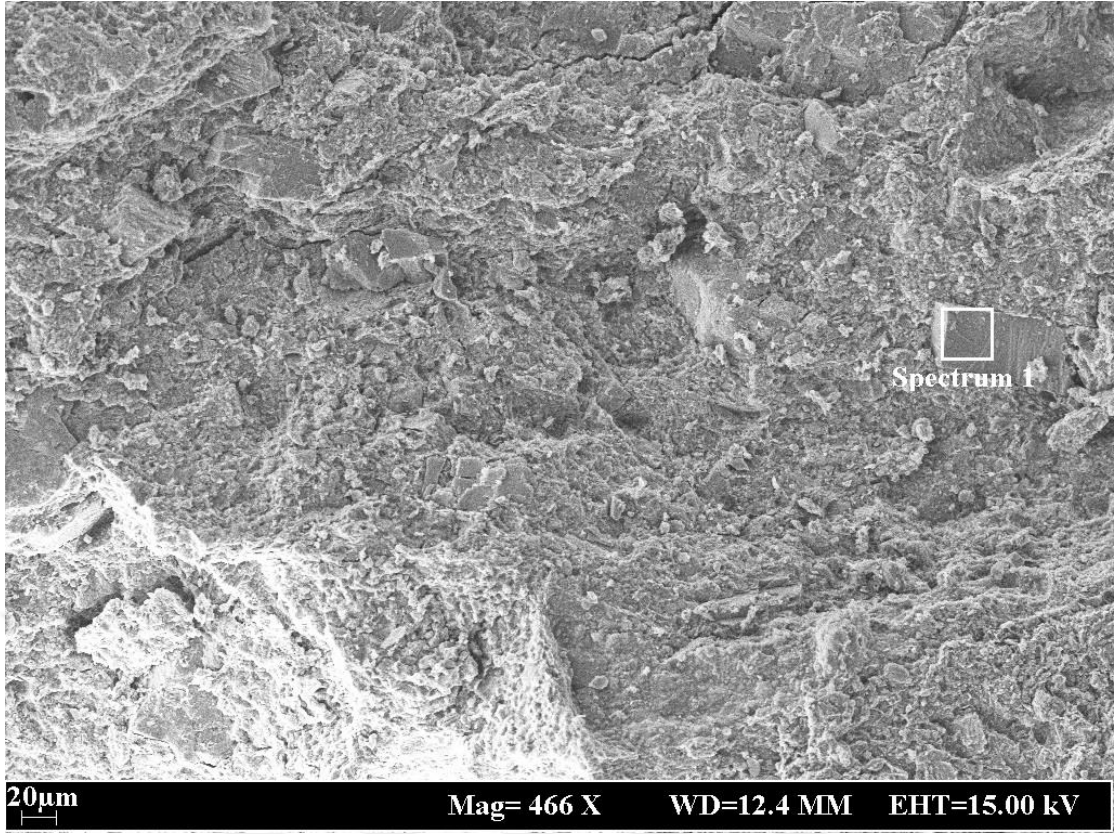


Şekil 3. 103. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

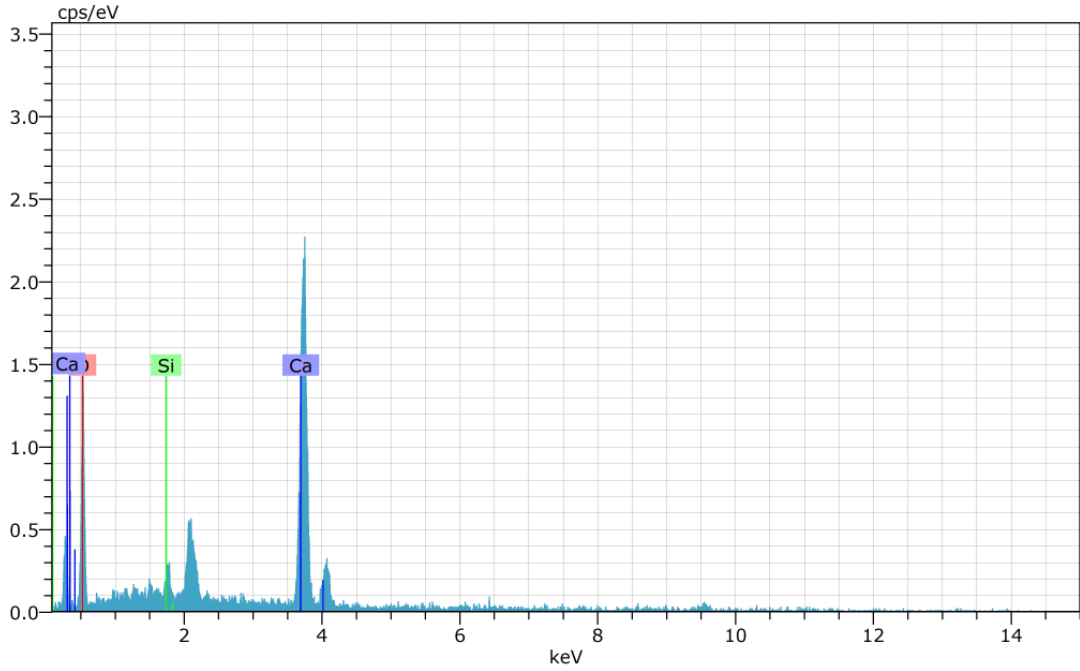


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
2.23	13.16	45.10	0.75	32.91	5.86

Şekil 3. 104. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

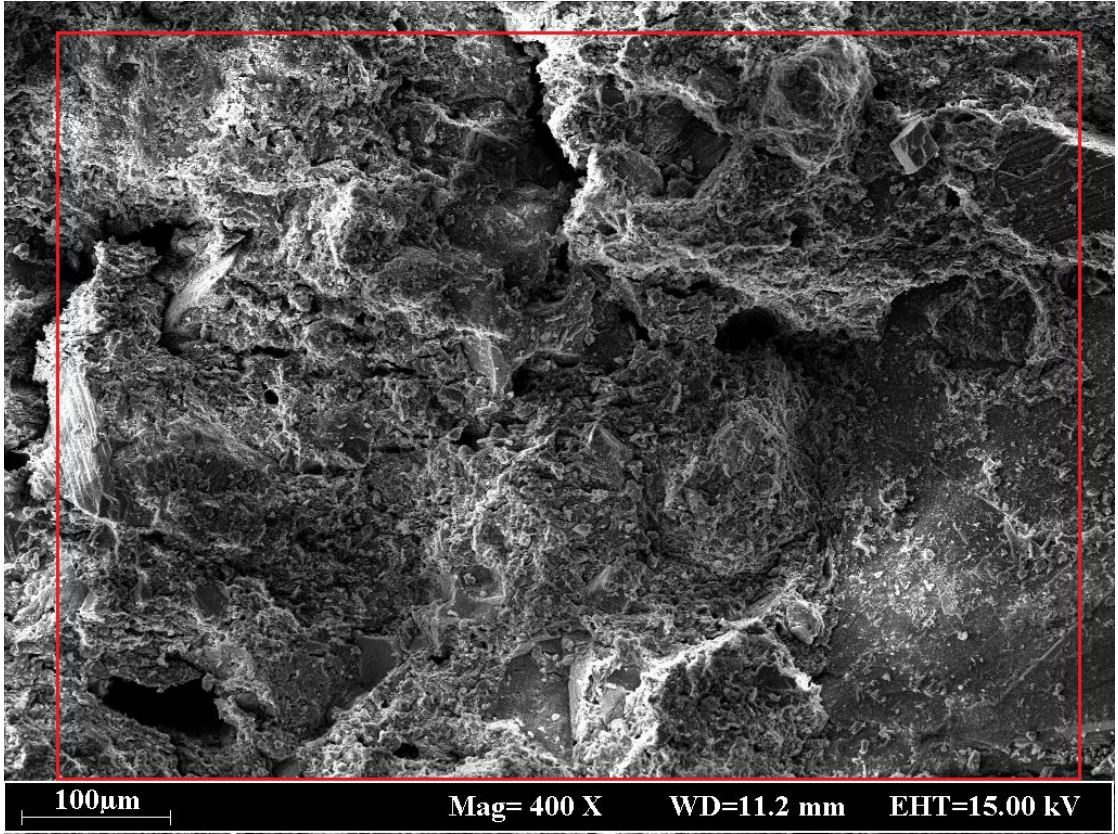


Şekil 3. 105. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

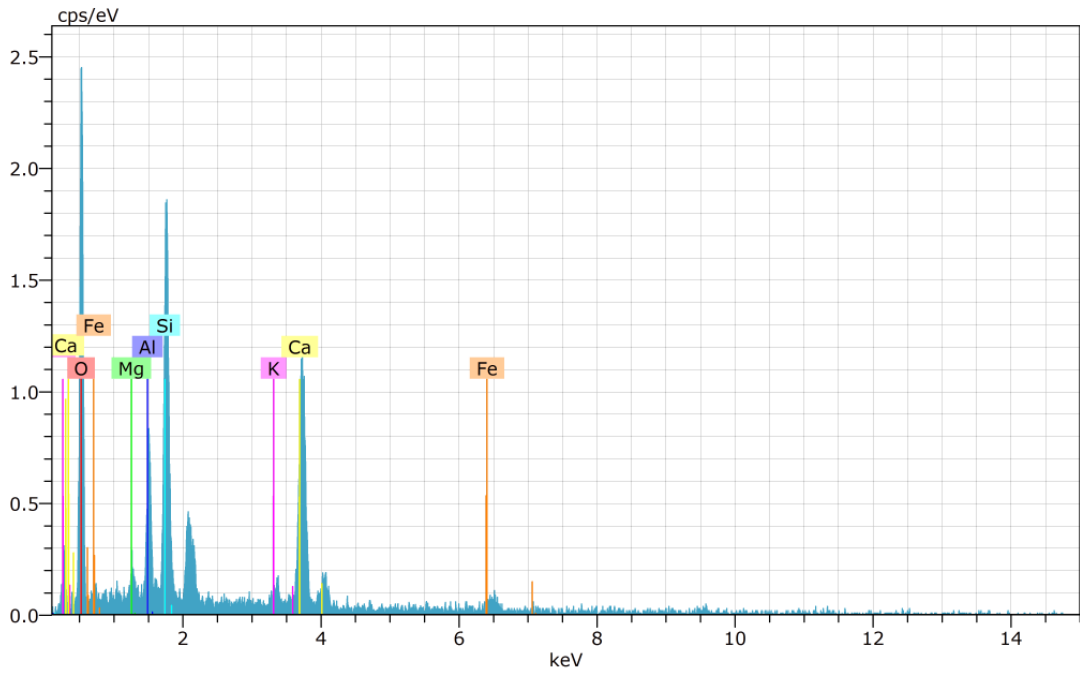


SPECTRUM 1	
SiO <sub>2</sub>	CaO
4.62	95.38

Şekil 3. 106. GTHM-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

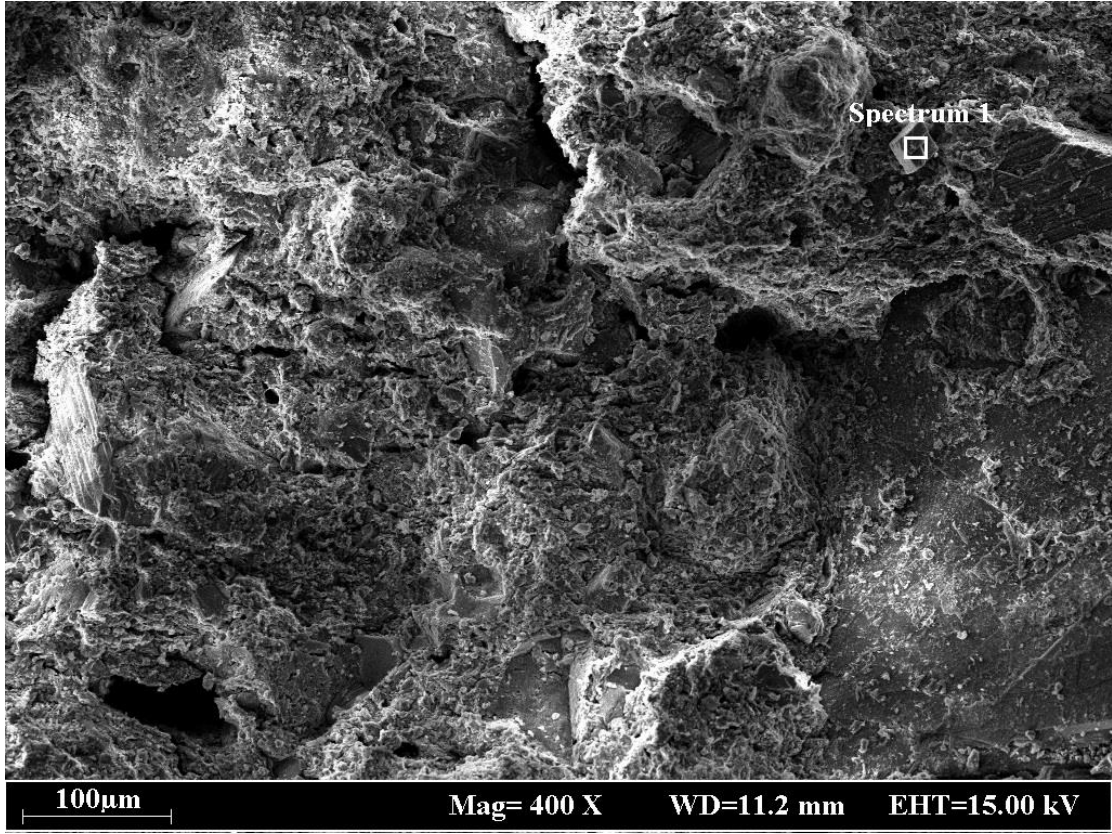


Şekil 3. 107. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

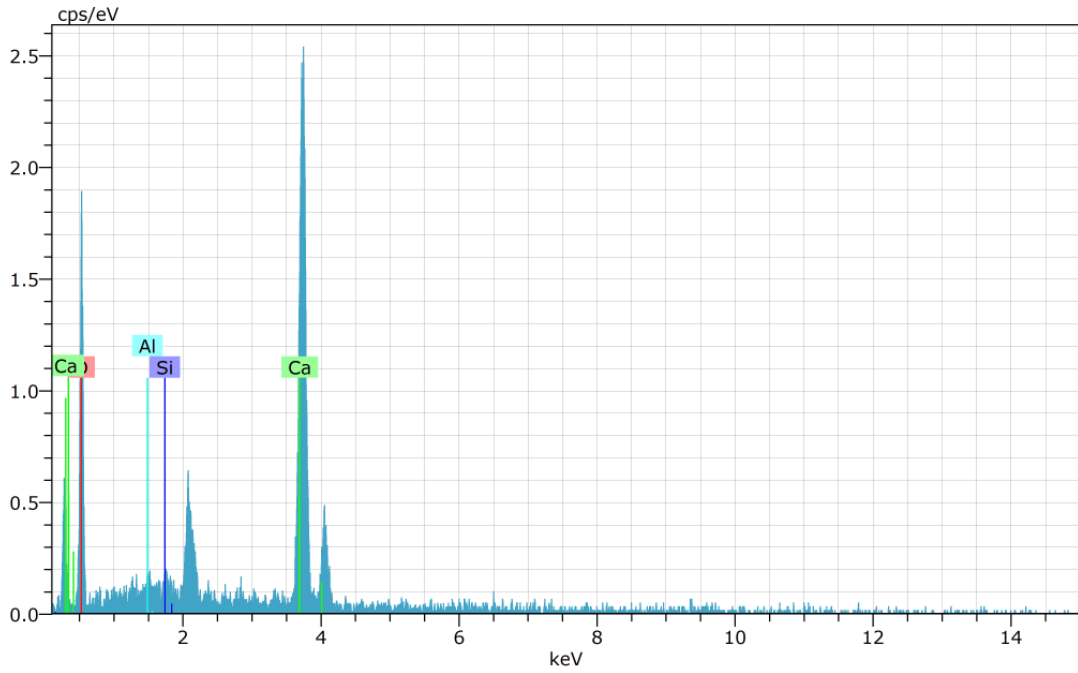


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
1.89	12.16	39.80	1.28	40.22	4.65

Şekil 3. 108. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

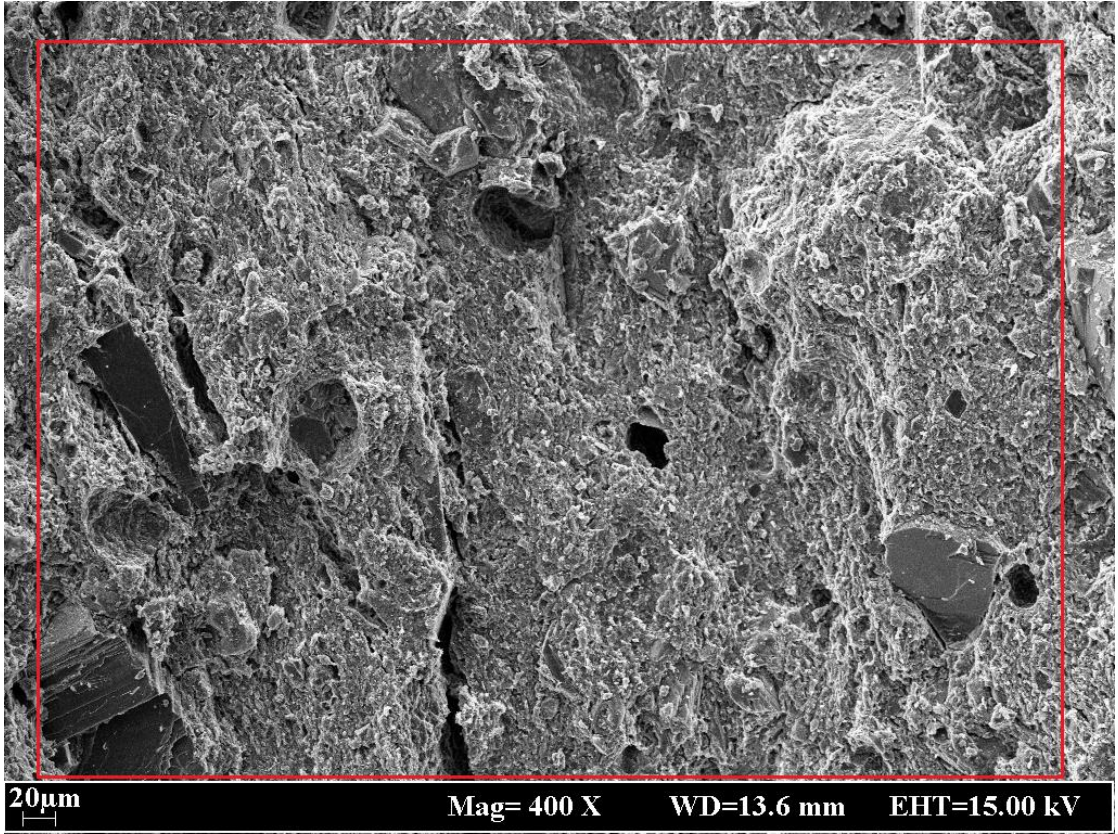


Şekil 3. 109. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

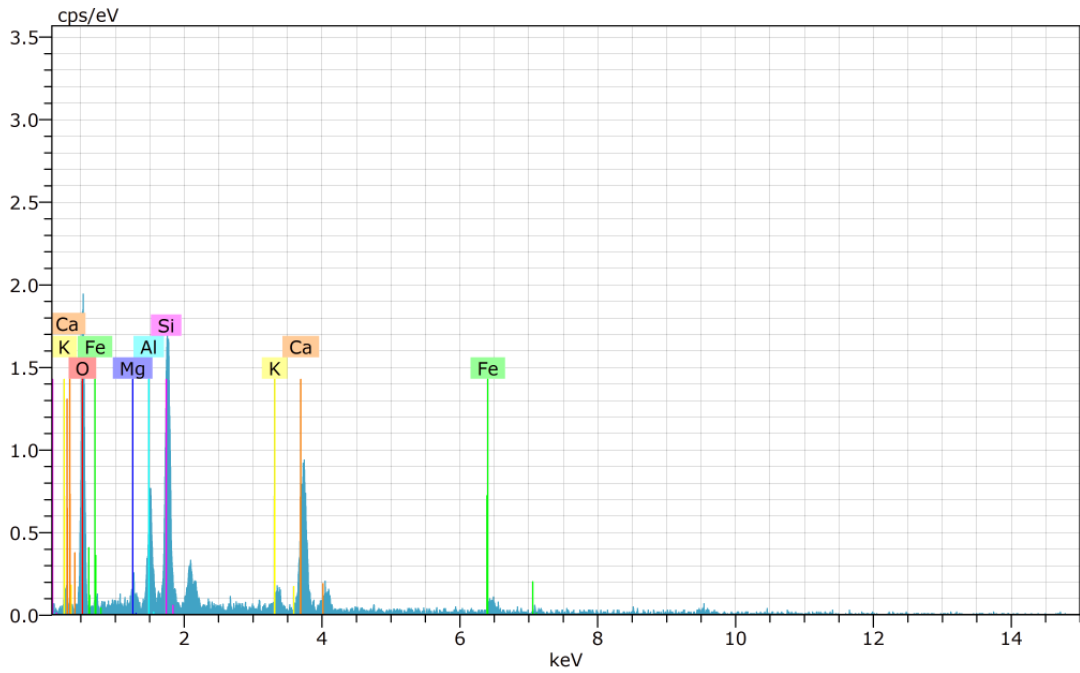


SPECTRUM 1		
CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
96.88	1.93	1.19

Şekil 3. 110. GTHM-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



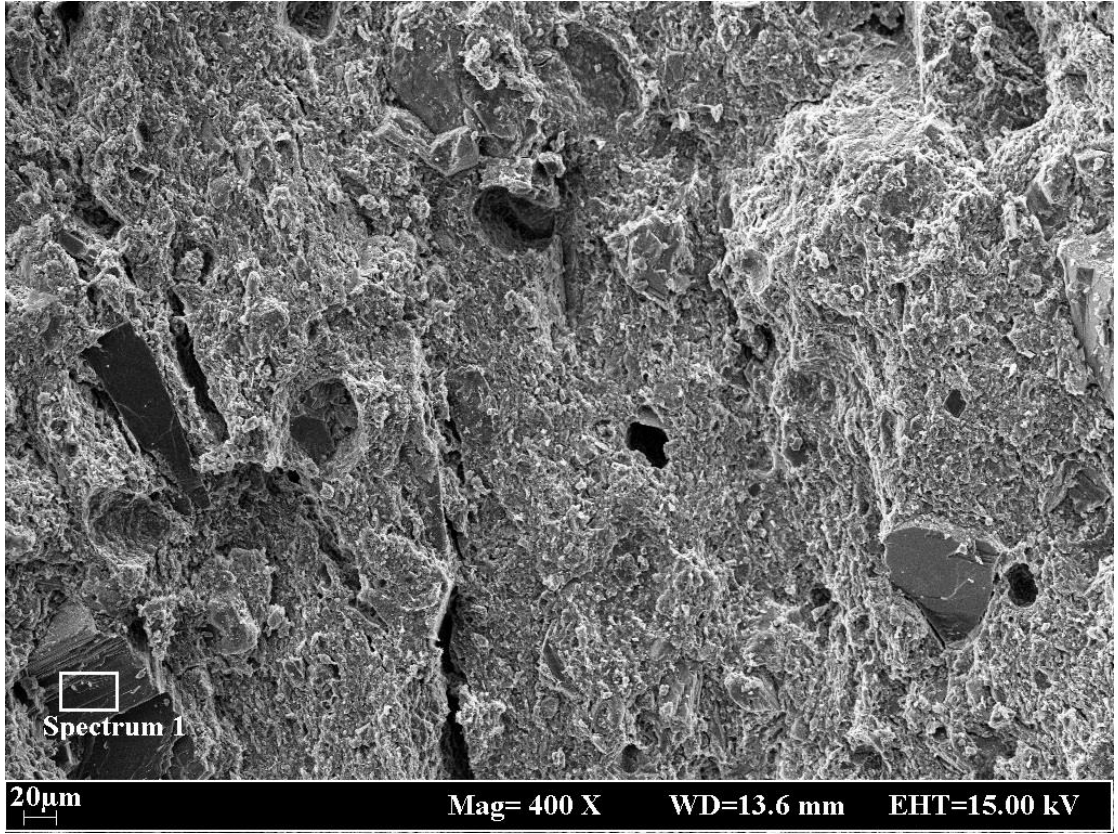
Şekil 3. 111. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.



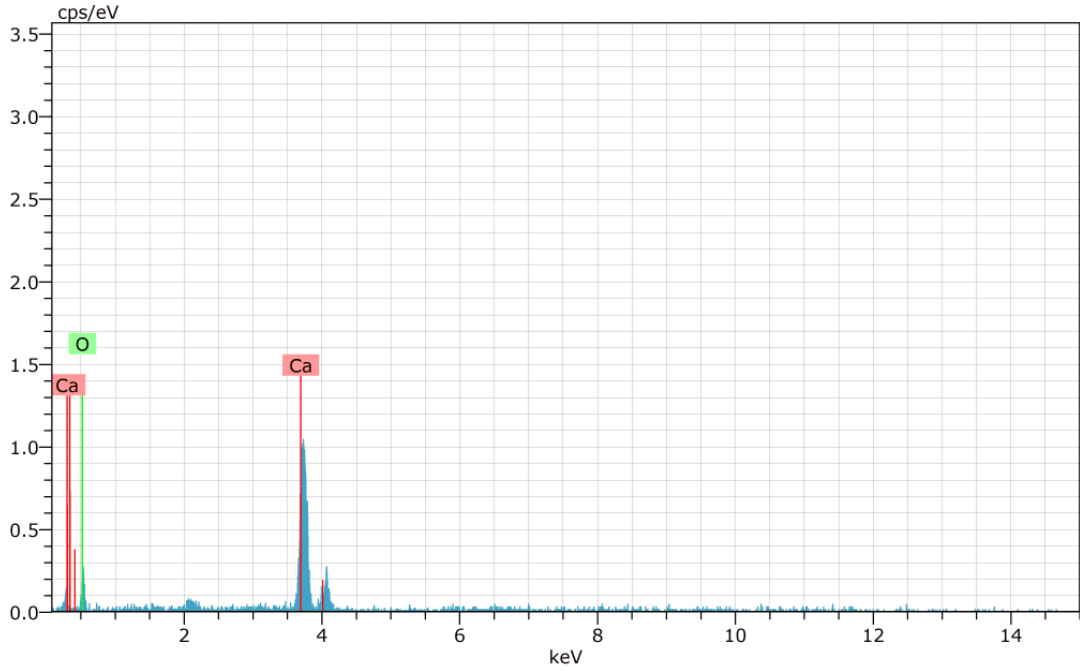
FeO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
5.18	1.62	13.72	44.20	1.98	33.29

Şekil 3. 112. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.





Şekil 3. 113. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

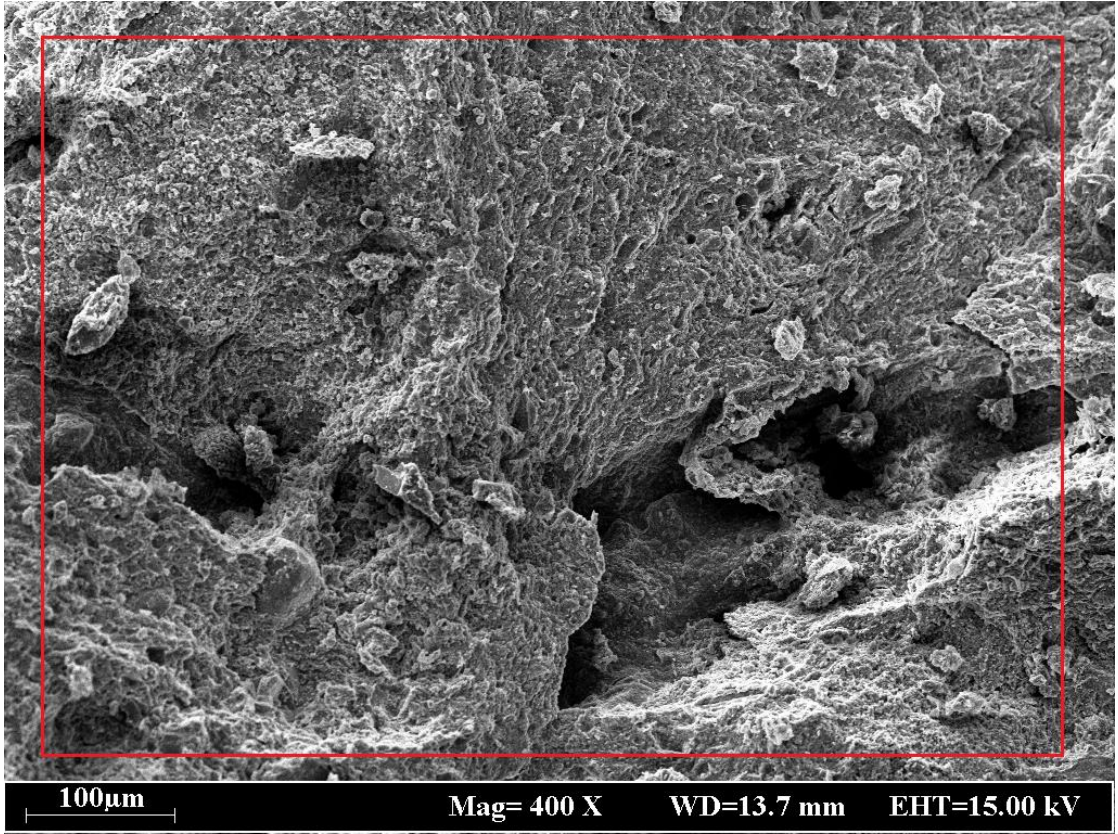


**SPECTRUM 1**

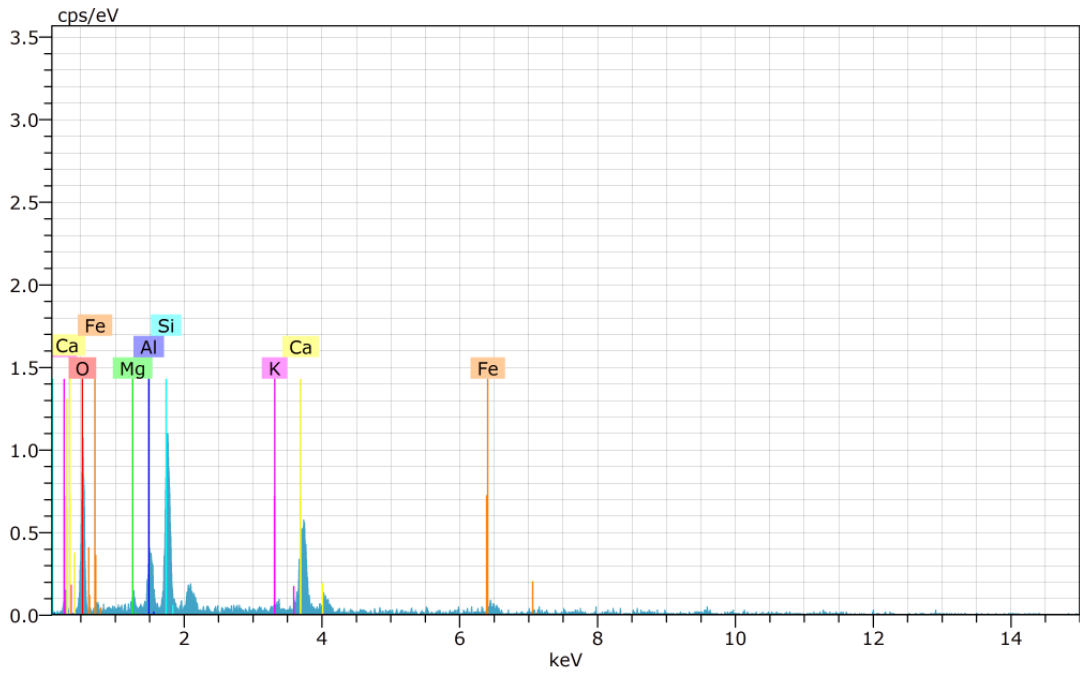
**CaO**

100.00

Şekil 3. 114. GTHM-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

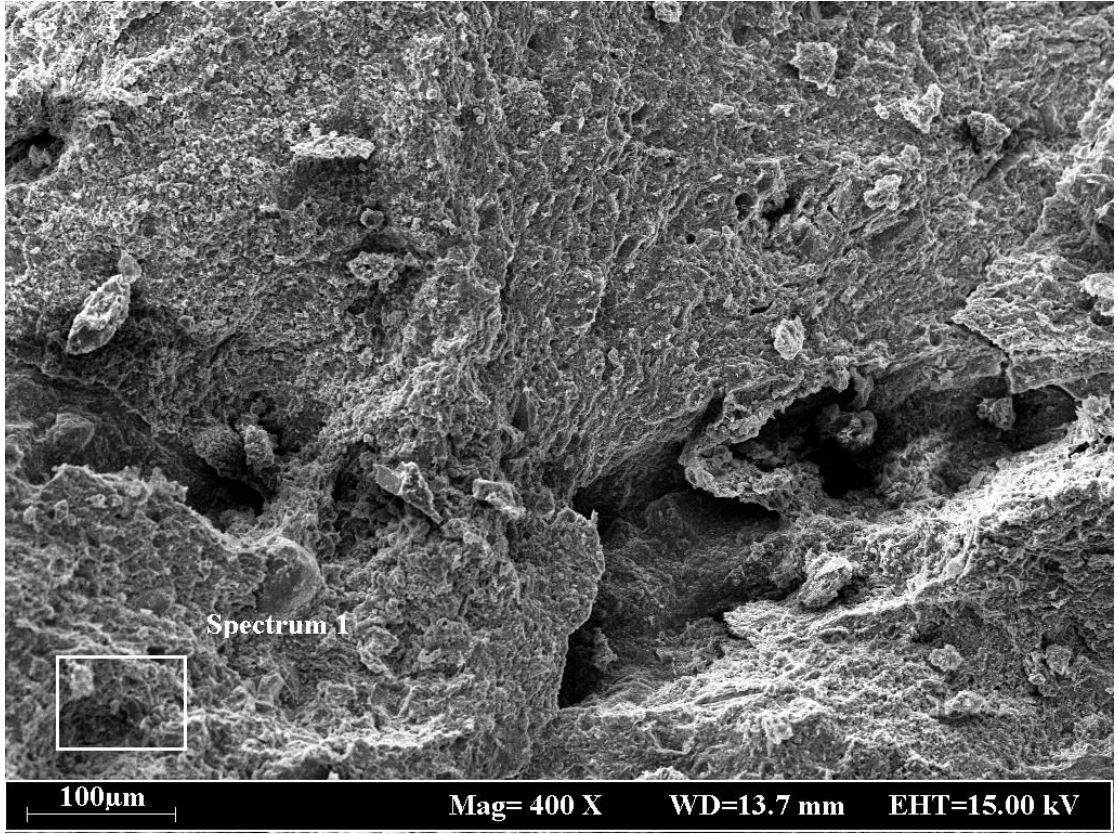


Şekil 3. 115. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

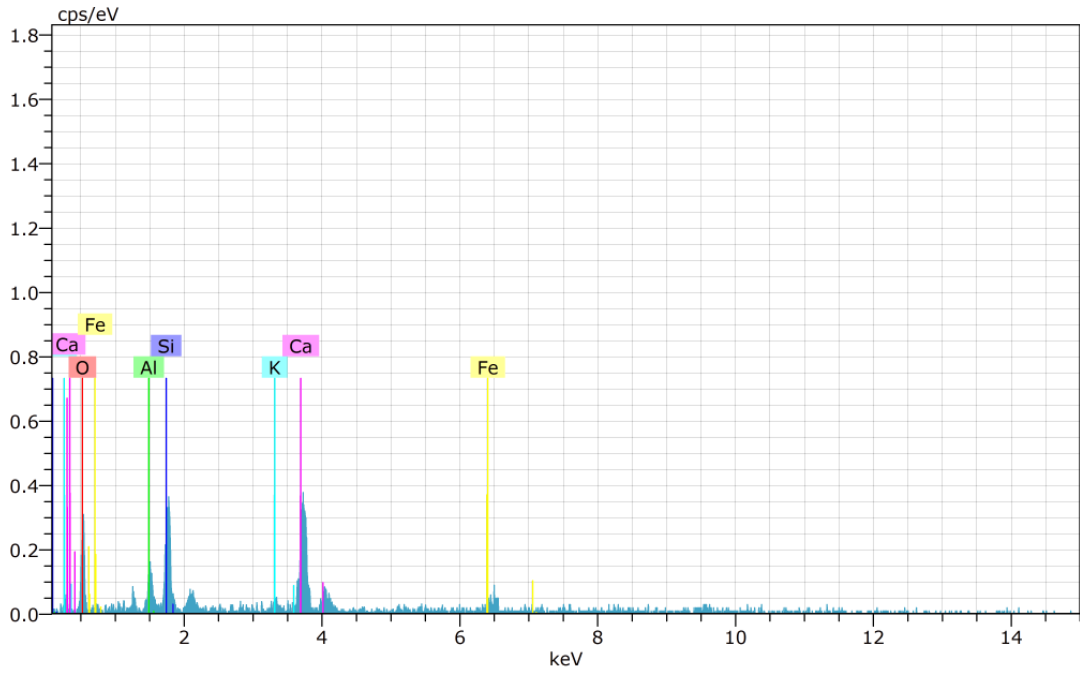


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
2.00	11.24	42.94	1.10	35.72	7.00

Şekil 3. 116. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

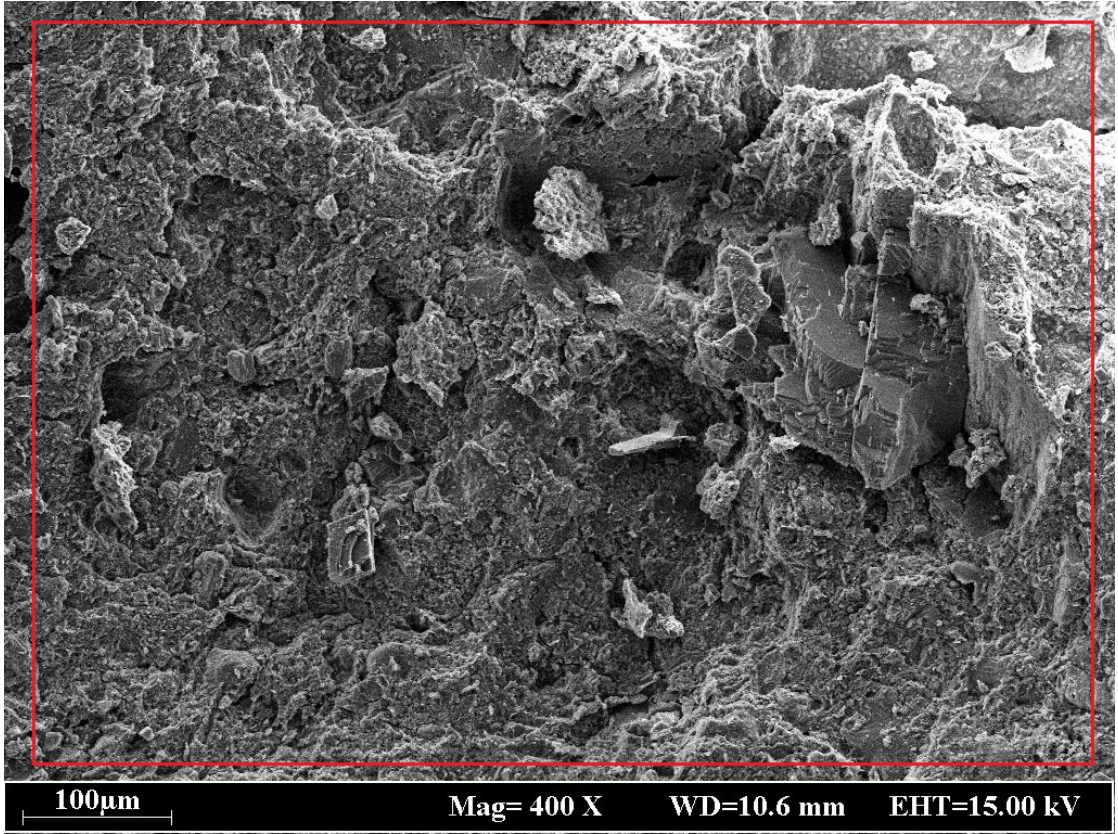


Şekil 3. 117. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

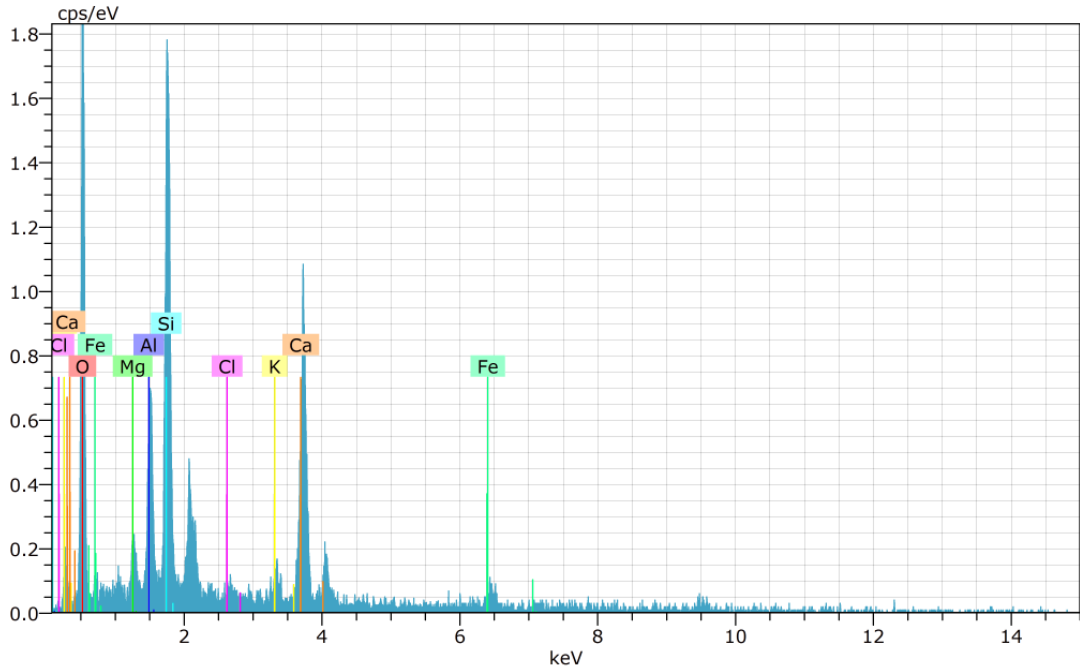


SPECTRUM 1				
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
8.32	31.01	1.04	47.75	11.88

Şekil 3. 118. GTHM-11 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

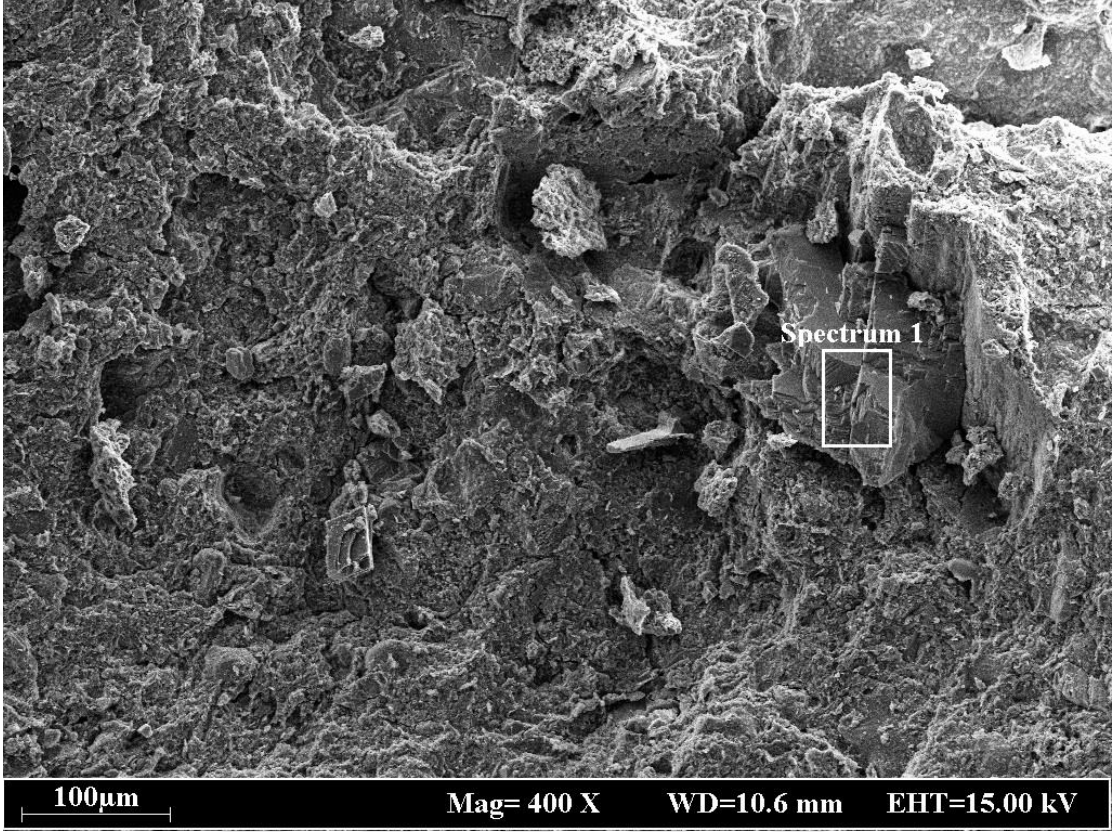


Şekil 3. 119. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

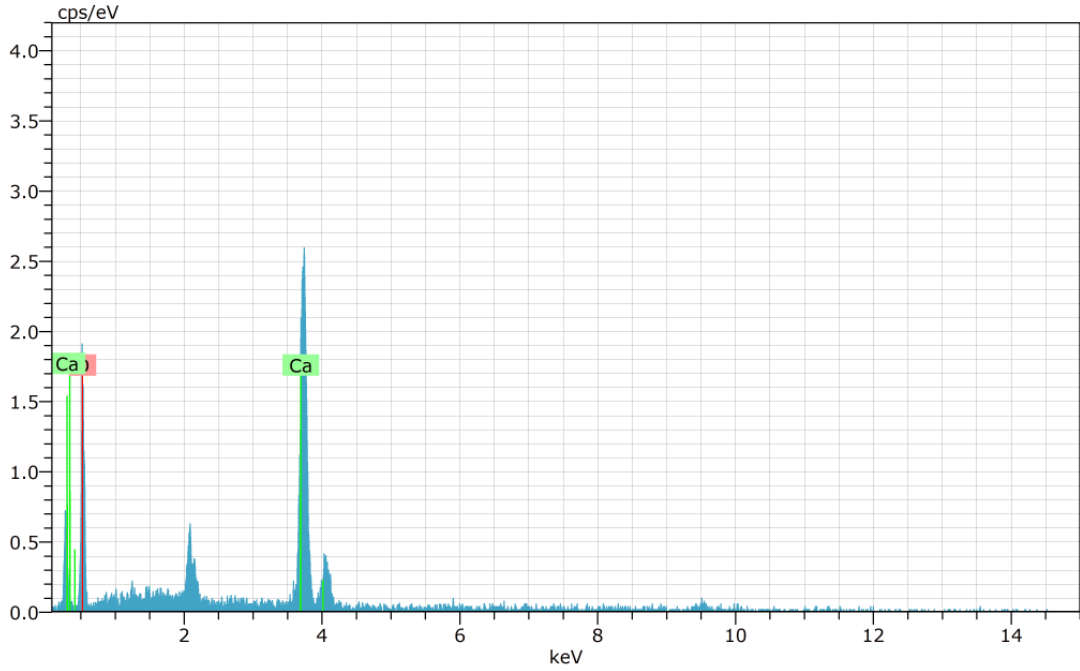


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
2.50	12.47	42.37	1.57	33.62	6.91

Şekil 3. 120. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

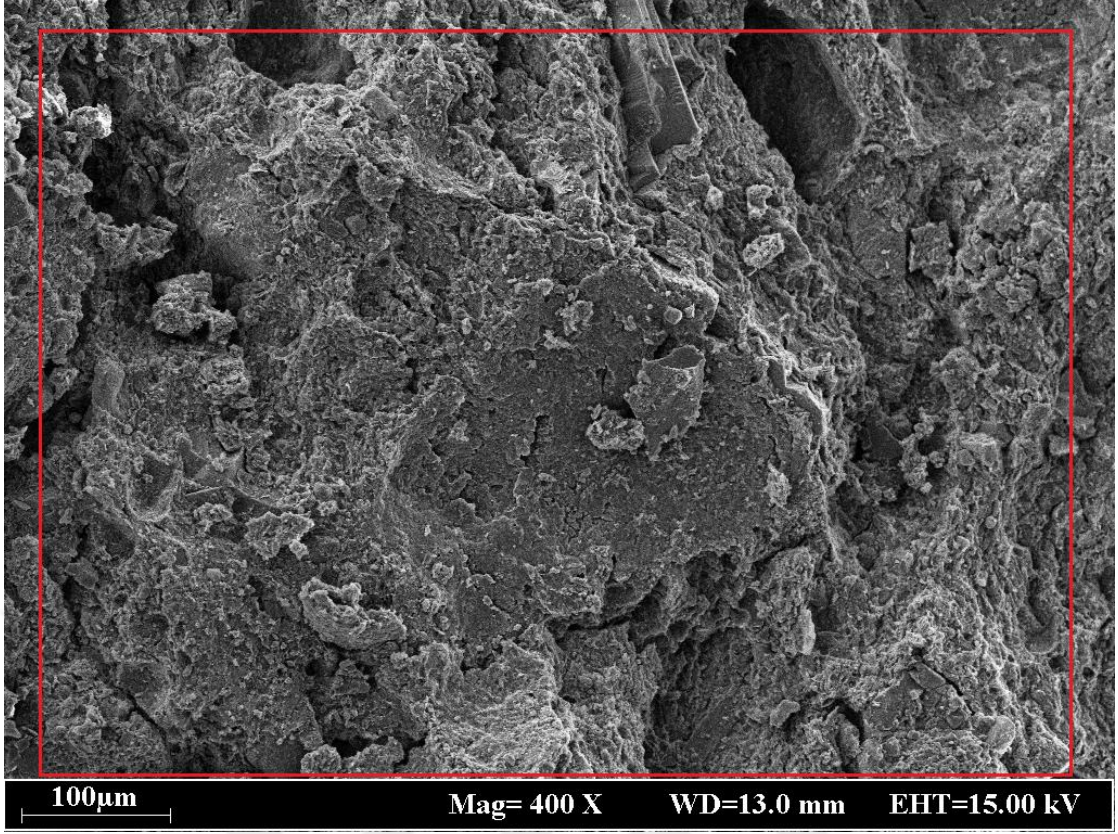


Şekil 3. 121. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

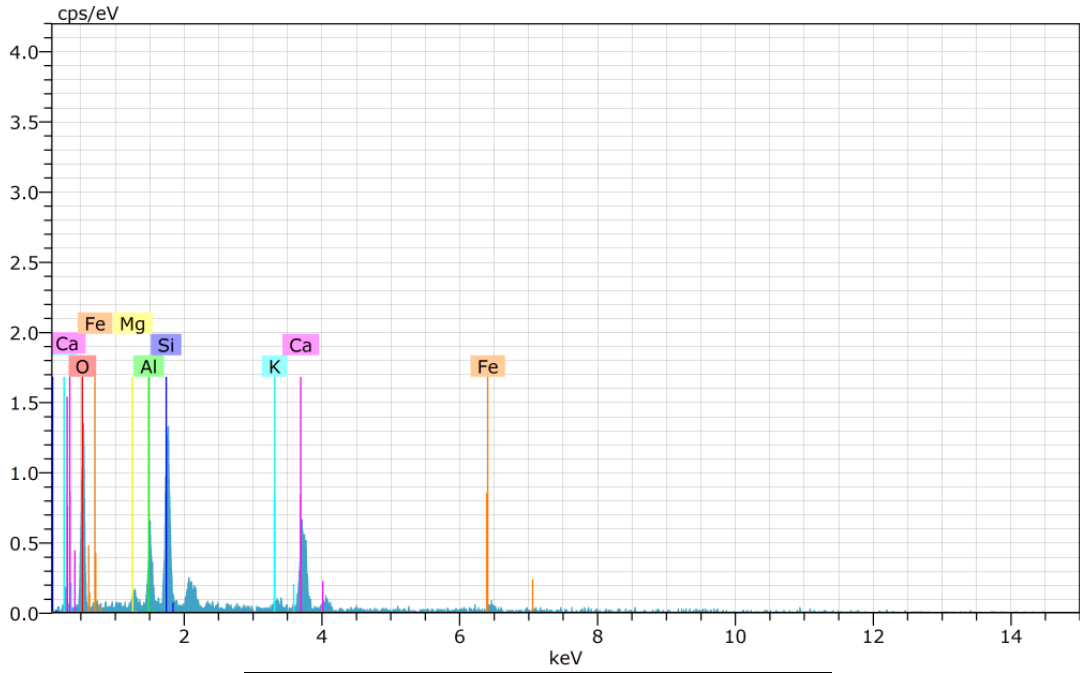


<b>SPECTRUM 1</b>
<b>CaO</b>
100.00

Şekil 3. 122. GTHM-12 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

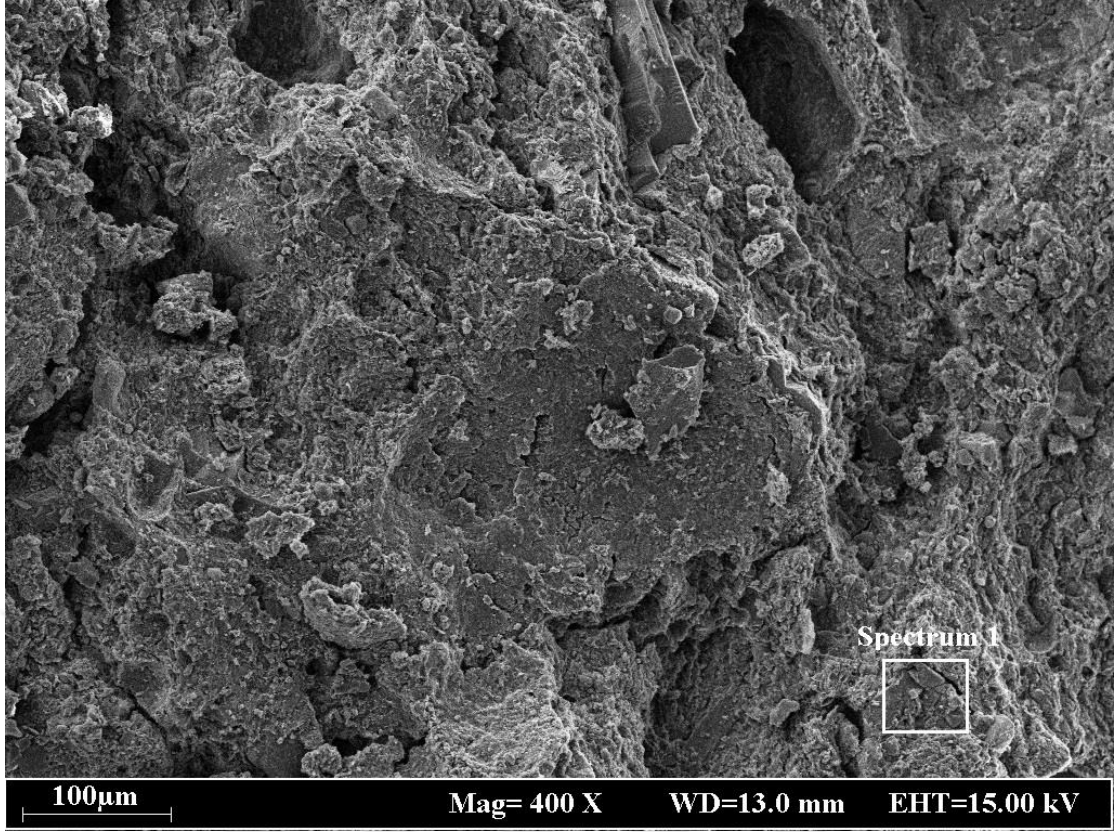


Şekil 3. 123. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

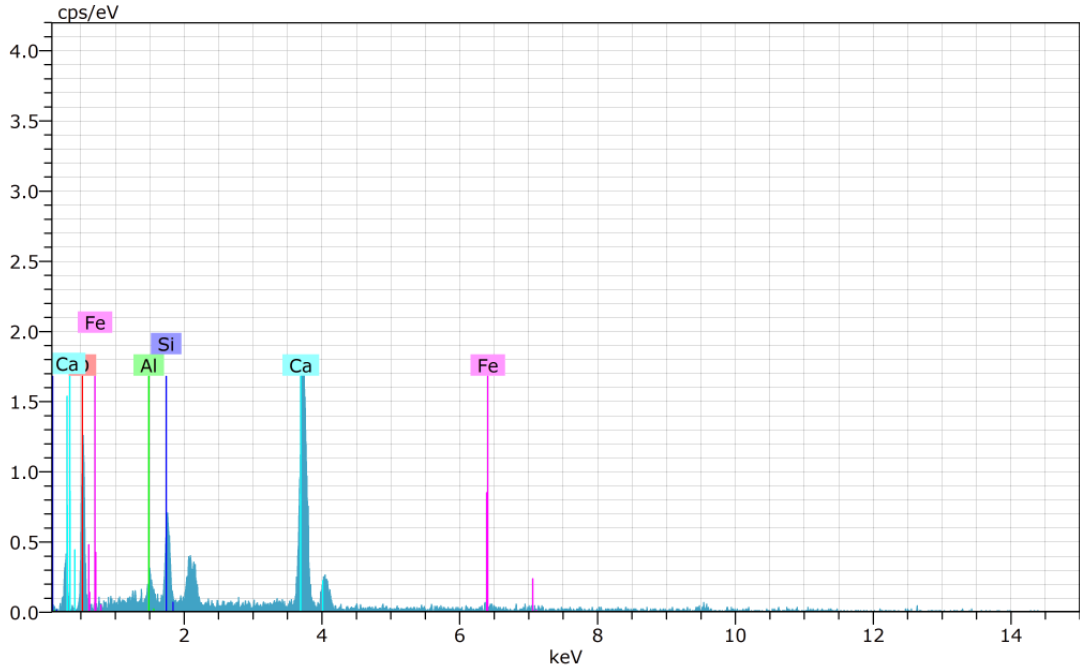


$Al_2O_3$	$SiO_2$	$K_2O$	$CaO$	$MgO$	$FeO$
13.64	44.19	1.28	33.39	2.09	5.41

Şekil 3. 124. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

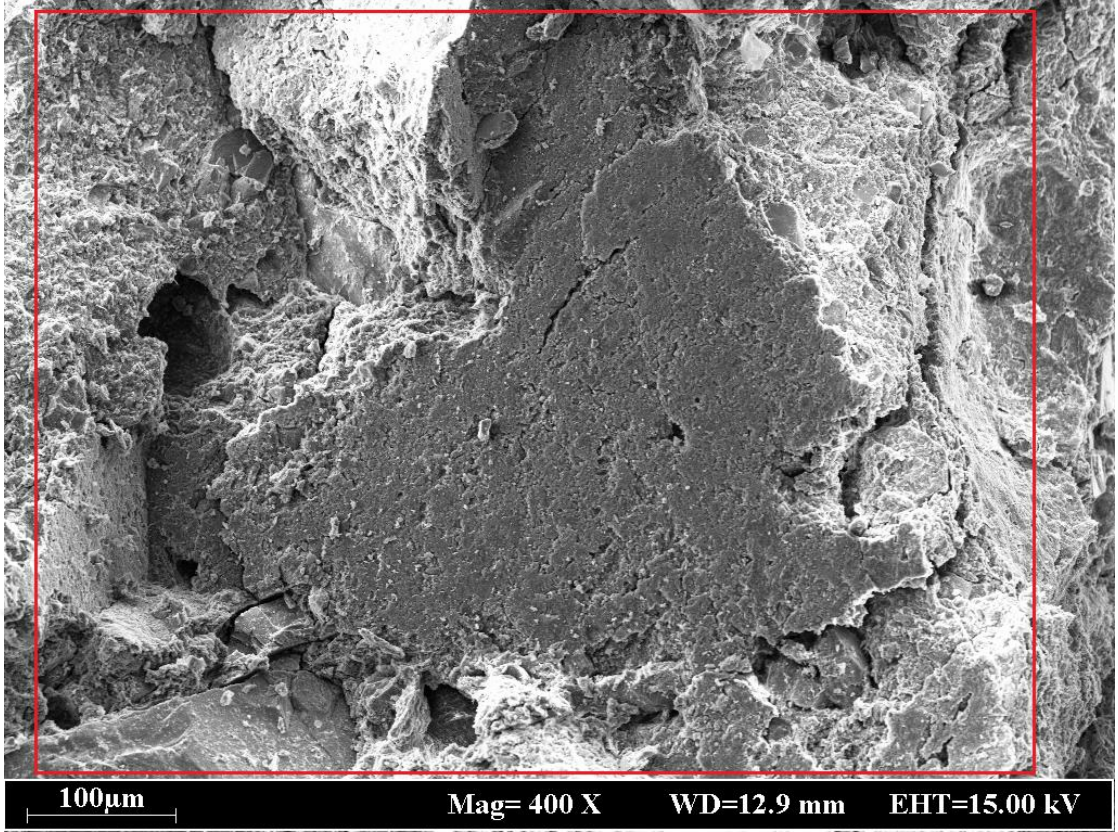


Şekil 3. 125. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

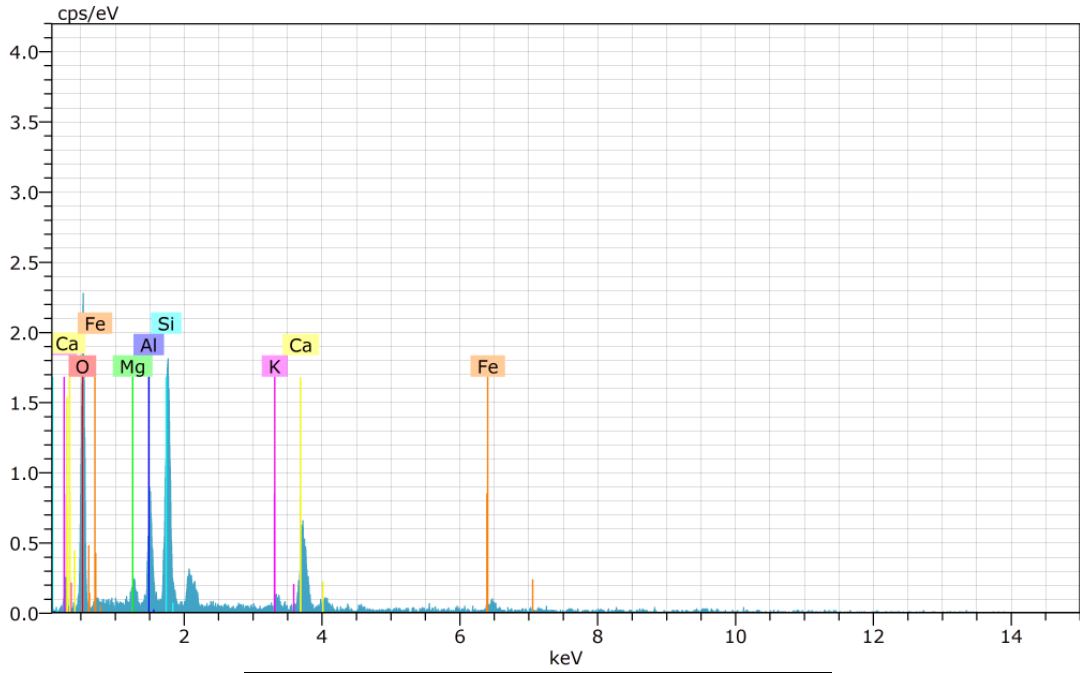


SPECTRUM 1			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO
4.88	16.38	74.82	3.91

Şekil 3. 126. GTHM-13 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



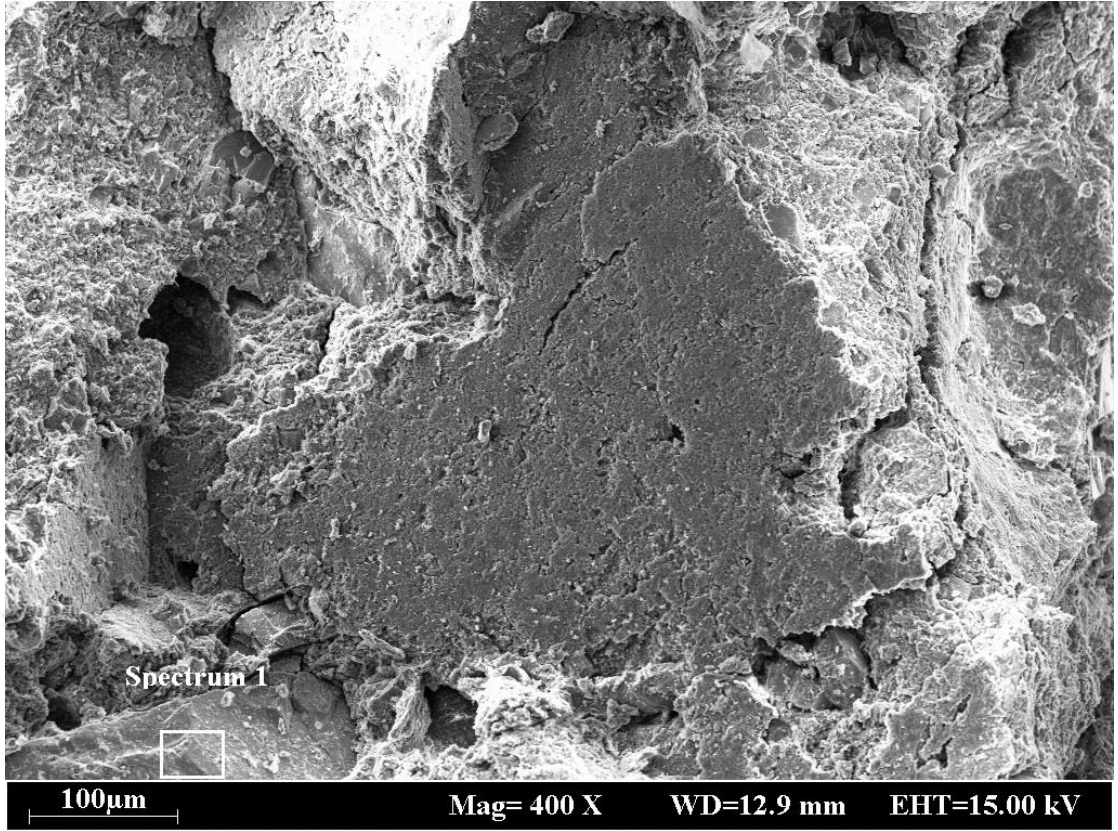
Şekil 3. 127. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.



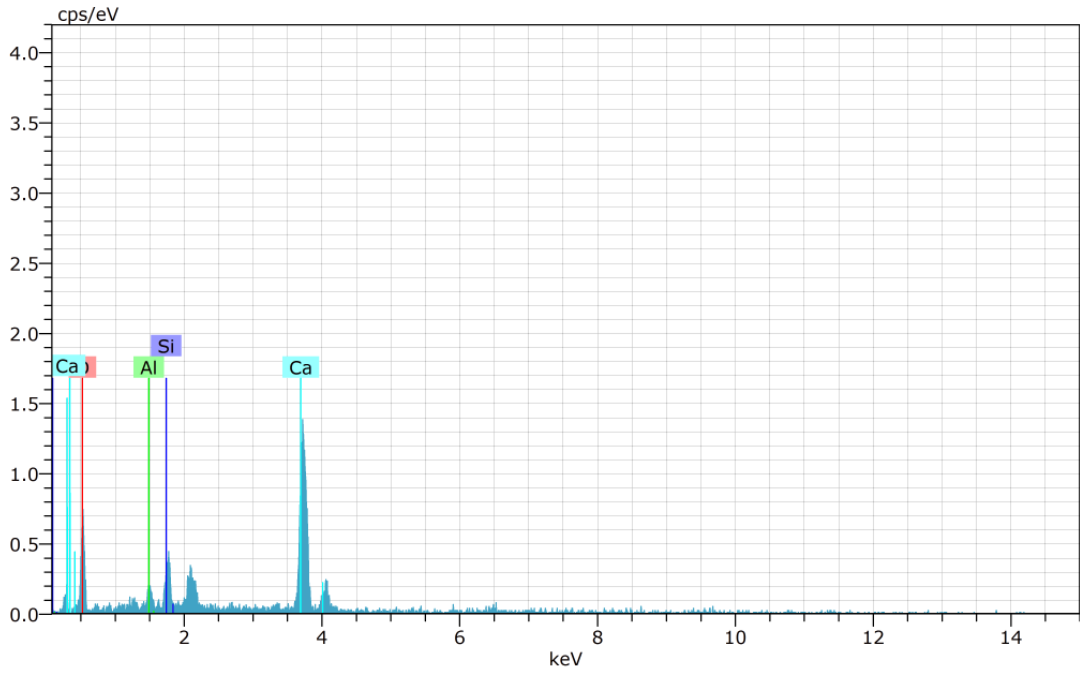
MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
3.48	16.34	49.19	1.25	24.18	5.56

Şekil 3. 128. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.



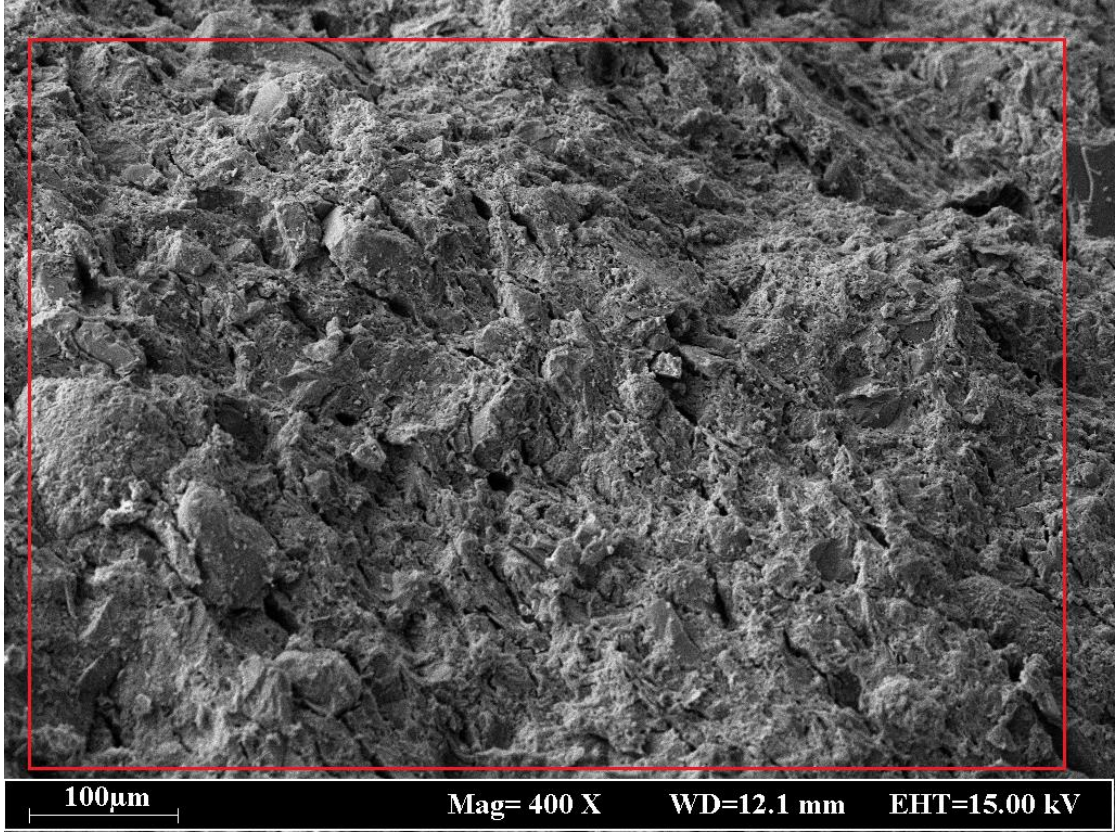


Şekil 3. 129. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

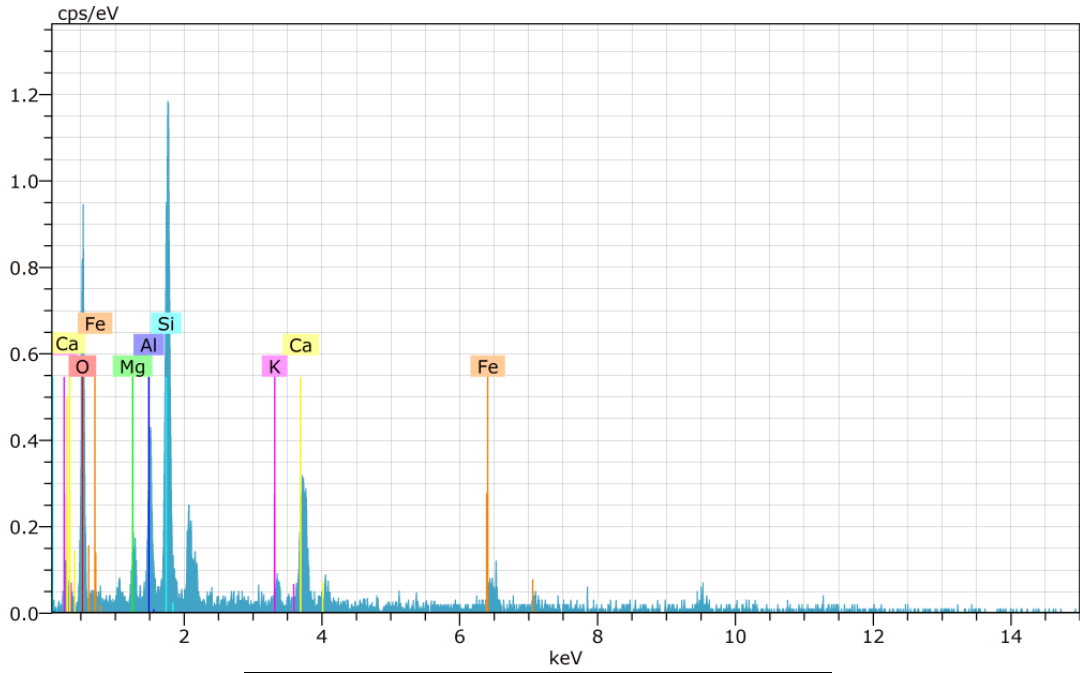


SPECTRUM 1		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO
4.72	13.48	81.80

Şekil 3. 130. GTHM-14 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

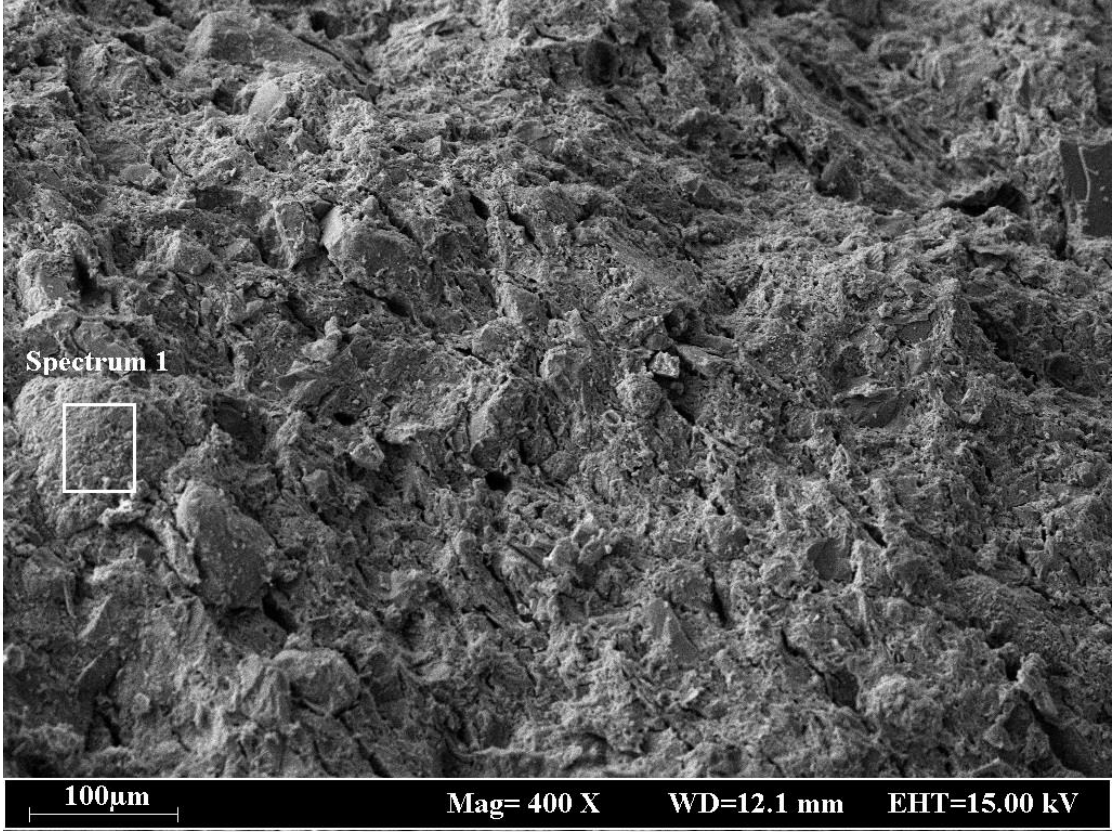


Şekil 3. 131. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

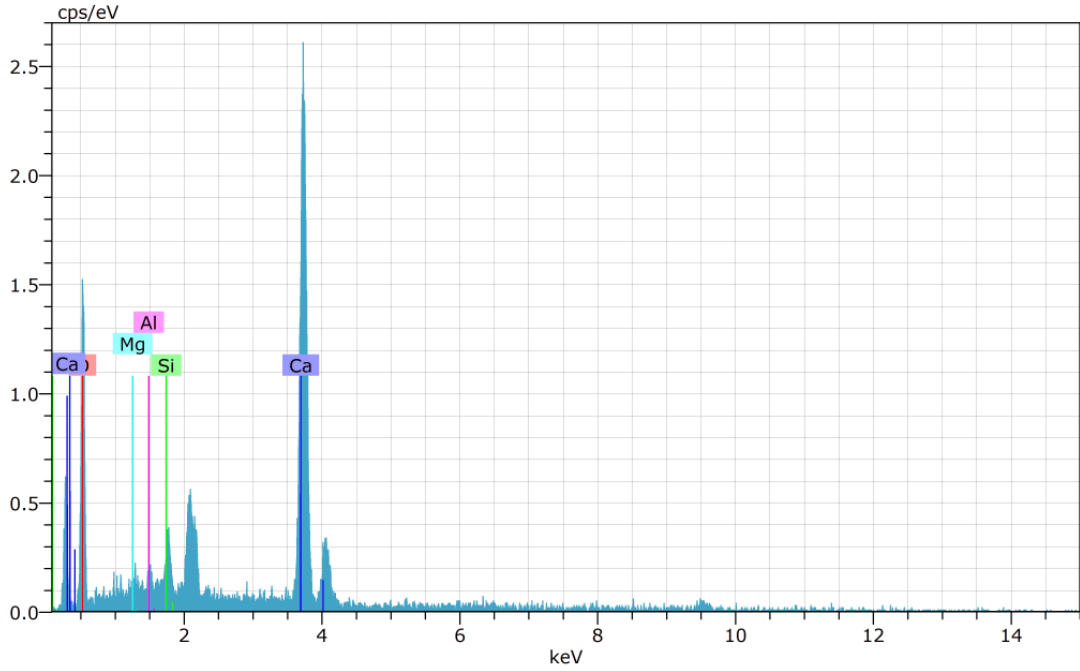


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
3.68	12.92	51.50	1.38	20.84	9.69

Şekil 3. 132. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

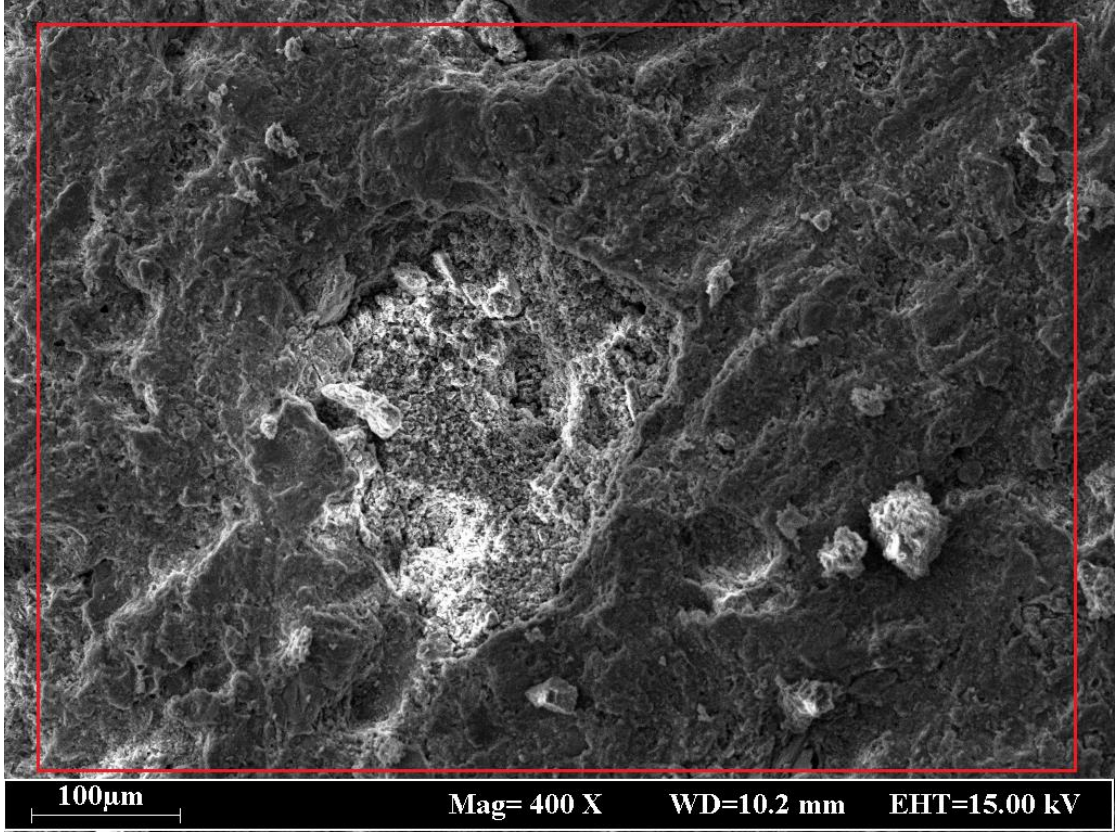


Şekil 3. 133. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

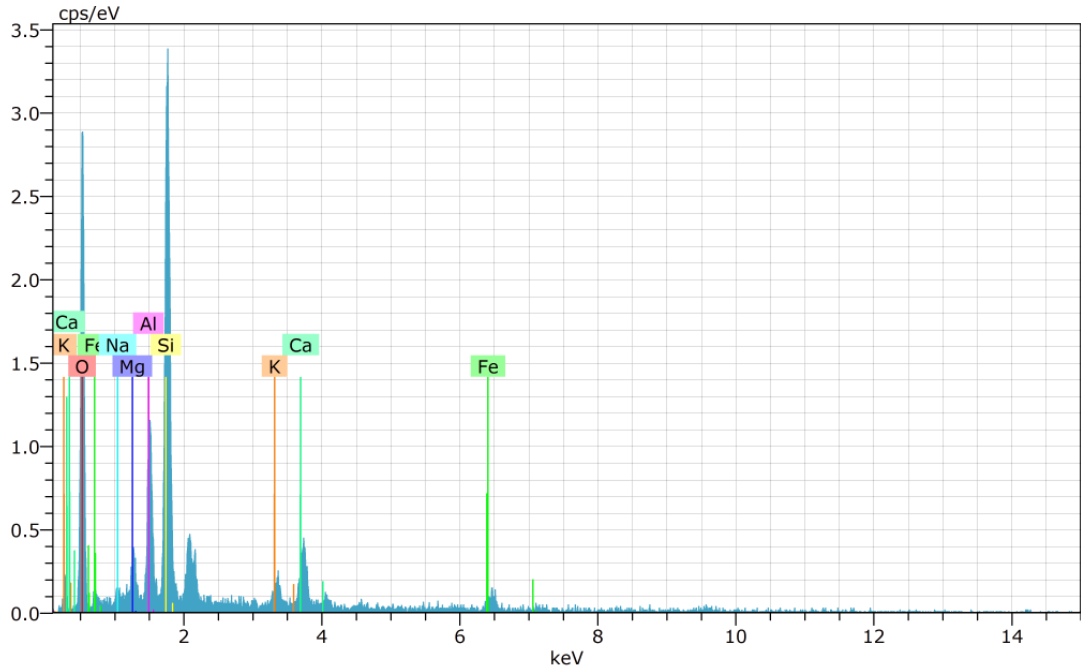


SPECTRUM 1			
SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6.85	90.15	1.37	1.63

Şekil 3. 134. GTHŞ-1 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

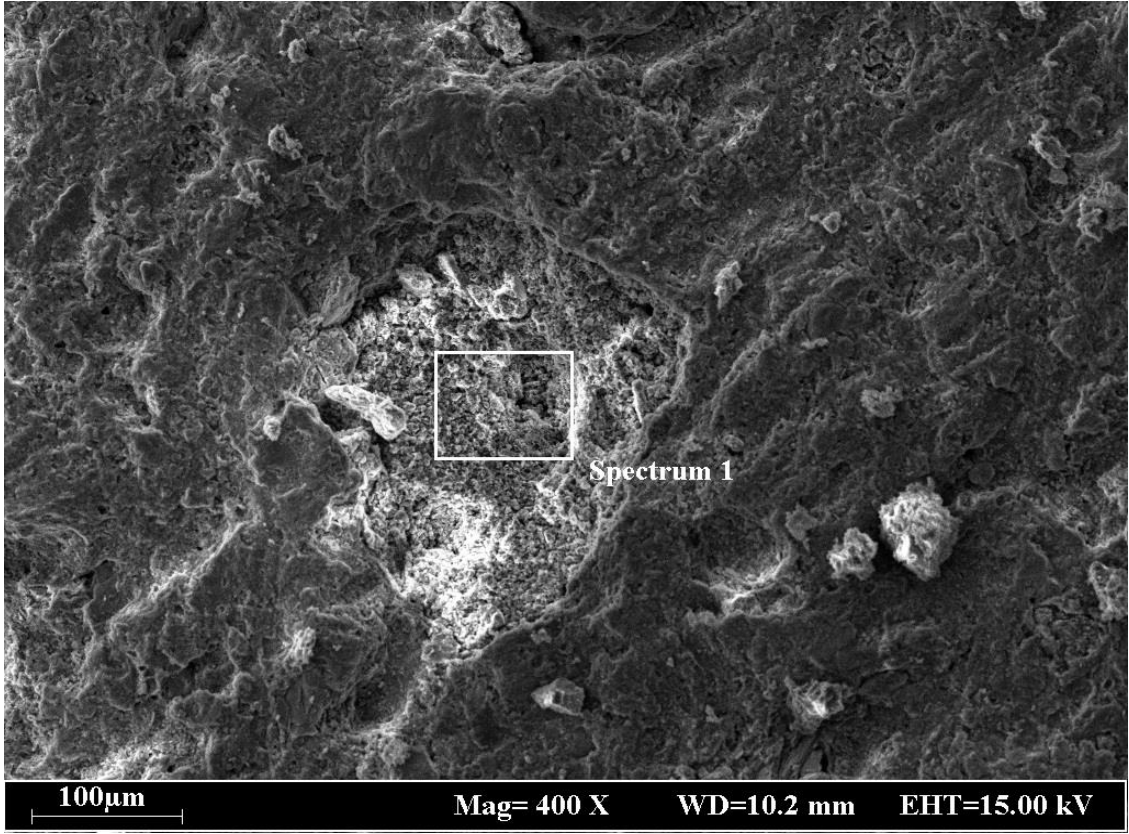


Şekil 3. 135. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

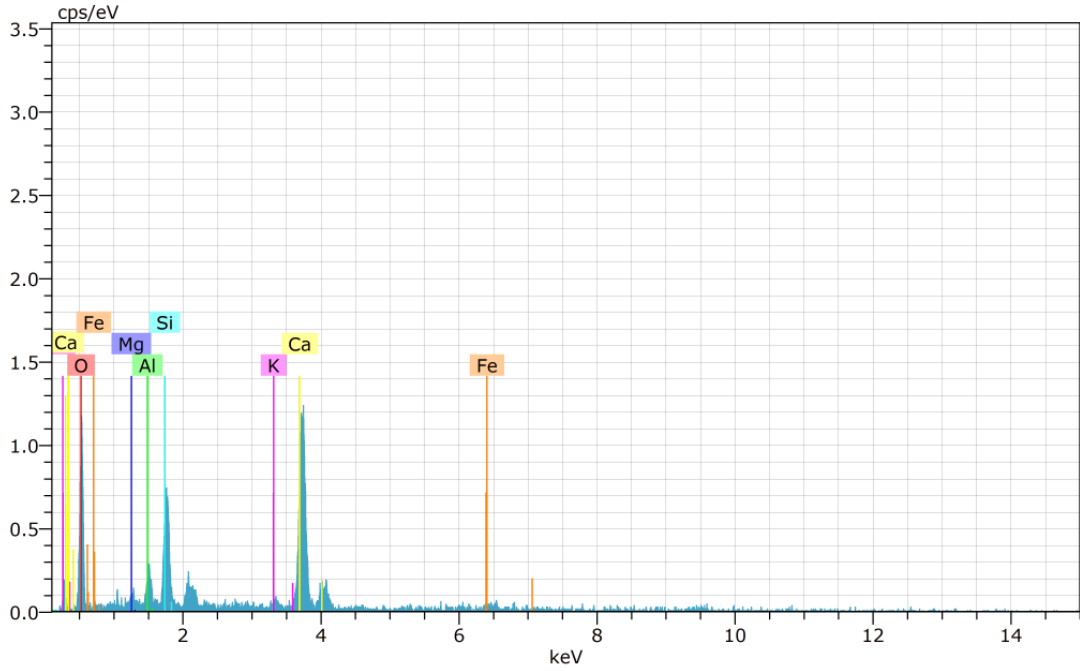


FeO	MgO	Na <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
5.64	2.98	0.91	16.59	61.08	2.67	10.13

Şekil 3. 136. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

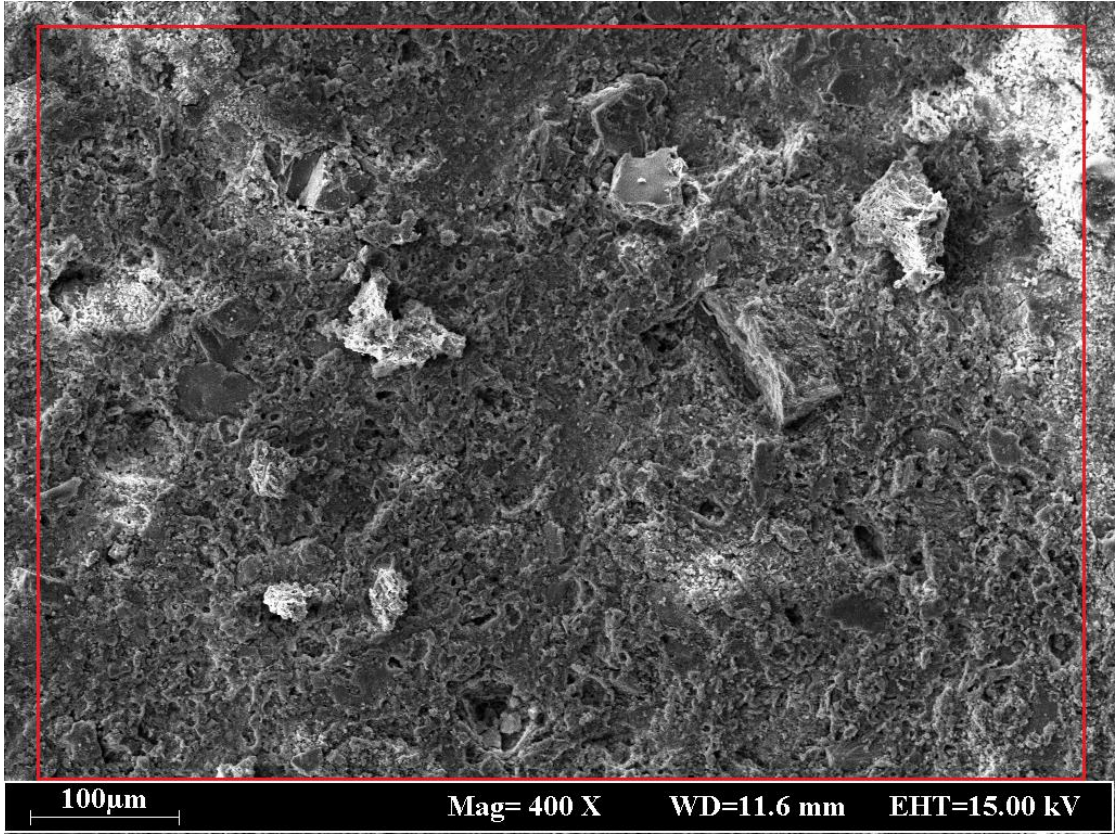


Şekil 3. 137. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

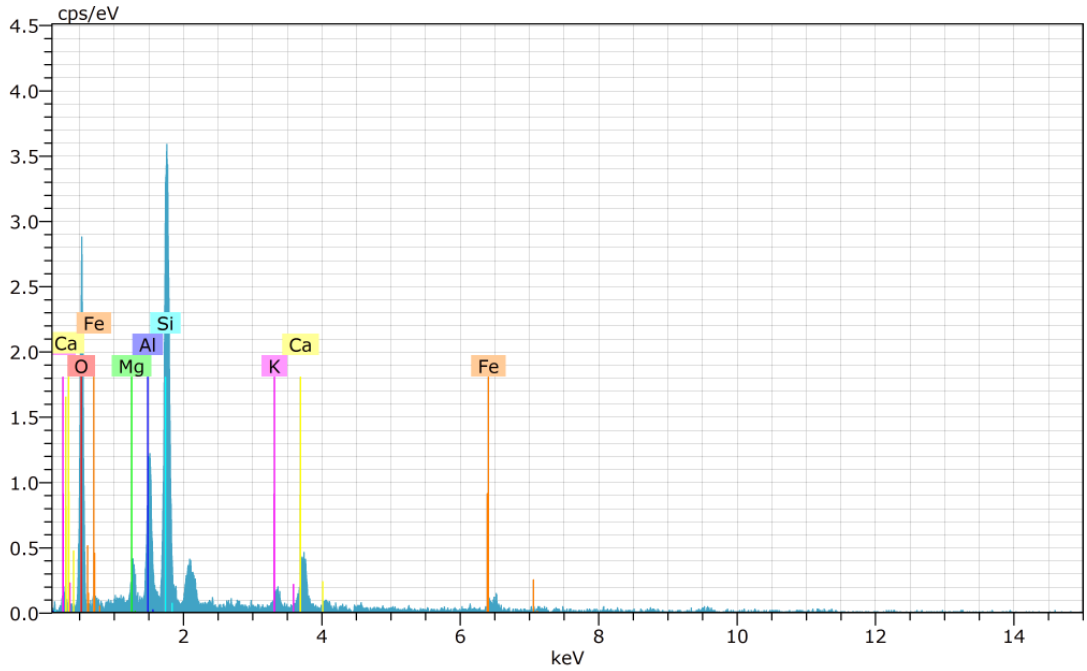


SPECTRUM 1					
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
5.83	1.61	24.86	0.35	62.84	4.51

Şekil 3. 138. GTHŞ-2 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



Şekil 3. 139. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

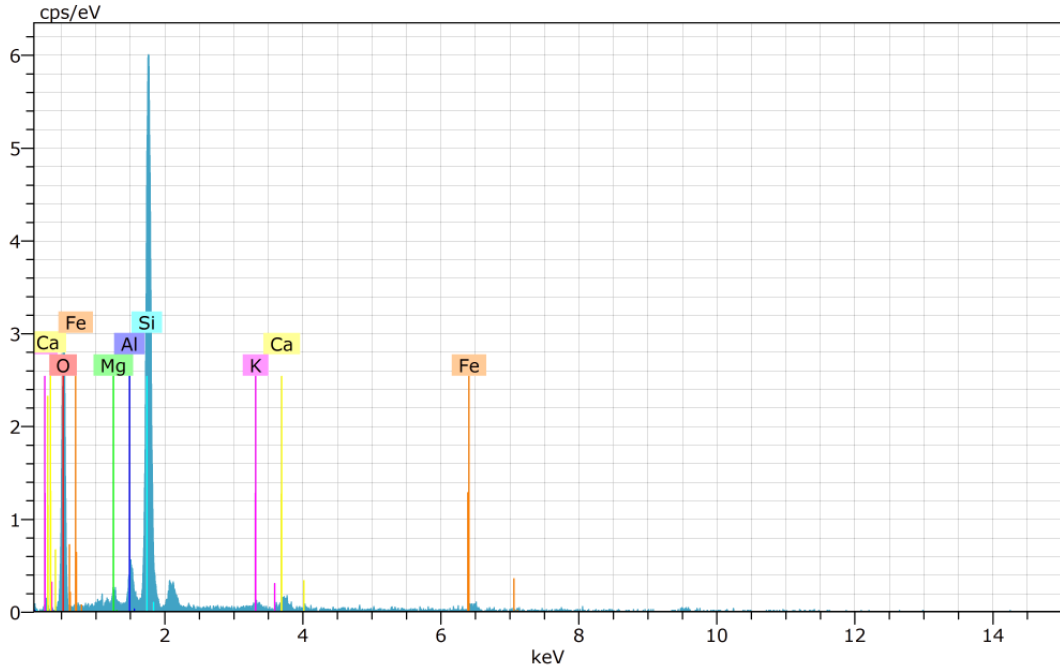


MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
3.32	16.25	63.90	2.00	9.86	4.67

Şekil 3. 140. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

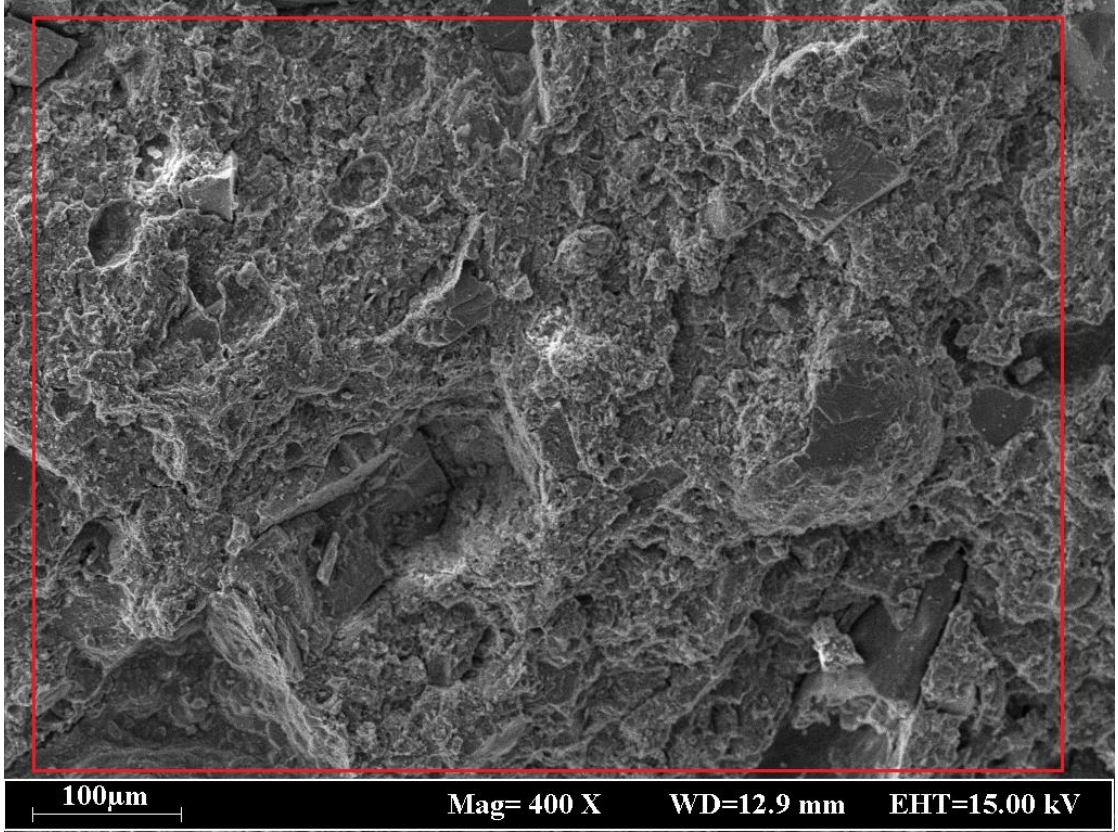


Şekil 3. 141. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

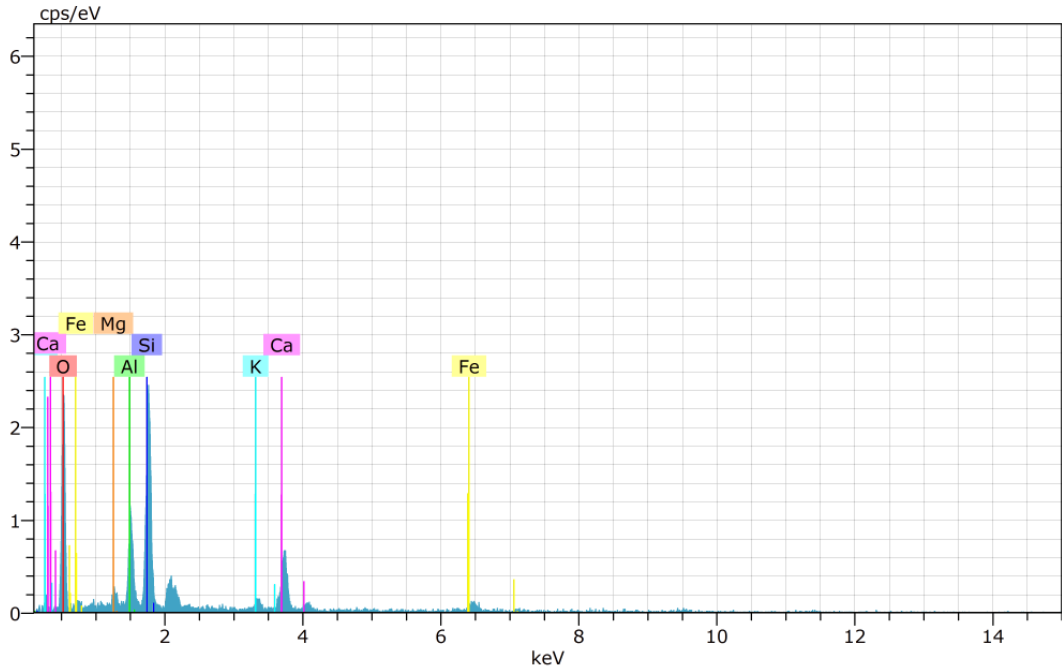


SPECTRUM 1					
MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO
1.44	5.22	86.56	0.88	2.68	3.21

Şekil 3. 142. GTHŞ-3 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



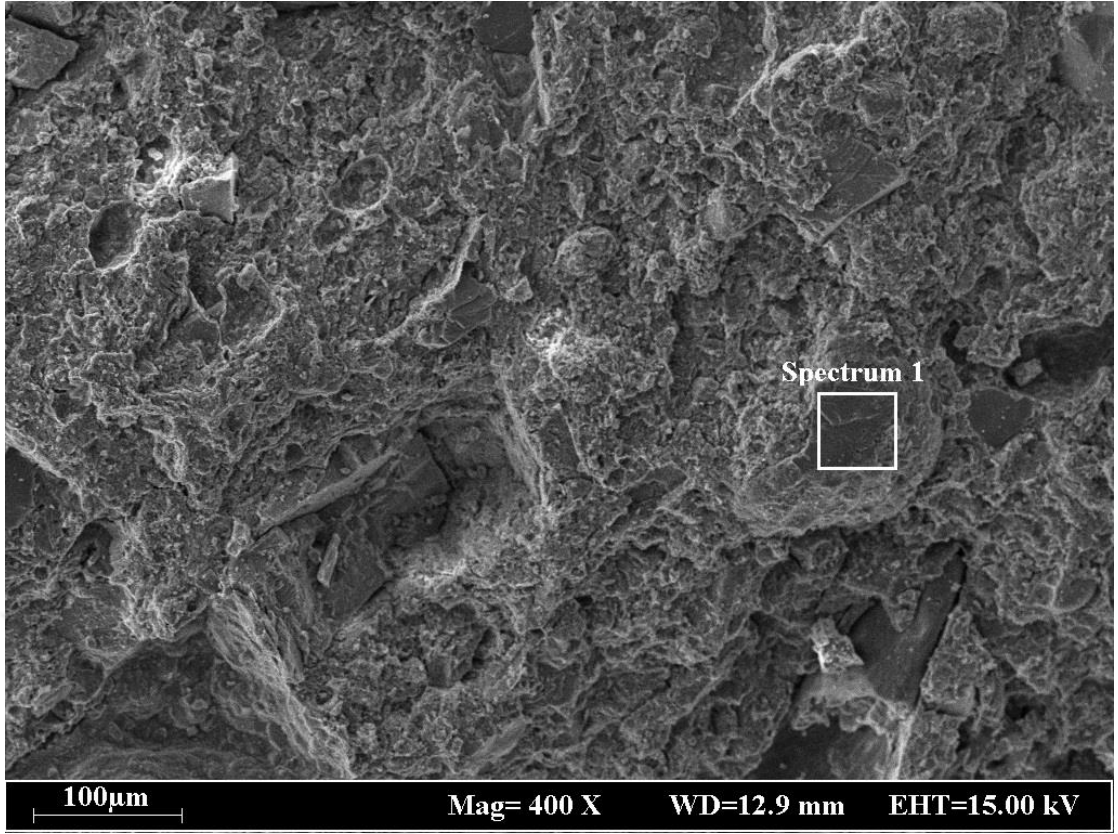
Şekil 3. 143. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.



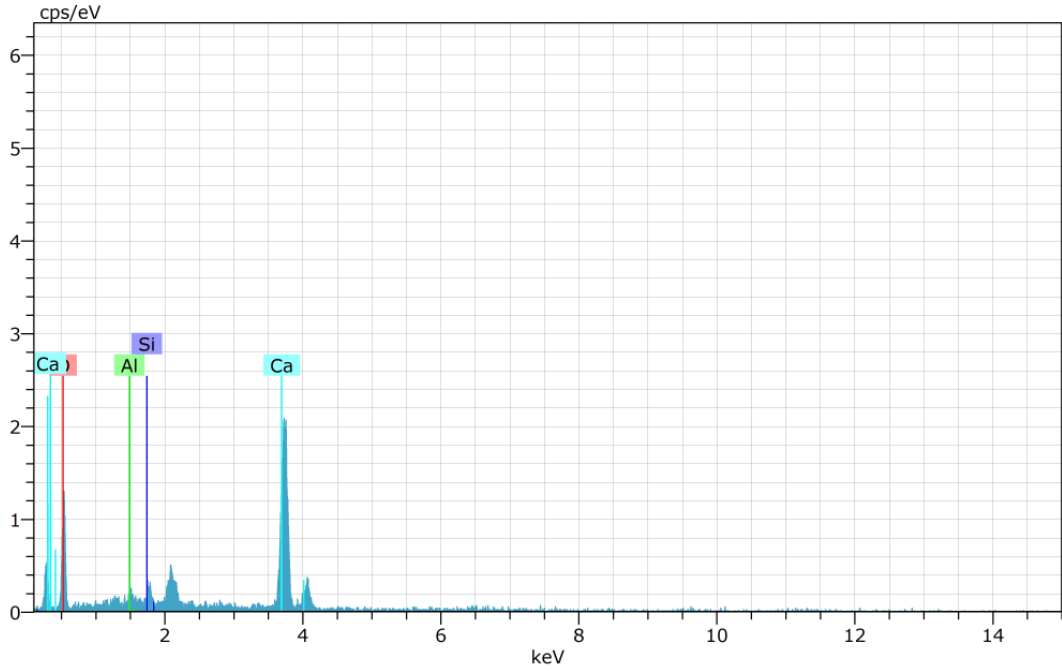
$Al_2O_3$	$SiO_2$	$K_2O$	$CaO$	$FeO$	$MgO$
16.82	50.77	1.88	19.06	9.44	2.04

Şekil 3. 144. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.



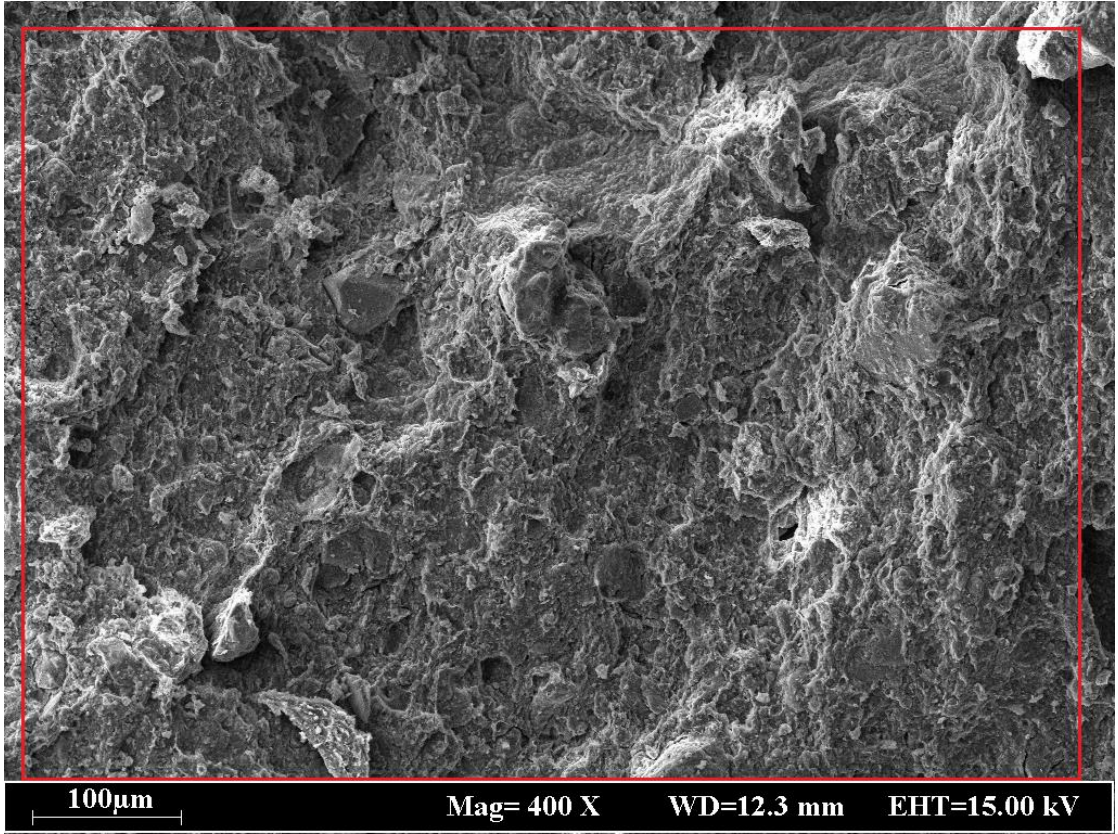


Şekil 3. 145. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

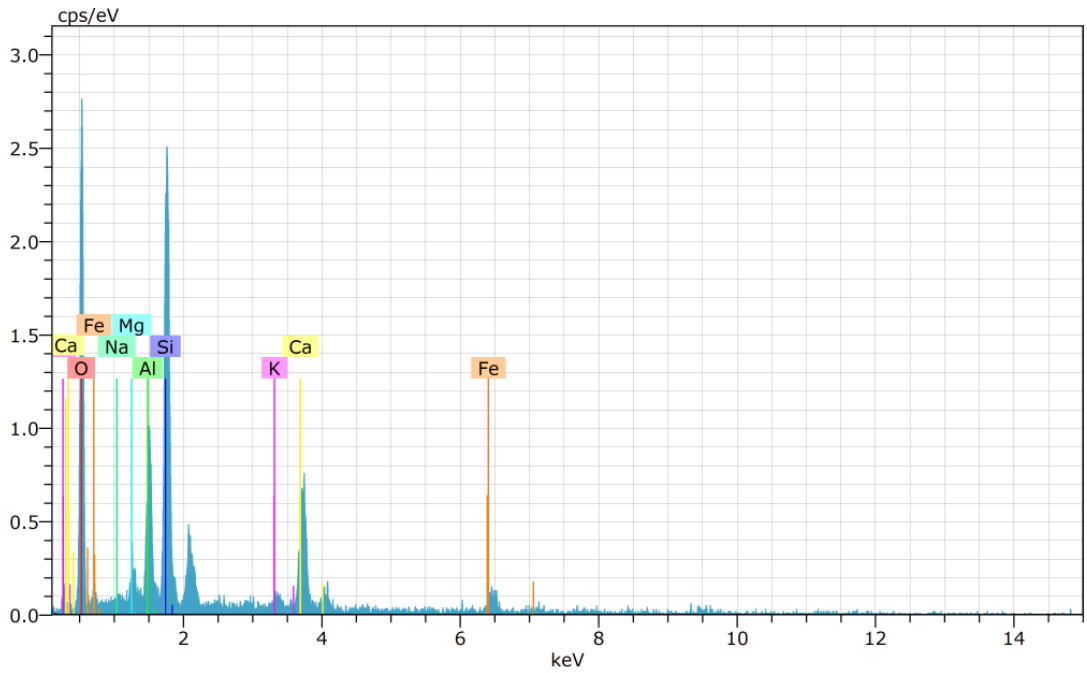


SPECTRUM 1		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO
1.91	6.02	92.07

Şekil 3. 146. GTHŞ-4 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

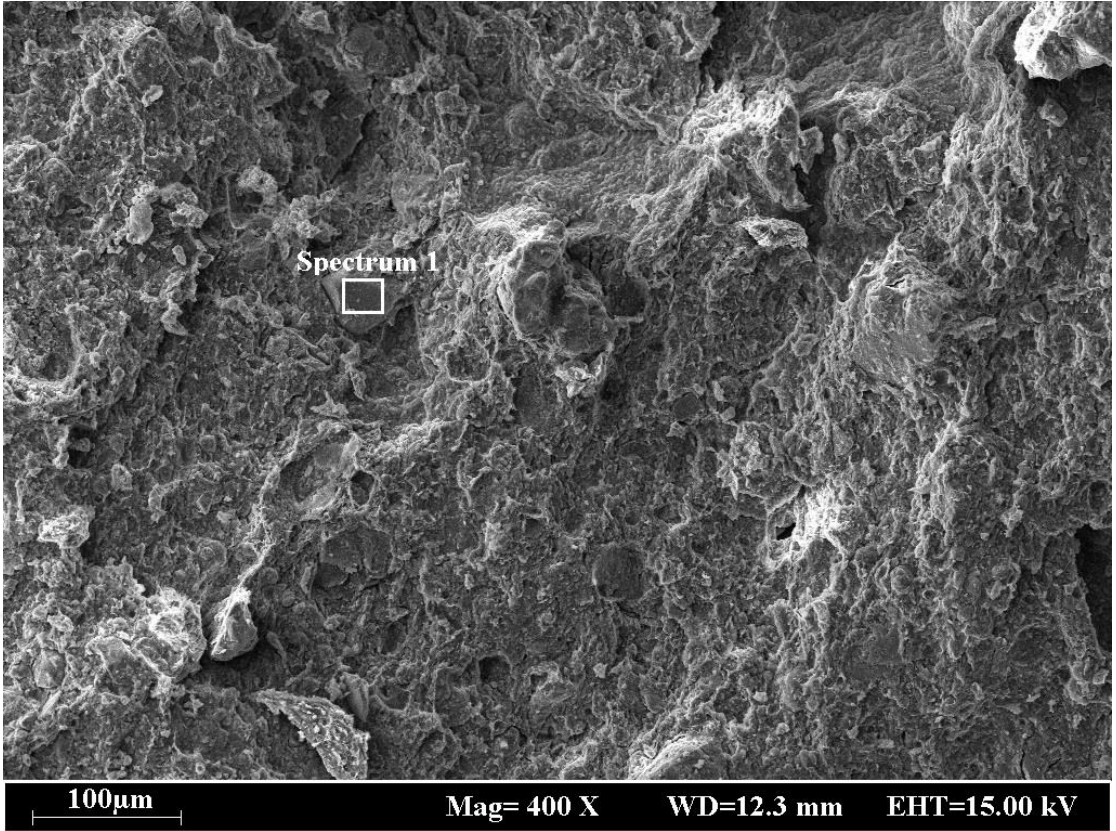


Şekil 3. 147. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

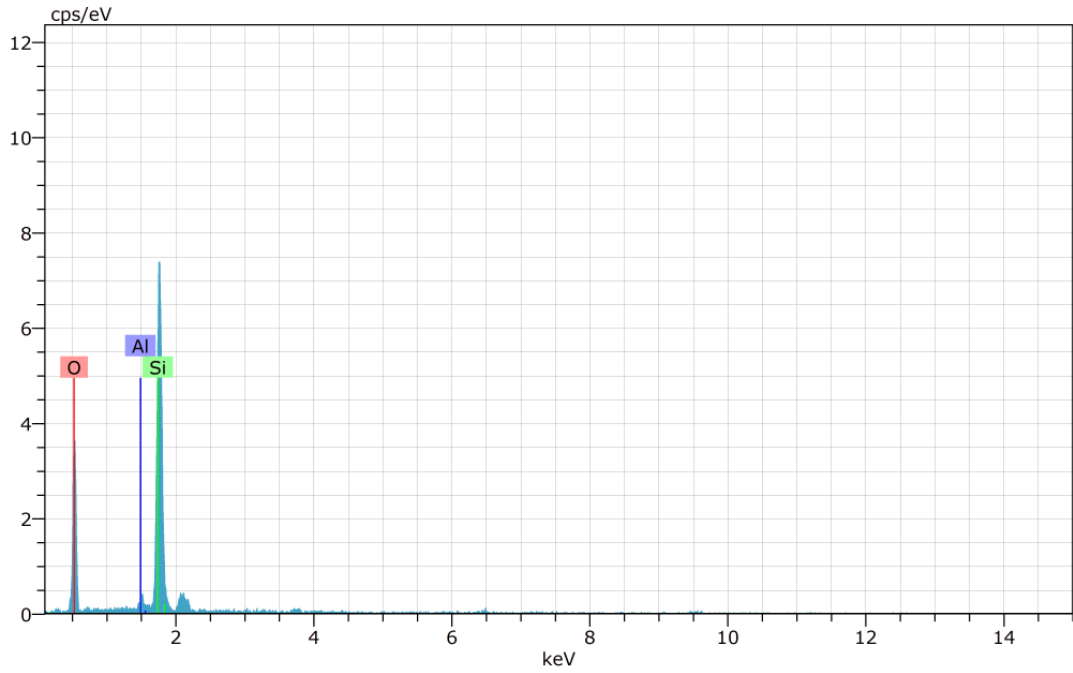


$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{FeO}$	$\text{Na}_2\text{O}$
15.47	50.35	2.88	0.83	21.34	8.45	0.69

Şekil 3. 148. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.



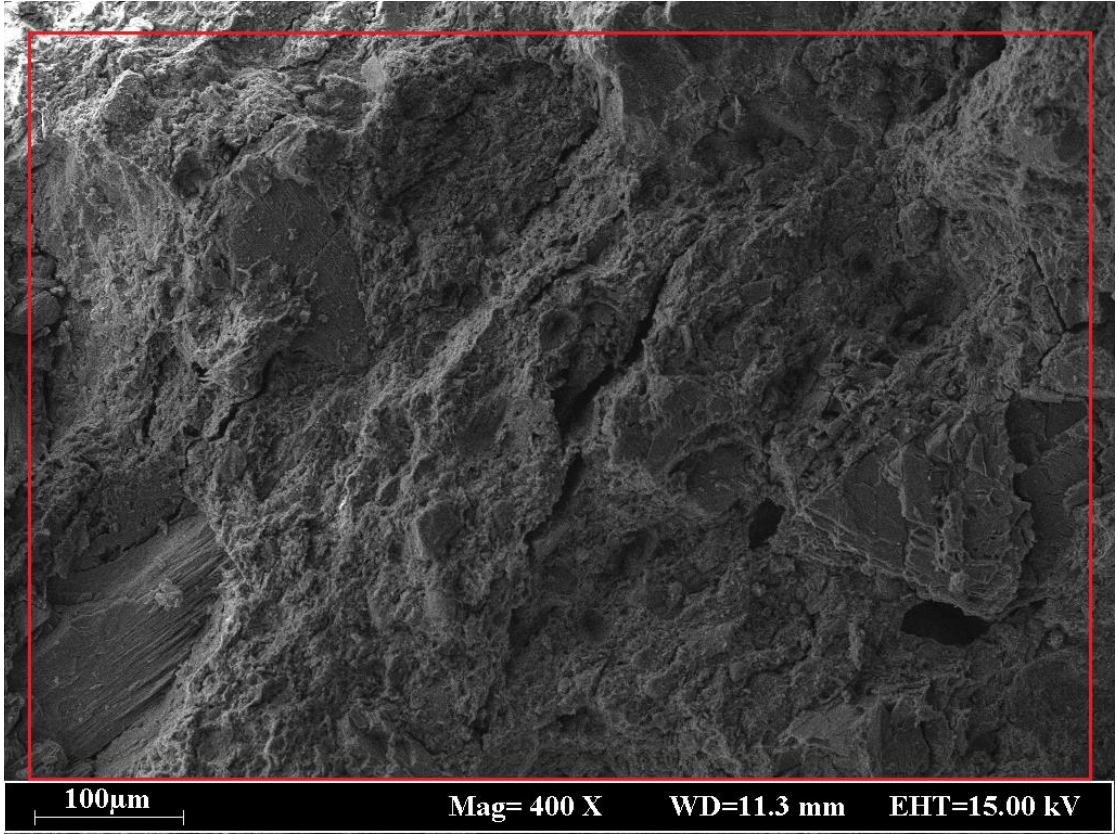
Şekil 3. 149. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.



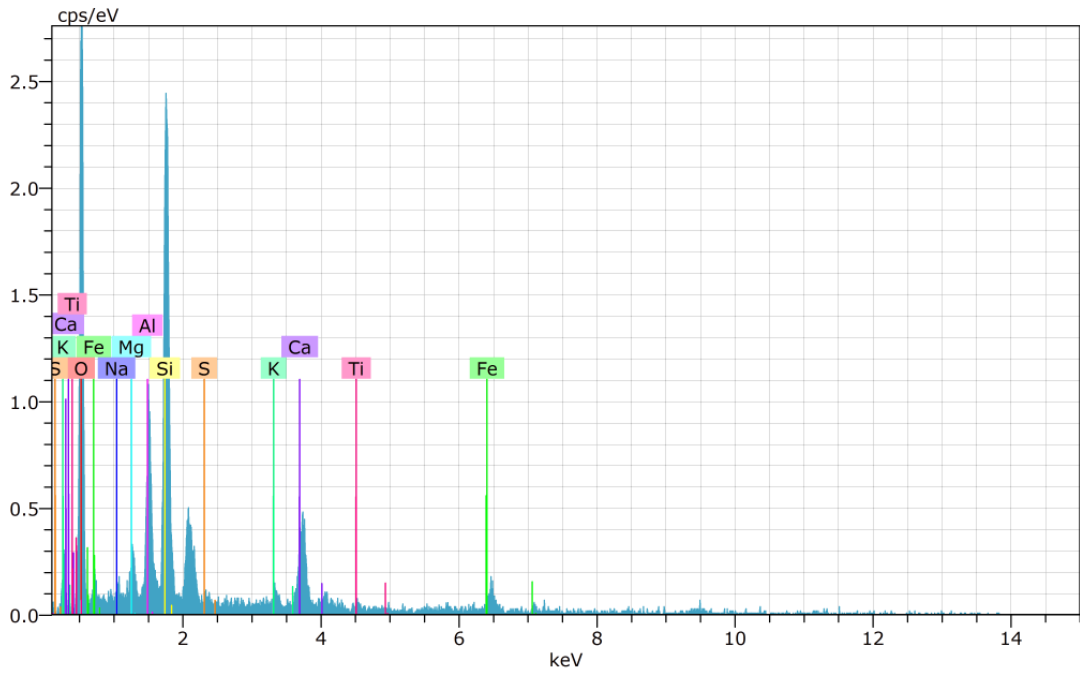
**SPECTRUM 1**

<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
97.53	2.47

Şekil 3. 150. GTHŞ-5 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

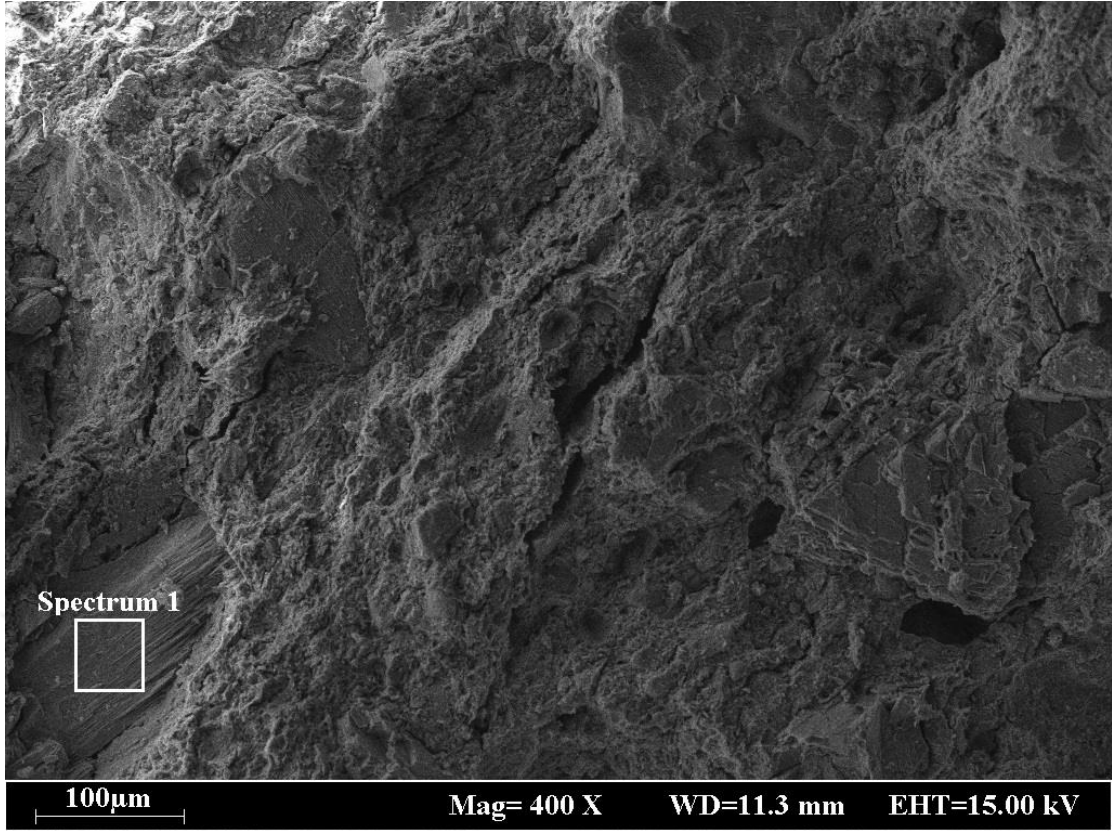


Şekil 3. 151. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

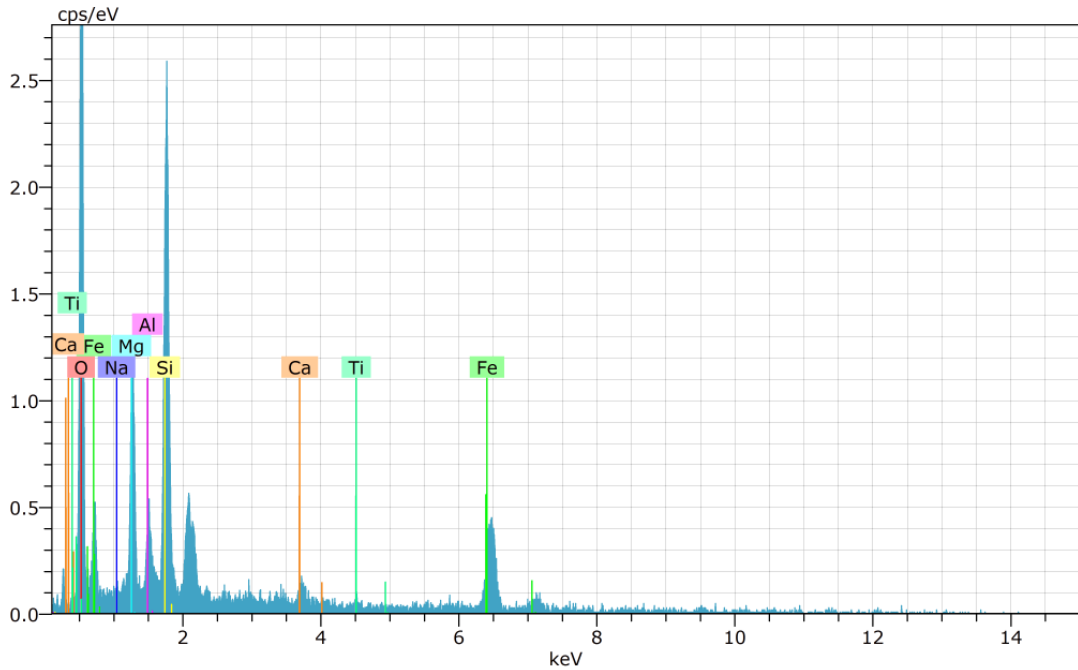


FeO	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>
8.39	0.68	3.35	16.78	53.35	1.35	14.04	2.05

Şekil 3. 152. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

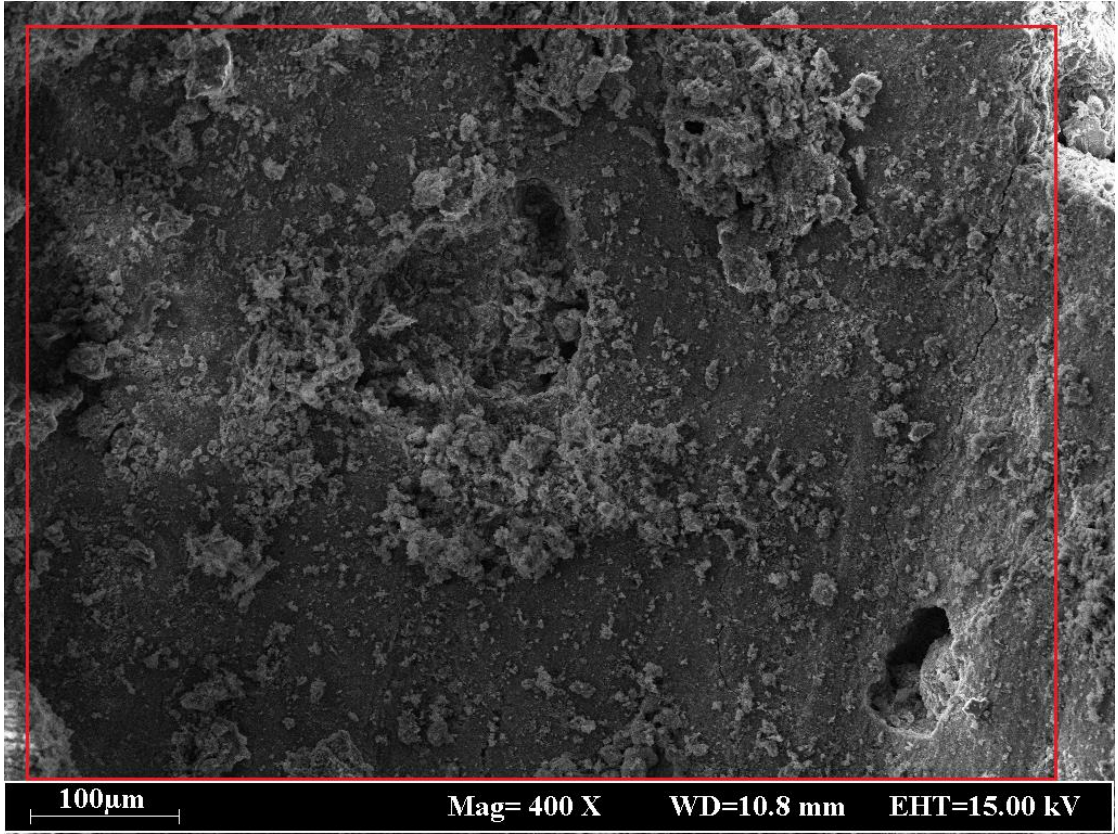


Şekil 3. 153. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

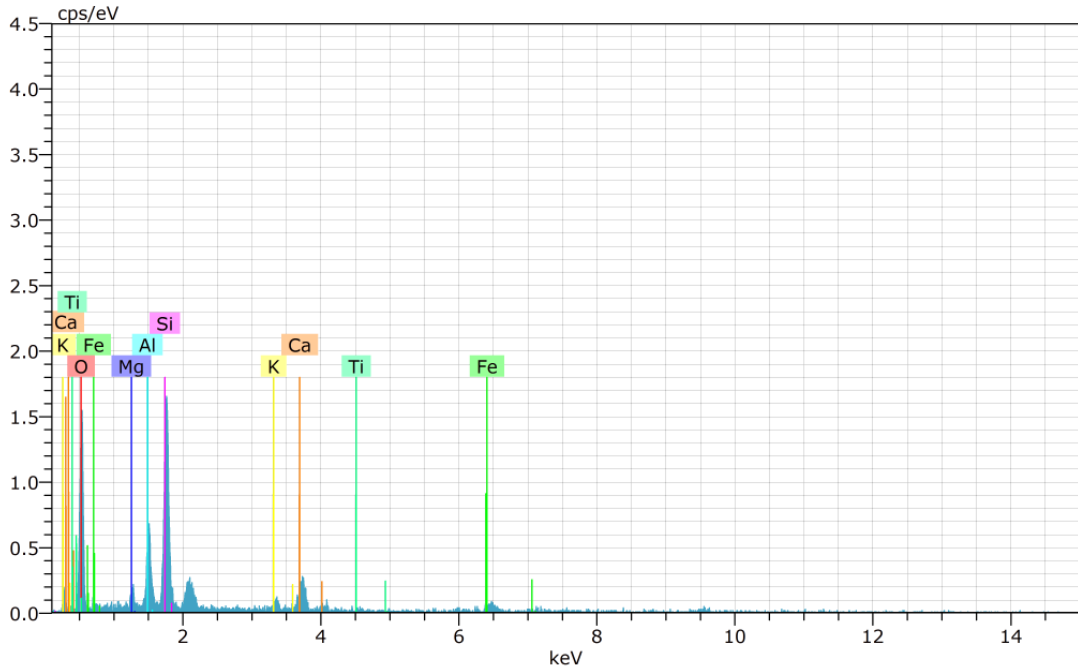


SPECTRUM 1						
FeO	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>
33.80	0.20	15.58	6.15	41.51	1.72	1.04

Şekil 3. 154. GTHŞ-6 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

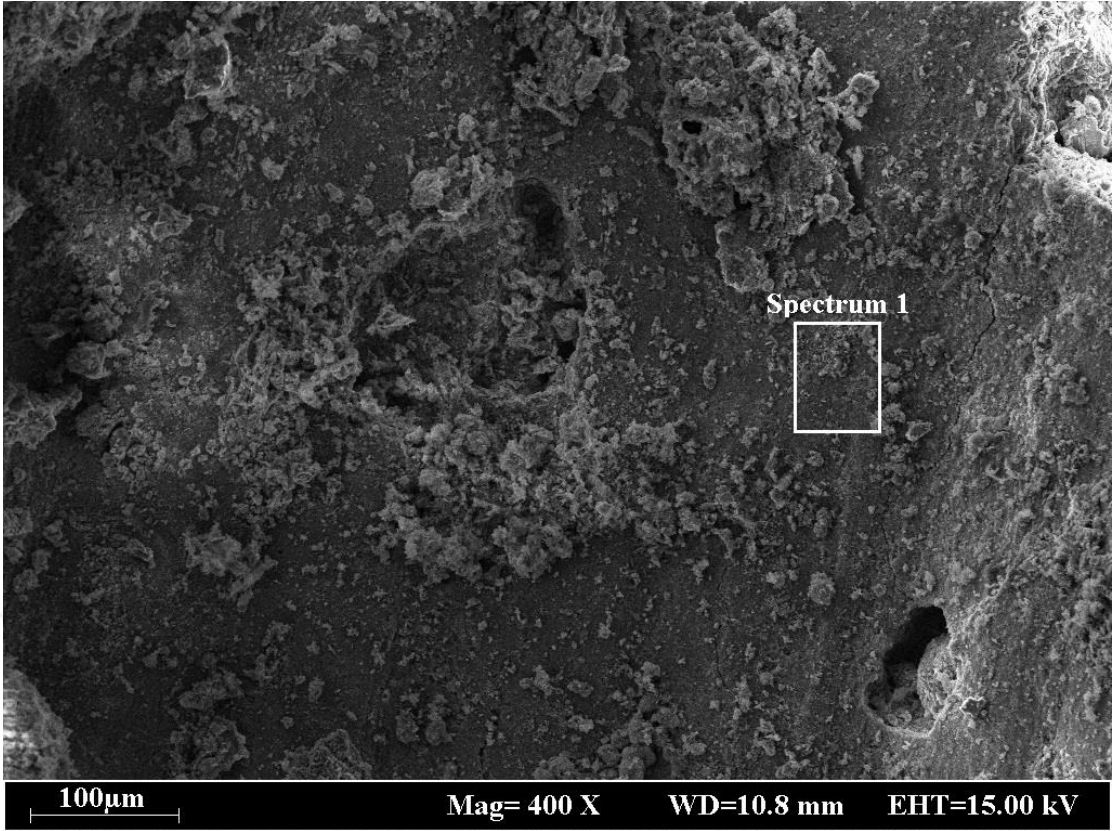


Şekil 3. 155. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

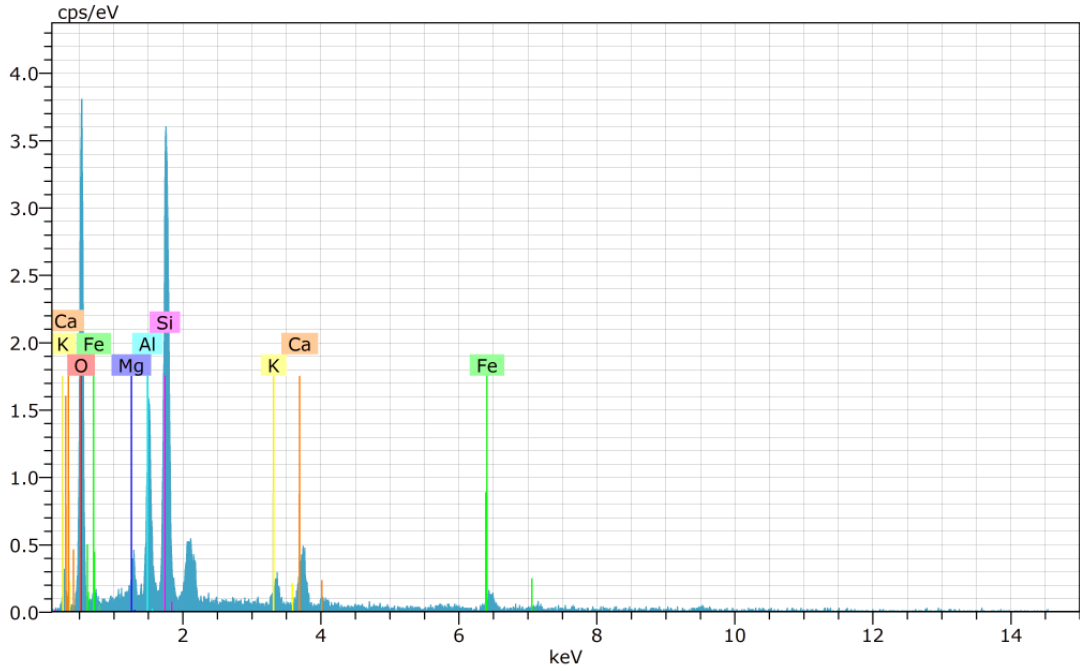


FeO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>
6.81	2.95	16.18	58.21	1.91	12.76	1.19

Şekil 3. 156. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

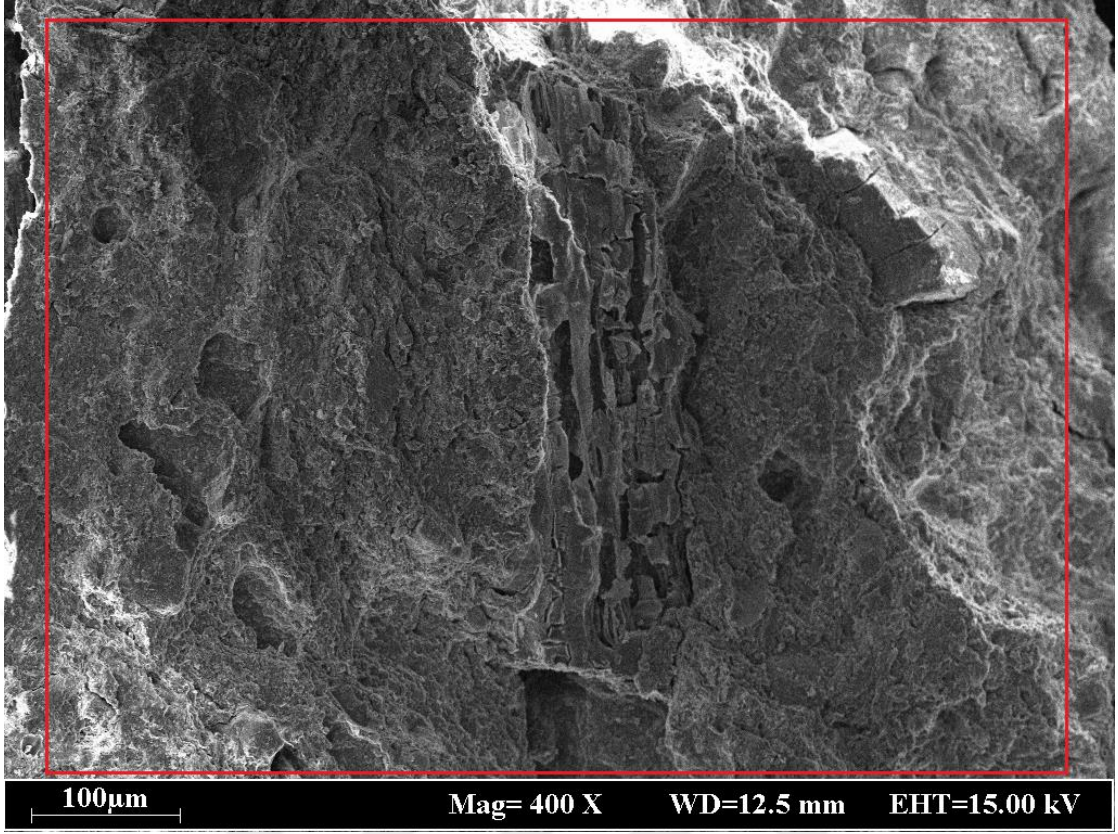


Şekil 3. 157. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

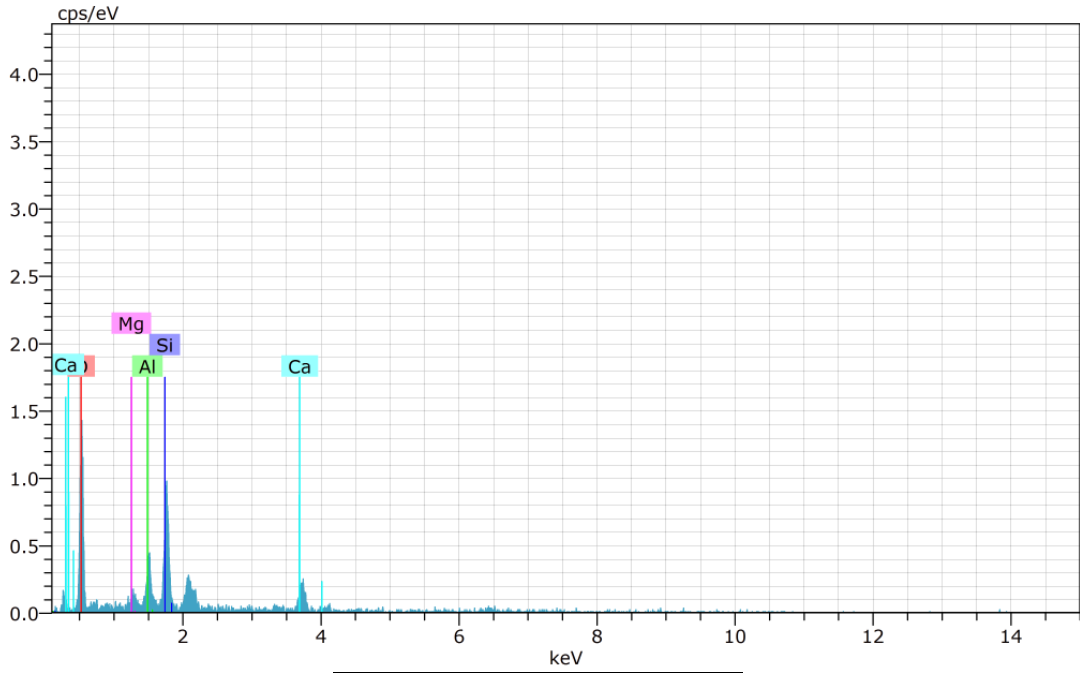


SPECTRUM 1					
FeO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
7.87	2.79	18.28	59.22	2.45	9.39

Şekil 3. 158. GTHŞ-7 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



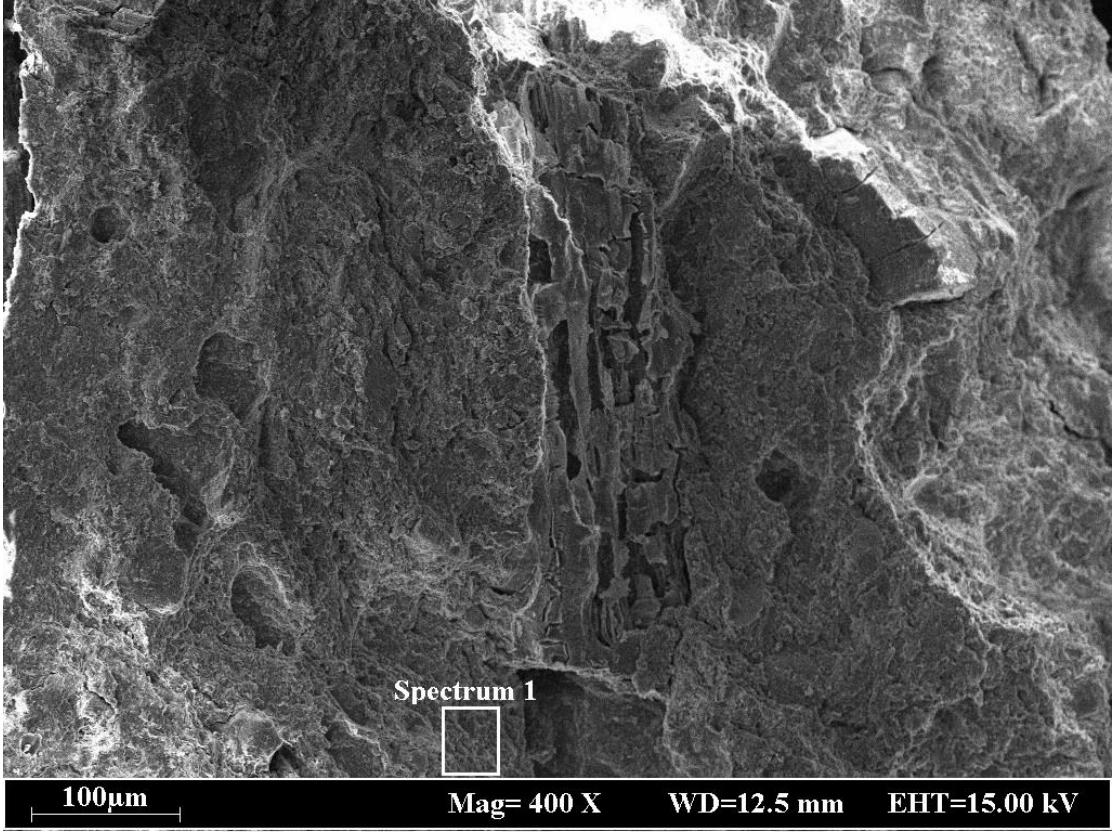
Şekil 3. 159. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.



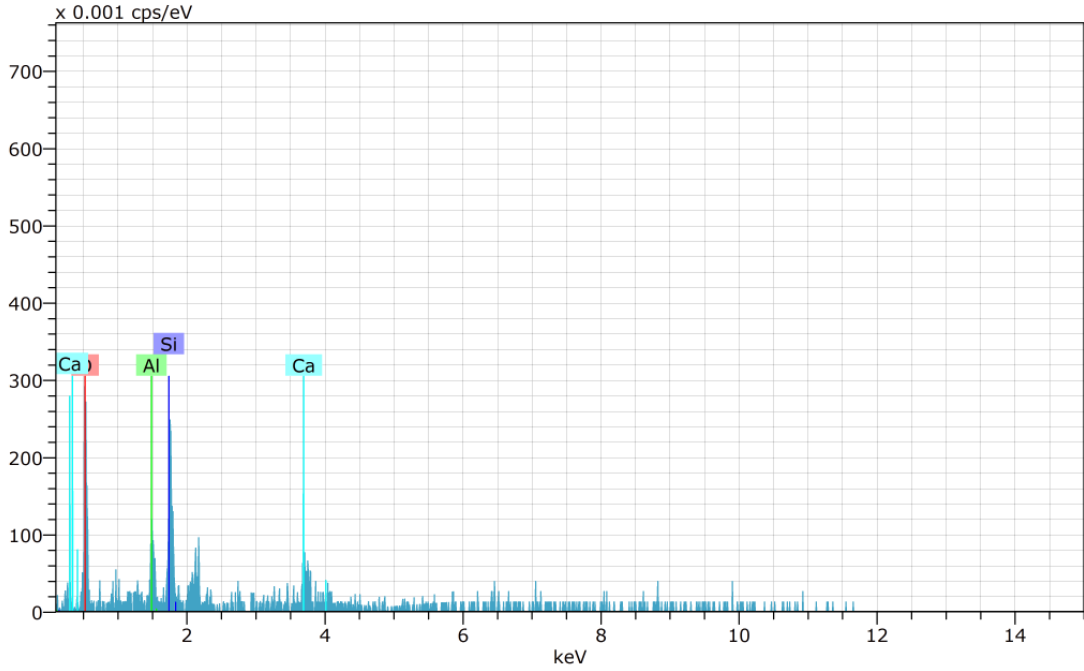
$Al_2O_3$	$SiO_2$	CaO	MgO
18.08	59.79	18.42	3.72

Şekil 3. 160. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.



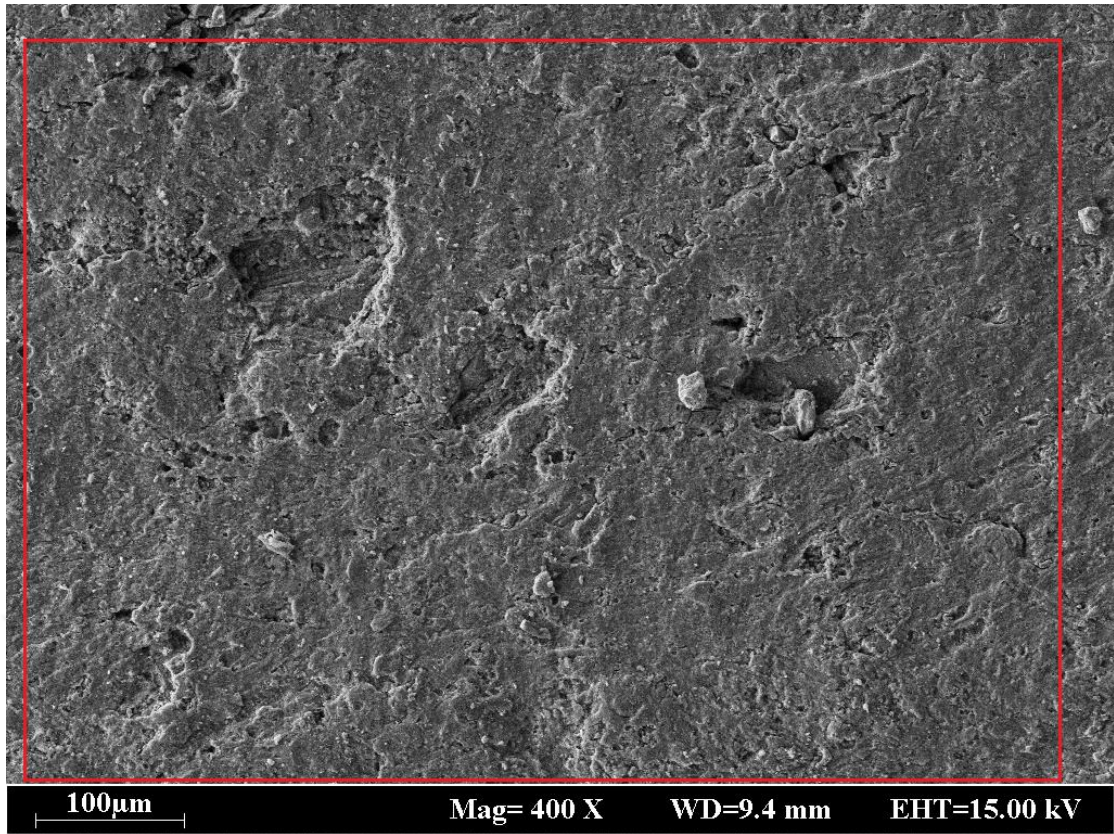


Şekil 3. 161. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

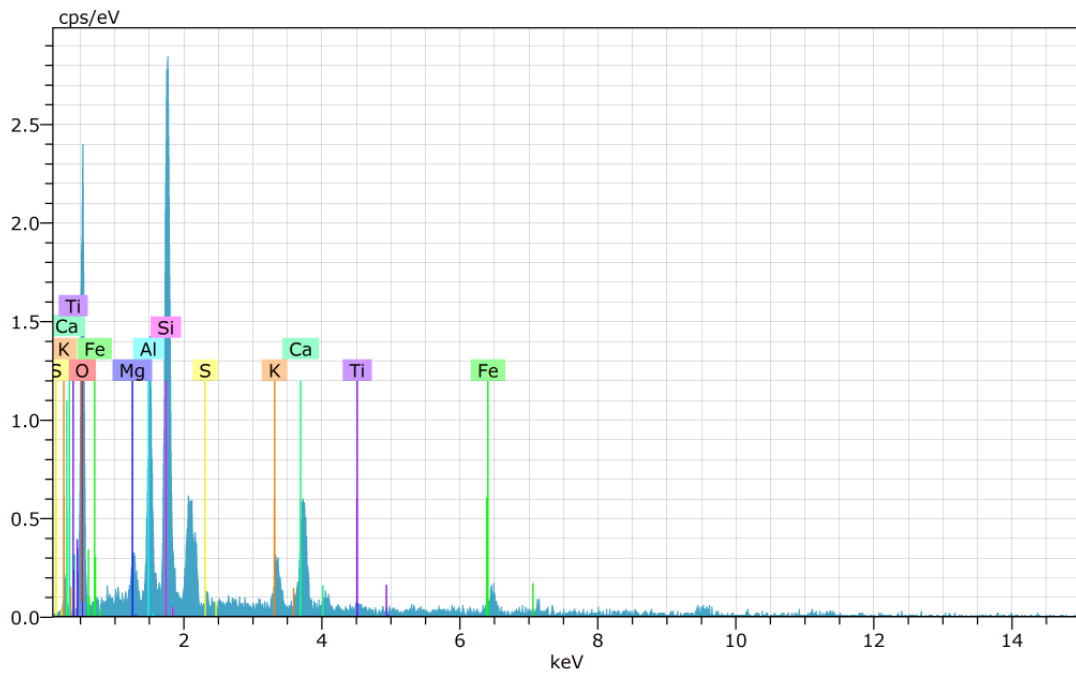


SPECTRUM 1		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO
20.87	58.05	21.08

Şekil 3. 162. GTHŞ-8 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.



Şekil 3. 163. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

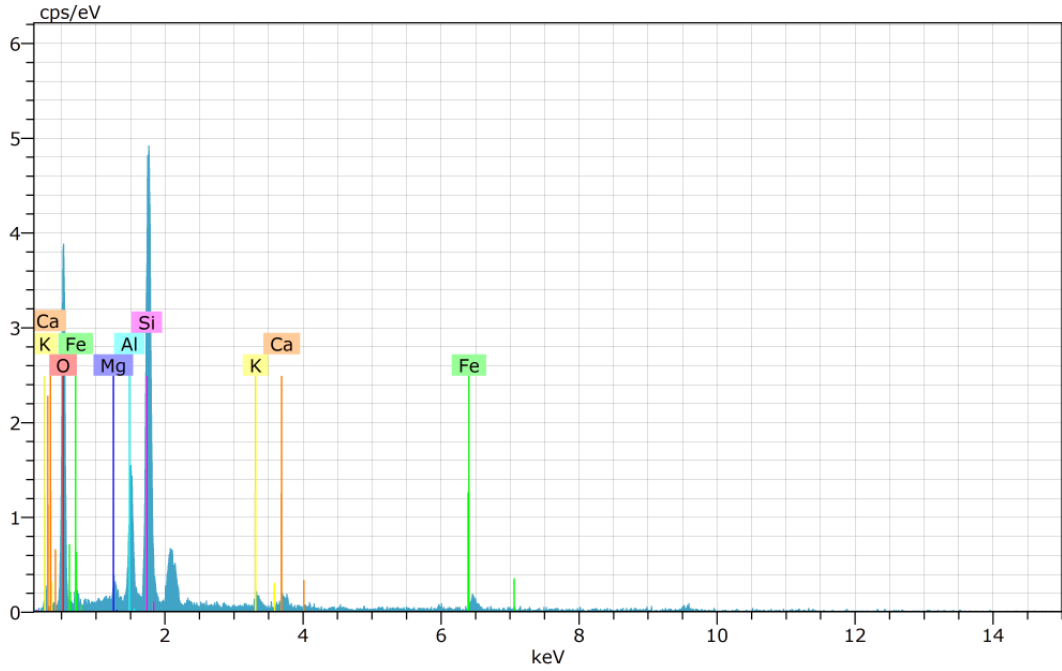


FeO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>
7.98	2.42	16.99	52.09	0.24	4.02	14.73	1.53

Şekil 3. 164. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.

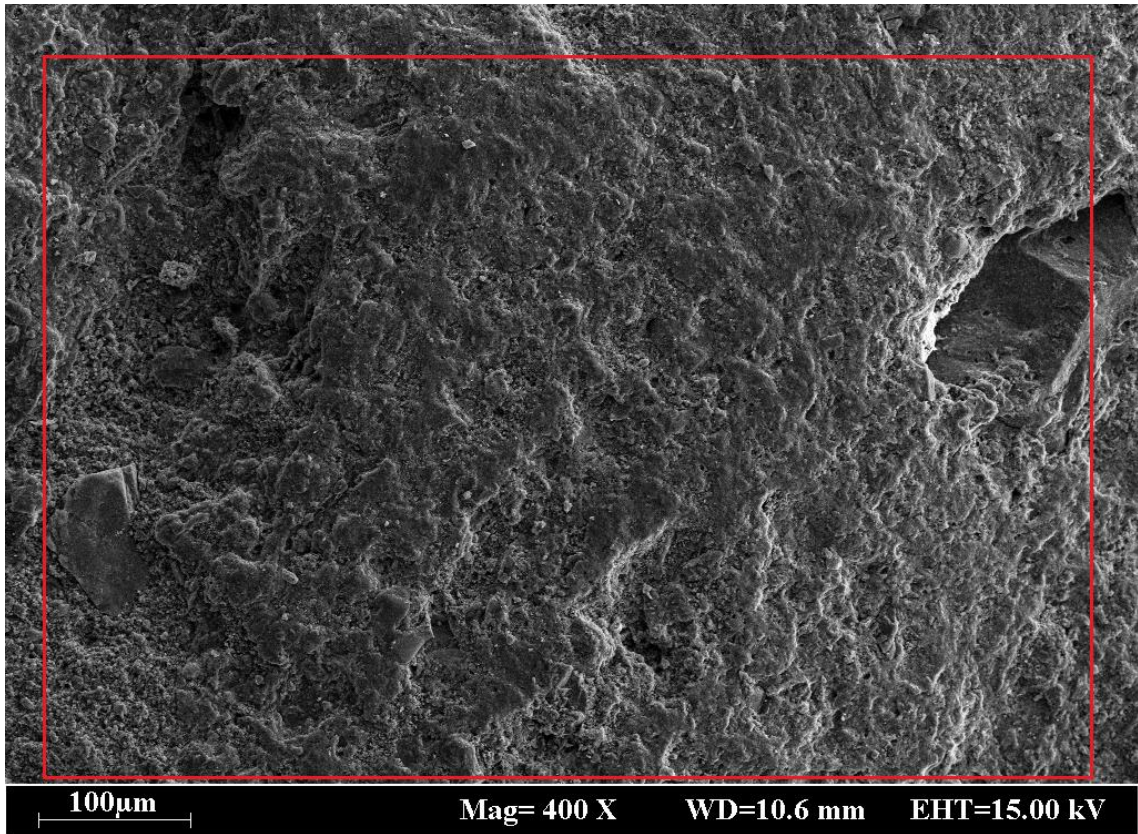


Şekil 3. 165. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.

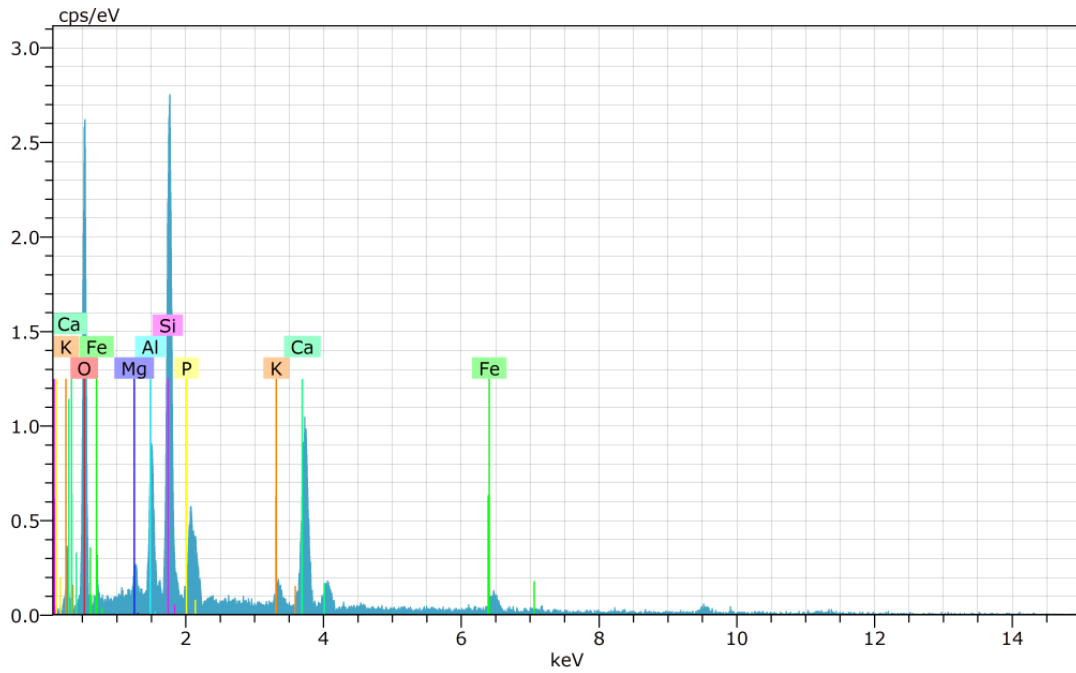


SPECTRUM 1					
FeO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
3.83	1.74	16.10	73.99	1.88	2.45

Şekil 3. 166. GTHŞ-9 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

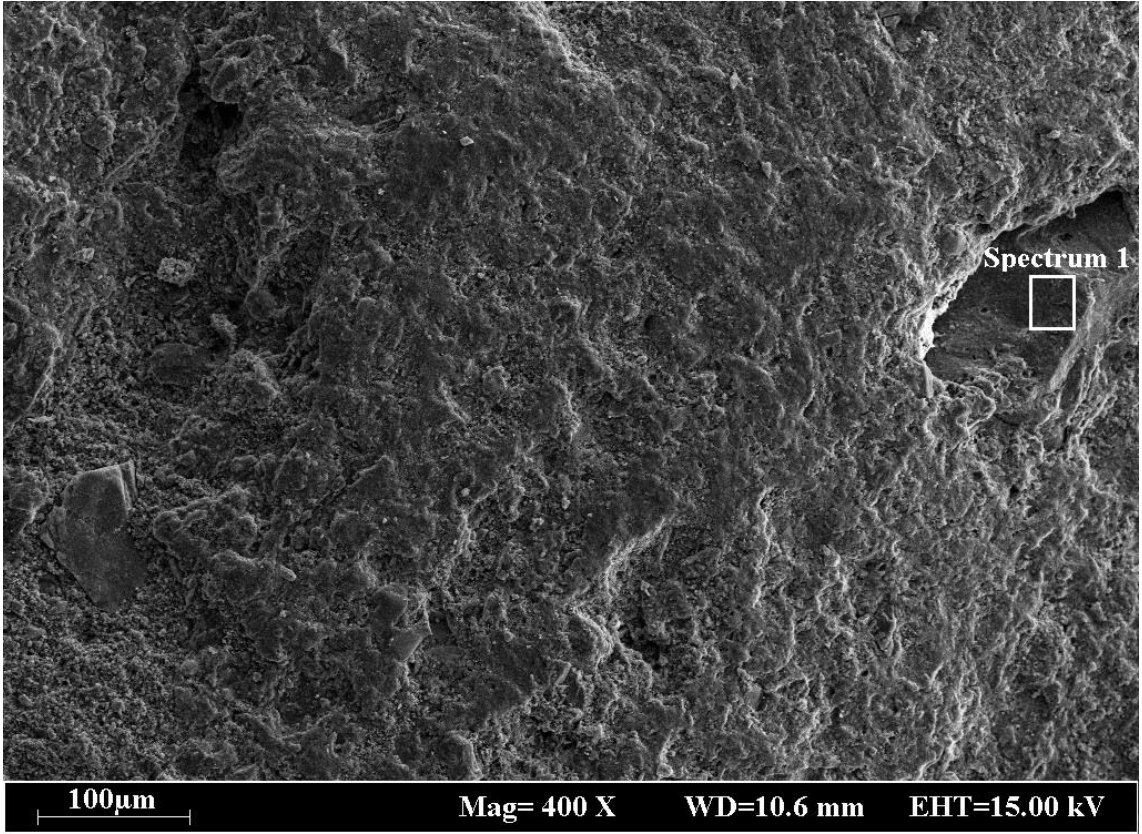


Şekil 3. 167. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsü.

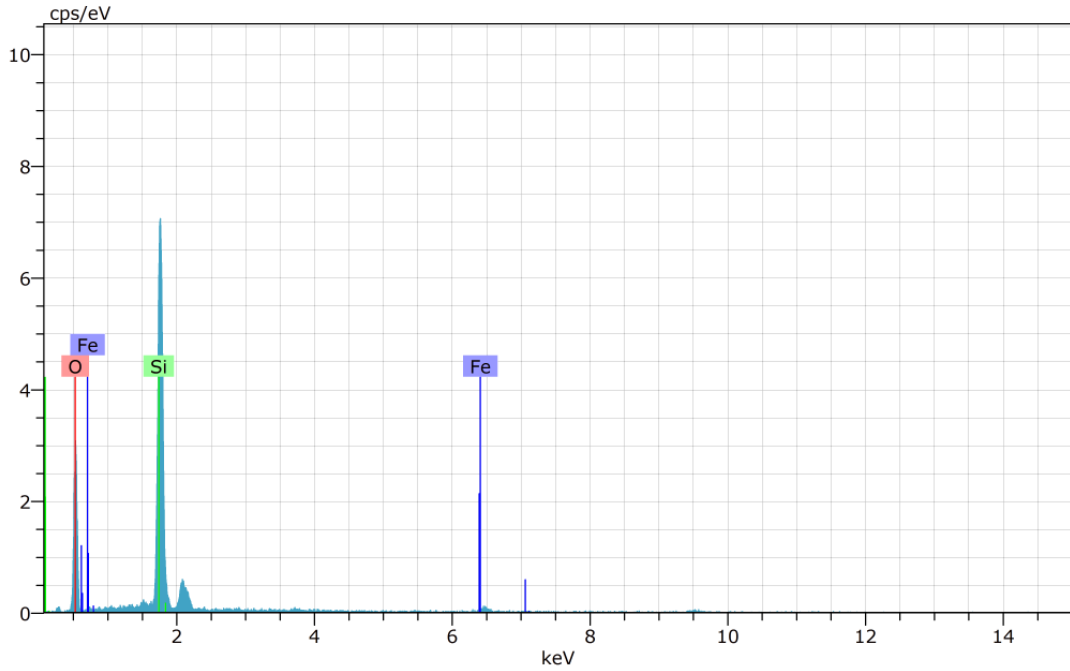


FeO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
7.39	1.73	11.71	45.71	5.64	1.59	26.23

Şekil 3. 168. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde seçilen bölgenin EDX spektrumu.



Şekil 3. 169. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1 bölgesi.



**SPECTRUM 1**

<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>FeO</b>
95.47	4.53

Şekil 3. 170. GTHŞ-10 kodlu numuneye ait SEM görüntüsünde Spektrum-1'e ait EDX sonucu.

Numunelerin 100 µm ölçekli SEM görüntülerinde alınan genel EDX taraması ile elde edilen kimyasal kompozisyon içerikleri Çizelge 3.5. ve 3.6.'da verilmiştir.

**Çizelge 3.5.** Mutfak kaplarına ait % ağırlıkça EDX sonuçları.

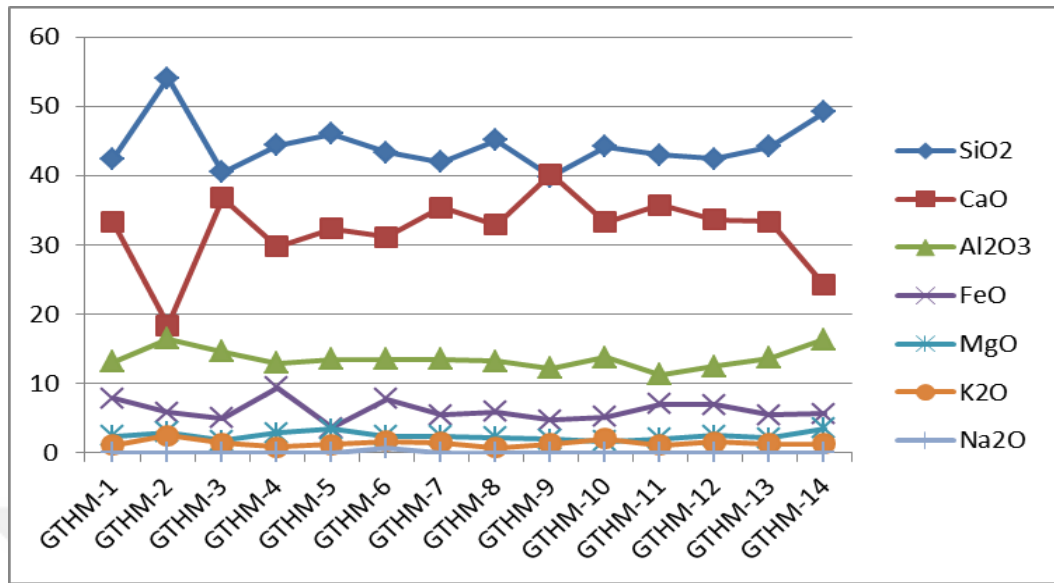
Numune Kodu	Oksit							Toplam
	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
GTHM-1	42,38	33,26	13,14	7,8	2,36	1,06	0	100
GTHM-2	54,08	18,34	16,38	5,77	2,96	2,47	0	100
GTHM-3	40,5	36,8	14,62	5	1,7	1,39	0	100
GTHM-4	44,39	29,71	12,91	9,4	2,82	0,76	0	100
GTHM-5	46,05	32,29	13,49	3,55	3,42	1,19	0	100
GTHM-6	43,36	31,11	13,47	7,7	2,39	1,63	0,63	100
GTHM-7	41,99	35,38	13,42	5,44	2,34	1,43	0	100
GTHM-8	45,1	32,91	13,16	5,86	2,23	0,75	0	100
GTHM-9	39,8	40,22	12,13	4,65	1,89	1,28	0	100
GTHM-10	44,2	33,29	13,72	5,18	1,62	1,98	0	100
GTHM-11	42,94	35,72	11,24	7	2	1,1	0	100
GTHM-12	42,37	33,62	12,47	6,91	2,5	1,57	0	100
GTHM-13	44,19	33,39	13,64	5,41	2,09	1,28	0	100
GTHM-14	49,19	24,18	16,34	5,56	3,48	1,25	0	100

**Çizelge 3.6.** Şerit perdahlı seramiklere ait % ağırlıkça EDX sonuçları.

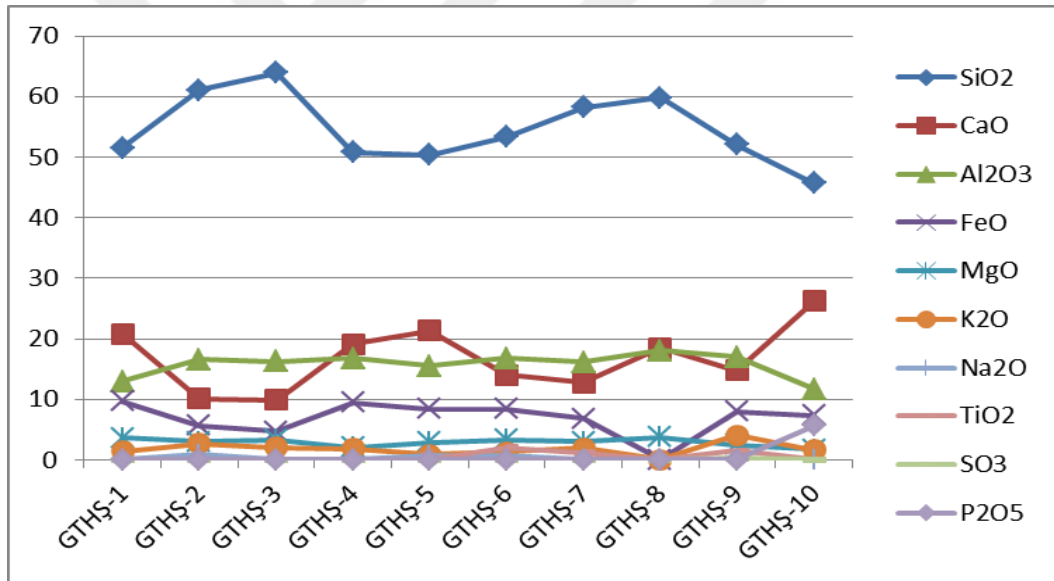
Numune Kodu	Oksit										Toplam
	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
GTHŞ-1	51,5	20,84	12,92	9,69	3,68	1,38	0	0	0	0	100
GTHŞ-2	61,08	10,13	16,59	5,64	2,98	2,67	0,91	0	0	0	100
GTHŞ-3	63,9	9,86	16,25	4,67	3,32	2	0	0	0	0	100
GTHŞ-4	50,77	19,06	16,82	9,44	2,04	1,88	0	0	0	0	100
GTHŞ-5	50,35	21,34	15,47	8,45	2,88	0,83	0,69	0	0	0	100
GTHŞ-6	53,35	14,04	16,78	8,39	3,35	1,35	0,68	2,05	0	0	100
GTHŞ-7	58,21	12,76	16,18	6,81	2,95	1,91	0	1,19	0	0	100
GTHŞ-8	59,79	18,42	18,08	0	3,72	0	0	0	0	0	100
GTHŞ-9	52,09	14,73	16,99	7,98	2,42	4,02	0	1,53	0,24	0	100
GTHŞ-10	45,71	26,23	11,71	7,39	1,73	1,59	0	0	0	5,64	100

Belirlenen kimyasal kompozisyon içerikleri çerçevesinde numuneler arasındaki benzerlik ve/veya farklılıkların daha net görülebilmesi amacıyla elde edilen veriler ile grafikler oluşturulmuştur (Şekil 3.171-172). Buna göre; mutfak kaplarına ait seramiklerin benzer kimyasal kompozisyona sahip olduğu, şerit perdahlı seramik örneklerin ise kendi aralarında bir alt grup oluşturdukları belirlenmiştir. Diğer taraftan, şerit perdahlı seramikler ile mutfak kapları arasında da özellikle karbonatlı hammadde

ve kil ihtivası açısından farklılık bulunduğu ve üretimlerinde muhtemelen farklı hammaddelerde kaynaklarının kullanılmış olabileceği öngörülmüştür.



Şekil 3.171. Mutfak kaplarından oluşan seramiklerin kimyasal kompozisyon dağılımı (ağ. %).



Şekil 3.172. Şerit perdahlı seramiklerin kimyasal kompozisyon dağılımı (ağ. %).

Pişmiş toprak malzeme olan kil esaslı seramiklerde sıcaklığın yükselmesiyle birlikte bazı fiziksel ve kimyasal değişimler görülmektedir. Optik mikroskopların vitrifikasyon ve sinterleme davranışlarını incelemeye sınırlı imkanlar sunması nedeniyle, mikro yapısal ve mikro kimyasal özellikler çoğunlukla taramalı/geçirimli elektron mikroskobu/enerji-dalgaboyu dağılımlı X-ışını spektroskopisi (SEM-TEM/EDX-WDX) tekniği ile incelenmektedir. TEM analizi genel olarak yüksek maliyetli olduğundan arkeometrik incelemelerde daha çok SEM cihazları tercih edilmektedir. Buna paralel olarak, mevcut çalışmada 10 adet şerit perdahlı ve 14 adet mutfak kaplarından oluşan toplam 24 adet seramik numunesinin kimyasal ve

mineralojik içeriklerinin belirlenmesinin ardından, bu örneklerin mikro yapısal ve mikro kimyasal özellikleri SEM/EDX tekniği ile incelenmiştir.

XRD analizinde belirlenen kalsit, kuvars ve alkali feldispat minerallerinin kimyasal içeriklerinde yer alması beklenen CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve alkali/toprak alkali oksitler numunelerin 100µm ölçekli SEM görüntüleri üzerinde yapılan EDX analizinde elde edilen spektrumlarda belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar her iki gruba ait seramik örneklerin genel olarak yüksek miktarda CaO içerdiğini göstermekte (şerit perdahlı seramikler için % 9,86-26,23, mutfak kapları için % 18,34-40,22 aralığında) ve dolayısıyla seramiklerin kalkerli hammadde/kil kaynağı kullanılarak üretilmiş olduklarına işaret etmektedir (Maniatis ve ark., 1980). Şerit perdahlı seramiklerde SiO<sub>2</sub> miktarı 45,71-63,9 ağı. %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı 11,71-18,08 ağı. %, FeO miktarı 4,67-9,69 ağı. %, MgO miktarı 1,73-3,68 ağı. %, K<sub>2</sub>O miktarı 0,83-4,02 ağı. %, Na<sub>2</sub>O 0,69-0,91 ağı. %, TiO<sub>2</sub> miktarı 1,19-2,05 ağı. % arasında bulunurken SO<sub>3</sub> miktarı 0,24 ağı. % (GTHŞ-9) ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı 5,64 ağı. % (GTHŞ-10) olarak belirlenmiştir. Mutfak kabından oluşan seramik grubunda SiO<sub>2</sub> miktarı 39,8-54,08 ağı. %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı 11,24-16,38 ağı. %, FeO miktarı 3,55-9,4 ağı. %, MgO miktarı 1,62-3,48 ağı. %, K<sub>2</sub>O miktarı 0,75-2,47 ağı. % arasında belirlenirken Na<sub>2</sub>O miktarı 0,63 ağı. % (GTHM-6) olarak bulunmuştur.

İncelenen seramiklerde alkali ve toprak alkali oksitlerin genel toplamının yüksek olması (şerit perdahlı seramikler için 15,18-29,55 ağı.%, mutfak kapları için 23,77-43,39 ağı.% aralığında) numunelerde pişirim prosesi süresince, özellikle yüksek sıcaklıklarda (~>800-850 °C), camlaşmanın oluşabileceğini akla getirmektedir. Ancak, örneklerin XRD analizi ile belirlenen pişirim sıcaklık aralıkları bu olasılığı zayıflatır nitelikte olmuştur. SEM görüntüleri incelendiğinde örneklerde vitrifikasyonun oldukça zayıf olduğu ve çoğu numunede vitrifikasyona işaret edebilecek düzgün yüzeylerin hiç oluşmadığı ve tanelerin belirgin bir biçimde yapılarını göreceli olarak koruduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.75-83-87-91-95-99-103-107-111-115-119-123-143-147-151-159-167). Bu durum bu tip seramiklerin yüksek sıcaklıklara maruz kalmadığını ve/veya çıkılan maksimum sıcaklıkta yeterli sürede bekletilmediklerini akla getirmektedir (Cultrone ve ark., 2001). Bazı seramiklerde gözlemlenen kısmi vitrifikasyon davranışı ise bu tip seramiklerin pişirimi esnasında ısı döngüsünün pişirim ortamında homojen olmadığını ve/veya kullanılan pişirim tekniğinin ısıyı muhafaza ederek çıkılan maksimum sıcaklıkta pişirim ortamını dengede tutabilecek tasarıma sahip olmadığını akla getirmektedir. Tüm bu öngörüler temelde seramiklerin pişirim teknolojileri ile



ilgilidir. Düz yüzeyde, çukurda veya fırında pişirilen seramikler doğal olarak bu farklı pişirim tekniklerinin ortaya koyduğu şartlara bağlı olarak farklı fiziksel ve yapısal özelliklere sahip olabilecektir.

Çalışmada kullanılan diğer analiz teknikleri ile belirlenen ikincil kalsite SEM görüntülerinde de rastlanmıştır. Bu durum ayrıca örneklerin SEM görüntüleri üzerinde farklı noktalardan alınan EDX analizi ile de ortaya konulmuştur. Örneğin; şerit perdahlı seramik grubunda yer alan GTHŞ-2 kodlu numunenin SEM görüntüsünde kontrast farkı dikkate alınarak numunenin değişik alanlarında yapılan EDX analizi CaO miktarının değişik seviyelerde olduğunu ortaya koymuştur. Seçilen üç bölgeden alınan EDX analizi ile CaO miktarının sırasıyla 62,84 ağırlık %, 5,19 ağırlık % ve 6,38 ağırlık % olduğu saptanmıştır. Bu durum seramik hammaddelerinin homojen karışıma sahip olmadığını da akla getirmekteyken, aynı numunenin kimyasal ve mineralojik içeriği de dikkate alındığında, örneğin değişik bölgelerde farklı kimyasal karakteristik göstermesi ikincil kalsit varlığının daha muhtemel olacağına işaret etmektedir.

XRD analizinde (piroksen ve/veya gehlenit gibi) yüksek sıcaklık fazlarının belirlendiği seramiklerin SEM görüntülerinde özellikle tane sınırlarında gözlemlenen kontrast farkının bu alanlarda karbonatlı hammaddeler (kalsit, dolomit gibi) ile kil ve/veya kuvarsın reaksiyona girmesi sonucu oluşabilecek taneler arası etkileşimlere işaret edebileceği düşünülmektedir (Cultrone ve ark., 2001). Tane sınırlarında gözlemlenen bu kontrast farkının numunelerin analiz esnasında şarjlanmaları sonucu da oluşabileceği unutulmamalıdır (Cultrone ve ark., 2001).

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 4.1. Sonuçlar

Bu çalışmada Tilbaşar Höyük arkeolojik kazı alanında ele geçen ve Erken Tunç Çağ'ına (M.Ö. 2500-2100) tarihlenen 14 adet mutfak kabı ve 10 adet şerit perdahlı seramik grubuna ait temsili örnekler arkeometrik olarak karakterize edilmiş ve elde edilen tüm analiz verileri değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

#### i) Mutfak kapları

Mutfak kaplarından oluşan 14 adet seramik örneğin XRD analizi sonucunda majör mineral kalsit olup bunun yanında kuvars ve kil mineralleri belirlenmiştir.

Kalsit mineralinin bozunması 700°C civarında başlayıp yaklaşık 900°C'de tamamlanmaktadır (Papachristodoulou ve ark., 2006; Maritan ve ark., 2005; Shoval, 2003; Boynton, 1980; Maritan ve ark., 2006). Dolayısıyla çalışılan seramik örneklerin 900°C'nin üstünde bir pişirim sıcaklığına ulaşmamış olduğu söylenebilir. Ayrıca kil minerallerinin 900°C civarında bozunması (Maritan ve ark., 2005; Broekmans ve ark., 2004) seramik örneklerin 700-800°C arasında bir pişirim sıcaklığına sahip olduğuna işaret etmektedir.

Yapılan FTIR analizinde bazı minerallere ait bant değerlerinin örtüşmesi ve/veya birbirine yakın olmasından dolayı sonuçlar kimyasal ve mineralojik analiz sonuçları ışığında yorumlanmıştır. Buna göre, kalsit (712 cm<sup>-1</sup>, 1420 cm<sup>-1</sup>, 1800 cm<sup>-1</sup>), kuvars (778cm<sup>-1</sup>) ve kil mineralleri FTIR analizi ile tespit edilmiş ve bant değerleri XRD analizini destekler nitelikte bulunmuştur.

TG analizi sonucunda tüm örneklerdeki ağırlık kaybının %28-31 arasında olması ve bu kaybın çoğunlukla 700°C'nin üstünde gözlemlenmesi seramik bünyesindeki tamamen bozulmamış ya da kısmen bozulmuş kalsit mineraline işaret etmektedir. DTA analizi sonucunda tüm örneklerde 800-850°C arasında endotermik etkiler gözlemlenmiştir. Bu endotermik değişim seramik örneklerin pişirim sıcaklığının 900°C'yi geçmediğini göstermiştir.

Petrografik analiz sonucunda örneklerde kuvars ve kalsit belirlenen mineraller, kireçtaşı ve mermer ise belirlenen kayaç türleri olmuştur. Ayrıca seramik üretiminde mukavemeti arttırmak için kullanıldığı düşünülen tuğla kırığı tüm örneklerde gözlemlenmiştir. Tüm seramik örneklerin kırmızı-kahverengi tonlarında olması ince kesitlerde matrisin de bu tonlarda çıkması, ayrıca EDX analizinde renk verebilecek oksit olarak demir oksidin tespit edilmesi seramiklerdeki doğal renklendiricinin demir mineralleri olduğuna işaret etmiştir.

SEM analizi sonucunda GTHM-2 kodlu örnekte düşük vitrifikasyon gözlemlenirken diğer örneklerde herhangi bir vitrifikasyon gözlemlenmemiş olup bu örneklerde sinterleme davranışlarının çok düşük olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi toprak altındaki koşullardan dolayı seramik bünyedeki porlara difüze olabilen çözünebilir tuzlar neticesinde kalsit oluşabilmekte, bu durum ikincil kalsit varlığına neden olabilmektedir. Bazı örneklerin SEM görüntülerinde ikincil kalsit kalıntıları gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, mutfak kaplarına ait arkeometrik verilerin büyük oranda benzerlik göstermesi bu seramiklerin büyük olasılıkla tek tip ürün grubuna (mutfak kapları) ait olduklarına işaret etmektedir. Öte yandan pişirim sıcaklığının düşük olmasından dolayı pişirmenin (çukur ya da düz yüzey gibi) basit yöntemlerle yapıldığı söylenebilir.

## ii) Şerit perdahlı seramikler

Şerit perdahlı seramikler için yapılan XRD analizi sonucunda kuvars, kalsit, illit/muskovit, plajiyoklaz ve alkali feldspatlar tüm örneklerde belirlenen mineraller olmuştur. GTHŞ-1 ve GTHŞ-3 kodlu örneklerde gehlenit, hematit ve piroksen minerali, GTHŞ-2 kodlu örnekte ise gehlenit ve hematit minerali belirlenmiştir. Gehlenit mineralinin yaklaşık 800-850°C'de (Cultrone ve ark., 2001) piroksen mineralinin ise 850°C'de (İssi, 2012) oluştuğu göz önüne alındığında ilk üç örneğin yaklaşık 800-900°C arasında bir pişirime maruz kaldığı söylenebilir. Diğer seramik örneklerin tamamında ise kalsit majör mineral olmak üzere kuvars, illit/muskovit, alkali feldspat ve plajiyoklaz minerali belirlenmiştir. Kalsitin kil mineralleriyle birlikte bulunması bu örneklerin pişirim sıcaklığının 900°C'yi geçmediğini yaklaşık 700-800°C arasında bir pişirim sıcaklığına sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca kalsit mineralinin ilk üç örnekte (GTHŞ-1, GTHŞ-2 ve GTHŞ-3) yüksek sıcaklık mineralleriyle birlikte bulunması ikincil kalsit varlığına da işaret etmektedir. Diğer taraftan, kalsitin iri taneli ve yüksek miktarda bulunmasının da bozunum sıcaklığını etkileyeceği unutulmamalıdır.

FTIR analizinde bazı minerallere ait bant değerlerinin birbirine yakın olmasından dolayı sonuçlar kimyasal ve mineralojik analiz sonuçları ışığında yorumlanmıştır. Kil, kuvars, kalsit, alkali feldspatlar ve plajiyoklaz karakteristik bant değerleri ile tespit edilmiştir. Özellikle 712 cm<sup>-1</sup>, 875 cm<sup>-1</sup> ve 1430 cm<sup>-1</sup> bant değerleri karbonat minerallerini (kalsit ve/veya dolomit) işaret etmiştir. Öte yandan XRD analizi sonucu GTHŞ-1 ve GTHŞ-3 kodlu seramik örneklerde belirlenen piroksen minerali 670 cm<sup>-1</sup> bant civarında belirlenmiştir.

TG analizi sonucunda GTHŞ-1, GTHŞ-2 ve GTHŞ-3 kodlu örneklerde toplam ağırlık kaybının düşük (% 4-10 arasında) olması ve DTA sonuçlarında da 700-850°C'de ihmal edilebilir ve/veya zayıf endotermik pik vermesi bu örneklerin göreceli olarak yüksek sıcaklıkta (800-900°C) pişirildiğine işaret etmektedir. Kalan diğer örneklerde (GTHŞ-4, GTHŞ-5, GTHŞ-6, GTHŞ-7, GTHŞ-8, GTHŞ-9 ve GTHŞ-10) ise toplam ağırlık kaybının göreceli olarak yüksek olması (% 16-26), seramiklerin bünyelerinde bulunan karbonatlı hammaddelerin bozunacak seviyede bir pişirim sıcaklığına ulaşmadığına ve/veya maksimum sıcaklıkta bekleme süresinin yeterli olmadığına işaret etmektedir (700-800°C).

Petrografik analiz sonucunda kuvars tüm örneklerde tespit edilmiştir. Kalsit, plajiyoklaz, piroksen, biyotit ve opak mineraller diğer mineral türlerini oluşturmuştur. Çört, andezit, bazalt, kireçtaşı ve mermer belirlenmiştir. GTHŞ-7 ve GTHŞ-9 kodlu örneklerde tuğla kırığı belirlenmiştir (bu içeriğin seramiğin sağlamlığını artırmak için kullanıldığı düşünülmektedir).

SEM görüntüleri incelendiğinde örneklerde vitrifikasyonun oldukça zayıf olduğu ve çoğu numunede vitrifikasyona işaret edebilecek düzgün yüzeylerin hiç oluşmadığı ve tanelerin yapılarını belirgin bir biçimde göreceli olarak koruduğu gözlemlenmiştir. GTHŞ-1 ve GTHŞ-3 kodlu örneklerde düşük de olsa bölgesel veya kısmi vitrifikasyon davranışlarına rastlanmıştır. Toprak altındaki şartlardan dolayı bazı örneklerde ikincil kalsit tespit edilmiştir. GTHŞ-2 kodlu örneğin değişik alanlarında yapılan EDX analizi CaO miktarının farklı seviyelerde olduğunu ortaya koymuştur. Seçilen üç bölgeden alınan EDX analizi ile CaO miktarının sırasıyla %62,84, %5,19 ve %6,38 olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak şerit perdahlı seramik gurubu için aynı üretimin bir parçası olduğunu söylemek olası gözükmemektedir. Özellikle GTHŞ-1, GTHŞ-2 ve GTHŞ-3 kodlu örnekler elde edilen sonuçlar bağlamında diğer seramik örneklerden ayrılmaktadır. Bu guruba ait seramik örneklerin çoğunun üretiminde basit bir pişirim teknolojisi kullanıldığı söylenebilir. Şerit perdahlı seramik grubuna ait örnekler arasında yer alan GTHŞ-1, GTHŞ-2 ve GTHŞ-3 kodlu numunelerin mineralojik ve kimyasal içerik açısından diğerlerinden ayrıldığı, ayrıca mikro yapısal ve mikro kimyasal özellikler bakımından da farklı olduğu yapılan analizler neticesinde belirlenmiştir. Bu durum şerit perdahlı seramiklerin kendi aralarında bir alt gruba daha sahip olabileceğine işaret etmektedir.

Yapılan tez çalışması kapsamında uygulanan analiz teknikleri ile elde edilen sonuçlar seramiklerin genel olarak kalkerli hammadde kaynakları kullanılarak üretildiğine işaret etmektedir. Gaziantep ve çevresinin jeolojik özellikleri dikkate alındığında (web kaynak 1-7) tez çalışmasında yer alan mutfak kapları ve şerit perdahlı seramiklerin yerel üretim olma olasılıklarının yüksek olduğu görülmüştür.

#### **4.2. Öneriler**

Tilbaşar Höyük'te ele geçen mutfak kabı ve şerit perdahlı seramikler ile ilgili yapılan bu ilk kapsamlı arkeometrik çalışma sonucunda yapılan bazı öneriler aşağıdaki gibidir;

- Kazı alanından alınacak kil ve toprak örneklerinin analizi yapılabilirse, bu veriler mevcut tezde yer alan seramik örnekler ile karşılaştırılarak üretimin bölgesel olup olmadığıyla ilgili daha net yorumlamalar yapılabilir,
- Tilbaşar Höyük'te ele geçen diğer dönemlere ait seramik örneklerin ve/veya aynı döneme ait diğer seramik gruplarının da karakterize edilmesinin arkeometrik bağlamda bölgesel ve küresel anlamda önemli literatür katkısı sağlayacağı öngörülmektedir.

**KAYNAKLAR**

- Akyüz, S., Akyüz, T., Başaran, S., Bolcal, Ç. ve Güleç, A., 2008, Analysis of Ancient Potteries Using FT-IR, micro-Raman and EDXRF Spectrometry, *Vibrational Spectroscopy* 48, 276-280.
- Barone, G., V. Crupi, F. Longo, D. Majolino, P. Mazzoleni, D.Tanasi ve V. Venuti, 2011, FT-IR spectroscopic analysis to study the firing process of prehistoric ceramics, *Journal of Molecular Structure* 993, s. 147-150.
- Bayazit, M., Işık, I. ve Issi, A., 2015, Investigating The Firing Technologies of Part-Roman Potsherds Excavated From Kuriki (Turkey) Using Thermal and Vibrational Spectroscopic Techniques, *Vibrational Spectroscopy* 78, 1-11.
- Bayazit, M., Akyol, A.A., Ersan Eruş, H.Ö. ve Taşkıran, G., 2016, Seramik Arkeometrisinde Spektroskopik Yöntemler (FTIR, RAMAN), *10. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu*, Eskişehir, 658-669.
- Bayazit, M., 2018, Arhaeometric Study of Possible Ninevite-5 Pottery From Upper Tigris Region Using SEM-EDS, PEDXRF and OM, *X-ray Spectrometry*, 92-104.
- Bayladı, D., 2004, Uygarlıkların Kavşağı Anadolu, *Say*, İstanbul, s. 272.
- Boynton, R.S., 1980, Chemistry and technology of lime and limestone, 2nd Ed., Wiley, New York, 592 p.
- Bong, W.S.K., Matsumura, K. ve 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.
- Broekmans, T., Adriaens, A. ve Pantos, E., 2004, Analytical investigations of cooking pottery from Tell Beydar (ne-Syria), *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B*, 226, 92-97.
- Chakchouk, A., Trifi, L., Samet, B. ve Bouaziz, S., 2009, Formulation of blended cement: Effect of process variables on clay pozzolanic activity, *Construction and Building Materials* 23, 1365–1373.
- Clark, G., Leach, B.F., ve O'Conner, S., 2008, Islands of inquiry: Colonization, Seafaring, and the Archaeology of Maritime Lanscape papers in honor of Atholl Anderson (Ed), Terra Australia, *Australian National University press*, 435-452.
- Cultrone G., Rodriguez-Navarro C., Sebastian E., Cazalla O. ve 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.

- De Nobili, M. ve Maggioni, A., 1993, Influenza della sostanza organica sulle proprietà fisiche del suolo. In: Nannipieri, P. (Ed.), *Ciclo della Sostanza Organica nel Suolo*, pp. 43–54.
- Drebushchak, V.A., Mylnikova, L.N., Drebushchak, T.N. ve Boldyrev, V.V., 2005, The investigations of ancient pottery, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (82), 617–626.
- Earnest, C.M., 1984, Thermal analysis of clays, Minerals and Coal, Perkin-Elmer, Norwalk, USA, 19-48.
- 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.
- Ellid, M.S., Murayed, Y.S., Zoto, M.S., Music, S. ve Popovi, S., 2003, Chemical reduction of hematite with starch, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 258, No. 2*, 299-305.
- Farmer, V.C., 1974, Infrared Spectra of Minerals, Ed. Mineralogical Society, London, 539 p.
- Fiori, C., Vitali, D., Camurri, E., Fabbri, B. ve Gualtieri, S., 2011, Archaeometrical study of Celtic ceramics from Monte Bibele (Bologna, Italy), *Applied Clay Science* 53, 454-465.
- Franquelo. M.L., Robador. M.D., Ramirez-Valle. V, Duran. A, Jimenez de Haro. M.C., ve Perez- Rodriguez. J. L., 2008, Roman ceramic of hydraulic mortars used to build the mithraeum house of merida (Spain), *J. Thermal Anal. Calorimetry* (92),331-335.
- Gadsden, J.A., 1975, Infrared Spectra of Minerals and Related Inorganic Compounds, Butterworth & Co Publishers, London, 277 p.
- Genç, E. ve Uysal, T., 2016, Doğanpınar Barajı Tilbaşar Höyük 2015 Yılı Kazısı, 38. *Kazı Sonuçları Toplantısı*, Edirne, Cilt 1 s 293-304.
- Gürtekin, G. ve Albayrak, M., 2006, Antigoritin Isıl Reaksiyonu: Xrd, Dta-Tg Çalışması, *MTA Dergisi*, 133, 37-46.
- Hajjaji, M., Kacim, S. ve Boulmane, M., 2002, Mineralogy and firing characteristics of a clay from the valley of Ourika (Morocco), *Applied Clay Science* (21), 203-212.
- Hamadi, A. ve 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.
- Ion, R.M., Ion, M.L., Fierascu, R.C., Serban, S., Dumitriu, I., Radovici, C., Bauman, I., Cosulet, S. ve Niculescu, V.I.R., 2010, Thermal Analysis of Romanian Ancient Ceramics, *J Therm Anal Calorim* 102, 393-398.
- Iordanidis, A., Garcia Guinea, J. ve Karamitrou Mentessidi, G., 2009, Analytical Study of Ancient Pottery From The Archaeological Site of Ainai, Northern Greece, *Materials Characterization* 60, 292-302.
- Issi, 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.
- Issi, A., 2011, Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik Kazılarında Ele Geçen Helenistik Dönem Seramiklerinin (Kalıplı Kaseler ve Batı Yamacı Seramikleri) Karakterizasyonu, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kayani, S.A. ve Ul Haq Siddiqui, R., 2011, Mineralogical and Thermal Analyses of a Bangle Shard From Harrappa, an Indus Valley Settlement in Pakistan, *Seria Geologie* 57, 69-73.
- Kepinski-Lecomte, C., 1996, Surface Research at Tilbeshar 1994, *13. Araştırma Sonuçları Toplantısı*, Ankara, Cilt 2 s 199-210.
- Kepinski, C. ve Bulgan, F., 2007, Research at Tilbeshar in 2005 City from the Early and Middle Bronze Ages, *28. Kazı Sonuçları Toplantısı*, Ankara, Cilt 2 s 733-742.
- Kramar, S., Lux, J., Mladenović, A., Pristacz, H., Mirtić, B., Sagadin, M. ve Rogan-Šmuc, N., 2012, Mineralogical and Geochemical Characteristics of Roman Pottery From an Archaeological Site Near Mošnje (Slovenia), *Applied Clay Science* 57, 39-48.
- 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.
- Loehman, R.E., 1993, Characterization of Ceramics, Butterworth-Heinemann, Reed-Elsevier Inc., 312 p.
- Liptay, G. (Ed.), 1973, Atlas of thermoanalytical curves, Heyden and Son Ltd., Budapest, 21-173.
- Mackenzie, R.C., 1970, Differential Thermal Analysis 1 and 2, 1st edn., Academic Press, London, 775 p.



- Madejova, J. ve Komadel, P., 2001, Clays and Clay Minerals (49), 410.
- Maniatis, Y., Simopoulos, A. ve Kostikas, A., 1980, Moessbauer Study of The Effect of Calcium Content on Iron Oxide Transformations in Fired Clays, *Journal of The American Society* 64, 263-269.
- Maravelaki-Kalaitzaki, P. ve Kallithrakas-Kontos, N., 2003, Pigment and terracotta analyses of Hellenistic figurines in Crete, *Analytica Chimica Acta* (497), 209-225.
- Maritan, L., Mazzoli, C., Nodari, L. ve Russo, U., 2005, Second iron age grey pottery from Este (northeastern Italy): study of provenance and technology, *Applied Clay Science* (29), 31-44.
- Maritan, L., Nodari, L., Mazzoli, C., Milano, A. ve 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. ve 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. ve Kareiva, A., 2007, XRD and SEM Characterization of Archaeological Findings Excavated in Lithuania, *Chemija*, 36-39.
- Meyvel, S., Sathya, P. ve Velraj, G., 2012, Thermal characterization of archaeological pot sherds recently excavated in Nedunkur, Tamilnadu, India, *Cerâmica* (58), 338-341.
- Mirti, P., Gulmini, M., Perardi, A., Davit, P. ve Elia, D., 2004, Technology of Production of Red Figure Pottery From Attic and Southern Italian Workshops, *Anal Bioanal Chem* 380, 712-718.
- Moropoulou, A., Bakolas, A. ve 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.
- Ökse, A.T., 2002, Arkeolojik Çalışmalarda Seramik Değerlendirme Yöntemleri, *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*, İstanbul, 179 s.
- Paama, L., Pitkanen, I. ve Peramaki, P., 2000, Analysis of archaeological samples and local clays using ICP-AES, TGDTG and FTIR techniques, *Talanta* (51), 349-357.
- Palanivel, R. ve Kumar, U.R., 2011, Thermal And Spectroscopic Analysis Of Ancient Potteries, *Rom. Journ. Phys.*, Vol. 56, Nos. 1–2, P. 195–208, Bucharest.

- Papachristodoulou, C., Oikonomou, A., Ioannides, K. ve Gravani, K., 2006, A study of ancient pottery by means of X-ray fluorescence spectroscopy, multivariate statistics and mineralogical analysis, *Analytica Chimica Acta* (573), 347-353.
- Ravisankar, R., Kiruba, S., Chandrasekaran, A., Naseerutheen, A., Seran, M. ve Balaji, P.D., 2010, Determination of Firing Temperature of Some Ancient Potteries of Tamil Nadu, India by FT-IR Spectroscopic Technique, *Indian Journal of Science and Technology*, 1016-1019.
- Ravisankar, R., Kiruba, S., Naseerutheen, A., Chandrasekaran, A., Annamalai, G.R., Seran, M. ve Balaji, P.D., 2011, Estimation of the firing temperature of archaeological pottery excavated from Thiruverkadu, Tamilnadu, India by FT-IR spectroscopy, *Archives of Physics Research*, 2(4):108-114, <http://scholarsresearchlibrary.com/APR-vol2-iss4/APR-2011-2-4-108-114.pdf>.
- Rice, P.M., 1987, *Pottery analysis: A sourcebook*, University of Chicago Press, Chicago.
- Rutstein, M.S. ve White, W.B., 1971, *Am. Mineral.* (56), 877–887.
- Sagona, A. ve Zimansky, P., 2015, Arkeolojik Veriler Işığında Türkiye'nin En Eski Kültürleri M.Ö. 1.000.000-550, *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*, İstanbul.
- Sathya, P. ve Velraj, G., 2011, FTIR Spectroscopic and X-ray Diffraction Analysis of Archaeological Grey Potteries Excavated in Alagankulam, Tamil Nadu, India, *Journal of Experimental Sciences*, 4-6.
- Shillito, L.M., Almond, M.J., Wicks, K., Marshall, L.-J.R. ve Matthews, W., 2009, *Spectrochim. Acta A* (72), 120.
- Shoval, S., 2003, Using FT-IR spectroscopy for study of calcareous ancient ceramics, *Optical Materials* (24), 117–122.
- Smolin, Y.I., Shepelev, Y.F., Butikova, I.K. ve Kobayakov I.B., 1981, *Soviet Phys Cryst.* (26), 33–35.
- Sousa, S.J.G. ve Holanda, J.N.F., 2007, Thermal transformations of red wall tile pastes, *J. Thermal Analysis and Calorimetry* (87), 423-428.
- Szakmany, G. ve Starnini, E., 2007, Archaeometric Research on The First Pottery Production in The Carpathian Basin: Manufacturing Traditions of The Early Neolithic, Körös Culture Ceramics, *Archeometriai Műhely*, 5-19.
- Tahberer, S., 2006, Adana Arkeoloji Müzesi'ndeki Helenistik ve Roma Dönemleri, Terracotta Figürinlerin Yapım Tekniklerinin Araştırılması ve Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 3-4.
- Tilbaşar Höyük kazı arşivi.
- Tite, M.S., Kilikoglou, V. ve Vekinis, G., 2001, *Archaeometry*, 43/3, 301.

Türker, A.Ç., 2004, Bizans Dönemi Günlük Kullanım Kaplarına Ait Yayınlar ve Değerlendirme Yöntemleri, *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, Cilt: 21, Sayı: 2, 209-228.

Velraj, G., Sudha, R. ve 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), 89-93.

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

Yılmaz, B. ve Işık, İ., 2012, Geçmişten Geleceğe, Sürdürebilir Bir Yapı ve Dekorasyon Malzemesi Olarak Çini, *Türkiye Seramik Federasyonu Dergisi, Mimari* (40), 110-117.

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

#### WEB KAYNAK 1-7

1-<http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/gaziantep.pdf>  
(15.03.2018)

2- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/kilis.pdf> (15.03.2018)

3-<http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/adiyaman.pdf>  
(15.03.2018)

4-<http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/osmaniye.pdf>  
(15.03.2018)

5-<http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/Antakya.pdf>  
(15.03.2018)

6-<http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/kahramanmaras.pdf>  
(15.03.2018)

7-<http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/sanliurfa.pdf>  
(15.03.2018)

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Osman EKİNCİ  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Gercüş/13.09.1987  
**Telefon** : 05435437243  
**Faks** :  
**e-mail** : osmneknc@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Batman Merkez	BATMAN		2004
Üniversite	: Batman Merkez	BATMAN	(Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım)	2014
Yüksek Lisans	: Batman Merkez	BATMAN	(Arkeometri)	2018

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2008	Batman Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi	Bilgi-İşlem
2014	Hasankeyf Kazı Başkanlığı	Restoratör
2015	Çemialo Kazı Başkanlığı	Restoratör
2016	Milli Eğitim Müdürlüğü	Öğretmen
2017	Kurul Kalesi Kazısı	Restoratör

### UZMANLIK ALANI

--Arkeometri, Seramik

### YABANCI DİLLER

--İngilizce (orta)

### YAYINLAR

--Bayazit, M., Ekinci, O. (2017) Tilbaşar Höyük (Gaziantep) Erken Tunç Çağı şerit perdahlı seramiklerinin FTIR spektroskopisi ile incelenmesi, Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü 39. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, 22-26 Mayıs 2017, Atatürk Kongre Kültür Merkezi-Merinos, Bursa (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).