



**T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ARKEOMETRİ ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NEVŞEHİR OVAÖREN KAZILARINDA ELE GEÇEN DEMİR
ÇAĞI SERAMİKLERİNİN ARKEOMETRİK İNCELEMESİ**

Büşra ÖZDAŞ

**Ocak-2025
BATMAN**

**T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ARKEOMETRİ ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NEVŞEHİR OVAÖREN KAZILARINDA ELE GEÇEN DEMİR
ÇAĞI SERAMİKLERİNİN ARKEOMETRİK İNCELEMESİ**

Büşra ÖZDAŞ

**Danışman
Doç. Dr. Murat BAYAZİT**

Diğer Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Murat BAYAZİT Doç. Dr. Mahmut AYDIN Prof. Dr. Ali Akın AKYOL

**Ocak-2025
BATMAN**

TEZ KABUL VE ONAYI

Büşra ÖZDAŞ tarafından hazırlanan “NEVŞEHİR OVAÖREN KAZILARINDA ELE GEÇEN DEMİR ÇAĞI SERAMİKLERİNİN ARKEOMETRİK İNCELEMESİ” adlı tez çalışması 17/02/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Arkeomeri Ana Bilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Murat BAYAZIT

.....

Danışman

Doç. Dr. Murat BAYAZIT

.....

Üye

Doç. Dr. Mahmut AYDIN

.....

Üye

Prof. Dr. Ali Akın AKYOL

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

.....
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması Batman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından BTÜBAP-2023-YL-10 nolu proje ile desteklenmiştir.

ETİK BEYANI

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 beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabullendiğimi bildiririm.

ETHICAL DECLARATION

I declare that all the information in this thesis has been obtained within the framework of ethical behavior and academic rules, and that the source of any statements and information that do not belong to me in this study prepared in accordance with the thesis writing rules has been fully cited, and I declare that I accept all kinds of legal responsibility in case of any contrary situation.

Büşra ÖZDAŞ
Tarih: 17.02.2025

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NEVŞEHİR OVAÖREN KAZILARINDA ELE GEÇEN DEMİR ÇAĞI SERAMİKLERİNİN ARKEOMETRİK İNCELEMESİ

Büşra ÖZDAŞ

Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Arkeometri Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat BAYAZİT

2025, 59 Sayfa

Arkeometri, sosyal ve mühendislik bilimlerinin çeşitli alanlarını kapsayan ve sürekli gelişen bir bilim dalıdır. Arkeometrik incelemeler tarihsel gelişimleri açığa çıkarması ve yorumlamaya olanak sağlamasından dolayı arkeolojik çalışmaların değerlendirilmesinde son derece önemli ve gereklidir. Bu noktadan yola çıkan mevcut çalışma Nevşehir İli, Gülşehir İlçesi sınırları içerisindeki Ovaören Köyü'nde sürdürülen arkeolojik kazılarda ele geçen Demir Çağı'na tarihlenen seramiklerin detaylı arkeometrik incelemesini kapsamaktadır. İlk kez 2007 yılında arkeolojik çalışmaların başladığı Ovaören kazısında Kızılırmak Nehri'nin yaklaşık 25 km güneyinde yer alan Topakhöyük, Yassihöyük ve teras alanı olmak üzere 3 farklı arkeolojik birim tespit edilmiştir. Şimdiye kadar tespit edilen veriler höyükteki en erken yerleşim evresinin Erken Tunç III dönemine kadar indiğini göstermiştir. Ovaören'in Erken Tunç Çağı'ndaki asıl yerleşim alanı ise Yassihöyük'ün 350 metre batısındaki Topakhöyük ve teras alanı olup, söz konusu alanda Erken Tunç II döneminin başlarından Orta Tunç Çağı'nın ilk çeyreğine kadar uzanan yerleşim tabakaları tespit edilebilmiştir. Ovaören-Yassihöyük'ün söz konusu dönemlerde bölgenin önemli merkezlerinden biri olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, bölgede ele geçen seramik buluntular üzerinde yapılacak arkeometrik incelemelerin mevcut literatüre önemli katkı sunacağı öngörülmektedir.

Mevcut çalışmada Nevşehir ili Ovaören yerleşimindeki Demir Çağı'na tarihlenen temsili seramikler için arkeometrik karakterizasyon yapılması hedeflenmiştir. Bu amaçla X-ışını difraksiyon (XRD), portatif X-ışını floresans (p-XRF) spektroskopisi, taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile birlikte enerji saçınımlı X-ışınları spektrometresi (EDX), Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Demir Çağı seramiklerinde hammadde açısından örneklerin hemen hemen yarı yarıya birbirinden ayrıldığını göstermiştir. Analitik veriler Demir Çağı seramikleri içerisindeki çeşitliliğin fazla olduğunu göstermekte ve bir anlamda ithal ürünlerin de örnek seti içerisinde olabileceğini ve/veya alternatif hammadde kullanımını akla getirmektedir. Mineralojik içerik ve mikro yapı özellikleri seramikler için 700-1000°C arasında değişen pişirim sıcaklıklarına işaret etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arkeometri, Seramik, Karakterizasyon, Demir Çağı, Ovaören.

ABSTRACT

MASTER THESIS

ARCHAEOMETRIC INVESTIGATION OF IRON AGE CERAMICS UNCOVERED IN NEVŞEHİR OVAÖREN EXCAVATIONS

Büşra ÖZDAŞ

Batman University Graduate Education Institute

Department of Archaeometry

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Murat BAYAZİT

2025, 59 Pages

Archaeometry is a constantly evolving branch of science that encompasses various branches of social and engineering sciences. Archaeometric studies are extremely important and necessary in the evaluation of archaeological studies, as they reveal historical developments and allow interpretation. Based on this, the present work covers the detailed archaeometric examination of the ceramics dated to the Iron Age, which were found in the archaeological excavations carried out in Ovaören Village within the borders of the Gülşehir district of Nevşehir province. During the excavations in Ovaören, where archaeological studies were started for the first time in 2007, three different archaeological units were identified, namely Topakhöyük, Yassihöyük and terrace area, located approximately 25 km south of the Kızılırmak River. The data found so far have shown that the earliest settlement phase in the mound dates back to the Early Bronze III period. The main settlement area of Ovaören in the Early Bronze Age is Topakhöyük and the terrace area, 350 meters west of Yassihöyük, and settlement layers dating from the early Bronze II period to the first quarter of the Middle Bronze Age were identified in that area. It is understood that Ovaören-Yassihöyük was one of the important centers of the region during the mentioned periods. Therefore, it is anticipated that archaeometric studies to be conducted on the ceramic findings recovered in the region will make a significant contribution to the existing literature.

The aim of the present study was to perform archaeometric characterization for representative ceramics of the Iron Age found in Ovaören (Nevşehir, Türkiye). For this purpose, X-ray diffraction (XRD), portable X-ray fluorescence (p-XRF) spectroscopy, scanning electron microscope (SEM) together with energy dispersive X-ray spectrometry (EDX), and Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy methods were used. The results showed that the Iron Age ceramics were almost half separated from each other in terms of raw materials. The analytic data indicated a diversity in Iron Age ceramics, and in a sense, suggested that imported products may also be in the sample set and/or the use of alternative raw materials. The mineralogical content and microstructure features indicated firing temperatures ranging between 700-1000°C for the ceramics.

Keywords: Archaeometry, Ceramic, Characterization, Iron Age, Ovaören.

ÖN SÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca her zaman bana destek sağlayan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Murat BAYAZIT'e çok teşekkür ediyorum.

Tez çalışmasında kullanılan seramik örneklerinin temini ve analiz edilmeleri için gerekli olan izinleri veren Ovaören kazı başkanı Prof. Dr. Süleyman Yücel Şenyurt ve Doç. Dr. Atakan Akçay'a çalışmanın gerçekleşmesindeki katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca p-XRF analizlerinin yapılmasındaki destekleri için Batman Üniversitesi Arkeometri Anabilim Dalı Başkanı ve Arkeoloji Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Mahmut Aydın'a teşekkürlerimi sunarım. Analizlerin gerçekleştirildiği Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Merkezi Araştırma laboratuvarı Uygulama Araştırma Merkezi ve Batman Üniversitesi Merkezi Laboratuvar Uygulama ve Araştırma Merkezi yetkilileri ve çalışanlarına teşekkür ediyorum.

Finansal katkısı ile çalışmanın gerçekleşmesindeki önemli desteği için Batman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim (Proje No: BTÜBAP-2023-YL-10).

Son olarak hayatımın her aşamasında koşulsuz bir şekilde yanımda olan başta annem Sevim ÖZDAŞ ile babam Bayram ÖZDAŞ olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkür ederim.

Büşra ÖZDAŞ
BATMAN-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Arkeometrik Çalışmaların Tarihçesi.....	3
2. NEVŞEHİR OVAÖREN KAZISI	5
2.1. Nevşehir İli Konumu ve Tarihçesi.....	5
2.2. Ovaören Kazıları.....	7
2.3. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	10
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI	11
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
4.1. Seramik Numuneler	16
4.2. Analizler.....	18
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
5.1 FTIR Analiz Sonuçları.....	21
5.2 SEM/EDX Sonuçları.....	26
5.3. XRD Sonuçları.....	38
5.4 Portatif X-ışını Floresans (p-XRF) Sonuçları.....	43
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	56
EKLER	60

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1. Çalışmada yer alan Ovaören Demir Çağı seramiklerinin tanımlamaları.....	18
Çizelge 5.1. Ovaören Demir Çağı seramikleri için saptanan FTIR bant değerleri.....	23
Çizelge 5.2. Demir Çağı seramiklerde EDX ile belirlenen kimyasal kompozisyon.....	27
Çizelge 5.3. Seramiklere XRD ile belirlenen mineraller.....	39
Çizelge 5.4. Seramik ve toprak örneklerine ait p-XRF sonuçları (ağ. %).	44
Çizelge 5.5. Seramik ve toprak örneklerine ait p-XRF sonuçları (eser elementler, ppm)....	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Ovaörenkuşbakışı görünümü.....	8
Şekil 2.2. Ovaören ve diğer önemli yerleşim yerlerinin haritadaki konumları.....	8
Şekil 2.3. Yassihöyük kuşbakışı görünüm.....	9
Şekil 4.1. Demir Çağı seramik buluntu örnekleri (OVA-26/OVA-35).....	16
Şekil 4.2. Demir Çağı seramik buluntu örnekleri (OVA-36/OVA-45).....	17
Şekil 4.3. Demir Çağı seramik buluntu örnekleri (OVA-46/OVA-50).....	17
Şekil 5.1. OVA-27 FTIR spektrumu.....	24
Şekil 5.2. OVA-30 FTIR spektrumu.....	24
Şekil 5.3. OVA-35 FTIR spektrumu.....	25
Şekil 5.4. OVA-39 FTIR spektrumu.....	25
Şekil 5.5. OVA-44 FTIR spektrumu.....	26
Şekil 5.6. Demir Çağı seramiklerinde Si, Al, Fe ve alkali-toprak alkali oksitlerin dağılımı.....	28
Şekil 5.7. Demir Çağı seramikleri hiyerarşik kümeleme analizi dendogramı.....	30
Şekil 5.8. Demir Çağı seramiklerinde SiO ₂ -Al ₂ O ₃ dağılımı.....	31
Şekil 5.9. Demir Çağı seramiklerinde SiO ₂ -CaO dağılımı.....	31
Şekil 5.10. Demir Çağı seramiklerinde Al ₂ O ₃ -CaO dağılımı.....	32
Şekil 5.11. Demir Çağı seramiklerinde CaO-MgO dağılımı.....	32
Şekil 5.12. Demir Çağı seramiklerinde Al ₂ O ₃ -K ₂ O dağılımı.....	33
Şekil 5.13. Demir Çağı seramiklerinde Al ₂ O ₃ -Na ₂ O dağılımı.....	33
Şekil 5.14. Demir Çağı seramiklerinde Al ₂ O ₃ -FeO dağılımı.....	34
Şekil 5.15. OVA-28 elektron mikroskop görüntüsü.....	35
Şekil 5.16. OVA-30 elektron mikroskop görüntüsü.....	35
Şekil 5.17. OVA-33 elektron mikroskop görüntüsü.....	36
Şekil 5.18. OVA-42 elektron mikroskop görüntüsü.....	36
Şekil 5.19. OVA-45 elektron mikroskop görüntüsü.....	37
Şekil 5.20. OVA-50 elektron mikroskop görüntüsü.....	37
Şekil 5.21. OVA-30 XRD kırınım deseni.....	40
Şekil 5.22. OVA-36 XRD kırınım deseni.....	40
Şekil 5.23. OVA-39 XRD kırınım deseni.....	41
Şekil 5.24. OVA-48 XRD kırınım deseni.....	41
Şekil 5.25. Cingi Pınarı toprak örneği XRD kırınım deseni.....	42
Şekil 5.26. Tömbül toprak örneği XRD kırınım deseni.....	42
Şekil 5.27. Taşteller Çoraklık toprak örneği XRD kırınım deseni.....	43
Şekil 5.28. Hiyerarşik kümeleme analizine ait dendrogram.....	46
Şekil 5.29. SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , CaO dağılım grafiği (p-XRF).....	47
Şekil 5.30. SiO ₂ +Al ₂ O ₃ – CaO+MgO+K ₂ O ₅ dağılım grafiği (p-XRF).....	47
Şekil 5.31. Seramik ve toprak örneklerdeki Sr, Zr, Zn miktarlarının üçlü dağılım grafiği.....	50
Şekil 5.32. Seramik ve toprak örneklerdeki Cu, Rb, Y miktarlarının üçlü dağılım grafiği.....	50
Şekil 5.33. Seramik ve toprak örneklerdeki Nb, As, Pb miktarlarının üçlü dağılım grafiği.....	51
Şekil 5.34. Seramik ve toprak örneklerde belirlenen Sr – Zr içerikleri.....	52

1. GİRİŞ

Coğrafi konum olarak oldukça zengin bir geçmişin çevresinde şekillenmiş olan ülkemiz, birçok medeniyete tanıklık etmiştir. Tarih öncesi dönemlerden günümüze kadar süregelen farklı medeniyetlerin ışığında şekillenmiş birçok kültürel miras bu değerlerin ortak ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Dönemini gerçekliğiyle yansıtan değerlerin başında, arkeolojik kazılarda sıklıkla gün yüzüne çıkarılan seramikler gelmektedir. Yapım aşamasındaki en gerekli temel unsur kil olan seramikler, uygarlıkların eşsiz geçmişini insanlık tohumunun yeşermeye başlayıp zaman içerisinde değişime uğrayıp günümüze ulaşana dek yansıtmaya devam etmiştir (Çevik, 2022).

Gelişen teknoloji, seramik sanatında çeşitli yenilikleri de beraberinde getirmiştir. Bu yenilikler seramiklerin çeşitli ebatlarda renkli süslemelerle birbirlerinden farklı alanlarda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Kullanım amacına yönelik birbirlerinden ayrılan seramiklerin, hangi tip seramik kategorisinde değerlendirilip kullanıldığı da değişkenlik göstermektedir. Zamanla geniş yelpazelerde kullanılan bir ürün olmakla beraber günümüz koşullarında da sıklıkla kullanılan bir ürün olarak yerini almaktadır (Önder, 2019).

Günlük hayatın gerekliliklerinden olan seramikler, inorganik hammaddelerin orantılı biçimde bir araya gelip yoğurulması esasına dayanmaktadır. Kullanım biçimlerine göre farklı tür isimler almaktadır (porselen, çini, vb.). Bu türler arasında ortak husus, orantılı olarak bir araya gelmiş karışımın belirli bir noktaya kadar pişirilerek dayanıklılık kazanmasını sağlamaktır. Çağlar boyunca sahip olduğu toplumun kültürel özellikleriyle bütünleşmiş bir yapıda olan seramikler, malzeme bakımından doğa dostu olmasının yanında medeniyetlerin hem insani ihtiyaçlarını karşılamış hem de edebi yönden sanatsal bir tasarı ortaya koymalarına yardımcı olmuştur (Berberoğlu, 2015).

Farklı medeniyetlerin yüzyıllar boyunca ihtiyaçları çerçevesinde ürettikleri malzeme gruplarında zamanla estetik ürünlerin ön plana çıkmasıyla birlikte seramiğin de sanatsal açıdan bir anlam kazanması ve böylelikle değişerek gelişmesi söz konusu olmuştur. Bu hareketlilik, devamında sanatçının usta ellerinin bir ürünü olma yolunda ilerleyip başkalaşım sürecine girilmesiyle şekillenmiştir. Değişen koşullarla birlikte seramik sanatında seramik üretim safhaları da genişletilmiştir. İlk başlarda kilin belirli

oranlarda suyla birleştirilip yoğurulması onu üreten medeniyetin bir ürünüyken, çağdaşlaşma süreciyle birlikte bu ürün günümüzde makineleşmeyle daha farklı bir konuma ulaşmıştır (Altıncılıç, 2018).

Organik olmayan malzemelerin belirli bir reçeteye göre harmanlanıp, şekillendirilmesinin ardından pişirilmesi sonucu elde edilen seramikler uygarlığın her dönemde önem arz etmektedir. Etimolojik olarak bakıldığında seramiğin diller biliminde de önemli bir yer edindiğini görmekteyiz. Yunan dilinde boynuz sözcüğüne karşılık gelen Keramos'ların yerini tutmaktadır. Batı dillerine aktarımı sağlanan bu sözcüğün İngilizce karşılığı "Ceramic", Rusça karşılığı "Keramika", Fransızca karşılığı ise "Ceramique" olarak karşımıza çıkmaktadır (Coşkun Onan ve Öztürk 2020).

Ateşin keşfiyle birlikte üretilen seramiğin ilk olarak MÖ. dokuzuncu ve onuncu binlerde ortaya çıktığı saptanmıştır. Saptandığı yer açısından seramikler en çok Türkistan'ın Aşkava bölgesi (MÖ 8000), Filistin'in Jericho bölgesi (MÖ 7000), Anadolu'da yer alan farklı höyükler (örneğin Hacılar MÖ 6000) ve Mezopotamya adıyla anılan doğu sınırlarında yer alan Fırat-Dicle nehirleri arasındaki bölgede önem arz etmektedir (Arcasoy, 1983).

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar daha çok Antalya Beldibi buluntularıyla birlikte seramiğin doğuşunun çok daha öncelere MÖ 10000 dayandığını göstermektedir (Bekişoğlu, 2010).

1922 yılından bu yana Wentworth'un önerisiyle birlikte tane boyutu bakımından 4 mikron (1/256 mm) dan daha küçük moleküller "kil" olarak anılmaktadır. Seramiğin biçimsel formunu koruyan en önemli özelliği 'de çamurundaki kilin plastiklik özelliğidir. Yeterli oranda su ilavesiyle birlikte plastiklik özelliğini arttıran, ince taneli, doğal ve toprak özlü bir hammaddedir. Doğada var olan killer, bulunduğu yerin özelliklerini taşır ve her kil için bu özellikler bileşim özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar seramiklerin bünyesinde dayanıklılığından pişme rengine kadar birçok özelliği etkiler (Akıncı, 1968).

Geleneksel seramik hammaddeleri: Seramik hammaddeleri temelde özlü ve özsüz olmak üzere ayrılmaktadır.

Özlü seramik hammaddeleri: Su ilavesiyle birlikte kolaylıkla yoğurulabilen, şekil verilip kurutulduktan sonra aldığı formu koruyabilen hammaddelerdir. Seramik çamurunda sıklıkla kullanılan özlü hammaddelerden olan Kil ve kaolen bileşimleri de bu grupta yer almaktadır. Bu bileşimler çamurun bağlayıcı özelliğini arttır ve plastiklik özelliğiyle birlikte tutuculuğu sağlar (Arçasoy, 1983).

- a) Kaolin gurubu
- b) Montmorillonit gurubu
- c) İllit veya glimmer gurubu

Özsüz seramik hammaddeleri: Özlü hammaddelerin tam aksine su ilavesiyle yoğurulamayan, yoğurulsa bile şekil verilemeyen, şekil verilse bile formunu koruyamayan hammaddelerdir. Bu hammaddelerden olan kuvars, çamur içerisinde iskelet oluşumunu sağlar. Bunun yanında feldspat ise erime noktasının düşürülmesiyle birlikte bünyede sinterleşmeyi sağlar (Kılıç, 2021).

Özsüz hammaddeler çamur içerisinde bütünleşme sağlayarak kuruma süresini kısaltır. Aynı zamanda kuruma hatalarına minimum düzeyde yer verir. Özsüz hammaddelerde kendi arasında doğal ve yapay hammaddeler olmak üzere ikiye ayrılırlar (Arçasoy, 1983).

- a) Doğal özsüz hammaddeler
 - Kuvars
 - Feldspat
 - Pegmatit
 - Kalk
 - Magnezit
 - Dolomit
 - Vollastonit
 - Boksit
 - Talk
- b) Yapay özsüz hammaddeler
 - Kalsiyum fosfat
 - Zirkon oksit
 - Şamot
 - Silisyum karbür

1.1. Arkeometrik Çalışmaların Tarihçesi

Arkeometri çağlar öncesi yaşamış medeniyetlerin izlerini, matematik, Fen ve doğa bilim dallarının disiplinler arası birlikteliğinin imkânlar dâhilinde ölçüm ve veri analizleri ışığında yorumlayan bir bilim dalıdır. Sonradan bir bilim dalı olarak boyut kazanan

Arkeometrinin ilk ortaya çıkışının tarihsel serüveni 19. yy başlarına dayanmaktadır. Arkeometrik analizlerin ilk kez M.H. Klaproth (1743- 1817) tarafından 1800 yılında Orta çağ heykel, cam ve seramikler üzerinde çalıştığı bilimsel bir araştırmada kullanıldığı bilinmektedir. Bunun sonrasında Barcn De Geer'in 1878 yılı ile birlikte''Varv analizleri'' adıyla isimlendirdiği bir tarihlendirme yöntemi karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemin asıl dayanağını bataklık ve göllerin katmanlarındaki bitki kalıntılarının içerisinde var olan ''balçık katmanlarının'' sayımı oluşturmaktadır. Bu analizle birlikte bilimsel araştırmalara konu olan değişkenlerin yaş tayinin yapılabilir olduğu ortaya konulmuştur. Arkeometriye dair çalışmaların gelişip günümüz boyutuna erişmesi 1950-1960 yılları arasında gerçekleşmiştir. Asıl arkeometrinin başlangıç evresini kapsayan yenilik Libby ve Johnson'un (1955) organik madde çalışmalarında maddenin içerisinde var olan karbon 14'ün ölçülüp değerlendirmeye tabii tutulmasıyla başladığı bilinmektedir (Esin, 1985).

Arkeometrik çalışmalarda araştırmaya konu olan malzemenin renkli bir yüzeye sahip olması bu renklerin tanımlanabilmesi için arkeometrik bir yöntemi beraberinde getirmektedir. Uygun analiz teknikleriyle birlikte kullanılan boyaların renk ve pigment analizleri yapılarak renk değerlerinin ortaya koyulmasının yanında yüzeyde var olan boyanın türü de (doğal olup olmadığı) uygun analizler ışığında çözümlenebilmektedir (Torgan ve Karadağ, 2015).

Arkeometrik yöntemler yapılırken seçilen analiz yöntemine göre çeşitli hazırlıklar yapılmaktadır. Bu hazırlıkların temelini seçilen analiz tekniği belirlemektedir. Tahribatlı ve tahribatsız yöntem başlığı altında toplanan bu teknikler bir ön hazırlık aşamasının gerekli olup olmadığını belirlemekte etkin rol oynamaktadır. Bu bağlamda toz hazırlığına tabii tutulan teknikler aşağıda sıralanmıştır;

XRD, İnce kesit (Optik Mikroskop), FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi), SEM/EDX (Taramalı Elektron Mikroskobu/Enerji Saçınımlı X-Işını Spektroskopisi) ve TG-DTA (Termogravimetri-Diferansiyel Termal Analiz) yöntemleri olmaktadır.

2. NEVŞEHİR OVAÖREN KAZISI

2.1. Nevşehir İli Konumu ve Tarihçesi

Anadolu coğrafyasında Nevşehir, İç Anadolu Bölgesi'nin orta Kızılırmak havzasında bulunmaktadır. Fiziki olarak dağlarla çevrelenmiş bir konumda olan bu kent, o bölge için oldukça önem arz eden Kızılırmak Nehri'ni de sınırlarında bulundurmaktadır. Sahip olduğu birçok özellikten dolayı eşsiz bir konumda olan bu şehir, tarihsel geçmişinin yanında günümüzde de önemli ulaşım noktalarını birbirine bağlayan güzergâhlarının bulunması ve turizm açısından doğal ve kültürel güzelliklerinin başında gelmesinden dolayı ayrı konumda değerlendirilmektedir (Şikoğlu, 2017).

Coğrafi olarak Nevşehir, Erdaş Dağı sınırlarından başlayarak güney kesimlere doğru Kızılırmak'ın da içinde yer aldığı volkanik platolarla çevrili Kahveci Dağı'nın kuzey yamacında bazalt ve tuf bakımından zengin yamaçlarda konumlanmıştır. İklimsel olarak yarı kurak bir iklime sahip olan bu şehir, jeolojik yapısı bakımından incelendiğinde sahip olduğu su kaynaklarının volkanik bazlı içeriklerinden dolayı acı, tuzlu veya çorak olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu özelliklerinden ötürü Nevşehir su kaynakları bakımından yetersizdir. Yağış bazında ele alındığında yıllık yağışın ortalama 409,8 mm olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte mevsimsel olarak en çok ilkbahar ayında yağış aldığı bilinmektedir. Rüzgâr hızının ortalama 2,5 m/sn olarak belirlendiği şehir yerleşim açısından olumlu koşullar sergilemektedir. Güney sektörlü rüzgârların hâkim olduğu bilinmektedir (Toroğlu, 2012).

Nevşehir tarihsel süreç açısından değerlendirildiğinde Osmanlı Devleti'nin hüküm sürdüğü dönemlere dek bilinen en eski ismiyle "Nissa (Nyssa)" olarak anılmaktaydı. Osmanlı döneminde köy bazında ele alınarak "Muşkara" ismiyle anılmaya başlanmıştır. Köy konumunda değerlendirilen Muşkara, 1730 yılında "Yeni Şehir" anlamına gelen "Nevşehir" olarak değiştirilmiş ve bu değişikliğe Damat İbrahim Paşa öncü olmuştur. Araştırmalar ışığında açığa çıkarılmış wabartumlarda MÖ 2000 ile 1750 aralığında Nevşehir'in Asur Ticaret Kolonileri döneminin en parlak yeri olduğu düşünülmektedir. MÖ 1650'den uzun bir döneme kadar Hitit hâkimiyeti altına girmiş

olan şehir, MÖ 550-332 dönem aralığında Pers hâkimiyeti altına girerek yön değiştirmiştir (Gül, 2013; Öz, 2021).

Osmanlı döneminde Nevşehir için kullanılan bir isim olan “Muşkara” Arapça kökenli bir kelimedir. Damat İbrahim Paşa'nın doğduğu yer olan bu köy Ürgüp'e bağlıdır. Helenistik Dönem'de “Nyssa” adı ile anılan bir beldenin varlığının bulunduğu da kaynaklarda geçmektedir. Kapadokya sınırları içerisinde yer aldığı düşünülen Nyssa kaynaklarda “Nisa”, “Nissa”, “Nysa” gibi farklı isimlerle de yer almaktadır. Ali İhsan Açıkgöz, araştırmaları doğrultusunda Nevşehir'in Asur dilinde “Katpatuka” ismine karşılık geldiği ve Nevşehir'in ‘Güzel Atlar Ülkesi’ manasına gelen “Kapadokya” ismine Pers döneminde kavuştuğunu ifade etmiştir (Yumuşak, 2017).

Muşkara 18. yüzyılda “Nevşehir” adıyla anılmış olsa da “Nevşehir-i Dilara” ismiyle de Osmanlı Devleti'nin resmi yazışmalarında adı geçmektedir. MÖ 1650 yılı ile birlikte Hititlerin yönetimine dahil edilen Nevşehir, MÖ 12. yüzyıl ile birlikte Ege göç topluluklarından ve bunun sonrasında 7. yüzyılda İskit ve Kimmer topluluklarından da önemli ölçüde etkilendikleri araştırmalar ışığında ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra bir dönem Asurların hâkimiyetine geçmiş olan şehir, MÖ 550-332 aralığında Perslerin ve sonrasında Kapadokya Krallığı, Roma ve Bizans'ın hâkimiyeti altına girdiği bilinmektedir (Şahin, 2007).

Nevşehir'de bilinen ilk yerleşim yeri Gülşehir ilçesinin 4 km doğusunda bulunan Civelek Mağarası'dır. Ele geçen buluntular değerlendirildiğinde bu mağarada dönemsel olarak Erken Kalkolitik'ten Orta Kalkolitik döneme kadar hüküm sürdükleri anlaşılmaktadır. Araştırmaların ışığında, ilk mağara yerleşkesi olarak doğan bu yerin sınırları Eski Tunç Çağı ile birlikte zaman içerisinde şehirleşerek Ovaören, Topaklı Höyük, Zank Höyük ve Sulucakara yerleşimleriyle birlikte Nevşehir çevresinde yayılım göstermiştir. Nevşehir'in tarihsel kökene bakıldığında ilk bilgilerin MÖ. 2. bin yılın ilk çeyreğinde ulaşıldığı görülmektedir. Daha önceki dönemler için Anadolu'da yazının da kullanılmadığı göz önünde bulundurulursa Nevşehir ili ve çevresi için bilgi toplanamamıştır. Nevşehir ilinden doğrudan bahsedilmese dahi dolaylı olarak tahminlerde bulunulmasını sağlayan “savaşın kralı” manasındaki “şar tamhâri” yazıtları o dönem için önem arz etmektedir. MÖ 14. yüzyıla tarihlenmiş olan bu yazıtlar, metinlerde yer alan durumlar çerçevesinde ele alındığında Nevşehir ve çevresi içinde bilgi kaynağı olma ihtimalini taşımaktadır. Eski Asur Dönemi olarak da bilinen bu dönemde çivi yazılı metinlere rastlanmaktadır. Bu metinlere bakıldığında o dönem Nevşehir ili içerisinde 2 büyük hanedanlığın hüküm sürdüğü görülmektedir. Bu krallıktan

ilki günümüzde Aksaray il sınırlarındaki Acemhöyük ile eş değer tutulan Puruštattum Krallığı, diğeri ise ticari merkezler bakımından önem arz eden Kaniş Krallığı'dır (Bayram ve Kuzuoğlu, 2016).

Nevşehir'in bir ilçesi olan Gülşehir Bizans ve Pers hâkimiyetinin hüküm sürdüğü dönemde "Zoropassos" ismiyle anılmıştır. Zamanla bu isim yerini "Arapsun" ismine bırakmıştır. 1466 yılında Osmanlı'nın bu bölgeyi topraklarına katmasıyla birlikte bu isim anılmaya devam etse de 18.yüzyılın sonuyla birlikte Osmanlı Paşası olan Seyit Mehmet Paşa'nın yetkisiyle bugünkü ismi olan "Gülşehir" olarak değiştirilmiştir (Yumuşak, 2017).

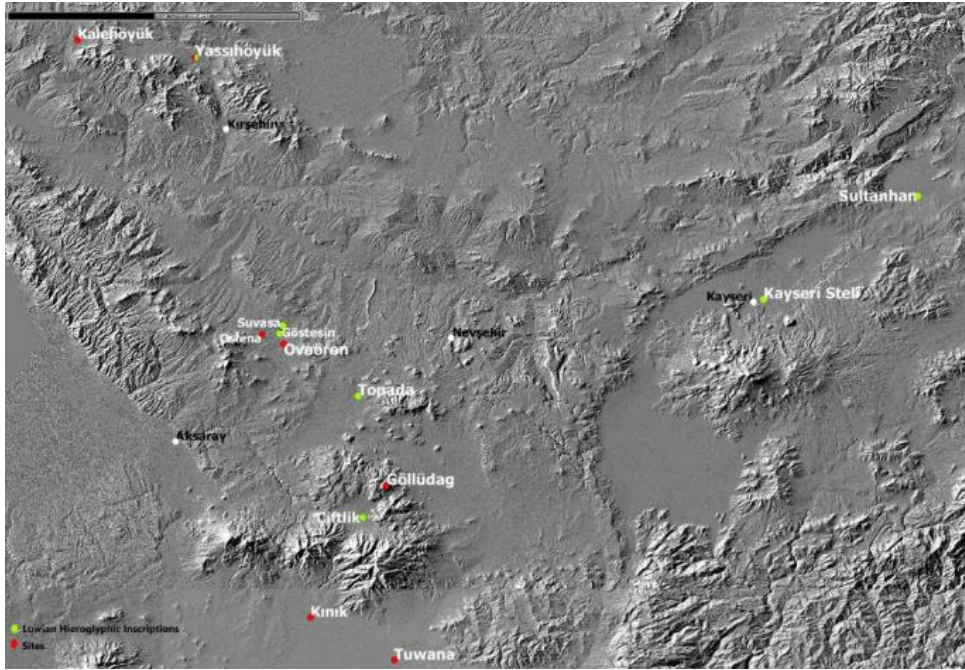
2.2. Ovaören Kazıları

Nevşehir'in sınırları içerisinde yer alan Ovaören, Kızılırmak'ın yaklaşık 25 km güney kesiminde yer alan bir yerleşkedir. Arkeolojik alanlar kapsamında değerlendirildiğinde 40 hektara yakın bir alanda yayılım göstermesinden dolayı bu bağlamda önem arz etmektedir. Ovaören kuşbakışı görünümü, Ovaören civarında yer alan diğer önemli yerleşim alanlarının konumu sırasıyla Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de verilmiştir (Şenyurt ve Akçay, 2022).

Ovaören arkeolojik yerleşim alanı içerisinde yer alan Yassihöyük'ün (Şekil 2.3) boyutu yaklaşık olarak 475 x 350 m olarak belirlenmiştir. Kazı çalışmaları kapsamında Yassihöyük belirgin bir biçimde Son Tunç Çağı ve Demir Çağı'na tarihlendirilse de ilk yerleşimin İlk Tunç Çağı III döneminde başlamış olduğu eldeki verilerin değerlendirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Savunma sistemlerinin de çok daha geniş kapsamlı yerleşim alanı içerisine yayılım göstermesi Son Tunç Dönemi içerisinde gelişmiştir. Helenistik dönemin sonlarına değin Yassihöyük'te yerleşim kesintisiz sürmüştür. 2007 yılında başlatılan kazı çalışmalarından 2014'e kadar elde edilen buluntular kapsamında Yassihöyük'ün Orta Demir Çağı tabakalarında ele geçen seramiklerin "Orta Anadolu Orta Demir Çağı" veya "Alişar-4 Seramiği" adıyla isimlendirilen seramik kültürünün ürünleri olduğu belirlenmiştir. (Akçay, 2015).



Şekil 2.1. Ovaören kuşbakışı görünümü (Şenyurt ve Akçay, 2022)



Şekil 2.2. Ovaören ve diğer önemli yerleşim yerlerinin haritadaki konumları (Şenyurt ve Akçay, 2022)

Tabal Krallığı adıyla varlığını korumuş bu ülkenin sınırları Aksaray, Kayseri, Niğde, Nevşehir ve Ereğli olmak üzere çok geniş çerçevede değerlendirilmiştir. Güneyinde Toros dağları, kuzeyinde sınırları içerisinde doğup sınırları içerisine dökülen Kızılırmak nehriyle zengin coğrafi konuma sahip olan Tabal akarsu ve dağlarla çevrelenmiştir. Pers akınlarından sonra Kapadokya bölgesiyle ilişkilendirilen Tabal

ülkesinin MÖ 7. yüzyılın ortalarına doğru Pers dilinde "Katpatuka" olarak anıldığı ortaya konulmuştur. "Tabal" ifadesini ilk olarak Asur Kralı III. Salmanassar'ın MÖ. 9. yüzyılda kullandığı bilinmektedir. Asur kaynaklarında Tabal ülkesi için yirmi dört kralın varlığının yer aldığı bilgisine ulaşılmıştır. Bu bilgiyle birlikte Tabal'ın çok uluslu bir ülke olduğu görülmektedir. Tabal ülkesinin hâkimiyetinin hangi kral ya da krallarda olduğu kesin olarak bilinemese de Wasusarma ve Tuwati'nin büyük kral ünvanını kullandıklarına ulaşılmıştır. Yazılı kaynaklardan Topada Yazıtları'nda Tabal ülkesinde dört kraldan bahsedilmiştir. Bu krallar Wasusarma, Warpalawas, Kiyakiyas ve Ruwatas'tır (Akçay, 2011; 2014).



Şekil 2.3. Yassihöyük kuşbakışı görünüm (Şenyurt ve Akçay,2022)

Nevşehir'in Gülşehir ilçesinde yer alan Ovaören'in yaklaşık 3 km güney kesiminde Topakhöyük ve Yassihöyük adıyla anılan iki farklı höyük bulunmaktadır. 17 hektarlık bir alana yayılım gösteren Topakhöyük ve Teras yerleşiminin höyük kısmı ova temelinden 15 m yüksekliktedir. Bunun yanında höyüğün çapı 110 m olarak belirlenmiştir. Teras yerleşimi 500x300 metre boyutlarına sahiptir. İlk kazı çalışmalarının 2007 yılında başlatıldığı ve günümüze kadar da sürdüğü bilinen Ovaören kazıları Prof. Dr. Süleyman Yücel Şenyurt başkanlığında yürütülmektedir. Ovaören'in Topakhöyük yerleşiminde detaylı yüzey araştırmalarını yapıldığı önceki kazı çalışmalarında bu yerleşkenin, kalkolitik dönemlerden beri yerleşim alanına açık olduğu ve Orta Tunç Çağı ile birlikte bu yerleşim alanının sınırlarının yayılım gösterdiği bilgisine varılmıştır. Daha detaylı bilgilere ulaşabilmek adına o yerleşim sınırlarında kazı çalışmaları başlatılmıştır (Gümüştekin, 2024 – web kaynak).

Yassihöyük 500 x 350 x 15 metreye sahip boyutlarıyla yaklaşık 5 m yüksekliğe sahip surla çevrelenmiş bir alandan oluşmaktadır. Bu alanın kuzeybatı kesimine

konumlandırılan Topakhöyük ise 110 x 90 x 20 m boyutlarına sahip küçük bir höyük olarak karşımıza çıkmaktadır. Üst kısma doğru sivri bir hal olan Topakhöyük'ten itibaren surlarla çevrili Yassihöyük'e kadar uzayan geniş bir alanda yayılım gösteren Teras alanı ise bu iki yerleşimi birbirine bağlayarak Aşşağı Şehri meydana getirmektedir. Yassihöyük yaklaşık olarak 17 hektar olarak belirlenirken, Aşşağı şehir ve Topakhöyük'ün 13 hektarlık bir alan kapladığı tespit edilmiştir. Toplam 30 hektarlık alanda gerçekleştirilen çalışmalar, arkeolojik araştırmalardan çok önce 1997 yılında Prof. Dr. Süleyman Yücel Şenyurt tarafından gerçekleştirilen yüzey araştırmalarına da konu olmuştur. 2007 yılından bu yana Prof. Dr. Süleyman Yücel Şenyurt başkanlığında devam eden çalışmalar ağırlıklı olarak Yassihöyük Demir Çağı katmanında yoğunlaşmıştır (Akçay, 2011).

Yassihöyük'ten ele geçen en erken buluntular Erken Tunç Çağı III dönemine ışık tutar ama henüz bu tabakalar bulunamamıştır. Ovaören'in, Topakhöyük ve Ters Alanı yerleşimlerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında, Erken Tunç Çağı II dönemi baz alınarak önemli bir yerleşimin olduğu ve Ovaören'in konumu itibariyle ticari açıdan uğrak noktaların merkezini oluşturduğu bilgilerine ulaşılmaktadır (Şenyurt ve Akçay, 2022).

2.3. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışma kazı çalışmaları sonucu dönemsel olarak Demir Çağı olmak üzere 25 adet seramik parçasının detaylı incelenmesini içermektedir. Bu incelemeler ışığında seramikler üzerinde arkeometrik yöntemler uygulanarak seramikleri oluşturan yapı taşlarının ayrıntılarıyla ele alınıp bileşenlerinin çözümlenmesi ve beraberinde dönemsel farklılıkların açıklanması hedef alınmıştır. Bu amaçla, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve mikro analiz tekniği olan EDX ile seramiklerin mikro yapısal özellikleri incelenmiş ve mikro kimyasal içerikleri belirlenmiştir. Portatif X-ışını Floresans (p-XRF) analizi ile seramiklerin nitel ve nicel analizleri yapılarak içerikleri belirlenmiştir.

X-ışınları difraksiyon (XRD) analiziyle seramiklerin mineralojik içerikleri, pişirim teknik ve teknolojilerinin ortaya çıkarılması ve bunun yanında pişirim sıcaklık aralıklarının belirlenmesi sağlanmıştır. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi ile örnekler karakterize edilerek özellikle hammadde içeriği hakkında verilere ulaşılmıştır. Seramiklerin bu şekilde detaylı incelenerek ele alınması Nevşehir Ovaören bölgesi için bilimsel bir basamak oluşturup literatür araştırmalarına katkı sağlayacaktır.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tez çalışmasının amaç ve kapsamı doğrultusunda, seramik malzemeler (çanak-çömlek, cam, sırlı seramik vb.) için uygulanan ve çalışmadaki benzer arkeometrik yöntemlerin de yer aldığı kaynaklar taranmış olup literatür araştırması aşağıda verilmiştir;

“Gökçeada Uğurlu-Zeytinlik yerleşmesindeki bir grup Erken Kalkolitik seramik örneğinin arkeometrik yöntemlerle incelenmesi” (Abuşaha, İ. 2024).

Bu çalışma Uğurlu-Zeytinlik (Gökçeada) yerleşmesindeki 2022 kazı çalışmalarında farklı yerleşkelerden bulunmuş Erken Kalkolitik Döneme tarihlenen 10 adet seramiğin incelenmesini kapsamaktadır. Analizler sonucunda hammaddenin yerel üretim olup olmadığı belirlenmiştir. Petrografik analiz sonucunda kuvars, plajiyoklaz, opak mineral ve biyotit mineral içerikleri belirlenmiştir. XRD grafiklerinde kuvars, feldspat, plajiyoklaz, kalsit, hematit minerallerine ait pikler ortaya çıkmıştır. Yüksek sıcaklık minerallerinin ortaya çıkmaması sebebiyle pişirim sıcaklığının 800-850oC olduğu düşünülmektedir. CaO oranının % 6'dan düşük olmasından dolayı numunelerin kalkersiz kilden üretildiği saptanmıştır. Kilin sıcaklığa dayanıklı olduğunu MgO, Fe₂O₃, K₂O gibi oranların % 9 dan az olması işaret etmiştir. Uğurlu-Zeytinlik (Gökçeada) yerleşmesi ve yakın yerleşkedeki formasyonlarda saptanan minerallerin bulgularla uyum sağladığı görülmektedir. Bundan dolayı ele alınan örneklerin bölgedeki kil yataklarından yerel olarak üretildiği sonucuna ulaşılmıştır.

“Kayseri-Develi Bileç Höyük Kazısından Ele Geçen Bir Grup İçi Siyah-Dışı Devetüyü Çanak Çömlek ve Arkeometrik Analizleri” (İstanbuluoğlu, Ç. 2023).

Bu çalışma, Kayseri ili Develi ilçe merkezinin Develi Yahyalı karayolunun yaklaşık 300 m batısında bulunan Bileç Höyük'ten ele geçirilmiş 53 parça dışı devetüyü içi siyah seramiğin arkeometrik incelemesini içermektedir. 53 adet seramik parçası formlarına göre ayrılarak gruplanmıştır. Çalışma seramik buluntuların yerli üretim olup olmadığını tespit etmeyi hedeflemiştir. Üretim teknik ve teknolojilerini anlayarak pişirim sıcaklık aralıklarının belirlenmesi, hammadde içeriği hakkında verilere ulaşılması arkeometrik analizlerle sağlanmıştır. Bu analizler X-ışını floresans (XRF), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve optik mikroskop (OM) cihazı ve X-ışınları difraksiyonudur (XRD). Üretimin yerli olduğunu düşündüren en etkin bulgular, bölgenin

volkanik bir bölge olması ve buna bağlı olarak analiz sonuçlarında magmatik kayaların varlığının tespit edilmiş olmasıdır. Bununla beraber örneklerde anortit fazının tespit edilmiş olması bu örneğin pişirim sıcaklığının 850°C-950°C olduğunu ortaya koymaktadır. Bazı örnekler analiz sonuçlarıyla beraber değerlendirildiğinde iç ve dış yüzeylerinin perdahlı olduğu tespit edilmektedir. Bazı örneklerde de temper malzeme olarak kalsit ve kuvars kullanıldığı tespit edilmiştir.

“Archaeometrical studies of prehistoric pottery using portable ED-XRF” (Michałowski, A., Niedzielski, P., Kozak, L., Teska, M., Jakubowski, K., & Żółkiewski, M., 2020).

Bu çalışma Polonya'da “Kuyavia” adıyla bilinen bölgede bulunan ve iki farklı alandan alınmış olan seramik grubunun arkeometrik incelemesini içermektedir. Grabkowo no.7 ve no.8 iki farklı kültürü bünyesinde barındırmaktadır ve geç Roma öncesi Demir Çağı'na tarihlenen seramiklerdir. Çalışmada taşınabilir X-ışını floresans (XRF) spektrometresi kullanılarak malzemelerin kimyasal kompozisyonlarını analiz ederek benzerlik ve farklılıkların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

“Erzincan (Büyükardıç) ve Erzurum (Güllüdere, Tasmator, Tetikom ve Mağaratepe) Kazılarında Ele Geçen Demir Çağına Ait Seramiklerin XRF Tekniği İle İncelenmesi” (Ender, B. 2006).

Bu çalışma Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (BTC HPBH) Arkeolojik Kurtarma Kazıları Projesi kapsamında Gazi Üniversitesi, Arkeolojik Çevre Değerleri Araştırma Merkezince (GÜ-ARÇED) yapılan kazılar sonucu bulunan Erken Demir Çağı'na tarihlenmiş seramik örneklerin kimyasal kompozisyonlarını içermektedir. Çalışmada seramikler X-ışını Floresans tekniği (XRF) ile analiz edilmiştir. Seramik örnekler Erzurum (Güllüdere, Tasmator, Tetikom ve Mağaratepe) ve Erzincan (Büyükardıç) yörelerinde ele geçmiştir. Kazı bölgesine ait olan 39 adet seramik örneğinin hamur yapısında iç ve dış astar yüzeylerinde majör, minör ve eser elementler araştırılarak kalitatif ve kantitatif analizler uygulanmıştır. Bu analiz sonuçları dikkate alınarak SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı ile istatistiksel değerlendirme yapılarak Hiyerarşik Kümeleme Analizi (HCA) ve faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Seramik örneklerin benzer ve farklı özellikleri dendrogram grafiği ile ayrıştırılmıştır. Bu analizler ışığında Mağaratepe'den MT-4 ve Tetikom'dan TTK-4 kod numaralı örneklerin dendrogram ve kümeleme analiz verilerine göre birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiştir. Buna ek olarak kazı alanından izinli olarak seçilen 5 adet seramik

örneğinin X-ışını Toz Difraktometresi ile yapı analizleri yapılmış ve bunun sonucunda örneklerde illit ve kaolinit tipi kil mineralleri saptanmıştır.

“Urfa teleilat kazısından ele geçen demir ve neolitik çağlara ait arkeolojik çanak-çömlek buluntularının XRF tekniği ile incelenmesi” (Demir, H. 2007).

Bu çalışmada Kalkolitik ve Tunç Çağı'na ait 25 adet, Demir ve Neolitik Çağ'a ait 23 adet seramik örneği X-ışını floresans spektrometresi kullanılarak analiz edilmiştir. Demir ve Neolitik Çağ Seramikleri, Şanlıurfa ili, Birecik ilçesinin güneyinde ve Kargamış Barajı etki alanı içinde kalan Mezra-Teleilat kazısından temin edilmiştir. Diğer seramikler de aynı bölgede Mezra Höyük kazısında bulunmuştur. Sonuç olarak bazı örneklerin diğerlerinden ayrıldığı görülmüştür. Bununla beraber 9 adet seramik örneği üzerinde XRD analiz yöntemi uygulanarak mineralojik içerikleri ortaya konmuştur. Mineral içeriğine göre kuvars, allofan minerali ve bütünsel olarak amorf bir yapı saptanmıştır. Kil analizinde kaolinit ve illit kili gözlemlenmiştir. Verilerin arkeolojik bulgularla paralel biçimde ilerlediği görülmüştür.

“Analysis of ancient pottery and ceramic objects using X-ray fluorescence spectrometry” (Pillay, A. E., Punyadeera, C., Jacobson, L., & Eriksen, J. 2000).

Bu makale, tarih öncesi kültürel geçmişin kökenine inerek sosyokültürel etkileşimi tahmin etmenin mümkün olup olmadığını ortaya koymak için antik çağ çanak çömleklerin analizlerinde XRF spektrometrisinin kullanımını ele almaktadır.

“Olba Kazısı Seramik Buluntuları Arkeometrik Analizleri/ Archaeometric Analysis of Ceramic Finds from Olba Excavations” (Akyol, A. A., Aydın, M., 2016)

Bu çalışmada Olba kazısına ait seramik örnekler arkeometrik yöntemlerle incelenmiştir. Numaralandırılarak fotoğraflanmış ve belgelenmiş seramiklerin petrografik özellikleri ince kesit optik mikroskop analiziyle, kimyasal kompozisyonu da SEM-EDX ve XRF analizleriyle incelenmiştir. Seramiklerin matris/agrega içeriği, agrega türü/ dağılımı, boyut ve gözenekliliği ince kesit optik mikroskop analizi ile belirlenerek kil yapısının türüne göre sınıflandırılmıştır. Örneklerin pişirim sıcaklık aralıkları 750-950°C arasında tespit edilmiş ve seramiklerde ayrılmış yerel kayaç kırıklarının varlığı saptanmıştır. Bazı seramik örneklerinin agrega içeriğinde tuğla kırığı parçalarının varlığı belirlenmiştir. Stronsiyum ve zirkonyum ihtivalarına göre seramiklerin üretiminde çoğunlukla karasal olmak üzere karasal/denizel hammadde karışımı kullanıldığı öne sürülmüştür. XRF analizi sonuçları seramikleri iki grup halinde ayırtmıştır. SEM-EDX analiziyle birlikte seramiklerin gövde ve astarlı yüzeylerinin homojen bir yapıya sahip olmadığı ortaya konulmuştur.

“*Harran Örenyeri Kazıları Seramik Örneklerinde Arkeometrik Analizler/Archaeometric Analysis on Ceramic Samples of Harran Excavations*” (Akyol, A. A., Ölçer, S., 2022).

Bu çalışmada Harran Örenyeri kazılarında Ortaçağ dönemine tarihlenmiş etütlük olarak seçilmiş sırlı ve sırsız toplamda 15 örnek arkeometrik teknikler ışığında incelenmiştir. Örneklerin petrografik özellikleri ince kesit optik mikroskop analiziyle, kimyasal kompozisyonu PED-XRF ve SEM-EDX analizleri ile tespit edilmiştir. Örneklerin agrega içeriğini metamorfik (fillit), sedimanter (kil taşları ve silt taşları), ve volkanik (aplit) kayaçların ayrışmasını yansıtan agregaların oluşturduğu tespit edilmiştir. Seramiklerin pişirim sıcaklıkları 800-950° olarak belirlenmiştir. Uygulanan petrografik ve kimyasal analizlerin sonucunda örneklerin en az üç farklı tipte hammadde içerdiği ya da farklı atölye üretiminin olduğu öngörülmüştür.

“*Olba Kazısı Camları Arkeometrik Çalışmaları*” (Aydın, M., Akyol, A. A., Erten, E., & Torgan, E., 2015).

Bu çalışma 2010-2014 yıllarında gerçekleştirilen Olba kenti kazısında ele geçirilmiş cam buluntuların arkeometrik yönden araştırılmasını içermektedir. Çalışmada X-ışınları floresans spektroskopisi (Mikro XRF) ve taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı spektroskopisi (SEM-EDS) yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre cam örneklerin tipik soda-kireç camı yapısında olduğu tespit edilmiştir. Buluntuların yüksek SiO₂ içerikleri camların hem ergime sıcaklıklarının yüksek oluşuna hem de örneklerin mekanik dayanıklılığının yüksek noktada oluşunu göstermiştir. Örneklerin üretiminde bitki külü (K₂O ve/veya MgO) saptanmamıştır. Örneklerin Al₂O₃ içeriklerindeki farklılıklar bu örneklerin hammaddesinin farklı kaynaklara ait olabileceğini göstermiştir. Camlarda renk veren elementler; Fe, Mn, Co, Cu olarak tespit edilmiştir.

“*Antakya Mevsimler Mozaikinin Arkeometrik Yönden İncelenmesi / Archaeometric Investigation of the Seasonal Mosaic of Antiochia*” (Argunhan, A., Aydın, M., 2022).

Bu çalışma Hatay Arkeoloji Müzesi’nde sergilenen mevsimler mozaikinin üzerinde bulunan cam ve taş tesseraların arkeometrik yönden analizlerini içermektedir. Cam tesseraların kimyasal kompozisyonu Polarize Enerji Dağıtımlı X-ışını floresan spektrometresiyle ve petrografik özellikleri optik mikroskop ile tespit edilmiştir. Taş tesseraların sertlik derecesi, kayaç türü ve dokusu, agregayı oluşturan kayaç ve mineraller tanımlanmıştır. Taş tesseraların petrografik analizleriyle saptanan kayaç türleri

biyomikritik, biyosparitik ve mikritik kireçtaşıdır. rnekle­in PED-XRF analiz verileri cam yapısı olarak soda kireç camına işaret etmiştir. Bitki külü içeriği saptanmamış ve bünye direncinin düşük olduğu belirtilmiştir. Yeşil renkteki cam tesserada bakır olduğu belirlenmiştir. Stronsiyum ve zirkonyum içeriklerine göre örnekle­in yapısında karasal hammadde kullanıldığı tespit edilmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Seramik Numuneler

Arkeometrik çalışma aşamalarının temelini temsili numune seçimi oluşturmaktadır. Kazılar sonucunda ele geçen buluntular kendi ait olduğu grubu temsil etmesi bakımından önem arz etmektedir. Nitelik bakımından ait olduğu grupla özdeşleşen seramiklerin seçilmesi çalışmanın seyrini etkileyeceği için ilk adımı doğru seçebilmek önemlidir. Bu hususta Prof. Dr. Süleyman Yücel Şenyurt başkanlığında yürütülen Ovaören kazılarında ele geçirilmiş Demir Çağına ait 25 adet seramik kazı başkanlığı yetkilileri tarafından seçilerek belirlenmiştir. Belirlenen seramiklerin hamur dokusu, form ve renk gibi faktörleri gözden geçirilerek seçim yapılmıştır. Numune kodları “OVA” ile başlamaktadır. Örneklerin arkeolojik envanterdeki sıralamaları korunarak numune kodları seramiklerin belgelendikleri şekliyle kayıt altına alınmış ve tez içerisinde bu şekilde kullanılmıştır (OVA 26-50). Seramik parçalara ait fotoğraflar sırasıyla Şekil 4.1-4.3 arasında verilmiştir.



Şekil 4.1. Demir Çağı seramik buluntu örnekleri (OVA-26/OVA-35)



Şekil 4.2. Demir Çağı seramik buluntu örnekleri (OVA-36/OVA-45)



Şekil 4.3. Demir Çağı seramik buluntu örnekleri (OVA-46/OVA-50)

Belgeleme işlemleri tamamlanan seramiklerin makro tanımlamaları gerçekleştirilmiş ve temsil edilen parça türleri not alınmıştır (Çizelge 4.1). Seramik numuneler saf suda 24 saat bekletilmiştir. Temizlik işlemi dikkatli bir şekilde, seramiğe zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Seramik numunelerden toz ve parça örnekler hazırlanmıştır. Bu amaçla, seramikler porselen havanda öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toz numuneler FTIR ve XRD analizleri için, parça numuneler ise SEM-EDX ve P-XRF analizi için hazırlanmıştır.

Çizelge 4.1. Çalışmada yer alan Ovaören Demir Çağı seramiklerinin tanımlamaları

Kod	Arkeolojik Kod	Temsil Edilen Parça
OVA-26	YH12.JF185.52-4	Ağız parçası
OVA-27	YH10.IL175.116-8	Ağız parçası
OVA-28	YH10.IL175.72-1	Ağız parçası
OVA-29	YH10.IK175.72-9	Ağız parçası
OVA-30	YH09.IJ175.27-102	Ağız parçası
OVA-31	YH10.IK175.1-6	Ağız parçası
OVA-32	YH10.IK175.91-4	Ağız parçası
OVA-33	YH09.IJ174.46-2	Ağız parçası
OVA-34	YH10.IL175.8-12	Ağız parçası
OVA-35	YH12.JF185.54-4	Ağız parçası
OVA-36	YH10.IK175.96-69	Ağız parçası
OVA-37	YH10.IL175.3-3	Ağız parçası
OVA-38	YH09.IJ174.2-27	Ağız parçası
OVA-39	YH09.IJ175.35-101	Ağız parçası
OVA-40	YH09.IL174.46-4	Ağız parçası
OVA-41	YH12.JF185.37-7	Ağız parçası
OVA-42	YH12.JF185.58-26	Ağız parçası
OVA-43	YH09.IJ174.51-5	Ağız parçası
OVA-44	YH12.JF185.20-2	Ağız parçası
OVA-45	YH08.IJ175.61-2	Ağız parçası
OVA-46	YH10.IK175.1-30	Ağız parçası
OVA-47	YH10.IK175.98-8	Ağız parçası
OVA-48	YH09.IL194.247-102	Gövde Kısmı
OVA-49	YH10.IK175.11-3	Gövde Kısmı
OVA-50	YH09.IL174.44-7	Gövde Kısmı

4.2. Analizler

FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi): Moleküler etkileşimin bir sonucu olarak seramik malzemelerde bağ titreşimi ile yapının iç kompozisyonunu çözümlenebilen bir analiz tekniğidir. Bünye içerisinde organik bileşen ve organik

koruyucu malzemeleri belirleyebilmesinin yanında inorganik bileşenlerin kimyasal yapısını da açıklayabilen bir yöntemdir. Pigment analizlerinin de gerçekleşebildiği bu analizde farklı ölçüm teknikleri bulunmaktadır. Kullanım tekniği açısından değerlendirildiğinde tahribatlı ve tahribatsız yöntemlerinin de var olması büyük ölçüde kolaylık sağlamaktadır (Öten, 2020).

Çalışmada FTIR analizi seramiklerdeki bant titreşimlerini tespit etmek ve böylelikle örneklerin kimyasal/mineralojik içeriklerine ışık tutulması amacıyla yapılmıştır. Analiz PERKIN ELMER marka SPECTRUM 100 model FTIR cihazı kullanılarak $400-2000\text{ cm}^{-1}$ band aralığında (parmak izi bölgesinde) gerçekleştirilmiştir.

SEM-EDX (Taramalı Elektron Mikroskobu/Enerji Saçınımlı X-Işını Spektroskopisi): Seramik malzemelerde karakterizasyon çalışmaları dâhilinde değerlendirilip kullanılan bir yöntemdir. Bünye içerisinde dağılmış halde bulunan minerallerin ayrıntılı bir şekilde ele alınıp mikro yapısal ve mikro kimyasal özelliklerinin nicel ölçüler eşliğinde açıklanmasına olanak sağlayan bir tekniktir. Morfolojik yapıyı çözümlenebilmesi ve bileşenlerin birbirleriyle olan ilişkileri ortaya koyabilmesinden dolayı arkeometrik çalışmalarda tercih edilen bir yöntemdir (Işık, 2018).

Seramiklerin mikro yapısal ve kimyasal özelliklerinin incelenmesinde Carl Zeiss marka, Supra 40VP model SEM/EDX cihazı kullanılmıştır. Analizlerden önce seramik buluntular Qorum marka, Q150R ES model kaplama cihazında altın/paladyum ile kaplanmış ve iletken hale gelmeleri sağlanmıştır. Numunelerin kimyasal kompozisyonları farklı ölçeklerde alınan EDX spektrumları ile belirlenmiştir.

XRD (X-ışını Difraksiyonu): Seramiklerin pişirilme aşamasında maruz kaldıkları yüksek sıcaklıkla birlikte yeni oluşan reaksiyonları ve onları tetikleyen oluşumların belirlenmesi için kullanılan bir analiz tekniğidir. Seramik bünye içerisindeki kilin türünü, yapı içerisindeki kimyasal karakterizasyonu ve elementel kompozisyonun içeriğini ortaya koyarak o dönemi ve şartlarını değerlendirme yolunda sıklıkla kullanılan bir teknik olarak karışımıza çıkmaktadır (Murad ve Wagner, 1996).

Seramik bünyelerde yer alan mineraller ve mevcut/sonradan oluşmuş fazlar XRD ile belirlenmiştir. Bu amaçla mevcut çalışmada Rigaku marka Miniflex-2 model XRD cihazı kullanılmıştır. Analizler $5-55$ 2-theta aralığında $2^\circ/\text{dk}'lık$ gonyometrik hız ile çalışılmıştır. Cihazdaki anot $\text{CuK}\alpha$ olup (1.541871 \AA) gerilim: 35 kV ve akım: 15 mA şeklindedir.

Seramikler ayrıca OLYMPUSX marka INNOVX model portatif XRF cihazı ile analiz edilmiştir. Analizler cihazın GeoChem modunda gerçekleştirilmiştir. Geochem

modunda iki saçınım ile analizler gerçekleştirilmektedir. Buna göre; 40 kV ile uygulanan ilk saçınımında Hg, As, V, Cr, Fe, Mn, Y, Zr, Th, Nb, Mo, Co, Ni, Cd, Sn, W, Au, Br, Pb, Bi, Rb, Sb, Ti Cu, Se, U, Sr, Ag, Zn, Pt elementleri, 10 kV ile uygulanan ikinci saçınımında ise Al, P, K, S, Ti, Mn, Ca, Si, Mg elementleri tespit edilmektedir.

XRD ve p-XRF cihazları ile toprak örnekleri de karakterize edilerek provenans araştırması gerçekleştirilmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 FTIR Analiz Sonuçları

FTIR analizi elde edilen karakteristik bant değerleri sırasıyla Çizelge 5.1 de, Temsili FTIR spektrumları Şekil 5.1-5.5’de, kalan spektrumların tamamı sırasıyla EK-1 de verilmiştir.

Belirgin dalgaboyları üzerinden bir değerlendirme yapılacak olursa; FTIR spektrumlarında $1412-1439\text{ cm}^{-1}$, $871-877\text{ cm}^{-1}$ ve $709-716\text{ cm}^{-1}$ aralıklarındaki bant değerleri kalsite işaret etmektedir (Mazzocchin ve ark., 2003; Farmer, 1974, Ion ve ark., 2011; Palanivel, R. ve Velraj G. 2007; Ellid ve ark., 2003; Gadsden, 1975; Iglesias ve Serna, 1985; İssi, 2012; De Benedetto ve ark., 2002; Fabbri ve ark., 2014). $1440-1460\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki bantlar ikincil kalsiti, diğer bir deyişle gömü koşulları neticesinde oluşan kalsiti akla getirmektedir (Fabbri ve ark., 2014). FTIR spektrumlarında $1440-1460\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki bantlarla birlikte eş zamanlı olarak $871-877\text{ cm}^{-1}$ ve/veya $709-716\text{ cm}^{-1}$ aralıklarındaki bantların varlığı seramiklerde birincil ve ikincil kalsitin olduğuna işaret edebilir (Mazzocchin ve ark., 2003, Fabbri ve ark., 2014).

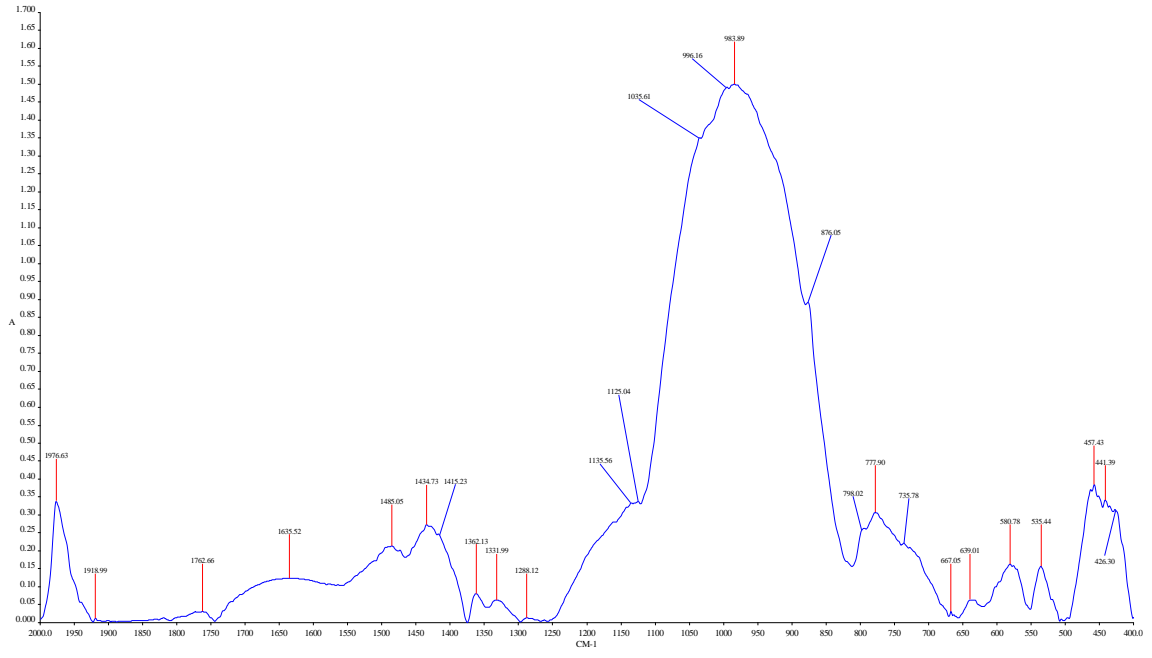
$1155-1165\text{ cm}^{-1}$, $790-800\text{ cm}^{-1}$, $770-780\text{ cm}^{-1}$ ve $685-695\text{ cm}^{-1}$ aralığında bant değerlerinin kuvarsa (Si-O), $1000-1019\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki bant değerlerinin kil minerallerine (Al-Si-O) işaret ettiği söylenebilir. Ortalama olarak $1000-1010\text{ cm}^{-1}$ ve $450-455\text{ cm}^{-1}$, $460-465\text{ cm}^{-1}$ aralıklarındaki bant değerleri feldspat-plajiyoklaz gruplarına işaret etmektedir. Bu aralılarıdaki bazı değerler kil mineralleri ile de eşleştirilebilir. Dolayısıyla, bazı minerallerin FTIR spektrumlarındaki eş veya yakın bant değerleri üzerinden çakıştığı görülmektedir. Bu duruma bir örnek verilecek olursa; $455-460\text{ cm}^{-1}$ bant aralığı fedlspat/plajiyoklaz (albit, oligoklaz) ve kil minerallerine (klorit, illit) işaret ettiği söylenebilir. Bu ve benzeri durumlar için kesin çıkarımlar yapılmamış, bunun yerine band değerinin hangi mineraller ile ilişkili olabileceği verilmiştir. Demir mineralleri (hematit, manyetit) ortalama $570-575\text{ cm}^{-1}$ bant aralığında tespit edilmiştir.

FTIR spektrumlarında ortalama olarak $1620-1650\text{ cm}^{-1}$ aralığında gözlemlenen bant değerlerinin seramiklerdeki OH^- titreşimlerine (H-O-H esnemeleri) dolayısıyla

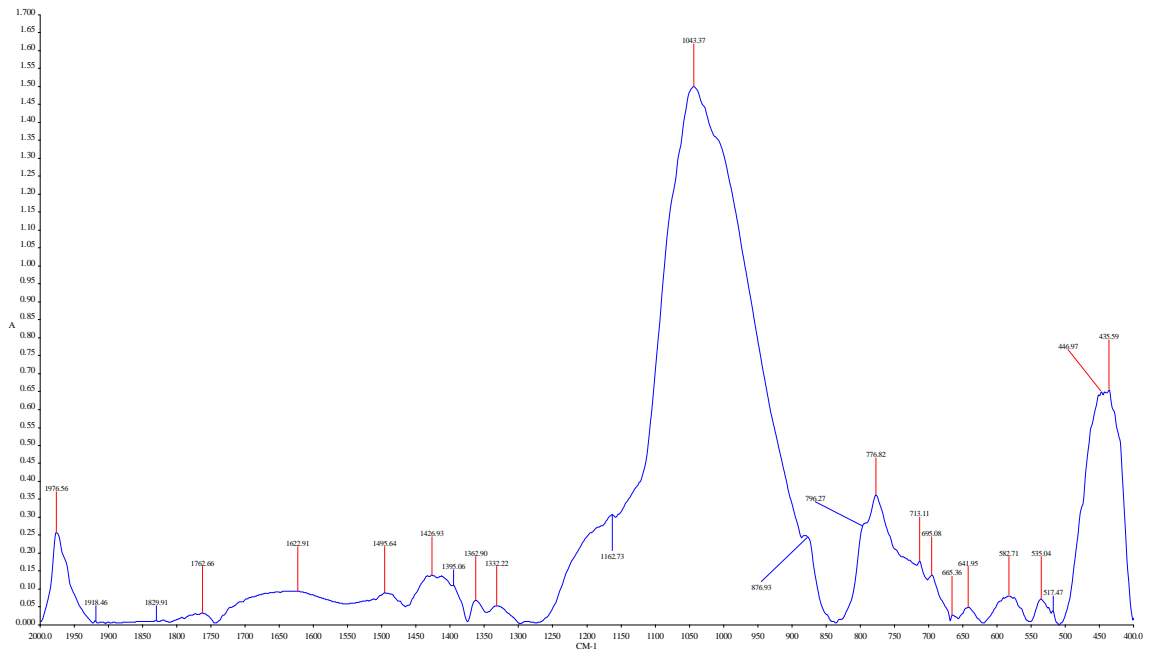
bünyedeki higroskopik suya işaret ettiği söylenebilir (Mazzocchin ve ark., 2003; Farmer, 1974).

Çizelge 5.1. Ovaören Demir Çağı seramikleri için saptanan FTIR bant değerleri

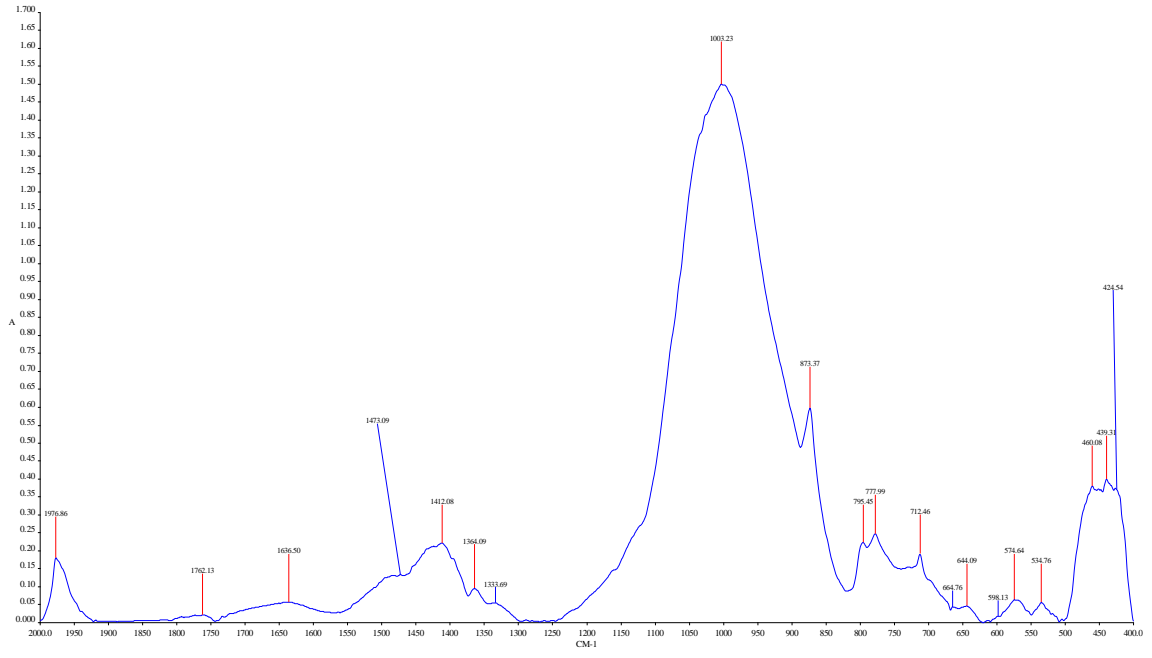
Kod	Bant (cm-1)
OVA-26	1973/1773/1735/1496/1432/1358/1338/1261/1044/820/797/778/630/610/575/539/517/465/457
OVA-27	1976/1918/1762/1635/1485/1434/1362/1331/1288/983/777/667/639/580/535/457/441
OVA-28	1975/1762/1617/1496/1436/1362/1329/999/776/664/640/584/543/520/445
OVA-29	1976/1968/1650/1435/1037/1027/873/797/780/713/514/471/451
OVA-30	1976/1762/1622/1495/1426/1362/1332/1043/776/713/695/665/641/582/535/446/435
OVA-31	1976/1773/1636/1432/1359/1332/1004/875/776/664/580/534/517/446/437
OVA-32	1975/1773/1624/1480/1433/1359/1333/1004/873/777/713/607/524/451/436
OVA-33	1975/1763/1623/1434/1359/1326/994/875/797/778/714/601/540/515/450
OVA-34	1976/1763/1623/1483/1434/1360/1326/991/874/776/585/533/458/445/431
OVA-35	1976/1762/1636/1412/1364/1003/873/795/777/712/644/574/534/460/439
OVA-36	1976/1659/1408/1394/1226/1065/1050/1027/776/633/616/577/530/506/467/455/443/437/430
OVA-37	1976/1969/1944/1919/1909/1762/1601/1428/1389/1356/1334/1279/1001/823/797/778/730/719/584/532/522/462/451
OVA-38	1976/1969/1763/1641/1434/1357/1284/997/787/760/744/722/647/590/532/507/463/434
OVA-39	1971/1855/1474/1005/875/777/736/599/578/540/515/458/449/438/420
OVA-40	1977/1772/1651/1429/1362/1337/1003/874/796/779/713/535/458/451
OVA-41	1976/1761/1669/1428/1366/1163/1040/1027/874/795/777/713/585/532/518/457
OVA-42	1976/1930/1918/1899/1819/1769/1637/1492/1430/1360/1331/1289/1274/1191/1160/1143/1135/1033/1003/775/591/547/535/524/510/458/440
OVA-43	1978/1644/1434/999/873/798/779/712/471/460
OVA-44	1976/1661/1451/1406/1394/1250/1241/1228/1074/1066/1056/1028/896/879/799/471/463/446
OVA-45	1977/1768/1624/1483/1427/1360/1330/1161/1029/1007/875/793/776/693/638/606/571/536/524/448
OVA-46	1976/1909/1819/1773/1763/1651/1492/1422/1363/1335/1005/877/765/744/720/586/534/521/510/472/462/445/439/433
OVA-47	1976/1773/1490/1432/1363/1332/1162/1043/875/794/777/694/523/450
OVA-48	1976/1766/1635/1483/1434/1361/1331/1288/1131/999/876/775/575/534/527/511/457/450/435/426
OVA-49	1996/1975/1968/1942/1770/1716/1619/1437/1363/1337/1270/1162/1076/1052/882/797/780/729/697/663/590/529/520/462/446
OVA-50	1974/1961/1641/1434/1389/1332/1121/1093/1070/999/796/777/575/538/517/456/448



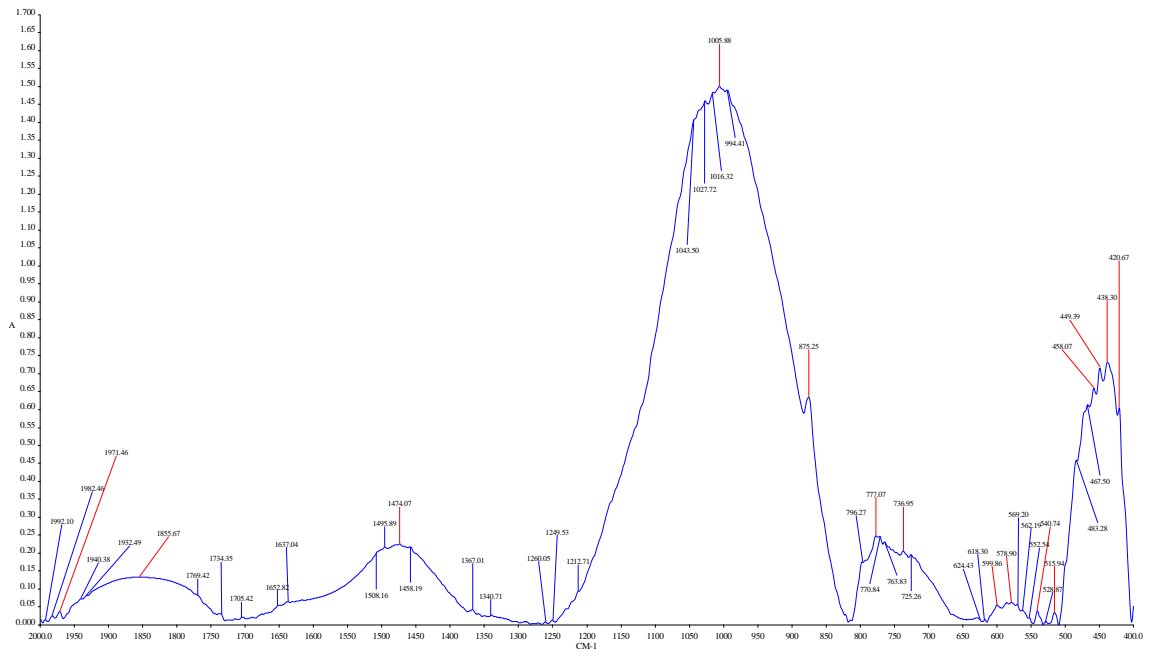
Şekil 5.1. OVA-27 FTIR spektrumu



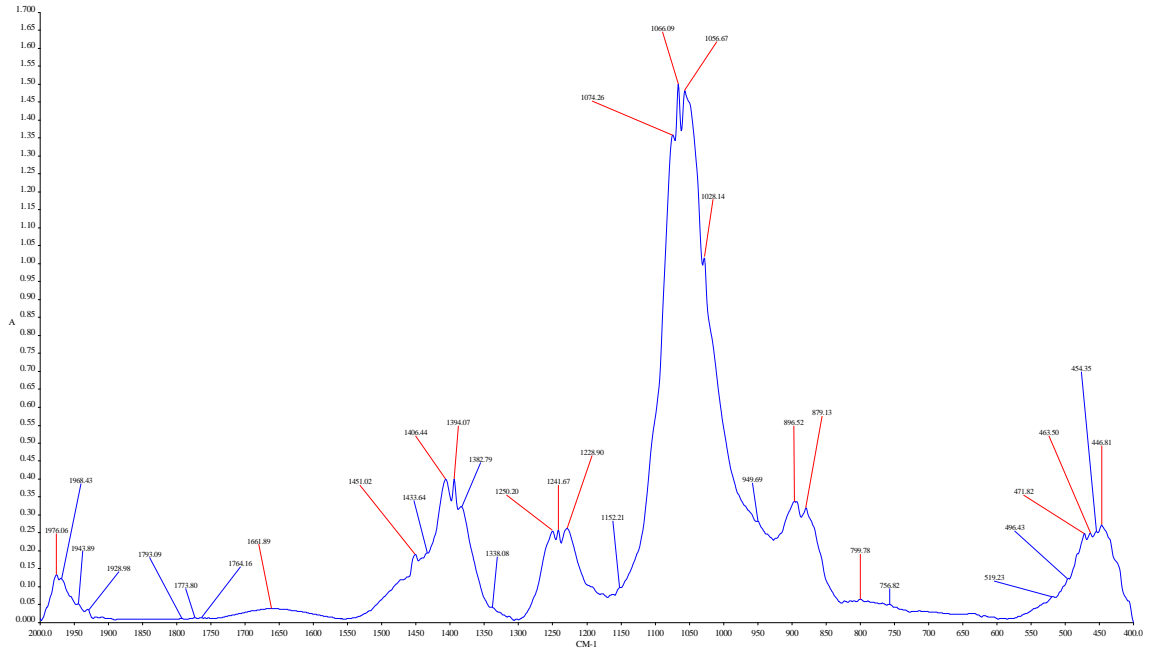
Şekil 5.2. OVA-30 FTIR spektrumu



Şekil 5.3. OVA-35 FTIR spektrumu



Şekil 5.4. OVA-39 FTIR spektrumu



Şekil 5.5. OVA-44 FTIR spektrumu

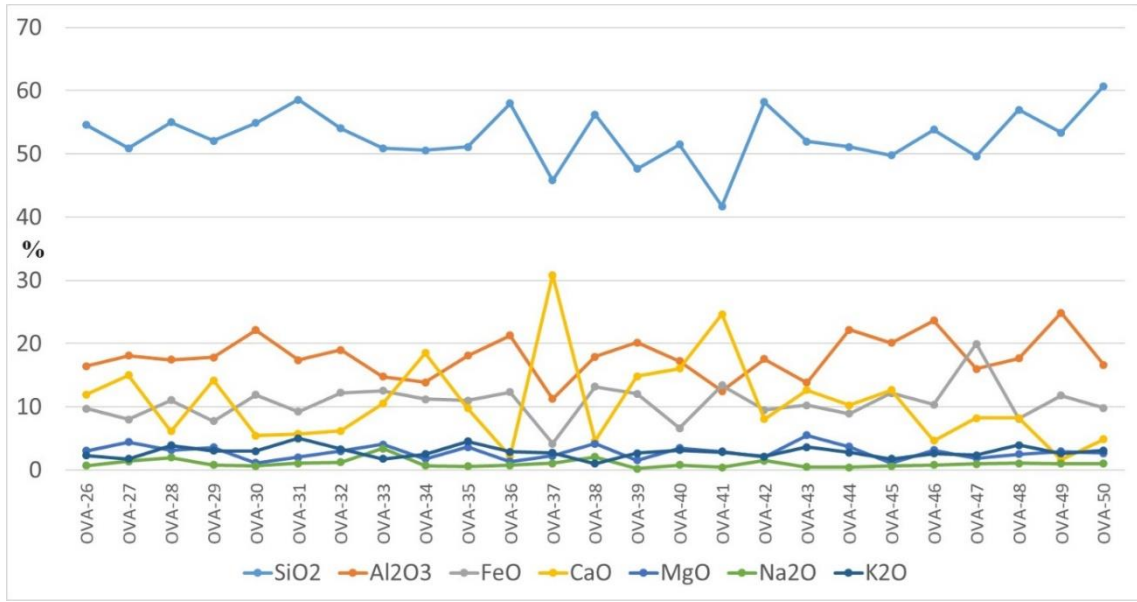
5.2 SEM/EDX Sonuçları

Seramiklerin parça örnekleri üzerinden yapılan EDX analizlerinde elde edilen veriler sırasıyla Çizelge 5.2’de, oksit dağılımları Şekil 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.2. Demir Çağı seramiklerinde EDX ile belirlenen kimyasal kompozisyon (ağ. %)

SPSS*	Kod	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃
1	OVA-26	54,58	16,42	9,71	11,98	3,07	0,68	2,30	0,71	0,55
2	OVA-27	50,89	18,09	8,03	15,02	4,45	1,40	1,76	0,03	0,33
3	OVA-28	55,00	17,43	11,04	6,15	3,16	2,00	3,90	1,08	0,23
4	OVA-29	52,05	17,83	7,73	14,19	3,60	0,83	3,04	0,74	-
5	OVA-30	54,91	22,16	11,91	5,43	1,12	0,62	2,99	0,74	0,12
6	OVA-31	58,60	17,42	9,23	5,73	2,05	1,09	5,03	0,74	0,11
7	OVA-32	54,04	19,01	12,22	6,19	2,98	1,21	3,34	0,93	0,07
8	OVA-33	50,87	14,79	12,54	10,53	4,05	3,40	1,76	1,58	0,47
9	OVA-34	50,59	13,88	11,23	18,53	1,77	0,70	2,52	0,33	0,45
10	OVA-35	51,13	18,07	11,02	9,77	3,66	0,59	4,56	0,82	0,38
11	OVA-36	58,00	21,28	12,35	2,20	1,32	0,74	2,87	0,98	0,27
12	OVA-37	45,80	11,27	4,18	30,83	2,27	1,09	2,73	0,79	1,03
13	OVA-38	56,23	17,95	13,19	4,57	4,18	2,07	1,01	0,46	0,27
14	OVA-39	47,65	20,15	12,08	14,81	1,55	0,24	2,65	0,58	0,24
15	OVA-40	51,49	17,25	6,63	16,04	3,47	0,78	3,13	0,59	0,60
16	OVA-41	41,73	12,49	13,37	24,65	2,93	0,43	2,83	0,89	0,66
17	OVA-42	58,20	17,56	9,52	8,04	2,10	1,50	2,12	0,50	0,35
18	OVA-43	51,98	13,83	10,27	12,65	5,49	0,51	3,66	0,73	0,75
19	OVA-44	51,10	22,20	8,90	10,23	3,70	0,44	2,76	0,32	0,33
20	OVA-45	49,77	20,13	12,18	12,64	1,10	0,66	1,79	1,32	0,37
21	OVA-46	53,81	23,66	10,33	4,64	3,18	0,83	2,63	0,89	-
22	OVA-47	49,61	16,00	19,98	8,21	1,89	0,98	2,35	0,53	0,45
23	OVA-48	56,98	17,67	8,11	8,20	2,50	1,08	3,94	0,88	0,53
24	OVA-49	53,36	24,87	11,80	1,61	2,96	1,00	2,62	1,31	0,44
25	OVA-50	60,73	16,67	9,84	4,86	2,68	1,00	3,08	0,78	0,35
	<i>Ortalama</i>	<i>52,76</i>	<i>17,92</i>	<i>10,69</i>	<i>10,70</i>	<i>2,84</i>	<i>1,03</i>	<i>2,85</i>	<i>0,77</i>	<i>0,37</i>
	<i>Minimum</i>	<i>41,73</i>	<i>11,27</i>	<i>4,18</i>	<i>1,61</i>	<i>1,1</i>	<i>0,24</i>	<i>1,01</i>	<i>0,03</i>	<i>0</i>
	<i>Maksimum</i>	<i>60,73</i>	<i>24,87</i>	<i>19,98</i>	<i>30,83</i>	<i>5,49</i>	<i>3,4</i>	<i>5,03</i>	<i>1,58</i>	<i>1,03</i>

- : tespit edilmedi veya tarama limitin altında. *SPSS sıra numarası.



Şekil 5.6. Demir Çağı seramiklerinde Si, Al, Fe ve alkali-toprak alkali oksitlerin dağılımı

SiO₂ miktarı seramiklerde ağırlık % 41,73-60,73 (ortalama ağırlık % 52,65) aralığında değişmektedir. SiO₂ içeriğinin yüksek olduğu örneklerde kuvars mineralinin görece daha fazla olduğu öngünebilir. Seramiklerde Al₂O₃ miktarı ağırlık % 11,27-24,87 (ortalama ağırlık % 17,93) olarak tespit edilmiştir. Al₂O₃ içeriğinin yüksek olduğu seramiklerde kil miktarının yüksek olduğu söylenebilir.

CaO miktarı ağırlık % 1,61-30,83 (ortalama ağırlık % 11,11) aralığında değişmektedir. CaO miktarında göze çarpan dalgalanmalar (Şekil 5.6) seramiklerin kendi aralarında farklı karakterde örnekler içerdiğine işaret etmektedir. CaO miktarının yüksek olduğu seramiklerde (> ağırlık % 6) kalkerli hammadde kullanıldığı diğer bir deyimle kalsit, dolomit gibi karbonatlı hammaddelerin reçetede yer aldığı söylenebilir (Maniatis ve ark., 1981).

Kalsiyum oksite ek olarak seramiklerdeki MgO seviyeleri de önemlidir, bu iki oksitin yüksek olduğu seramiklerde dolomit (CaCO₃.MgCO₃) mineralinin varlığından söz edilebilir. MgO miktarı Demir Çağı seramiklerinde ağırlık % 1,1-5,49 (ortalama ağırlık % 2,88) aralığında değişmektedir. Örneklerdeki MgO seviyeleri genel olarak ağırlık % 3'ün altında seyretmiştir. MgO içeriğinin klorit gibi magnezyum içeren kil minerallerinden kaynaklı olabileceği de unutulmamalıdır.

Na₂O miktarı ağırlık % 0,24-3,40 (ortalama ağırlık % 1,09) aralığında değişmektedir. K₂O miktarı ağırlık % 1,01-5,03 (ortalama ağırlık % 2,86) aralığında değişmektedir. Sodyum ve potasyum içeriklerine bakıldığında seramiklerin alkali olarak daha çok potasyum içerdiği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak özellikle yüksek K₂O ihtiva eden seramiklerde (> ağırlık % ~2,5) potasyum feldspat varlığından bahsedilebilir. Bu öngörü seramik reçetesinde

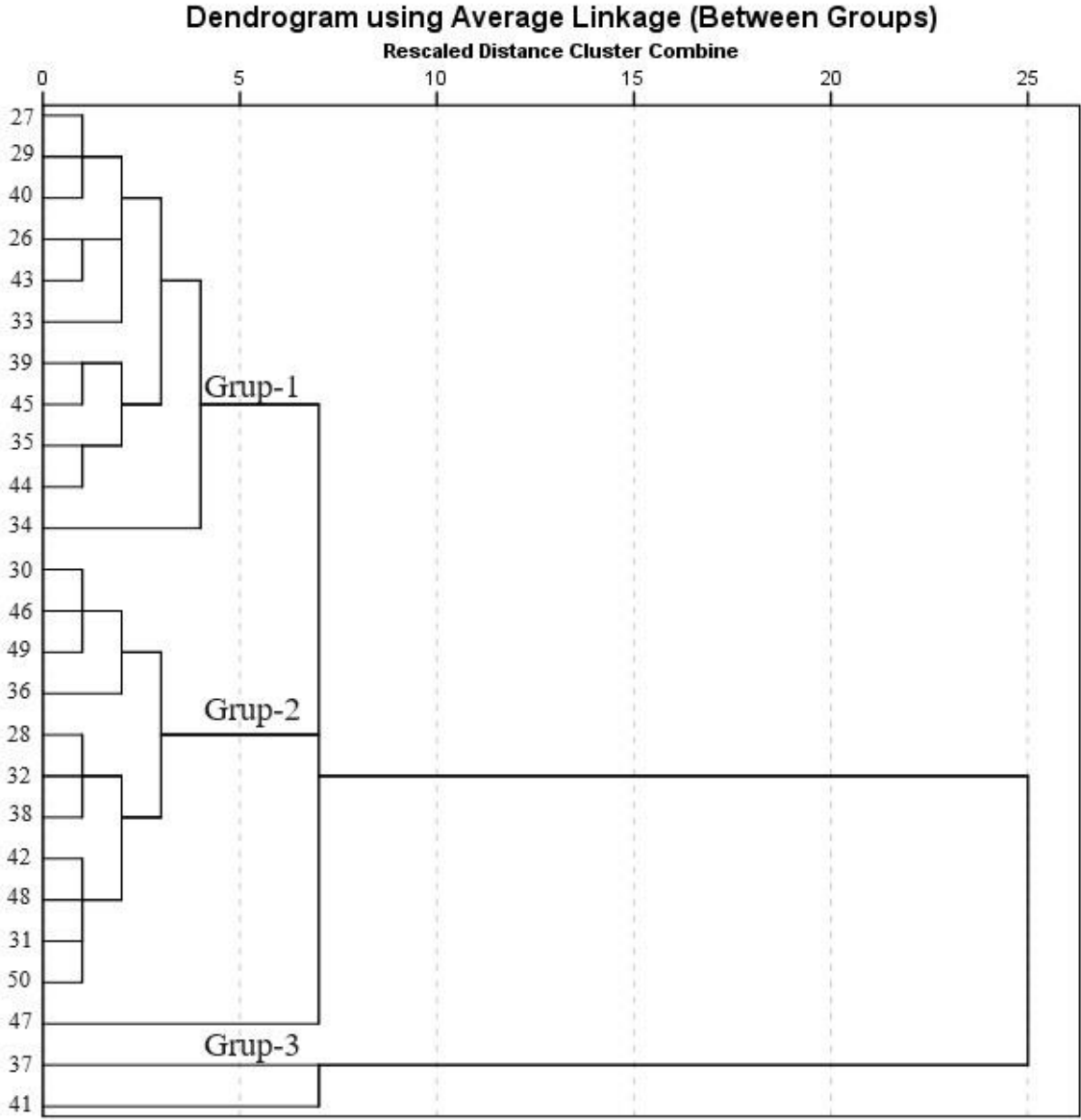
feldpat olarak potasyum ağırlıklı bir hammaddeye işaret etmektedir. Pişirim sıcaklığına bağlı olarak potasyum içerikli yüksek sıcaklık minerallerinin (örneğin; sanidin) oluşması da muhtemel gözükmektedir. Mineralojik inceleme mevcut çalışmada XRD tekniği ile gerçekleştirilmiş olup ilerleyen bölümlerde seramiklerdeki mineral ve faz içerikleri değerlendirilecektir.

Seramiklerdeki demir miktarı (FeO) ağırlıkça % 4,18-19,98 (ortalama ağırlıkça % 10,79) aralığında değişmektedir. Seramik hamurunda renk veren element olarak yalnızca demirin bulunması farklı tonlardaki seramiklerin (kırmızı, kahverengi ve siyah-gri) değişen pişirim atmosferine maruz kaldığına işaret etmektedir. Zira, demir içeriği yükseltgen pişirimde kırmızı tonlarını, indirgen pişirimde siyah tonlarını vermektedir (İssi, 2012). Demirin bu özelliğinden yola çıkarak kırmızı, ten rengi ve kahve tonlarındaki seramiklerin oksijenli bir ortamda (yükseltgen), siyah-gri tonlarındaki seramiklerin ise oksijen difüzyonunun olmadığı bir ortamda (indirgen) pişirildiği söylenebilir. Diğer önemli bir husus da demir içeriğinin bazı seramiklerde görece daha yüksek değerlerde olmasıdır (ağırlıkça > % 10). Bu seramiklerde hammaddenin demirce zenginleştirildiği ve/veya demirce daha zengin bir astarla kaplandıklarına işaret etmektedir.

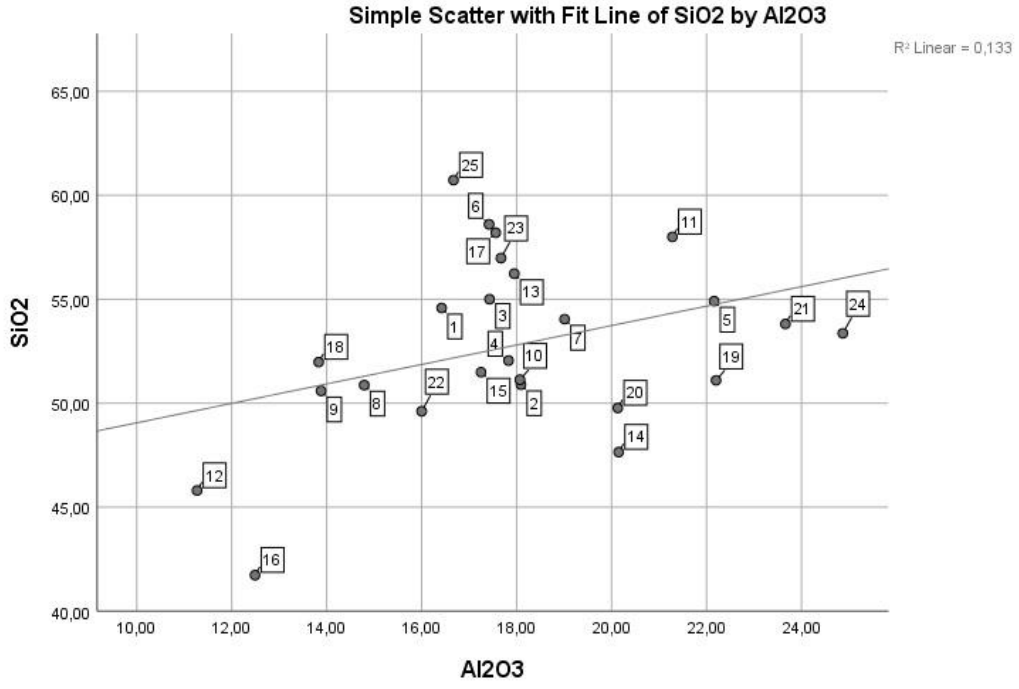
Seramiklerdeki temel elementler (Si, Al, Na, K, Mg, Ca ve Fe) dikkate alınarak hiyerarşik kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla SPSS programı kullanılarak sınıflandırma dendrogramı çizilmiştir. Grupların oluşmasında özellikle kalsiyum miktarı belirleyici olmuştur. Toprağın kalkerli veya kalkersiz olmasına bağlı olarak örneklerdeki kalsiyum, silisyum ve alümina miktarlarında dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Seramiklerin dendrogramına bakıldığında (Şekil 5.7; dendrogramdaki sayılar numune sıra numarası ile aynıdır, örneğin 40: OVA-40) seramiklerin üç ana gruba ayrıldığı, örneklerin iki grupta yoğunlaştığı, bu grupların alt gruplara da ayrıştığı, sadece iki seramiğin üçüncü grupta yer aldığı (OVA-37, OVA-41) ve bir örneğin de (OVA-47) tek başına diğer üç gruptan ayrıldığı saptanmıştır. Grup-1'deki seramiklerde CaO yüksek iken (> ağırlıkça % 9), Grup-2'de yer alan seramiklerdeki CaO seviyesi ağırlıkça %1,61-8,04 aralığındadır. Böylelikle, Demir Çağı seramiklerinin kalkerli ve kalkersiz olmak üzere iki farklı tipte hammaddeye sahip seramiklerden oluştuğu gözükmektedir. Hammadde açısından örneklerin hemen hemen yarı yarıya birbirinden ayrıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Demir Çağı seramikleri içerisinde ithal ürün olabileceğini veya alternatif hammadde kullanımını akla getirmektedir. Demir Çağı seramiklerindeki oksitlerin kendi aralarındaki ilişkileri sırasıyla Şekil 5.8- Şekil 5.14'de verilmiştir (dağılım grafiklerinde

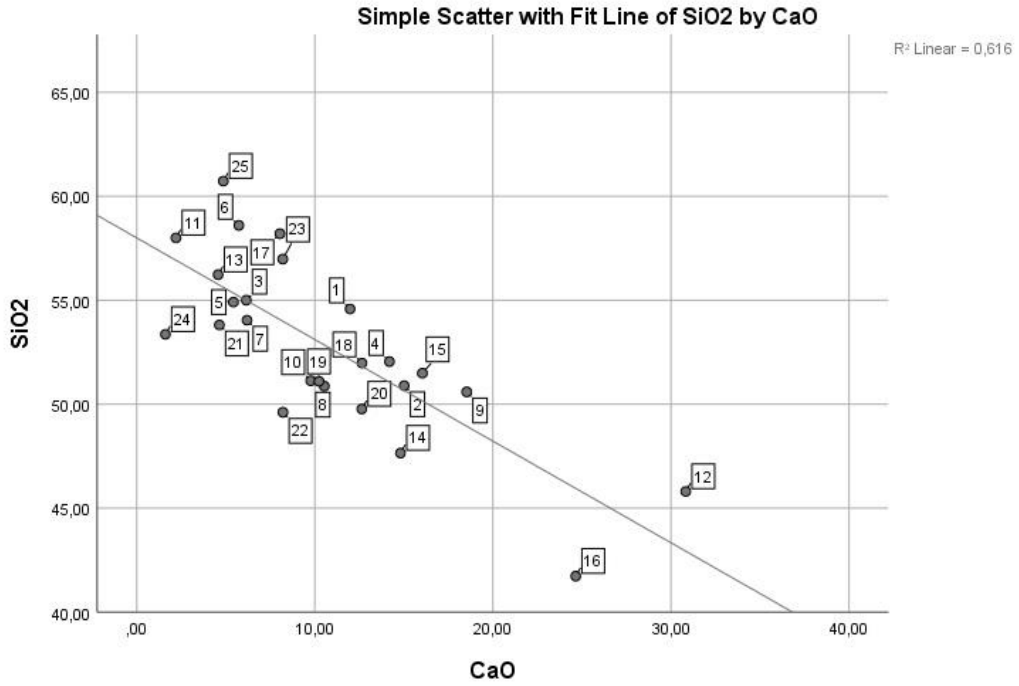
yer alan 1-25 sıralama numaraları sırasıyla OVA 26-50'yi ifade etmektedir, bakınız Çizelge 5.2; SPSS sıra numarası).



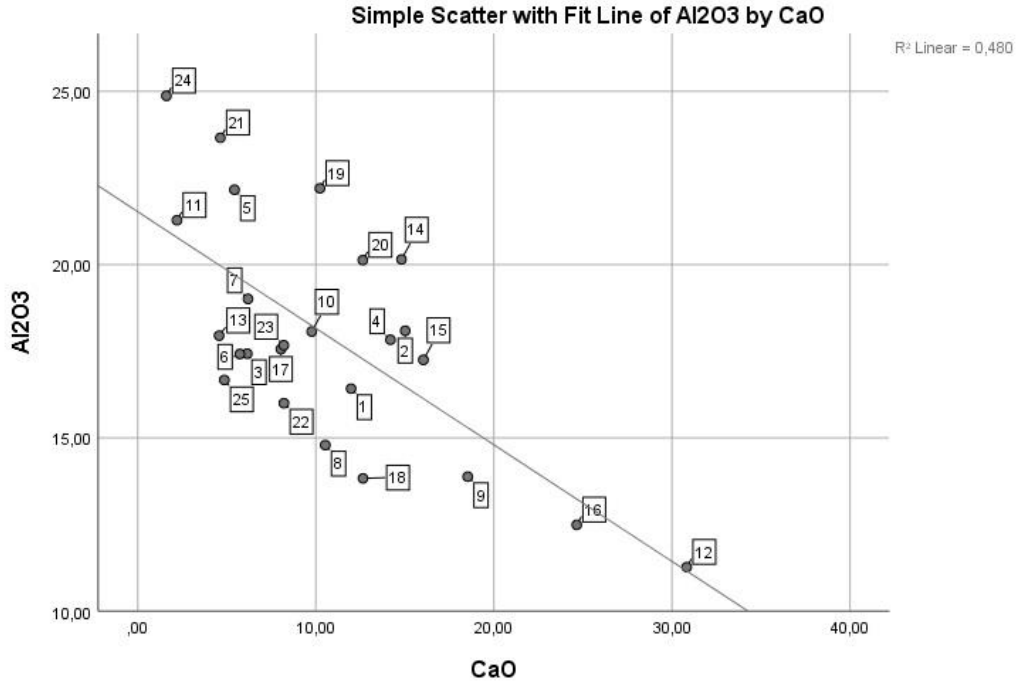
Şekil 5.7. Demir Çağı seramikleri hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı



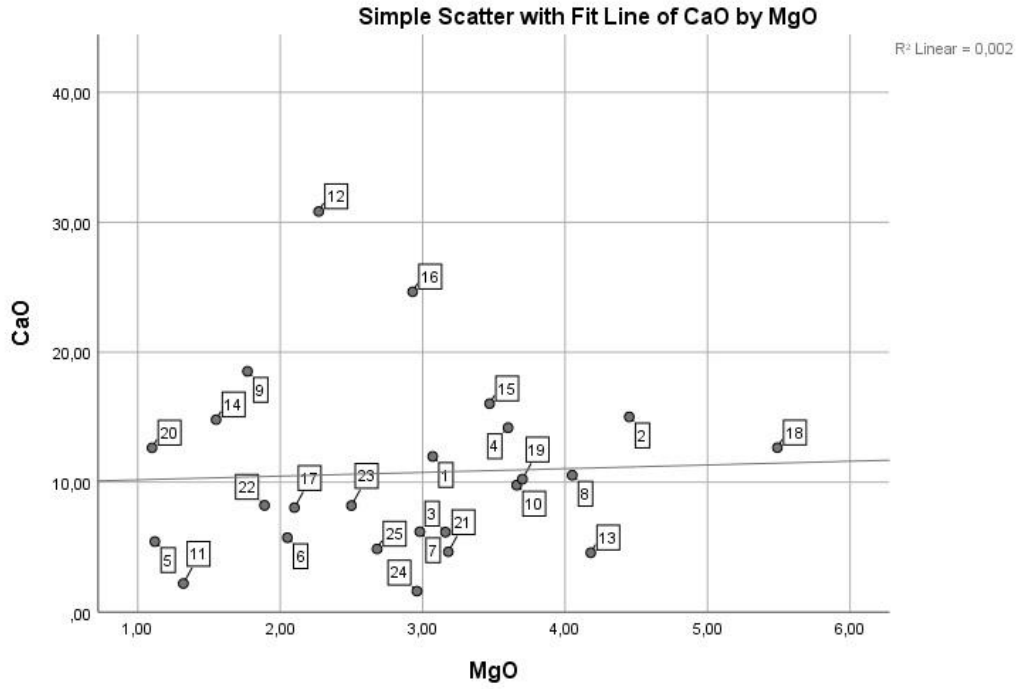
Şekil 5.8. Demir Çağı seramiklerinde SiO₂-Al₂O₃ dağılımı



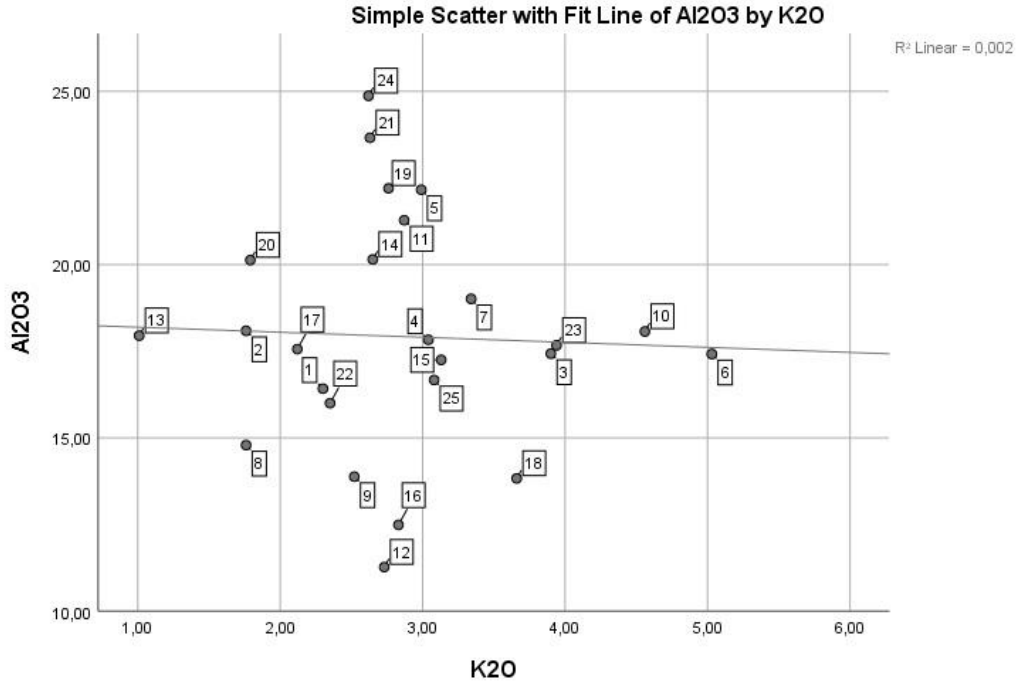
Şekil 5.9. Demir Çağı seramiklerinde SiO₂-CaO dağılımı



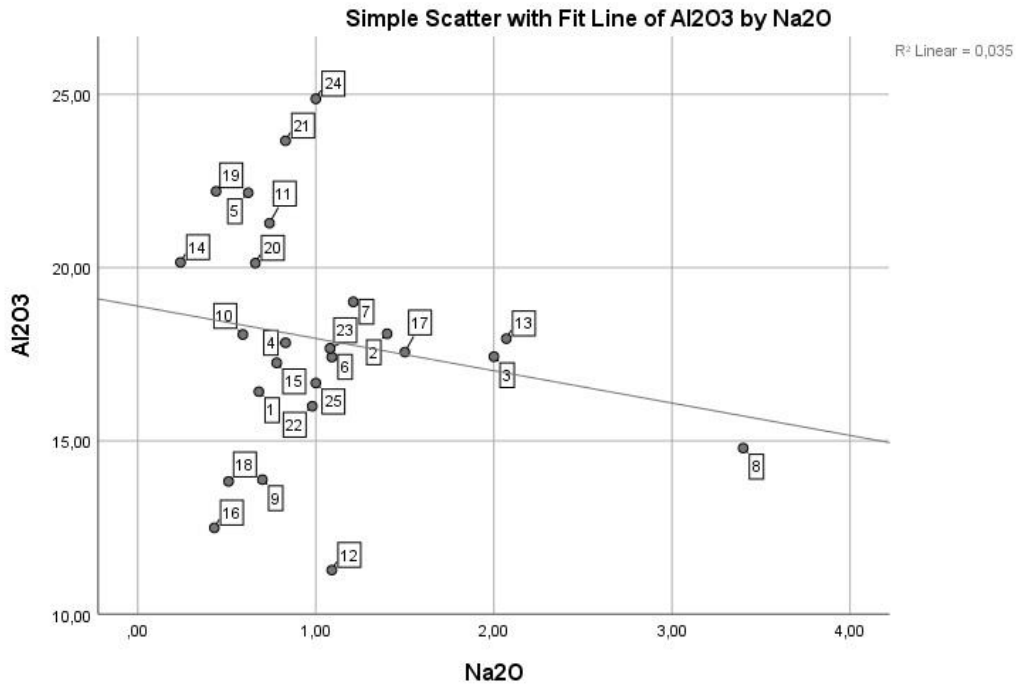
Şekil 5.10. Demir Çağı seramiklerinde Al₂O₃-CaO dağılımı



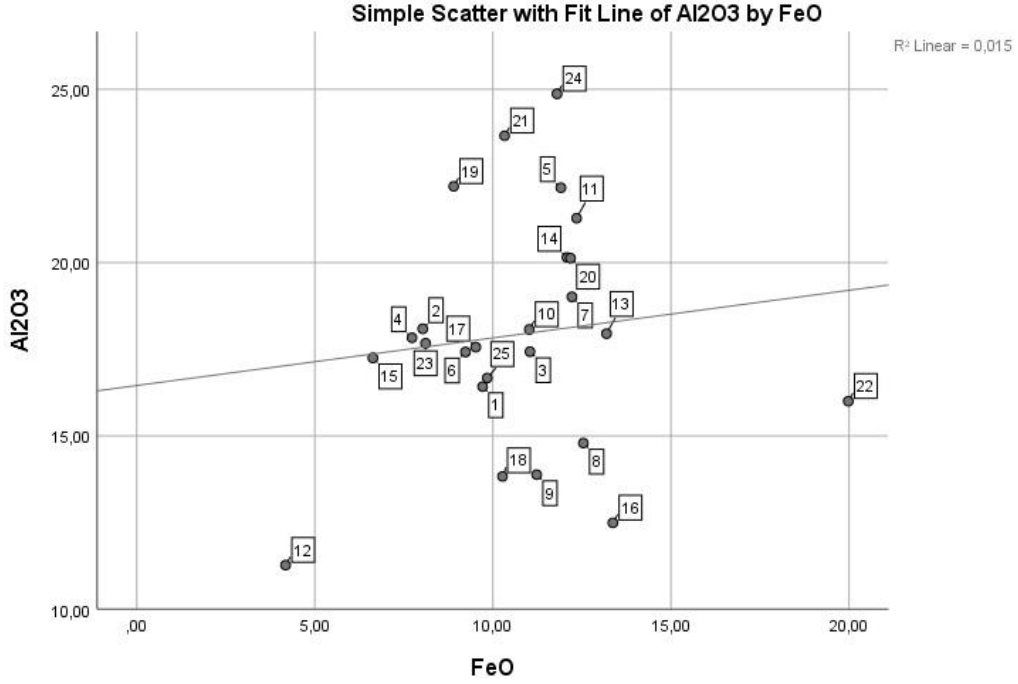
Şekil 5.11. Demir Çağı seramiklerinde CaO-MgO dağılımı



Şekil 5.12. Demir Çağı seramiklerinde Al₂O₃-K₂O dağılımı



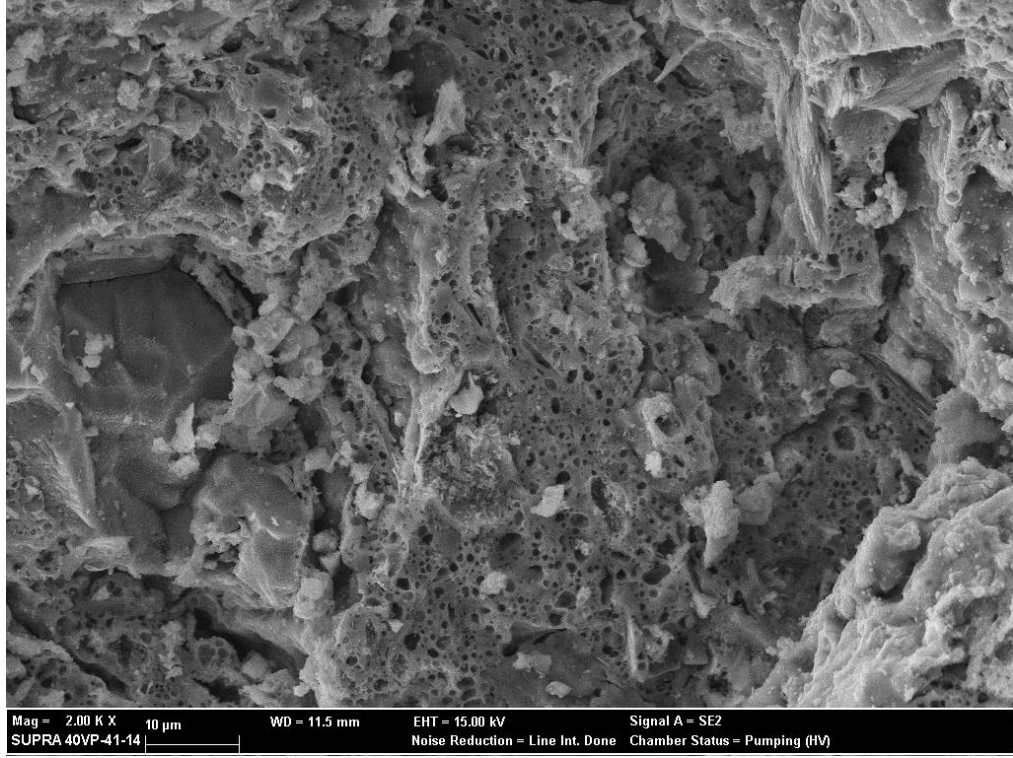
Şekil 5.13. Demir Çağı seramiklerinde Al₂O₃-Na₂O dağılımı



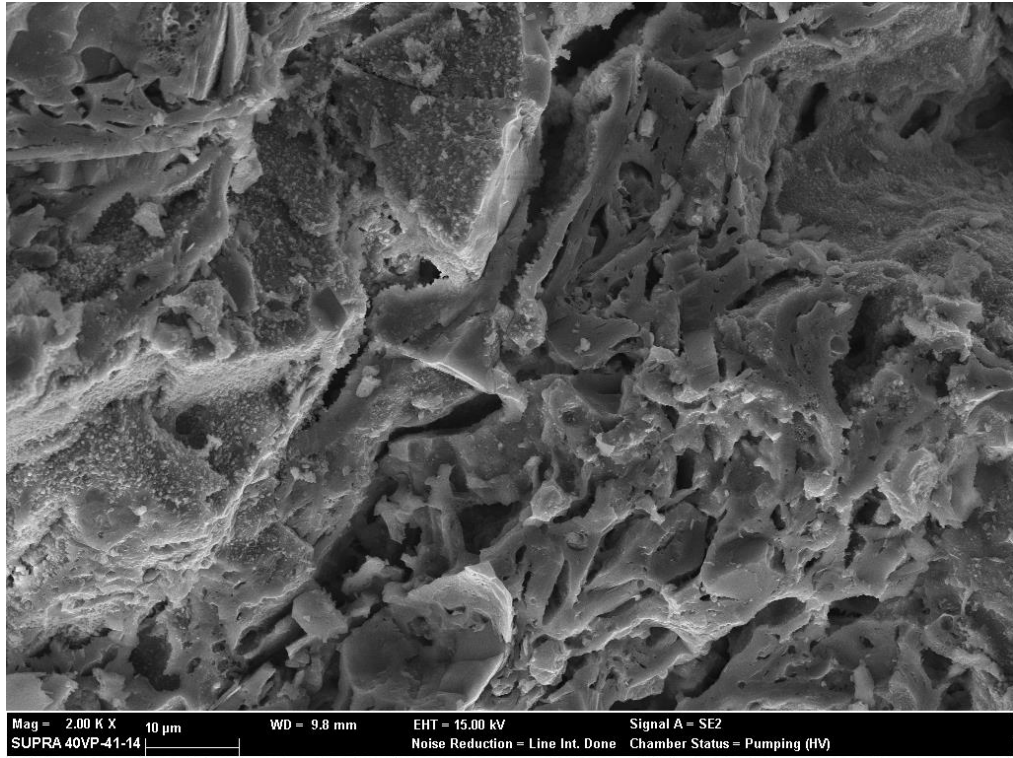
Şekil 5.14. Demir Çağı seramiklerinde Al₂O₃-FeO dağılımı

Dağılım grafikleri için bir değerlendirme yapılacak olunursa; silika ve alüminanın eş zamanlı olarak yüksek olduğu seramiklerde kil, kuvars ve feldspat içeriğinin diğerlerinden görece yüksek olduğu söylenebilir (Şekil 5.8). Kalsium miktarının yüksek, silika ve alüminanın düşük olduğu seramiklerde kalkerli hammaddenin baskın olduğu öngörülmektedir (Şekil 5.9, 5.10). Magnezyumun kalisyum ile birlikte yüksek olduğu seramiklerde dolomit mineralinin bulunma olasılığı yüksek gözükmemektedir (Şekil 5.11). Potasyum ve sodyumun alümina ile birlikte yüksek olduğu seramiklerde sırasıyla K-feldspat ve Na-feldspat varlığından söz edilebilir. Demir çağına ait seramikler için K-feldspatın bazı örneklerde belirgin biçimde yer alabileceği (Şekil 5.12), Na-feldspat içeriğinin ise görece düşük olduğu ve çoğunlukla sodyumun kil kaynaklı olduğu söylenebilir (Şekil 5.13). Yüksek miktarda demir ve alümina içeren seramiklerde demirce zengin kil kaynağı aklı gelebilir, diğer taraftan, yüksek demir içeriğinin yanında düşük alümina (< ağ. % 15) içeren seramiklerde çamurun demir ile zenginleştirildiği öngörülmektedir (Şekil 5.14).

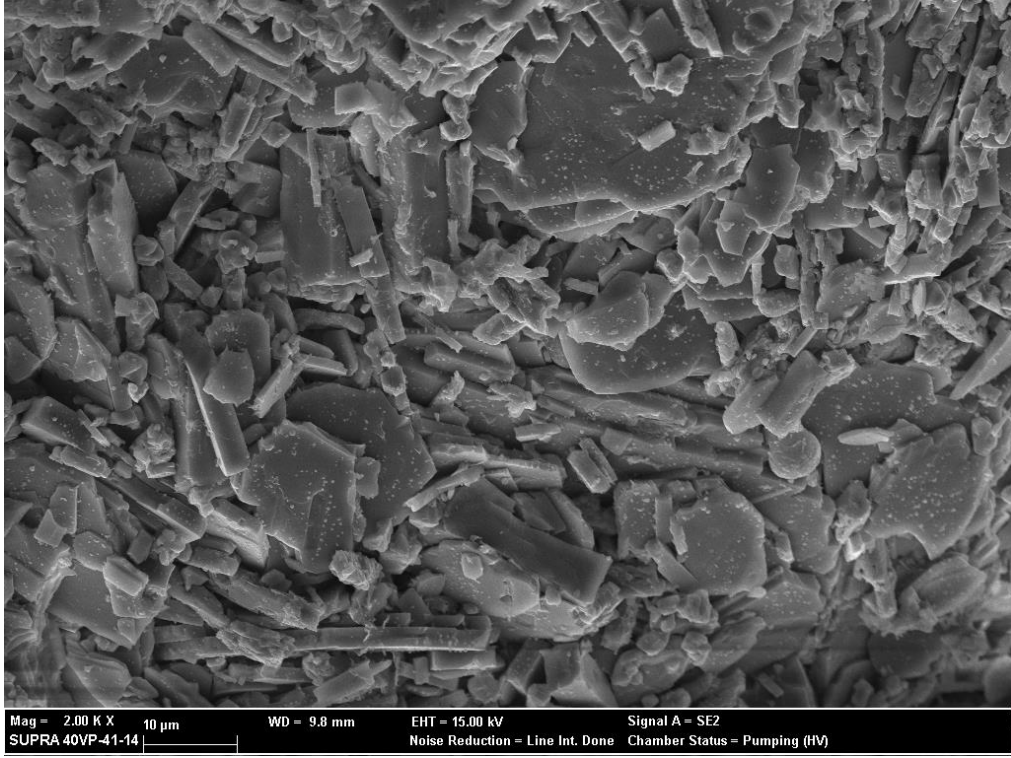
Mikro kimyasal içerikleri belirlenen seramiklerin mikro yapısal özellikleri SEM görüntüleri üzerinden değerlendirilmiştir. Bu amaçla çekilen elektron mikroskop görüntülerinin temsili örnekleri Şekil 5.15-5.20'de verilmiş olup, kalan görüntülerin tamamı EK-2'de sunulmuştur.



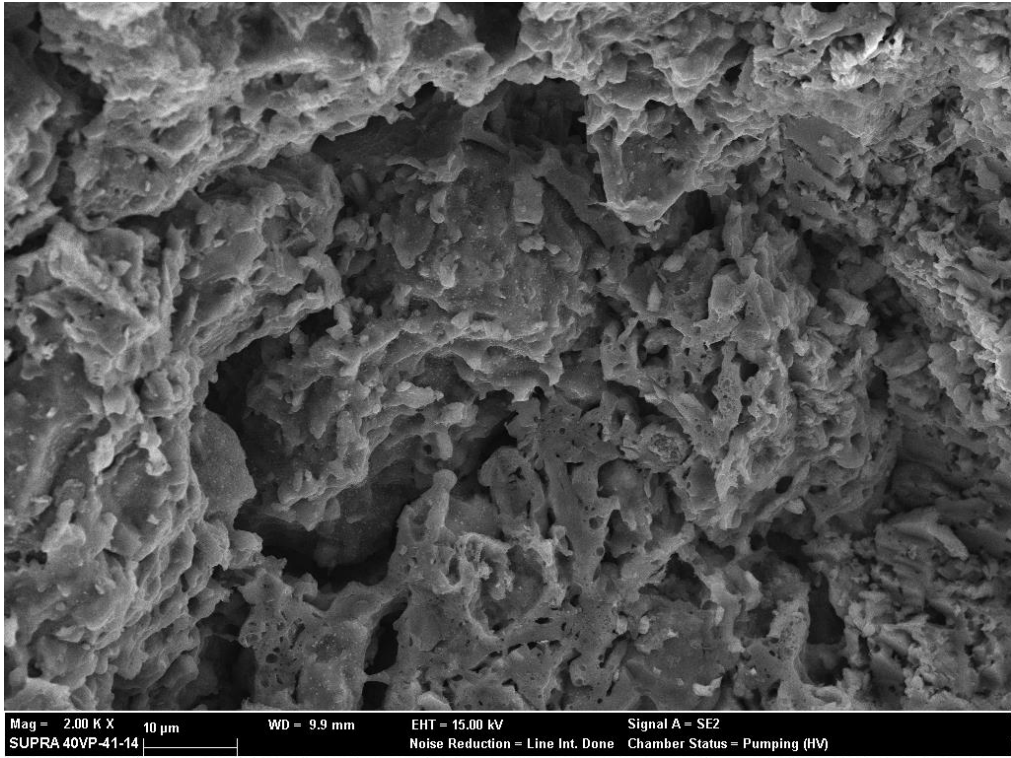
Şekil 5.15. OVA-28 mikroyapı görüntüsü (SEM)



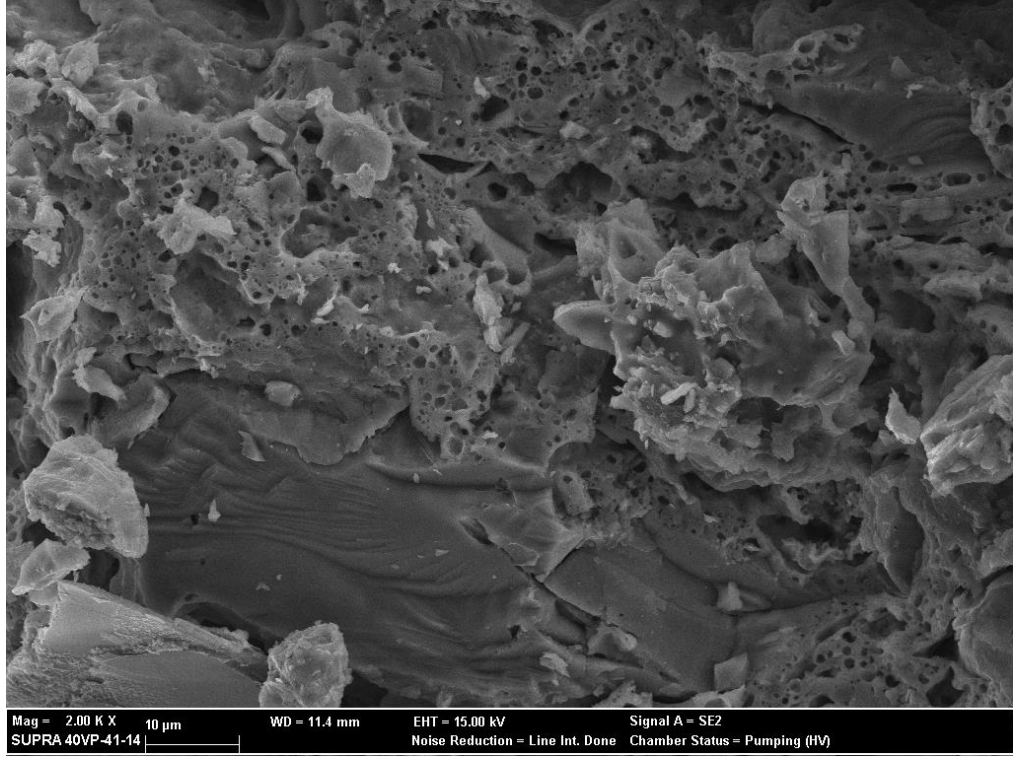
Şekil 5.16. OVA-30 mikroyapı görüntüsü (SEM)



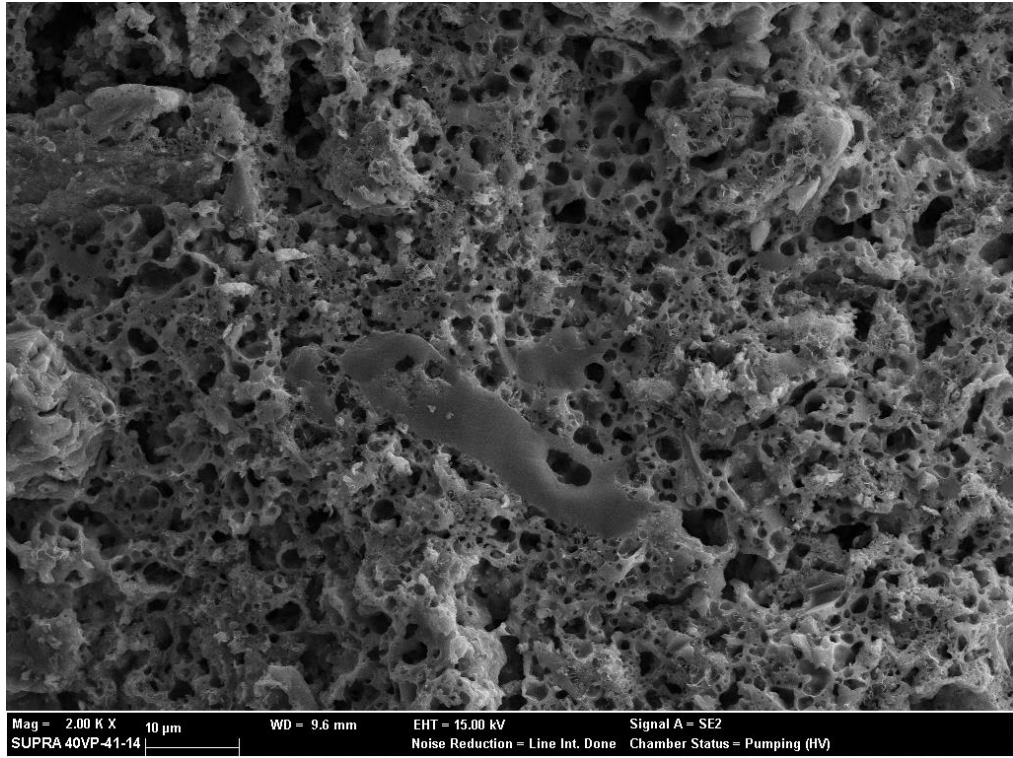
Şekil 5.17. OVA-33 mikroyapı görüntüsü (SEM)



Şekil 5.18. OVA-42 mikroyapı görüntüsü (SEM)



Şekil 5.19. OVA-45 mikroyapı görüntüsü (SEM)



Şekil 5.20. OVA-50 mikroyapı görüntüsü (SEM)

Seramiklere ait mikroyapı görüntülerine bakıldığında camlaşmanın gözlemlendiği örneklerde genel olarak başlangıç seviyesinde veya devam eden vitrifikasyon davranışı

belirlenmiştir. Bazı örneklerde zayıf vitrifikasyon gözlemlenirken, camlaşmanın hiç oluşmadığı, tane sınırlarının korunduğu örneklerde de rastlanmıştır. Mikroskop görüntülerinde göze çarpan diğer bir husus da vitrifikasyonun genel olarak bölgesel olduğudur. Bu tip camlaşma seramik çamurunun heterojen karışımında olması ve/veya pişirim koşullarına bağlı olarak oluşabilir. Pişirim tekniği türüne göre değişebilen maksimum sıcaklık ve bu sıcaklıkta bekleme süresi, ısıtma oranı, pişirim atmosferi, hatta bazı durumlarda seramiğin pişirim sırasındaki konumu gibi parametreler malzememin renginden mikro yapısına kadar farklı özelliklerini etkileyebilmektedir.

5.3. XRD Sonuçları

Seramik örnekler için yapılan XRD analizinde elde edilen temsili paternler sırasıyla Şekil 5.21-5.24'de, diğer paternler EK-3'te verilmiştir. Seramiklerin kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak kuvars, kil minerali, karbonatlı hammadde ve yüksek sıcaklık mineralleri (minerali piroksen, anortit, sanidin ve/veya gehlenit) değişen örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca, yükseltgen ortamda oluşan hematit minerali de yer yer saptanmıştır. Hematit varlığı seramiğin oksijenli bir ortamda pişirildiğine işaret etmiştir (İssi, 2012). Mineral/faz içerikleri pişirim sıcaklığının 700-1000°C aralığında değiştiğine işaret etmiştir (Çizelge 5.3). Farklı pişirim sıcaklıkları seramikler arasında üretim açısından değişen parametrelerin olduğunu göstermiştir.

Seramik üretiminde kullanılan düz, çukur ve fırında pişirim teknikleri farklı özellikleri de beraberinde getirmektedir. Bilhassa ısıtma oranı, maksimum sıcaklık ve ortam atmosferi kullanılan tekniğe bağlı olarak belirgin değişiklikler gösterebilmektedir. Fırında pişirimde ortam atmosferi bir baca çıkışı ile kontrol edilebilirken, düz veya çukurda pişirimde atmosfer kontrolü kolay kolay sağlanamamaktadır. Dolayısıyla, seramiklerdeki renk tonları ve dalgalanmaları pişirim atmosferi ve buna bağlı olarak üretimde kullanılan pişirim tekniği hakkında yönlendirici bilgiler verebilmektedir.

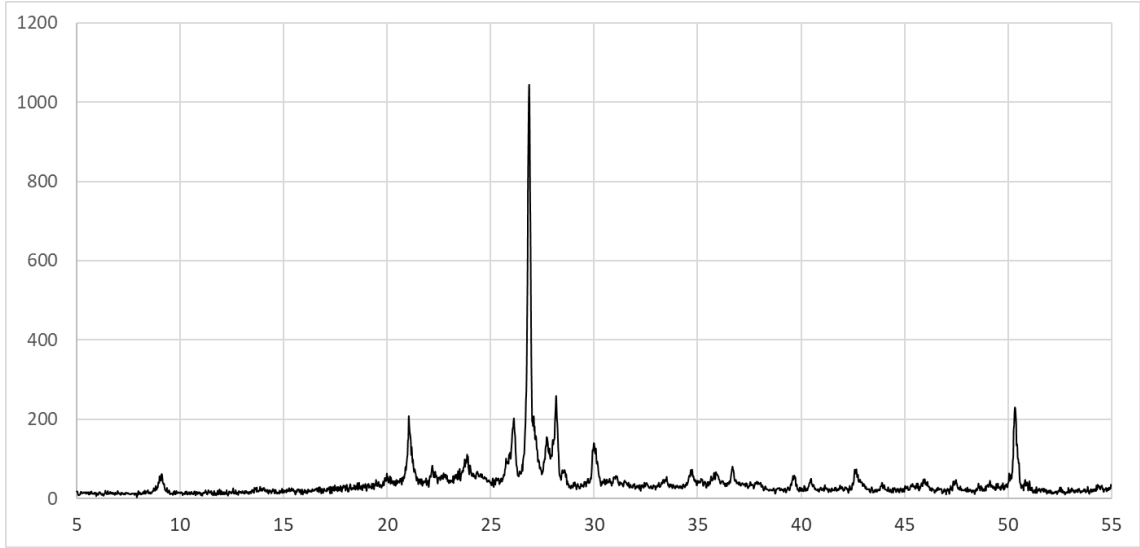
Ovaören civarından temin edilen toprak örnekleri için uygulanan XRD analiz sonuçları sırasıyla Şekil 25-27'de verilmiştir (toprak örneklerinin alındığı konumlar EK-4'te sunulmuştur). Buna göre Cingi Pınarı ve Tömbül toprak örneklerinin birbirine benzer biçimde kalsit, kuvars, kil ve feldspat/plajiyoklaz içerdiği, Taşteller Çoraklık toprak örneğinin ise çoğunlukla kuvars ve feldspat/plajiyoklaz ihtiva ettiği, kil mineralleri ve karbonatlı minerallerin (kalsit, dolomit vb.) çok kısıtlı kaldığı için görece kalkersiz bir toprak olarak nitelendirilebileceği söylenebilir. Bu sonuçlara göre, kalkerli hammadde

içeren seramiklerin Cingi Pınarı ve/veya Tömbül toprak örnekleri ile, kalkersiz hammadde içeren seramiklerin ise Taşteller Çoraklık toprak örneği ile uyumlu olduğu söylenebilir. Bu durum hammadde temininde birden fazla hammadde kaynağı olduğuna işaret etmektedir.

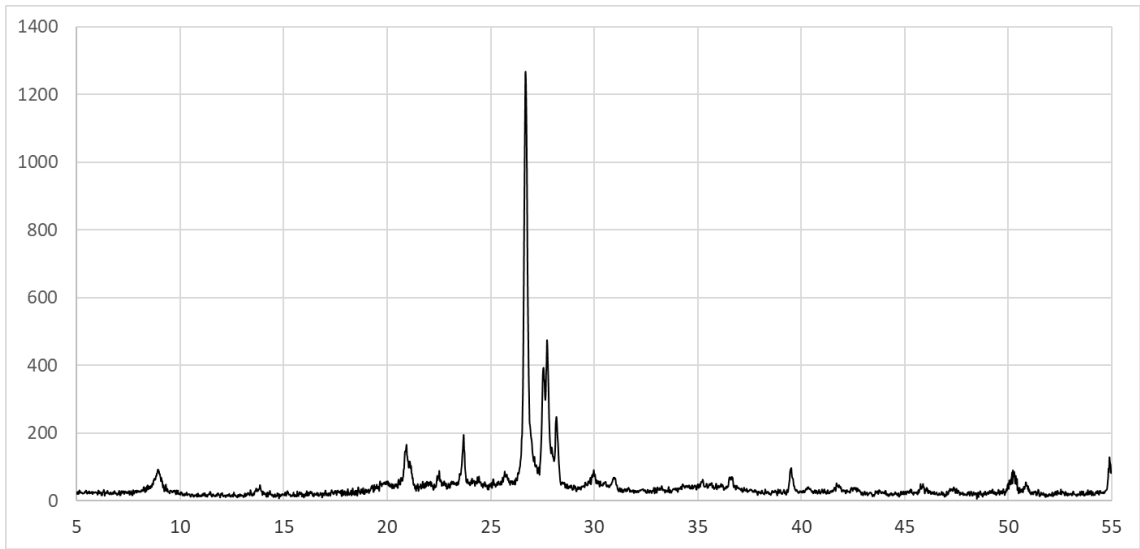
Çizelge 5.3.Seramiklerde XRD ile belirlenen mineraller

Kod	K	Kal	F/P	Kil M	H	Pr	G	S	A	OPS (°C)
26	+	-	+	e	+	-	-	+	+	900-1000
27	+	-	+	e	+	-	-	+	+	900-1000
28	+	-	+	e	+	-	-	+	+	900-1000
29	+	+	+	+	+	-	-	-	-	700-800
30	+	-	+	+	+	-	-	-	-	800-900
31	+	+	+	+	e	-	-	-	-	700-800
32	+	-	+	+	+	-	-	-	-	800-900
33	+	+	+	+	+	-	-	-	-	700-800
34	+	-	+	e	e	-	-	e	-	850-950
35	+	+	+	+	+	-	-	+	+	900-1000
36	+	-	+	+	-	-	-	-	-	700-800
37	+	-	+	+	-	-	-	e	+	800-900
38	+	-	+	-	+	-	-	+	+	900-1000
39	+	-	+	+	+	+	-	-	-	800-900
40	+	-	+	e	-	+	-	+	+	900-1000
41	+	-	+	+	+	+	+	-	+	850-950
42	+	+	+	e	+	e	+	-	-	800-900
43	+	+	+	+	-	-	-	-	-	700-800
44	+	-	+	e	+	+	+	-	+	850-950
45	+	+	+	+	-	+	+	-	-	800-900
46	+	-	+	+	+	-	-	+	-	800-900
47	+	+	+	+	+	-	-	-	-	700-800
48	+	+	+	+	+	-	-	-	-	700-800
49	+	-	+	+	+	-	-	+	-	800-900
50	+	-	+	-	+	-	-	+	-	900-1000

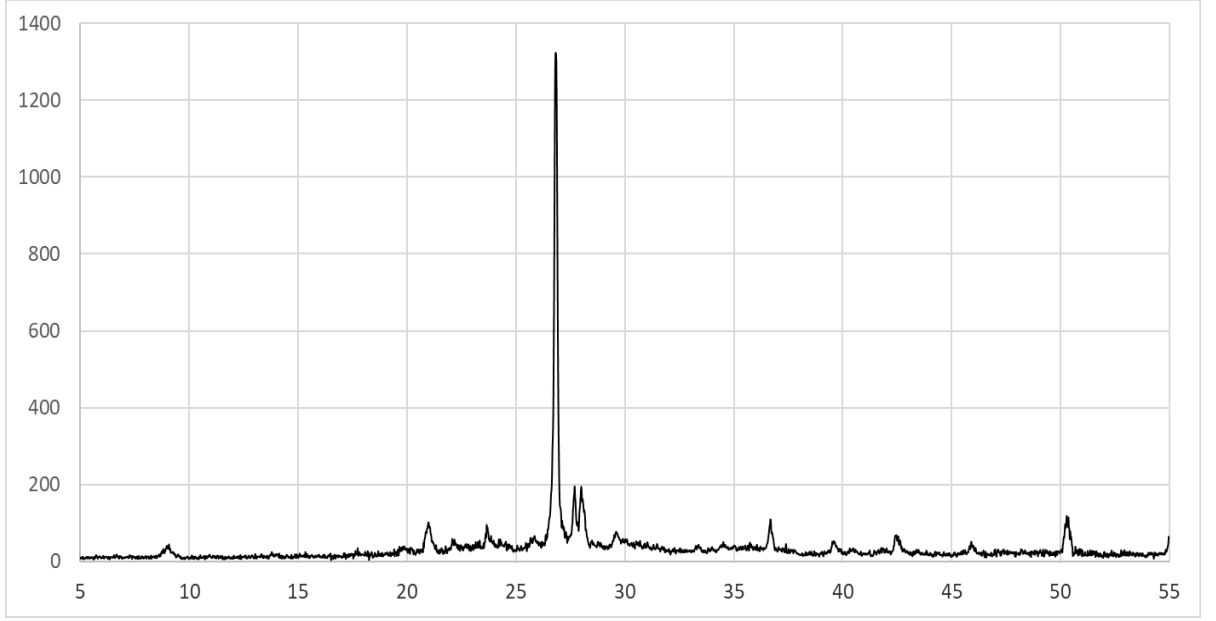
A: Anortit, F/P: Feldspat/Plajiyoklaz, G: Gehlenit, H: Hematit, K: Kuvars, Kal: Kalsit, Kil M: Kil Minerali, Pr: Piroksen, S: Sanidin. OPS: Ortalama Pişirim Sıcaklığı. e: eser miktar.



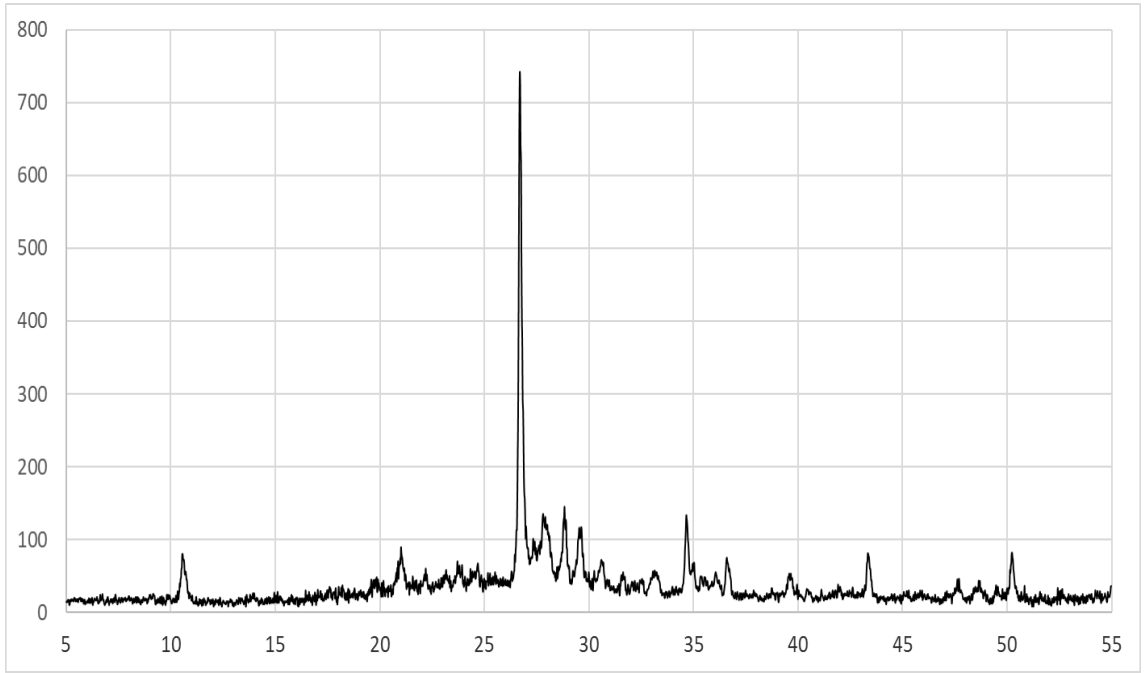
Şekil 5.21. OVA-30 XRD kırınım deseni



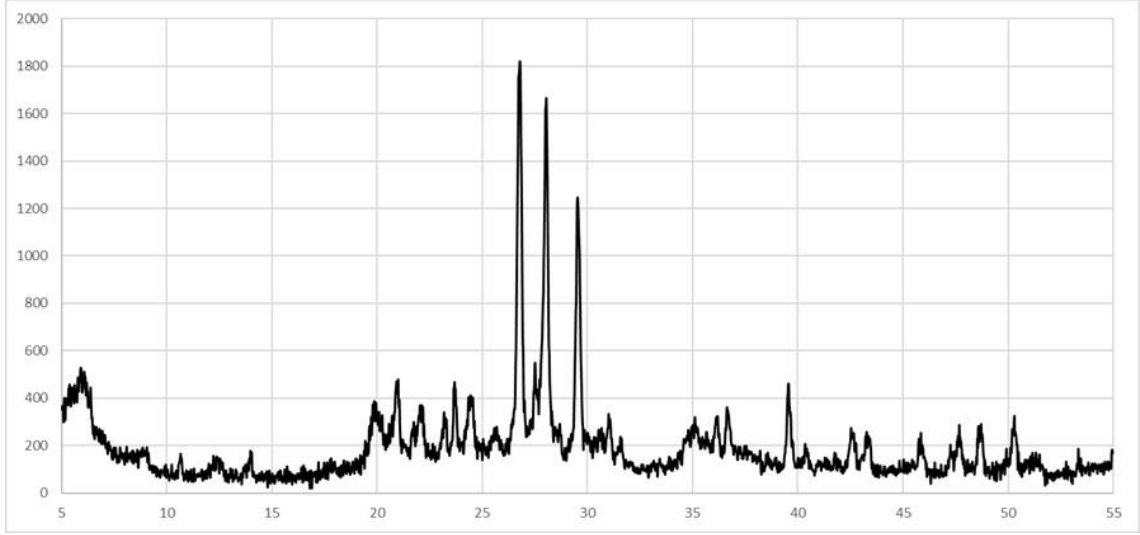
Şekil 5.22. OVA-36 XRD kırınım deseni



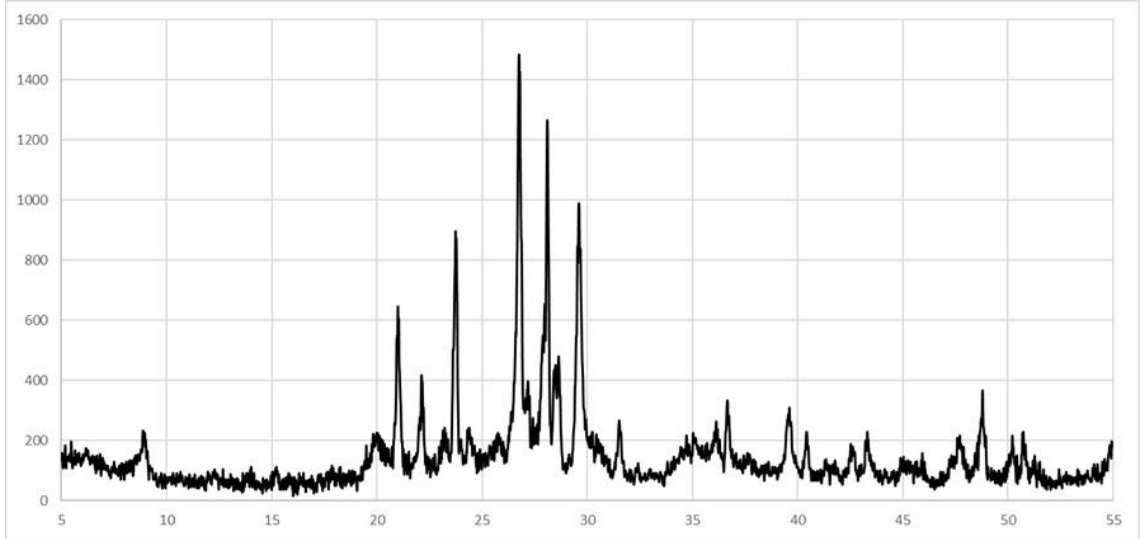
Şekil 5.23. OVA-39 XRD kırınım deseni



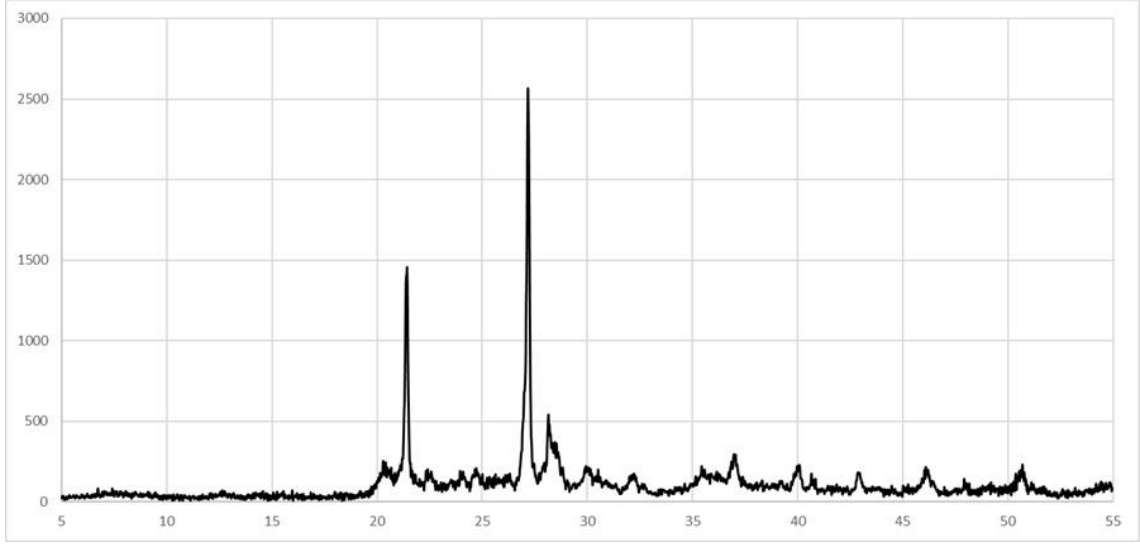
Şekil 5.24. OVA-48 XRD kırınım deseni



Şekil 5.25. Cingi Pınarı toprak örneği XRD kırınım deseni



Şekil 5.26. Tömbül toprak örneği XRD kırınım deseni



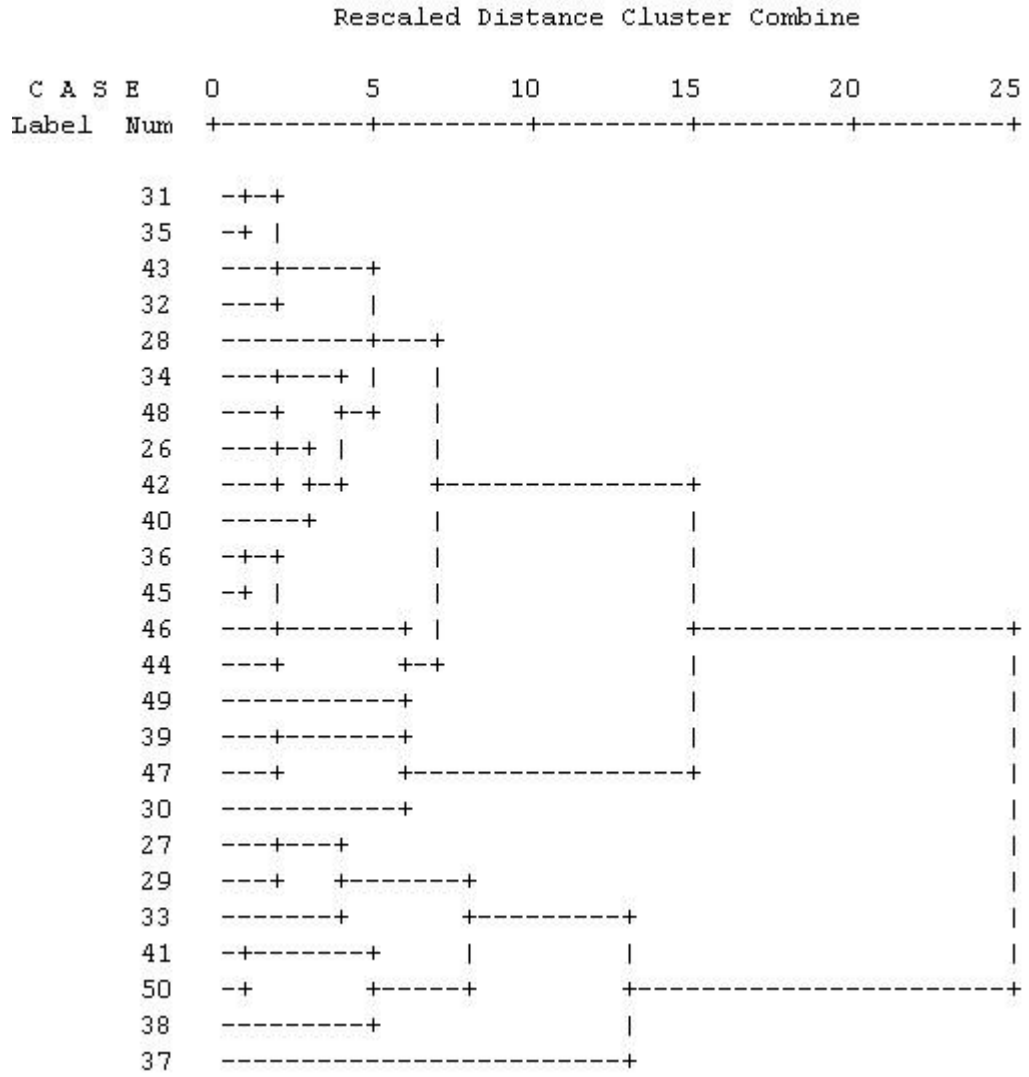
Şekil 5.27. Taşeller Çoraklık toprak örneği XRD kırıntım deseni

5.4 Portatif X-ışını Floresans (p-XRF) Sonuçları

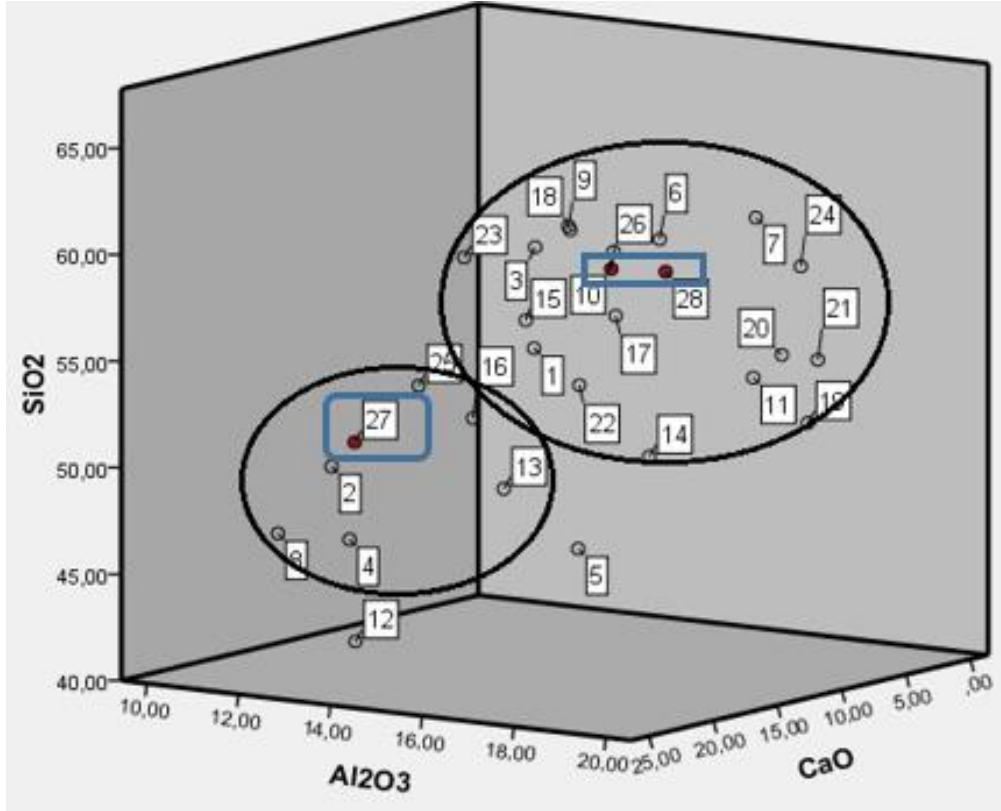
Elektron mikroskop görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen kimyasal analizlere ek olarak, çalışmada ayrıca tahribatsız analiz imkânı sağlayan portatif XRF tekniği kullanılmıştır. Bu metot ile hem seramiklerin hem de Ovaören yakınlarından temin edilen toprak örneklerinin kimyasal kompozisyonları belirlenmiştir (Çizelge 5.4.). Seramiklere ait EDX ve p-XRF verilerinin karşılaştırmalı olarak takip edilebilmesi amacıyla hazırlanan çizelge EK-5'te sunulmuştur. Portatif XRF ile elde edilen sonuçlara göre yapılan hiyerarşik kümeleme analizine ait dendrogram Şekil 5.28'de verilmiştir (kümeleme analizine dâhil edilen oksitler SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , K_2O_5 , Fe_2O_3 ve TiO_2).

EDX verileri ile yapılan hiyerarşik kümeleme analizinde ortaya çıkan gruplar (Şekil 5.7) p-XRF verilerinde daha fazla alt gruplarla kendini göstermiştir. Ana ve özellikle alt grupların oluşmasındaki etken elementler yine Si, Al ve Ca olmuştur. Diğer taraftan, p-XRF ile atom numarası 11'den yüksek elementlerin taranabilmesinden dolayı seramiklerdeki Na içeriği bu teknik ile belirlenememiştir. Dolayısıyla, özellikle EDX analizlerinde sodyumun yüksek belirlendiği seramiklerin p-XRF kümeleme analiz sonuçlarında ortaya çıkan gruplarda (EDX sınıflandırmasına kıyasla) kimi zaman yer değiştirdiği kimi zaman ise benzer ana grupların alt gruplarında yer aldığı gözlemlenmiştir. Her iki sınıflandırmada da belirgin biçimde diğer örneklerden ayrılan seramik OVA-37 olmuştur.

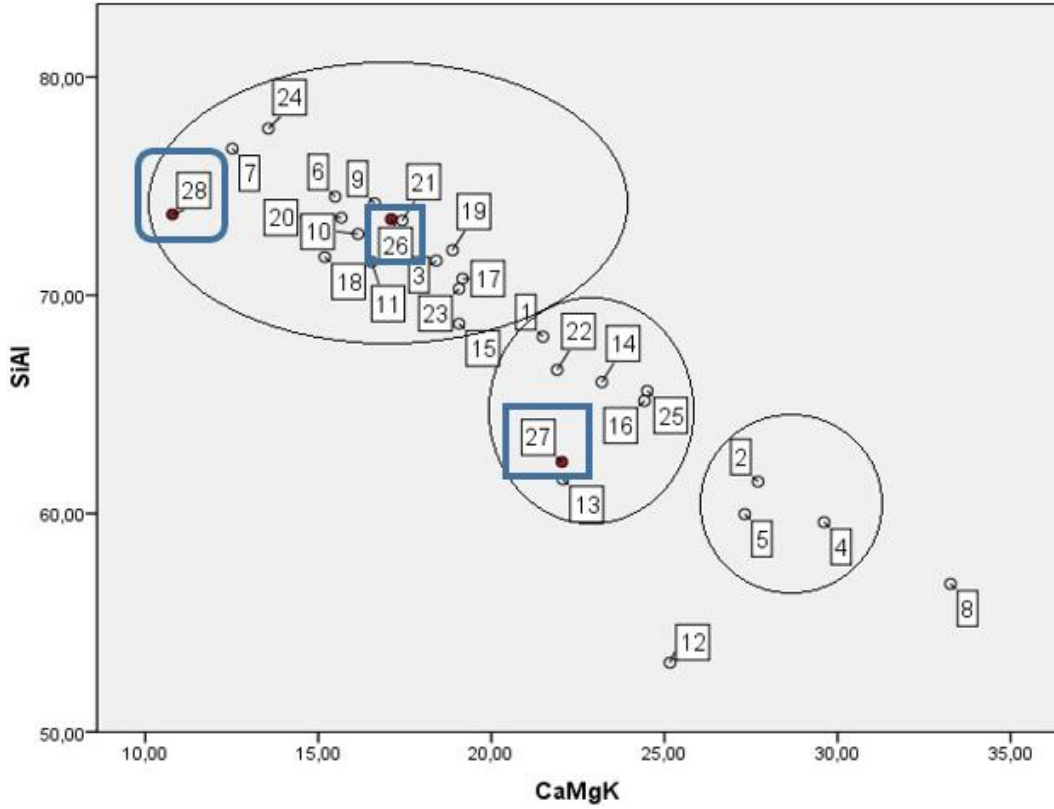
Portatif XRF analizinin uygulanmasındaki bir diğ er amaç provenans araştırmasıdır. Toprak örnekleri için uygulanan XRD analizinde Cingi Pınarı ve Tömbül toprak örneklerinin belirgin biçimde kalkerli, Taşteller Çorak örneğinin ise kil ve karbonatlı hammadde açısından zayıf olduğu belirlenmişti. Cingi Pınarı örneğini diğ erlerinden ayıran en belirgin özellik magnezyumun sadece bu toprakta saptanmasıdır. Kalsiyum miktarının en yüksek olduğu örnek Tömbül, en düşük olduğu örnek ise Taşteller Çorak toprağı olmuştur. Demir ve potasyum içeriği en zengin toprak örneği Tömbül olmuştur. XRD analizinde belirlenen ve potasyum içerikli yüksek sıcaklık minerali olan sanidinin oluşması için en uygun toprağın Tömbül veya Taşteller Çorak olacağı söylenebilir. Seramik ve toprak örneklerinin kimyasal içerik bakımından karşılaştırmalı olarak takip edilmesi amacıyla çizilen dağılım grafikleri sırasıyla Şekil 5.29 ve 5.30’da verilmiştir (dağılım grafiklerinde yer alan 1-25 sıra numaraları sırasıyla OVA 26-50’yi, 26-28 ise toprak örneklerini ifade etmektedir, bakınız Çizelge 5.4; SPSS sıra numarası).



Şekil 5.28. Hiyerarşik kümeleme analizine ait dendrogram (p-XRF)



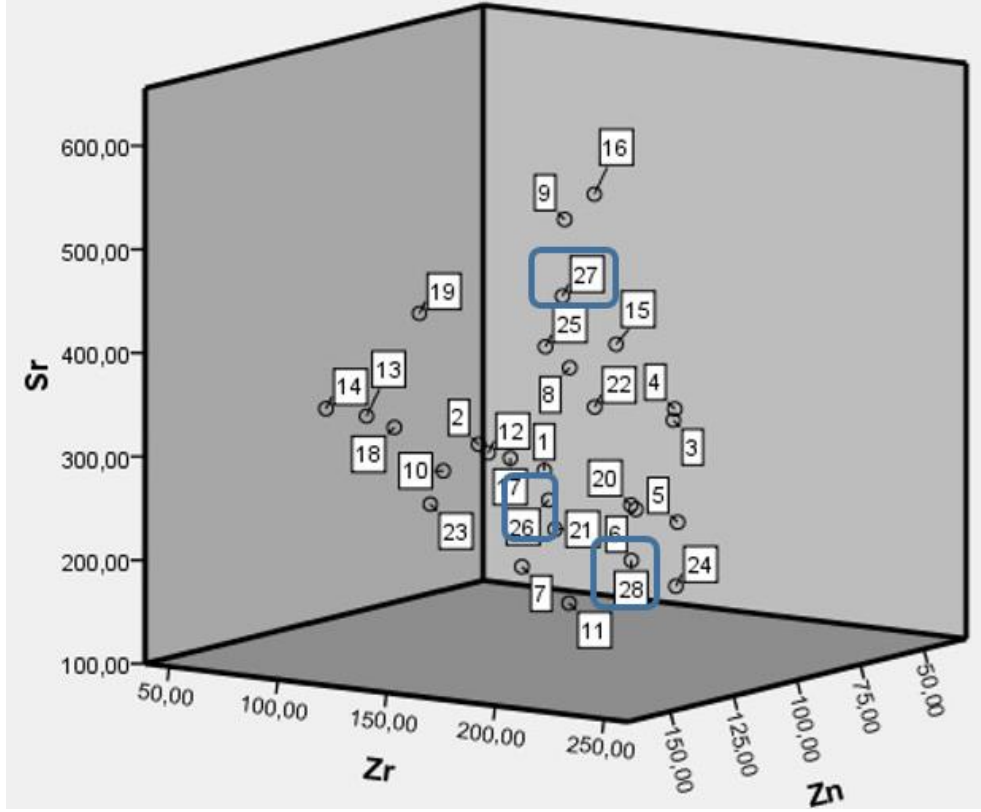
Şekil 5.29. SiO₂, Al₂O₃, CaO dağılım grafiği (p-XRF)



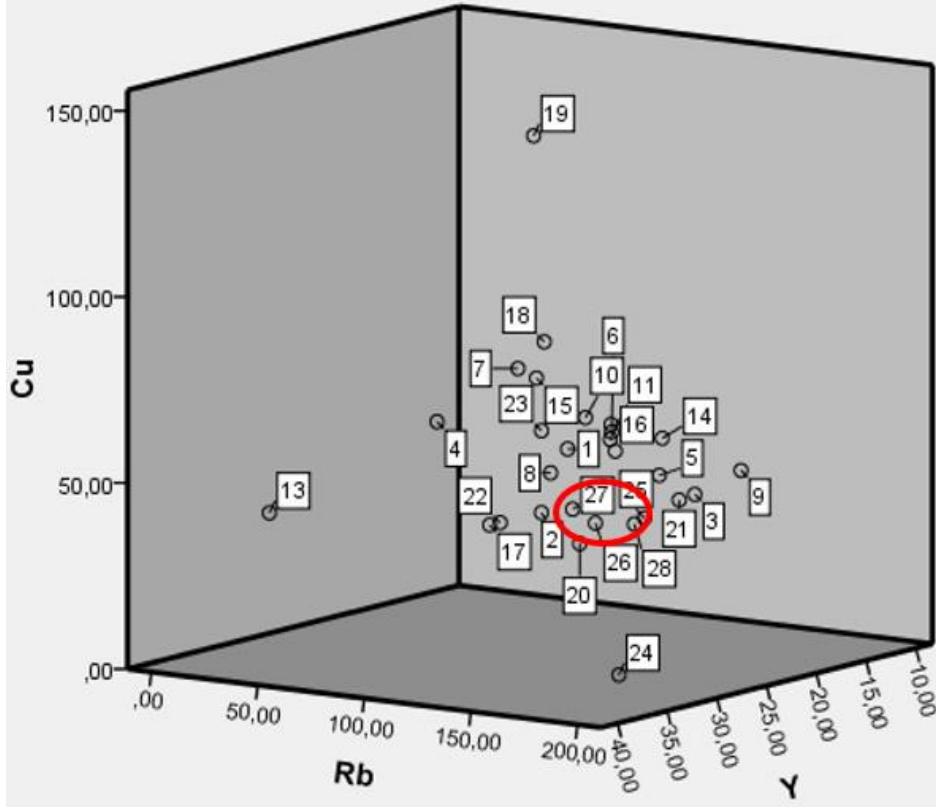
Şekil 5.30. SiO₂+Al₂O₃ – CaO+MgO+K₂O₅ dağılım grafiği (p-XRF)

Dağılım grafiklerinde seramiklerin çoğunlukla Cingi Pınarı ve Taşteller Çorak toprak örneklerine yakın durduğu gözlemlenmiştir. Bu durum hem SiO_2 , Al_2O_3 , CaO üçlü dağılım grafiğinde (Şekil 5.29) hem de silika+alümina/alkali+toprak alkali diyagramında (Şekil 5.30) kendini göstermiştir. Her iki dağılım grafiğinde de hem diğer seramiklerden hem de toprak örneklerinden uzak duran seramik yine OVA-37 olmuştur. Buna benzer olarak OVA-27, OVA-29, OVA-30 ve OVA-33 (dağılım grafiklerinde sırasıyla 2, 4, 5 ve 8) örnekleri de bir bakıma diğerlerinden farklı olduklarını göstermiştir, özellikle silika+alümina/alkali+toprak alkali içerikleri yönünden. Bu sonuçlar, OVA-37 örneğinin belirgin biçimde farklı bir atölye üretimine ait olduğunu önermektedir.

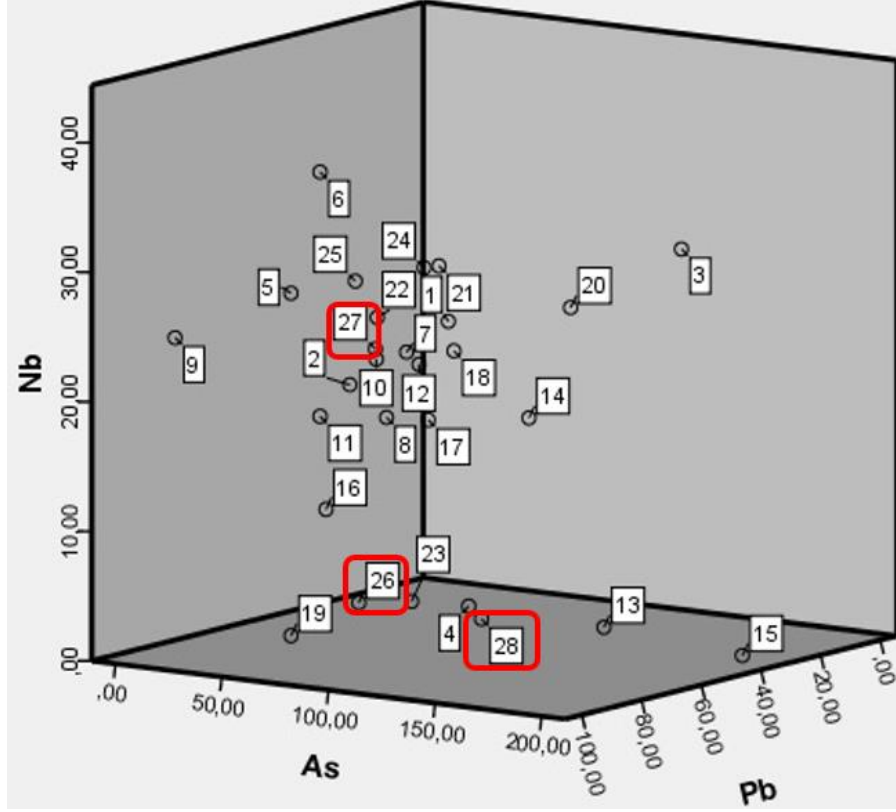
Portatif XRF tekniği ile belirlenen eser elementler Çizelge 5.5'te verilmiştir. Seramiklerde tespit edilen eser elementler stronsiyum (Sr), zirkonyum (Zr), çinko (Zn), bakır (Cu), rubidyum (Rb), itriyum (Y), niyobyum (Nb), kurşun (Pb), arsenik (As) olmuştur. Az sayıdaki bazı örneklerde nikel (Ni), molibden (Mo), toryum (Th), brom (Br) ve vanadyum (V) tespit edilmiştir. Toprak ve seramik örneklerinde belirlenen başlıca eser elementler üzerinden yapılan üçlü diyagramlar sırasıyla Şekil 5.31-5.33'te verilmiştir (dağılım grafiklerinde yer alan 1-25 sıra numaraları sırasıyla OVA 26-50'yi, 26-28 ise toprak örneklerini ifade etmektedir, bakınız Çizelge 5.4; SPSS sıra numarası). Buna göre, Tömbül toprak örneğinin çoğunlukla diğer toprak örneklerinden ayrı kaldığı tespit edilmiştir. Tüm toprak örneklerinin yakın durduğu tek grafik Cu-Rb-Y üçlü grafiği olmuştur.



Şekil 5.31. Seramik ve toprak örneklerdeki Sr, Zr, Zn miktarlarının üçlü dağılım grafiği

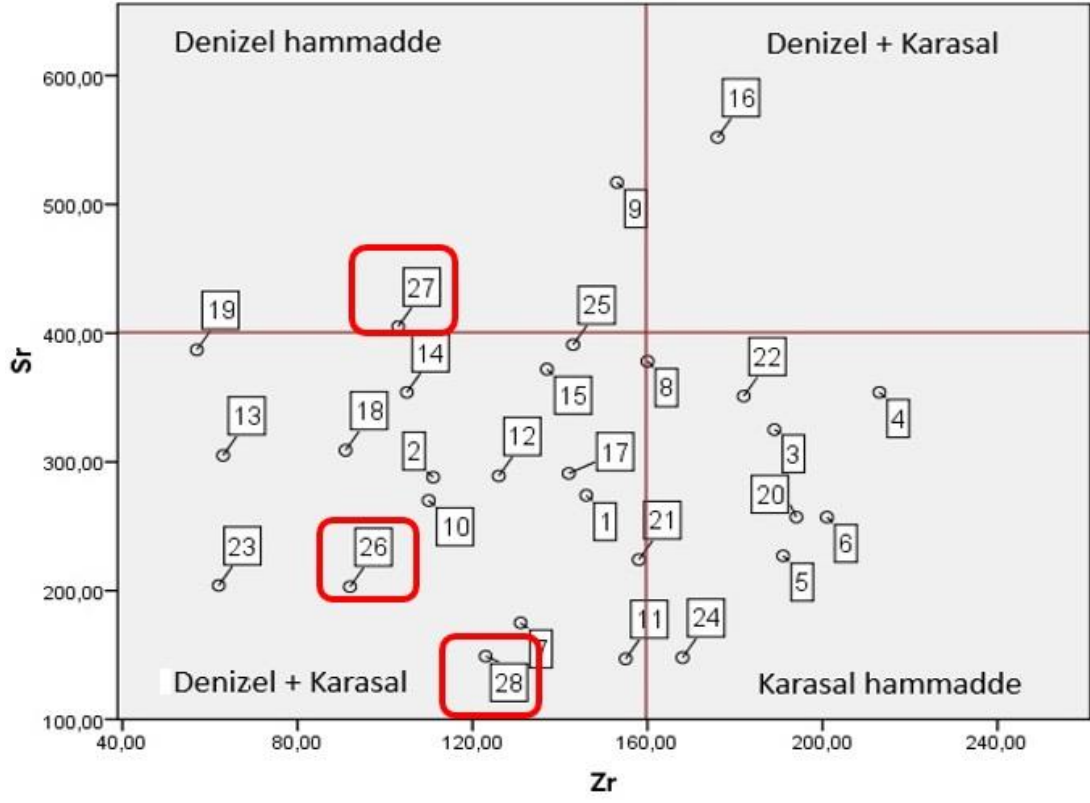


Şekil 5.32. Seramik ve toprak örneklerdeki Cu, Rb, Y miktarlarının üçlü dağılım grafiği



Şekil 5.33. Seramik ve toprak örneklerdeki Nb, As, Pb miktarlarının üçlü dağılım grafiği

Son olarak, seramiklerdeki stronsiyum (Sr) ve zirkonyum (Zr) içerikleri ile hammadde kaynağının türü hakkında değerlendirmeler yapılmıştır (Akyol ve Aydın, 2016; Freestone ve ark., 2003). Bu amaçla çizilen diyagramda (Şekil 5.34) denizel, karasal ve denizel+karasal hammadde içeren numuneler Çizelge 5.4’te belirtilen SPSS sıra numarasına göre verilmiştir. Sr elementinin 400 ppm’den yüksek (517 ppm), Zr elementinin 160 ppm’den düşük (153 ppm) olduğu tek örnek OVA-34 olmuştur. Bu örnek Tömbül toprak örneği ile aynı karede yer almıştır. Seramiklerin çoğunlukla denizel+karasal ve yalnızca karasal hammaddelerden üretildikleri belirlenmiştir. Toprak örnekleri açısından bakıldığında, Cingi Pınarı ve Taşteller Çorak toprak örneklerinin (denizel+karasal) daha yüksek sayıda seramik ile uyumlu olduğu ifade edilebilir. Toprak örneklerinin hiçbirinin yalnızca karasal hammadde içeren seramiklerle aynı karede olmaması hammadde olarak bu çalışmada yer almayan toprak kaynaklarının da seramik üretiminde kullanılmış olabileceğini veya bölgesel üretime ait olmayan seramiklerin varlığını önermektedir.



Şekil 5.34. Seramik ve toprak örneklerde belirlenen Sr - Zr içerikleri

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Nevşehir İli, Gülşehir İlçesi sınırları içerisindeki Ovaören Köyü'nde sürdürülen arkeolojik kazılarda ele geçen Demir Çağı'na tarihlenen seramiklerin detaylı arkeometrik incelemesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, X-ışını difraksiyon (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile birlikte enerji saçınımlı X-ışınları spektrometresi (EDX), Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve Portatif X-ışını Floresans (p-XRF) yöntemleri tercih edilmiştir.

Kimyasal kompozisyon açısından bakıldığında seramiklerin belirgin biçimde değişkenlik gösteren miktarlarda CaO içerdiği görülmektedir. Bu durum Demir Çağı seramikleri arasında farklı karakterde örnekler olduğuna işaret etmektedir. Seramikler arasındaki ilişkiyi görebilmek amacıyla yapılan hiyerarşik kümeleme analizinde Demir Çağı seramiklerinin üç ana gruba ayrıldığı, örneklerin iki grupta yoğunlaştığı, bu grupların alt gruplara da ayrıştığı, sadece iki seramiğin üçüncü grupta yer aldığı (OVA-37, OVA-41) ve bir örneğin de (OVA-47) tek başına diğer üç gruptan ayrıldığı saptanmıştır. EDX verileri ile yapılan hiyerarşik kümeleme analizinde ortaya çıkan gruplar p-XRF verilerinde daha fazla alt gruplarla kendini göstermiştir. Bilhase EDX analizlerinde sodyumun yüksek belirlendiği seramiklerin p-XRF kümeleme analiz sonuçlarında ortaya çıkan gruplarda (EDX sınıflandırmasına kıyasla) kimi zaman yer değiştirdiği kimi zaman ise benzer ana grupların alt gruplarında yer aldığı gözlemlenmiştir. Her iki sınıflandırmada da belirgin biçimde diğer örneklerden ayrılan seramik OVA-37 olmuştur. CaO ihtivasının oranı dikkate alındığı Demir Çağı seramiklerinin kalkerli ve kalkersiz olmak üzere iki farklı tipte hammaddeye sahip seramiklerden oluştuğu gözükmemektedir. Hammadde açısından örneklerin hemen hemen yarı yarıya birbirinden ayrıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Demir Çağı seramikleri içerisinde ithal ürün olabileceğini veya alternatif hammadde kullanımını akla getirmektedir.

Seramiklerin mikroyapısal özelliklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen SEM/EDX analizinde elde edilen elektron mikroskop görüntülerine bakıldığında camlaşmanın gözlemlendiği örneklerde genel olarak başlangıç seviyesinde veya devam eden vitrifikasyon davranışı belirlenmiştir. Bazı örneklerde zayıf vitrifikasyon gözlemlenirken, camlaşmanın hiç oluşmadığı, tane sınırlarının korunduğu örneklerde rastlanmıştır.

Seramiklerin mineralojik içeriğinde kuvars, kil minerali, karbonatlı hammadde ve yüksek sıcaklık mineralleri (piroksen, anortit, sanidin ve/veya gehlenit) değişen örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca, yükseltgen ortamda oluşan hematit minerali de yer yer saptanmıştır. Hematit varlığı seramiğin oksijenli bir ortamda pişirildiğine işaret etmiştir. Mineral/faz içerikleri pişirim sıcaklığının 700-1000°C aralığında değiştiğine işaret etmiştir. Pişirim sıcaklığı açısından bakıldığında, örnek seti içerisinde 700-800°C, 800-900°C ve 900-1000°C gibi farklı sıcaklıklara maruz kalan seramiklerin olması üretim çeşitliliğine işaret etmektedir.

Provenans açısından seramikleri değerlendirmek amacıyla analiz edilen toprak örneklerine bakıldığında, kalkerli hammadde içeren seramiklerin Cingi Pınarı ve/veya Tömbül toprak örnekleri ile, kalkersiz hammadde içeren seramiklerin ise Taşteller Çoraklık toprak örneği ile uyumlu olduğu söylenebilir. Bu durum hammadde temininde birden fazla hammadde kaynağı olduğuna işaret etmektedir. Bu çıkarım Sr ve Zr içerikleri ile de desteklenmiştir. İncelenen hiçbir toprak örneğinin karasal hammadde içeren seramiklerle uyum sağlamaması hammadde olarak bu çalışmada yer almayan toprak kaynaklarının da seramik üretiminde kullanılmış olabileceğini veya bölgesel üretime ait olmayan seramiklerin varlığını önermektedir.

Tüm analiz verileri bir araya getirildiğinde Demir çağı Ovaören seramiklerinin yer yer farklı karakterde olduğu söylenebilir. Buradaki en önemli iki husus hammadde ve pişirim özellikleridir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçların Nevşehir ve civarında yürütülen diğer arkeolojik kazılarda ortaya çıkan/çıkarılacak seramiklerin üretim özelliklerinin karşılaştırılması için geniş bir veri tabanı oluşturacağı öngörülmektedir.

Son olarak, çalışmada kullanılan EDX ve p-XRF tekniklerinde elde edilen sonuçların çoğunlukla birbiri ile uyumlu olduğu, göze çarpan bazı farklılıkların ise bu iki metodun çalışma prensibindeki farklılıklar ve analiz koşullarının etken olduğu öngörülmektedir. Portatif XRF cihazının özellikle taşınabilir ve tahribatsız olması bakımından arkeometri literatürüne sunduğu önemli katkılar bu çalışma ile bir kez daha ortaya konulmuştur.

Mevcut çalışma sonrasında aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

- Bölgedeki diğer kazı alanlarında ele geçen Demir Çağı seramikleri için arkeometrik incelemeler yapılması ve karşılaştırmalı olarak sonuçların irdelenmesi,
- Ovaören'de ele geçen veya geçecek olan diğer dönem seramikleri ile arkeometrik çalışmalar yapılması ve sonuçların karşılaştırılması,

- Çalışmada yer alan toprak örneklerinin sayıca arttırılması ile provenans araştırmasının genişletilmesi.

KAYNAKLAR

- Abuşaha, İ. (2024). *Gökçeada Uğurlu-Zeytinlik yerleşmesindeki bir grup Erken Kalkolitik seramik örneğinin arkeometrik yöntemlerle incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi / Arkeoloji Enstitüsü / Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bilim Dalı.
- Akçay, A. (2011). *Arkeolojik ve filolojik belgeler ışığında Tabal Ülkesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Arkeoloji Ana Bilim Dalı.
- Akçay, A. (2014). Tabal ülkesinin tarihsel süreci üzerine bir değerlendirme. *Tarih İncelemeleri Dergisi* 29(1), 37-58.
- Akçay, A. (2015). Ovaören-Yassıhöyük'den bir yarı ikonik idol. *Arkeoloji ve Sanat*, 149, 47-54.
- Akıncı, Ö. (1968). Seramik killeri ve jeolojisi. *MTA Dergisi* 71, 63-72.
- Akyol, A.A. ve Aydın M. (2016). Olba Kazısı Seramik Buluntuları Arkeometrik Analizleri / Archaeometric Analysis of Ceramic Finds from Olba Excavations, *Seleucia*, vol. 6, pp. 413-431.
- Akyol, A.A. ve Ölçer S. (2022). Harran Örenyeri Kazıları Seramik Örneklerinde Arkeometrik Analizler/Archaeometric Analysis on Ceramic Samples of Harran Excavations, 39-57.
- Altıncılıç, A.E. (2018). Alternative material in contemporary ceramics, *Journal of Social And Humanities Sciences Research (JSHSR)* 5(27), 2794-2795.
- Arçasoy, A. (1983). *Seramik Teknolojisi*, Marmara Üniversitesi Yayınları.
- Argunhan, A. ve Aydın M. (2022). Antakya Mevsimler Mozaığının Arkeometrik Yönden İncelenmesi / Archaeometric Investigation of the Seasonal Mosaic of Antiochia *Journal of Mosaic Research*, (15), 367-380.
- Aydın, M., Akyol, A. A., Erten, E., & Torgan, E. (2015). Olba Kazısı Camları Arkeometrik Çalışmaları *Seleucia*, vol. 5, pp. 207-220.
- Bayram, S. ve Kuzuoğlu R. (2016). Çivi yazılı belgelere göre M.Ö. 2. Bin'de Nevşehir, *II. Uluslararası Nevşehir Tarih ve Kültür Sempozyumu Bildiri Metinleri Kitabı*, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Yayınları: 21, 1318-1326.
- Bekişoğlu, E. (2010). *Özgün seramik yüzeylerde farklı materyallerle doku arayışları*, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Berberoğlu, F.E. (2015). *Seramik Form ve Yüzeylerde Organik Doku Araştırmaları*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Ana Sanat Dalı.
- Coşkun Onan, B. ve Öztürk T. (2020). Sanat eğitiminde uygulanabilecek alternatif seramik pişirim teknikleri, *Eğitim Bilimlerinde Akademik Çalışmalar* (Ed.: Dilara Demirbulak, Murat Yiğit), Livre De Lyon, 25-52.
- Çevik, N. (2022). Çağdaş sanatta seramik ile oluşturulan disiplinlerarası bakış üzerine, *Otuzyedi Sanat ve Tasarım Dergisi* 1(1), 72-84.
- De Benedetto, G.E, Laviano, R., Sabbatini, L., & Zambonin P.G. (2002). Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery, *Journal of Cultural Heritage* (3), 177-186.
- Demir, H. (2007). *Urfa teleilat kazısından ele geçen demir ve neolitik çağlara ait arkeolojik çanak-çömlek buluntularının XRF tekniği ile incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi / Gazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Fizik Ana Bilim Dalı. 93s.
- Ellid, M.S., Murayed, Y.S., Zoto, M.S., Music, S., & Popovi S. (2003). Chemical reduction of hematite with starch, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 258(2), 299-305.
- Ender, B. (2006). *Erzincan (Büyükkardıç) ve Erzurum (Güllüdere, Tasmacor, Tetikom ve Mağaratepe) Kazılarında Ele Geçen Demir Çağına Ait Seramiklerin XRF Tekniği İle İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Fizik Ana Bilim Dalı.
- Esin, U. (1985). Arkeolojide kullanılan arkeometrik araştırmalara genel bir bakış, *T.C. Kültür ve Turizm Bakanı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, I. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara, 1-6.
- Fabbri, B., Gualtieri, S., & Shoval S. (2014). The presence of calcite in archeological ceramics, *J. Eur. Ceram. Soc.* 34, 1899-1911.
- Farmer, V.C. (1974). *Infrared Spectra of Minerals*, Ed. Mineralogical Society, London, 539 p.
- Freestone, I.C., Leslie, K.A., Thirlwall, M. and Gorin-Rosen, Y., (2003), "Strontium Isotopes in the Investigation of Early Glass Production: Byzantine and Early Islamic Glass from the Near East," *Archaeometry*, vol. 45, no. 1, pp. 19-32.
- Gadsden, J.A. (1975). *Infrared spectra of minerals and related inorganic compounds*, Butter worth & Co Publishers, London, 277 p.
- Gül, M.F. (2013) Nevşehirli Damâd İbrahim Paşanın iskân faaliyetleri: Lâle Devri'nin şanslı şehri Nevşehir, *Uluslararası Tarih ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10, 237-254.

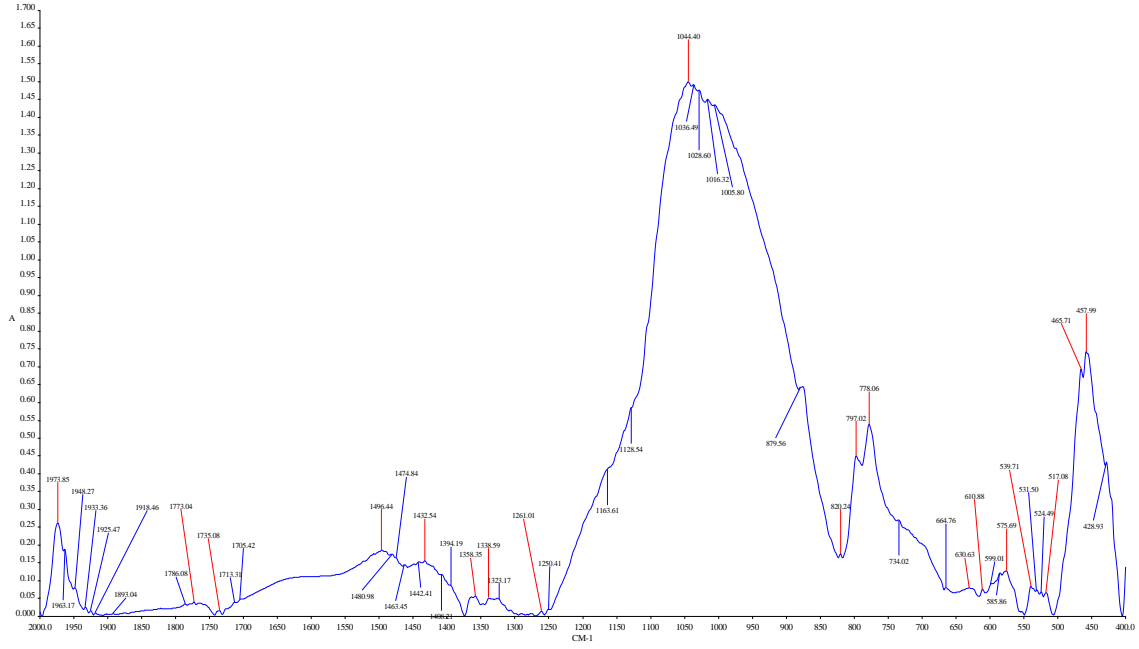
- Gümüştekin, M.N. (Erişim tarihi 2024). Orta Anadolu'da Depas ve Tankard tipi kaplar, https://www.academia.edu/13288623/Orta_Anadoluda_Depas_ve_Tankard_Tipi_Kaplar (10.06.2024).
- Iglesias, J.E. and Serna C.J. (1985). *Miner. Petrogr. Acta*, 29A, 363.
- Ion, R.M., Dumitriu, I., Fierascu, R.C., Ion, M.L., Pop, S.F., Radovici, C., Bunghez, R.I., & Niculescu V.I.R. (2011). Thermal and mineralogical investigations of historical ceramic, A case study, *J Therm Anal Calorim* 104, 487-493.
- Işık, İ. (2018). Karakterizasyon ve tarihlendirme çalışmalarının arkeometrik yöntemlerle incelenmesi, *Cedrus* 6, 713-736.
- İssi, A. (2012) Estimation of ancient firing technique by the characterization of semi-fused Hellenistic potsherds from Harabebezikan/Turkey, *Ceramics International* 38(3), 2375-2380.
- İstanbuluoğlu, Ç. (2023). *Kayseri-Develi Bileç Höyük Kazısından Ele Geçen Bir Grup İçi Siyah-Dışı Devetüyü Çanak Çömlek ve Arkeometrik Analizleri*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Arkeometri Ana Bilim Dalı.
- Kılıç, S. (2021). *Profilitin plastik çamur hazırlamada (kuvars yerine) kullanımının araştırılması (1200°C ve 1280°C)*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Libby, W. F. ve Johnson F. (1955). *Radyokarbon tarihleme* (Vol. 2). Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları.
- Maniatis, Y., Simopoulos, A., & Kostikas A. (1981). Moessbauer study of the effect of calcium content on iron oxide transformations in fired clays, *Journal of The American Society* 64/5, 263-269.
- Mazzocchin, G.A., Agnoli, F., & Colpo I. (2003). Investigation of roman age pigments found on pottery fragments, *Analytica Chimica Acta* (478), 147-161.
- Michałowski, A., Niedzielski, P., Kozak, L., Teska, M., Jakubowski, K., & Żółkiewski, M. (2020). Archaeometrical studies of prehistoric pottery using portable ED-XRF. *Measurement*, 159, 107758.
- Murad, E. ve Wagner U. (1996). The thermal behaviour of an Fe-Rich illite, *Clay Minerals* 31, 45-52.
- Önder, A.M. (2019). Seramik sanatta form oluşumları ve çağdaş Türk seramik sanatçılarından örnekler, *Journal of Konya Art* (2), 53-65.
- Öten, A. (2020). XRF, Kırmızıaltı ve Raman spektroskopik tekniklerinin Türk-İslâm sanatlarına arkeometrik katkısı, *Spektroskopi ve Moleküler Bilimler Dergisi* 2(2), 65-80.

- Öz, E. (2021). Bir kent tarihi incelemesi: Arşiv belgelerinde Nevşehir (1960-1970), *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 634-647.
- Palanivel, R. and Velraj G. (2007). FTIR and FT-Raman spectroscopic studies of fired clay artifacts recently excavated in Tamilnadu, India, *Indian Journal of Pure and Applied Physics* 45, 501-508.
- Pillay, A. E., Punyadeera, C., Jacobson, L., & Eriksen, J. (2000). Analysis of ancient pottery and ceramic objects using X-ray fluorescence spectrometry. *X-Ray Spectrometry: An International Journal*, 29(1), 53-62.
- Şahin, İ. (2007). Nevşehir, *Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi*, Cilt 33, 64-67.
- Şenyurt, S.Y. ve Akçay A. (2022). Late Bronze Age Painted Pottery and its Contextual Relationship to the Hittite Levels at Ovaören, *Late Bronze Age Painted Pottery Traditions at the Margins of the Hittite State* (Ed. Federico Manuelli, Dirk Paul Mielke), Oxford: Archaeopress, 99-112.
- Şıkoğlu, E. (2017). *Nevşehir şehir coğrafyası*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı.
- Torgan, E. ve Karadağ R. (2015). Tahribatsız ve mikro analiz yöntemleri ile arkeolojik eserlerin karakterizasyonu, *T.C. Kültür ve Turizm Bakanı Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 31. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, 119-130.
- Toroğlu, E. (2012). Bir Osmanlı şehir tesisi: Nevşehir, *I. Uluslararası Nevşehir Tarih ve Kültür Sempozyumu*, Nevşehir Üniversitesi Yayınları, 3. Cilt, 17-40.
- Yumuşak, S. (2017). *Nevşehir yöresi yer adları ve bunlar hakkındaki anlatmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Türk Dili ve Edebiyatı Ana Bilim Dalı.

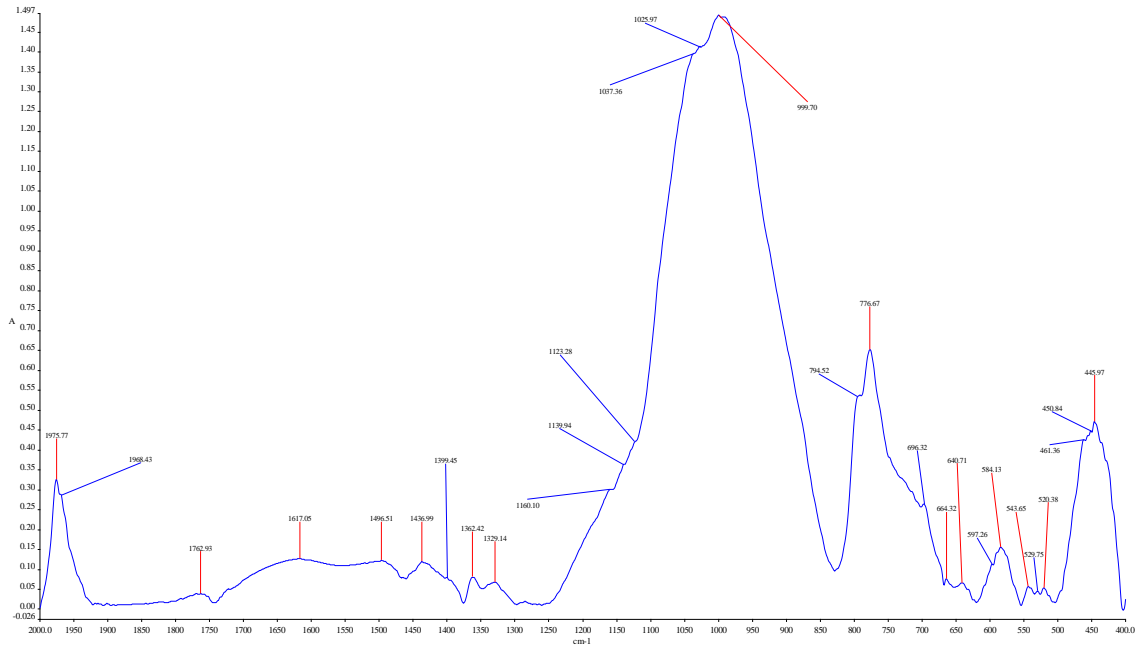
EKLER

EK-1 Demir Çağı seramikleri FTIR sonuçları (Bölüm 5.1’de verilenler hariç)

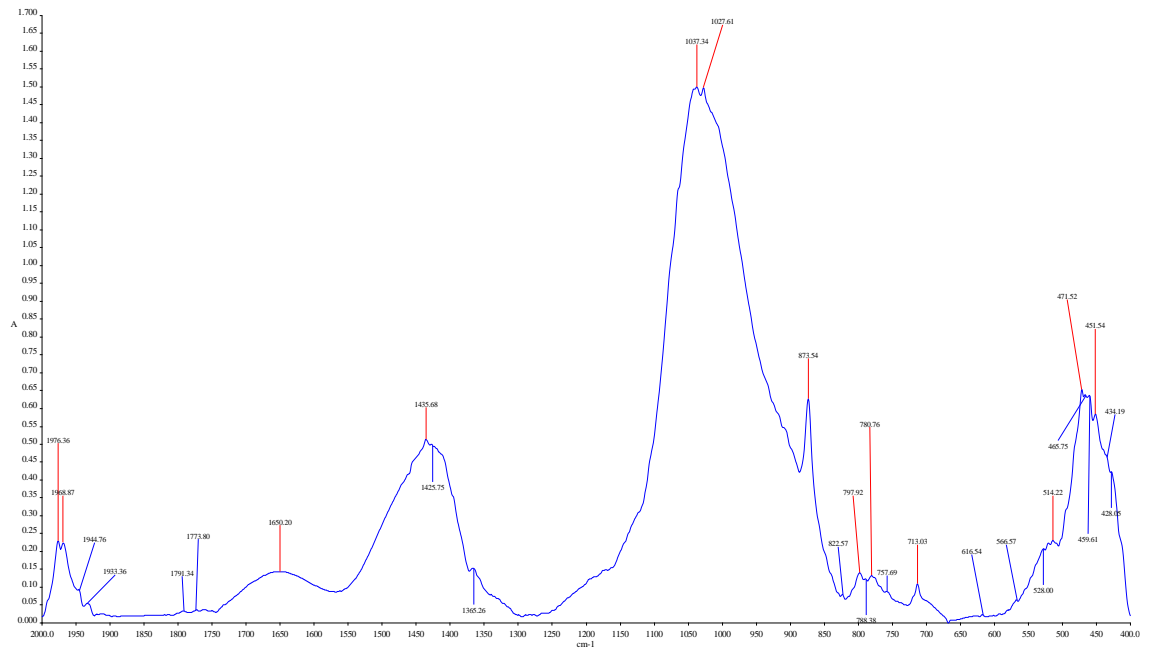
OVA-26



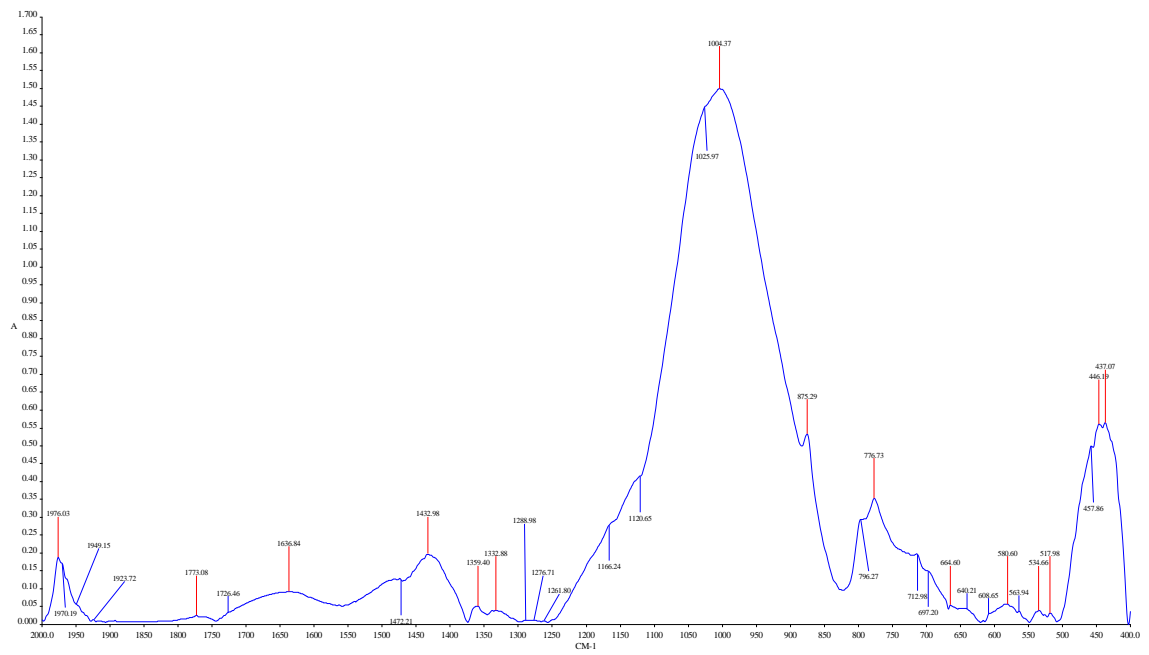
OVA-28



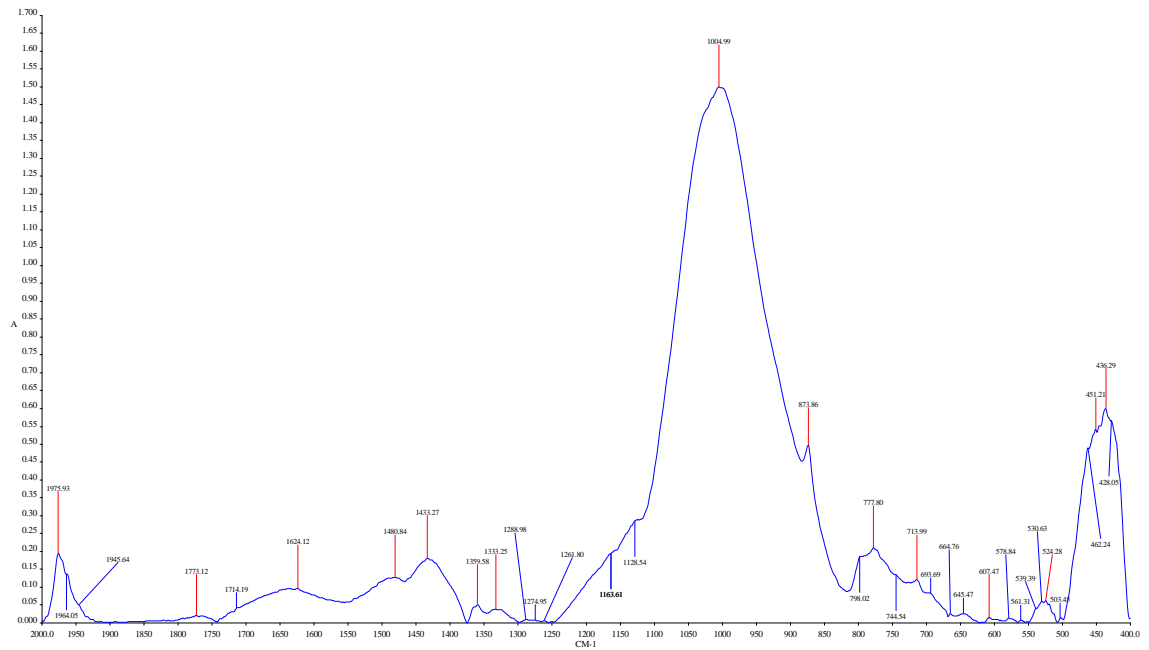
OVA-29



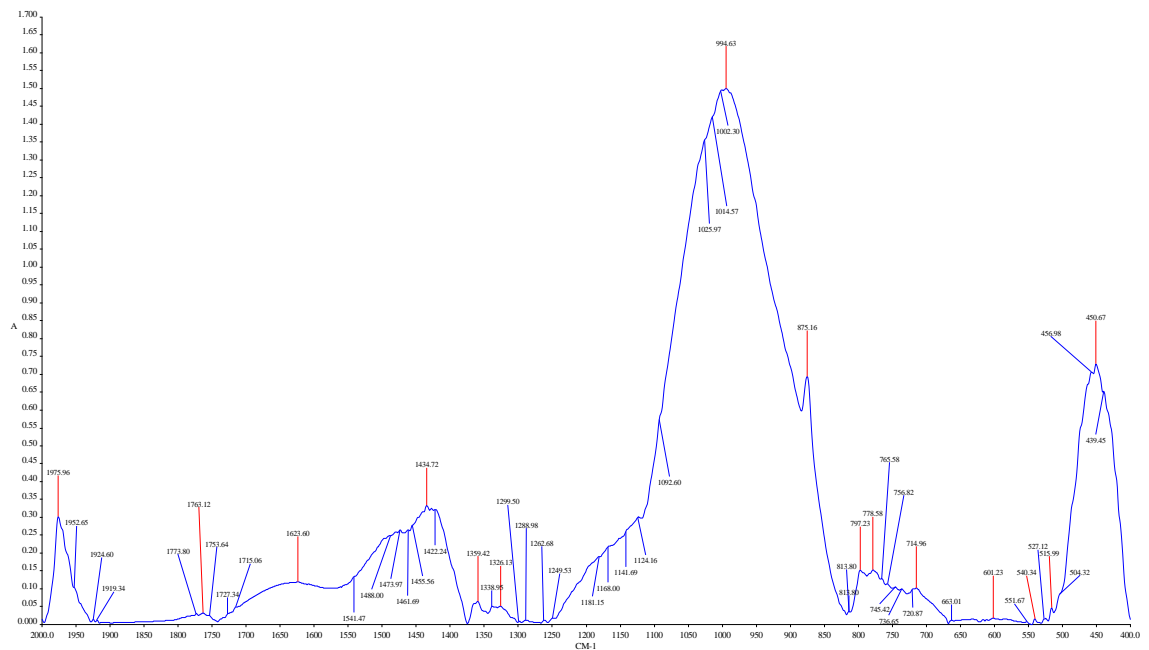
OVA-31



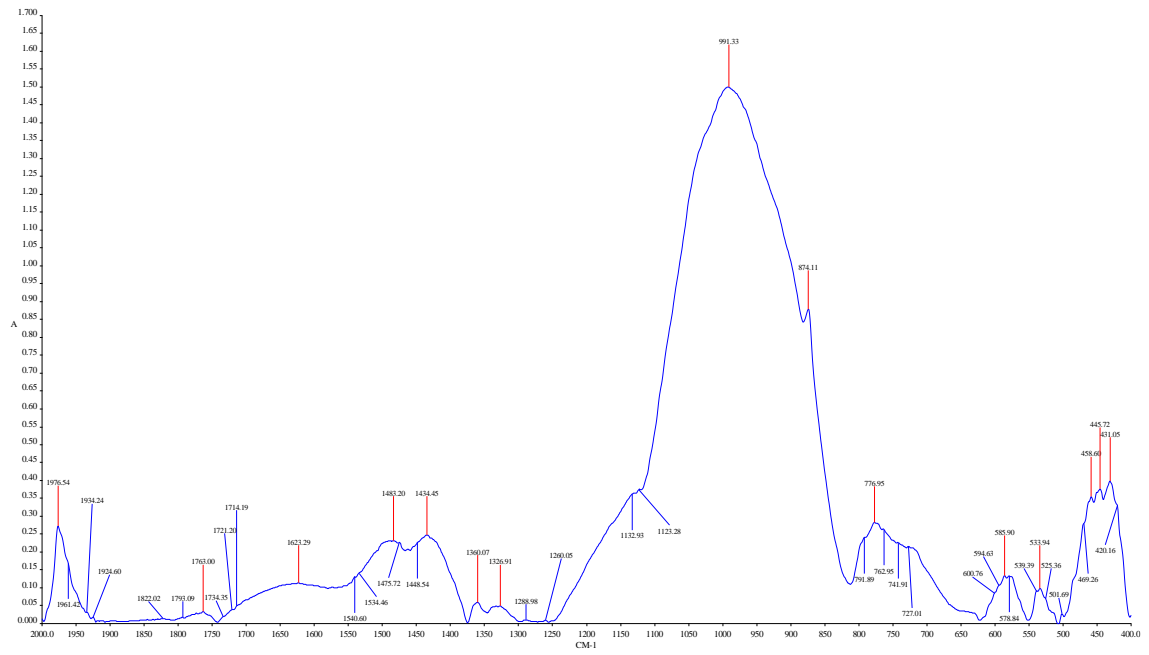
OVA-32



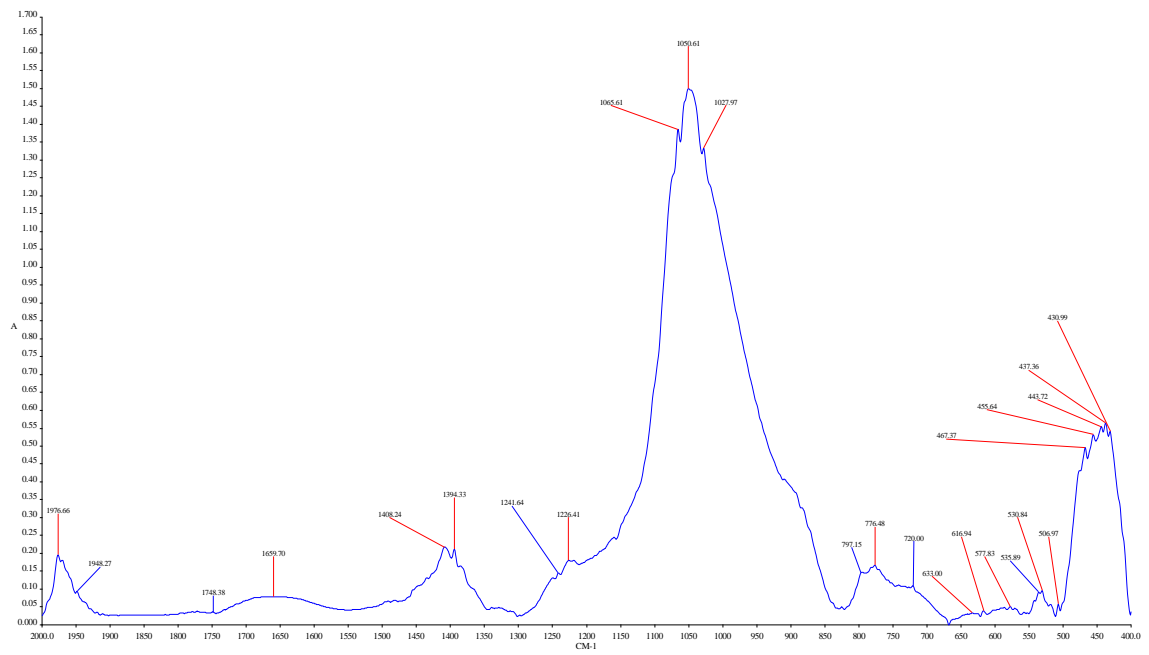
OVA-33



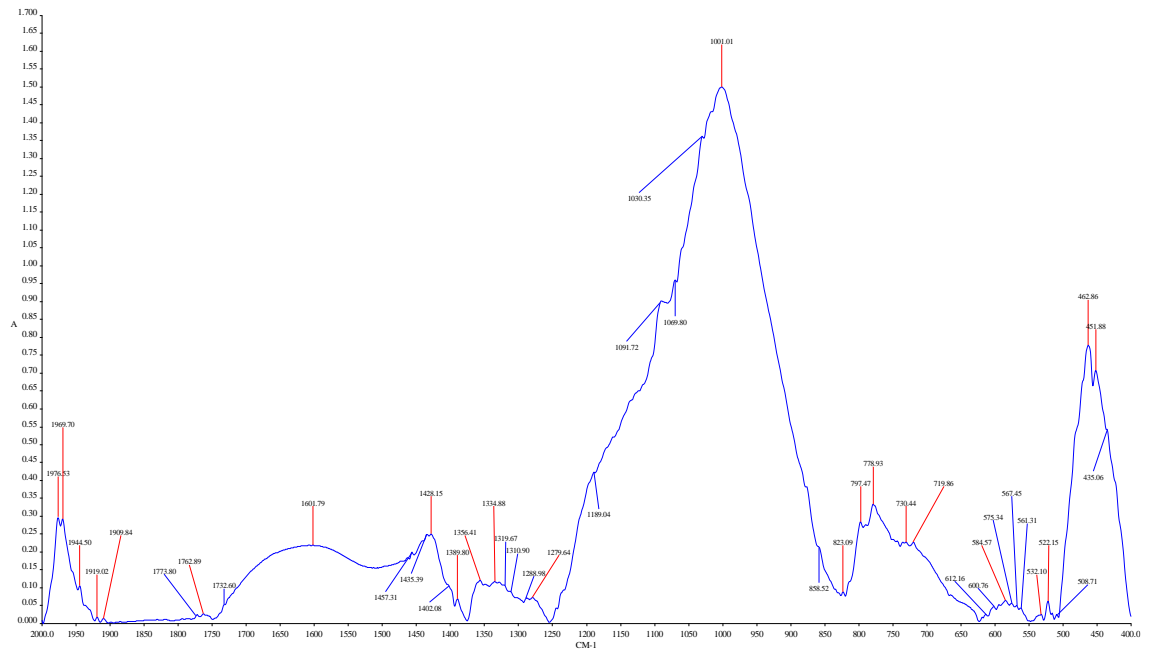
OVA-34



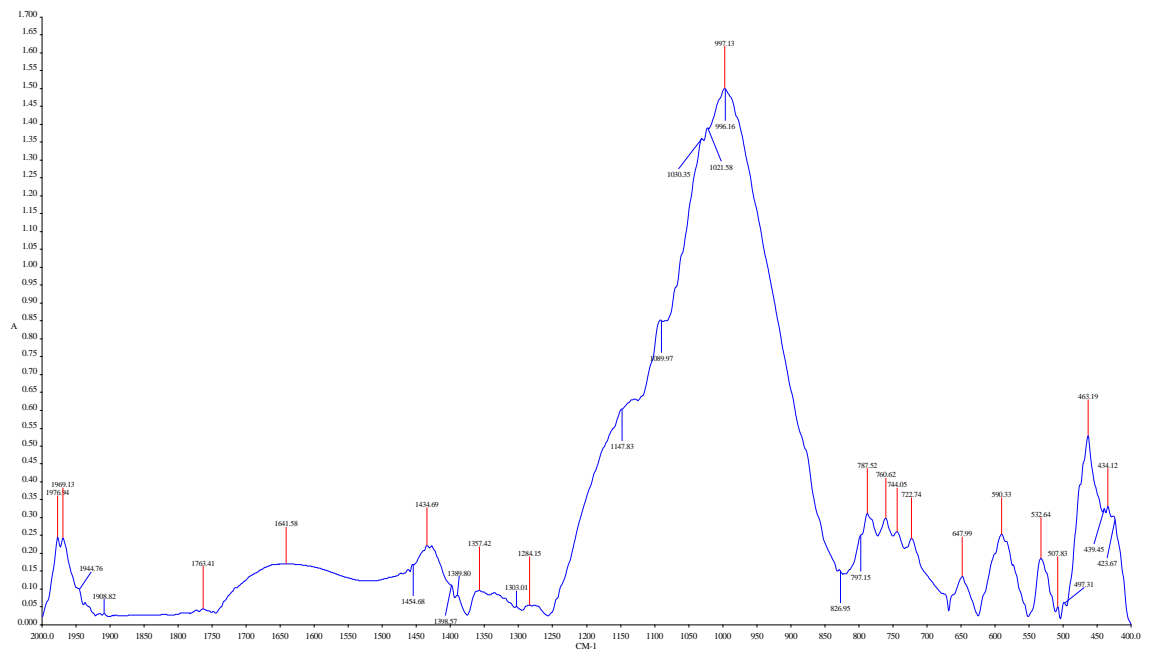
OVA-36



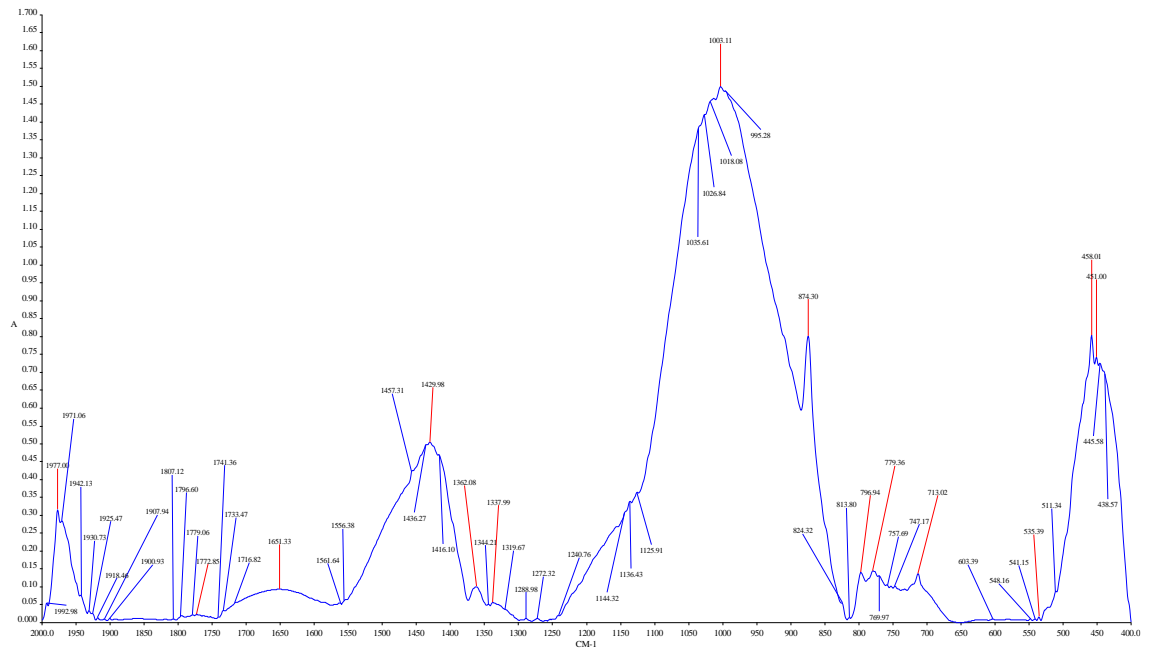
OVA-37



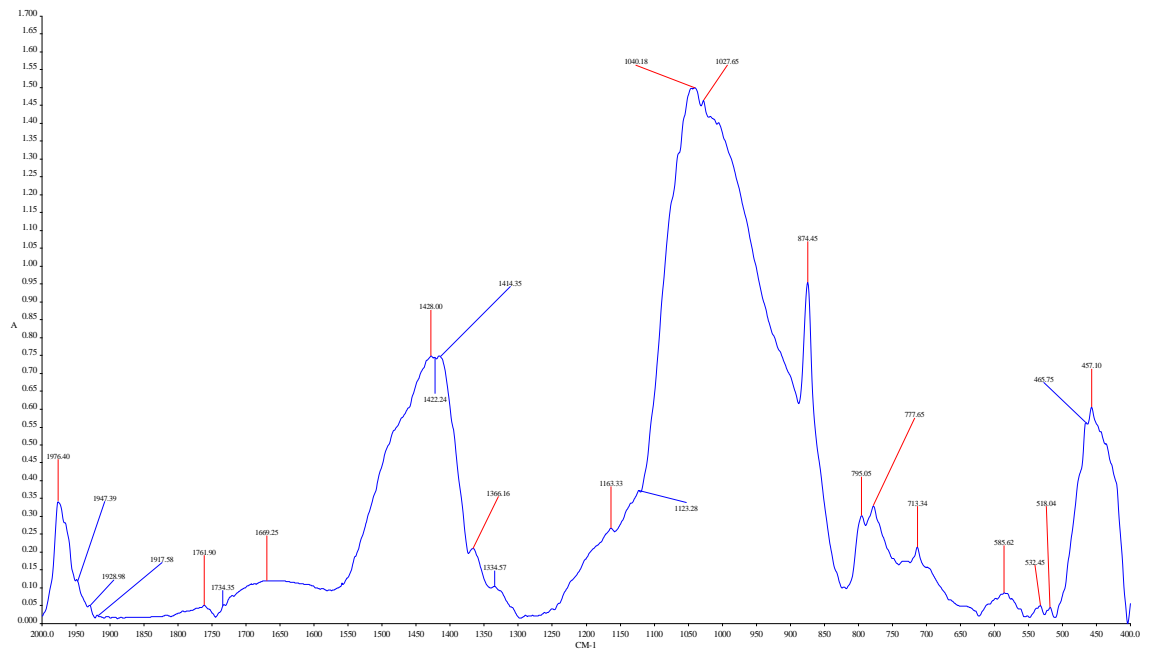
OVA-38



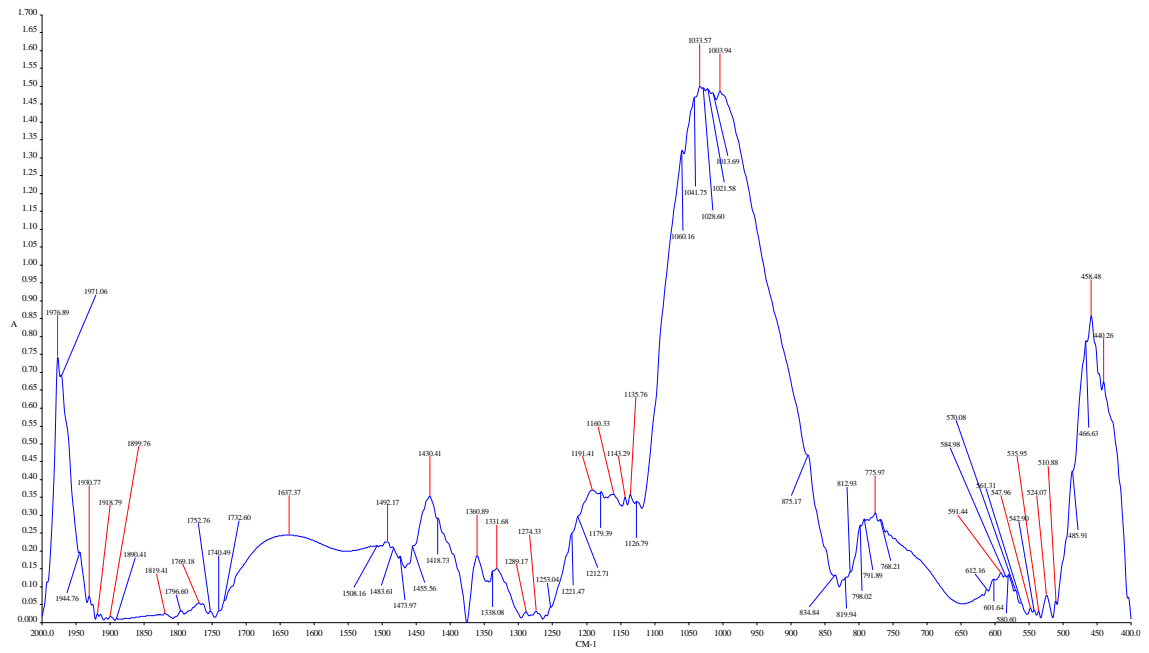
OVA-40



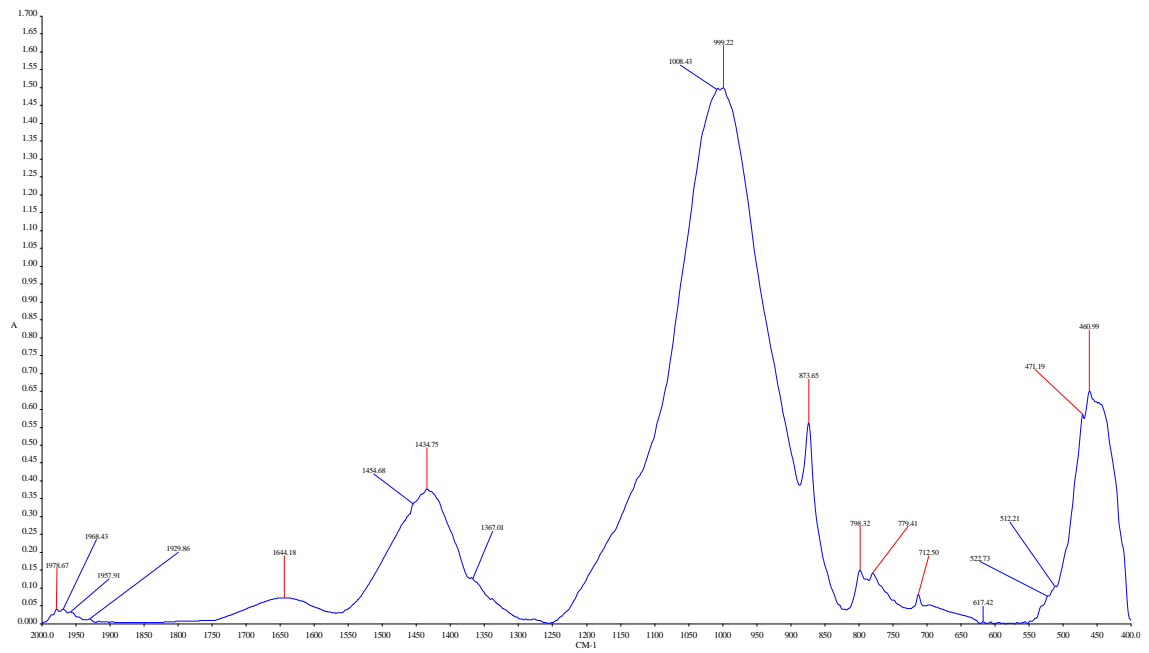
OVA-41



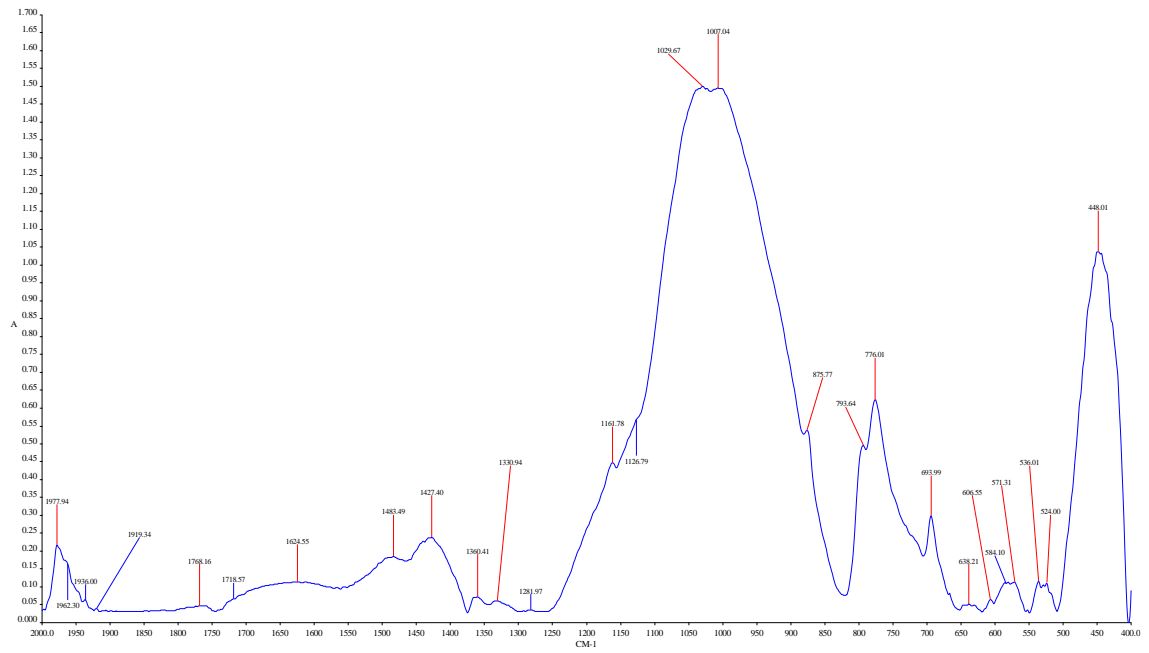
OVA-42



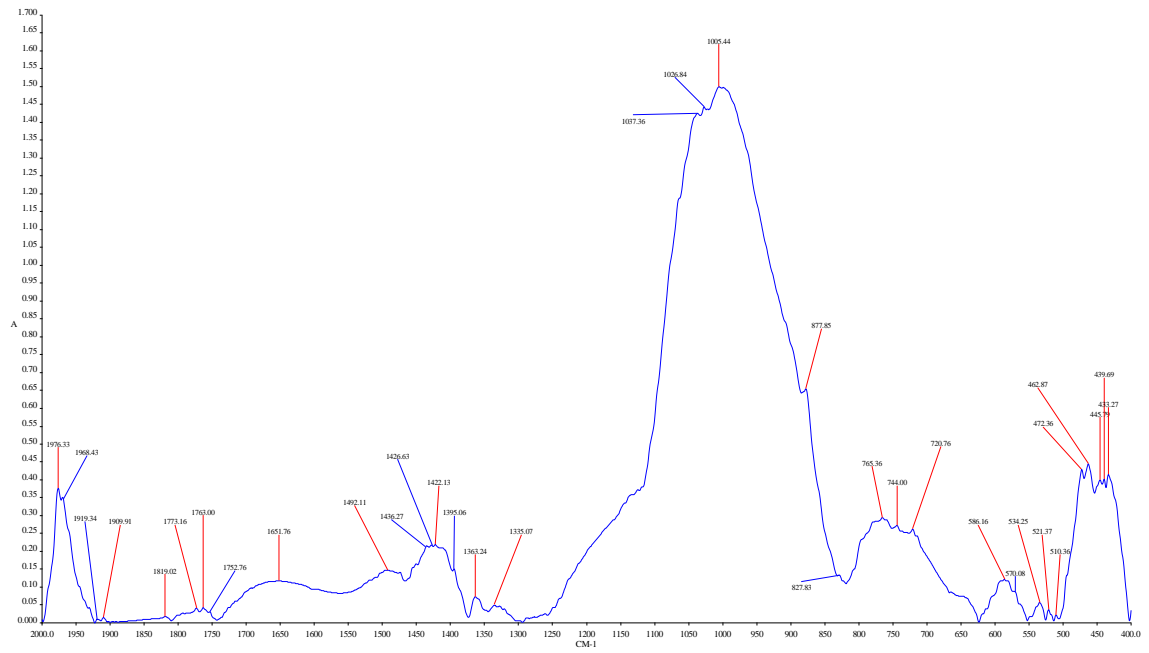
OVA-43



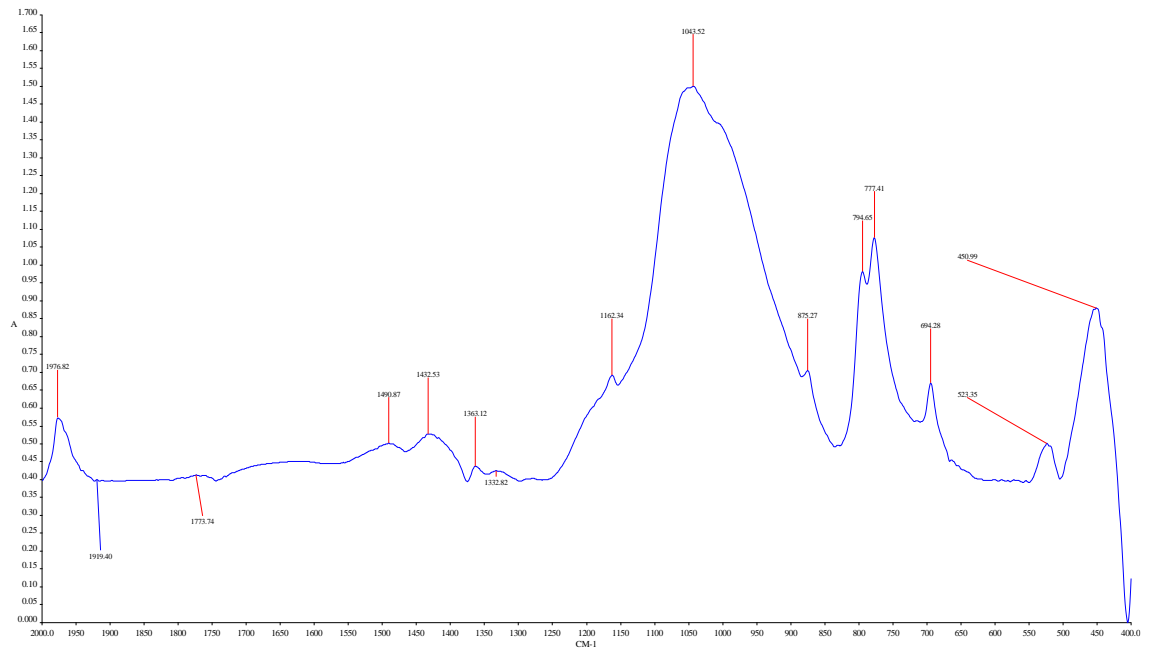
OVA-45



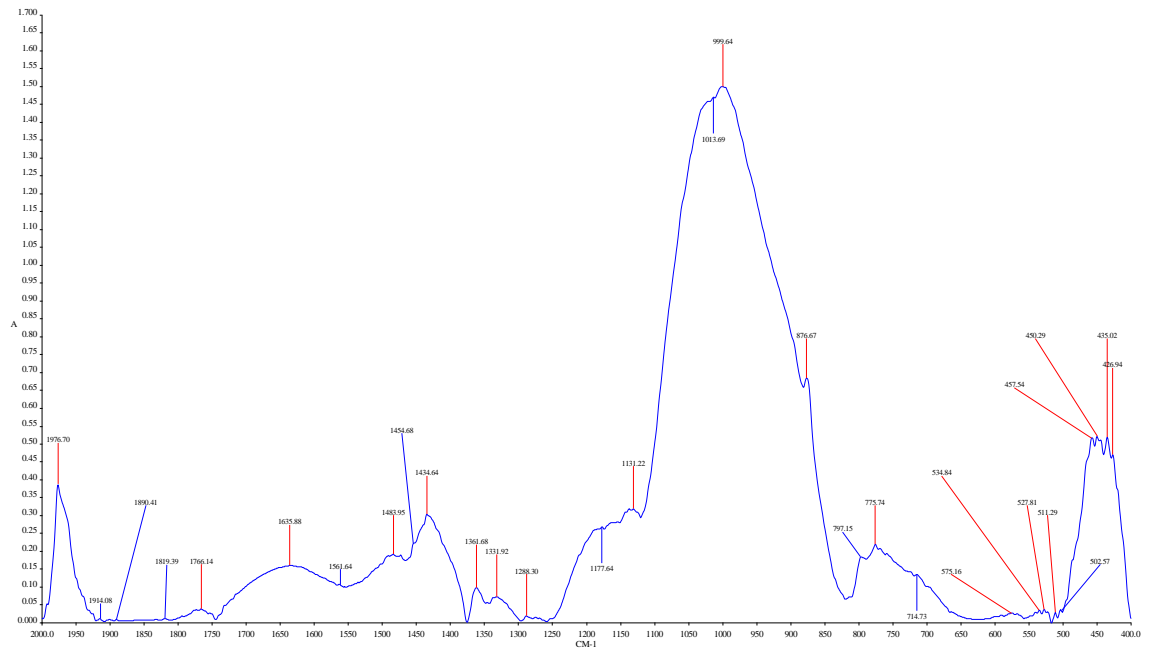
OVA-46



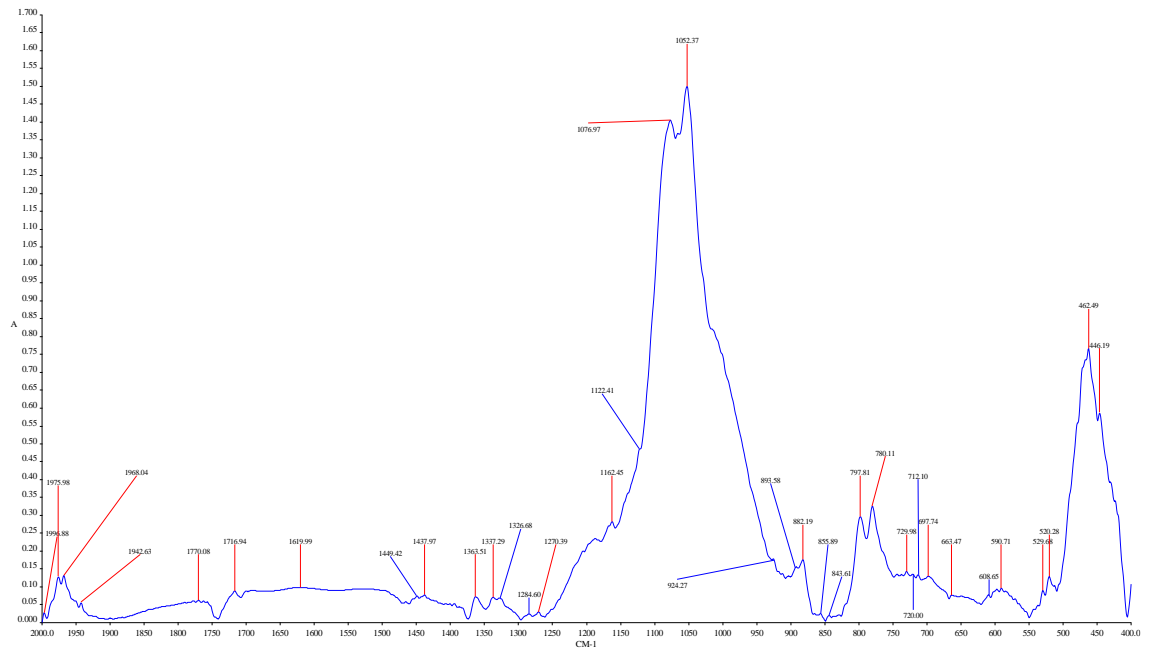
OVA-47



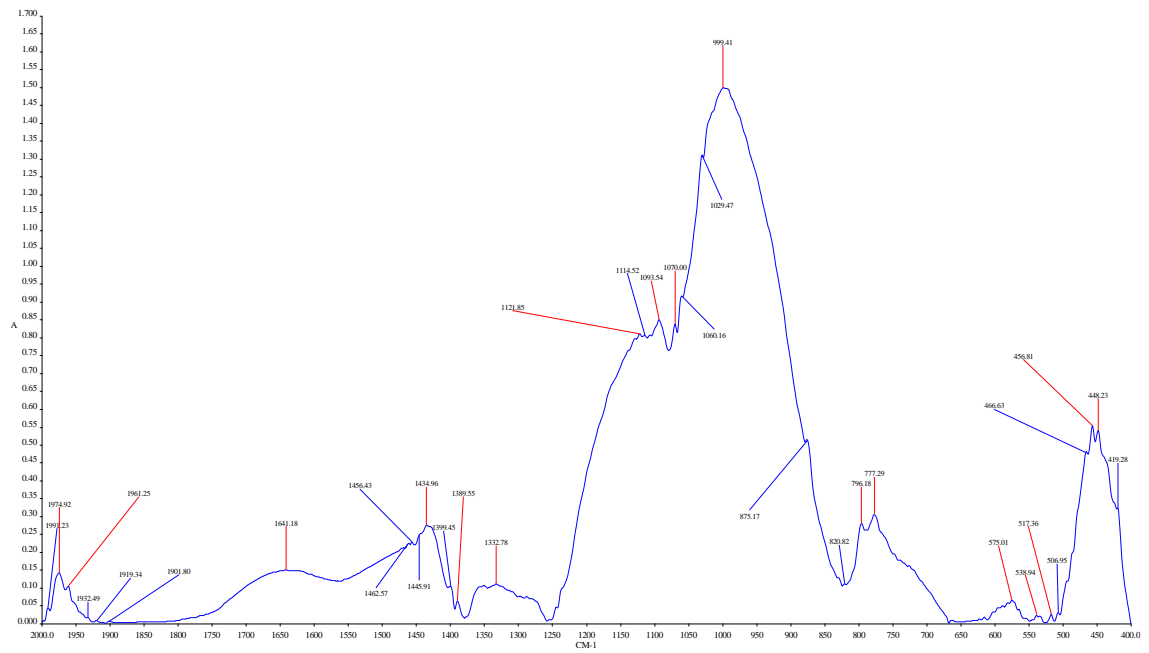
OVA-48



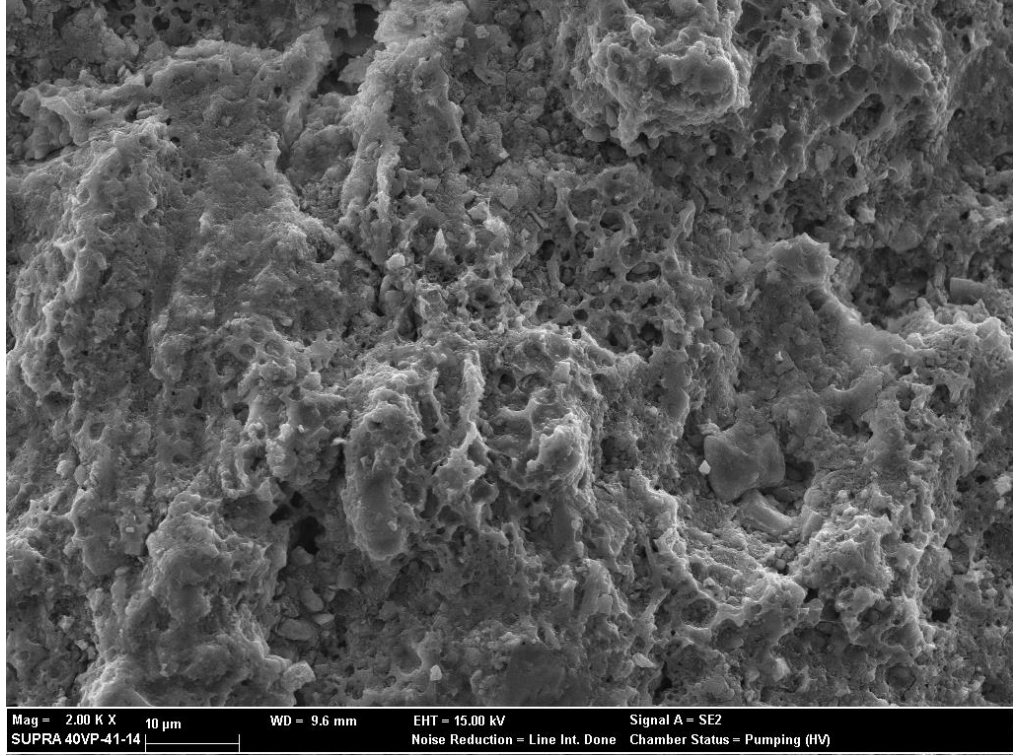
OVA-49



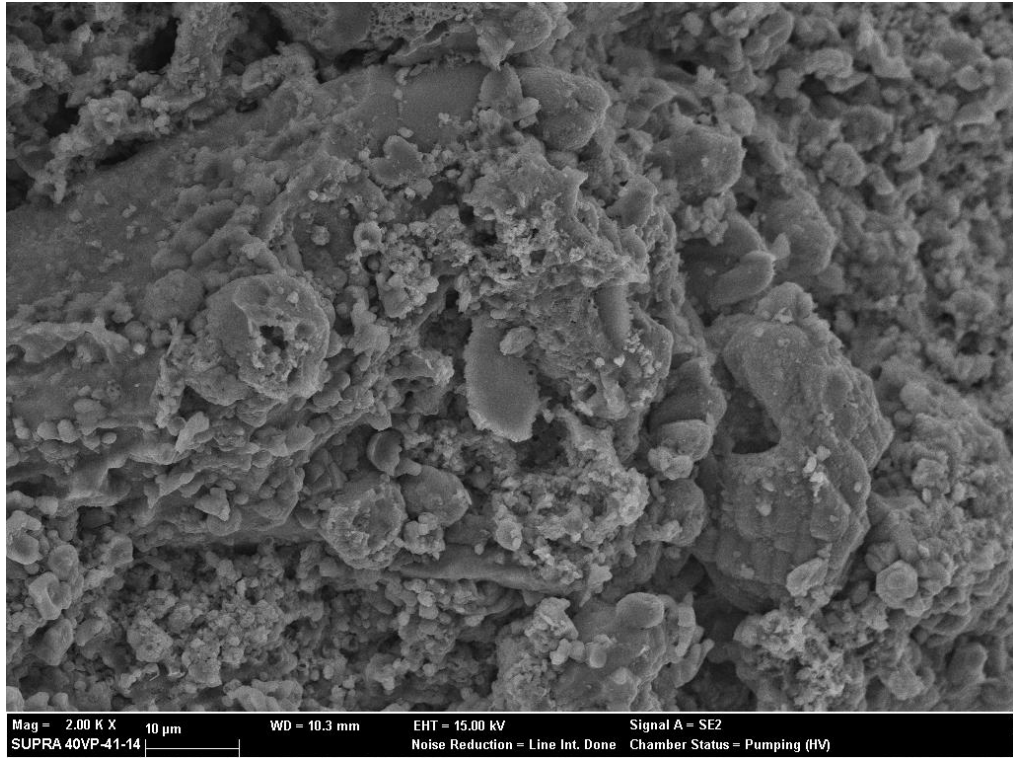
OVA-50



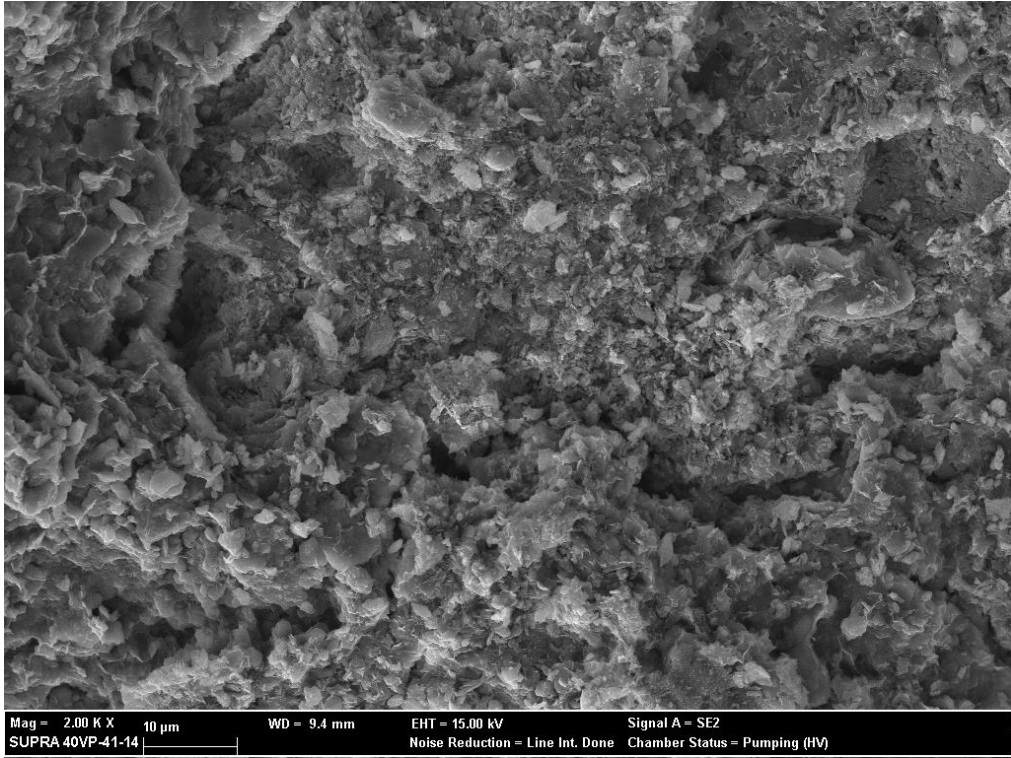
EK-2 Elektron mikroskop görüntüleri (Bölüm 5.2’de verilenler hariç)



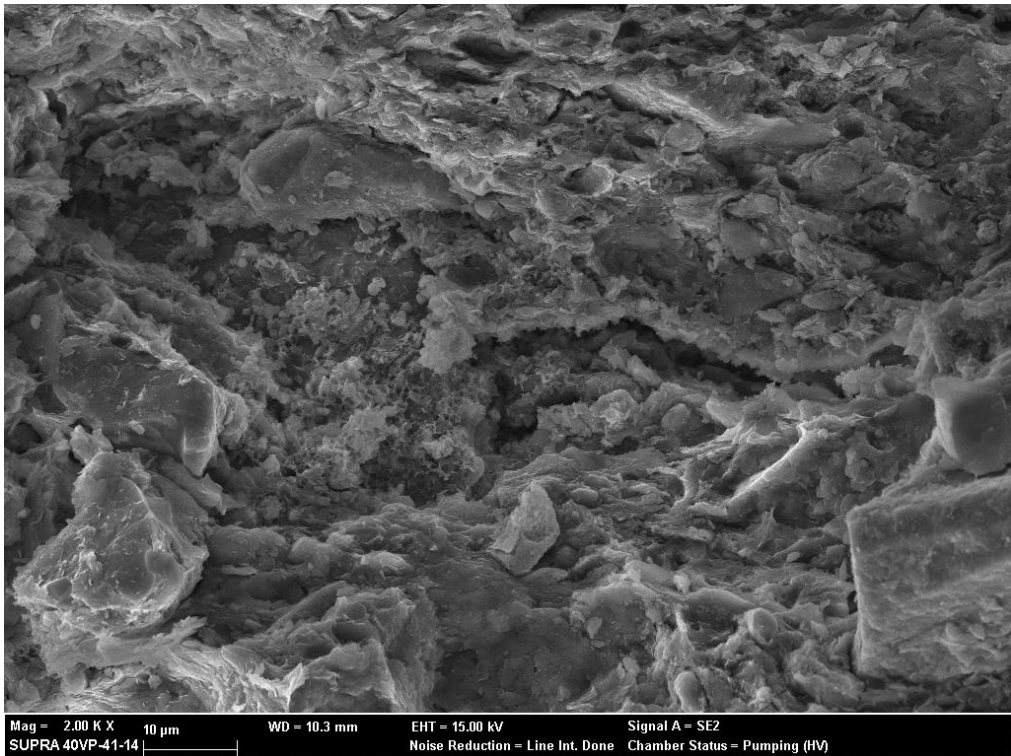
OVA-26



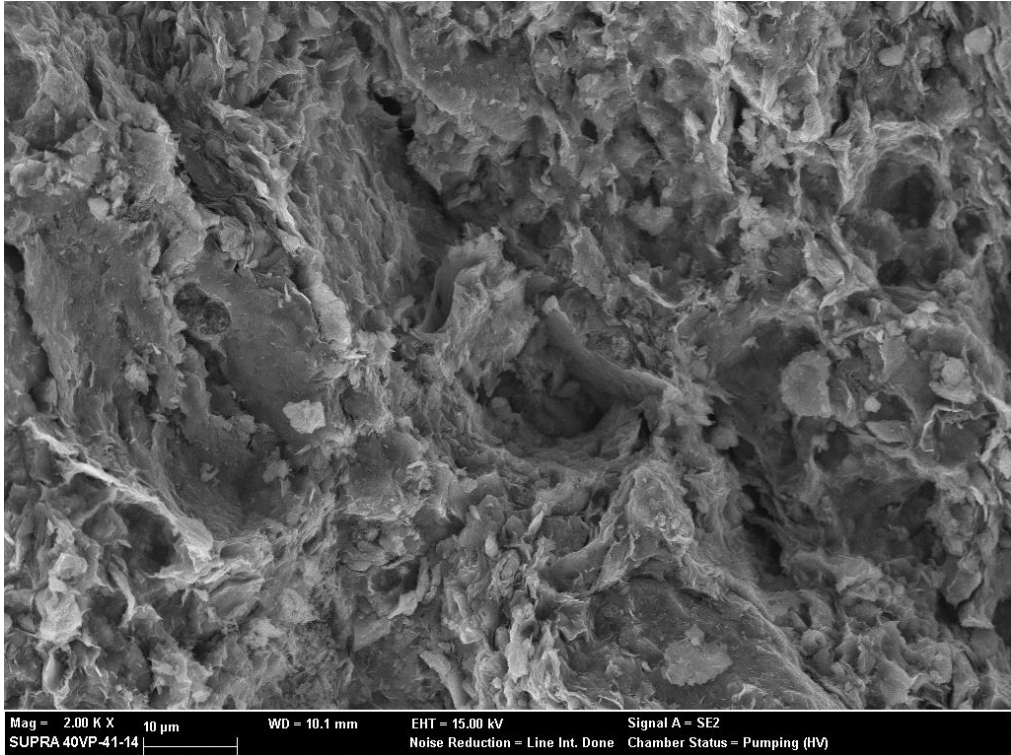
OVA-27



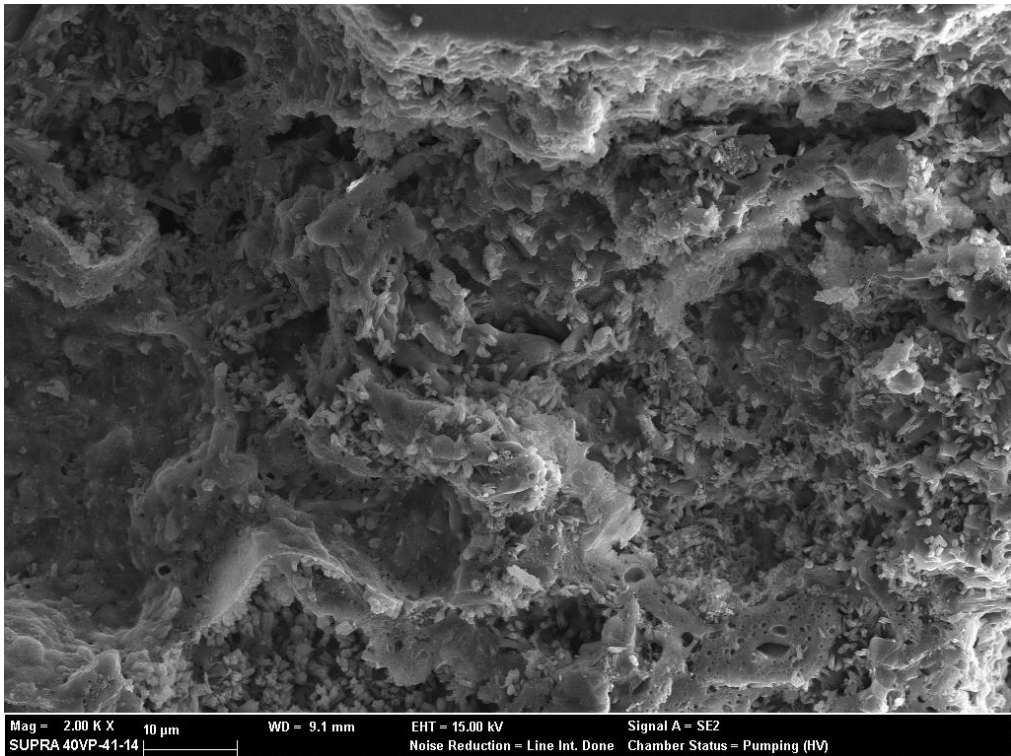
OVA-29



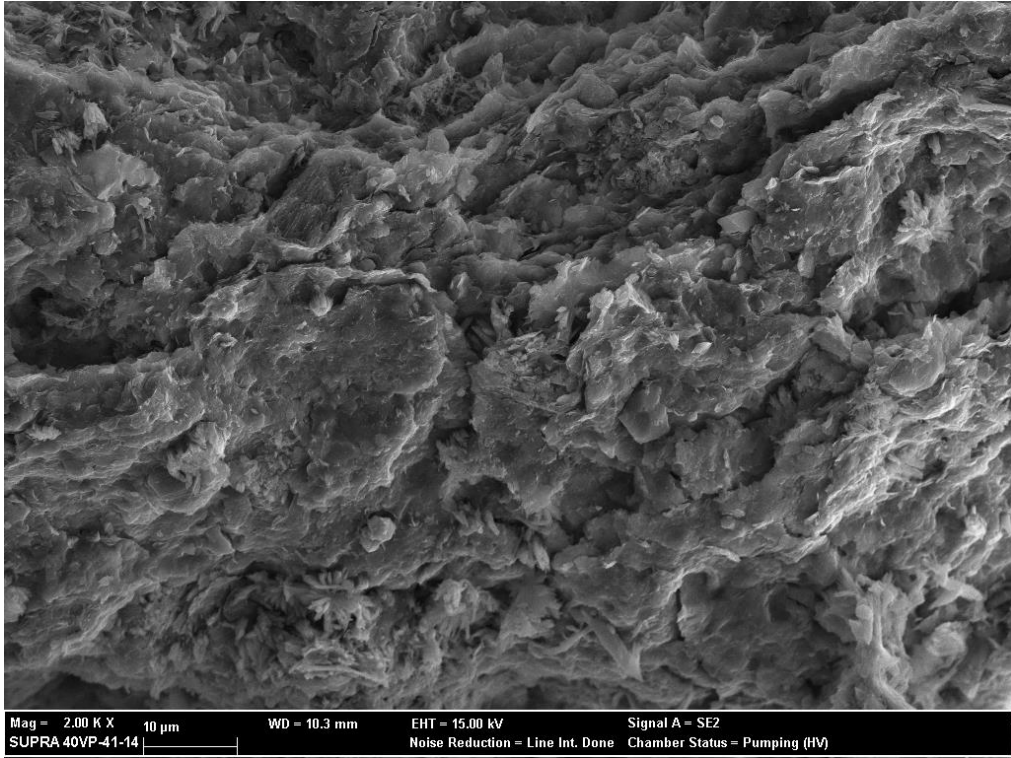
OVA-31



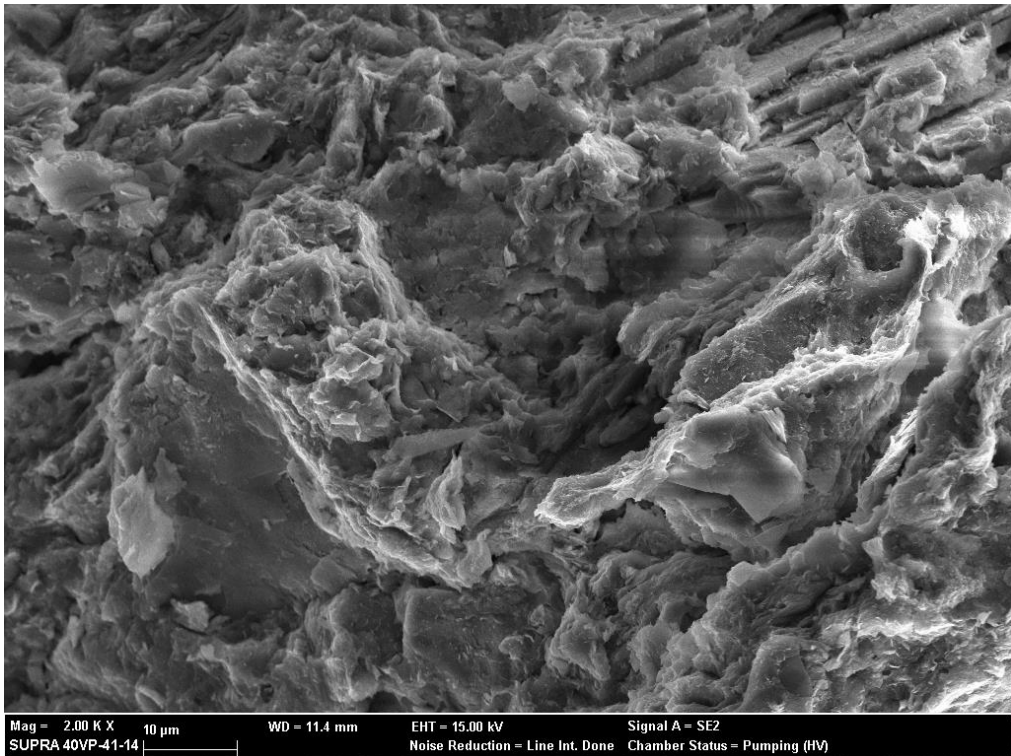
OVA-32



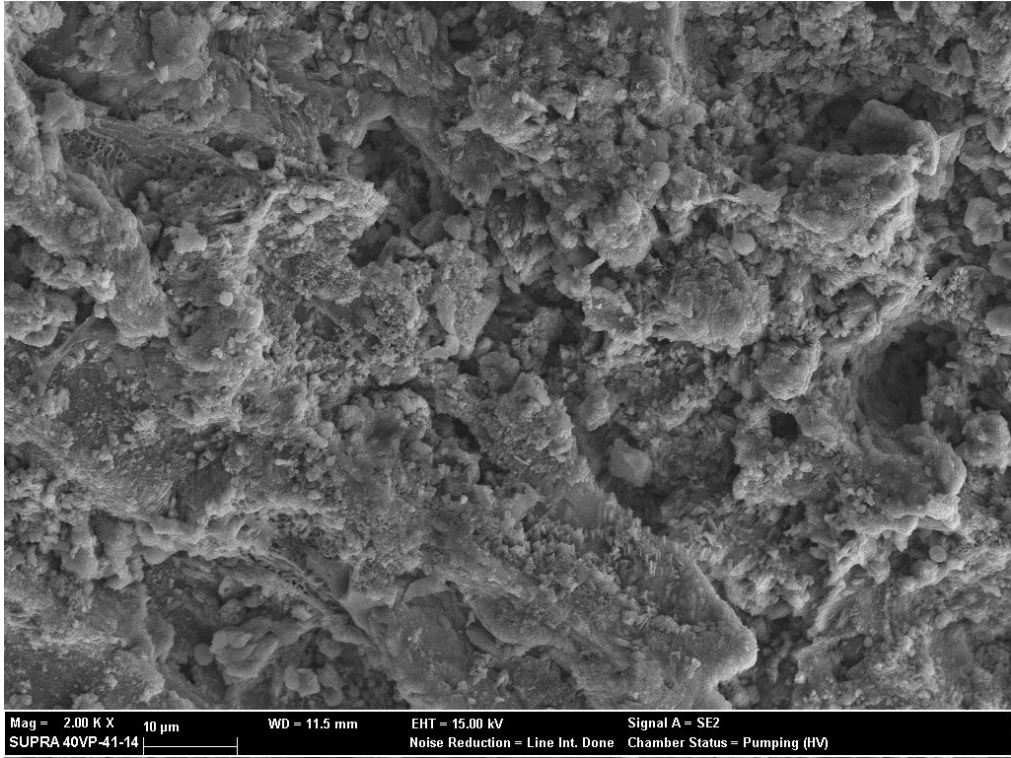
OVA-34



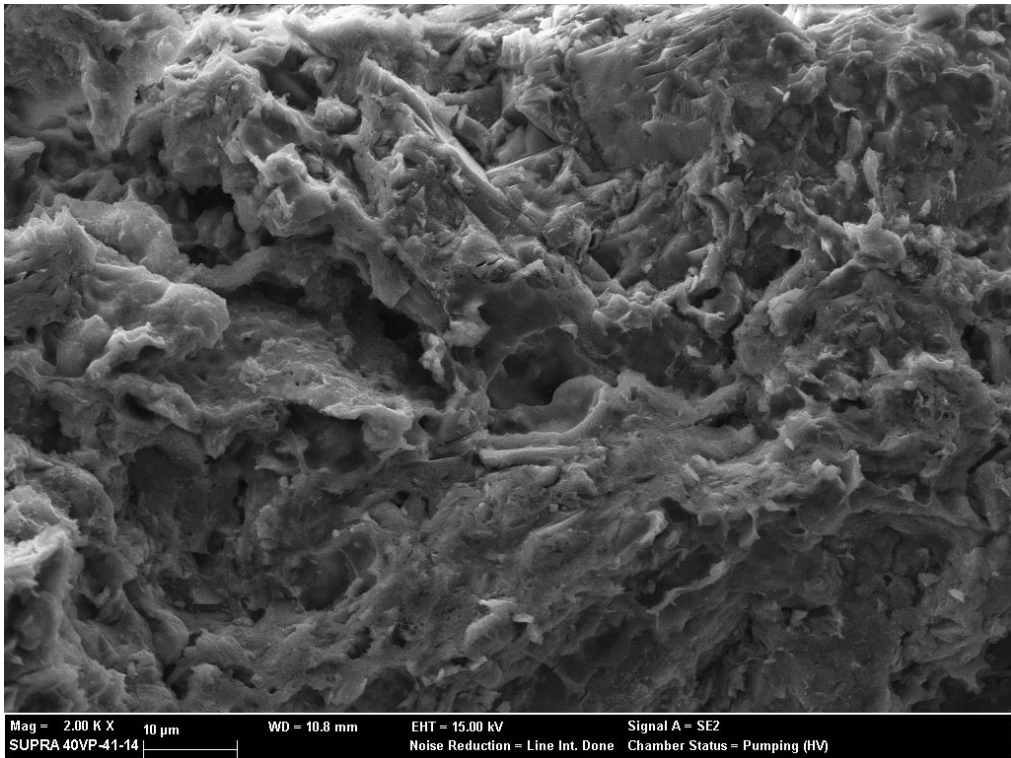
OVA-35



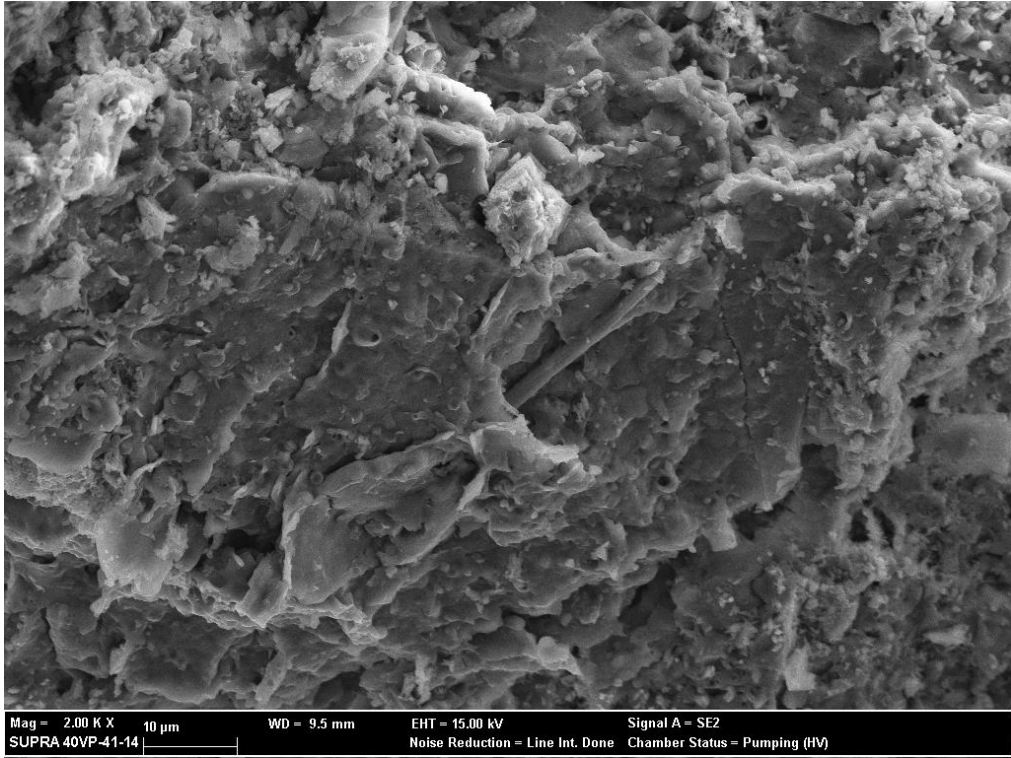
OVA-36



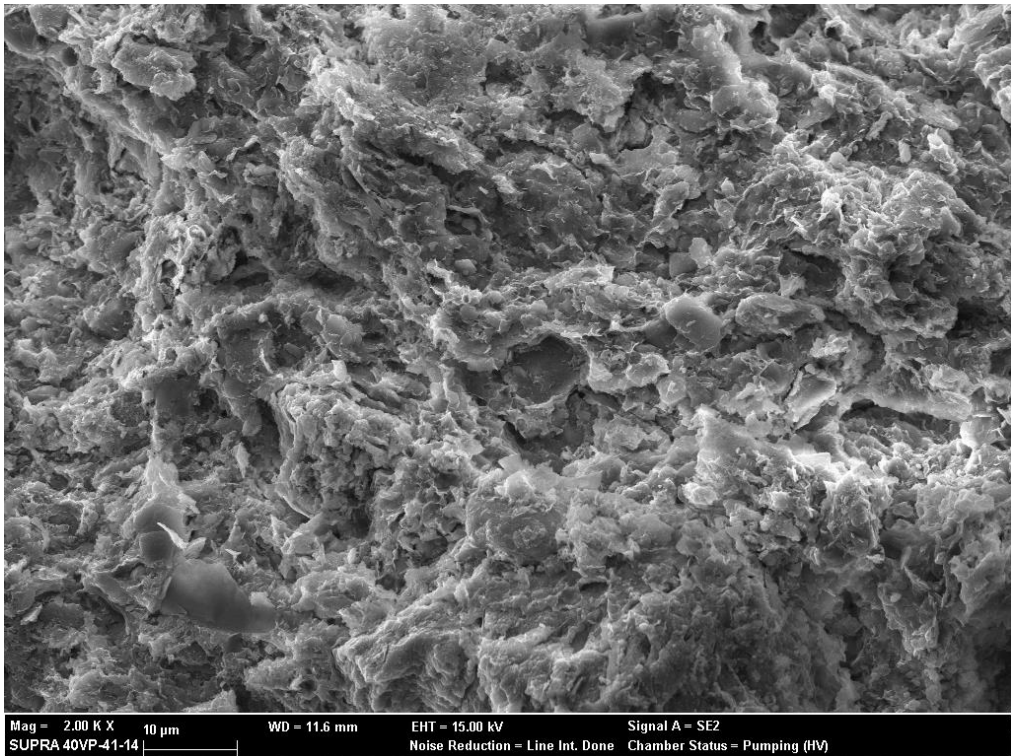
OVA-37



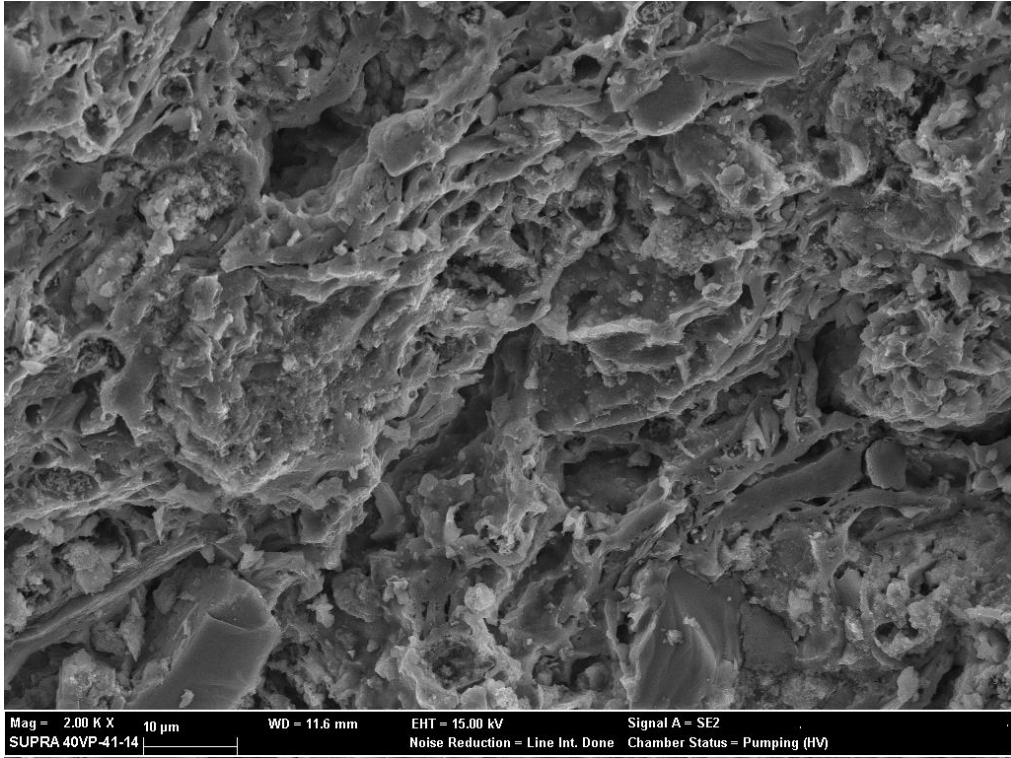
OVA-38



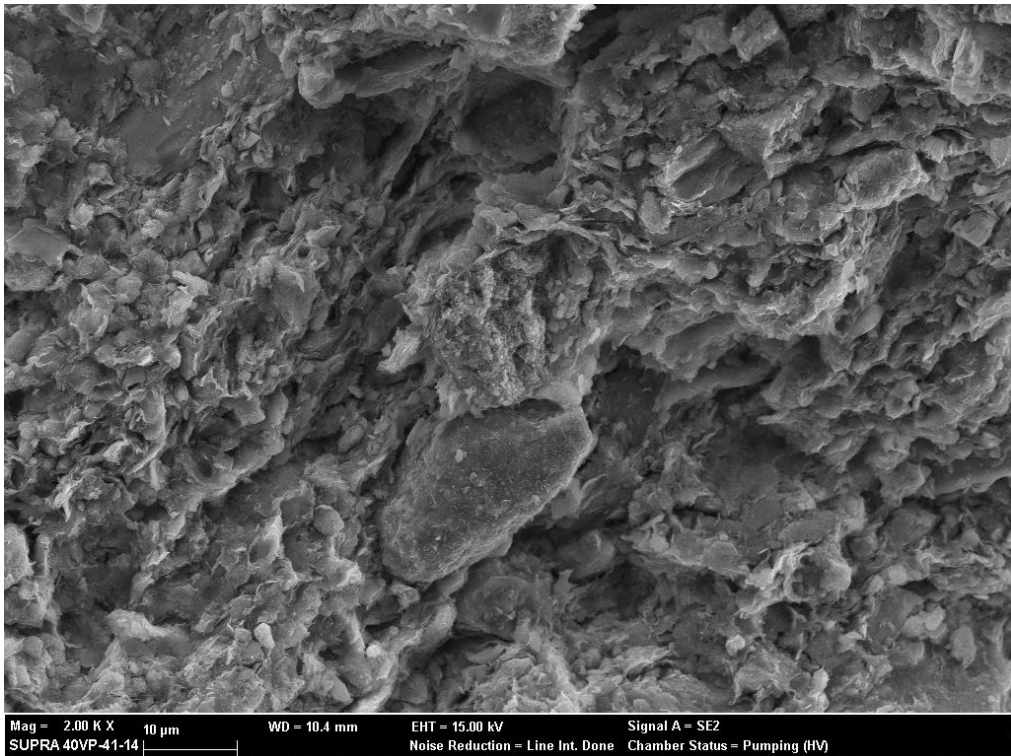
OVA-39



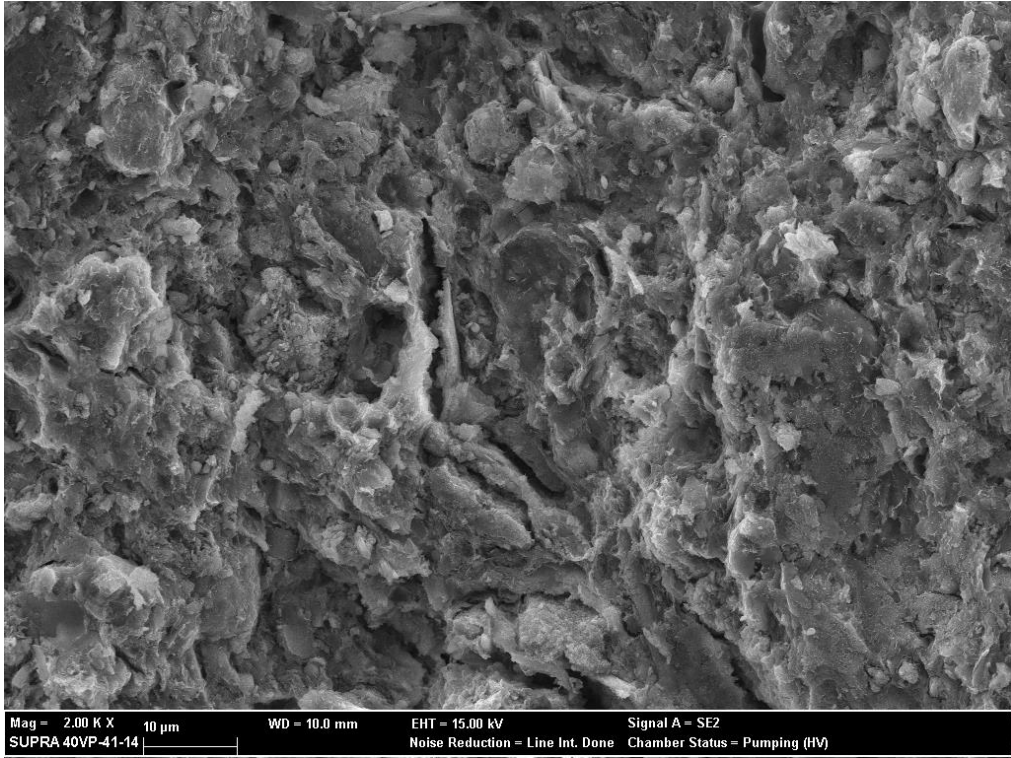
OVA-40



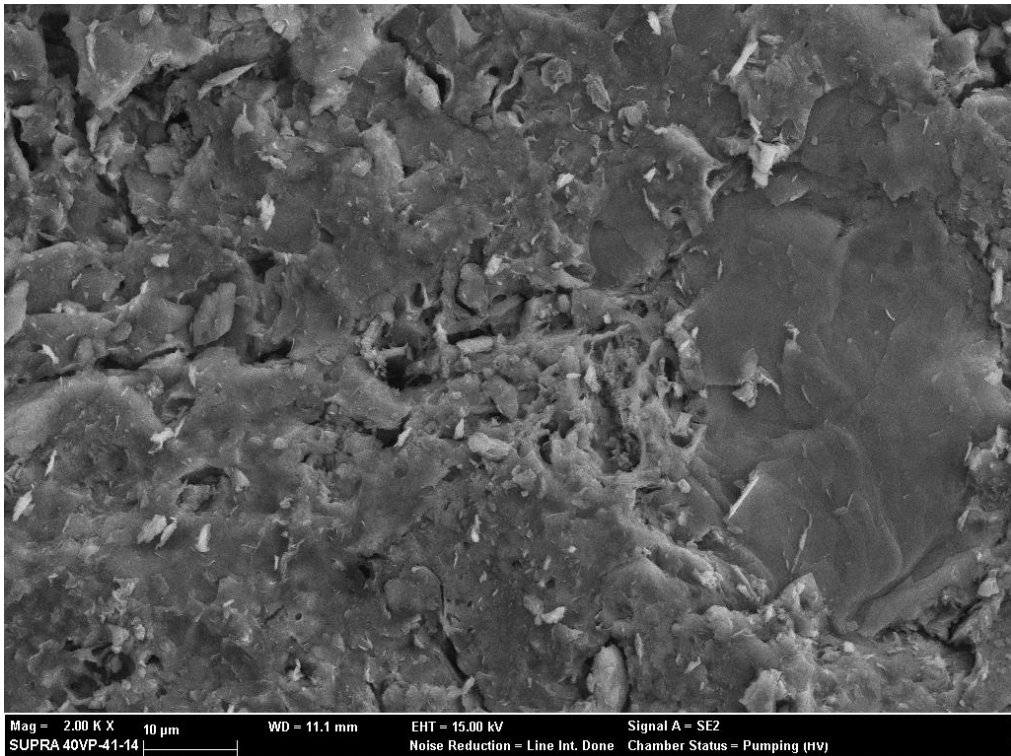
OVA-41



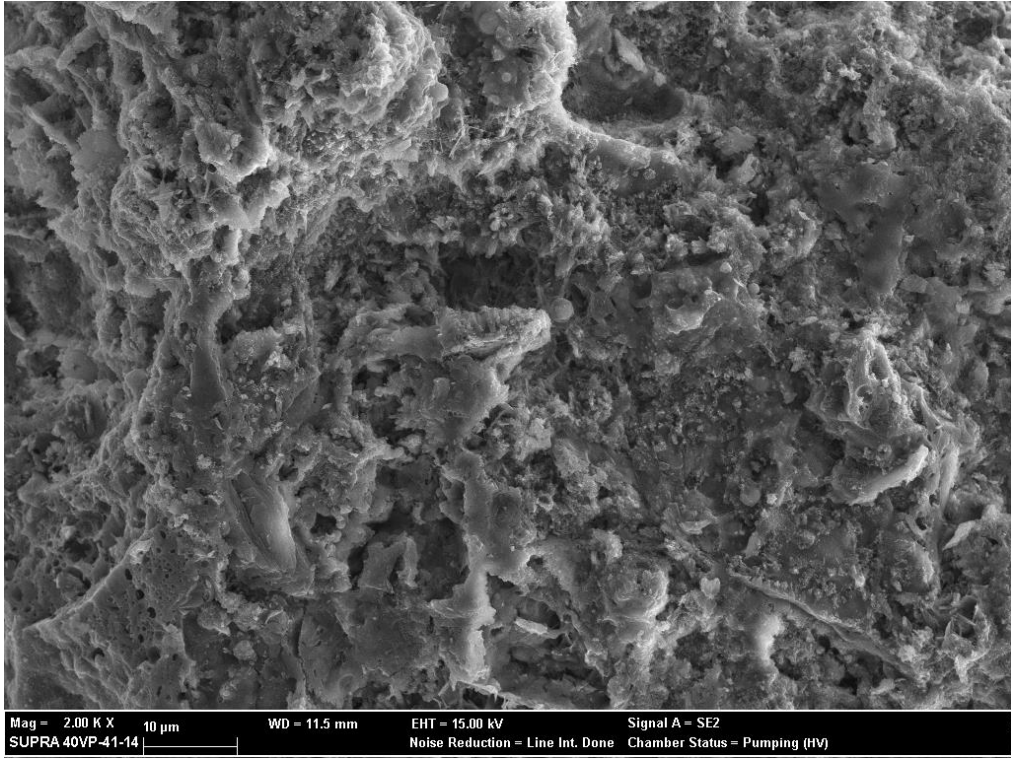
OVA-43



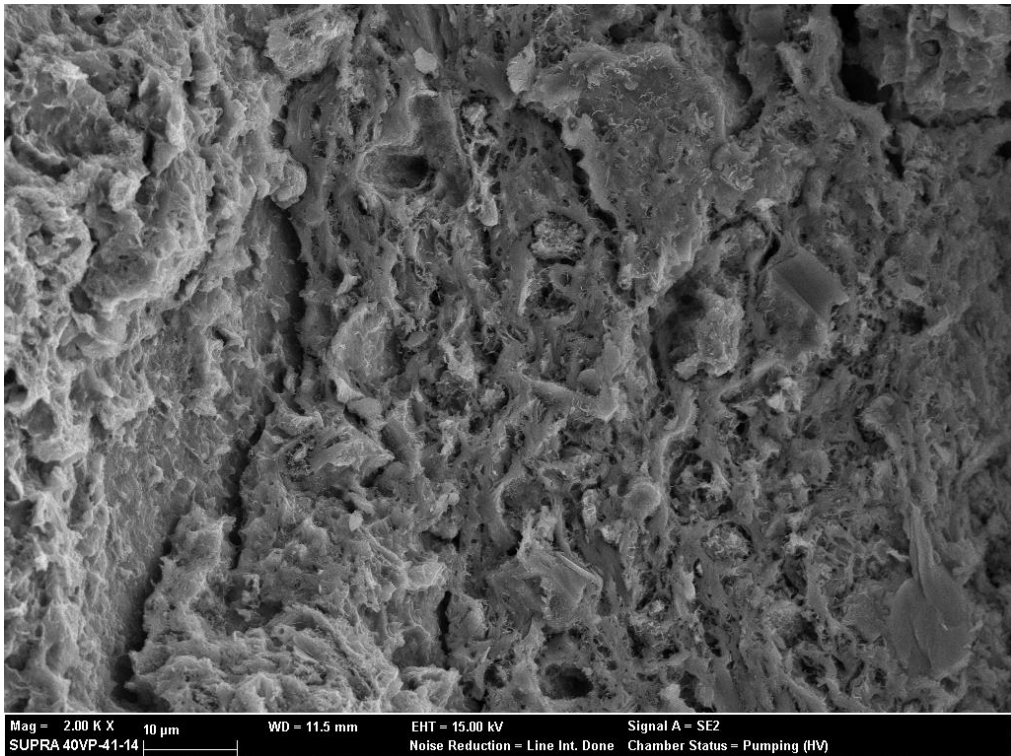
OVA-44



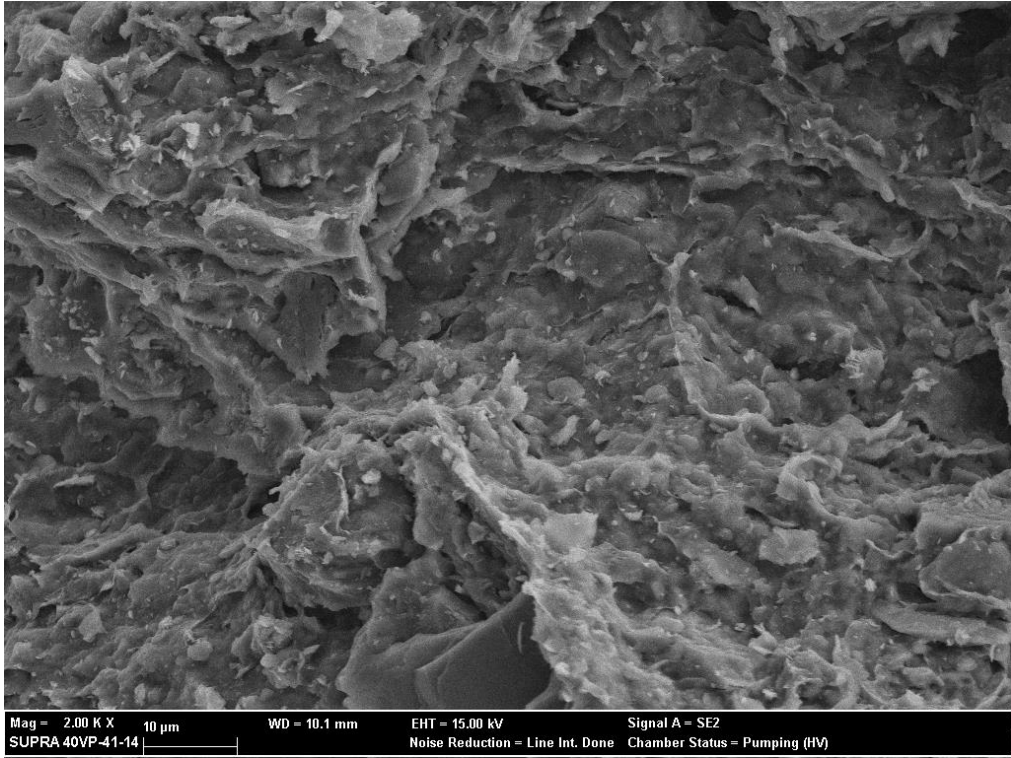
OVA-46



OVA-47

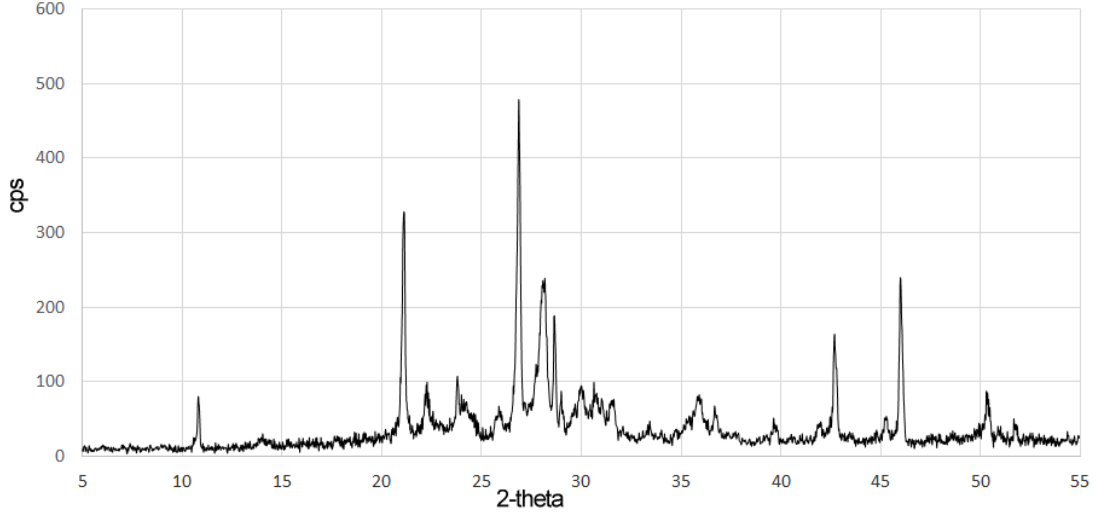


OVA-48

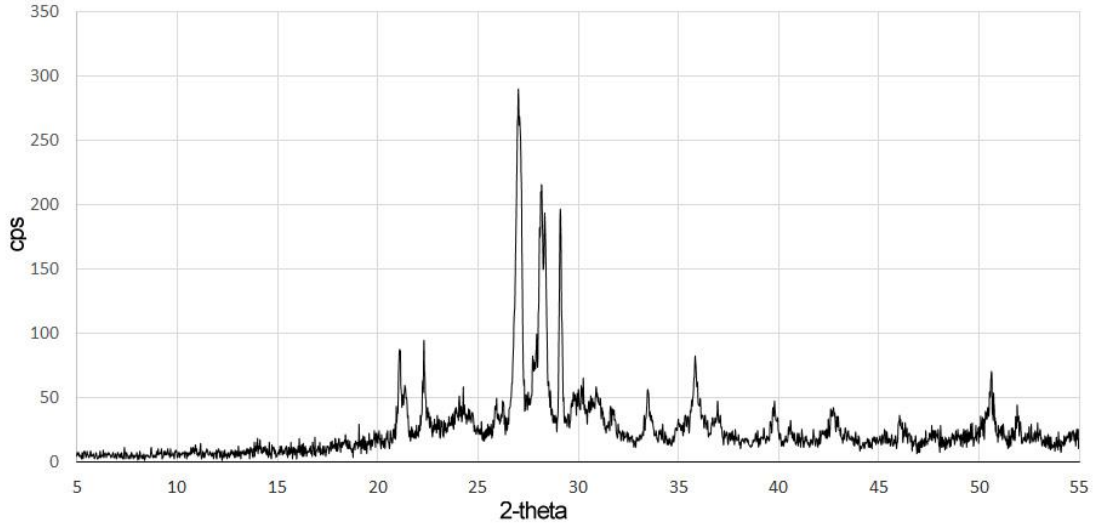


OVA-49

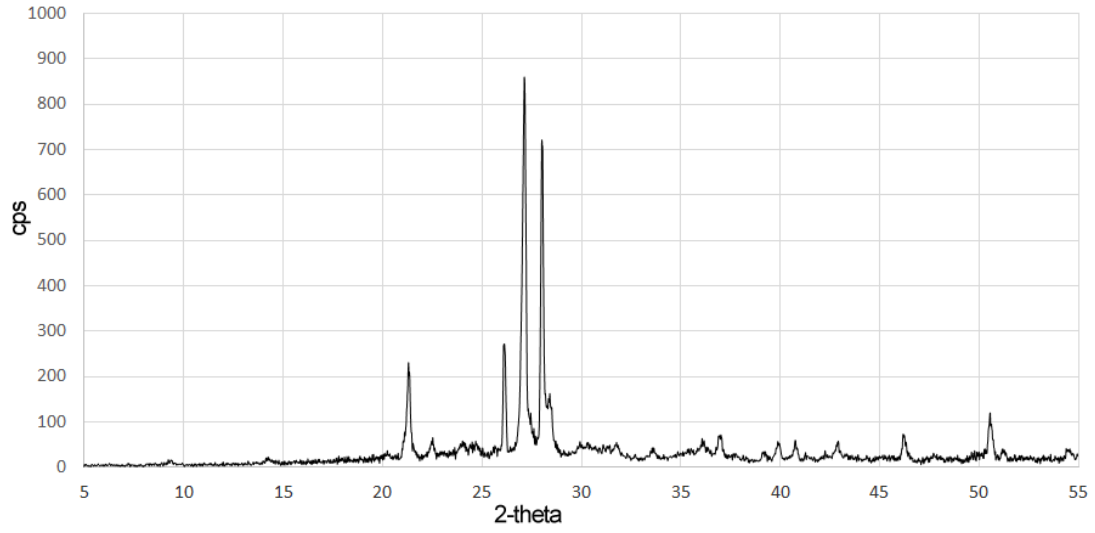
EK-3 Demir Çağı seramikleri XRD sonuçları (Bölüm 5.3'te verilenler hariç)



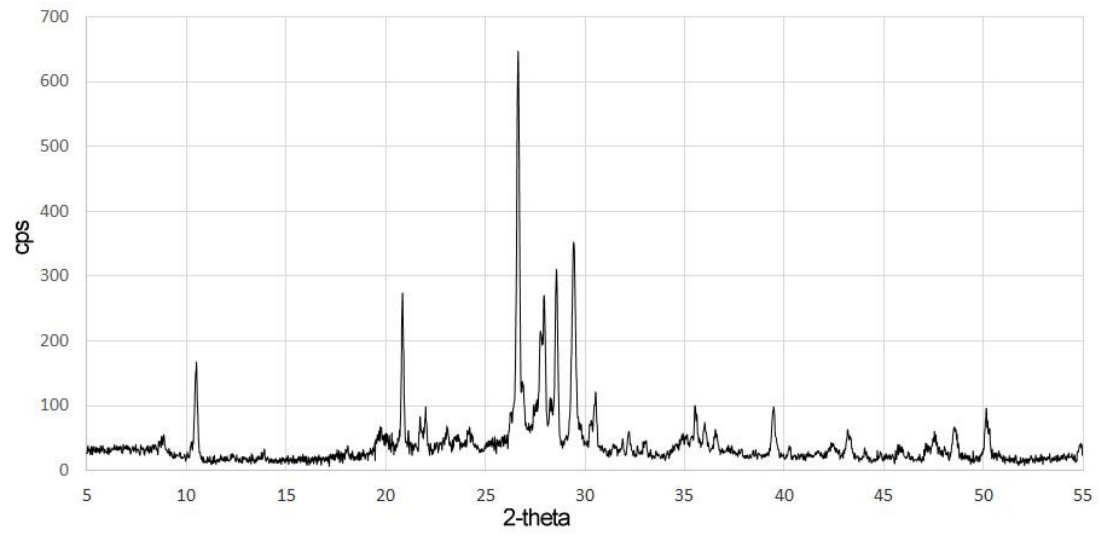
OVA-26 XRD kırınım deseni



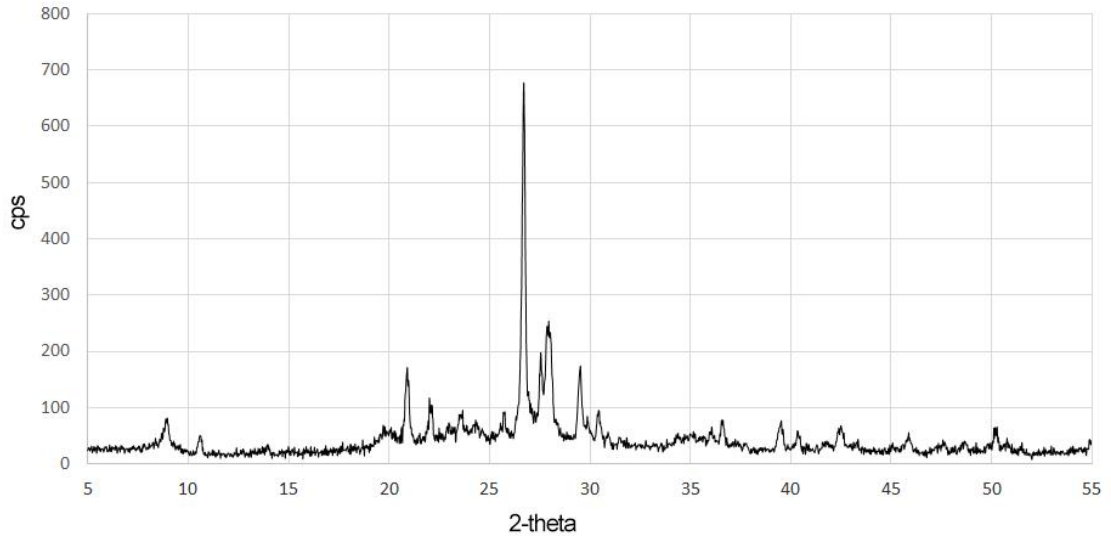
OVA-27 XRD kırınım deseni



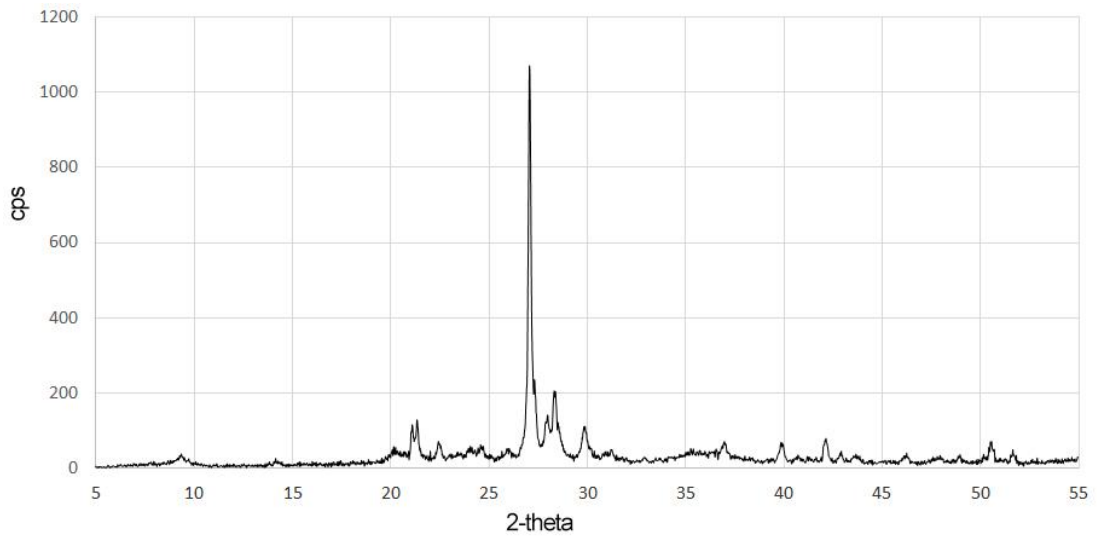
OVA-28 XRD kırınım deseni



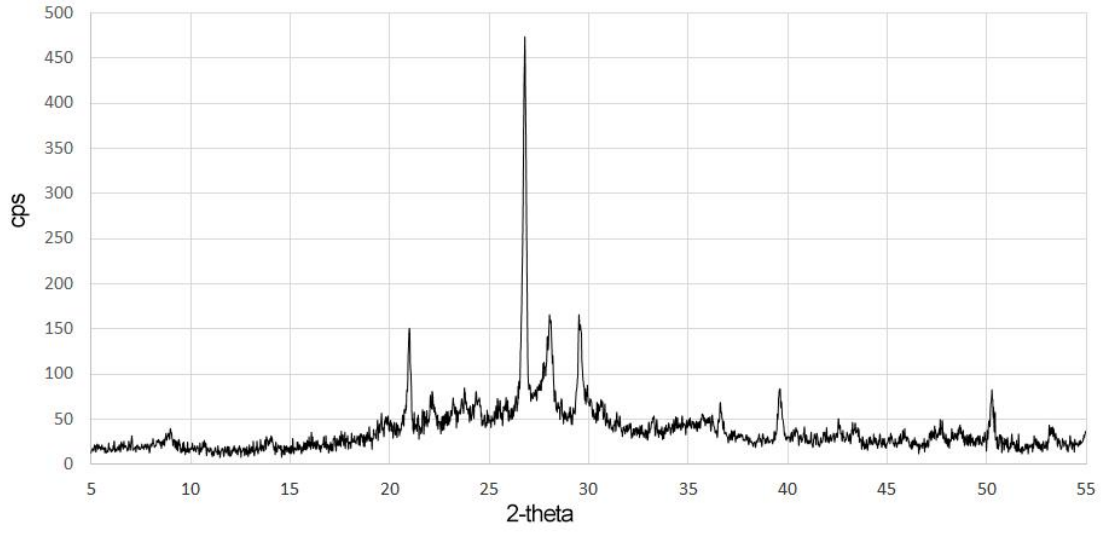
OVA-29 XRD kırınım deseni



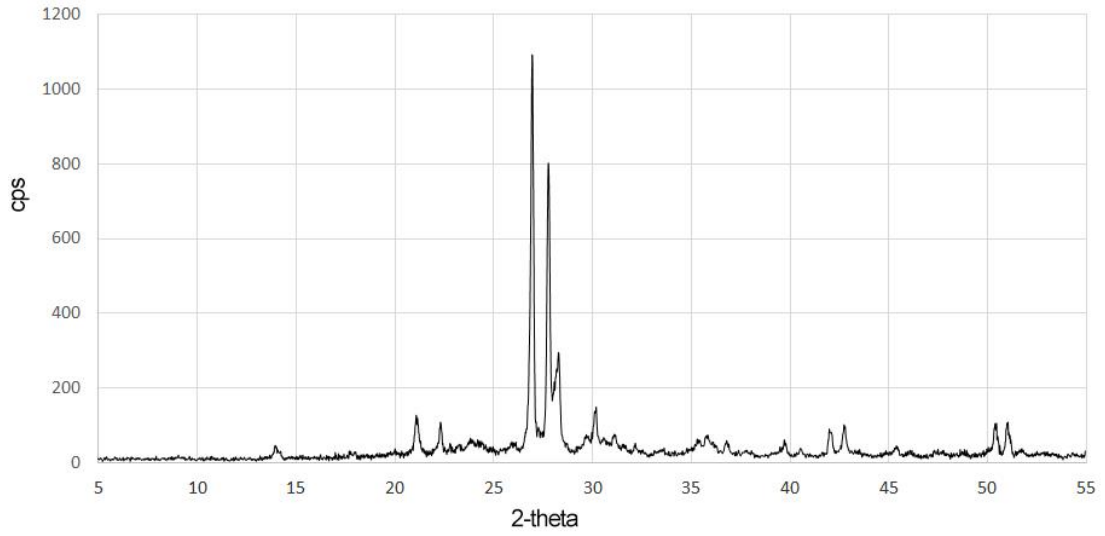
OVA-31 XRD kırınım deseni



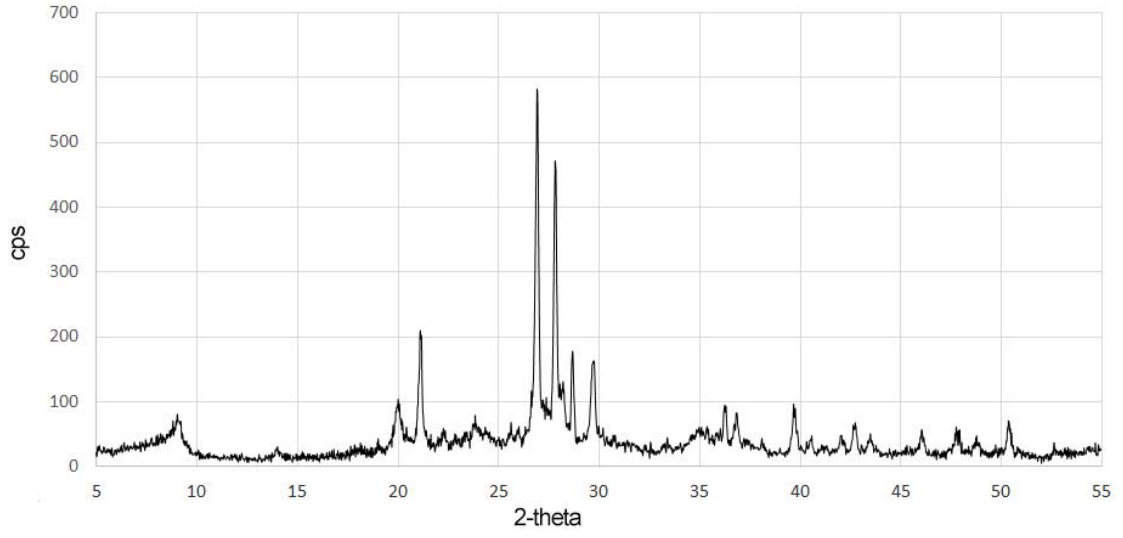
OVA-32 XRD kırınım deseni



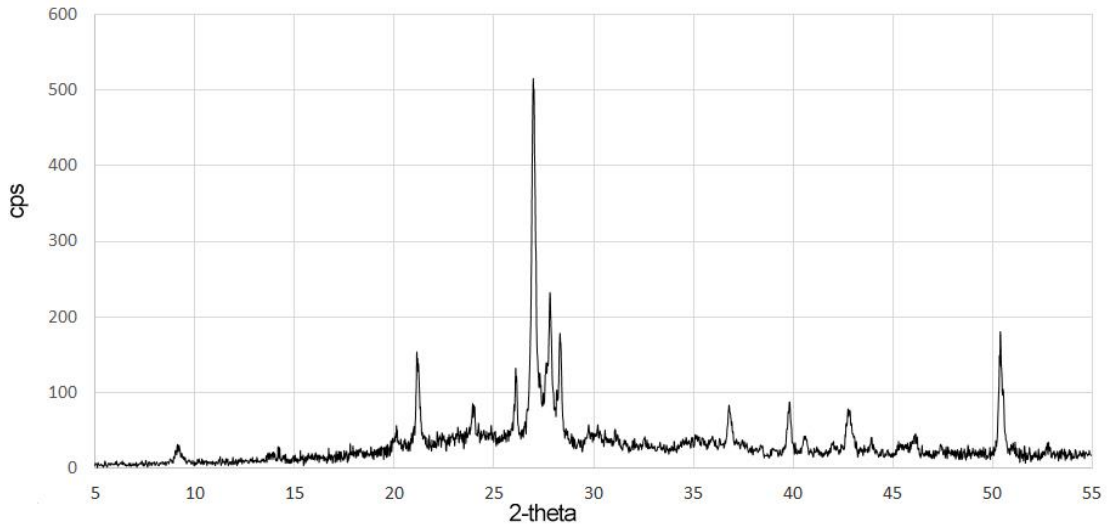
OVA-33 XRD kırınım deseni



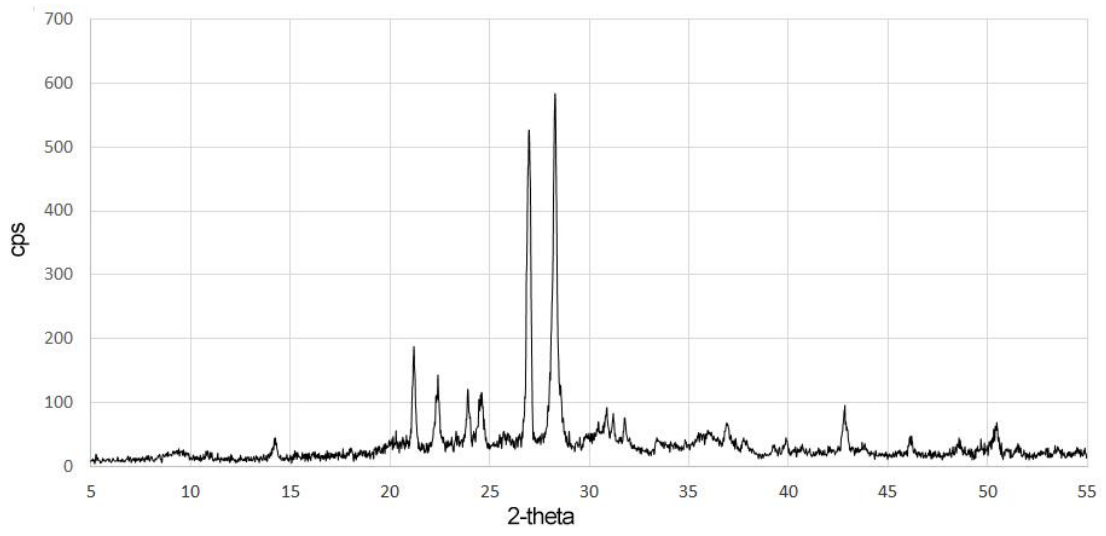
OVA-34 XRD kırınım deseni



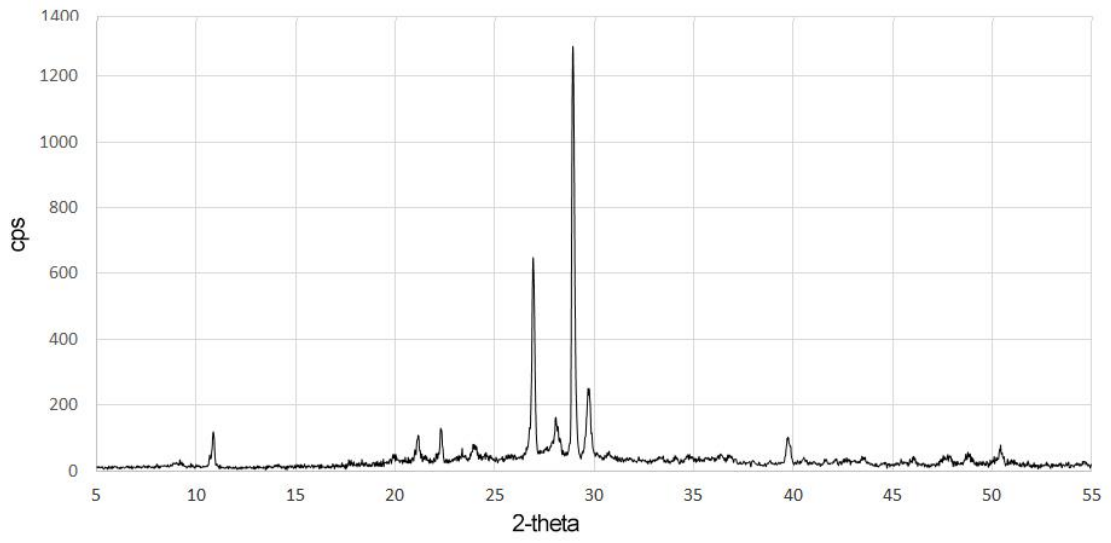
OVA-35 XRD kırınım deseni



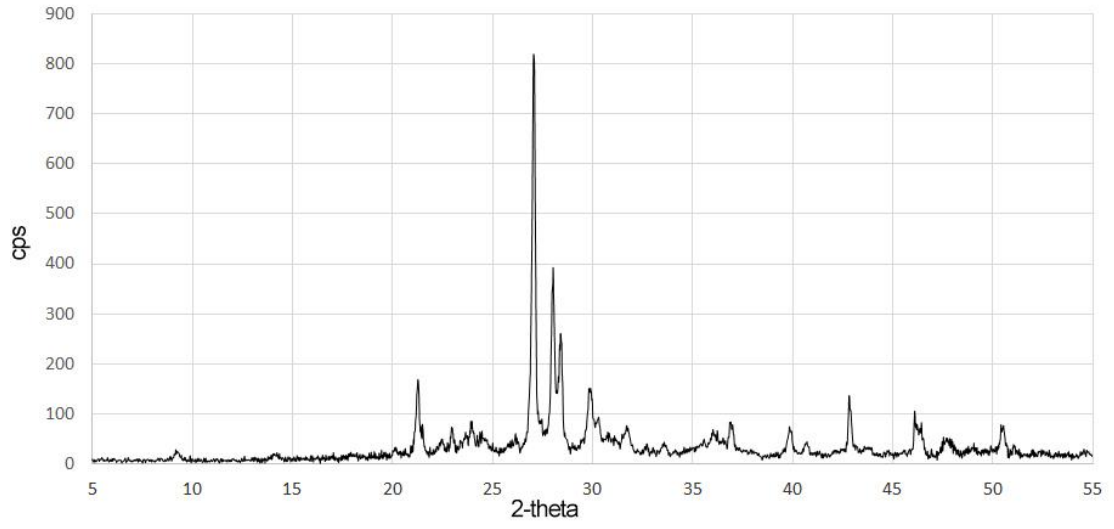
OVA-37 XRD kırınım deseni



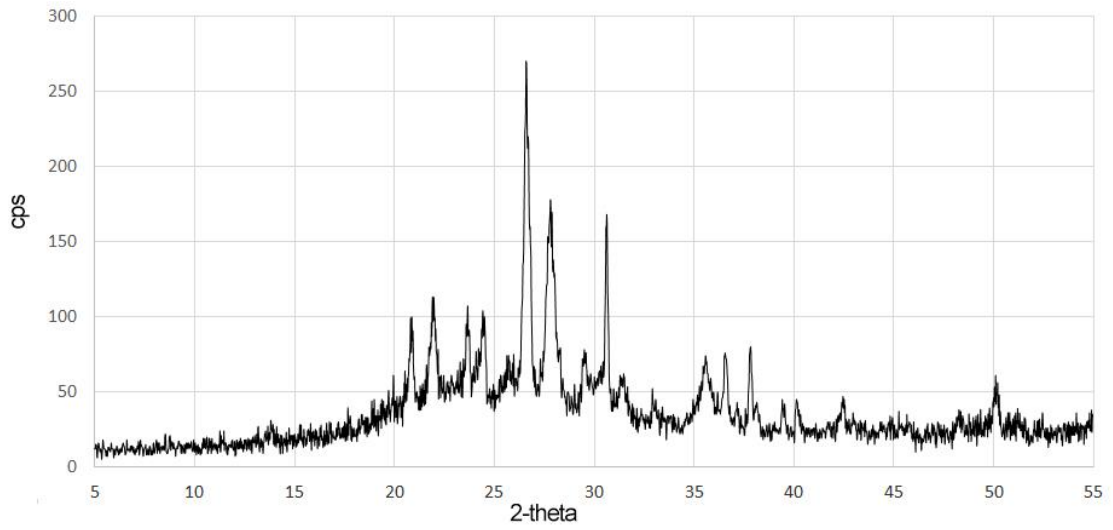
OVA-38 XRD kırınım deseni



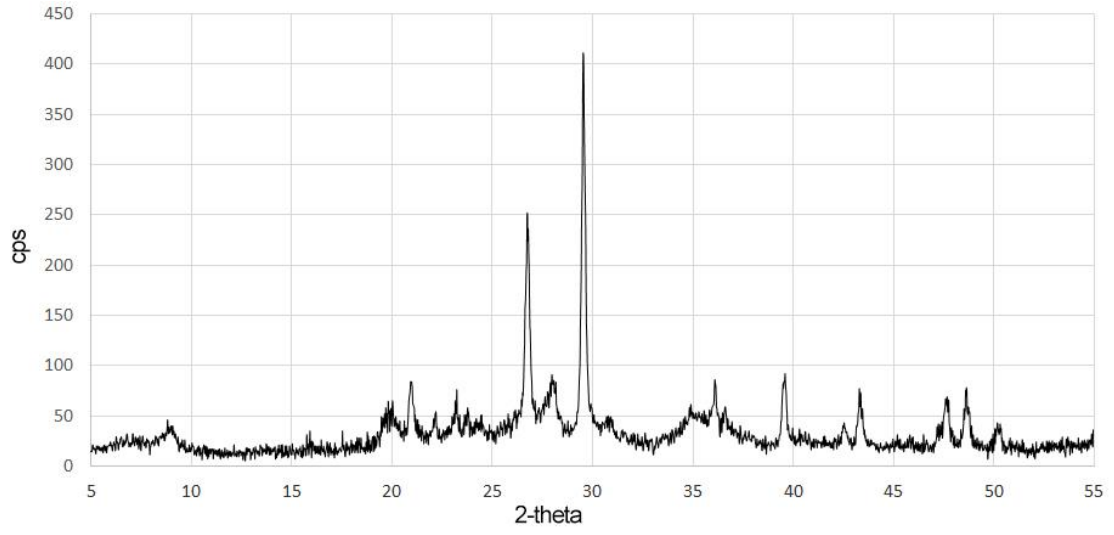
OVA-40 XRD kırınım deseni



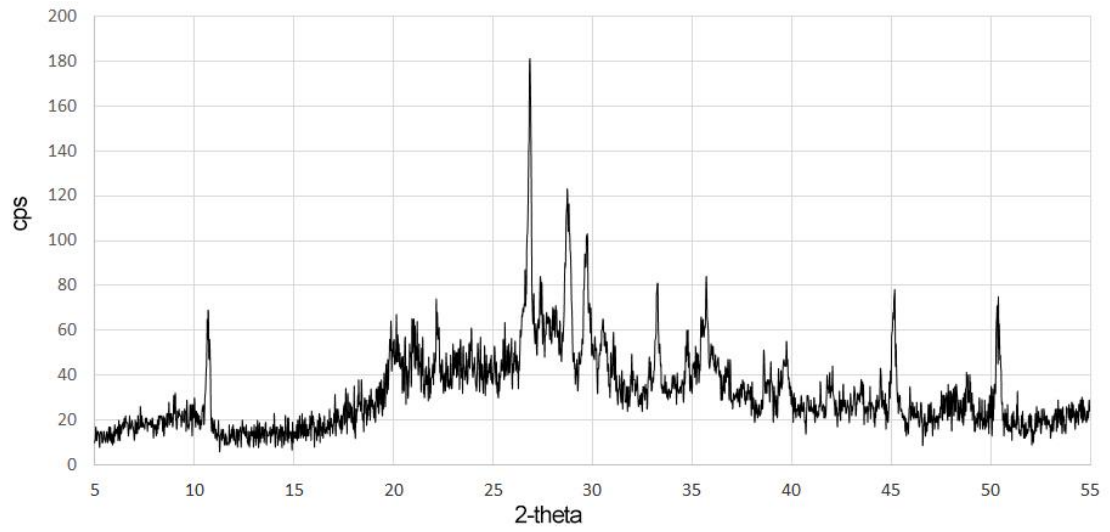
OVA-41 XRD kırınım deseni



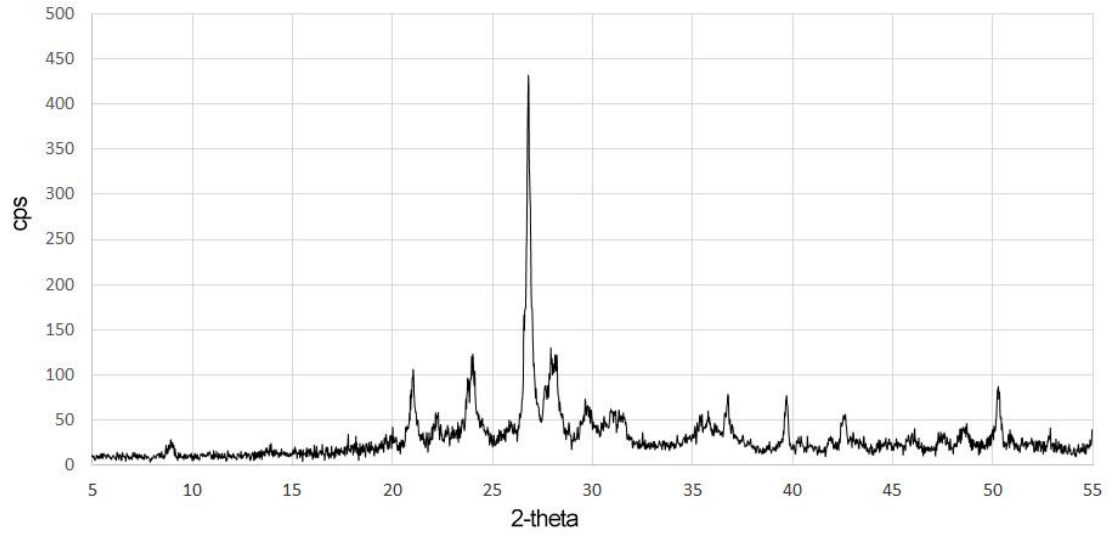
OVA-42 XRD kırınım deseni



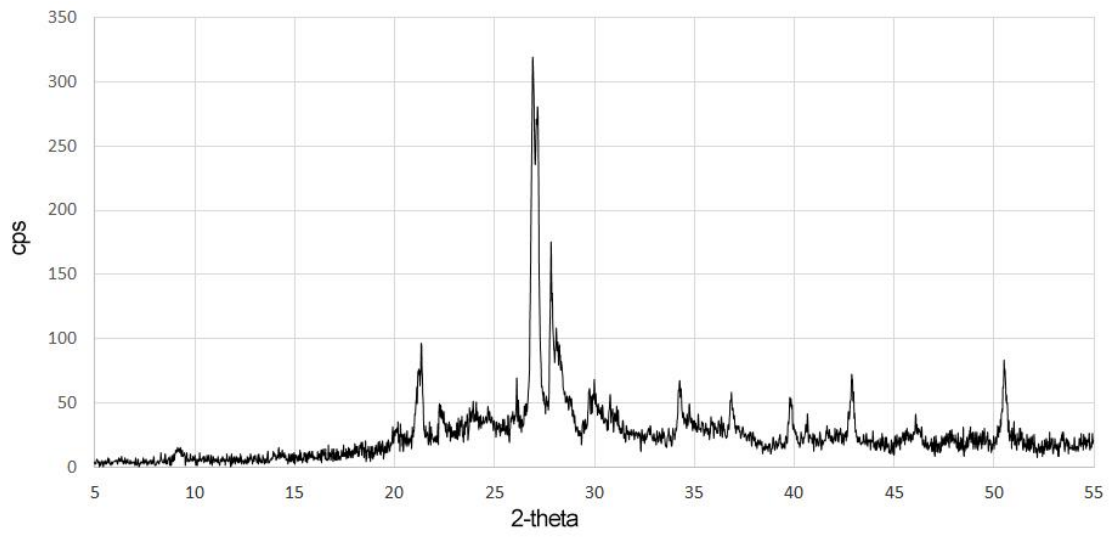
OVA-43 XRD kırınım deseni



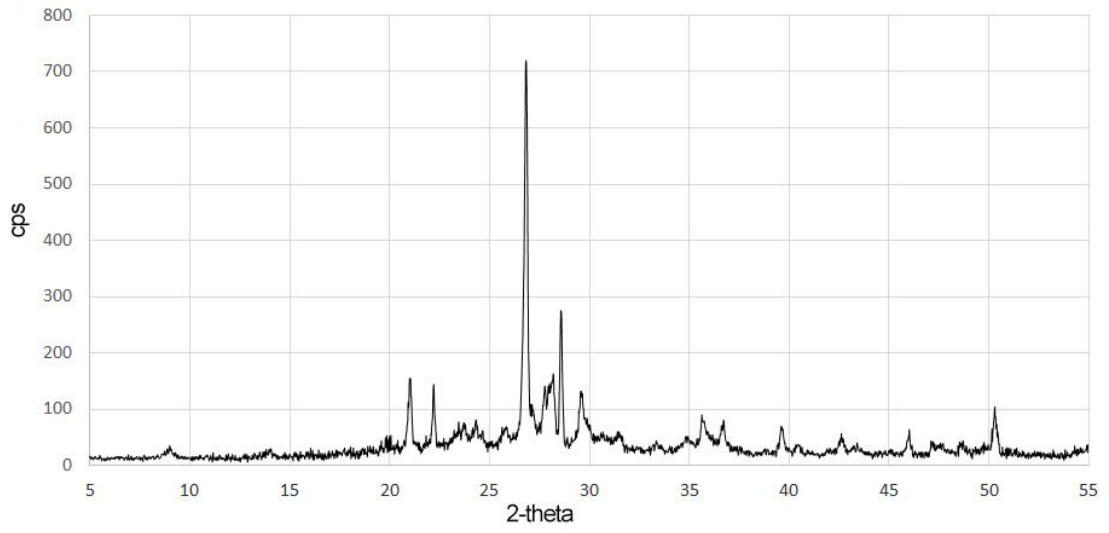
OVA-44 XRD kırınım deseni



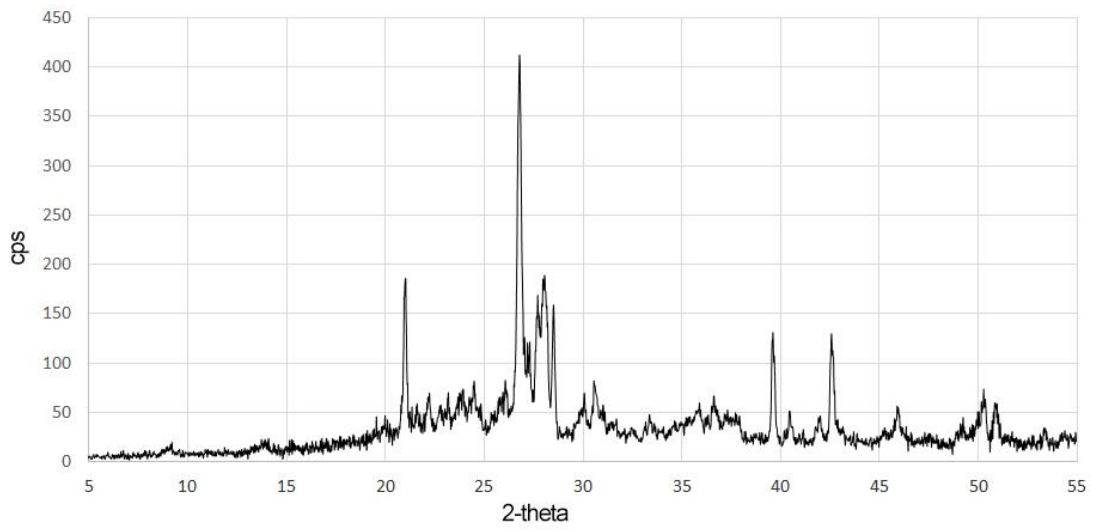
OVA-45 XRD kırınım deseni



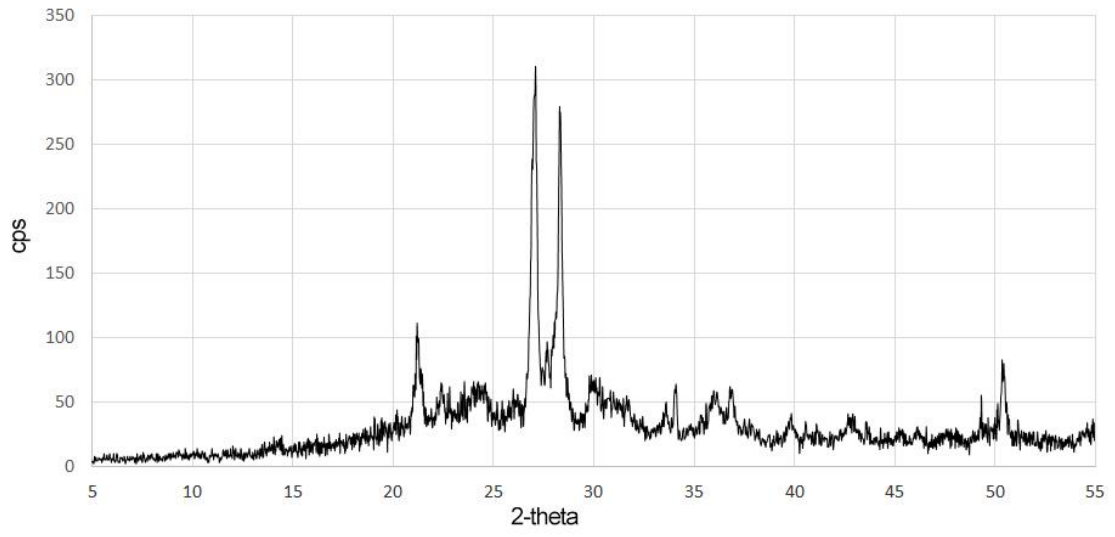
OVA-46 XRD kırınım deseni



OVA-47 XRD kırınım deseni

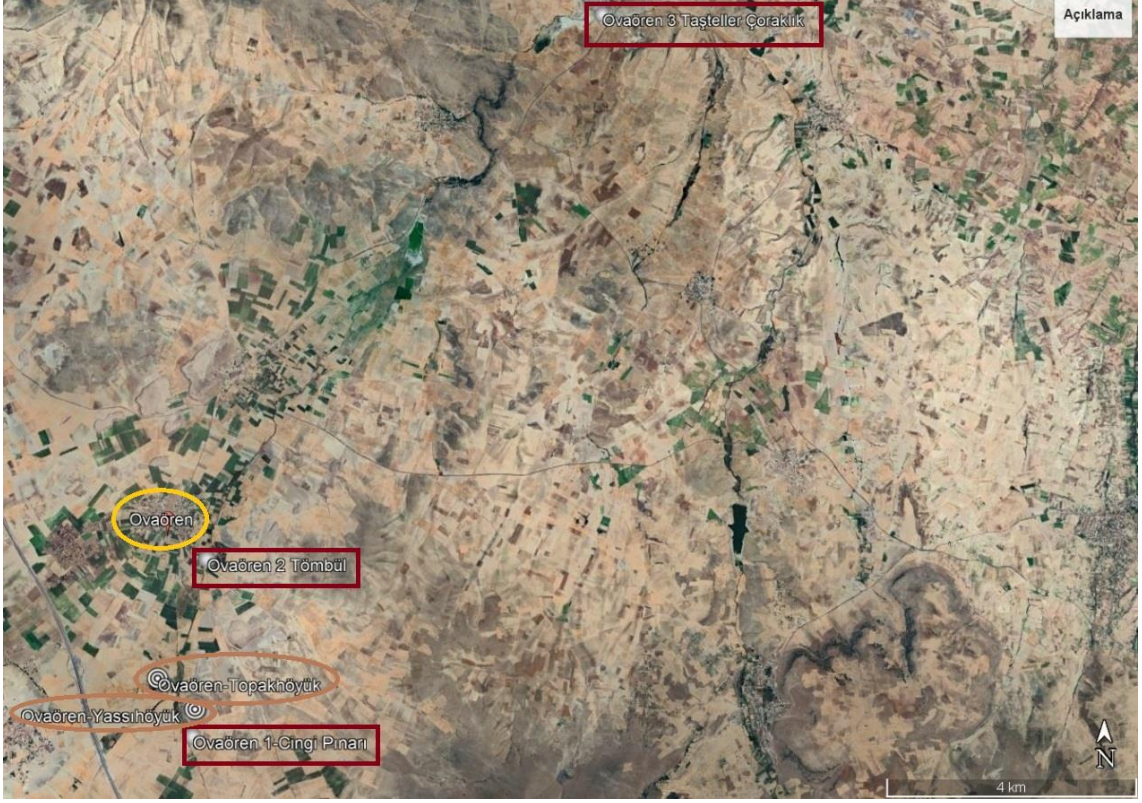


OVA-49 XRD kırınım deseni



OVA-50 XRD kırınım deseni

EK-4 Toprak örneklerinin lokasyon haritası.



EK-5 Seramiklerin EDX ve p-XRF verilerinin birlikte gösterimi

Kod	Analiz	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	K ₂ O**	Na ₂ O
OVA-26	EDX	54,58	11,98	16,42	9,71	3,07	2,30	0,68
	P-XRF	54,31	9,8	13,79	9,29	2,58	9,11	n/a
OVA-27	EDX	50,89	15,02	18,09	8,03	4,45	1,76	1,40
	P-XRF	49,57	18,77	11,89	8,95	3,38	5,55	n/a
OVA-28	EDX	55,00	6,15	17,43	11,04	3,16	3,90	2,00
	P-XRF	58,5	7,17	13,08	8,8	0	11,24	n/a
OVA-29	EDX	52,05	14,19	17,83	7,73	3,60	3,04	0,83
	P-XRF	46,71	20,94	12,89	8,9	3,62	5,05	n/a
OVA-30	EDX	54,91	5,43	22,16	11,91	1,12	2,99	0,62
	P-XRF	45,17	9,96	14,8	9,08	4,2	13,16	n/a
OVA-31	EDX	58,60	5,73	17,42	9,23	2,05	5,03	1,09
	P-XRF	59,19	5,48	15,32	8,14	2,91	7,1	n/a
OVA-32	EDX	54,04	6,19	19,01	12,22	2,98	3,34	1,21
	P-XRF	60,11	2,56	16,6	9,15	2,9	7,06	n/a
OVA-33	EDX	50,87	10,53	14,79	12,54	4,05	1,76	3,40
	P-XRF	46,1	18,62	10,68	7,87	7,05	7,59	n/a
OVA-34	EDX	50,59	18,53	13,88	11,23	1,77	2,52	0,70
	P-XRF	59,99	8,66	14,22	7,86	2,19	5,78	n/a
OVA-35	EDX	51,13	9,77	18,07	11,02	3,66	4,56	0,59
	P-XRF	58,41	5,74	14,39	8,99	3,02	7,39	n/a
OVA-36	EDX	58,00	2,20	21,28	12,35	1,32	2,87	0,74
	P-XRF	53,62	7,41	17,9	10,28	2,64	6,49	n/a
OVA-37	EDX	45,80	30,83	11,27	4,18	2,27	2,73	1,09
	P-XRF	41,17	17,3	12	8,17	-	7,86	n/a
OVA-38	EDX	56,23	4,57	17,95	13,19	4,18	1,01	2,07
	P-XRF	47,93	11,58	13,63	12,24	4,33	6,16	n/a
OVA-39	EDX	47,65	14,81	20,15	12,08	1,55	2,65	0,24
	P-XRF	49,8	9,49	16,22	9,49	2,38	11,32	n/a
OVA-40	EDX	51,49	16,04	17,25	6,63	3,47	3,13	0,78
	P-XRF	55,36	8,8	13,33	11,4	4,49	5,78	n/a
OVA-41	EDX	41,73	24,65	12,49	13,37	2,93	2,83	0,43
	P-XRF	51,56	13,86	13,6	9,08	4,62	5,94	n/a
OVA-42	EDX	58,20	8,04	17,56	9,52	2,10	2,12	1,50
	P-XRF	55,81	7,58	14,95	8,13	3,31	8,28	n/a
OVA-43	EDX	51,98	12,65	13,83	10,27	5,49	3,66	0,51
	P-XRF	58,8	3,97	12,95	11,04	3,5	7,72	n/a
OVA-44	EDX	51,10	10,23	22,20	8,90	3,70	2,76	0,44
	P-XRF	52,31	9,76	19,75	8,26	3,05	6,07	n/a
OVA-45	EDX	49,77	12,64	20,,13	12,18	1,10	1,79	0,66
	P-XRF	54,93	7,76	18,62	9,5	2,29	5,62	n/a
OVA-46	EDX	53,81	4,64	23,66	10,33	3,18	2,63	0,83
	P-XRF	54,51	5,99	18,91	8,05	2,72	8,72	n/a
OVA-47	EDX	49,61	8,21	16,00	19,98	1,89	2,35	0,98
	P-XRF	52,38	7,73	14,2	10,1	3,15	11,02	n/a
OVA-48	EDX	56,98	8,20	17,67	8,11	2,50	3,94	1,08
	P-XRF	58,12	9,45	12,17	8,28	4,05	5,57	n/a
OVA-49	EDX	53,36	1,61	24,87	11,80	2,96	2,62	1,00
	P-XRF	58,93	6,57	18,7	6,87	3,11	3,88	n/a
OVA-50	EDX	60,73	4,86	16,67	9,84	2,68	3,08	1,00
	P-XRF	52,97	14,7	12,65	8,69	3,72	6,08	n/a

n/a: uygulanabilir değil, (-): tespit edilmedi veya tarama limitin altında.. * p-XRF'te Fe₂O₃ in, ** p-XRF'te K₂O₅.