



**T.C.**

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**CUDİ DAĞI VADİSİ'NDE BİR GEÇ  
NEOLİTİK MERKEZ: ŞAH VADİSİ ÇANAK  
ÇÖMLEKLERİNİN KİMYASAL VE  
MİNERALOJİK KARAKTERİZASYONU**

**Esra KAYNAK**

**YÜKSEK LİSANS  
Arkeometri Anabilim Dalı**

**Haziran-2019  
BATMAN  
Her Hakkı Saklıdır**

Ek-2

### TEZ KABUL VE ONAYI

Esra KAYNAK tarafından hazırlanan "Cudi Dağı Vadisi'nde Bir Geç Neolitik Merkez: Şah Vadisi Çanak Çömleklerinin Kimyasal ve Mineralojik Karakterizasyonu" adlı tez çalışması 19/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arkeometri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

#### Jüri Üyeleri

**Başkan**  
Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZIT

**Danışman**  
Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZIT

**Üye**  
Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

**Üye**  
Dr. Öğr. Üyesi Hasan SAYĞILI

#### İmza

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

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

  
Prof. Dr. Şahnaz İÇGÖK  
PBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

## **DECLARATION PAGE**

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

Esra KAYNAK

Tarih: 19.06.2019

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

## CUDI DAĞI VADİSİ'NDE BİR GEÇ NEOLİTİK MERKEZ: ŞAH VADİSİ ÇANAK ÇÖMLEKLERİNİN KİMYASAL VE MİNERALojİK ANALİZİ

Esra KAYNAK

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Arkeometri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT  
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nilgün COŞKUN

2019, 89 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Murat BAYAZİT  
Doç. Dr. Ali Akın AKYOL  
Dr. Öğr. Üyesi Hasan SAYĞILI

Arkeometri, arkeolojik kazılarda açığa çıkan buluntuları çeşitli bilim dalları ile disiplinler arası çerçevede değerlendirilen bir alandır. Kazılarda ele geçen buluntuların kimyasal, mineralojik, fiziksel ve mikroskobik tanımlamaları geçmiş uygarlıklara ait birçok bilgi vermektedir. Buradan yola çıkılarak, mevcut tez çalışmasında Şırnak ilinde yer alan Şah Vadisi'ne ait Neolitik Dönem seramik buluntuları arkeometrik olarak incelenmiştir. Şırnak'ta 19. yüzyıl başlarından itibaren yapılan ilk bilimsel gezi ve araştırmalar batıdaki Cizre-Silopi ovalarında yoğunlaşmıştır. Bölgede yapılan araştırmalarda çok sayıda yerleşim tespit edilmiştir. Ortaya çıkarılan merkezlerden toplanan çanak çömlekler Mezopotamya etkili olarak değerlendirilmiştir. Şah Vadisi yamaç yerleşiminde bulunan çanak çömlekler Hassuna Samara kültürünün en doğudaki örneklerini temsil etmektedir. Bu seramiklerin karakterize edilmesi amacıyla mevcut çalışmada kimyasal ve mineralojik içeriklerin belirlendiği teknikler kullanılmıştır. Taşınabilir XRF ve XRD analizlerinde elde edilen sonuçlar sırasıyla seramiklerin kalkerli hammadde kaynakları ile üretildiklerine ve genel olarak 700-800°C gibi göreceli olarak çok yüksek olmayan sıcaklık aralıklarında pişirildiklerine işaret etmiştir. Petrografi analizinde elde edilen sonuçlar seramiklerde kil, kıltaşı ve marn kayaç içeriklerinin yanında mineral olarak da çoğunlukla kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve opak minerallerin yer aldığını ortaya koymuştur. Ayrıca çoğu örnekte grog ihtivası da (hacimce % 1-2 olarak) belirlenmiştir. Elde edilen arkeometrik veriler incelenen Şah Vadisi Neolitik Dönem seramiklerinin basit üretim teknikleri ile göreceli olarak düşük sıcaklıklarda pişirildiklerine ve dolayısıyla bu örneklerin büyük ihtimalle günlük kap ürünlerine ait olabileceklerine işaret etmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arkeometri, Geç Neolitik Dönem, Seramik, Şah Vadisi

## ABSTRACT

MS

### A LATE NEOLITHIC CENTER IN THE VALLEY OF CUDI MOUNT: CHEMICAL AND MINERALOGICAL ANALYSIS OF POTTERY FROM ŞAH VALLEY

Esra KAYNAK

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

Advisor: Asst. Prof. Dr. Murat BAYAZİT  
Co-Advisor: Asst. Prof. Dr. Nilgün COŞKUN

2019, 89 Pages

Jury

Asst.Prof.Dr. Murat BAYAZİT  
Assoc. Prof. Dr. Ali Akın AKYOL  
Asst.Prof.Dr. Hasan SAYĞILI

Archaeometry is a field that evaluates the archaeological findings through various branches of the science within an interdisciplinary frame. The chemical, mineralogical, physical and microscopic descriptions of the finds uncovered in the excavations give substantial information about the past civilizations. Proceeding from this point, ceramic findings belonging to the Neolithic period of Şah Valley (Şırnak province, Turkey) have been archaeometrically investigated. The first scientific surveys and researches in Şırnak since the beginning of the 19th century have been focused on the Cizre-Silopi plains in the west. A large number of settlements have been identified in the surveys conducted in the region. The pottery collected from the centers were considered as they were affected by Mesopotamia. The potsherds found on the hillside of the Şah Valley represent the most eastern examples of the Hassuna Samara culture. In order to characterize these ceramics, the techniques to determine chemical and mineralogical contents were used in the present study. The results obtained from the portable XRF and XRD analyzes respectively indicated that the ceramics were produced with calcareous raw material sources and were generally fired at relatively low temperature ranges (i.e. 700-800°C). The results obtained from petrography analysis revealed that clay, claystone and marl rock contents (as the rock types), and quartz, plagioclase, biotite and opaque minerals (as the minerals) mostly take place in ceramic fabrics. Additionally, grog content (% 1-2 by volume) was determined for most of the samples. The archaeometric data obtained indicate that the Şah Valley Neolithic Period ceramics were baked at relatively low temperatures with simple production techniques, and therefore these samples could possibly belong to daily-use ware group.

**Keywords:** Archaeometry, Late Neolithic Period, Ceramics, Şah Valley

## ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca tecrübeleriyle bana ışık tutan, tezin oluşumunda büyük katkısı olan çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Murat Bayazit'e (Batman Üniversitesi) ve ikinci danışmanım olan aynı zamanda tez çalışmasında incelenen seramik örnekleri temin eden Dr. Öğr. Üyesi Nilgün Coşkun'a (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü) gönülden teşekkür ederim.

Tez çalışması kapsamında uygulanan analizlerin gerçekleşmesine katkı sağlayan Doç. Dr. Ali Akın Akyol'a (Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi), Prof. Dr. Yusuf Kağan Kadioğlu'na (Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi; YEBİM), Doç. Dr. Sema Tetiker'e (Batman Üniversitesi), Doç. Dr. Mahmut Aydın'a (Batman Üniversitesi), Arş. Gör. Dr. Kıymet Deniz'e (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü) ve Gülşen Albuz Geren'e (Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı; MAKLAB), analizlerin uygulandığı araştırma merkezi ve laboratuvar yetkililerine (Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Batman Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi) teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyip beni yalnız bırakmayan değerli arkadaşlarım Hülya Işık, Fırkan Tanyeri ve Mehmet M. Alan'a gönülden teşekkür ederim. Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve çalışmamın her evresinde bana destek olan kardeşim Tülay Kaynak'a, her şeyden önce beni yetiştirip bugünlere kadar getiren en değerlim Anneme ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Esra KAYNAK  
BATMAN-2019

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>iv</b>
<b>ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>v</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>8</b>
2.1. Materyal .....	8
2.2. Yöntem.....	12
2.2.1. Taşınabilir X-ışını Floresans (XRF) Analizi .....	12
2.2.2. X-ışını Difraksiyon (XRD) Analizi .....	12
2.2.3. Fourer Dönüşümlü Kızılötesi (FT-IR) Spektroskopi Analizi .....	12
2.2.4. İnce Kesit-Petrografi (Optik Mikroskop) Analizi.....	13
<b>3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>14</b>
3.1. Taşınabilir XRF Analizi Sonuçları .....	14
3.2. XRD Analiz Sonuçları .....	29
3.3. İnce Kesit-Optik Mikroskop Analizi Sonuçları .....	36
3.4. FTIR Analizi Sonuçları.....	43
<b>4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>46</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>48</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>54</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>55</b>

# ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER DİZİNİ

## Şekiller Dizini

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. 1. Şırnak ili Merkez, Güçlükönak, Uludere ve Beytüşşebap ilçeleri yüzey araştırması alanları .....	6
Şekil 1. 2. Şah Vadisi genel görünümü .....	7
Şekil 1. 3. Şah Vadisi içinde açılmış kaçak kazı çukuru .....	7
Şekil 2. 1. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.....	8
Şekil 2. 2. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.....	9
Şekil 2. 3. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.....	9
Şekil 2. 4. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.....	10
Şekil 2. 5. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.....	10
Şekil 3. 1. Seramiklerdeki CaO, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, K <sub>2</sub> O ve TiO <sub>2</sub> içerikleri ile uygulanan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.....	20
Şekil 3. 2. Seramiklerdeki CaO, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ve MgO içerikleri ile uygulanan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.....	21
Şekil 3. 3. Seramiklerdeki oksit içeriklerinin grafiksel görünümü.....	23
Şekil 3. 4. Seramiklerdeki tüm eser elementler dikkate alınarak yapılan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.....	27
Şekil 3. 5. Seramiklerdeki Sr, Zn, Rb, Y, Cu, Zr, Ni ve Cr elementleri dikkate alınarak yapılan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.....	28
Şekil 3. 6. ŞAH-1 seramiği XRD analiz sonucu.....	31
Şekil 3. 7. ŞAH-3 seramiği XRD analiz sonucu.....	31
Şekil 3. 8. ŞAH-5 seramiği XRD analiz sonucu.....	31
Şekil 3. 9. ŞAH-7 seramiği XRD analiz sonucu.....	32
Şekil 3. 10. ŞAH-8 seramiği XRD analiz sonucu.....	32
Şekil 3. 11. ŞAH-10 seramiği XRD analiz sonucu.....	32
Şekil 3. 12. ŞAH-12 seramiği XRD analiz sonucu.....	33
Şekil 3. 13. ŞAH-14 seramiği XRD analiz sonucu.....	33
Şekil 3. 14. ŞAH-18 seramiği XRD analiz sonucu.....	33
Şekil 3. 15. ŞAH-28 seramiği XRD analiz sonucu.....	34
Şekil 3. 16. (a) ŞAH-1, (b) ŞAH-2, (c) ŞAH-3 ve (d) ŞAH-4 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	39
Şekil 3. 17. (a) ŞAH-5, (b) ŞAH-6, (c) ŞAH-7 ve (d) ŞAH-8 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	39
Şekil 3. 18. (a) ŞAH-9, (b) ŞAH-10, (c) ŞAH-11 ve (d) ŞAH-12 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	40
Şekil 3. 19. (a) ŞAH-13, (b) ŞAH-14, (c) ŞAH-15 ve (d) ŞAH-16 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	40
Şekil 3. 20. (a) ŞAH-17, (b) ŞAH-18, (c) ŞAH-19 ve (d) ŞAH-20 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	41
Şekil 3. 21. (a) ŞAH-21, (b) ŞAH-22, (c) ŞAH-23 ve (d) ŞAH-24 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	41
Şekil 3. 22. (a) ŞAH-25, (b) ŞAH-26, (c) ŞAH-27 ve (d) ŞAH-28 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	42
Şekil 3. 23. (a) ŞAH-29 ve b) ŞAH-30 numunelerine ait mikro fotoğraflar.....	42



## Çizelgeler Dizini

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2. 1. Seramiklerin L, a, b değerleri ve eşdeğer renkleri.....	11
Çizelge 3. 1. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 1-5).....	15
Çizelge 3. 2. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 6-10).....	16
Çizelge 3. 3. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 11-15)....	16
Çizelge 3. 4. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 16-20)....	16
Çizelge 3. 5. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 21-25)....	17
Çizelge 3. 6. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 26-30)....	17
Çizelge 3. 7. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 1-5)....	24
Çizelge 3. 8. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 6-10). 24	
Çizelge 3. 9. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 11-15). .....	25
Çizelge 3. 10. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 16-20). .....	25
Çizelge 3. 11. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 21-25). .....	26
Çizelge 3. 12. Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 26-30). .....	26
Çizelge 3. 13. Seramiklerde XRD ile belirlenen mineral/faz içeriği. ....	30
Çizelge 3. 14. Şah Vadisi Neolitik seramik örnekleri ince kesit optik mikroskop analiz sonuçları.....	37
Çizelge 3. 15. FTIR analizinde numuneler için belirlenen bant değerleri.....	45

## 1. GİRİŞ

Ülkemizin üzerinde bulunduğu coğrafya binlerce yıl pek çok topluma ve o toplumların kültürel mirasına ev sahipliği yapmıştır. Konumu itibariyle Asya ve Avrupa gibi uygarlık tarihinin iki temel kıtası arasında doğal köprü görevi gören bu coğrafya farklı iklim ve bitki örtüsü çeşitliliğine sahiptir. Dolayısıyla, iki kıta arasında uzanan Anadolu Yarımadası tarih boyunca farklı hayat biçimleri ve farklı gelişen kültürlerle sahne olmuştur. Anadolu'da zengin kültürel çeşitlilikle sonuçlanan bu durum, içerisinde binlerce yıllık bilgiyi barındıran muhteşem bir kaynak olma özelliğinin yanında Anadolu'nun özellikle tarihçi ve arkeologların yaptığı çalışmalarda yüzyıllar boyu odak noktası haline gelmesine vesile olmuştur. Yapılan kazılar sonucu Anadolu'da tarih öncesi yaşayan toplumların kendi yaşam biçimlerini, sosyo-kültürel yapılarını ve sanat anlayışlarını yansıtan mimari yapılarla beraber taşınabilir birçok eser (cam, taş, metal, tekstil, seramik vb.) bıraktıkları görülmüştür (Ökse, 2002; Işık, 2018; Türkcan, 2012).

Arkeolojik kazılara genel olarak bakıldığında ortaya çıkarılan malzemeler içerisinde sayıca en fazla ele geçen buluntular seramik ürünler olmuştur. Seramik, Yunancada "yanmış malzeme" anlamına gelen "Keramos" kelimesinden türetilmiş olup inorganik malzemelerin oluşturduğu bileşimlerin belirli bir plastiklik kazandırılmasının ardından şekil verilmesi, kurutulması, yeteri kadar sertlik ve mukavemete ulaşmaya kadar pişirilmesi sonucu elde edilen malzeme olarak tanımlanmaktadır. Seramik üretiminde özellikle şekillendirme ve kurutma işlemlerinde etkin rol oynayan killer seramikler için temel hammadde olarak kabul edilmektedir. Farklı tanımlamalar yapılan killerin kabul gören tanımı ise doğal olarak oluşmuş, ince taneli minerallerden meydana gelen, yeterli miktarda su katılınca plastikleşen ve kuruma veya pişmeyle sertleşebilen malzemelere verilen genel isimdir. Kildeki ortak fazlar, plastiklik sağlamayan malzemeler ve organik maddeler içerebilir. Seramik üretiminde hammadde olarak kullanılan killer kendi içinde özlü ve özsüz hammaddeler olarak ayrılmaktadır (Arçasoy, 1983; Kingery, 1976; Erdinç, 2004; Eramo ve ark., 2004; Gigante, 2018).

Genel itibariyle toprağın suyla şekillendirilmesi ve ateşle pişirilmesi sonucu elde edilen seramik malzemeler insanlar tarafından farklı birçok amaç için değişik zaman aralıklarında kullanılmıştır. Seramik ürünler toprak (veya kil) esaslı malzeme olmaları sebebiyle kalıcı olmaları ve zaman içerisinde çok az tahribata uğramalarından dolayı

arkeolojide önemli malzemelerden biri olarak kabul edilmektedirler. Özellikle pişmiş toprak malzemeler (seramikler) hemen hemen bütün jeolojik, biyolojik, çevresel ve iklimsel etkilere dayanabilmekte ve böylelikle yüz yıllar boyunca üretildikleri tarihleri yansıtacak derecede varlıklarını koruyabilmektedirler. Bu anlamda, antik seramik malzemeler arkeoloji bilimi açısından da büyük önem kazanmıştır. Seramikler gibi bugüne kadar sağlam bir şekilde kalabilen ve ait oldukları medeniyetlerin kültürel, sosyal, ekonomik ve sanatsal yönlerini yansıtan başlıca diğer eserler metal ürünler, heykeller ve mimari yapılar olmuştur. Bu kültürel miraslar sahip oldukları karakteristik özellikleri ile tarihe ışık tutmaktadır. Bu kapsamda, arkeolojinin yanı sıra mühendislik ve fen bilimlerinin de birlikte yer aldığı ve son zamanlarda sıkça yaygınlaşan arkeometrik çalışmalar eski eserlerin karakteristik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmaktadır (Arçasoy, 1983; Bayazit ve Akyol, 2015).

Pişmiş toprak (terra cotta) objelerin varlığı Anadolu'da binlerce yıl öncesine ait buluntulardan anlaşılmaktadır. M.Ö. 8000 ile M.Ö. 5.500 arasındaki Neolitik Dönem pişmiş toprak ürünleri ile başlayan ve Anadolu'da seramikli dönemin başlangıcından günümüze kadar kesintisiz olarak insanoğlunun yaşam şekline paralel bir gelişme gösteren seramikler sürekli olarak kendini yenilemiş ve geliştirmiştir. Günümüz arkeolojik verilerine göre, yaklaşık olarak M.Ö. 10000 ile 6000 yılları arasına tarihlendirilen Neolitik Çağ insanlık tarihinde en önemli süreçlerden biridir. Neolitik Çağ insanlık için kayda değer yeniliklerin başlangıcı olmakla birlikte bu dönem yerleşik hayata geçişin ve insanoğlunun bugünkü yaşamın temelini attığının göstergesidir (Özüşen ve Yıldız, 2012; Bayram, 2018; Efecan, 2011).

“Cıvalı Taş Devri” ve “Yeni Taş Devri” olarak da isimlendirilen Neolitik Çağ'da Anadolu'da yaşayan toplumların da yaşayış biçimi farklılıklar göstermeye başlamıştır (örneğin iklim koşullarındaki iyileşmelere bağlı olarak tarıma geçilmesi gibi). Dolayısıyla, bu çağda insanoğlunun bir bakıma üretici bir kimliğe sahip olmaya başladığı görülmektedir. Günümüz köy hayatı ile örtüşebilecek bir yaşam biçimi sistemine geçmeye başlayan insanlar bu çağda bir yandan da yerleşik hayat ve bu düzene bağlı olarak gelişen sosyal, ekonomik ve kültürel özellikleri ile gelişime adım atmışlardır. Bu bağlamdaki önemli gelişmelerden biri de kilden yapılan toprak ürünlerin ateşle pişirilerek dayanım kazanan çanak-çömlek haline getirilmesidir (Sevin, 2002; Özdemir, 2015).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi coğrafi olarak Güneydoğu Toros Dağları'nın Anadolu'daki güney kesimi ile Suriye ve Irak sınırı arasında yer almaktadır. Anadolu topraklarının coğrafi anlamda Kuzey Irak ve Kuzey Suriye ile bir bütünlük içerisinde olduğu görülmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi "Bereketli Hilal" olarak tabir edilen alanın (batıda Akdeniz, doğuda Zağros Dağları ile kuzeyde Güneydoğu Toroslar ve güneyde Arabistan Çölü) en geniş kısmıdır. Yaya benzer şekli ile yaklaşık olarak 1500 km uzunluğa sahip olan ve hilale benzetildiği için bu adı alan "Bereketli Hilal" bölgesi iki büyük nehir ile sulanan verimli topraklara sahiptir. Farklı medeniyetlerin keşiştiği bu stratejik alan erken dönem itibariyle Mezopotamya, Suriye ve Anadolu arasında ticaret yapan kervanlar, hayvancılık yapmakta olan göçerler ve ayrıca sefer düzenleyen toplumlar tarafından sık sık kullanılmıştır. Bölgedeki iki büyük nehir olan Dicle ve Fırat nehirleri etrafında yerleşim alanı kuran toplumlar sahip oldukları konum ve imkânlarla bağlı olarak farklı üretim, tüketim ve ticari ilişkilerde bulunmuşlardır. Bölgedeki sosyo-kültürel çeşitlilik ve tarih boyunca farklı medeniyetlerin yaşam sürdürdüğü gerçeği yapılan arkeolojik araştırmalar ile de ortaya konulmuştur. Bereketli Hilal'in kuzeydoğu ucunda yer alan Şırnak, Güneydoğu Toroslar'a bağlı olan Namaz Dağı ile kuzeyden, Gabar Dağı ile batıdan ve Cudi Dağı ile güneydoğudan çevrelenmiştir. Doğuya doğru artan ve Hakkâri dağları ile birleşen bu yükselti güneye doğru giderek azalmakta ve Kasrik Boğazı'ndan itibaren de Cizre-Silopi Ovalarına (Kuzey Mezopotamya) ulaşmaktadır. Şırnak ve çevresi Neolitik Dönem'de bir kavşak yeri olarak karşımıza çıkmaktadır (Çelik, 2010; Erinç, 1980; Yakar ve Riegel, 2007; Coşkun ve ark., 2019).

Günümüzden yaklaşık 8000 yıl öncesine ait olan ve Hassuna Samarra ya da Geç Neolitik-4 olarak adlandırılan dönemde Kuzey Mezopotamya'nın en erken boyalı çanak çömlek kültürleri izlenmektedir. Birbirinin devamı karakterindeki bu boyalı çanak çömlekler ilk kez buldukları merkezlerin ismiyle adlandırılmıştır. Açık kahverengi, krem, bej renkte hamurlu, çoğu kez astarsız, kum, bitki ve bazen de taşçık katkılı çanak çömleklerin yüzeyleri genellikle hafifçe açkılarak düzeltilmiştir. Tamamı elde biçimlendirilmiştir. Boya ve kazıma bezemeli örneklerle beraber bezemesiz örnekler de vardır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde en doğuda, Yukarı Dicle Vadisi'nde yürütülmüş kazılardan Salat Camii Yanı ve Hakemi Use'de bu türde çanak çömlekler bulunmuştur (Tekin, 2017; Tekin, 2015).

Şırnak'ta 19. yüzyıl başlarından itibaren yapılan ilk bilimsel gezi ve araştırmalar batıdaki Cizre-Silopi ovalarında yoğunlaşmaktadır (Layard, 1853). Cudi Dağı vadisindeki kaya kabartmaları Hormuzd Rassam tarafından 1897'de (Rassam, 1897) daha sonra ise kapsamlı bir araştırma ile Prof. Dr. Hayat Erkanal başkanlığındaki ekip tarafından 1986'da incelenmiştir (Erkanal, 1987). Bu ovalık alanda Guillermo Algaze başkanlığında, 1988-1990 çalışmalar yapılmış, özellikle Cizre-Silopi Ovalarında yoğun Yeni Assur varlığından bahsedilmiştir (Algaze ve Rosenberg, 1991) . Aynı bölgede Prof. Dr. Gülriz Kozbe başkanlığındaki ekip ise 2004-2006 arasında çalışmalarda bulunmuş ve çok sayıda yerleşim tespit edilmiştir (Kozbe, 2005). Her iki yüzey araştırmasında tespit edilen merkezlerden toplanan çanak çömlekler Mezopotamya etkili olarak değerlendirilmiştir (Algaze ve ark., 2012; Kozbe, 2007).

Çalışılan tez kapsamında Şah Vadisi (Şırnak) yamaç yerleşimindeki Hassuna Samarra kültürünün en doğudaki örnekleri olan ve Neolitik döneme tarihlenen 30 adet seramik örneğin arkeometrik karakterizasyonunu içeren bir çalışma yapılmış ve böylelikle mevcut literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Literatürde Neolitik Çağ'a ait seramik buluntular için yapılan arkeometrik incelemeler oldukça kısıtlıdır. Kapsamlı arkeometrik araştırmalar ise yok denecek kadar az sayıdadır. Yapılan literatür taramalarında Şırnak'a coğrafi olarak yakın olan Şanlıurfa'da ele geçen bazı Neolitik seramikler ile ilgili bir çalışma ön plana çıkmaktadır (Demir, 2007);

-- "Urfa-Teleilat kazısından ele geçen Demir ve Neolitik Çağlara ait arkeolojik çanak-çömlek buluntularının XRF tekniği ile incelenmesi" (Demir, 2007).

Bu çalışmada 1999, 2000, 2001 ve 2002 yıllarında Mezra Teleilat höyüğündeki arkeolojik kazılarda ele geçen Demir ve Neolitik çağa ait 23 adet seramik numune ve Mezra Höyük Kazısı'ndan ele geçen Kalkolitik, Erken Tunç ve Orta Tunç Çağlarına ait 25 adet seramik numune incelenerek karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada EDXRF ve XRD analizleri kullanılmıştır. Numunelerin kimyasal kompozisyonunun tespiti ile bulunduğu yerlere ait olup olmadığını belirlemek ve sınıflandırma yapabilmek amacıyla Mezra Teleilat höyüğündeki 23 numune ve Mezra höyüğündeki 25 numuneye EDXRF analizi uygulanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına istatistik teknikler uygulanmış olup SPSS istatistik programından faydalanılmıştır. Mezra Teleilat höyüğündeki 23

numunenin kendi arasında 3 ana gruba ayrıldığı tespit edilmiştir. Mezra höyük kazısından ele geçen 25 numunenin ise kendi arasında 6 ana gruba ayrıldığı tespit edilmiştir. Seramik numunelerin mineral ve fazların belirlenmesi amacıyla numunelere XRD analizi uygulanmış olup bu numunelerin kil yapısı araştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda Mezra Teleilat höyüğündeki 3 ana gruba ayrılan 23 seramik numunede kil minerali olarak kaolin minerali belirlenmiştir. Mezra höyük kazısındaki 6 ana gruba ayrılan 25 seramik numunede ise kaolin ve illit minerali belirlenmiştir. Bütün seramik numunelere toplu halde yapılan istatistik sonucunda 48 seramik numunenin ana grupların dışında birçok alt gruba ayrıldıkları tespit edilmiştir. Gruptan ayrılan numunelerin kimyasal değişiminin farklı olduğu ve ithal olduğu düşünülmektedir. Yapılan XRD analizi sonucunda ise Mezra Teleilat Höyüğü'ndeki 3 ana grupta ve Mezra höyükteki 6 ana grupta allofan mineraline rastlanılmıştır. Allofan mineralinin varlığı bu numunelerde genel olarak amorf bir yapı olduğunu göstermiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde ele geçen bazı Neolitik Çağ seramikleri ile ilgili bir çalışma ise Erhan Akça ve arkadaşlarına aittir;

-- "Clues of production for the Neolithic Çatalhöyük (central Anatolia) pottery"  
(Akça ve ark.,2009).

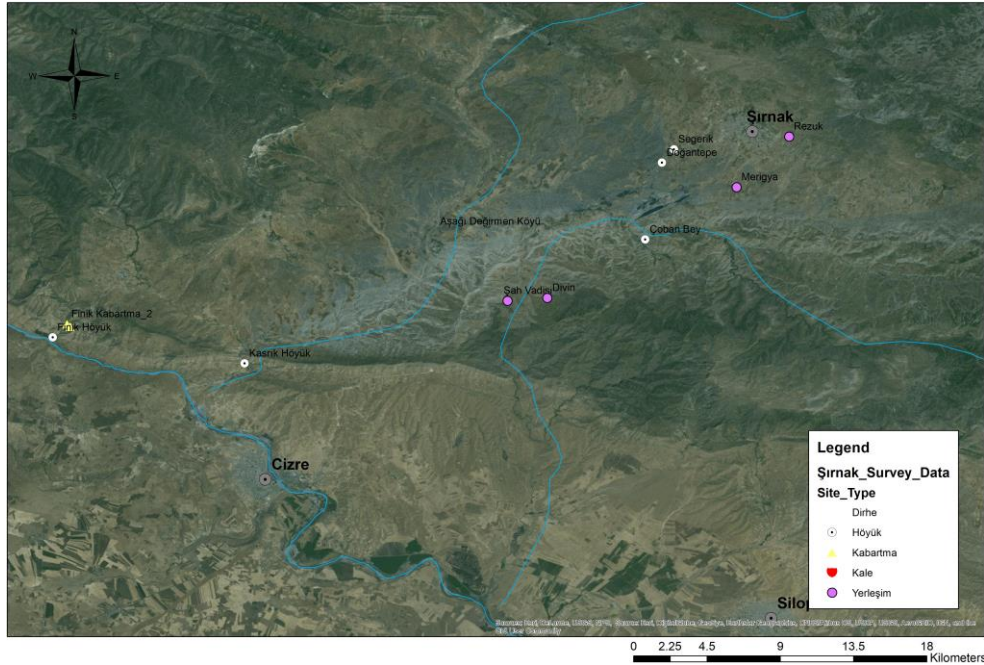
Bu çalışmada, Çatalhöyük'te ele geçen Neolitik döneme ait bazı seramik örnekleri arkeometrik olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında araştırmacılar, Neolitik dönemde ilkel bir üretimin olduğu öngörülen çalışmalara karşı olarak Çatalhöyük'teki üretimin hammadde seçimi ve kullanımı bağlamında Anadolu'daki Tunç Çağı, Hitit, Roma ve Selçuklu kültürleri ile karşılaştırılabilir olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, Çatalhöyük çömlekçilerinin tarih boyunca açık havada daha iyi bir üretim için göreceli olarak yüksek sıcaklık değerlerini (~800°C) sağlama ve yerel hammadde kaynaklarını kullanma konularında oldukça yetenekli olduklarını ifade etmişlerdir.

Seramiklerin arkeometrik olarak incelenmesinde görüldüğü üzere çoğunlukla tahribatlı yöntemler kullanılmaktadır. Bunun yanında, tahribatsız yöntemler de mevcuttur (genellikle portatif olanlar; ör. taşınabilir XRF cihazı). Tahribatlı teknikler kullanılacaksa seramikler öncelikle temizlenmekte ve ardından öğütülerek (agat veya porselen havanda) toz numune hazırlanmaktadır. Numunelerin boyut olarak küçük olması durumunda bu numuneler tamamen toz haline gelebilmektedir. Bu amaçla

genellikle göz kontrolü yardımıyla optimum boyutlarda örnek seçimi yapılmaya dikkat edilmektedir. Tez süresince karakterize edilen seramik buluntuların mümkün olan en düşük tahribatla incelenmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Bu tezin çalışma konusu olan seramik grubu Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın izinleri ile Dr. Öğr. Üyesi Nilgün Coşkun (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi) başkanlığındaki ekip tarafından gerçekleştirilen Şırnak İli Merkez, Güçlükonak, Uludere ve Beytüşşebap İlçeleri YüzeY Araştırması'nda tespit edilen yerleşim yerinde ele geçmiştir (Şekil 1.1) (Coşkun ve ark., 2019).

“Şah Vadisi” olarak adlandırılan alanda bulunmuş yerleşim Şırnak merkezin yaklaşık 14 km güneyinde, Cudi Dağı'nın kuzeybatı eteklerindedir. Yamaç yerleşimi şeklinde olup, Cudi Dağı'ndan kaynağını alan ve güneyde Dicle Nehri ile birleşen oldukça geniş kapasiteli Nerdüş Çayı'nın doğu kıyısında yer almaktadır (Şekil 1.2). Vadi içerisinde açılmış kaçak kazı çukuru ile tesadüfen bulunmuştur (Şekil 1.3). Bununla beraber Nerdüş Vadisi boyunca Tunç ve Demir Çağı'na ait çanak çömlek malzemenin bulunduğu höyük türü yerleşim alanları da tespit edilmiştir; görünen odur ki vadi tarihsel sıradüzen içerisinde devamlı olarak yaşam için seçilmiş alanlar barındırmaktadır (Coşkun ve ark., 2019).



Şekil 1. 1. Şırnak ili Merkez, Güçlükonak, Uludere ve Beytüşşebap ilçeleri yüzeY araştırması alanları (Coşkun ve ark., 2019).



Şekil 1. 2. Şah Vadisi genel görünümü (Coşkun ve ark., 2019).



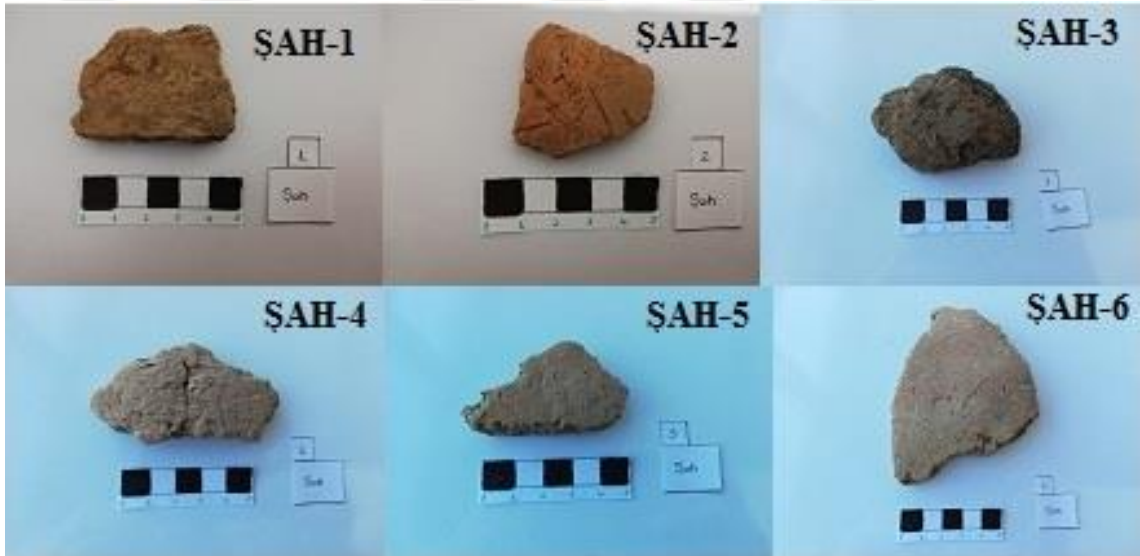
Şekil 1. 3. Şah Vadisi içinde açılmış kaçak kazı çukuru (Coşkun ve ark., 2019).



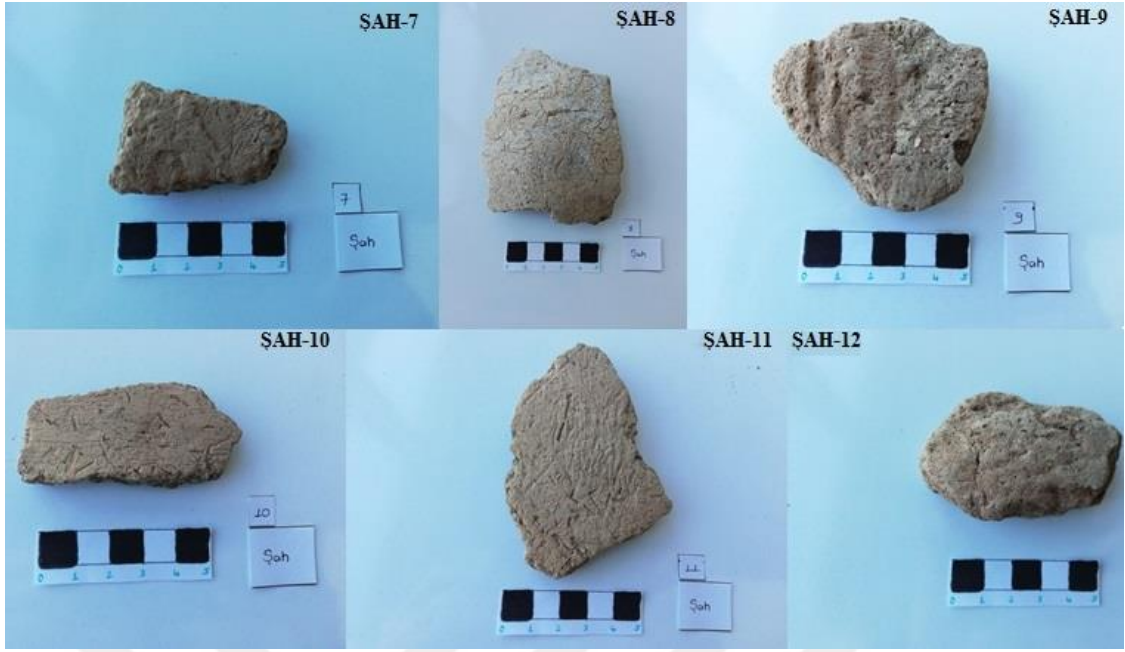
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Tez kapsamında çalışılacak seramik parçaları için genel olarak tahribatlı yöntemler kullanılacağından dolayı tahribatı asgari seviyede tutacak şekilde etütlük seramikler arasından temsili örnekler (form, renk vb. dikkate alınarak) seçilmiştir. Araştırmada ele geçen buluntuları temsil edecek 30 seramik parçası “Şırnak İli Merkez, Güçlükonak, Uludere ve Beytüşşebap İlçeleri Yüzey Araştırması” bilimsel danışmanı Dr. Öğr. Üyesi Nilgün Coşkun tarafından belirlenmiştir. Seramikler ölçekli olarak fotoğflanarak boyutları belirginleştirilmiştir (Şekil 2.1. - Şekil 2.5.).



Şekil 2. 1. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğflanlar.



Şekil 2. 2. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.



Şekil 2. 3. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.



Şekil 2. 4. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.



Şekil 2. 5. Şah Vadisi'nde bulunan seramik örneklere ait fotoğraflar.

Seçilen seramik örneklerde toprak altından gelen bazı kirlilikler ve safsızlıklar olduğu saptanmıştır. Arkeometrik çalışma esnasında karakterizasyon sürecinin olumsuz etkilenmemesi için seramik örnekler kirlilik durumu göz önüne alınarak 24-48 saat boyunca saf suda bekletilmiş olup bu kirliliklerin numune yüzeyinden ayrılması ve yumuşaması sağlanmıştır. Gözle görülen safsızlıklar ise bistüri yardımıyla yüzeyden uzaklaştırılmış olup saf suyla yıkandıktan sonra seramik örnekler kurutulmuştur. Kurutulan 30 adet seramik numune gerekli analizler için porselen havanda öğütülerek toz haline getirilmiştir.

Temizlik işleminin ardından seramiklerin eşdeğer renkleri belirlenmiştir. Bu amaçla, portatif kolorimetre ile seramiklerdeki L, a, b değerleri (Commission Internationale de L'Eclairage renk sistemi) ColorQA Pro System III programı ile belirlenmiştir. Renk analizi sonuçları Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Görünür renkleri genel olarak kahverengi tonlarında olan seramiklerin bu tonlarına ek olarak ten rengi ve bazı örneklerde yeşilimsi ten/kiremit rengine çalan bir rengin olduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 2. 1.** Seramiklerin L, a, b değerleri ve eşdeğer renkleri.

Örnek Kodu	L	a	b	Eşdeğer Renk
ŞAH-B1	40,82	4,26	17,40	
ŞAH-B2	48,39	7,79	27,81	
ŞAH-B3	37,91	15,33	24,01	
ŞAH-B4	27,38	5,17	21,83	
ŞAH-B5	40,22	6,79	19,65	
ŞAH-B6	46,38	12,79	25,87	
ŞAH-B7	33,59	14,94	28,34	
ŞAH-B8	29,24	10,89	18,32	
ŞAH-B9	43,49	9,74	23,03	
ŞAH-B10	49,08	12,20	27,19	
ŞAH-B11	42,07	10,77	21,13	
ŞAH-B12	36,54	12,13	20,23	
ŞAH-B13	43,32	5,87	20,31	
ŞAH-B14	44,85	8,59	23,08	
ŞAH-B15	42,39	10,20	23,90	
ŞAH-B16	37,78	5,60	16,86	
ŞAH-B17	37,42	7,25	21,26	
ŞAH-B18	38,27	10,58	21,93	
ŞAH-B19	20,05	10,36	20,70	
ŞAH-B20	38,87	6,42	19,60	
ŞAH-B21	31,38	7,28	19,22	
ŞAH-B22	42,45	-1,55	18,90	
ŞAH-B23	42,66	8,20	21,27	
ŞAH-B24	45,89	15,41	28,20	
ŞAH-B25	35,42	6,11	20,34	
ŞAH-B26	28,35	12,37	19,68	
ŞAH-B27	44,74	15,73	27,25	
ŞAH-B28	45,28	11,62	27,82	
ŞAH-B29	32,49	12,91	22,12	
ŞAH-B30	50,09	9,71	29,58	
<i>Ortalama</i>	39,23	9,52	22,56	

L: Beyaz/siyah (0/100), a: yeşil (0/-60) ve kırmızı (0/+60), b: mavi (b: 0/-60) ve sarı (0/+60).

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Taşınabilir X-ışını Floresans (XRF) Analizi

X-ışını Floresans (XRF) analizi arkeometri alanında çok yaygın olarak kullanılan spektroskopik bir analiz yöntemidir. Tahribatlı ve tahribatsız analiz yapma imkânı veren bu yöntemde, tahribatlı XRF analizinde numunenin toz olarak hazırlanması gereklidir. Mevcut çalışmada INNOVX model OLYMPUSX Marka taşınabilir XRF cihazı ile incelenen 30 numunenin kimyasal kompozisyonu belirlenmiştir. Analizler cihazın GeoChem modunda gerçekleştirilmiştir (bakınız Ek -1) XRF yönteminde belirlenen majör oksitler ve ppm seviyesindeki eser elementlerin miktarları seramiklerin sınıflandırılmasında da etkin rol oynamaktadır. Böylelikle seramikler arasındaki benzerlik ve farklılıklar hammadde içeriği bağlamında ortaya çıkartılmıştır.

### 2.2.2. X-ışını Difraksiyon (XRD) Analizi

XRD analizi mineral ve fazların belirlenmesi amacıyla kullanılan bir tekniktir. Tahribatlı bir yöntem olduğu için temizliği tamamlanan seramiklerden hazırlanan toz numuneler kullanılmıştır. Analiz Rigaku marka Miniflex-2 model XRD cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Toprak minerallerinin saptandığı aralık olan 5-50 2-theta aralığında 2°/dk'lık gonyometrik hız ile çalışılmıştır. Cihazdaki anot CuK $\alpha$  olup (1.541871 Å) analizler gerilim: 35 kV ve akım: 15 mA şartlarında gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.3. Fourer Dönüşümlü Kızılötesi (FT-IR) Spektroskopi Analizi

Bu teknik seramik arkeometrisinde tamamlayıcı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevcut çalışmada da bu amaçla kullanılmıştır. Tahribatlı bir yöntem olduğundan dolayı toz numune kullanılmıştır. Hazırlanan tozlar Perkin marka (Elmer model) FTIR cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. 650-4000 cm<sup>-1</sup> bant aralığında gerçekleştirilen analizlerde elde edilen veriler literatürdeki bant değerleri ile karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır.

#### **2.2.4. İnce Kesit-Petrografi (Optik Mikroskop) Analizi**

Seramiklerin petrografi analizlerinde DMLP model Leica Research Polarizan optik mikroskop ile çalışılmıştır. Analizlerdeki görüntülerin alınmasında Leica DFC280 dijital kamera kullanılmıştır (kamera x25 büyütme ve hem tek hem çift nikollüdür). Seramikler için elde edilen görüntülerin değerlendirilmesinde Leica Qwin dijital görüntüleme sistemi kullanılmıştır. Seramik örnekler için mineral/kayaç ihtivalarının saptanması sürecinde Point Counting metodu uygulanmıştır.



### 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. Taşınabilir XRF Analizi Sonuçları

Toprak esaslı malzeme olmalarından dolayı seramik buluntuların arkeometrik incelemelerinde öncelikle örneklerin kimyasal ve mineralojik içeriklerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla, seramik arkeometrisinde genellikle XRF ve XRD analizleri sırasıyla kimyasal kompozisyon ve mineral/fazların belirlenmesi için kullanılmaktadır. Literatüre bakıldığında toprak esaslı malzemelerin bu tip incelemeleri için en sık kullanılan tekniklerin genel olarak spektroskopik yöntemler olduğu görülmektedir (Bayazit, 2018; İssi, 2011; Loehman, 1993).

Seramiklerin kimyasal içerik bakımından karakterize edilmesi ile birlikte aşağıdaki bilgilere ulaşılabilmektedir (Bayazit ve ark., 2014; Bayazit ve ark., 2015; Bayazit ve ark., 2016);

- Seramiklerin oksit ve element içeriklerinin tespit edilmesi,
- Bu içeriğe bağlı olarak hammaddeler hakkında ön bilgi edinilmesi,
- Kimyasal kompozisyon ile seramiklerin sınıflandırılması,
- Seramiklerin temin edildiği bölge ve/veya civarındaki kil örneklerin kimyasal kompozisyonları ile yapılacak karşılaştırma ile provenans çalışmasının yapılması.

Mevcut çalışmada, seramiklerin kimyasal kompozisyonlarını belirlemek amacıyla taşınabilir XRF cihazı kullanılmıştır. Taşınabilir XRF cihazının kültür varlıklarını korunması ve arkeometri alanlarında sağladığı bazı avantajlar şu şekilde özetlenebilir;

- Yerinde (in-situ) analiz yapma imkânı sağlaması,
- Hızlı bir teknik olması,
- Taşınmaz kültür varlıklarının incelenmesinde kolaylık sağlaması,
- Laboratuvar ortamına getirilemeyecek büyüklük veya hassasiyetteki malzemelerin incelenmesine olanak sağlaması,

- İsteğe bağlı olarak hem toz hem bulk numune ile çalışma imkânı olması,
- Farklı çalışma modlarına sahip olması (soil, alloy, geochem vb.),
- Numune yüzeyinde (belirli oranlarda) seçilen alan veya noktalara odaklanabilmesi.

Sayılan bu özellikler sayesinde toprak, metal veya cam buluntular için oldukça faydalı bilgiler kısa sürede sağlanabilmektedir. Özellikle sırsı seramikler için uygulanan p-XRF analizlerinde hem hamur hem de sırın analiz edilmesi ile yapılan karşılaştırmalar sırlardaki renk verici oksitler ve ergiticiler hakkında bilgi edinilmesini de kolaylaştırmaktadır. Sırsı seramikler için de toz veya bulk numune üzerinden çalışma yapılabilmektedir. Mevcut çalışmada, homojen bir analiz yapabilmek amacıyla seramiklerden hazırlanan toz numuneler kullanılmıştır. Bu amaçla, seramiklerin değişik noktalarından alınan küçük parçalar bir araya getirilerek porselen havanda öğütülmüştür. Seramikler için yapılan p-XRF analizinde elde edilen sonuçlar Çizelge 3.1-3.6'da verilmiştir.

**Çizelge 3. 1.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 1-5).

Oksit	Şah-1	Şah-2	Şah-3	Şah-4	Şah-5
CaO	30,92	28,95	40,39	35,2	17,5
SiO <sub>2</sub>	41,05	40,56	29,85	37,51	48,79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,88	13,52	9,9	10,98	13,95
MgO	-	5,08	8,76	3,88	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,7	7,61	6,03	7,17	10,97
K <sub>2</sub> O	4,63	2,29	2,28	3,15	4,93
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,08	1,34	1,87	1,64	2,48
TiO <sub>2</sub>	0,94	0,74	0,63	0,74	1,18
MnO	0,14	-	-	0,17	0,2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0,14	-	-	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.



**Çizelge 3. 2.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 6-10).

Oksit	Şah-6	Şah-7	Şah-8	Şah-9	Şah-10
CaO	17,57	30,30	30,35	43,14	31,69
SiO <sub>2</sub>	49,58	38,76	40,74	33,04	39,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,10	11,84	12,73	8,92	10,84
MgO	-	8,00	3,50	3,64	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,94	7,18	7,14	7,32	8,23
K <sub>2</sub> O	4,97	1,91	3,18	2,23	4,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,97	1,37	1,98	1,22	2,04
TiO <sub>2</sub>	1,07	0,63	0,80	0,64	0,81
MnO	0,20	-	0,15	-	0,15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 3.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 11-15).

Oksit	Şah-11	Şah-12	Şah-13	Şah-14	Şah-15
CaO	33,47	43,02	30,95	25,64	31,94
SiO <sub>2</sub>	37,72	32,22	37,96	40,30	38,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,66	9,26	12,34	12,28	11,91
MgO	3,41	3,80	7,93	8,69	7,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,90	7,51	6,74	7,84	6,75
K <sub>2</sub> O	3,88	2,29	1,72	2,21	1,82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,18	1,41	1,34	1,67	1,25
TiO <sub>2</sub>	0,77	0,67	0,65	0,77	0,66
MnO	0,15	-	-	0,21	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	0,15	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 4.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 16-20).

Oksit	Şah-16	Şah-17	Şah-18	Şah-19	Şah-20
CaO	19,01	14,60	14,92	13,80	28,16
SiO <sub>2</sub>	47,52	48,14	48,91	52,08	40,39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,50	15,38	15,50	15,45	12,36
MgO	-	7,91	3,38	-	5,68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,25	8,17	9,67	11,42	7,01
K <sub>2</sub> O	4,82	3,35	4,54	4,33	2,87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,91	1,74	2,33	2,36	1,83
TiO <sub>2</sub>	1,20	0,82	1,22	1,19	0,76
MnO	0,22	0,14	0,22	-	0,15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	0,15

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 5.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 21-25).

Oksit	Şah-21	Şah-22	Şah-23	Şah-24	Şah-25
CaO	15,35	38,73	21,25	30,63	32,70
SiO <sub>2</sub>	47,39	33,90	45,42	39,96	38,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,32	11,68	12,73	12,15	11,02
MgO	7,46	3,76	3,76	-	3,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,39	6,28	9,97	8,54	7,95
K <sub>2</sub> O	3,12	3,54	4,28	5,15	3,74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,87	1,43	1,85	2,24	1,98
TiO <sub>2</sub>	0,85	0,67	0,95	0,90	0,88
MnO	0,18	-	0,26	-	0,16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 6.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen oksit içerikleri (ŞAH 26-30).

Oksit	Şah-26	Şah-27	Şah-28	Şah-29	Şah-30
CaO	34,40	16,41	39,14	15,56	29,26
SiO <sub>2</sub>	37,28	45,90	37,05	50,51	40,41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,01	14,01	10,70	14,23	13,33
MgO	3,40	9,60	-	-	5,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,80	8,29	7,37	10,81	6,89
K <sub>2</sub> O	3,74	2,62	3,38	5,08	2,94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,84	1,71	1,74	2,11	1,50
TiO <sub>2</sub>	0,84	0,78	0,80	1,13	0,73
MnO	0,16	0,17	0,14	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

Uygulanan p-XRF analizi neticesinde seramiklerdeki CaO miktarının ağırlık % 43,14 (ŞAH-9) ile ağırlık % 13,8 (ŞAH-19) arasında, SiO<sub>2</sub> miktarının ağırlık % 52,08 (ŞAH-19) ile ağırlık % 29,85 (ŞAH-3) arasında, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarının ağırlık % 11,42 (ŞAH-19) ile ağırlık % 6,03 (ŞAH-3) arasında, K<sub>2</sub>O miktarının ağırlık % 5,15 (ŞAH-24) ile ağırlık % 1,72 (ŞAH-13) arasında, MgO miktarının ağırlık % 9,60 (ŞAH-27) ile ağırlık % 3,15 (ŞAH-25) arasında ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarının ağırlık % 15,50 (ŞAH-18) ile ağırlık % 8,92 (ŞAH-9) arasında değiştiği tespit edilmiştir (analizde tespit edilmeyen veya tarama limitinin altında kalan değerler dikkate alınmamıştır). Bu sonuçlara göre; en yüksek CaO miktarı ŞAH-9 kodlu numunede, en düşük CaO miktarı ŞAH-19 kodlu numunede, en yüksek SiO<sub>2</sub> miktarı ŞAH-19 kodlu numunede, en düşük SiO<sub>2</sub> miktarı ŞAH-3 kodlu numunede, en yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı ŞAH-19 kodlu numunede, en düşük Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı ŞAH-3 kodlu

numunede, en yüksek  $K_2O$  miktarı ŞAH-24 kodlu numunede, en düşük  $K_2O$  miktarı ŞAH-13 kodlu numunede, en yüksek  $MgO$  miktarı ŞAH-27 kodlu numunede, en düşük  $MgO$  miktarı ŞAH-25 kodlu numunede, en yüksek  $Fe_2O_3$  miktarı ŞAH-18 kodlu numunede, en düşük  $Fe_2O_3$  miktarı ŞAH-9 kodlu numunede belirlenmiştir.

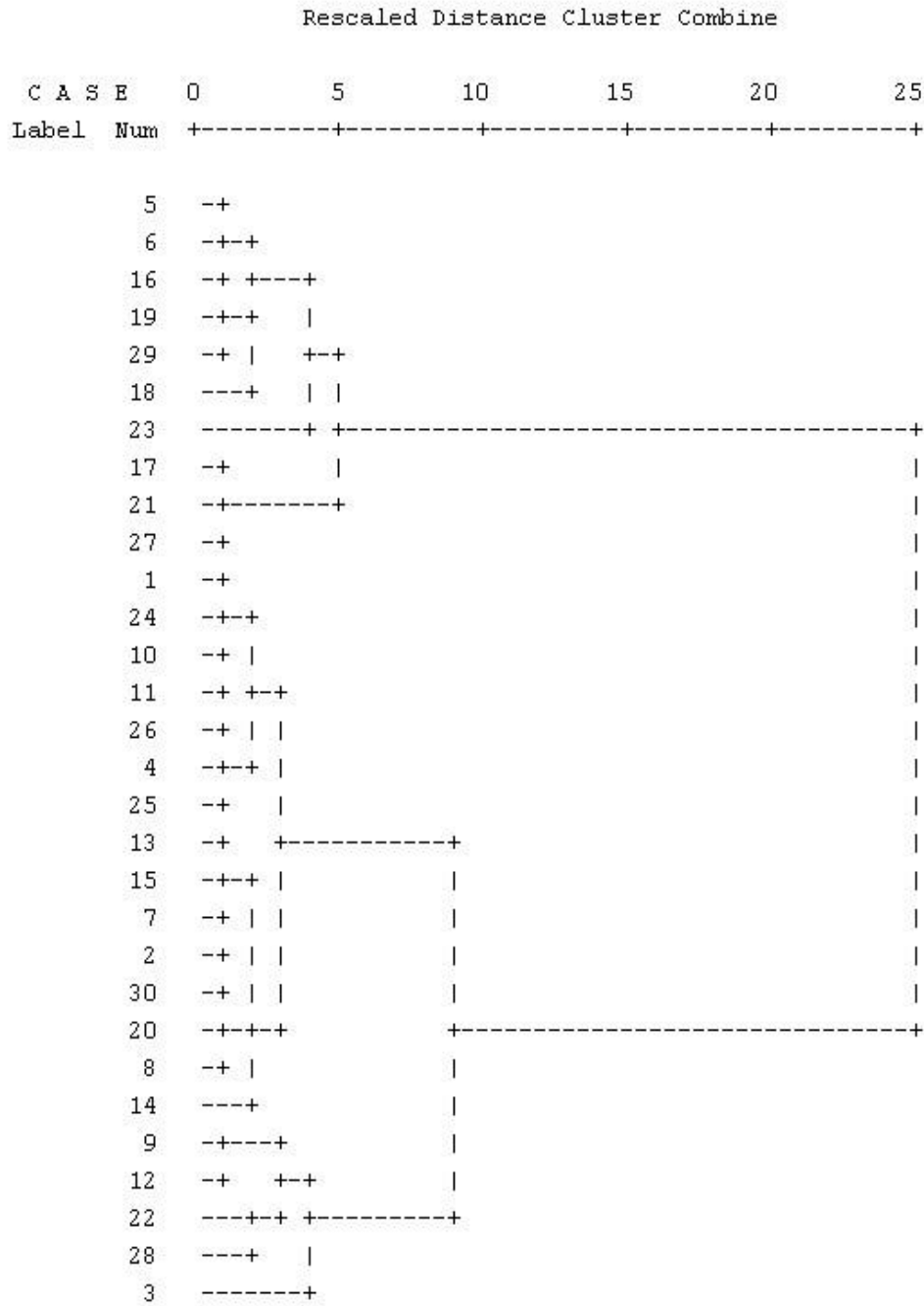
Seramikler için belirlenen yüksek miktardaki  $CaO$  içeriği (ortalama ağırlık % 2,83) üretimde kullanılan hammaddelerde kalsit ve/veya dolomit gibi karbonatlı minerallerin yer aldığına işaret etmiştir.  $CaO$  miktarının yüksek olması bir bakıma seramikte kullanılan çamurdaki kil oranının da az olduğunu akla getirmektedir. Seramiklerde belirlenen  $Al_2O_3$  miktarları (ortalama ağırlık % 8,22) bu yorumu desteklemektedir. Alümina içeriğine paralel olarak seramiklerdeki  $SiO_2$  miktarlarının da (yüksek  $CaO$  ihtivasına bağlı olarak) nispeten düşük olduğu (ortalama ağırlık % 41,29) görülmektedir. Bu sonuçlar seramiklerdeki başlangıç hammaddesinin kalkerli karakterde olduğuna işaret etmektedir. Seramiklerde belirlenen  $K_2O$  içeriğinin kil ve/veya feldspatik malzemelerden (K-feldspat veya plajiyoklazlar) kaynaklandığı söylenebilir. Örneklerdeki düşük  $Al_2O_3$  içeriği ise potasyum oksidin daha çok feldspat veya plajiyoklazlardan gelebileceğini göstermektedir.  $MgO$  ihtivasının yüksek olduğu seramiklerde karbonatlı hammadde olarak çamurda kalsit dışında dolomitin de yer aldığı düşünülmektedir (Bayazit, 2018; Kibaroglu, 2005).

Seramiklerde belirlenen demir içeriğinin kilden kaynaklandığı söylenebilir. Portatif XRF analizinde çamura renk verebilecek elementlerin belirlenmemesinden dolayı, bünyeye kırmızı ve kahverengi tonlarını sağlayan elementin başlıca  $Fe$  olduğu öngörülmektedir. Bilindiği üzere demir oksitler farklı pişirim atmosferlerinde farklı renkler verebilmektedir. Seramiğin oksijenli yükseltgen ortamda pişirilmesi ile  $Fe +3$  değerlik olarak  $Fe_2O_3$ 'e dönüşmekte ve kırmızı tonlarının oluşmasını sağlamaktadır, ürünün oksijensiz indirgen ortamda pişirilmesi ile  $Fe +2$  değerlik olarak  $Fe_3O_4$ 'e dönüşmekte ve siyah tonlarının oluşmasını sağlamaktadır (İssi, 2012; Van der Weerd ve ark., 2004). İki kırmızı-kahverengi yüzey arasında siyah-gri tonlarında hamura sahip seramikler veya içi-dışı kırmızı ve siyah olarak belirgin biçimde ayırt edilebilen tabakalar şeklinde olan seramikler için kullanılan ve literatürde “sandviç yapı (sandwich structure)” olarak geçen yapıya sahip seramik örneklerde demire ek olarak çamurda organik madde içeriğinin de yer alabileceği tespit edilmiştir. Bu tür yapıların oluşmasında genel olarak iki ihtimal olabilmektedir; *i*: indirgen ortamda yapılan

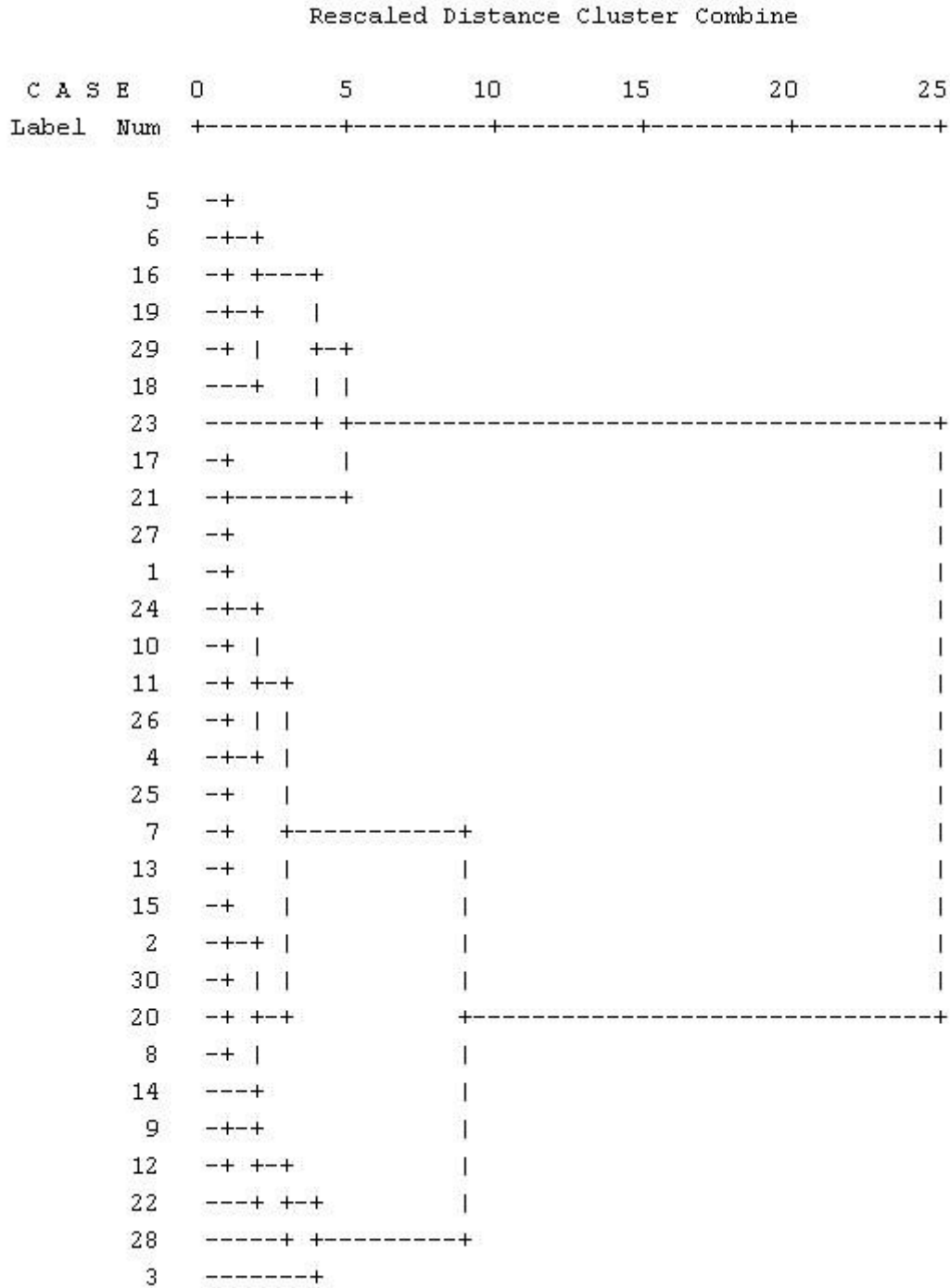
pişirmenin belli bir müddet sonra (soğuma öncesi ve/veya soğuma esnasında) yükseltgen ortama dönüşmesi, *ii*: yüksek miktarda organik madde ihtivasi içeren hamurun yükseltgen ortamda pişirilmesi (Bong ve ark., 2008). Numune fotoğraflarında da görüldüğü üzere, çoğu seramik yüzeyinde belirgin biçimde gözlemlenen ve organik maddelerin (saman, ot gibi bitkisel kalıntıların) yanarak uzaklaşması sonucu oluştuğu öngörülen uzunlamasına ve düzensiz boşluklar mevcuttur. Dolayısıyla, mevcut çalışmada yer alan seramiklerdeki siyah-gri renk tonlarının oluşumlarında demir kadar organik maddelerin de etken olduğu öngörülmektedir.

Seramiklerde belirlenen oksit içerikleri dikkate alınarak SPSS 17.0 programı ile yapılan kümeleme analiz sonuçları sırasıyla Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.





Şekil 3. 1. Seramiklerdeki CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, K<sub>2</sub>O ve TiO<sub>2</sub> içerikleri ile uygulanan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.



**Şekil 3. 2.** Seramiklerdeki CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve MgO içerikleri ile uygulanan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.

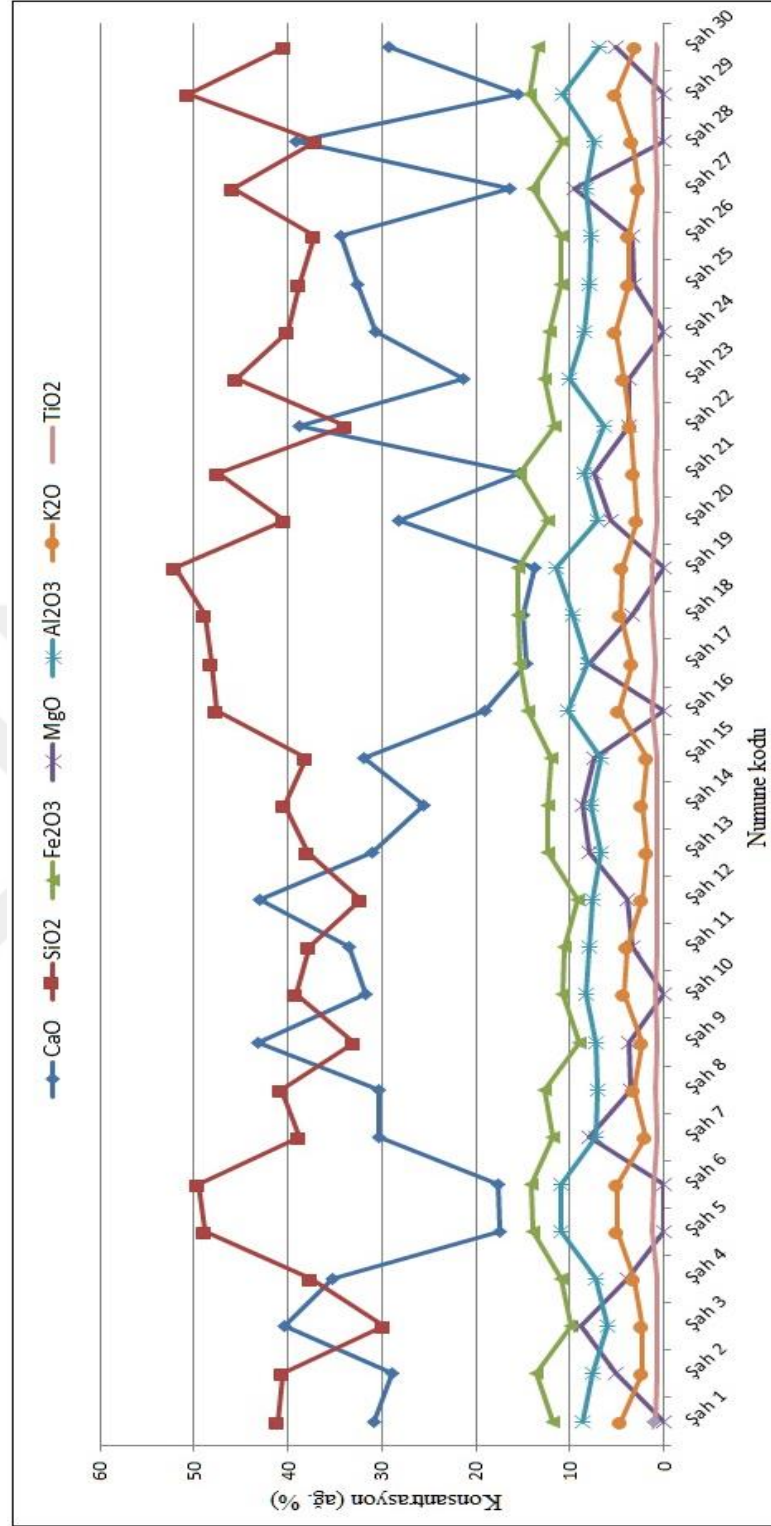
Şekil 3.1 ve Şekil 3.2. incelendiğinde, seramiklerdeki tüm oksitlerin dikkate alınmasıyla hazırlanan dendrogram ile yalnızca CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve MgO içerikleriyle hazırlanan dendrogram arasında belirgin bir farkın olmaması ve gruplandırmadaki örneklerin yer değiştirmemesi seramiklerin üretiminde kullanılan başlangıç

hammadelerinin genel olarak kalsiyum, magnezyum, silika ve alümina içerikli olduğuna işaret etmiştir. Oksit içerikleri ile yapılan kümeleme analizinde seramiklerin iki ana gruba ayrıldığı gözlemlenmiştir. Seramiklerin genel olarak kimyasal kompozisyonlarına bakıldığında CaO miktarının artması ile SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarlarında düşüş olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.3). Dolayısıyla, kümeleme analizlerindeki grupların oluşmasında esas olarak seramiklerdeki CaO ve MgO ihtivalarının etken olduğu düşünülmektedir. Seramik grupları aşağıda verilmiştir;

**1. Grup:** ŞAH-5, ŞAH-6, ŞAH-16, ŞAH-17, ŞAH-18, ŞAH-19, ŞAH-21, ŞAH-23, ŞAH-27 ve ŞAH-29 (CaO miktarı ağırlık % 13,80-21,25).

**2. Grup:** ŞAH-1, ŞAH-2, ŞAH-3, ŞAH-4, ŞAH-7, ŞAH-8, ŞAH-9, ŞAH-10, ŞAH-11, ŞAH-12, ŞAH-13, ŞAH-14, ŞAH-15, ŞAH-20, ŞAH-22, ŞAH-24, ŞAH-25, ŞAH-26, ŞAH-28 ve ŞAH-30 (CaO miktarı ağırlık % 25,64-43,14).

Görüldüğü üzere seramiklerin gruplara ayrılmasında CaO içeriği belirleyici olmuştur. CaO miktarı ağırlık % 13,80 ile % 21,25 arasında değişen seramikler 1. grubu, CaO miktarı ağırlık % 25,64 ile % 43,14 arasında değişen seramikler 2. grubu oluşturmuştur. Her hâlükârda, kalkerli hammadde kullanımı ön plana çıktığından dolayı, seramik üretiminde genel olarak benzer veya aynı, fakat karbonatlı hammadde içeriği değişen bir kaynak kullanıldığı öngörülmektedir. Bu durum bir bakıma çömlek ustalarının veya üreticilerinin hammadde kullanımında rastgele seçimler yapmış oldukları ihtimaline işaret etmektedir.



Şekil 3. 3. Seramiklerdeki oksit içeriklerinin grafiksel görünümü.



Seramiklere uygulanan p-XRF analizi ile belirlenen ppm seviyesindeki element içerikleri Çizelge 3.7 – 3.12’de verilmiştir.

**Çizelge 3. 7.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 1-5).

Element	Şah-1	Şah-2	Şah-3	Şah-4	Şah-5
Sr	496	311	408	674	272
Ni	169	416	241	294	230
Zn	154	129	138	164	139
Zr	97	68	63	63	151
Cu	76	61	54	52	71
Rb	39	15	14	26	60
Y	27	20	15	20	30
Nb	22	20	11	-	30
As	18	18	-	-	14
Pb	12	-	-	-	20
S	-	-	221	-	-
Br	-	-	2	-	-
Cr	485	-	407	562	407
Mn	-	879	908	-	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 8.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 6-10).

Element	Şah-6	Şah-7	Şah-8	Şah-9	Şah-10
Sr	215	425	494	472	535
Ni	194	423	389	172	194
Zn	122	141	165	105	147
Zr	171	56	72	65	94
Cu	79	61	50	52	62
Rb	62	17	29	21	40
Y	31	20	30	11	26
Nb	21	-	23	-	19
As	15	-	14	-	20
Pb	13	-	-	-	-
Cr	374	719	710	638	343
Mn	-	862	-	647	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 9.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 11-15).

Element	Şah-11	Şah-12	Şah-13	Şah-14	Şah-15
Sr	577	466	416	179	520
Ni	191	187	440	377	405
Zn	144	102	114	128	125
Zr	84	102	47	77	50
Cu	74	45	74	44	65
Rb	33	23	15	17	16
Y	26	17	18	18	19
Nb	15	-	13	19	13
As	19	-	-	-	-
Pb	12	14	-	-	-
Sb	83	-	-	-	-
Br	-	2	-	-	-
Cr	343	333	719	-	567
Mn	-	812	879	-	964

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 10.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 16-20).

Element	Şah-16	Şah-17	Şah-18	Şah-19	Şah-20
Sr	221	325	259	199	455
Ni	236	518	344	239	358
Zn	121	196	193	147	160
Zr	155	74	140	186	73
Cu	41	96	70	47	65
Rb	66	30	60	67	26
Y	37	29	35	35	28
Nb	26	25	26	30	19
As	16	23	17	20	-
Pb	22	-	12	18	-
Th	32	-	-	-	-
Mo	-	-	9	-	-
Br	-	-	2	-	-
Cr	281	769	428	677	-
Mn	-	-	-	959	-

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 11.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 21-25).

Element	Şah-21	Şah-22	Şah-23	Şah-24	Şah-25
Sr	342	346	399	398	554
Ni	588	249	272	172	243
Zn	166	103	172	132	147
Zr	79	49	114	111	97
Cu	85	68	76	47	79
Rb	28	19	46	39	36
Y	27	14	31	28	30
Nb	19	15	18	16	22
As	24	18	14	14	16
Pb	-	-	-	14	14
Br	-	-	-	2	-
Cr	926	567	396	395	409
Mn	-	838	-	980	-

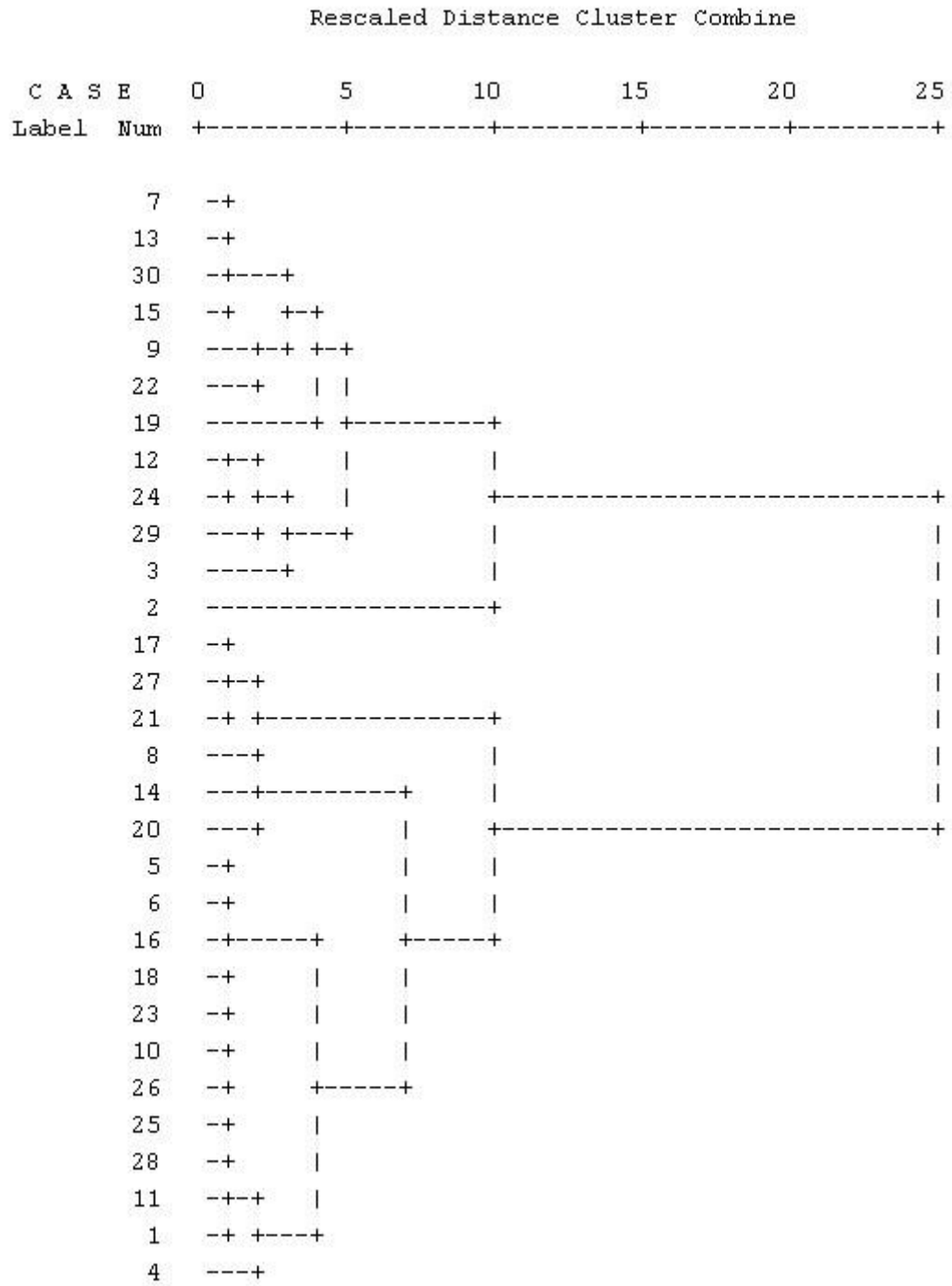
( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

**Çizelge 3. 12.** Numunelerde portatif XRF ile belirlenen element içerikleri (ŞAH 26-30).

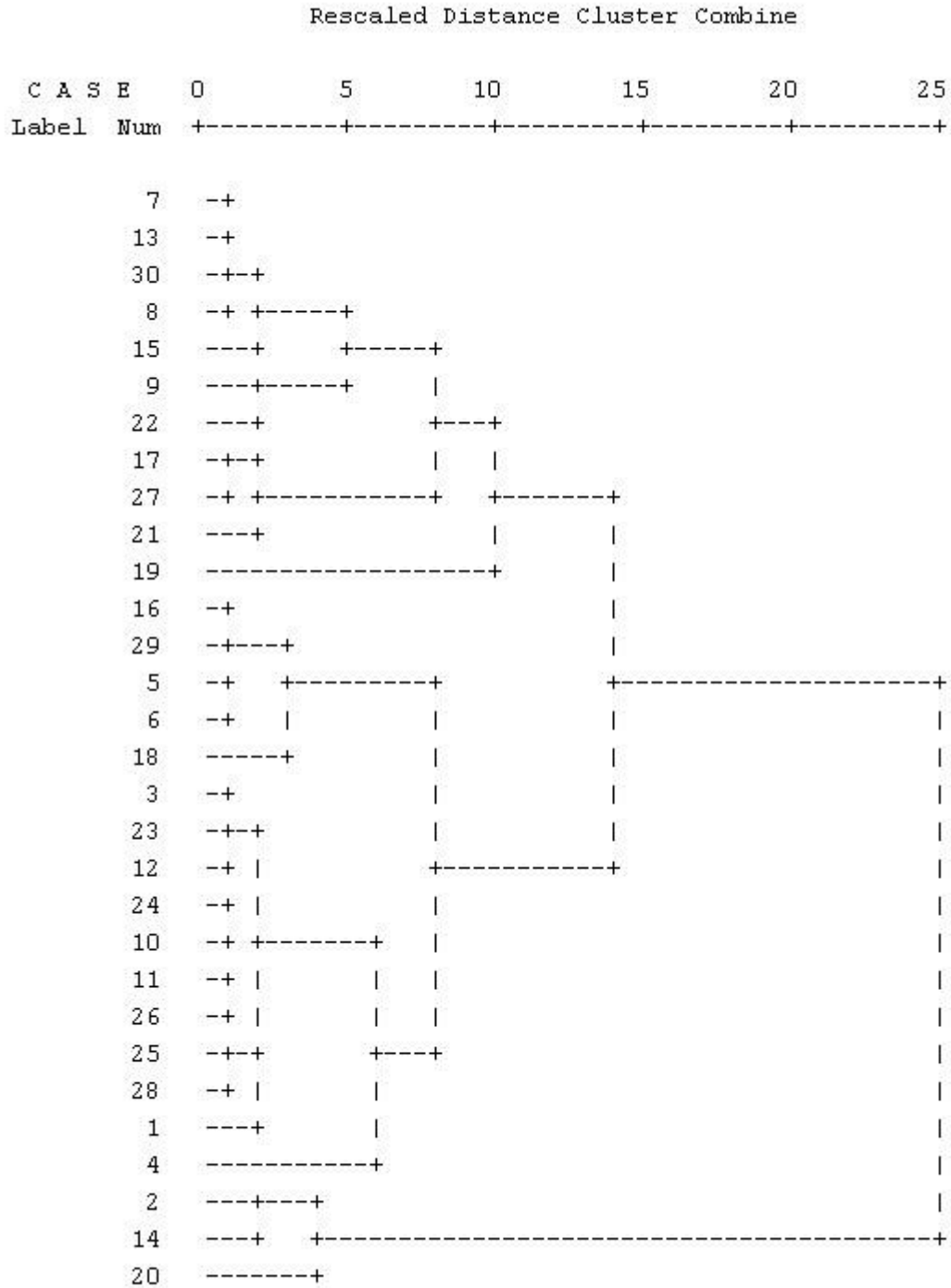
Element	Şah-26	Şah-27	Şah-28	Şah-29	Şah-30
Sr	540	392	632	241	440
Ni	159	612	231	222	454
Zn	140	197	162	130	141
Zr	89	74	77	176	59
Cu	58	96	70	65	58
Rb	34	23	33	71	19
Y	28	26	24	34	18
Nb	12	15	16	27	17
As	18	13	11	14	9
Pb	-	12	-	18	-
Br	-	1	2	2	2
Cr	415	795	373	312	698
Mn	-	-	-	944	968

( - ) : belirlenmedi veya tarama limitinin altında.

Seramiklerde belirlenen eser element içerikleri bazı çalışmalarda sınıflandırma yapmak amacıyla, bazı çalışmalarda kil örnekleri ile karşılaştırma yaparak provenans çalışması gerçekleştirmek amacıyla kullanılabilir. Mevcut çalışmada, eser elementler üzerinden seramikler sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalarda sırasıyla seramiklerdeki tüm eser elementler (Şekil 3.4) ve (bazı örneklerde mevcut olmayan veya tarama limitinin altında olan elementler hariç tutularak) Sr, Zn, Rb, Y, Cu, Zr, Ni ve Cr elementleri dikkate alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3. 4. Seramiklerdeki tüm eser elementler dikkate alınarak yapılan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.



Şekil 3. 5. Seramiklerdeki Sr, Zn, Rb, Y, Cu, Zr, Ni ve Cr elementleri dikkate alınarak yapılan kümeleme analizinde elde edilen dendrogram.

Oksit içerikleri bakımından yapılan sınıflandırmada seramikler iki gruba ayrılmıştır ve bu gruplandırmadaki en etken oksit CaO'tir. Daha önce de belirtildiği üzere, bu durum seramiklerde kalkerli hammadde kullanılmış olduğuna, ancak karbonatlı hammadde içeriği değişen bir kaynak veya kaynaklar kullanıldığına işaret etmektedir. Elementler üzerinden yapılan sınıflandırma ile oksit içerikleri üzerinden

yapılan sınıflandırma arasında nispeten bir uyumluluk olduğu gözlemlense de, bazı örneklerin gruplar arasında yer değiştirdiği tespit edilmiştir. Bu durum hammadde kullanımında tek bir kaynaktan faydalanılmamış olduğunu akla getirmektedir.

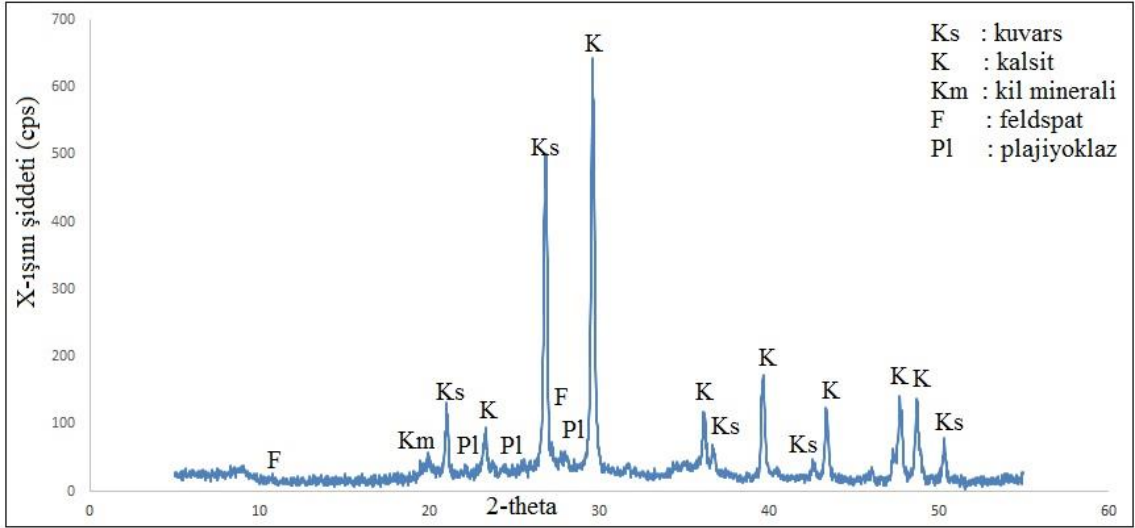
Eser elementler arasında tespit edilen Sr ve Zr kullanılan hammaddenin kaynağı hakkında bilgiler sunmaktadır (denizsel, karasal). Literatürde yer alan çalışmalar Sr miktarının 400 ppm seviyesinden yüksek olmasının denizsel, Zr elementinin 160 ppm seviyesinden yüksek olmasının karasal hammaddeye işaret ettiğini belirtmektedir. Buna göre; yapılan çalışmada Sr miktarının 400 ppm seviyesinden yüksek olduğu ve Zr miktarının 160 ppm seviyesinin altında olduğu numunelerde (ŞAH-1, ŞAH-3, ŞAH-4, ŞAH-7, ŞAH-8, ŞAH-9, ŞAH-10, ŞAH-11, ŞAH-12, ŞAH-13, ŞAH-15, ŞAH-20, ŞAH-25, ŞAH-26, ŞAH-28, ŞAH-30) denizsel hammaddelerin, Sr miktarının 400 ppm seviyesinden düşük olduğu ve Zr miktarının 160 ppm seviyesinden yüksek olduğu numunelerde (ŞAH-6, ŞAH-19, ŞAH-29) karasal hammadde kullanıldığı tespit edilmiştir. Kalan diğer numunelerde ise ( $Sr \geq 400$  ppm ve  $Zr \geq 160$  ppm veya  $Sr \leq 400$  ppm ve  $Zr \leq 160$  ppm) hem denizsel hem de karasal hammadde kullanıldığı düşünülmektedir (ŞAH-2, ŞAH-5, ŞAH-14, ŞAH-16, ŞAH-17, ŞAH-18, ŞAH-21, ŞAH-22, ŞAH-23, ŞAH-24, ŞAH-27) (Freestone ve ark., 2003; Akyol ve Aydın, 2016; Çalışkan Kılıç ve ark., 2017).

### 3.2. XRD Analiz Sonuçları

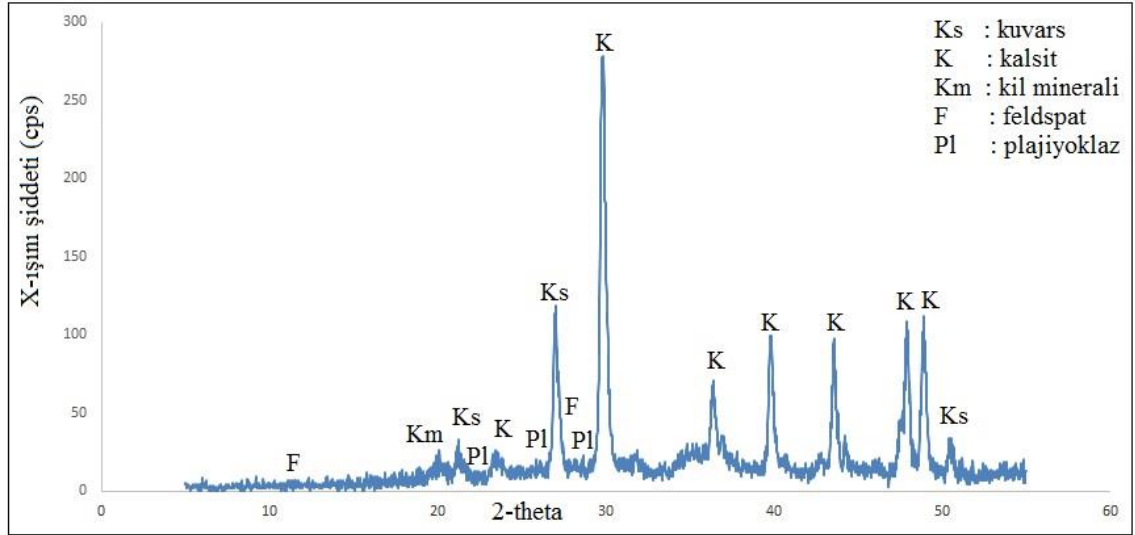
Seramikler için uygulanan XRD analizinde (kimyasal kompozisyona da bağlı olarak) genel olarak benzer pikler tespit edilmiştir (Çizelge 3.13). Dolayısıyla XRD paternlerinin bir kısmı bu bölümde kalan kısmı ise Ekler bölümünde verilmiştir (Ek-2). Temsili XRD paternleri Şekil 3.6 – Şekil 3.15’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 13.** Seramiklerde XRD ile belirlenen mineral/faz içeriği.

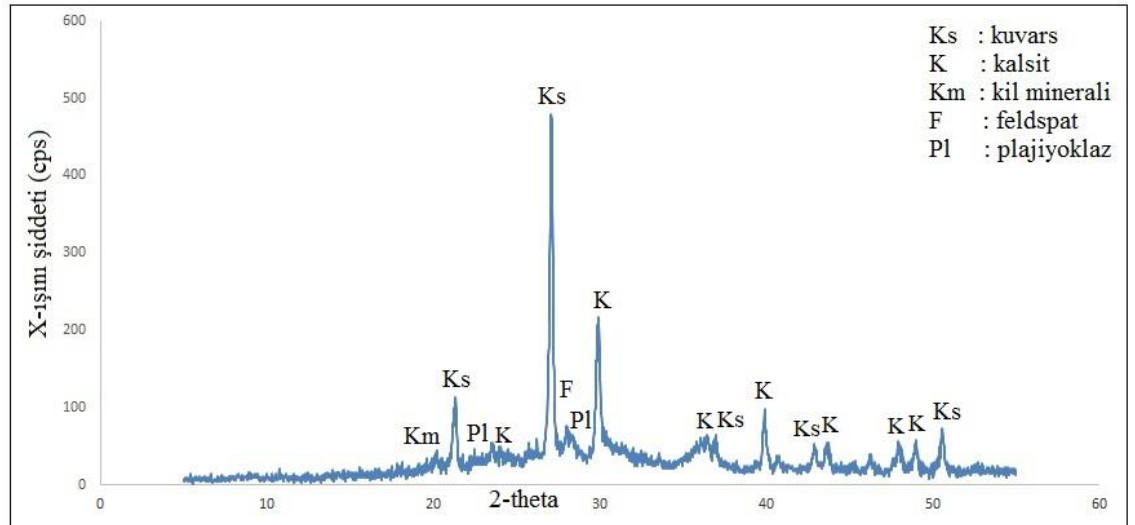
Numune	Belirlenen Mineral/Faz İçeriği
ŞAH-1	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-2	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Gehlenit
ŞAH-3	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-4	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-5	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-6	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-7	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-8	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Gehlenit
ŞAH-9	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-10	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-11	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-12	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-13	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-14	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Gehlenit
ŞAH-15	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-16	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Piroksen, Gehlenit
ŞAH-17	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-18	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Piroksen, Gehlenit
ŞAH-19	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Gehlenit
ŞAH-20	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-21	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-22	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Gehlenit
ŞAH-23	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-24	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz, Gehlenit
ŞAH-25	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-26	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-27	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-28	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-29	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz
ŞAH-30	Kuvars, Kalsit, Kil Minerali, Feldspat, Plajiyoklaz



Şekil 3. 6. ŞAH-1 seramiği XRD analiz sonucu.

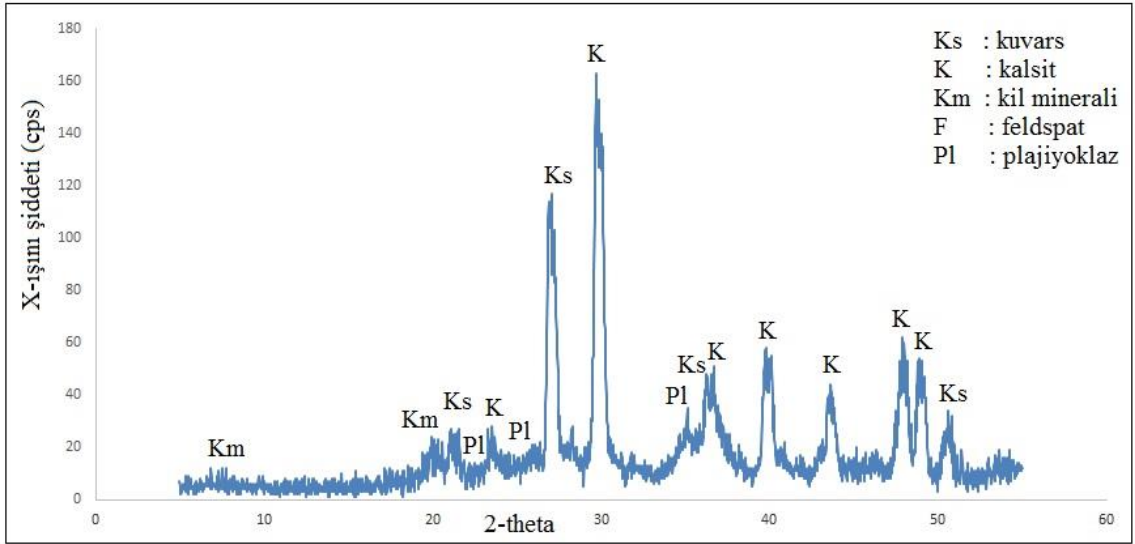


Şekil 3. 7. ŞAH-3 seramiği XRD analiz sonucu.

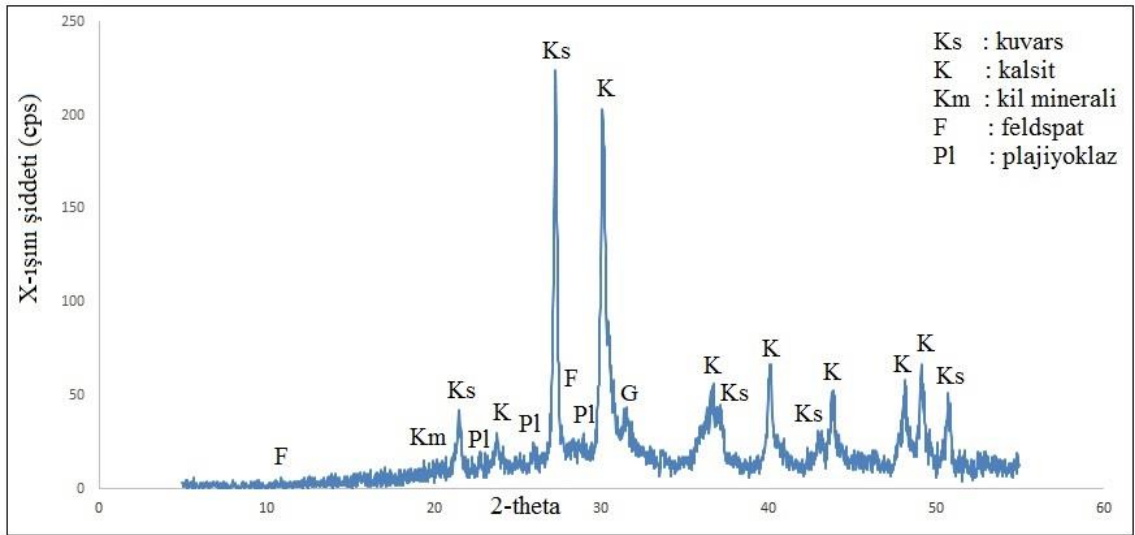


Şekil 3. 8. ŞAH-5 seramiği XRD analiz sonucu.

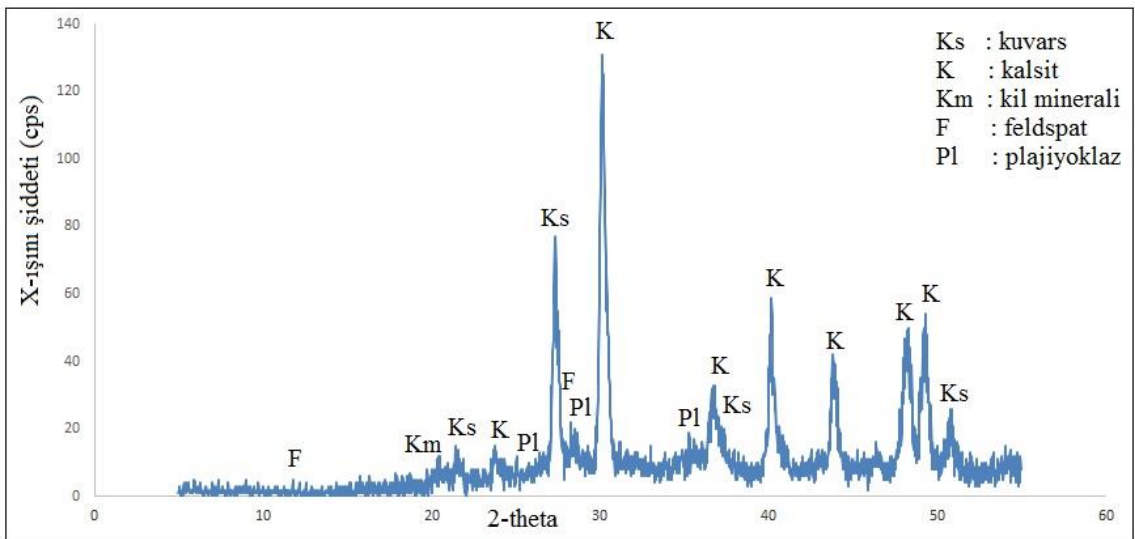




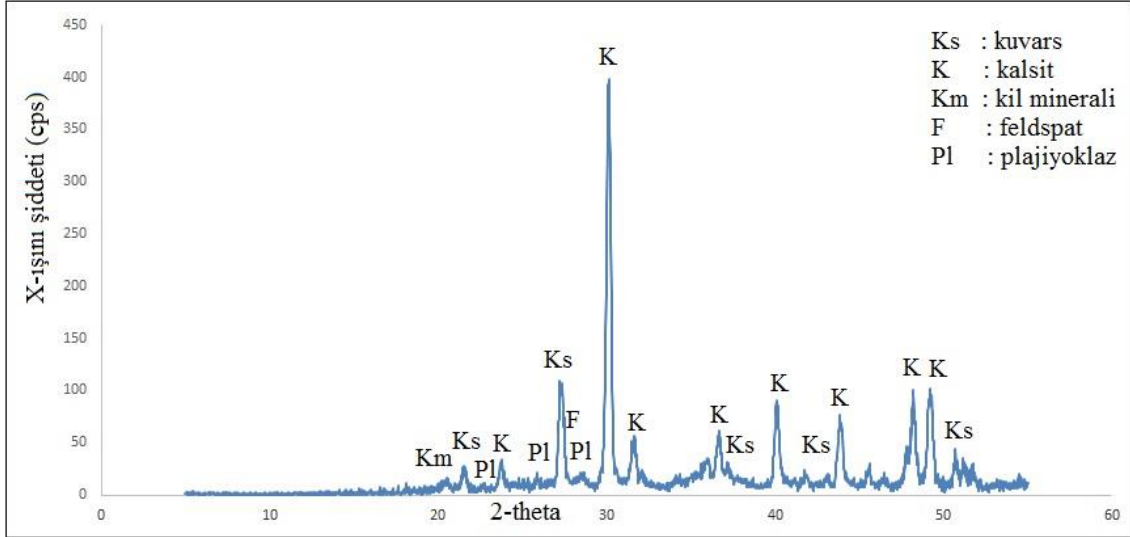
Şekil 3. 9. ŞAH-7 seramiği XRD analiz sonucu.



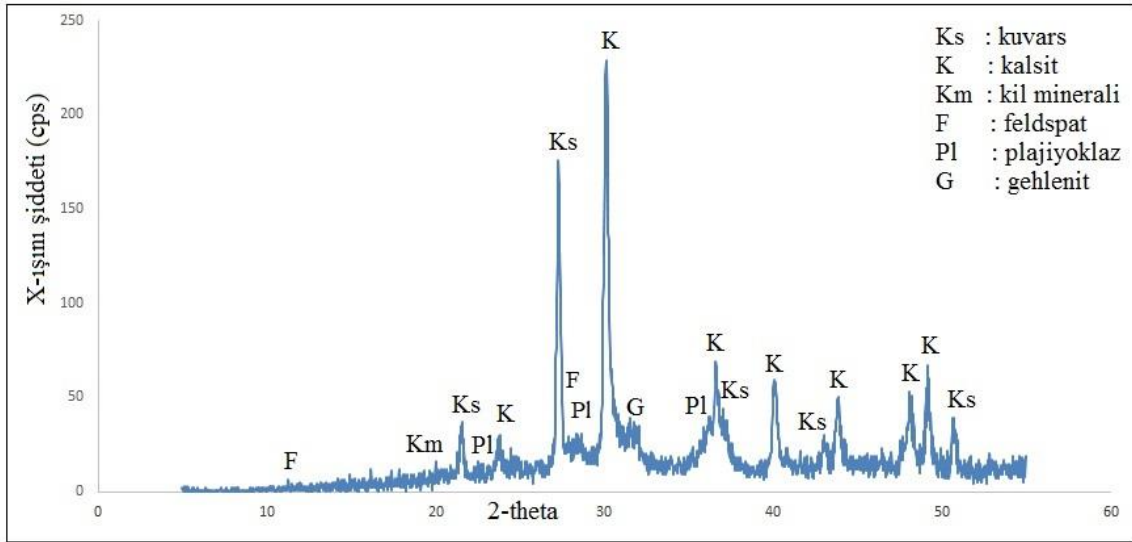
Şekil 3. 10. ŞAH-8 seramiği XRD analiz sonucu.



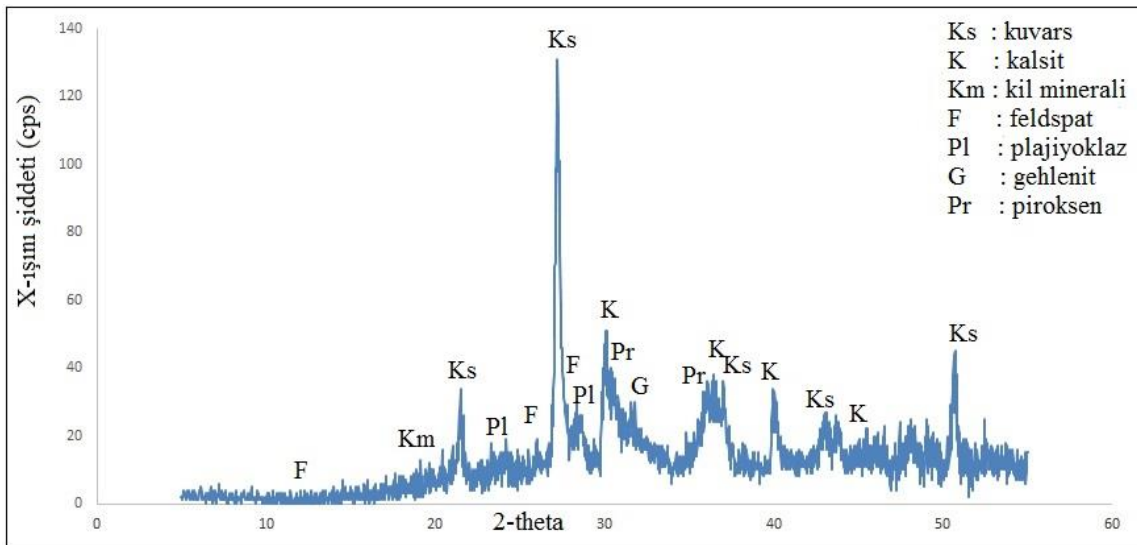
Şekil 3. 11. ŞAH-10 seramiği XRD analiz sonucu.



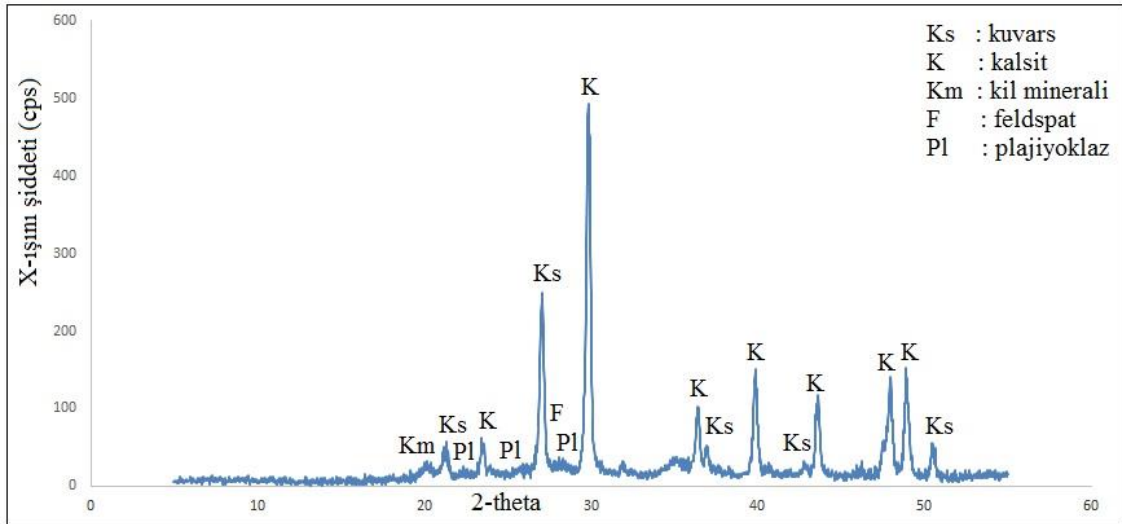
Şekil 3. 12. ŞAH-12 seramiği XRD analiz sonucu.



Şekil 3. 13. ŞAH-14 seramiği XRD analiz sonucu.



Şekil 3. 14. ŞAH-18 seramiği XRD analiz sonucu.



Şekil 3. 15. ŞAH-28 seramiği XRD analiz sonucu.

Bragg Kanunu'nu esas alan bir çalışma prensibine sahip olan X-ışını difraktometresi (XRD) analizi seramik arkeometrisinde yoğun olarak kullanılan bir yöntemdir. Mineralojik içeriği ortaya koyan analizin kullanımı pratik ve göreceli olarak maliyeti düşüktür. Killer pişirim sıcaklığının artmasıyla yapısal olarak bozunmaya eğilimlidirler (700°C civarında hidroksil gruplarının uzaklaşması ve 900°C civarında yapısal bozunma), daha yüksek sıcaklıklarda amorf hale gelmekte ya da yeni fazlar oluşturmaktadırlar. Özellikle kalkerli killerden üretilen seramiklerin pişirilmesi esnasında sıcaklığın artması ile birlikte bozunum ve oluşum reaksiyonları meydana gelmektedir. Çamur içerisindeki karbonatlı hammaddelerden olabilecek ve en sık rastlanılan kalsit minerali 700°C'den itibaren yapısal olarak bozunmaya başlamaktadır. Matris içerisindeki miktarı ve sahip olduğu tane iriliğine bağlı olarak tam olarak bozunma sıcaklığı kimi durumlarda 850-900°C'yi bulabilmektedir. Dolomit minerali kalsitten daha düşük sıcaklıklarda (~600-700°C) bozunmaktadır. Bu mineralin bozunumu sonucu matris içerisinde serbest MgO ve CaO ihtivası yer almaktadır. Bozunmaları takiben matris içerisinde sıcaklığın artması ile birlikte yeni fazlar oluşmaktadır. Bunlar genel olarak melilit grubundan olan gehlenit (karbonatlı hammadde + kil; 800-850°C) ve piroksen minerallerinden olan öjit veya diopsittir (karbonatlı hammadde + kuvars; 850-900°C) . Bunların dışında vollastonit veya anortit de oluşabilmektedir (Fabbri ve ark., 2014; Shoval ve ark., 1993; Cultrone ve ark., 2001; Bayazit ve ark., 2014; Bayazit ve ark., 2015; Broekmans ve ark., 2004; Bayazit, 2018).

Görüldüğü üzere, XRD tekniği ile yeni fazlar belirlenebilmekte ve buna bağlı olarak da numunelerin pişirim sıcaklık aralığı tahmin edilebilmektedir. Pişirim sıcaklık aralıkları seramiklerin üretim teknolojileri hakkında önemli bir ön bilgi sunmaktadır. Arkeolojik bir buluntu olarak ele geçen seramiklerin yüksek veya düşük sıcaklıklarda pişirilmeleri üretim özellikleri bakımından önem arz etmektedir. Bir seramik buluntunun 600-700°C'de pişmesi ile 900-1000°C arasında pişmesi arkeometrik olduğu kadar arkeolojik olarak da farklılıkları ortaya koymaktadır (İssi, 2011; Özçatal, 2013).

Yapılan çalışmada seramikler için belirlenen mineral ve faz içeriklerine bakıldığında, seramiklerde genel olarak kalsit mineralinin baskın olduğu ve bu içeriğin yanında ayrıca kuvars, feldspat/plajiyoklaz ve kil minerallerinin yer aldığı görülmektedir.

Kalsitin majör mineral olarak belirlendiği seramikler;

ŞAH-1, ŞAH-2, ŞAH-3, ŞAH-4, ŞAH-7, ŞAH-9, ŞAH-10, ŞAH-11, ŞAH-12, ŞAH-13, ŞAH-14, ŞAH-15, ŞAH-20, ŞAH-22, ŞAH-23, ŞAH-24, ŞAH-25, ŞAH-26, ŞAH-28, ŞAH-30.

Kalsitin kuvarsa göre daha düşük şiddette belirlendiği seramik örnekler;

ŞAH-5, ŞAH-6, ŞAH-8, ŞAH-16, ŞAH-17, ŞAH-18, ŞAH-19, ŞAH-21, ŞAH-27, ŞAH-29.

Kalsitin bünye içerisinde bozunmadan kalması seramiklerin çok yüksek sıcaklıklara maruz kalmadığına işaret etmektedir. Daha önce bahsedildiği üzere, kalsitin bozunma sıcaklık aralığı 700-800°C'dir, dolayısıyla kalsitin dominant olarak belirlendiği seramikler için pişirim sıcaklığının 800°C'yi geçmediği öngörülmektedir. Tüm örneklerde tespit edilen kil mineralleri seramiklerin pişirim sıcaklığının 900°C'yi geçmediğini gösterirken, bazı numunelerde saptanan yüksek sıcaklık mineralleri bu seramiklerin 900°C kadar yüksek olmasa da, 800-850°C civarında bir sıcaklığa maruz kalmış olabileceklerine işaret etmektedir. Seramik bünye içerisinde yüksek sıcaklık minerallerinin oluşumu pişirim sıcaklığı kadar pişirim atmosferine de bağlıdır. Kullanılan pişirim tekniğine bağlı olarak oksijenin ortamda yer alması veya almaması

reaksiyonların ilerleyişine etki edebilmektedir. Diğer başka bir husus ise seramiğin pişirim esnasındaki konumudur. Artan sıcaklıkla birlikte maruz kalınacak ısının miktarı ve süresi pişirim ürününün ortamdaki pozisyonu ile de ilgili olabilmektedir. Özellikle düz yüzeyde ve çukurda yapılan pişirimlerde kimi seramikler direkt olarak ateş üzerinde pişerken kimileri yalnızca pişirme ortamındaki ısıya maruz kalarak olgunlaşmaktadır. Bu durum bir bakıma seramiklerin farklı fiziksel özelliklere sahip olmasına sebebiyet verebilmektedir. Mevcut çalışmada belirlenen yüksek sıcaklık minerallerinin bazı seramikleri diğerlerinden (pişirim sıcaklığı noktasında) ayırdığı ortaya konulmuş olsa dahi, seramiklerin pişirim esnasında maruz kaldıkları ortam şartları da dikkate alınmalıdır. Diğer bir deyişle, XRD paternlerinde yüksek sıcaklık minerallerinin genel olarak 50 cps değerinin altındaki şiddetlere sahip olması (ŞAH-2 hariç) bu minerallerin (pişirim esnasında) bazı seramiklerin yüksek ısıtma oranına maruz kalması veya pişirim sonunda bu tip seramiklerin ısının muhafaza edildiği (veya soğumanın geç olduğu) dip/köşelerde kalması sonucu oluşabileceğinin de unutulmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yine de, sebep her ne olursa olsun yüksek sıcaklık minerallerinin varlığı bu tip seramiklerin göreceli olarak daha yüksek sıcaklığa maruz kaldıklarına işaret etmektedir (Fabbri ve ark., 2014; Shoal ve ark., 1993; Cultrone ve ark., 2001; Bayazit ve ark., 2014; Bayazit ve ark., 2015; Bayazit ve ark., 2016; Bayazit, 2018).

### **3.3. İnce Kesit-Optik Mikroskop Analizi Sonuçları**

Seramiklerin ince kesitleri ile yapılan petrografi analizinde elde edilen sonuçlar Çizelge 3.14'te verilmiştir.

**Çizelge 3. 14.** Şah Vadisi Neolitik seramik örnekleri ince kesit optik mikroskop analiz sonuçları.

Seramik Örnekler	P (%)	MTA* (%)	Kayaç ve Mineraller**	Agrega Boyutu***	Kayaç Kökeni
Seramik Gr1	15	45	Q,Ç,Pl,Op,G(%2)	Çok İnce	Kiltaşı
Seramik Gr2	12	29	Q,C,Ç,Pl,Op	Orta	Marn
Seramik Gr3	12	22	Q,Ç,Pl,Op,G (%1)	İnce	Kil
Seramik Gr4	12	20	Q,Ç,Pl,By,Py,Op,D,G (%1)	İri	Killeşmiş Dasit
Seramik Gr5	15	10	Q,Ç,Pl,By,Py,G (%2)	Çok İnce	Kiltaşı
Seramik Gr6	14	22	Q,Ç,Pl,By,Py,Op	İnce	Kiltaşı

(\*) MTA: Matriks Toplam Agregat Oranı,

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

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

Petrografi analizi sonucunda oluşan gruplar aşağıdaki gibidir;

Seramik Gr1: ŞAH-B17, ŞAH-B28

Seramik Gr2: ŞAH-B7, ŞAH-B10, ŞAH-B16, ŞAH-B27

Seramik Gr3: ŞAH-B11, ŞAH-B13, ŞAH-B15, ŞAH-B25, ŞAH-B26, ŞAH-B29

Seramik Gr4: ŞAH-B1, ŞAH-B5, ŞAH-B6, ŞAH-B18, ŞAH-B19, ŞAH-B30

Seramik Gr5: ŞAH-B2, ŞAH-B3, ŞAH-B4, ŞAH-B9, ŞAH-B12, ŞAH-B14, ŞAH-B24

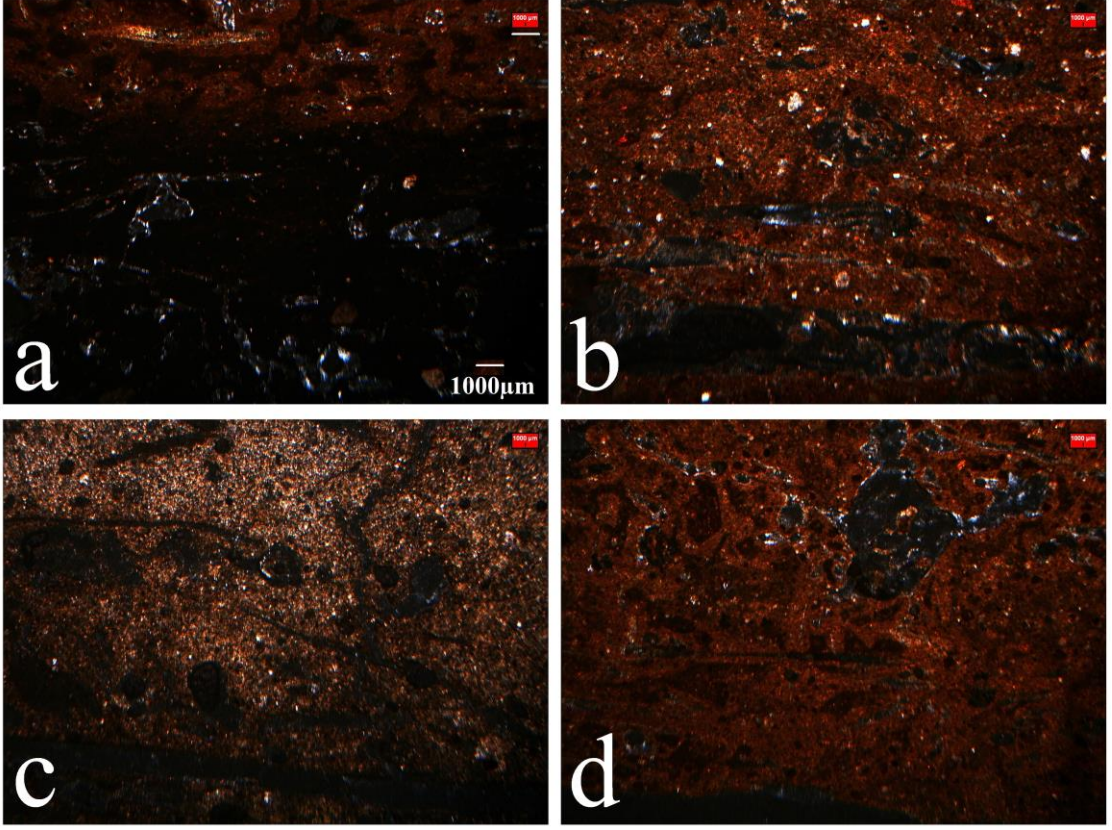
Seramik Gr6: ŞAH-B8, ŞAH-B20, ŞAH-B21, ŞAH-B22, ŞAH-B23

Seramiklerin hamur yapılarının incelendiği çalışmalarda kullanılan en yaygın yöntemlerden biri ince kesit çalışmalarıdır. Petrografik analiz ile seramik hamurundaki agregat, porozite (gözenek), mineral/kayaç türü, grog içeriği tespit edilebilmektedir. Petrografik analiz ile elde edilen görüntüler sayesinde malzemenin içyapısı görüntülenebilmektedir. Tane boyutuna göre hammadde iri veya ince taneli olup olmadığı tespit edilebilmektedir. Mevcut çalışmada, seramiklerin tamamı için kuvars ve plajiyoklaz mineralleri tespit edilmiş olup, çoğu örnekte opak mineraller, biyotit ve

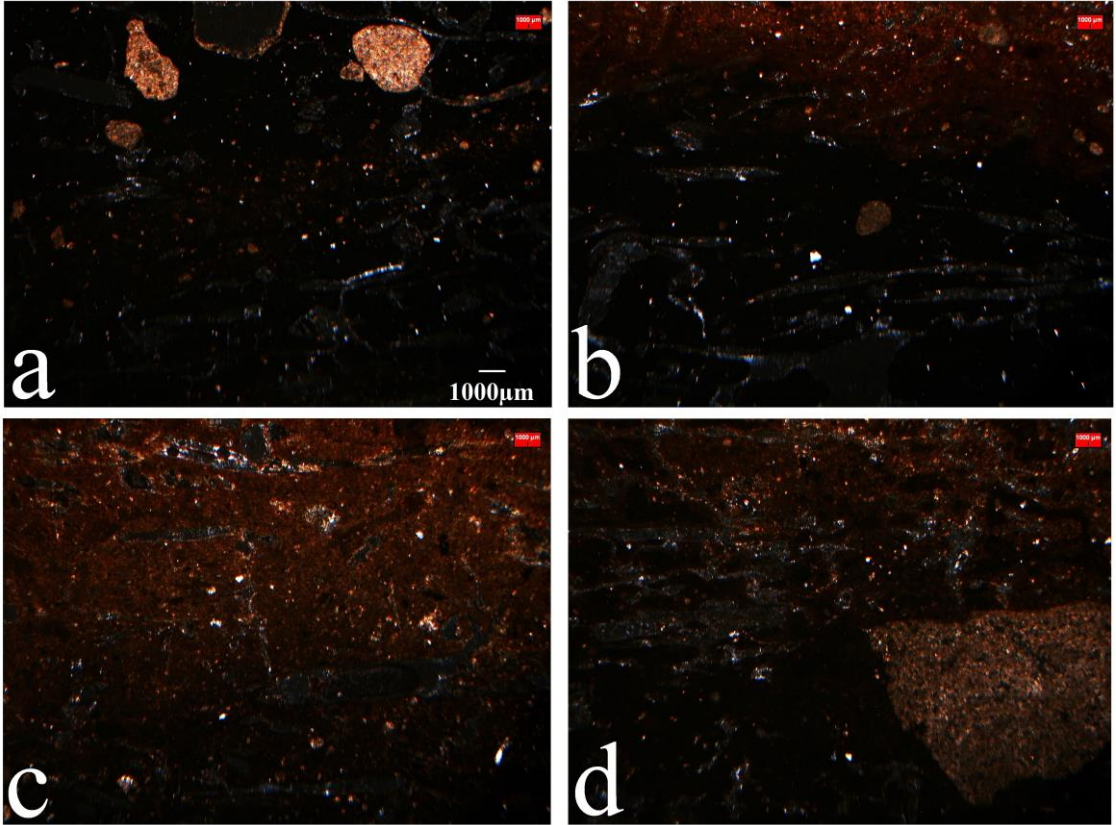
piroksen mineralleri tespit edilmiştir. Tüm örneklerde tespit edilen çört içeriğine ek olarak değişen seramiklerde kil, kil taşı, marn (kalsiyum karbonatça zengin kil) ve killeşmiş dasit (andezit ve riyolit arası bir kompozisyona sahip volkanik kayaç) belirlenmiştir. XRD analizinde seramikler için belirlenen baskın kalsit içeriği petrografi analizinde net olarak ortaya konulamamıştır. Kalsit ve kil yapısının ince taneli olmasından dolayı böyle bir durumla karşılaşıldığı düşünülmektedir. Bilindiği üzere ince kesit analizinde hamurdaki minerallerin incelenebilmesi için tanelerin belirli boyutlarda olması gerekmektedir. Mevcut çalışmada, çoğu seramiğin ince taneli agregalardan oluşması bu durumu açıklar niteliktedir (Bayazit, 2017).

Seramik hamurlarında tespit edilen mineral ve kayaçların dışında ayrıca grog içeriği de kimi seramikler için ortaya konulmuştur (hacimce %1 grog içeren seramikler: ŞAH-1, ŞAH-5, ŞAH-6, ŞAH-11, ŞAH-13, ŞAH-15, ŞAH-18, ŞAH-19, ŞAH-25, ŞAH-26, ŞAH-29, ŞAH-30; hacimce %2 grog içeren seramikler: ŞAH-2, ŞAH-3, ŞAH-4, ŞAH-9, ŞAH-12, ŞAH-14, ŞAH-17, ŞAH-24 ŞAH-28). Görüldüğü üzere seramiklerin çoğunda büyük ihtimalle temper malzeme olarak tercih edildiği düşünülen grog mevcuttur. Grog içeriği öğütülmüş seramik veya tuğla parçaları olabileceği gibi, kil toprakları halinde kullanılan temper nitelikli hammaddeler de olabilmektedir. Bu tip malzemeler seramik çamuruna sonradan ilave edilmekte ve seramiğin kurutma veya pişirme işlemlerinde su kaybına bağlı olarak deforme olmasını önlemektedir (Loftfield, 1976; Rice, 1987).

Seramiklerin optik mikroskop ile çekilen mikro fotoğrafları sırasıyla Şekil 3.16 ile Şekil 3.23 arasında verilmiştir.

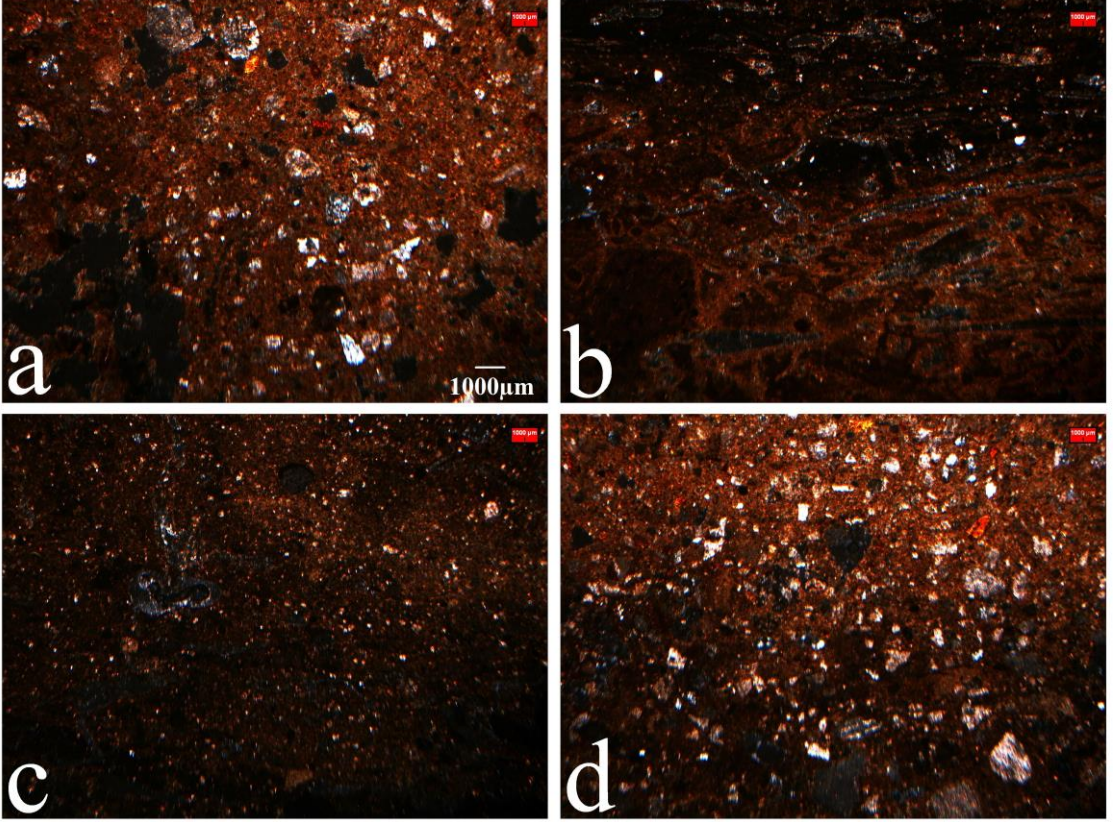


Şekil 3. 16. (a) ŞAH-1, (b) ŞAH-2, (c) ŞAH-3 ve (d) ŞAH-4 numunelerine ait mikro fotoğraflar.

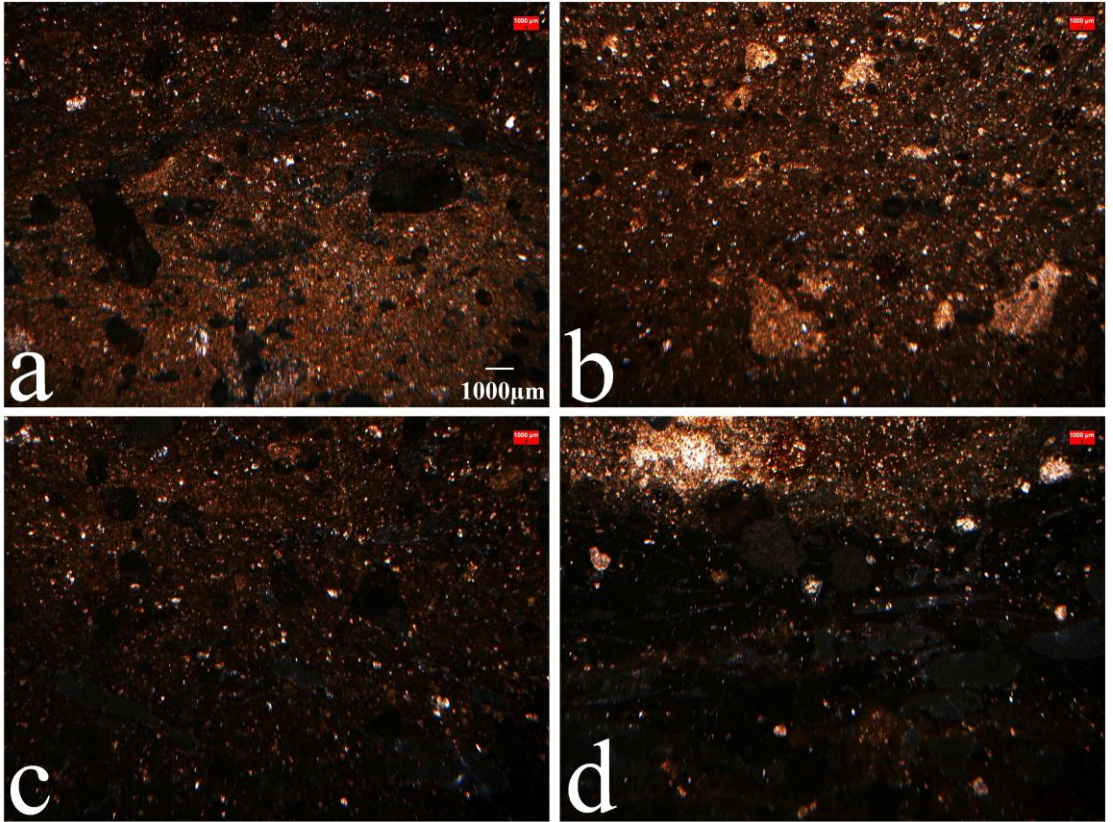


Şekil 3. 17. (a) ŞAH-5, (b) ŞAH-6, (c) ŞAH-7 ve (d) ŞAH-8 numunelerine ait mikro fotoğraflar.

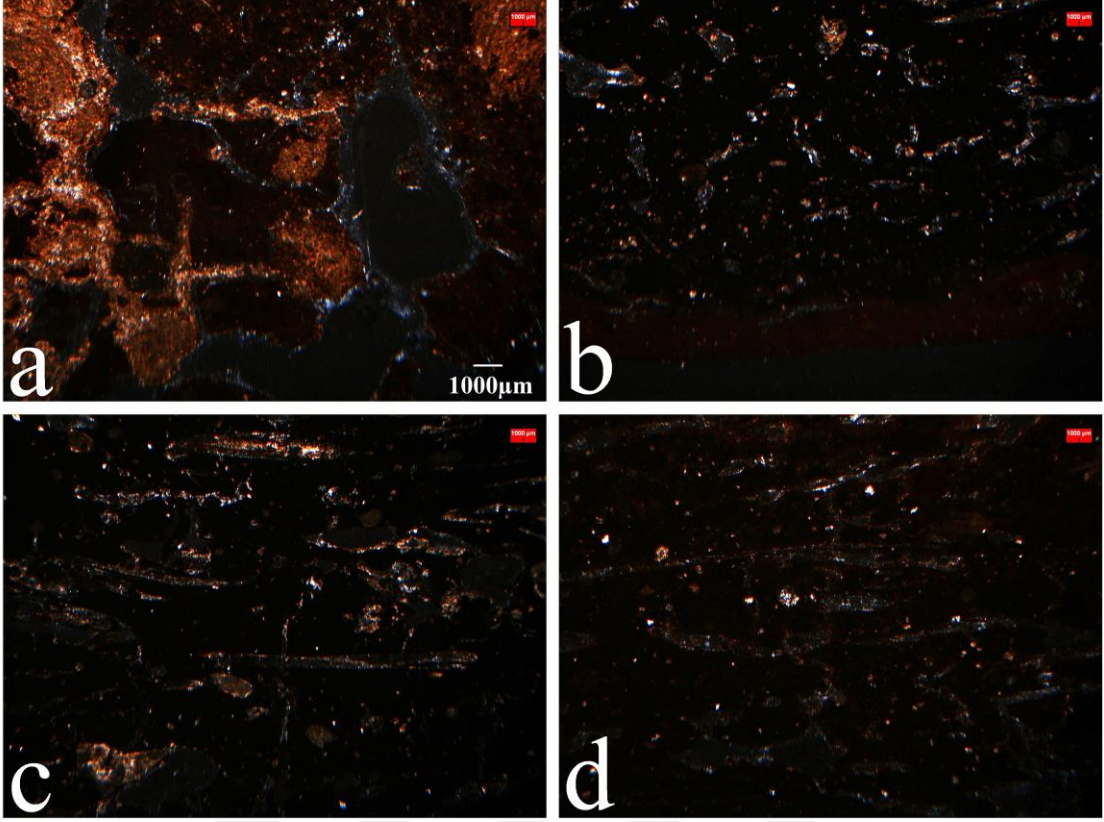




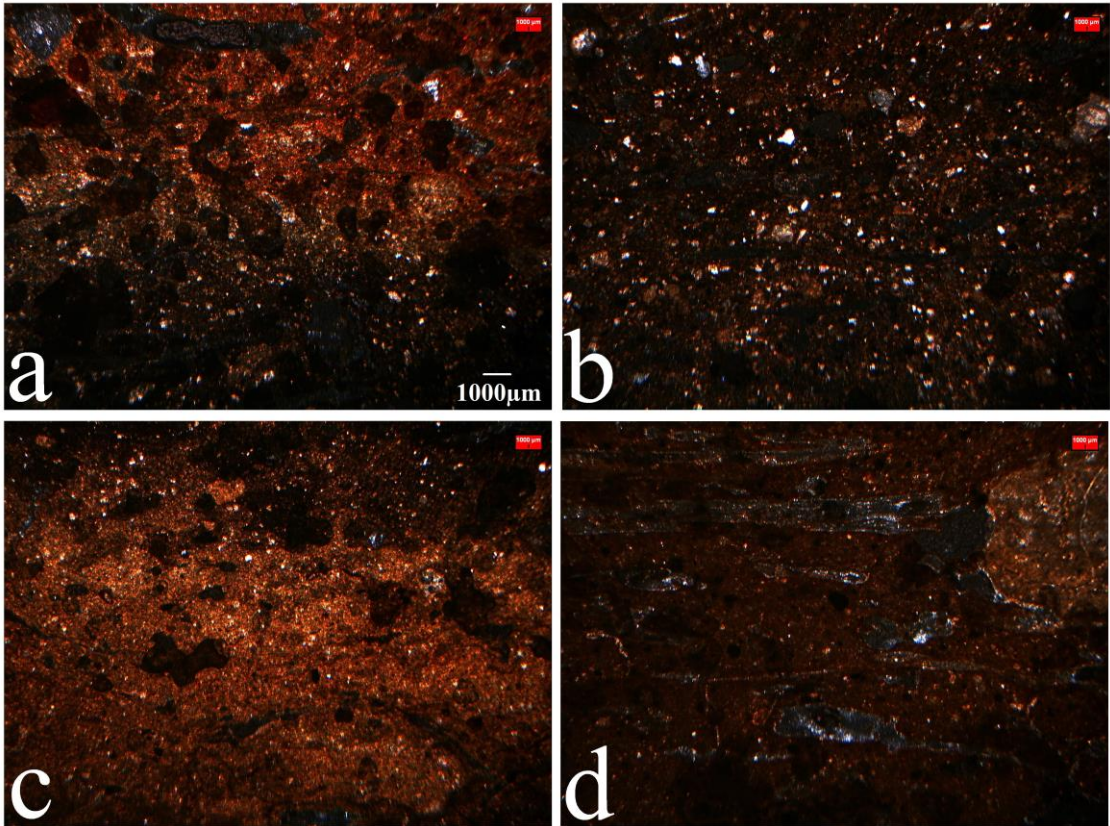
Şekil 3. 18. (a) ŞAH-9, (b) ŞAH-10, (c) ŞAH-11 ve (d) ŞAH-12 numunelerine ait mikro fotoğraflar.



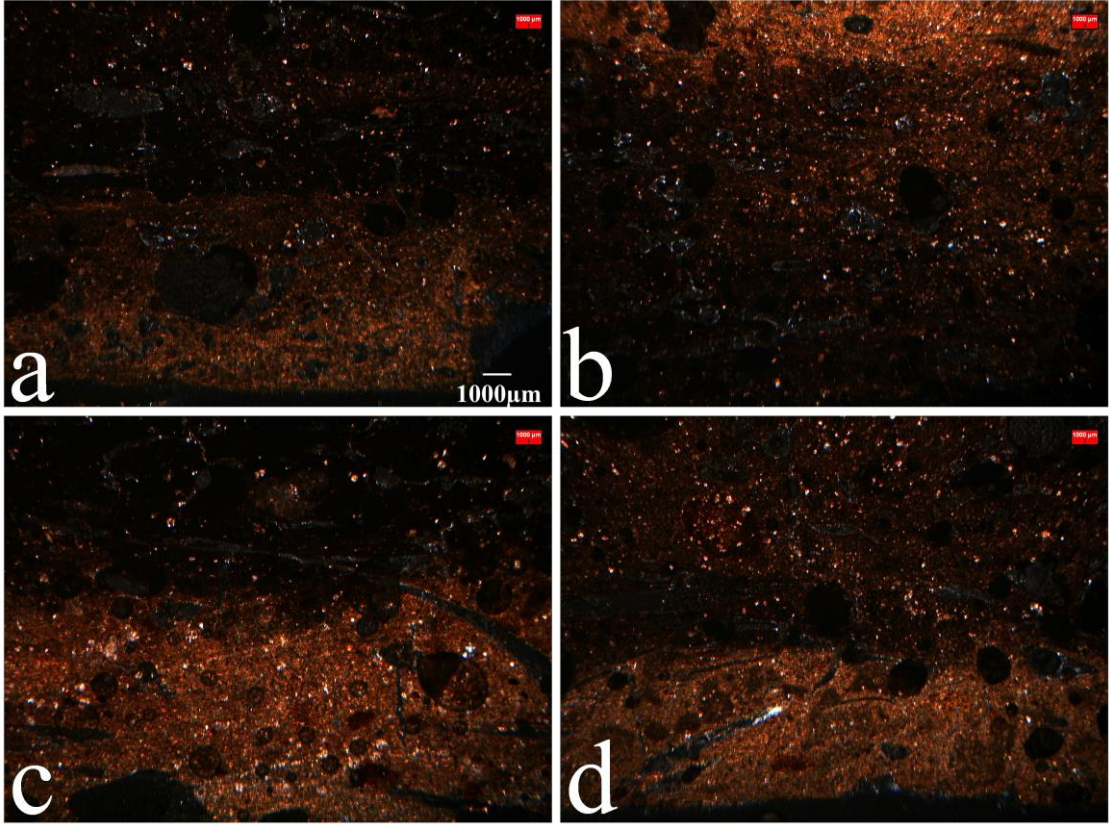
Şekil 3. 19. (a) ŞAH-13, (b) ŞAH-14, (c) ŞAH-15 ve (d) ŞAH-16 numunelerine ait mikro fotoğraflar.



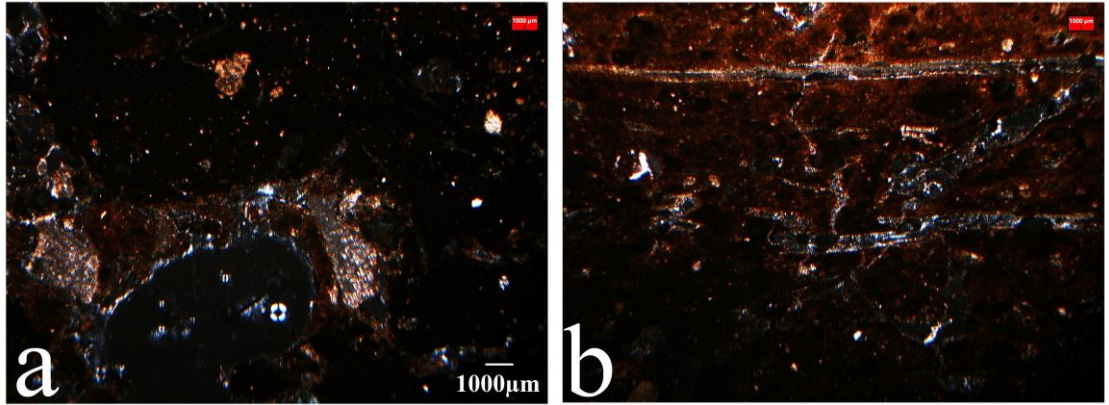
Şekil 3. 20. (a) ŞAH-17, (b) ŞAH-18, (c) ŞAH-19 ve (d) ŞAH-20 numunelerine ait mikro fotoğraflar.



Şekil 3. 21. (a) ŞAH-21, (b) ŞAH-22, (c) ŞAH-23 ve (d) ŞAH-24 numunelerine ait mikro fotoğraflar.



Şekil 3. 22. (a) ŞAH-25, (b) ŞAH-26, (c) ŞAH-27 ve (d) ŞAH-28 numunelerine ait mikro fotoğraflar.



Şekil 3. 23. (a) ŞAH-29 ve b) ŞAH-30 numunelerine ait mikro fotoğraflar.

Çoğu örnek için tespit edilen ve temper malzeme olarak öngörülen grog içeriği seramiklerin ince kesitlerinden hazırlanan mikro fotoğraflarda gözlemlenmiştir (örneğin; ŞAH-5, ŞAH-9, ŞAH-12, ŞAH-14). Grog ihtivasının mikro fotoğraflarda belirgin ve değişik boyutlarda olması bir bakıma bu ilavelerin gelişi güzel yapıldığına işaret etmektedir. Ürünün kuruma ve pişirme esnasında bünyesindeki suyu herhangi bir zayi vermeden uzaklaştırmasında bu durum bir avantaj da sağlamış olabilir. Görüntülerde seramik matrislerin genel olarak çok homojen olmadığı tespit edilmiştir.

Seramiklerin makro gözlemlerinde belirgin bir şekilde göze çarpan ve büyük olasılıkla organik maddelerin (bitkisel kalıntılar, saman, ot vb.) pişirim esnasında yanarak uzaklaşmaları sonucu meydana geldiği düşünülen uzunlamasına veya kimi zaman düzensiz şekilli boşluklara mikro fotoğraflarda da rastlanmıştır (bakınız Şekil 3.16 b-c, Şekil 3.17c, Şekil 3.18b, Şekil 3.20 c-d, Şekil 3.23b). Erhan Akça ve arkadaşları tarafından Çatalhöyük Neolitik seramikleri için yapılan arkeometrik çalışmada (Akça ve ark., 2009), kurutma esnasında kilin bağlayıcılık özelliğini arttıran saman gibi bitkisel ilavelerin kullanımında başka bir parametreden daha bahsetmektedir. Bu tip kolay yanıcı malzemelerin kil esaslı ürünlerin üretiminde kullanılmasının pişirim esnasında daha yüksek sıcaklıklara daha kısa sürelerde ulaşmaya yardımcı olabilecekleri ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada seramik bünyelerde tespit edilen az (veya eser) miktardaki gehlenit ve alüminyum diopsitin de bunun bir göstergesi olduğu belirtilmiştir (Akça ve ark., 2009).

Mevcut çalışmada, XRD analizinde bazı seramikler için belirlenen yüksek sıcaklık mineralleri ve ince kesit analizinde belirlenen boşluklar Akça ve arkadaşlarının da belirttiği üzere pişirim esnasında seramiklerdeki hissedilir sıcaklığı daha kısa sürede arttıracak yanıcı organik ilavelerin kullanılmış olabileceğini akla getirmektedir. Sonuç olarak, bu tip katkılar hem seramiğin dayanımını arttırmak hem de daha iyi pişmesini sağlamak amacıyla kullanılmış olabilir. Bazı spesifik seramik ürünlerde (örneğin mutfak kaplarında) termal şok direncinin yüksek olmasını sağlamak için organik temper malzemelerin (saman, ot vb.) kullanıldığı ve malzeme içerisinde yüksek porozite elde edilerek (hacimce % 30'lara kadar) ısı streslerinin minimize edildiği bilinmektedir (pişirim sıcaklığı genel olarak düşük; 750°C civarında) (Rice, 1987; Tite ve ark., 2001).

### **3.4. FTIR Analizi Sonuçları**

FTIR yöntemi ile seramik buluntuların kimyasal bağlarındaki titreşimler (gerilme, bükülme ve büzülme) belirlenerek hammadde içeriği hakkında teyit edici bilgilere ulaşılmıştır. FTIR tahribatlı bir yöntemdir ve çalışmada seramik parçalardan hazırlanan tozlar kullanılmıştır. Bu yöntemde en önemli nokta her mineralin kendine özgü kimyasal bir karaktere sahip olması ve buna bağlı olarak da her mineralin karakteristik bağ titreşimleri vermesidir (Kılıç ve Karahan, 2010).

Seramikler kimyasal ve mineralojik olarak benzer içeriklere sahip olduğundan dolayı numunelerin FTIR spektrumları ayrı ayrı bu bölümde verilmek yerine spektrumlarda tespit edilen bant değerleri Çizelge 3.15'te toplu olarak gösterilmiş ve örneklerin spektrumları Ek-3'te sunulmuştur.

FTIR spektrumlarındaki bant değerlerine bakıldığında bu değerlerin genel itibarıyla XRD analizinde belirlenen mineralojik içerikle bir uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. XRD analizinde baskın bir şekilde ortaya çıkan kalsit mineralinin FTIR spektrumlarında  $1412-1439\text{ cm}^{-1}$ ,  $871-877\text{ cm}^{-1}$  ve  $709-716\text{ cm}^{-1}$  aralıklarında pik verdiği öngörülmüştür. Bu bant değerlerin dışında kalsit ayrıca  $1440-1458\text{ cm}^{-1}$  aralığındaki bantlar ile de ortaya konulmuştur. Bant değerlerinin  $1412\text{ cm}^{-1}$  değerlerinden  $1458\text{ cm}^{-1}$  değerlerine kaymasındaki nedenin seramik bünye içerisinde gömü şartlarına bağlı olarak meydana gelen ikincil kalsit olduğu düşünülmektedir. Böylelikle, FTIR spektrumlarında kalsite işaret eden yüksek bant değerleri ( $\geq 1440\text{ cm}^{-1}$ ) ile birlikte aynı zamanda  $871-877\text{ cm}^{-1}$  ve/veya  $709-716\text{ cm}^{-1}$  aralıklarındaki bant değerlerine sahip olan seramiklerde (bu bant değerlerinin spektrumdaki şiddetleri de göz önüne alınarak; %T) hem birincil hem de ikincil kalsitin var olduğu öngörülmektedir (Fabbri ve ark., 2014; Bayazit ve ark., 2015; Mazzocchin ve ark., 2003).

Spektrumlarda tespit edilen  $1000-1019\text{ cm}^{-1}$  aralığındaki bant değerlerinin kil minerallerine,  $1158-1166\text{ cm}^{-1}$ ,  $794-800\text{ cm}^{-1}$ ,  $772-779\text{ cm}^{-1}$  ve  $688-697\text{ cm}^{-1}$  aralığında bant değerlerinin ise kuvarsa işaret ettiği gözlemlenmiştir. Seramiklerde tüm örnekler için XRD analizinde belirlenen bu iki mineralin FTIR analizinde de saptanması analizlerin doğruluk paylarını arttırmaktadır. Diğer taraftan, kuvarsa işaret eden  $1158-1166\text{ cm}^{-1}$  aralığındaki bant değerleri feldspat/plajiyoklaz minerallerine ait bant değerleri olabileceği de göz ardı edilmemelidir. Bu tip bant çakışmaları FTIR spektrumlarında rastlanması muhtemel bir durumdur. Analiz, çalışma prensibi olarak bağ titreşimleri üzerinden sonuç verdiği için özellikle silika ve alümina içerikli minerallerin bant değerlerinin üst üste gelme olasılığı artmaktadır. Son olarak, FTIR spektrumlarında  $1636-1645\text{ cm}^{-1}$ ,  $1650-1654\text{ cm}^{-1}$ ,  $1671\text{ cm}^{-1}$ ,  $3332-3353\text{ cm}^{-1}$ ,  $3370-3398\text{ cm}^{-1}$  ve  $3402-3437\text{ cm}^{-1}$  bant değerlerinin seramiklerdeki  $\text{OH}^-$  titreşimlerine (H-O-H esnemeleri) dolayısıyla hamur içerisindeki higroskopik suya işaret ettiği öngörülmektedir (Ion ve ark., 2011; Iglesias ve Serna, 1985; Palanivel ve Velraj, 2007;

Faust, 1953; web kaynak-1, Mazzocchin ve ark., 2003; İssi, 2012; Gadsden, 1975; De Benedetto ve ark., 2002; Ellid ve ark., 2003; Farmer, 1974).

**Çizelge 3. 15.** FTIR analizinde numuneler için belirlenen bant değerleri.

Numune	Bant Değeri (cm <sup>-1</sup> )
ŞAH-1	3398/2160/1982/1965/1797/1647/1430/874/798/712/691/670
ŞAH-2	3748/3413/2506/1795/1636/1427/1158/873/798/779/712/667
ŞAH-3	3411/2510/2157/1993/1795/1642/1412/872/798/778/712
ŞAH-4	3403/2513/1797/1643/1425/873/798/779/712
ŞAH-5	3370/1643/1429/875/819/796/775/716/693/672/655
ŞAH-6	3332/1980/1648/1437/871/798/779/709/690/658
ŞAH-7	1458/1166/1093/894/873/836/824/796/773/711/693/665
ŞAH-8	3388/1797/1671/1426/1161/1016/797/773/711/688/651
ŞAH-9	3414/2510/1797/1641/1427/1163/873/798/779/712/691
ŞAH-10	1959/1652/1436/1158/1091/915/875/798/779/714/691
ŞAH-11	3402/1428/1161/874/798/775/712/690
ŞAH-12	3426/2513/1795/1435/1166/873/800/777/712/697
ŞAH-13	3409/1435/1163/1002/873/799/777/712
ŞAH-14	2346/1441/1019/877/831/794/773/709/690/651
ŞAH-15	3414/2510/1797/1650/1428/1163/873/799/779/712
ŞAH-16	3388/1643/1433/1009/874/793/775/709/690
ŞAH-17	3381/1641/1428/1165/1006/874/798/779/711/691
ŞAH-18	3353/1424/1166/1002/873/798/777/711/693/662
ŞAH-19	3332/1654/1442/1001/875/789/772/742/695
ŞAH-20	3377/1795/1643/1434/1019/877/797/775/712/691
ŞAH-21	3377/1640/1440/1163/1004/874/798/777/712
ŞAH-22	3370/1795/1645/1428/1002/875/798/775/712/693
ŞAH-23	3437/1643/1438/1163/874/796/779/711/691
ŞAH-24	3395/1799/1645/1428/1009/874/796/777/711/693
ŞAH-25	3405/1443/1016/875/798/777/711/691
ŞAH-26	3397/2510/1797/1641/1428/1006/873/798/779/712/691
ŞAH-27	1643/1458/1439/1156/1102/1013/875/798/775/711/693/655
ŞAH-28	3374/1793/1441/1166/1013/874/798/775/712/693/674
ŞAH-29	1452/1008/873/798/773/737/712/691
ŞAH-30	3412/1797/1645/1428/1159/1076/1002/873/798/777/712/693/667

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Şah Vadisi yamaç yerleşiminde ele geçen çanak çömlekler Hassuna Samarra Kültürü'nün en doğudaki örneklerini temsil etmektedir. Bu seramiklerin karakterize edilmesi amacıyla mevcut çalışmada kimyasal ve mineralojik içeriklerin belirlendiği XRF, XRD, petrografi ve FTIR teknikleri kullanılmıştır. Seramikler için uygulanan XRF analizinde CaO içeriğinin yüksek çıkması seramik üretimindeki hammaddelerde karbonatlı minerallerin yer aldığına işaret etmiştir. Yüksek CaO miktarı diğer taraftan da hammadde içerisinde kil oranının düşük olduğunu göstermiştir ( $Al_2O_3$  miktarı ortalama ağırlık % 8,22). Şırnak ve civarında karbonatlı hammaddeler bakımından zengin jeolojik içeriklerin bulunması yüksek CaO ihtivasının bölgesel kaynaklı olduğuna işaret etmektedir (web kaynak 2-6). Mermer (Batman, Hakkari, Şırnak, Van) ve kireçtaşının (Mardin, Van) bol bulunduğu bölgede (web kaynak 2-6) bu duruma bağlı olarak kalkerli hammaddelerin seramik üretiminde kullanılma ihtimali yüksek görünmektedir. XRF analizinde demir dışında seramik çamuruna renk verebilecek elementlerin belirlenmemesi bünyedeki renk oluşumlarını sağlayan elementin başlıca Fe olduğuna işaret etmiştir. Çoğu seramik yüzeyinde belirgin biçimde gözlemlenen ve organik maddelerin yanarak uzaklaşması sonucu oluştuğu öngörülen uzunlamasına ve düzensiz boşluklar sandviç yapıdaki seramiklerde demir kadar organik maddelerin de etkin olduğunu akla getirmektedir.

Seramiklerin kimyasal kompozisyonları dikkate alınarak SPSS programında yapılan kümeleme analizinde öncelikle tüm oksitler ardında da CaO,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  ve MgO içerikleriyle dendrogramlar çizilmiş ve iki dendrogram arasında fark olmaması seramiklerin üretiminde kullanılan başlangıç hammaddelerinin genel olarak kalsiyum, magnezyum, silika ve alümina içerikli olduğunu göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizde seramikler iki gruba ayrılmış ve bu grupların oluşmasında CaO içeriği belirleyici olmuştur. Elde edilen sonuçlar seramik üretiminde genel olarak benzer veya aynı, fakat karbonatlı hammadde içeriği değişen bir kaynak kullanıldığına işaret etmiştir. Seramiklerdeki oksit içeriklerinin yanı sıra elementler üzerinden yapılan kümeleme analizinde ortaya çıkan gruplar ile oksit içerikleri üzerinden yapılan kümeleme analizinde ortaya çıkan gruplar arasında nispeten bir uyumluluk olduğu gözlemse de, bazı örneklerin gruplar arasında yer değiştirmesi hammadde kullanımında birden fazla kaynaktan faydalanılmış olduğuna işaret etmiştir.

Seramiklerin mineralojik içeriklerinin incelendiği XRD analizinde seramikler için genel olarak kalsit mineralinin baskın olduğu ve bu içeriğin yanında ayrıca kuvars, feldspat/plajiyoklaz ve kil minerallerinin yer aldığı tespit edilmiştir. Minerallerin bozunma ve oluşum reaksiyonlarının gerçekleşme sıcaklıkları göz önüne alınarak yapılan değerlendirme neticesinde seramiklerin çoğunlukla 800°C'yi geçmeyen sıcaklıklarda pişirildikleri ortaya konulmuştur. Çalışmada tamamlayıcı bir teknik olarak uygulanan FTIR analizinde XRD verileri ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. XRD analizinde belirlenen kalsit, kuvars ve kil minerali içerikleri FTIR bant değerleri ile ortaya koyulmuştur. Mineral içeriğinin belirlendiği diğer bir yöntem olan petrografi analizinde seramiklerin tamamı için kuvars ve plajiyoklaz mineralleri tespit edilmiş olup, çoğu örnekte opak mineraller (hematit, manyetit vb.), biyotit ve piroksen mineralleri tespit edilmiştir. Seramiklerin çoğunda temper malzeme olarak tercih edildiği düşünülen grog tespit edilmiş ve bu ihtivanın çamura sonradan ilave edilerek seramiğin kuruma veya pişme işlemleri esnasında su kaybına bağlı olarak deforme olmasını önlemek amacıyla kullanıldığı öngörülmüştür.

Bu tez çalışmasında Şırnak ili Merkez, Güçlükönak, Uludere ve Beytüşşebap ilçeleri yüzey araştırmalarında ele geçen Neolitik Çağ seramikleri için detaylı bir arkeometrik veri tabanı oluşturulmuştur. Bölgede aynı döneme ait seramikler için kapsamlı arkeometrik çalışmaların yetersiz olmasından dolayı, mevcut çalışmada elde edilen arkeometrik verilerin karşılaştırmalı olarak ele alınması çok kısıtlı kalmıştır. Urfa-Teleilat kazısında ele geçen bazı Neolitik seramik örnekler yalnızca XRF tekniği ile incelenmiş ve sınıflandırmalar yapılarak yerel üretim veya ithal ürün şeklinde yorumlanarak ele alınmıştır (Demir, 2007). Şırnak iline uzak da olsa aynı dönem (Neolitik) seramiklerinin incelendiği bir diğer çalışmada Çatalhöyük'teki çömlekçilerin yüksek sıcaklık değerlerini (~800°C) sağlama ve yerel hammadde kaynaklarını kullanma konularında oldukça yetenekli olduklarını öngören veriler elde etmişlerdir (Akça ve ark., 2009). Mevcut çalışmada elde edilen arkeometrik verilerin karşılaştırılabilmesi için bölgedeki (Güney Doğu Anadolu, Doğu Anadolu, Suriye, Irak) Neolitik döneme ait seramikler için kapsamlı arkeometrik incelemelerin yapılmasının bu anlamda fayda sağlayacağı düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Akça, E., Kapur, S., Özdöl, S., Hodder, I., Poblome, J., Arocena, J., Kelling, G., Bedestenci, Ç., 2009, Clues of production for the Neolithic Çatalhöyük (central Anatolia) pottery, *Scientific Research and Essays*, 4(6), 612-625.
- Akyol, A.A., Aydın, M., 2016, "Archaeometric Analysis of Ceramic Finds from Olba Excavations," *Seleucia*, vol. 6, pp. 413-431.
- Algaze G., Rosenberg M., 1991, "The Tigris-Euphrates Archaeological Reconnaissance Project, 1989", *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, VIII, Ankara, 137-161.
- Algaze G., Hammer E., Parker B., 2012, "The Tigris-Euphrates Archaeological Reconnaissance Project. Final Report of the Cizre Dam and Cizre-Silopi Plain Survey Areas", *Anatolica*, XXXVIII, 1-115, 35-36.
- Arcasoy, A., 1983, *Seramik Teknolojisi*, Marmara Ün. Yayınları, İstanbul.
- Bayazit, M., 2018, Archaeometric study of possible Ninevite-5 pottery from upper Tigris region using SEM-EDS, PEDXRF, and OM., *X-Ray Spectrometry*, 47, 92-104.
- Bayazit, M., Isik, I., Issi, A., Genc, E., 2016, Archaeometric investigation of the Late Chalcolithic-Early Bronze Age I and the 1st–2nd millennium BCE potteries from Kuriki-Turkey, *Applied Clay Science* (126) 180-189.
- Bayazit, M., Işık, I., Issi, A., 2015, Investigating the firing technologies of Part-Roman potsherds excavated from Kuriki (Turkey) using thermal and vibrational spectroscopic techniques, *Vibrational Spectroscopy* 78, 1-11.
- Bayazit, M., Isik, I., Issi, A., Genc, E., 2014, Spectroscopic and thermal techniques for the characterization of the first millennium AD potteries from Kuriki-Turkey, *Ceramics International*, 14769-14779.
- Bayazit, M., Akyol, A.A., 2015, Medeniyetler arasındaki etkileşim köprüsü: seramik (arkeometrik yaklaşım), 9. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu, 5-20 Eylül 2015, Eskişehir, 69-78.
- Bayazit, M., 2017 Arkeometride seramik petrografi, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* 7 (2), 36-44.

- Bayram, G., 2018, Güneydoğu Anadolu'nun Neolitik Çağ Totemleri Ve Ritüel Nesneleri, *AMİSOS*, 3(4), 67-89.
- Bong, W.S.K., Matsumura, K. ve Nakai, I., 2008. Firing technologies and raw materials of typical early and middle Bronze Age pottery from Kaman-Kalehöyük: a statistical and chemical analysis. *Anatol. Archaeol. Stud.* 17, 295–311.
- Broekmans, T., Adriaens, A. ve Pantos, E., 2004, Analytical investigations of cooking pottery from Tell Beydar (ne-Syria), *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B*, 226, 92-97.
- Coşkun, N., Ayman, İ., Yumruk, Ş., Aşkar, İ.T., 2019, 2017 Yılı Şırnak İli Merkez, Güçlükönak, Uludere ve Beytüşşebap İlçeleri Yüzey Araştırması, 36. Araştırma Sonuçları Toplantısı (7-11 Mayıs 2018, Çanakkale), Ankara, 175-194.
- Cultrone, G., Rodriguez-Navarro, C., Sebastian, E., Cazalla, O., De La Torre, M.J., 2001, Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing, *Eur. J. Miner.* (13), 621–634.
- Çalışkan Kılıç, N., Kılıç, S., Çalışkan Akgül, H., 2017, “An archaeometric study of provenance and firing technology of Halaf pottery from Tilkitepe (eastern Turkey), *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, vol. 17, no. 2, pp. 35-48.
- Çelik, B., 2010, Şırnak ve Çevresinin Obsidyen Ticaretinde Yeri ve Önemi, *Anadolu / Anatolia* 36.
- De Benedetto, G.E, Laviano, R., Sabbatini, L. ve Zambonin, P.G., 2002, Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery, *Journal of Cultural Heritage* (3), 177-186.
- 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*, Ankara.
- Efecan, S., 2011, Geç Neolitik Döneme ait Hacılar Kazılarında Bulunmuş Terracota Figürlerin Çağdaş Yorumlarla Biçimlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Arkeoseramik Anasanat Dalı*, 130.
- 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*, Vol. 258, No. 2, 299-305.

- Eramo, G., Laviano, R., Muntoni, I. M., Volpe, G., 2004, Late Roman cooking pottery from the Tavoliere area (Southern Italy): raw materials and technological aspects. *Journal of Cultural Heritage*, 5(2), 157-165.
- Erdinç, M.E., 2004, Kınık (Pazaryeri- Bilecik) Çömlekçiliğinin Sorunları, Kilinin Karakterizasyonu, Çömleklerine B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> İçerikli Transparant ve Renkli Sır Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *DPÜ Seramik Müh. Böl.*, Kütahya.
- Eriñ S., 1980, “Kültürel Çevrebilim Açısından Güneydoğu Anadolu”, *Güneydoğu Anadolu Tarih öncesi Araştırmaları*, ed. H. Çambel,R. ve D. Braidwood, İstanbul.
- Erkanal H., 1987, “1986 Cudi Dağı Araştırması”, *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, V-2, Ankara, 111-119.
- 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.
- Faust, G.T., 1953, Huntite, Mg<sub>3</sub>Ca(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, a New Mineral, *American Mineralogist*, 38: 4–24.
- 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.
- Gigante, G. E., 2018, *Seramik Arkeometrisine Kısa bir Giriş*, Roma, İtalya.
- Iglesias, J.E., 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.
- İşık, İ., 2018, Karakterizasyon ve Tarihlendirme Çalışmalarının Arkeometrik Yöntemlerle İncelenmesi, *CEDRUS*, (6).
- İssi, A., 2011, Eskişehir-Şarhöyük (Dorylaion) Arkeolojik Kazılarında Ele Geçen Helenistik Dönem Seramiklerinin (Kalıplı Kaseler ve Batı Yamacı Seramikleri)

- Karakterizasyonu, Doktora Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- İssi, A., 2012, "Estimation of ancient firing technique by the characterization of semi-fused Hellenistic potsherds from Harabebezikan/Turkey", *Ceramics International*, Vol.38, Issue 3, 2375-2380.
- Kılıç, G. B., Karahan, A. G., 2010, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy and its usage in identification of lactic acid bacteria. *GIDA-Journal of Food*, 35(6), 445-452.
- Kıbaroğlu, M., 2005, Sedimentary geochemical approach to the provenance of the non calciferous north Mesopotamian Metallic Ware, *Archeometriai Muhely*, 2, 48-51.
- Kingery, W.D., Bowen, H.K., Uhlmann, D.R., 1976, Introduction to Ceramics, Wiley Series on the Science and Technology of Materials, 2.
- Kozbe, G., 2005, Şırnak İli, Silopi Ovası Yüzey Araştırması, 2004, *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, XXIII-1, Ankara, 293-305.
- Kozbe, G., 2007, Şırnak İli Yüzey Araştırması, 2006, *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, XXV-1, Ankara, 175-186.
- Layard, A. H., 1853, Discoveries in the Ruins of Nineveh and Babylon; with Travels in Armenia, Kurdistan and the Desert: Being the Result of the Second Expedition undertaken for the Trustees of the British Museum.
- Loehman, R.E., 1993, Characterization of Ceramics, Butterworth-Heinemann, Reed-Elsevier Inc, 312p.
- Loftfield, T., 1976, *A Brief and True Report...": An Archaeological Interpretation of the Southeastern Coast of North Carolina*, Doctoral dissertation, Ph. D. dissertation, University of North Carolina at Chapel Hill, University Microfilms, Ann Arbor.
- Mazzocchin, G.A., Agnoli, F. ve Colpo, I., 2003, Investigation of roman age pigments found on pottery fragments, *Analytica Chimica Acta (478)*, 147-161.
- Ökse, A.T., 2002, Arkeolojik Çalışmalarda Seramik Değerlendirme Yöntemleri, *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*, İstanbul, 179 s.
- Özçatal, M., 2013, Seramik ve Metal Buluntuların Arkeometrik Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.

- Özdemir, M., 2015, Neolitik Dönem'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih Ana Bilim Dalı*.
- Özüşen, B., Yıldız, Z., 2012, Buzul Çağı'ndan İlk Çağ'a Tüketimin Tarihi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 4(7), 1-16.
- Palanivel, R., 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.
- Rassam, H., 1897, *Asshur and Land of Nimrod*.
- Rice, P.M., 1987, *Pottery analysis: A sourcebook*, University of Chicago Press, Chicago.
- Sevin, V., 2002, *Anadolu Arkeolojisi*, 4. basım, Der yayınları, İstanbul.
- Shoval, S., Gaft, M., Beck, P., Kirsh, Y., 1993, The thermal behavior of limestone and monocryalline calcite tempers during firing and their use in ancient vessels, *J. Therm. Anal.*, 40, 263-73.
- Tekin, H., 2015, Yukarı Mezopotamya'nın İlk Boyalı Çanak-Çömlekleri: Hassuna, Samarra ve Halaf Yeni Yorumlar ve Yaklaşımlar I: Bölüm 1: Hassuna ve Samarra, *Olba Journal*, 23.
- Tekin, H., 2017, *Tarihöncesinde Mezopotamya Yeni Yaklaşımlar, Yeni Yorumlar ve Yeni Kronoloji*, Ankara, 238.
- Tite, M.S., Kilikoglou, V., Vekinis, G., 2001, *Archaeometry*, 43/3, 301.
- Türkcan, A., 2012, *Anadolu Arkeolojisi*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No:2633 Açıköğretim Fakültesi Yayını No:1601, Eskişehir,3.
- Van der Weerd, J., Smith, G. D., Firth, S., Clark, R. J., 2004, Identification of black pigments on prehistoric Southwest American potsherds by infrared and Raman microscopy, *Journal of Archaeological Science*, 31(10), 1429-1437.
- Yakar, J., Riegel, S. H., 2007, *Anadolu'nun Etnoarkeolojisi: Tunç ve demir çağlarında kırsal kesimin sosyo-ekonomik yapısı*, Homer Kitabevi.

## İnternet Kaynakları

- 1- <http://rruff.info/> (30.05.2019)
- 2- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/Sirnak.pdf>  
(Erişim tarihi 29.04.2019)
- 3- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/mardin.pdf>  
(Erişim tarihi 29.04.2019)
- 4- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/batman.pdf>  
(Erişim tarihi 29.04.2019)
- 5- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/Van.pdf>  
(Erişim tarihi 29.04.2019)
- 6- <http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/hakkari.pdf>  
(Erişim tarihi 29.04.2019)

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Esra KAYNAK  
**Uyruğu** : T.C  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Gercüş-10.04.1991  
**Telefon** :  
**Faks** :  
**e-mail** : esrakaynakk@hotmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Gercüş	Gercüş	Batman	2009
Üniversite	: Artuklu	Merkez	Mardin	2013
Yüksek Lisans	: Batman	Merkez	Batman (Arkeometri)	2019

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013	MEB	Öğretmen
2013	Astek Grup Alüminyum	Mimar
2014-2016	Oduncu Mühendislik	Mimar
2017-.....	Gercüş Belediyesi	Mimar

### UZMANLIK ALANI

### YABANCI DİLLER

İngilizce(Orta)

### YAYINLAR

**EKLER**

**EK-1** Seramiklerin kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla kullanılan Olympus, Delta Premium marka taşınabilir X ışınları Floresans (P-EDXRF) spektrometresi teknik bilgileri;

Geochem modunda taranan elementler;

**Geochem**

**Analysis Elements in Beam 1---40KV**

Primary: V Cr Fe Co Ni Cu Zn Pt W Hg As Se Au  
Br Pb Bi Rb U Sr Y Zr Th Nb Mo LE Ag  
Cd Sn Sb  
Also: Ti Mn

**Analysis Elements in Beam 2---10KV**

Primary: Mg Al Si P S K Ca Ti Mn

Alloy modunda taranan elementler;

**Alloy Plus**

**Analysis Elements in Beam 1---40KV**

Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Hf Ta W Re Pt Au Hg  
Pb Bi Zr Nb Mo LE Pd Ag Cd Sn Sb

**Analysis Elements in Beam 2---13KV**

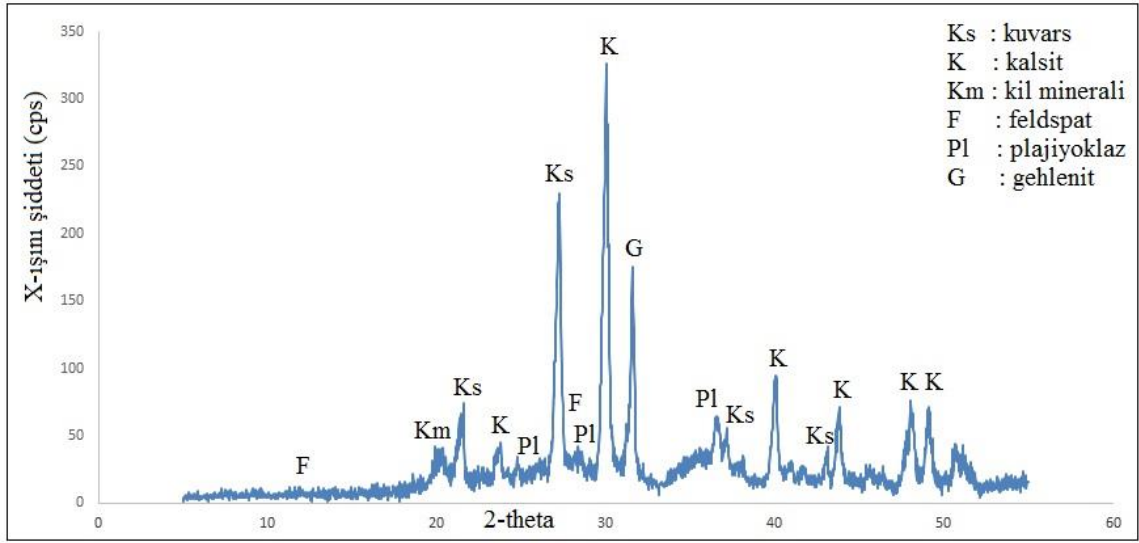
Mg Al Si P S Mo Sn Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn

**Analysis Elements in Beam 3---8KV**

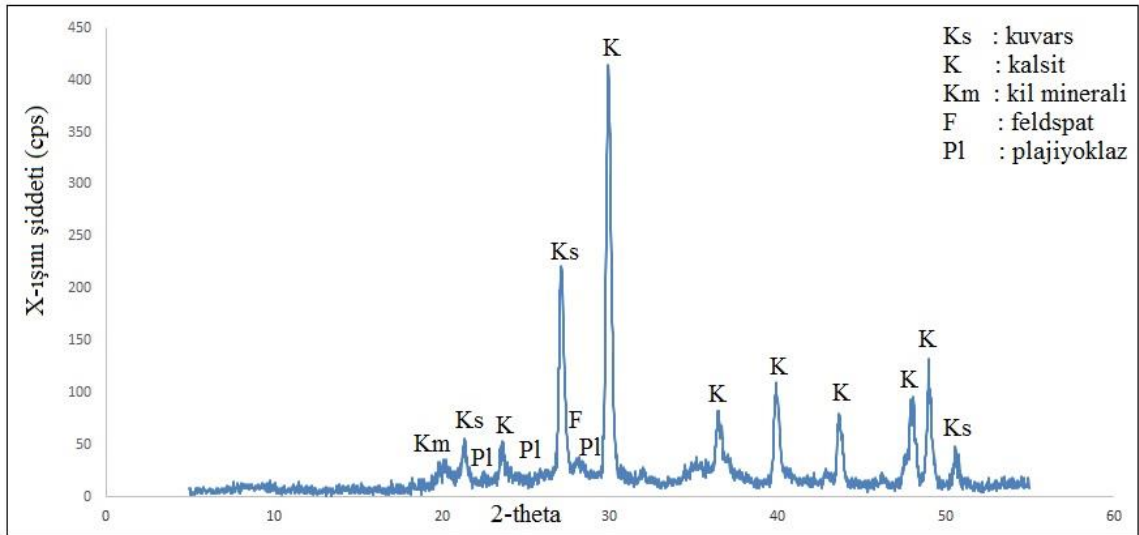
Mg Al Si P S Mo Sn Ti V Cr Mn Fe



**EK-2** Örneklere ait XRD paternleri.

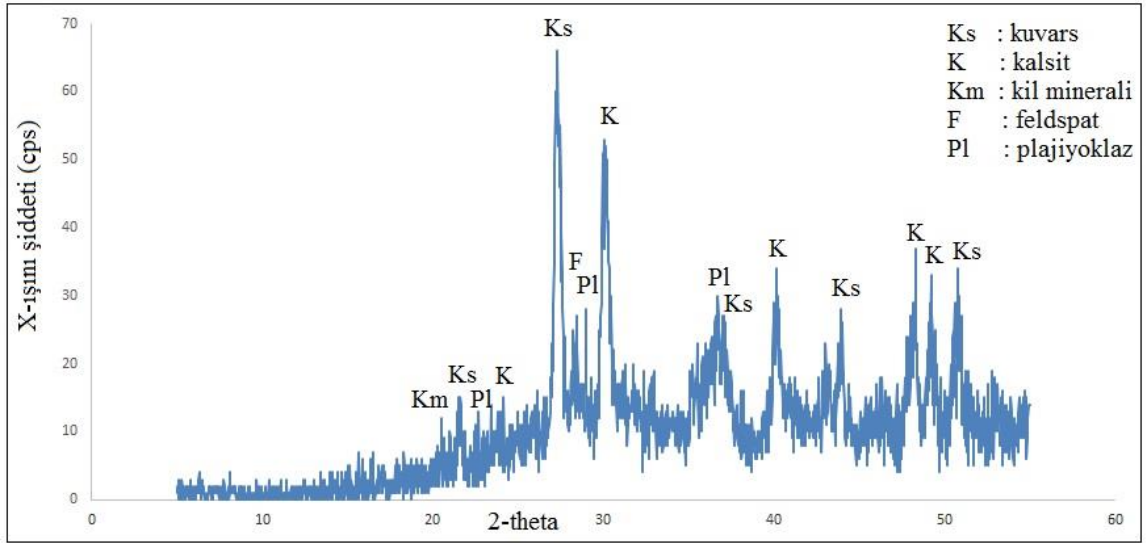


XRD paterni (ŞAH-2)

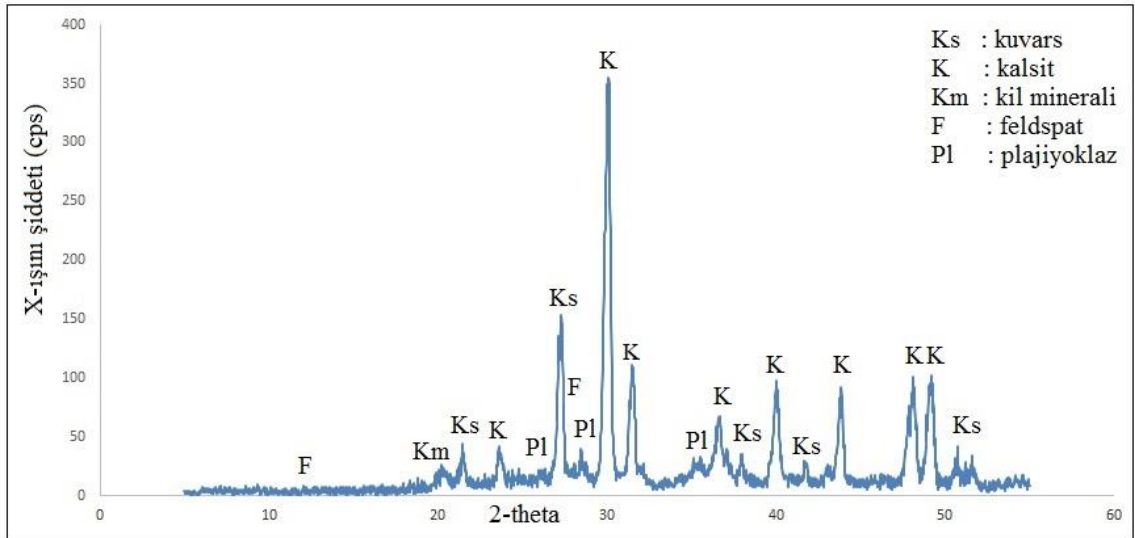


XRD paterni (ŞAH-4)

## EK-2 (devamı)

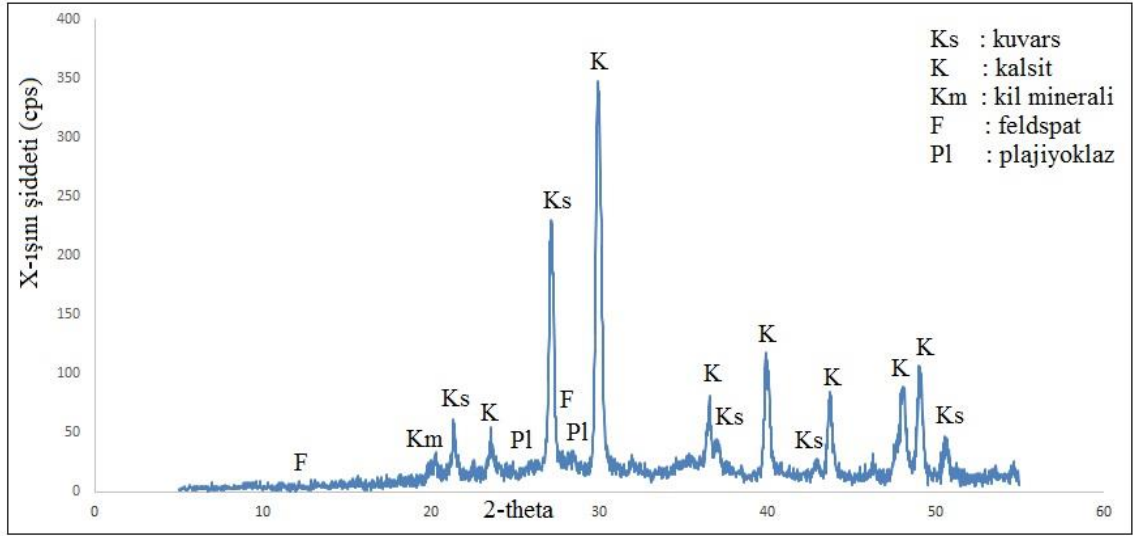


XRD paterni (ŞAH-6)

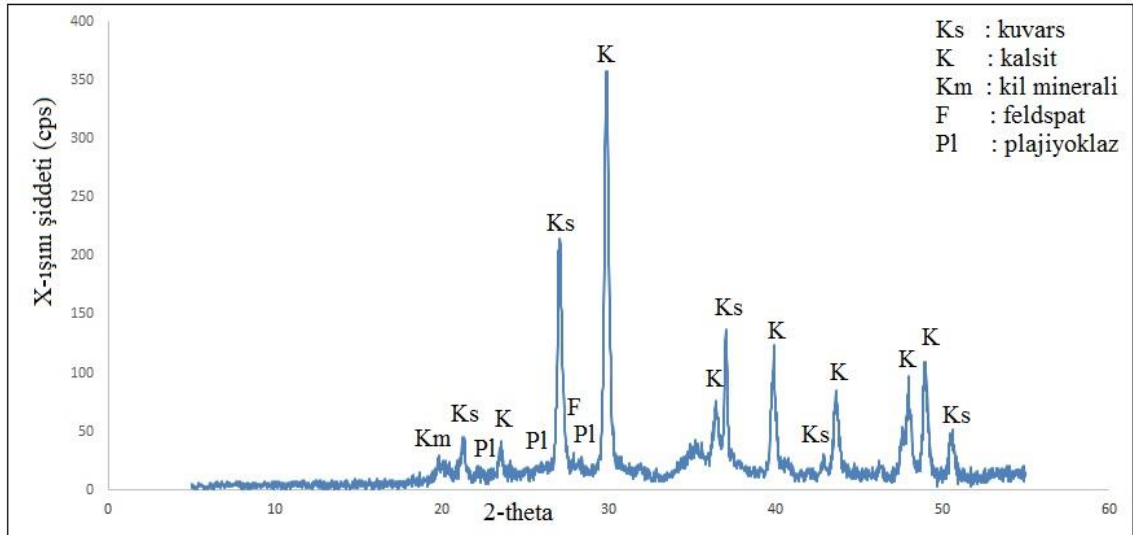


XRD paterni (ŞAH-9)

## EK-2 (devamı)

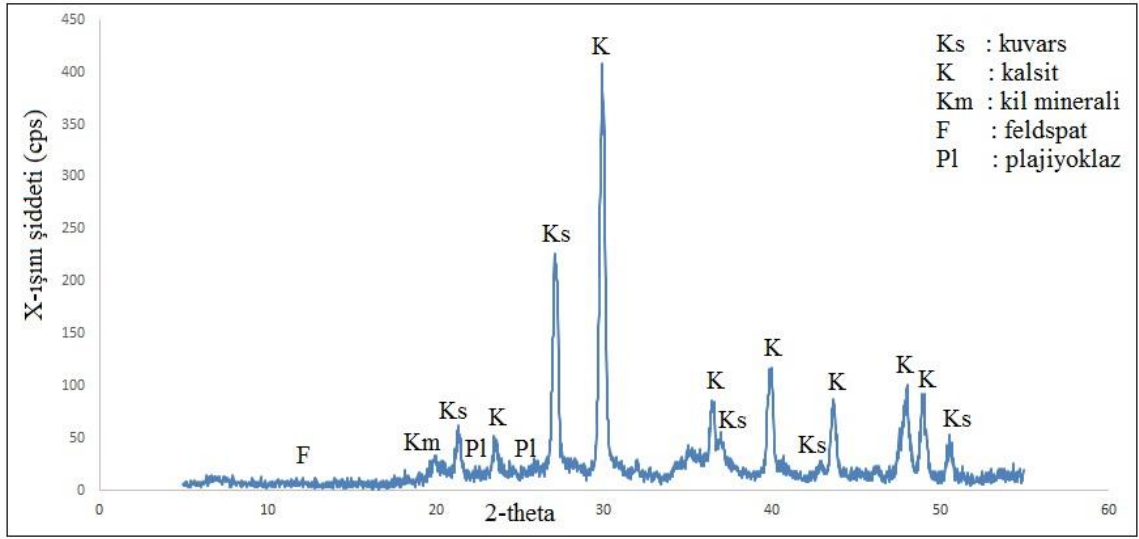


XRD paterni (ŞAH-11)

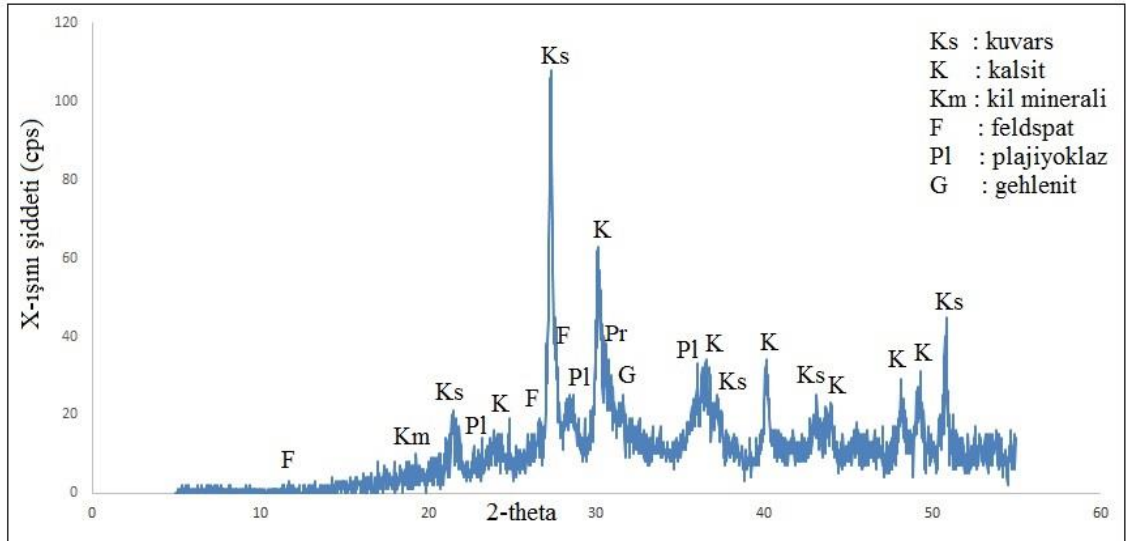


XRD paterni (ŞAH-13)

## EK-2 (devamı)

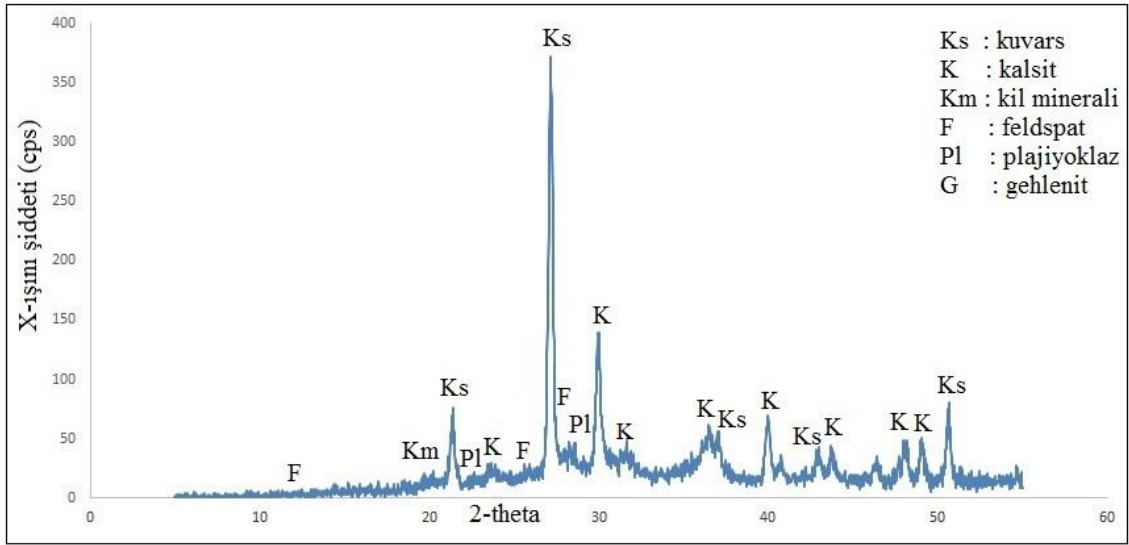


XRD paterni (ŞAH-15)

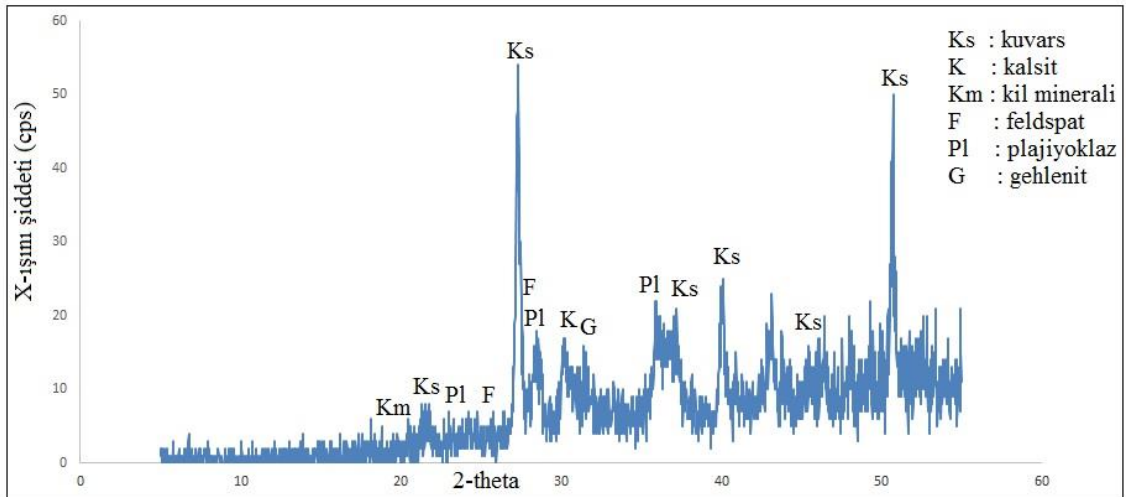


XRD paterni (ŞAH-16)

## EK-2 (devamı)

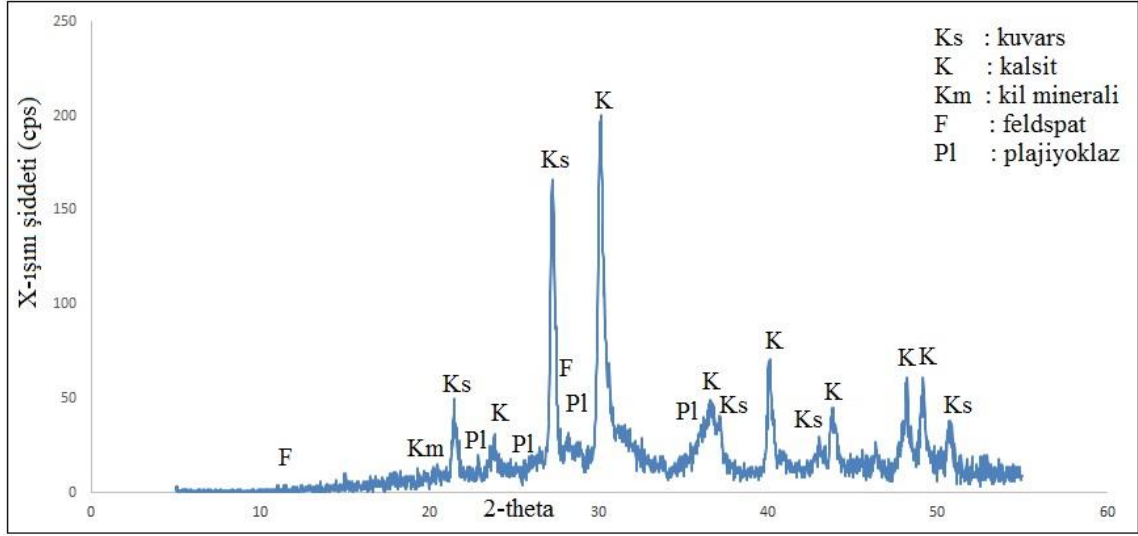


XRD paterni (ŞAH-17)

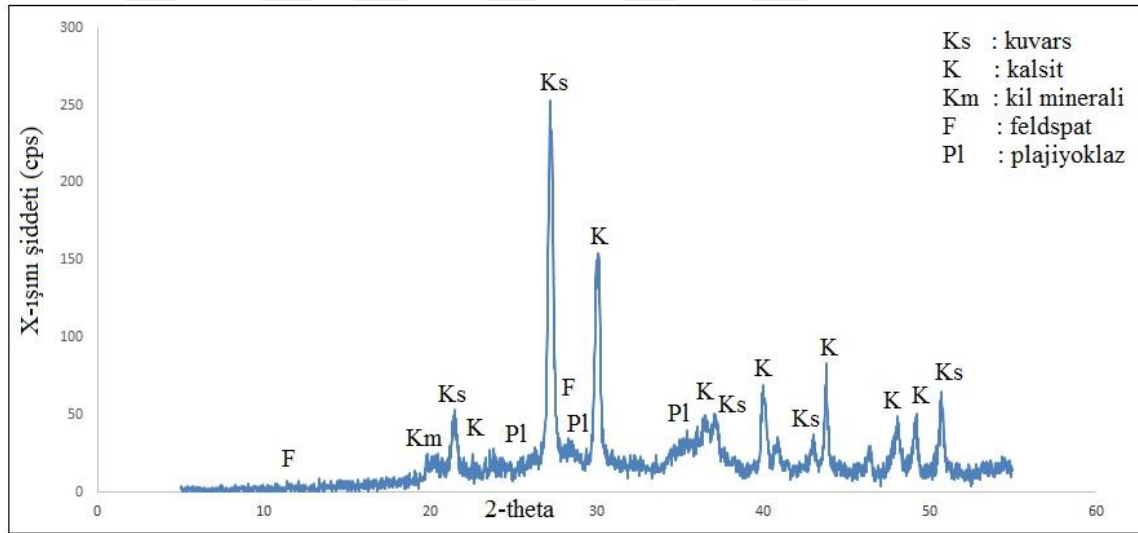


XRD paterni (ŞAH-19)

## EK-2 (devamı)

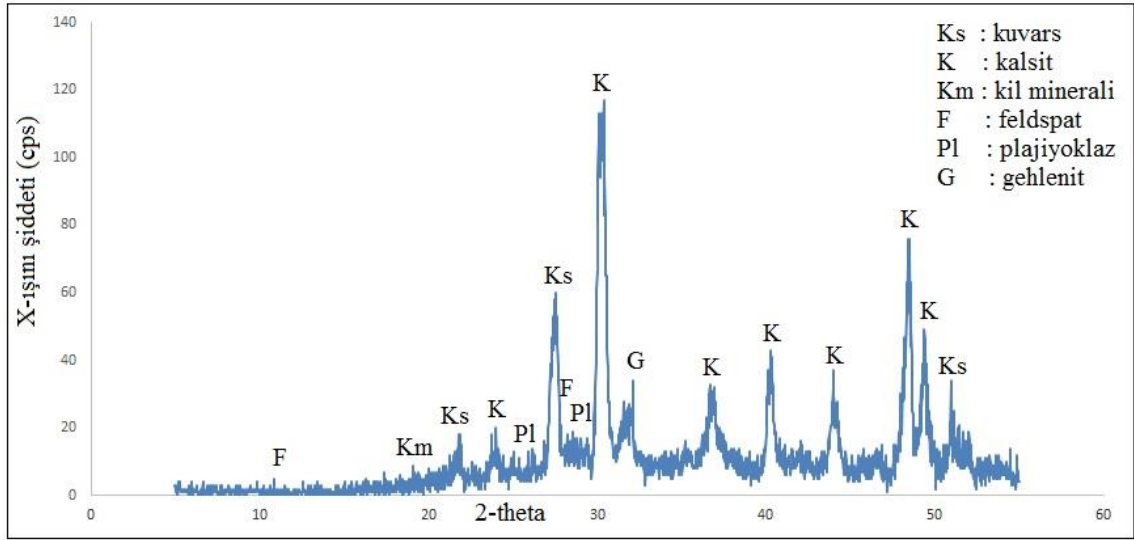


XRD paterni (ŞAH-20)

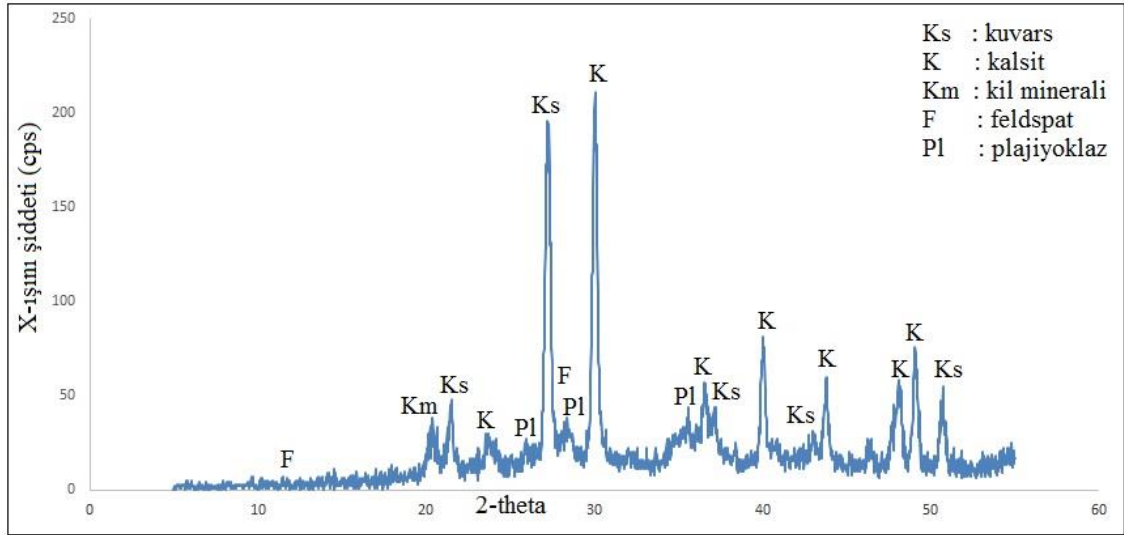


XRD paterni (ŞAH-21)

## EK-2 (devamı)

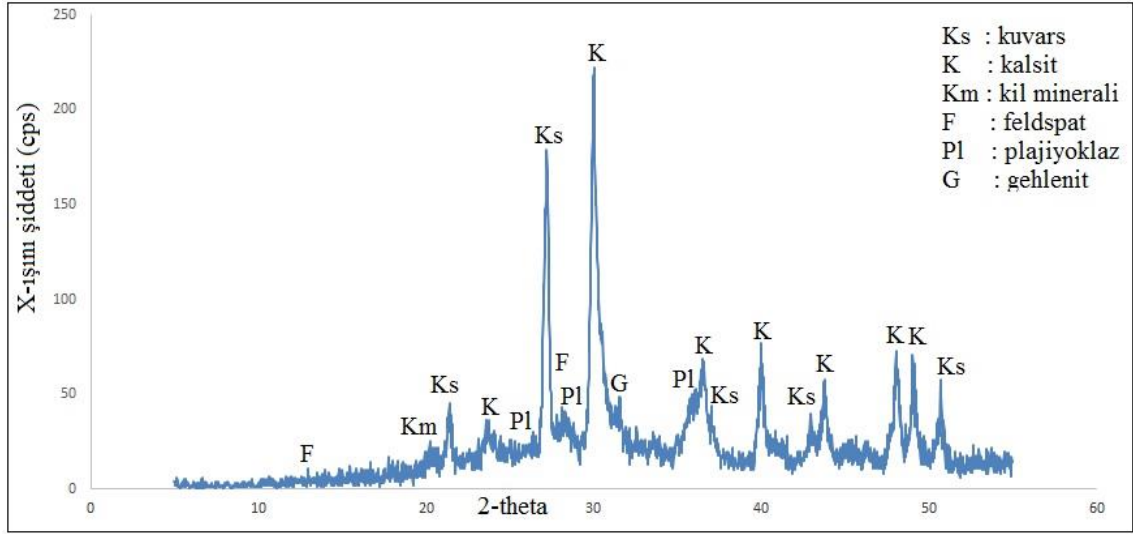


XRD paterni (ŞAH-22)

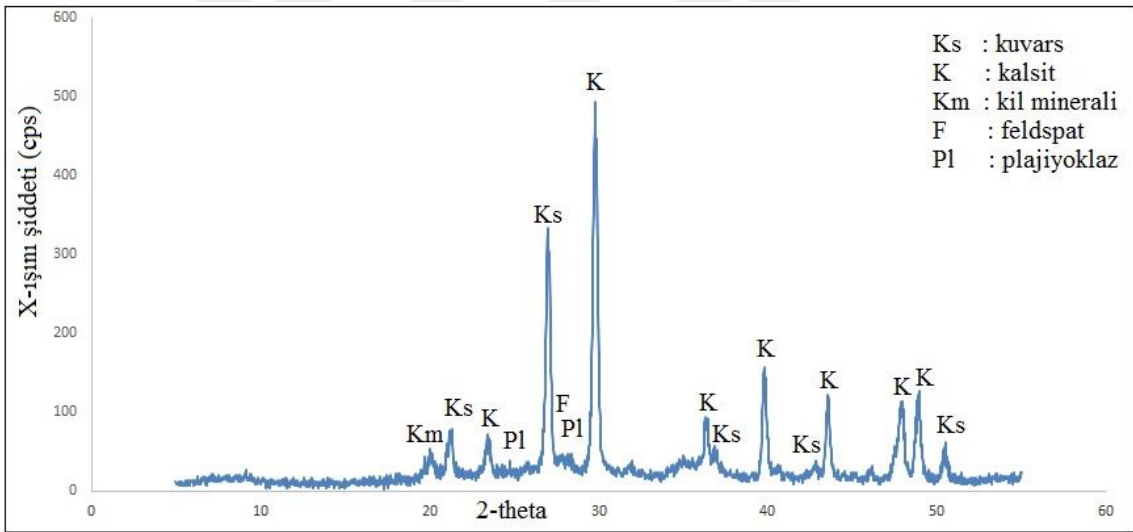


XRD paterni (ŞAH-23)

## EK-2 (devamı)



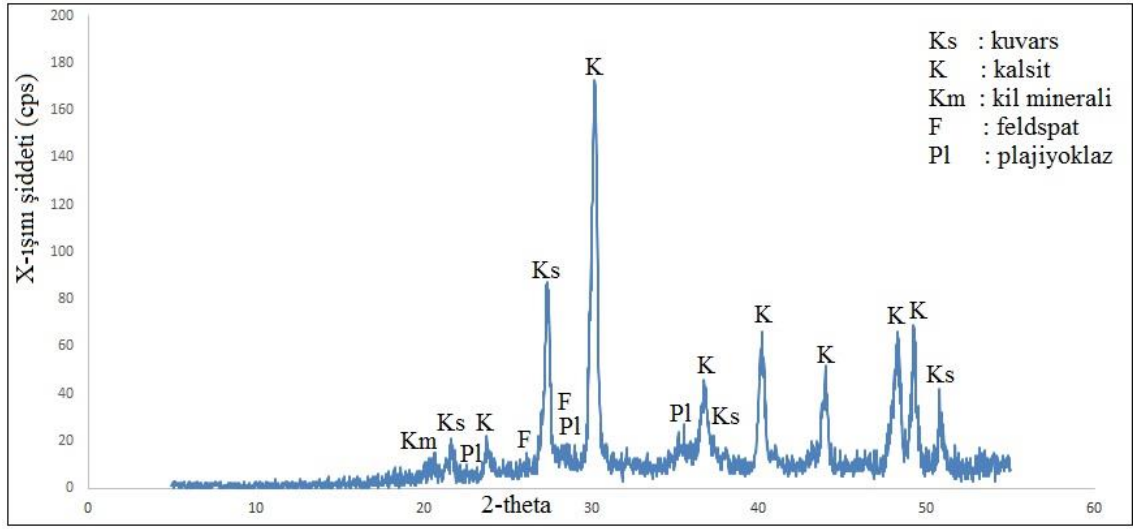
XRD paterni (ŞAH-24)



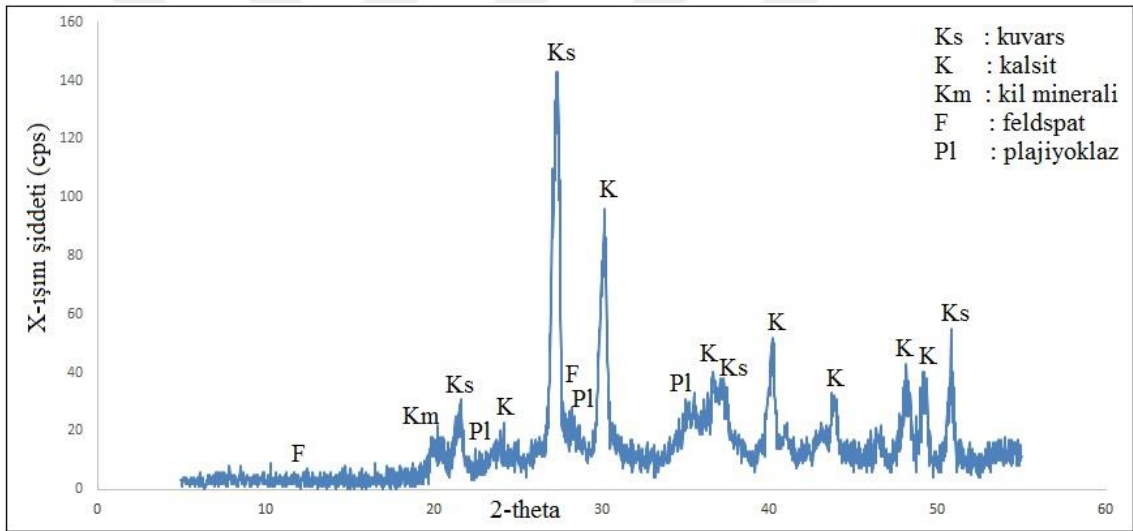
XRD paterni (ŞAH-25)



## EK-2 (devamı)

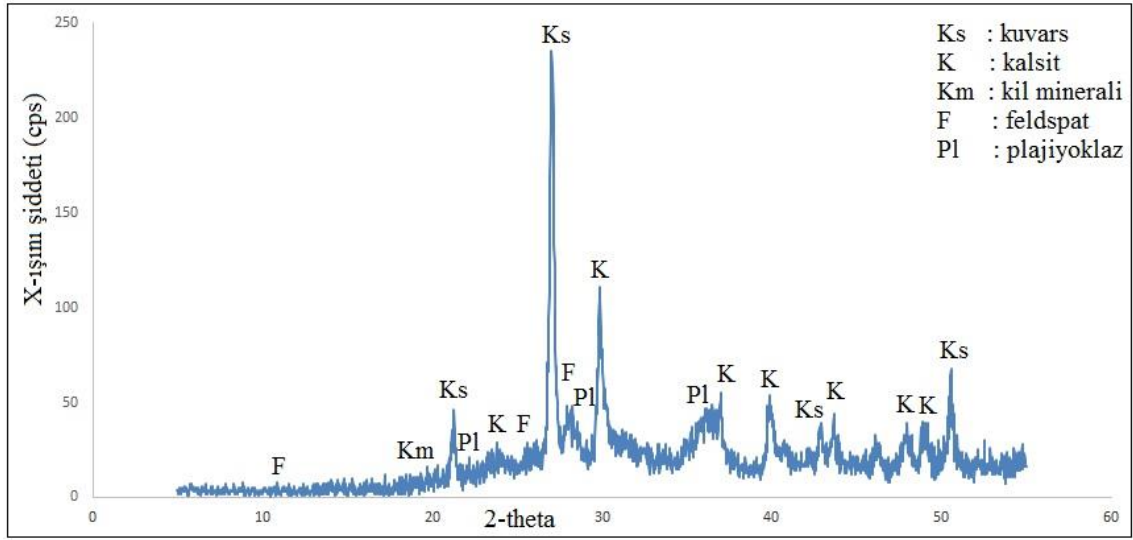


XRD paterni (ŞAH-26)

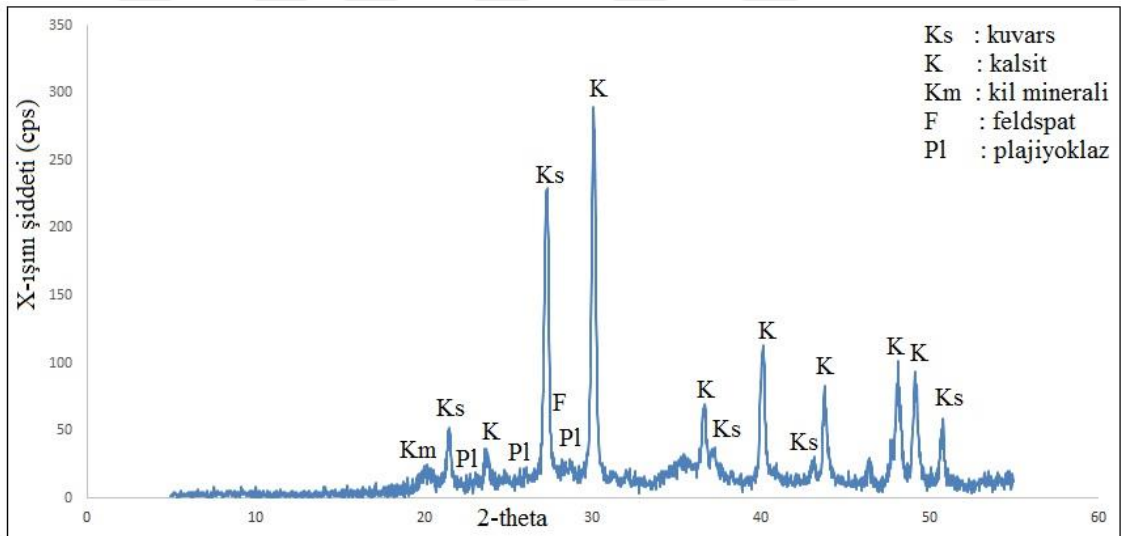


XRD paterni (ŞAH-27)

## EK-2 (devamı)

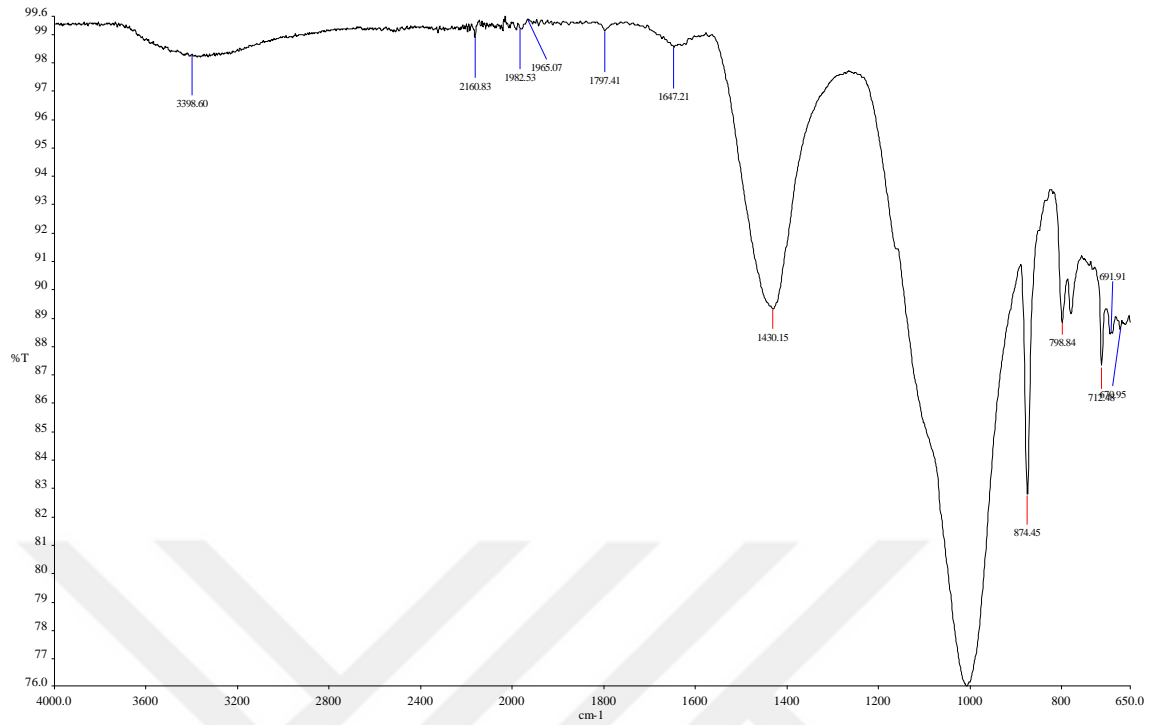


XRD paterni (ŞAH-29)

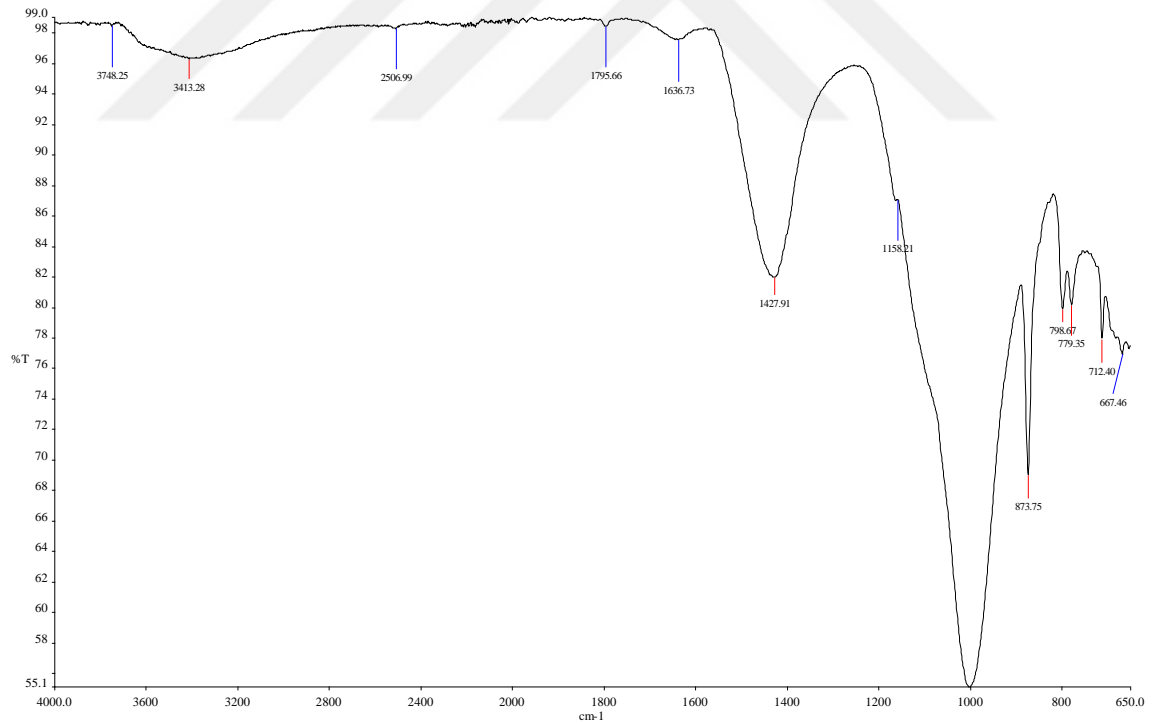


XRD paterni (ŞAH-30)

### EK-3 Seramiklerin FTIR spektrumları

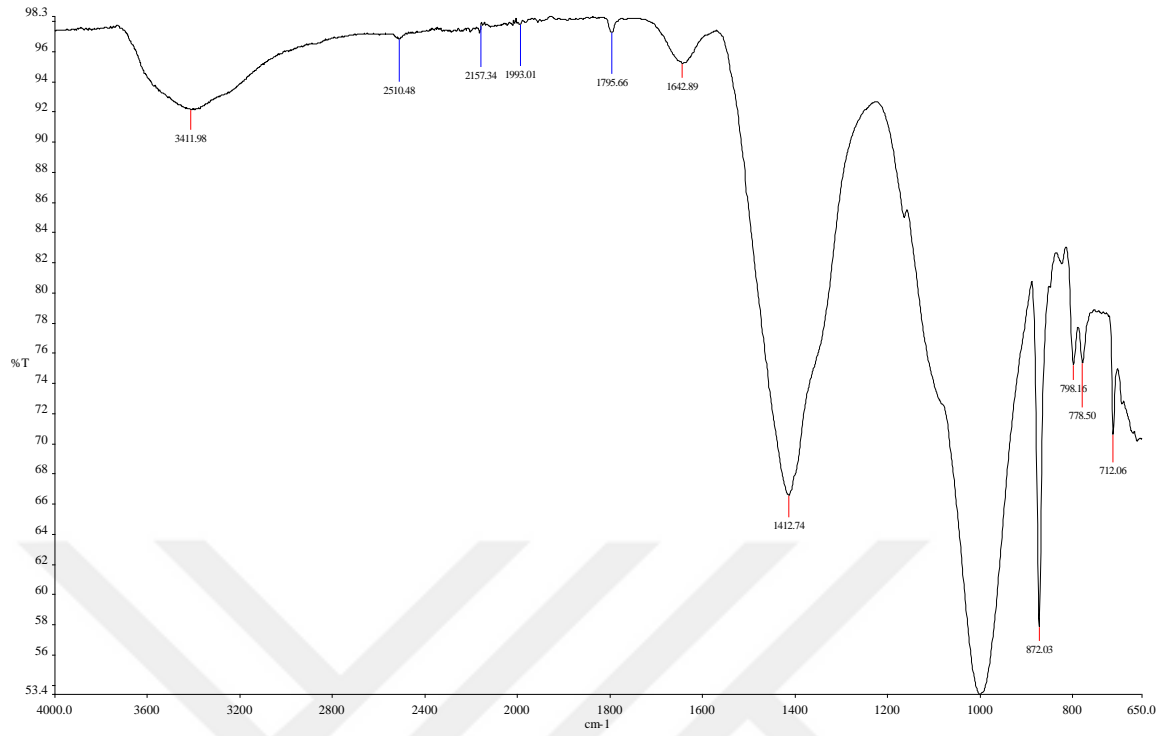


FTIR spektrumu (ŞAH-1)

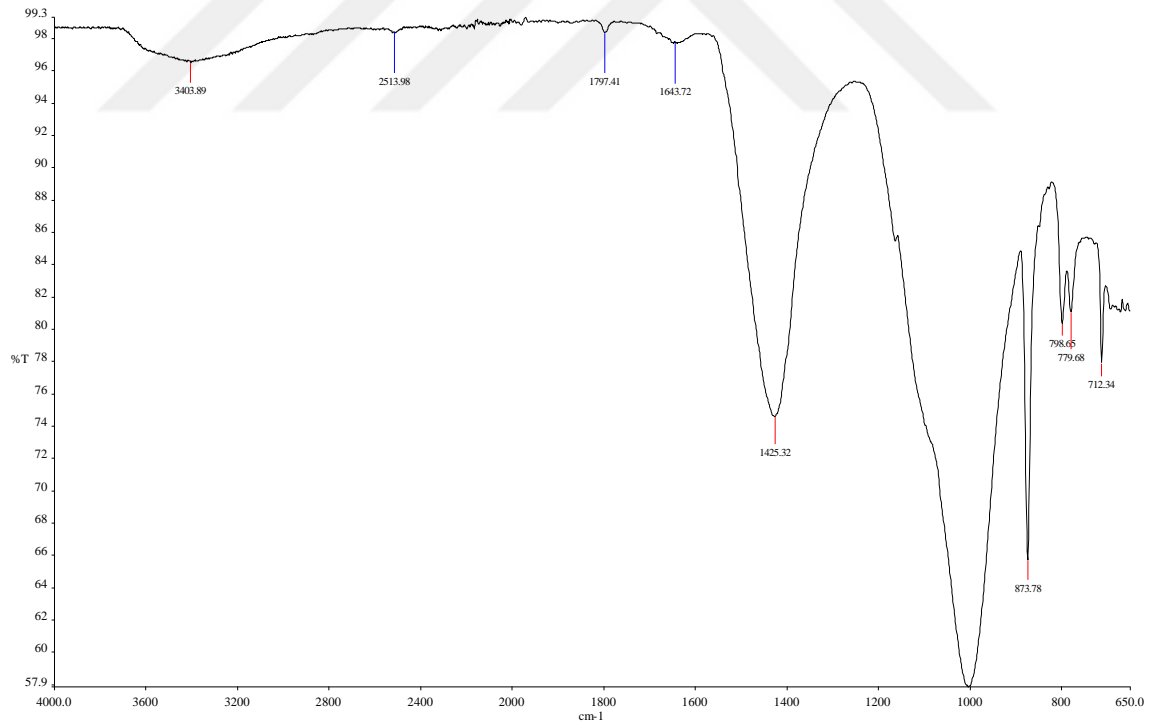


FTIR spektrumu (ŞAH-2)

## EK-3 (devamı)

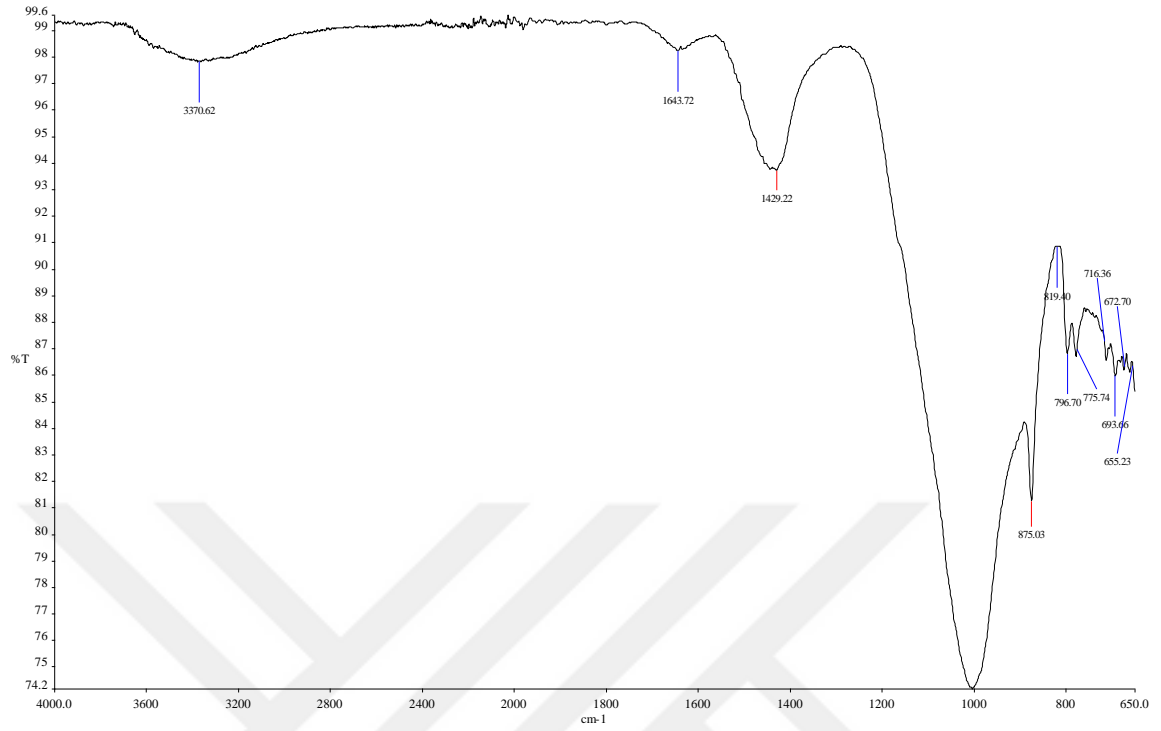


FTIR spektrumu (ŞAH-3)

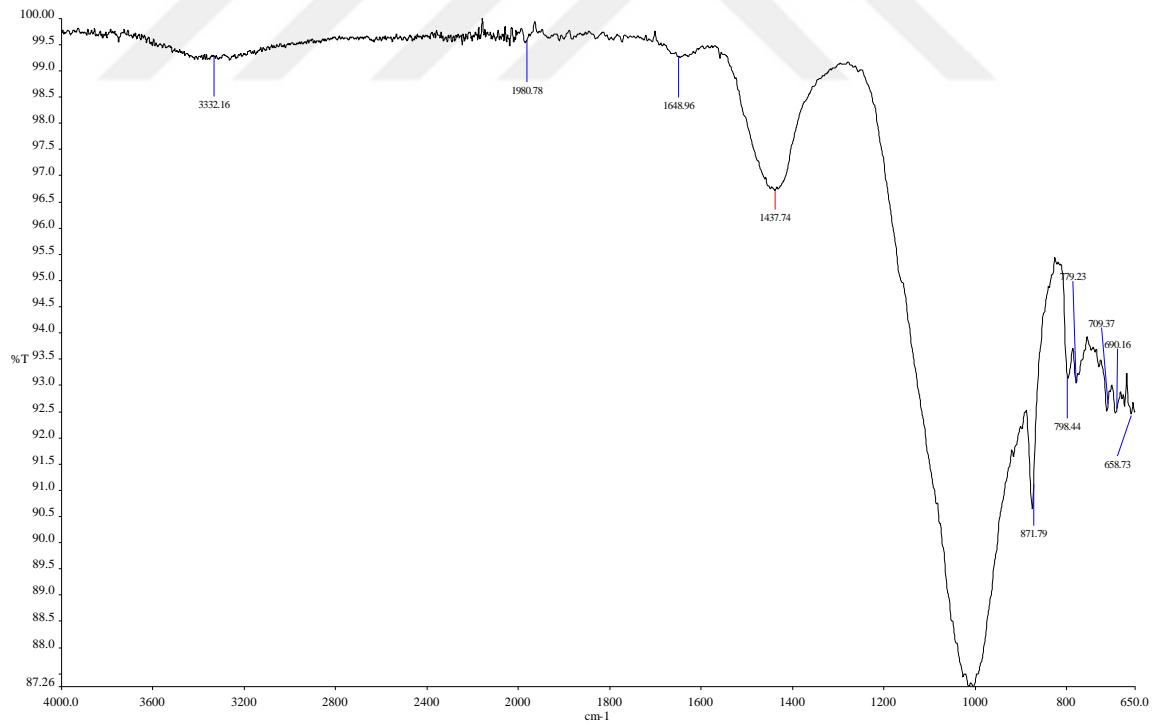


FTIR spektrumu (ŞAH-4)

## EK-3 (devamı)

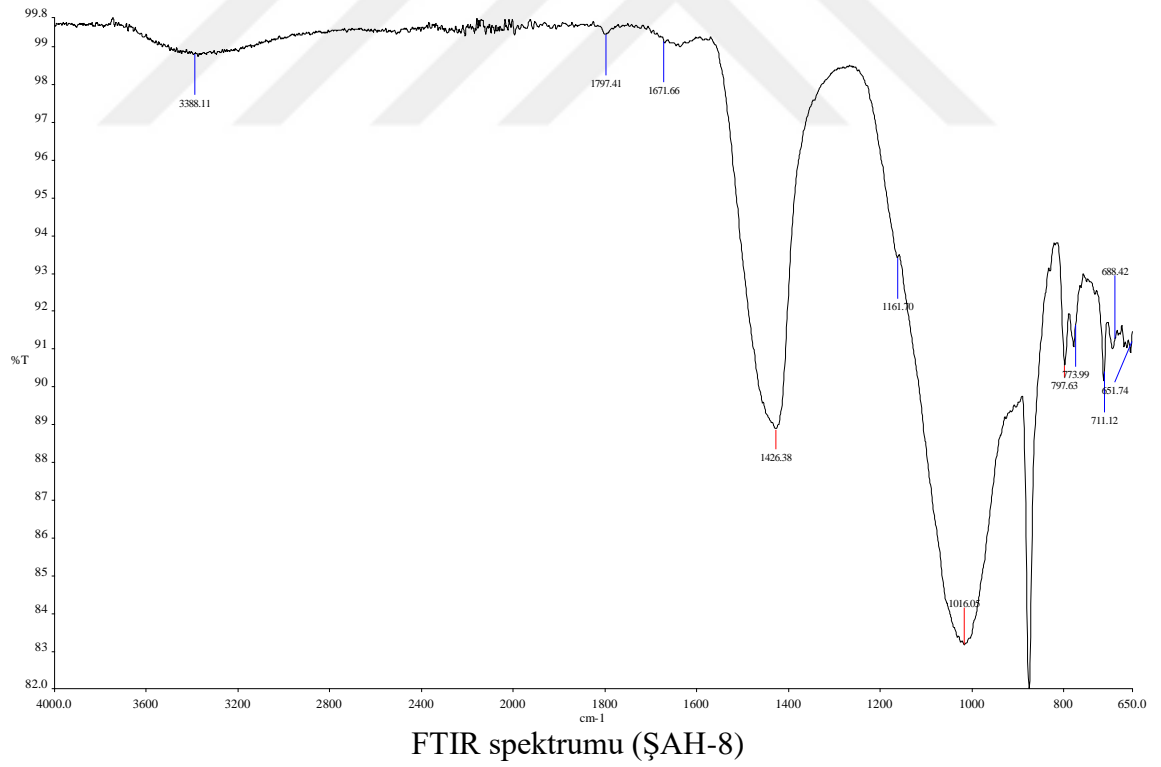
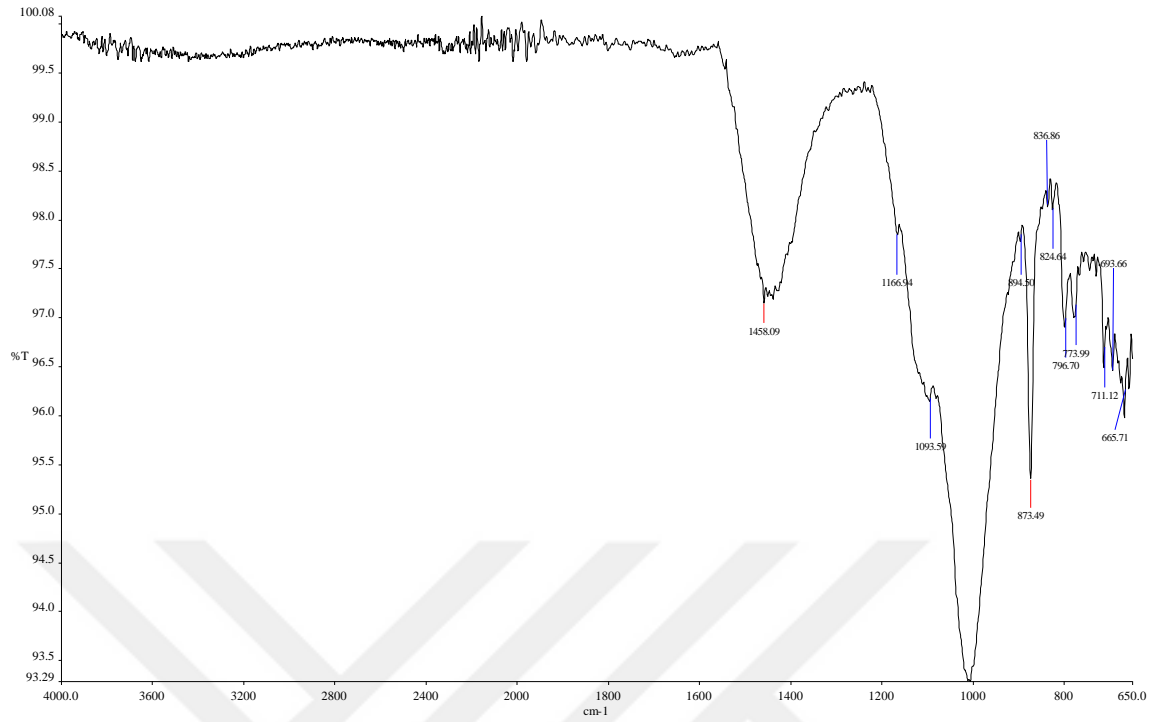


## FTIR spektrumu (ŞAH-5)

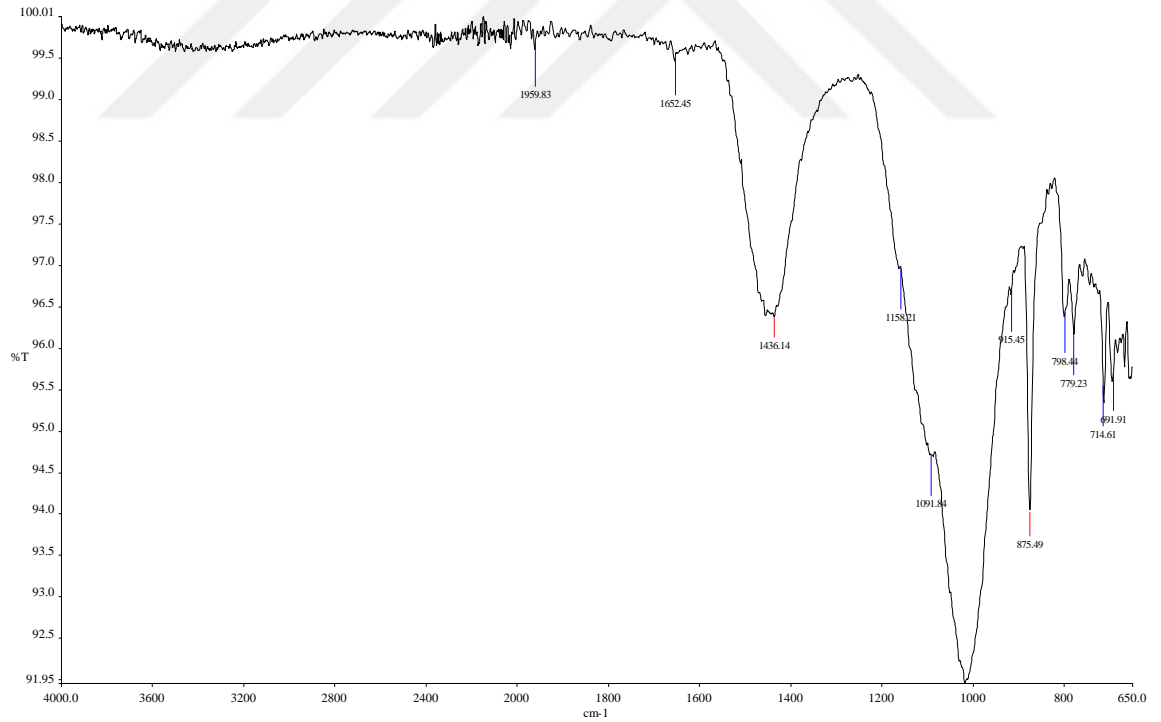
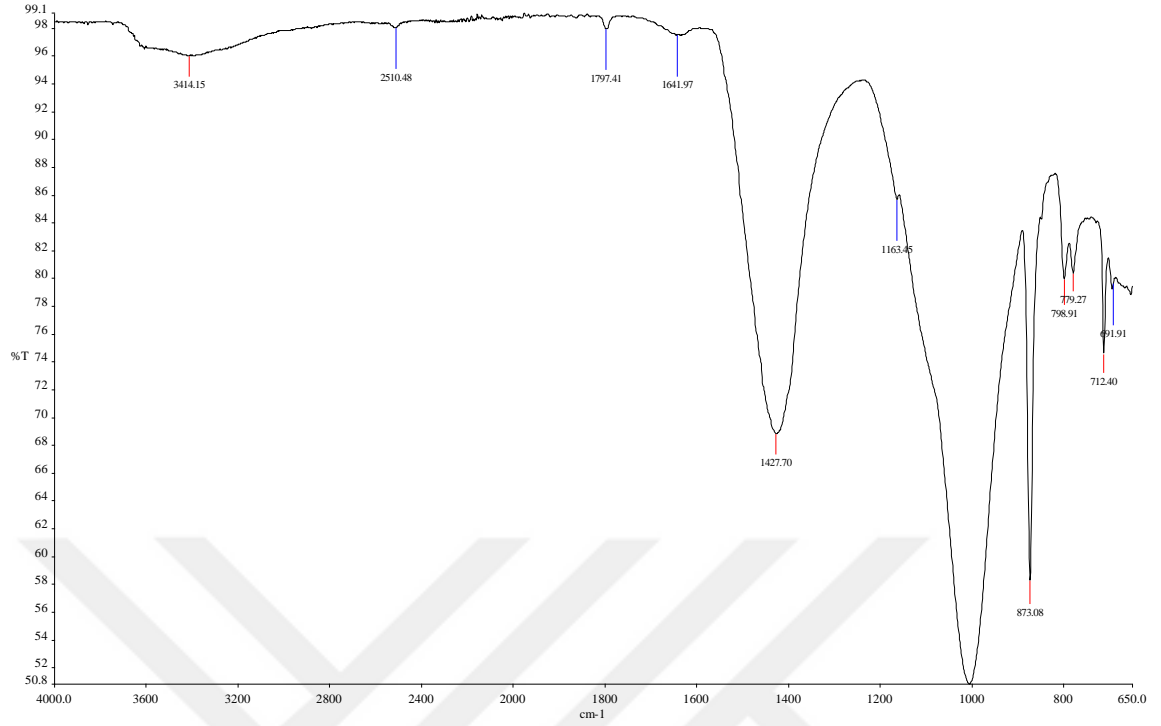


## FTIR spektrumu (ŞAH-6)

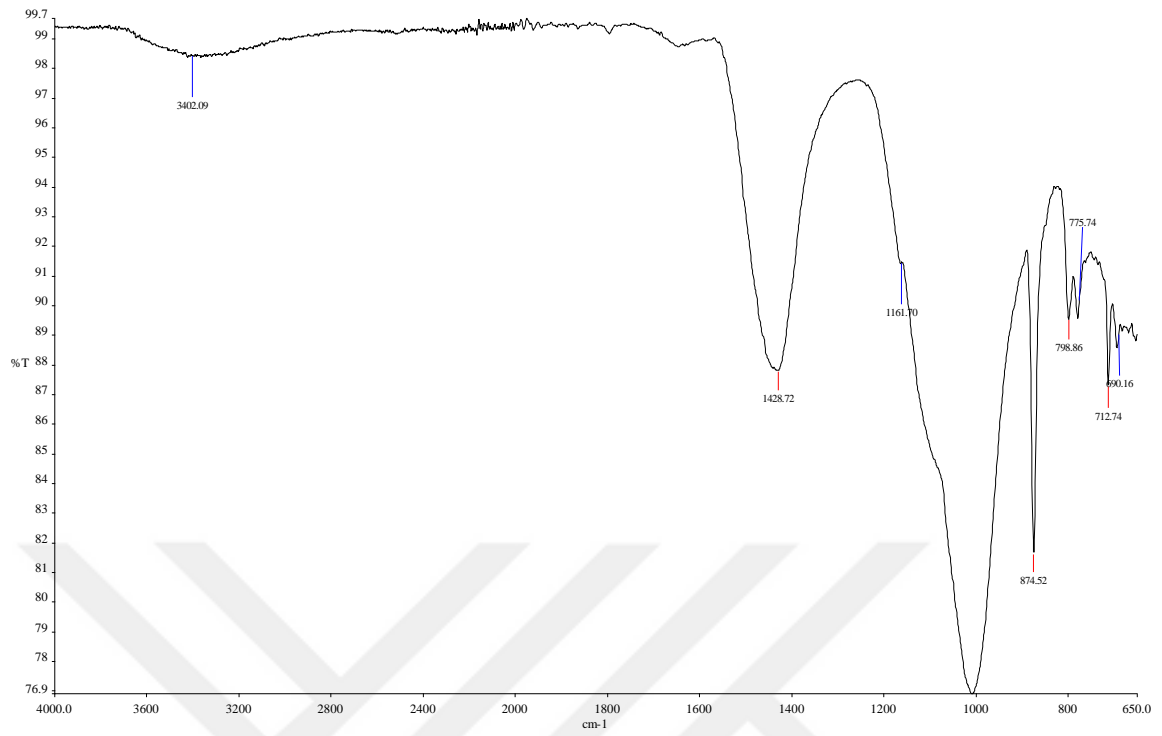
## EK-3 (devamı)



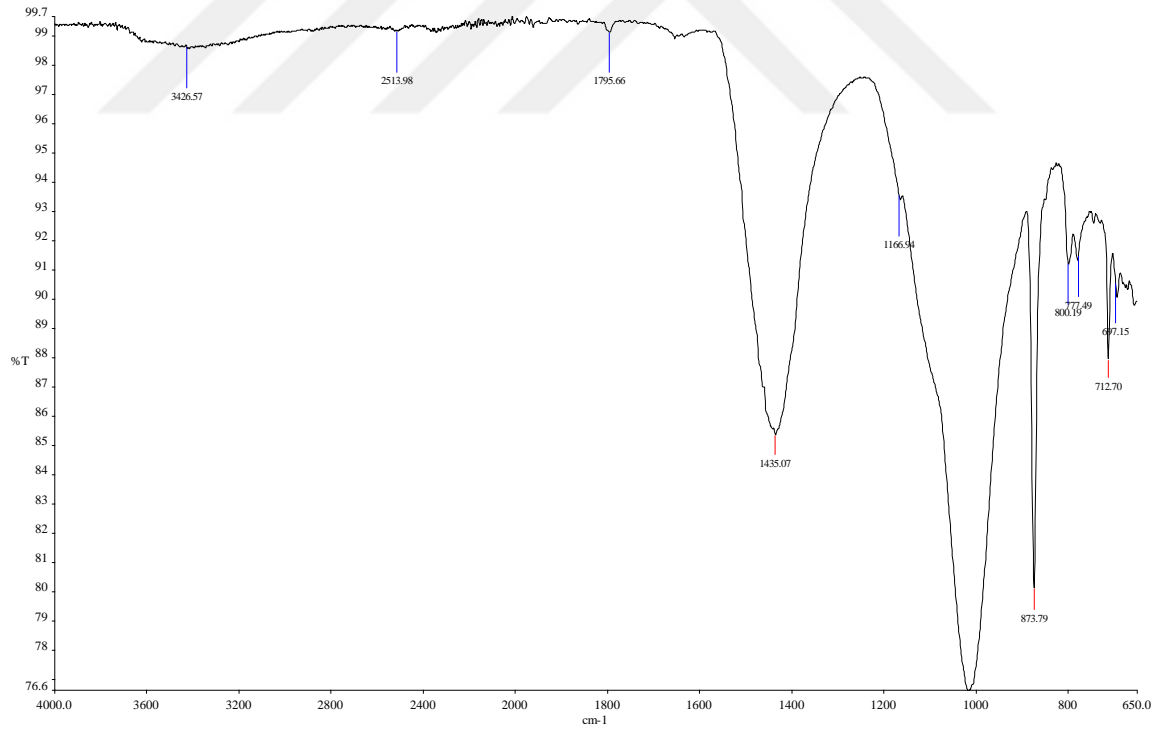
## EK-3 (devamı)



## EK-3 (devamı)



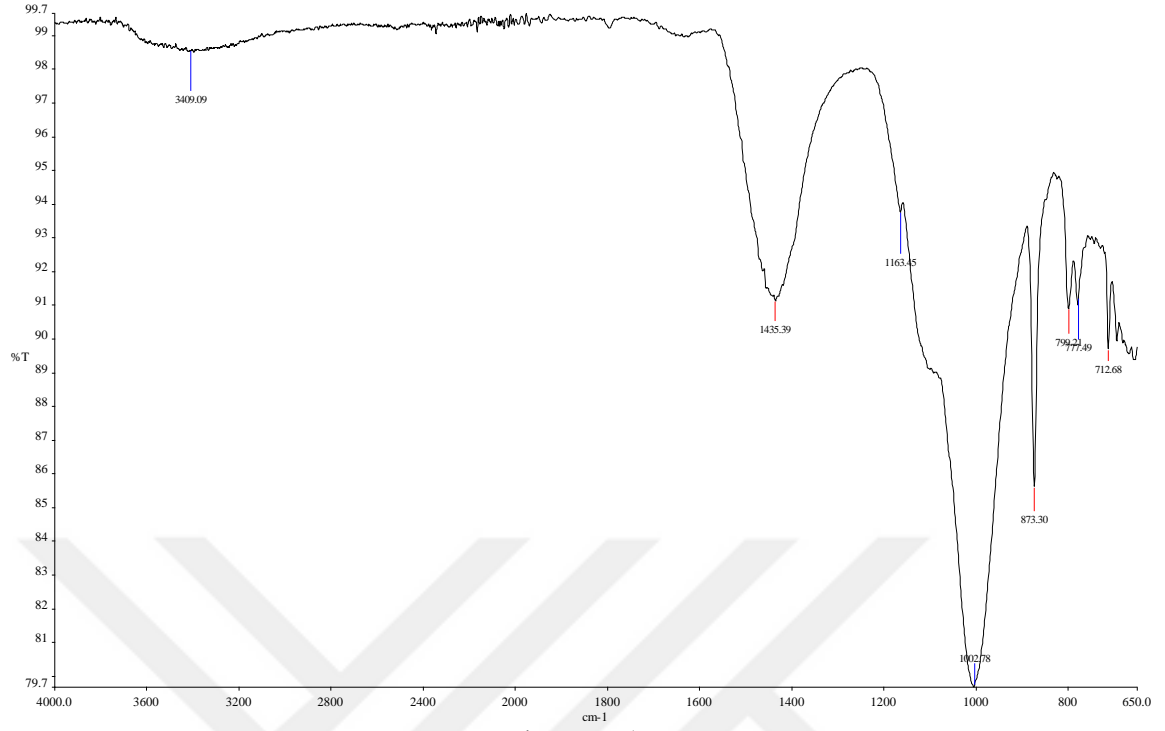
FTIR spektrumu (ŞAH-11)



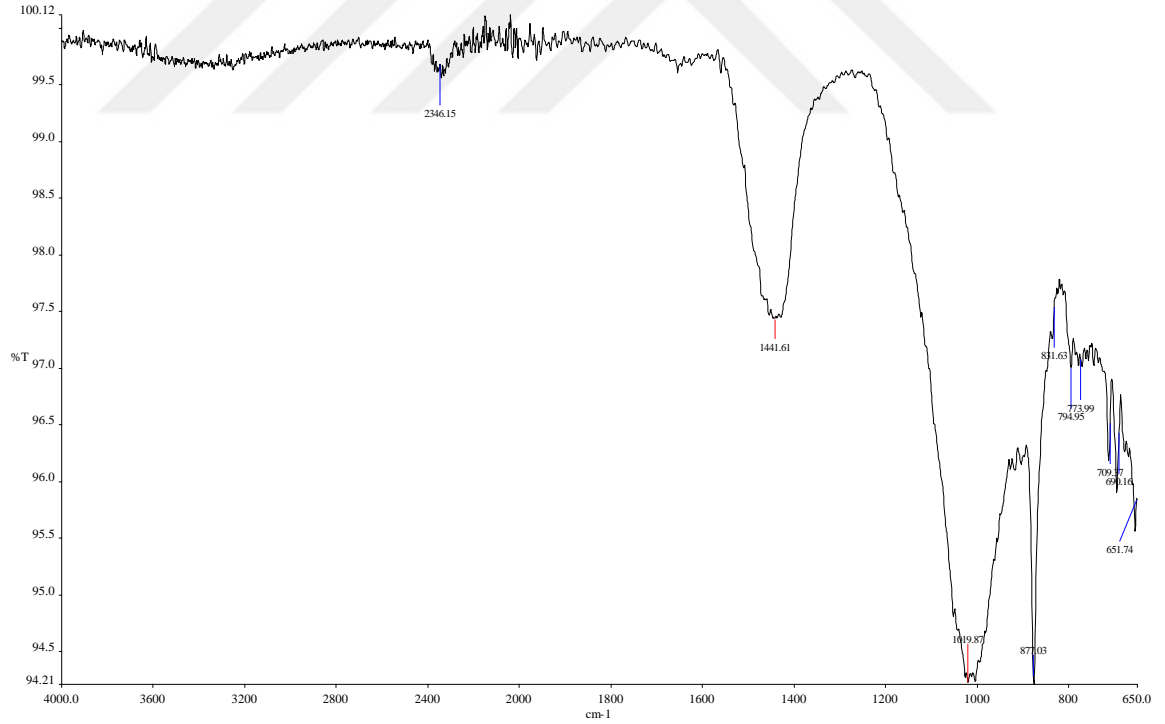
FTIR spektrumu (ŞAH-12)



## EK-3 (devamı)

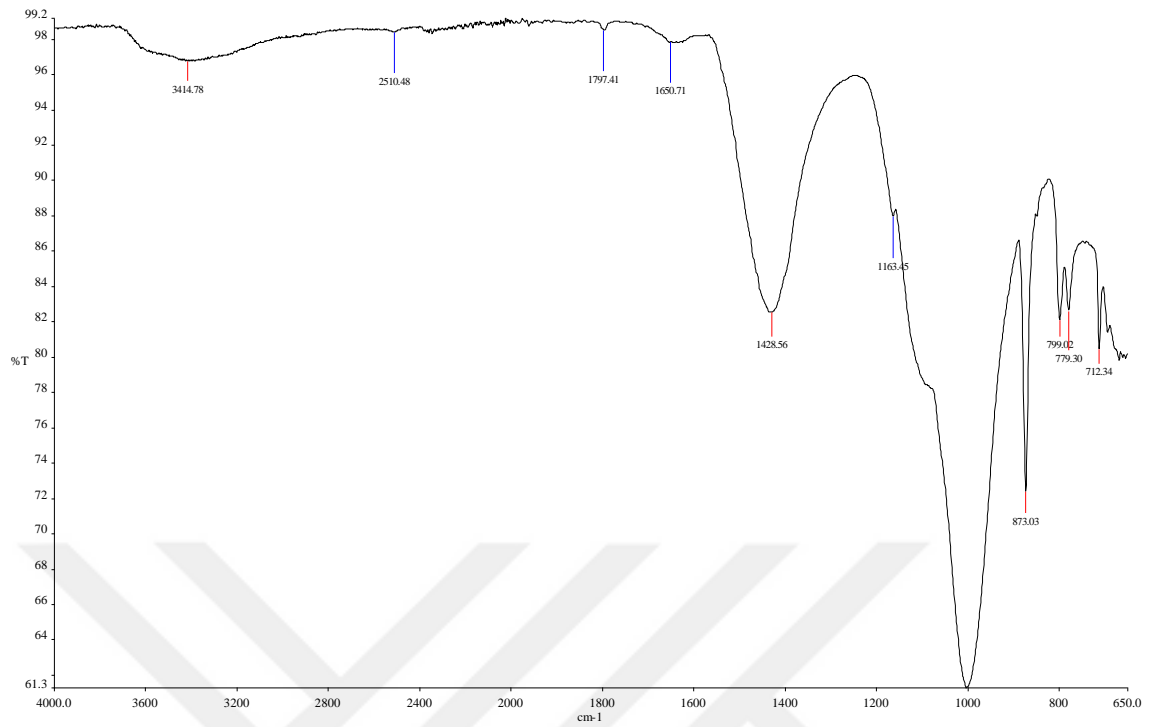


FTIR spektrumu (ŞAH-13)

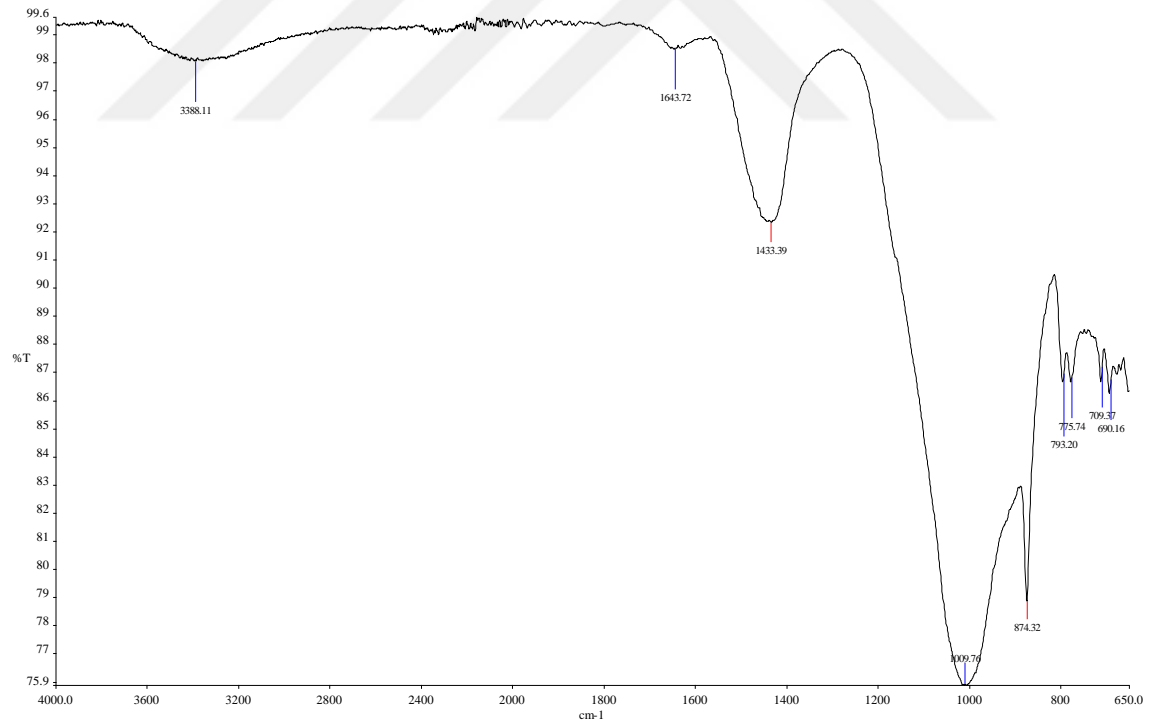


FTIR spektrumu (ŞAH-14)

## EK-3 (devamı)

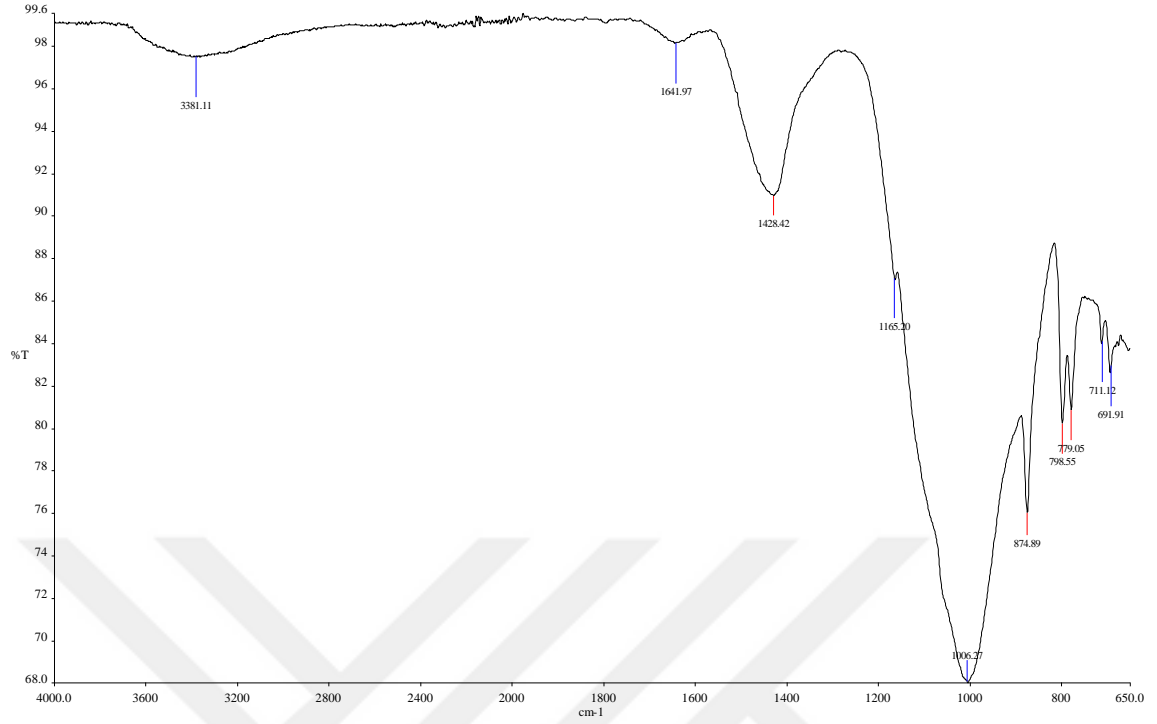


FTIR spektrumu (ŞAH-15)

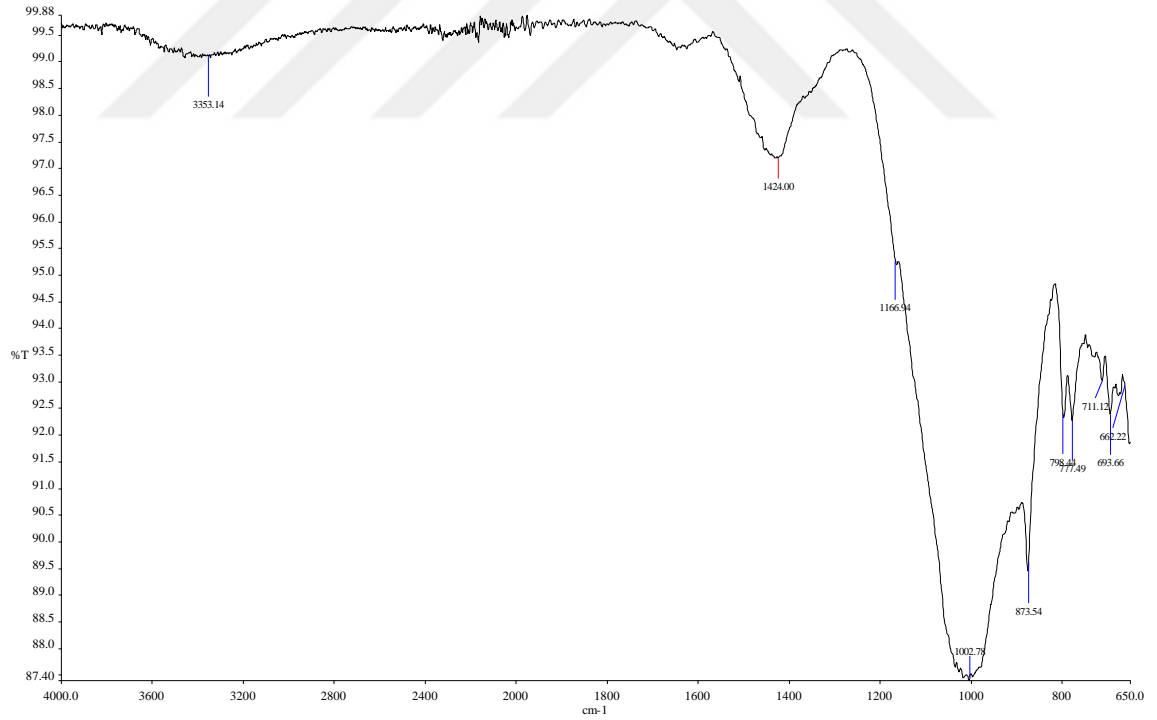


FTIR spektrumu (ŞAH-16)

## EK-3 (devamı)

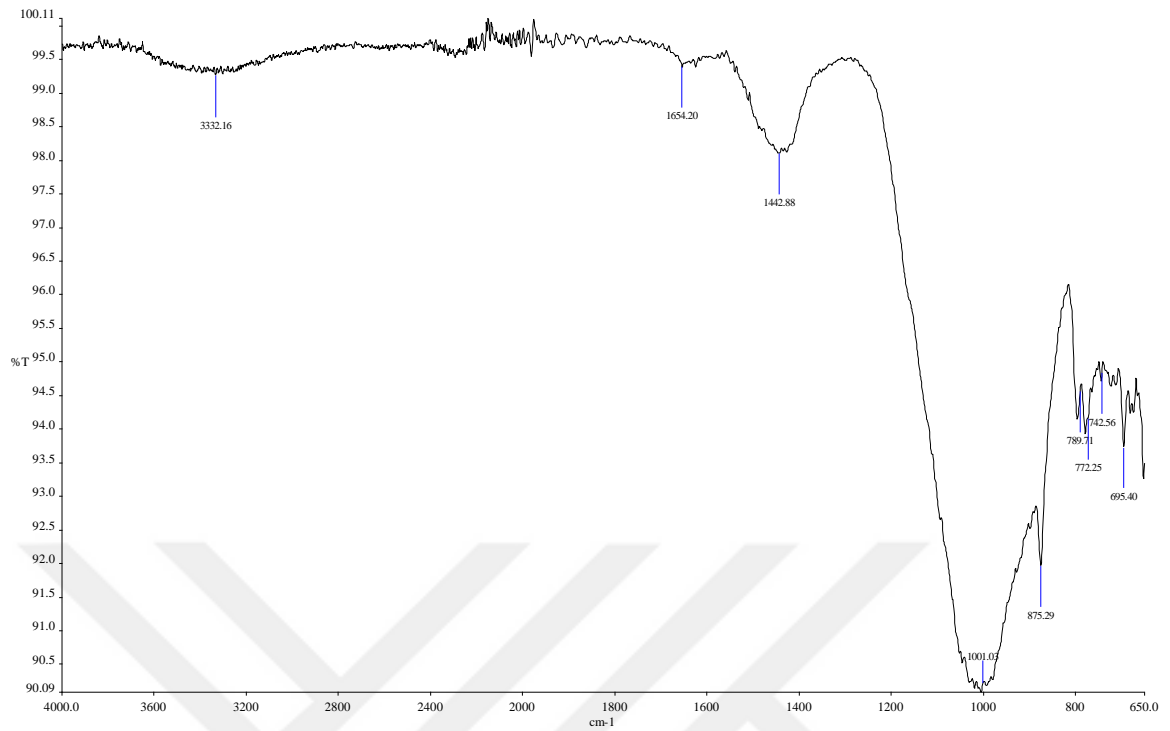


FTIR spektrumu (ŞAH-17)

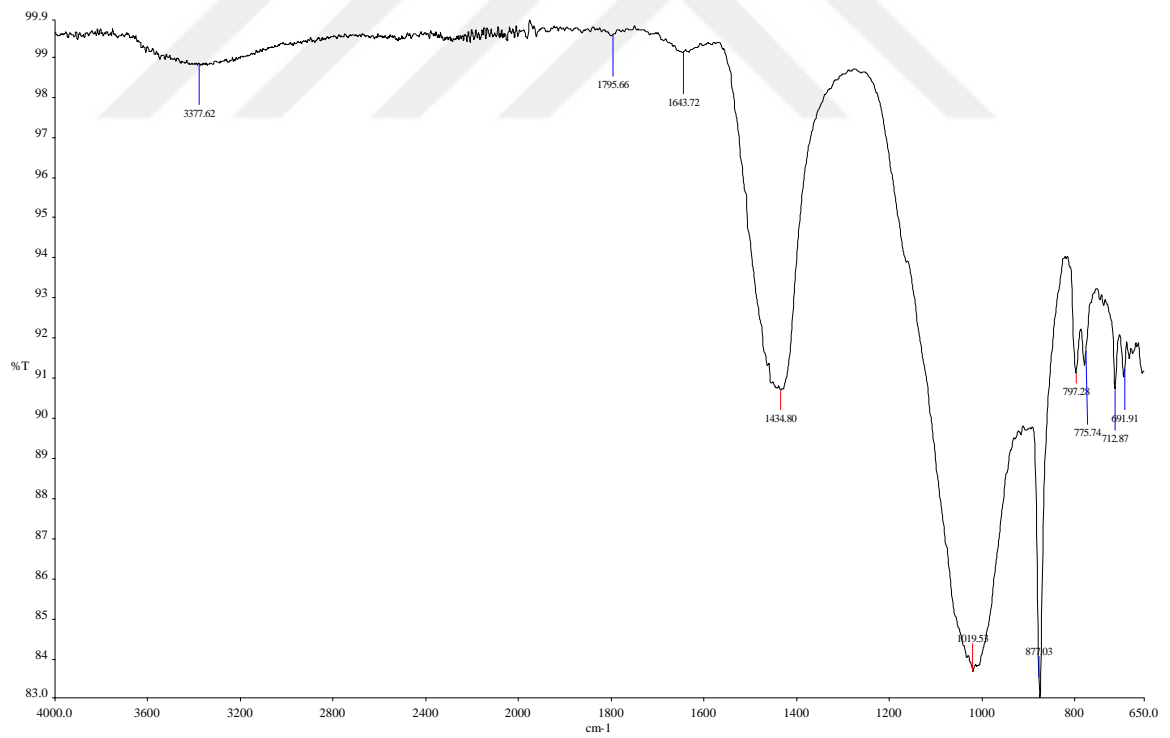


FTIR spektrumu (ŞAH-18)

## EK-3 (devamı)

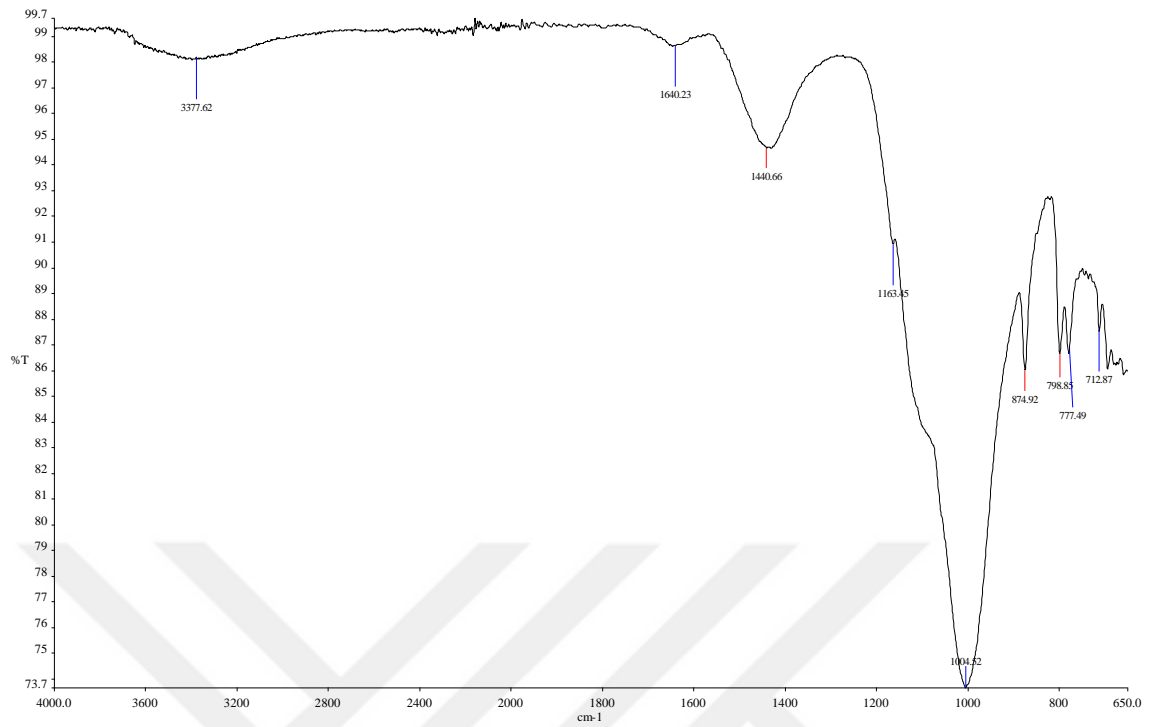


FTIR spektrumu (ŞAH-19)

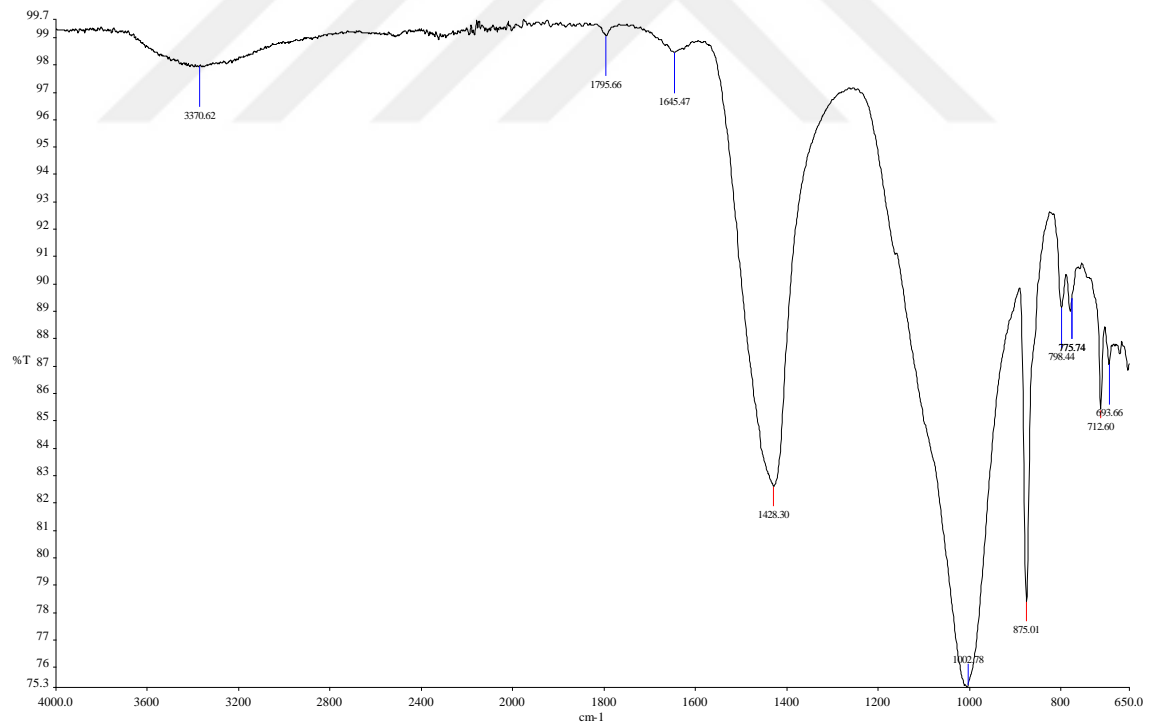


FTIR spektrumu (ŞAH-20)

## EK-3 (devamı)

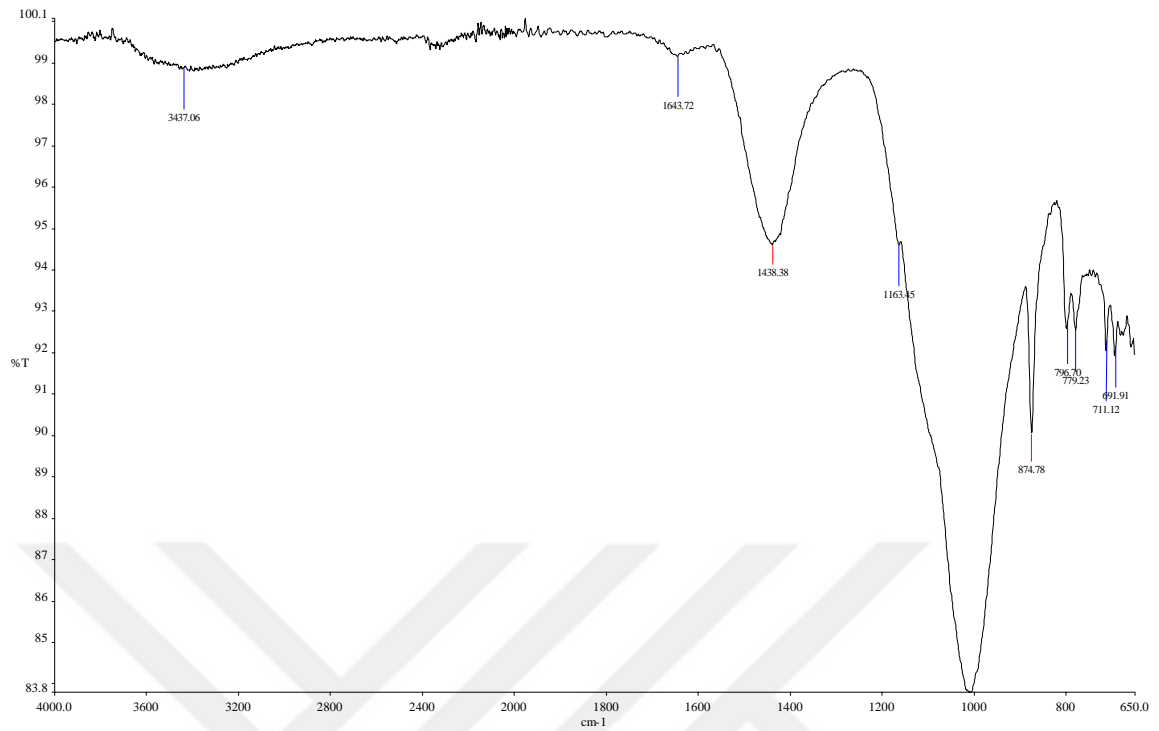


FTIR spektrumu (ŞAH-21)

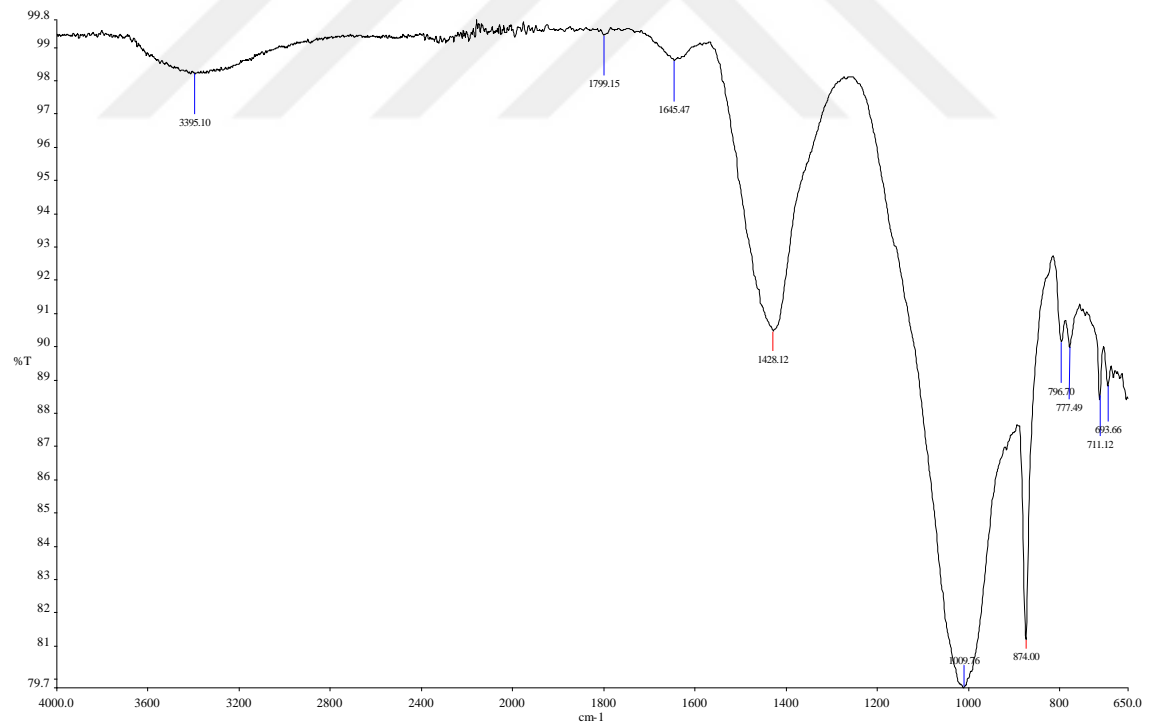


FTIR spektrumu (ŞAH-22)

## EK-3 (devamı)

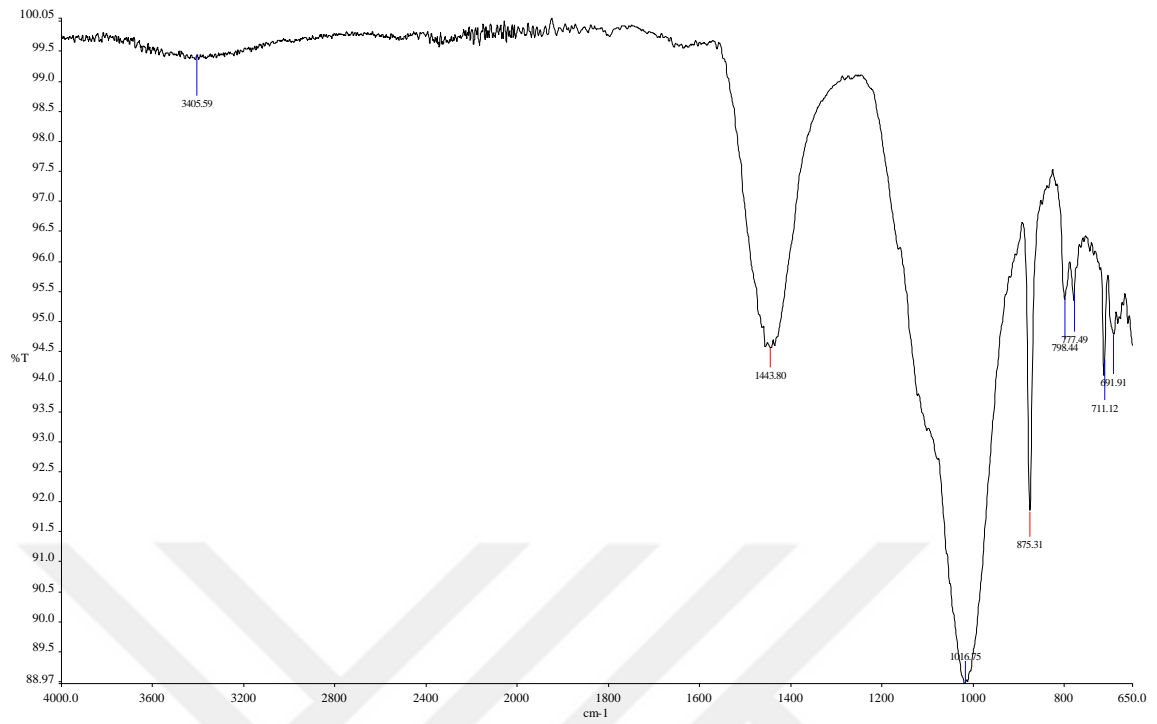


FTIR spektrumu (ŞAH-23)

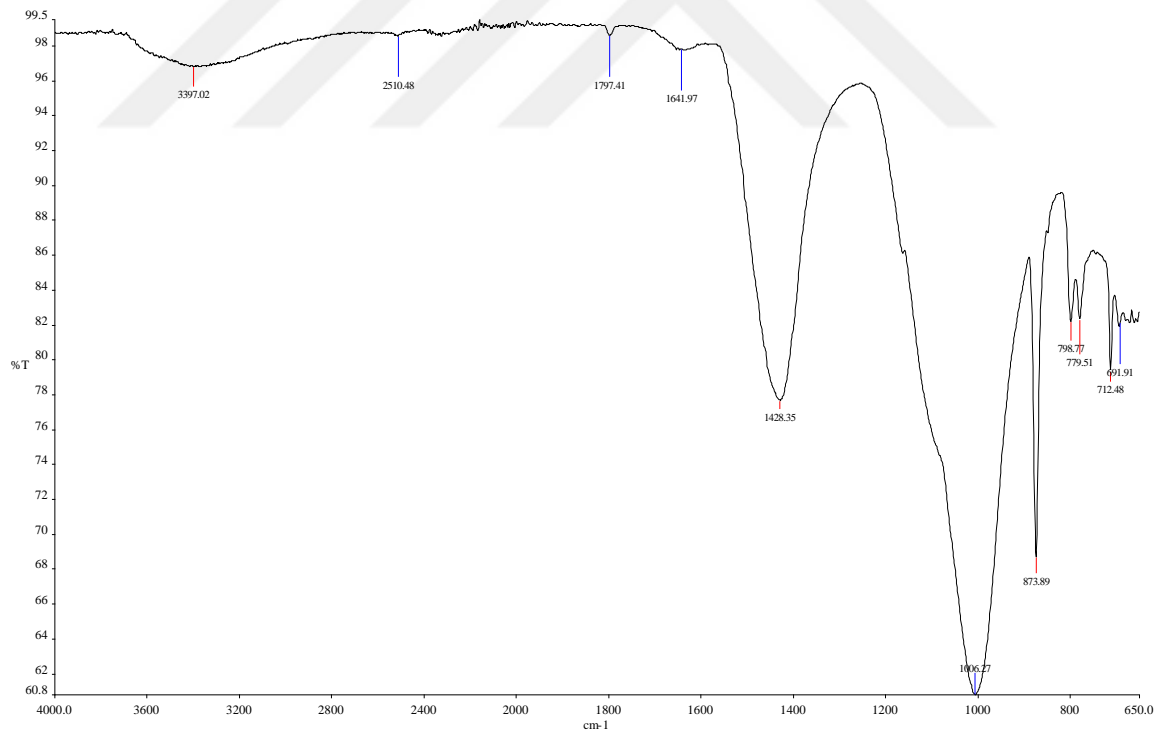


FTIR spektrumu (ŞAH-24)

## EK-3 (devamı)

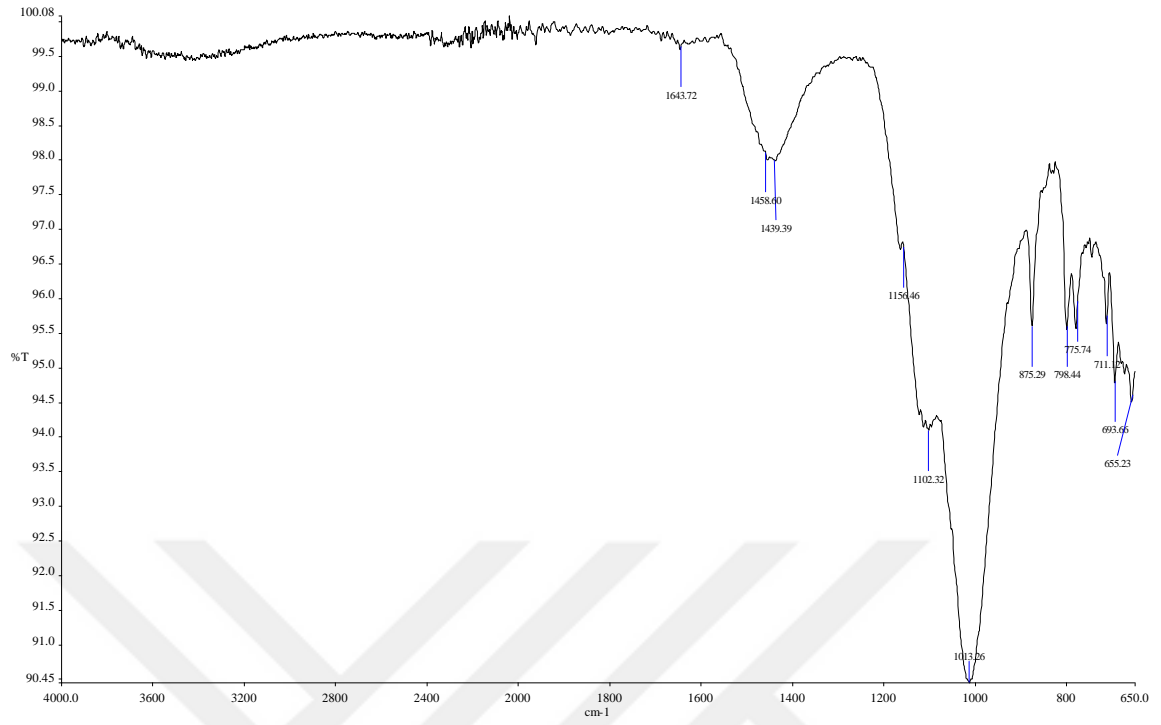


FTIR spektrumu (ŞAH-25)

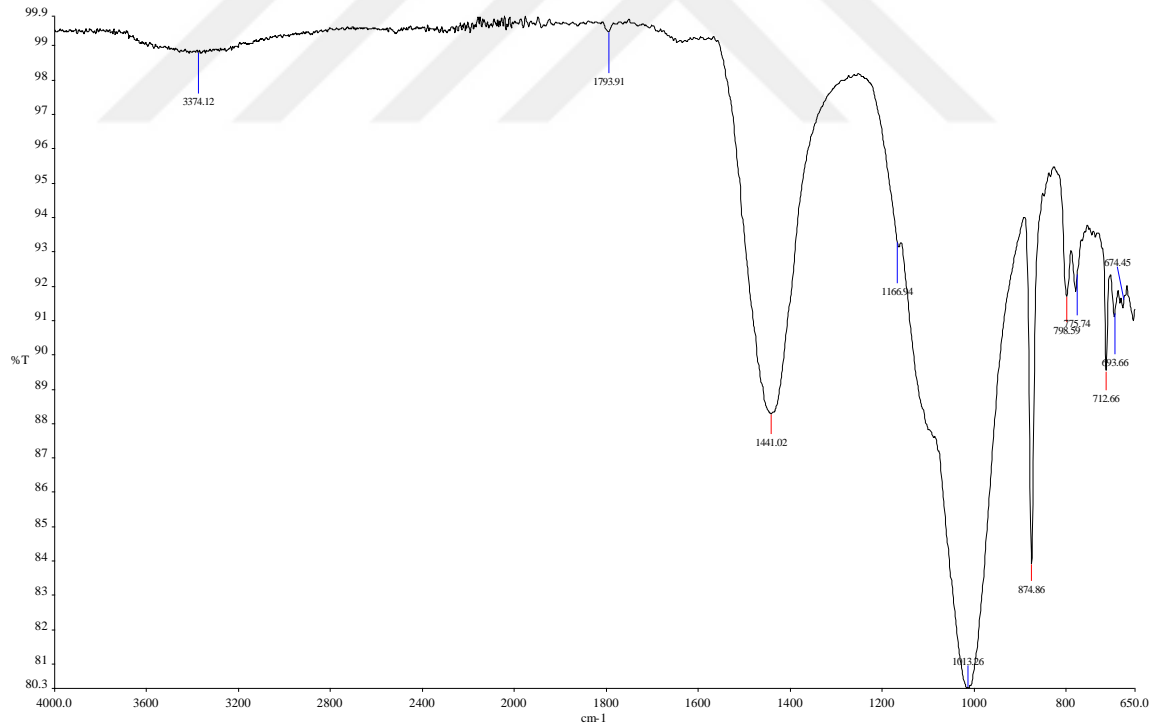


FTIR spektrumu (ŞAH-26)

## EK-3 (devamı)



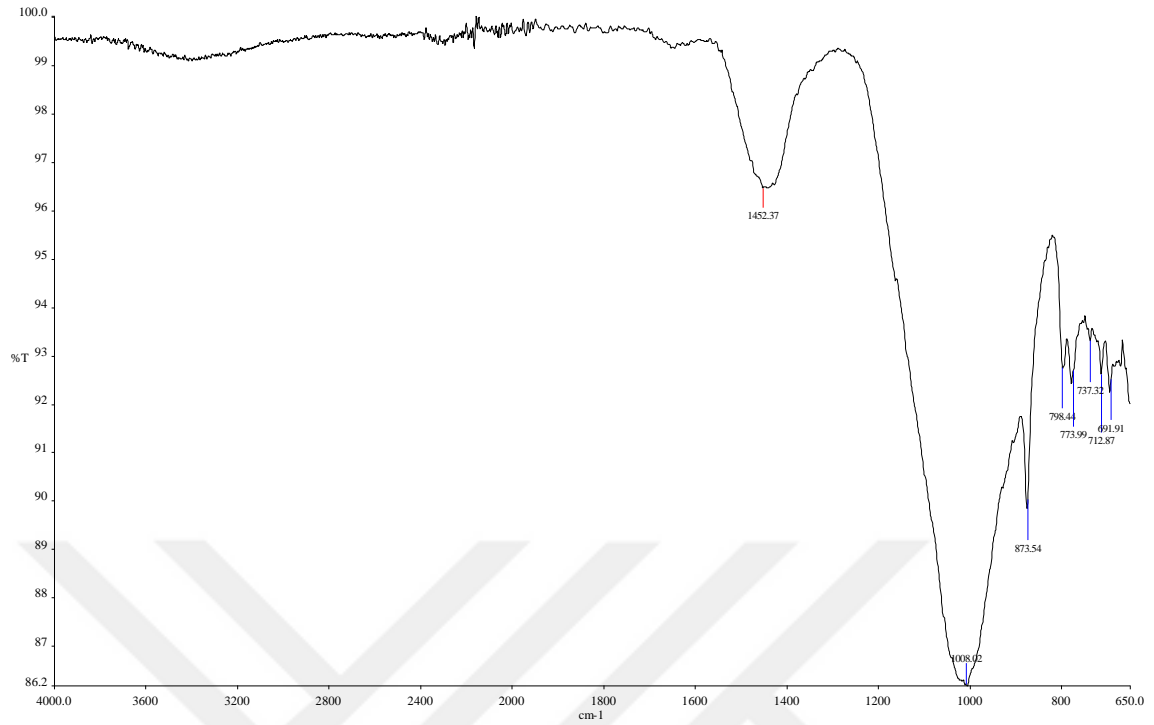
FTIR spektrumu (ŞAH-27)



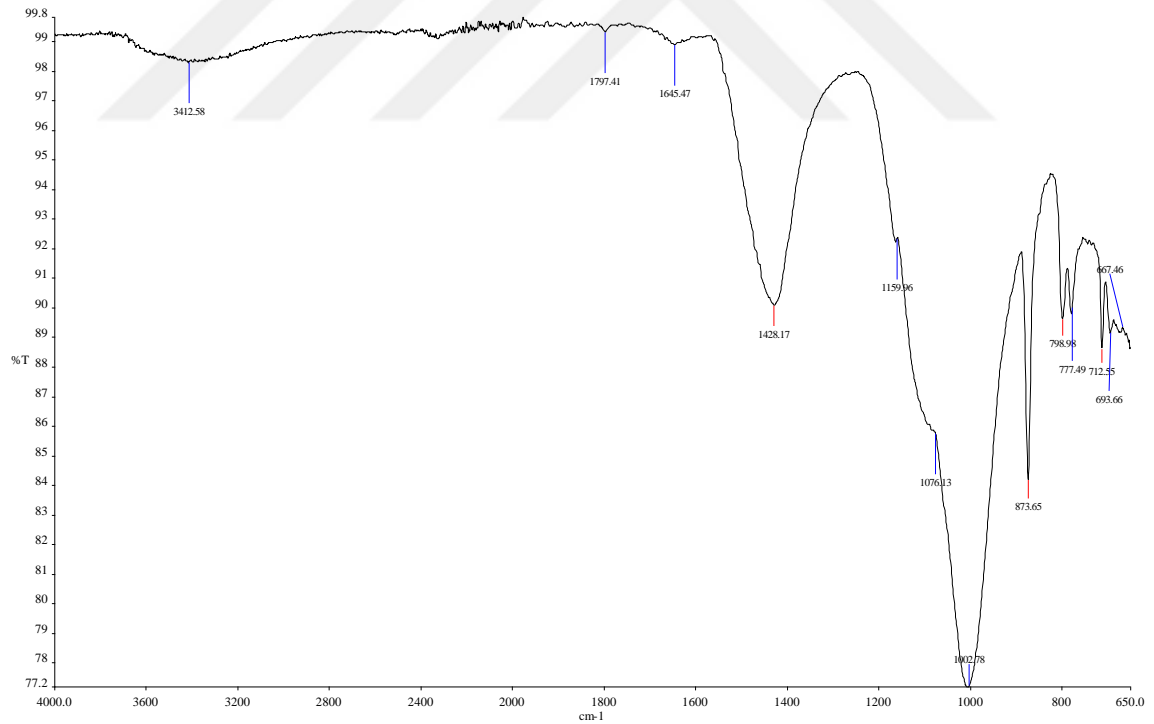
FTIR spektrumu (ŞAH-28)



## EK-3 (devamı)



FTIR spektrumu (ŞAH-29)



FTIR spektrumu (ŞAH-30)