



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA KUBAD ABAD ÇİNİLERİNİN ARKEOMETRİK KARAKTERİZASYONU VE BENZER ÇİNİLERİN ARAŞTIRILMASI

Şerife YALÇIN YASTI

DOKTORA TEZİ

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Nisan -2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Tarih:
Şerife YALÇIN YASTI

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KONYA KUBAD ABAD ÇİNİLERİNİN ARKEOMETRİK KARAKTERİZASYONU VE BENZER ÇİNİLERİN ARAŞTIRILMASI

Şerife YALÇIN YASTI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuran AY

2011, 118 Sayfa

Jüri
Danışman Prof. Dr. Nuran AY
Prof. Dr. Alper ÖZKAN
Prof. Dr. Mehmet Kemal GÖKAY
Doç. Dr. Salih AYDOĞAN
Doç. Dr. Münevver ÇAKI

Bu çalışmada Kubad Abad Sarayından alınan çinilerin pişirim sıcaklığı, hammaddeleri, pişirim atmosferi gibi üretim teknolojisi araştırılmıştır. Çalışmada çini parçalarının kimyasal analiz, mineralojik ve faz analiz, ısıl analizler ve mikroyapı analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizde XRF X- ışınları Floresans yöntemi kullanılırken, mineralojik analizde XRD X-ışınları toz difraktometresi yöntemi, ince kesit yöntemi ve FTIR yöntemi kullanılmıştır. Mikroyapı incelemelerinde taramalı elektron mikroskobu SEM ile görüntüler elde edilirken beraberinde kullanılan EDX'le de mikroyapıda belirlenen alanların elementel kimyasal anlizleri yapılmıştır. EDX ile kimyasal analiz aynı zamanda arkeolojik numunelerde diğer kimyasal analiz metodlarına göre daha az malzeme kullanılması nedeniyle sırların kimyasal analizinde de kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında elde edilen bulgulardan benzer çini ürünlerin üretilmesi çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalarda günümüzde kullanılan hammaddeler kullanılarak önce reçeteler oluşturulmuş, şekillendirilmiş, pişirilmiş ve analizler yapıldıktan sonra çıkan sonuçlar Kubad Abad çinileriyle kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: arkeometri, karakterizasyon, Kubad Abad, Selçuklu çinileri

ABSTRACT

Ph.D THESIS

ARCHAEOMETRİC CHARACTERIZATION OF KONYA KUBA ABAD TILES AND INVESTIGATION OF SAME TILES

Şerife YALÇIN YASTI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN MINING ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Nuran AY

2011, 118 Pages

Jury
Advisor Prof. Dr. Nuran AY
Prof. Dr. Alper ÖZKAN
Prof. Dr. Mehmet Kemal GÖKAY
Assoc. Prof. Dr. Salih AYDOĞAN
Assoc. Prof. Dr. Münevver ÇAKI

In a frame of an archaeometric work, technological parameters for production (such as raw materials used in body and glaze layers, firing temperatures and atmosphere, microstructural features, and etc.) of 23 Kubad tile shared. Therefore chemical analysis by X-Ray Flouresans (XRF), mineralogical and phase analysis by Xray diffraction (XRD), and Fourier tansform infrared spectroscopy (FTIR), thermal analysis by thermal gravimetry- differantiel thermal (TG-DTA) analysis which are main characterisation processes were performed. In microstructure analysis, scanning electron microscopy (SEM) in combination with energy dispersive spectrometry (EDX) were performed.

In second processes of this study, characterisated tile body and tile glazes were reproductioned. First of all recipies were configured. Then, according to the recipies tiles were productioned. Finally, this new tiles were compared with original tiles and glazes.

Keywords: archaeometry, characterisation, Kubad Abad, Selcuk tiles

ÖNSÖZ

Bu tezin yazılmasında yönlendirici fikir ve desteklerini esirgemeyen danışmanım sayın Prof.Dr. Nuran AY'a, etütlük örneklerin temini konusunda destek veren sayın Prof. Dr. Ruçhan ARIK'a, önerilerinde faydalandığım Dr. Ali İSSİ'ye, laboratuarlarında çalışabilme imkânı sağlayan Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Öğretim Elemanlarına, doktora çalışmalarım sırasında kendisinden birçok şeyi esirgemek zorunda kaldığım sevgili kızıma, maddi manevi her türlü destekleri ile yanımda olan sevgili anneme, sevgili babama ve şu an vatani görevini yapmakta olan sevgili eşime teşekkür ederim.

Tez çalışmasının bir kısmı Kubad Abad Çinilerinin Karakterizasyonu ve Repredüksiyon Çinilerin Üretilmesi başlığı altında 109M022 nolu TÜBİTAK 1002 hızlı destek projeleri kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü TÜBİTAK kurumuna teşekkür ederim.

Şerife YALÇIN YASTI
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **8**

3. MATERYAL VE METOT **13**

3.1. Deneysel Çalışmalar 13
3.1. 1. Numunelerin alınması ve fotoğraflanması 13
3.2. Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve Aletler 17
3.3. Yapılan Deneyler 17
3.3.1. Numunelerin temizliği 17
3.3.2. Toz hazırlama 18
3.3.3. Kimyasal analizler 18
3.3.4. Mineralojik analizler 18
3.3.5. Isıl analizler 19
3.3.6. Makroyapı ve mikroyapı analizleri 19
3.3.7. Benzer çini ürünlerin üretilmesi çalışmaları 21
3.3.7.3. Kubad Abad Sarayı çini örnekleri ile benzer olarak yapılan çini örneklerin kıyaslanması 25

4. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMALAR **26**

4.1. Kimyasal Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi 26
4.2. Mineralojik ve Faz Analizleri Sonuçları 32
4.2.1. XRD analiz sonuçları 32
4.2.2. İnce kesit analizleri sonuçları 38
4.2.3. FTIR mineral ve faz inceleme sonuçları 40
4.3. Isıl Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi 52
4.4. Makro Yapı ve Mikro Yapı Analizleri ve Sonuçların Değerlendirilmesi 66
4.4.1. Stereo mikroskopta makro yapı incelemeleri ve sonuçların değerlendirilmesi 66
4.4.2. Mikroyapı incelemeleri ve sonuçların değerlendirilmesi 76
4.5. Benzer Çini Ürünlerin Üretilmesi Çalışmaları ve Sonuçları Değerlendirilmesi 81
4.5.1. Çini bünye oluşturma çalışmaları 81
4.5.2. Çini sırı oluşturma çalışmaları ve sonuçların değerlendirilmesi 89

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **101**

KAYNAKLAR **104**

ÖZGEÇMİŞ 110

1. GİRİŞ

Kubad Abad, Konya ili sınırları içinde, Beyşehir Gölü'nün güneybatı kıyısında, Beyşehir'e bağlı Gölyaka (Hoyran) beldesinin 3 km kuzeyinde yer alan ve çeşitli yapılardan oluşan bir saraydır. Saray yapılarının bulunduğu kayalık tepe üzerinde, sarayı çevreleyen surların içinde bir prehistorik höyük de yer almaktadır (Şekil 1.1.-1.2).



Şekil 1.1. Kubad Abad Sarayı kazı alanı uydu görüntüsü (Anonymous 1)



Şekil 1.2. Kubad Abad Sarayı kalıntılarından görünümler (Anonim 1)

Anadolu Selçuklu döneminin en önemli yapılarından biri olan Kubad Abad'la ilgili olarak ilk araştırma Oral tarafından 1949-1950 yıllarında yapılmıştır. Oral İbn-i Bibi'nin Selçuknamesi'ni tarayarak az da olsa adı bilinen fakat kendi ve yeri bilinmeyen Selçuklu eserlerini arama girişiminde Konyalı ve Turan'ın, sarayın Beyşehir civarında olması gerektiğine işaret etmelerinden sonra 1949 yılında Kubad Abad Sarayının yerini bulmuştur. İlk kazı 1952'de Oral tarafından gerçekleştirilmiştir. 1965-1966'da Ottodorn aynı yerde kazı çalışmaları yapmıştır. Bu çalışma aynı zamanda Türk kültürüne yönelik bir arkeolojik çalışma olarak tam teşekküllü ve ilk profesyonel kazıdır. Yörenin topografik planı çıkarılmıştır. 1967'de Önder kazıyı sürdürmüş ve ilginç çini buluntular elde etmiştir. Uzun süre kendi kaderine terk edilen Kubad Abad 1980 yılından itibaren Arık tarafından yeniden ele alınarak sistemli kazılara başlanmış ve halen yürütülmektedir (Arık, 2000).

Arık, Kubad Abad Saray Külliyesi içinde Küçük Saray'ın çevresini kazmasının yanı sıra, saray külliyesi ile bağlantısı bulunan Kız Kalesi'nde ve Kubad Abad saray gurubuna dahil, Malanda'daki Selçuklu Köşkü'nde de araştırma ve kazılar gerçekleştirmiştir. Bu kazı çalışmalarında, Kız Kalesi'ndeki ana yapı ile eşzamanlı çiniler, hamam kısmı ve kıyıdaki saray külliyesinin önemli birimlerinden Küçük Saray'ın çevresindeki mimari kalıntılar açığa çıkarılmış; ayrıca, Malanda Köşkünün mevcut kısmının planı ortaya konmuştur. Kazılarda Selçuklu Dönemine ait çok sayıda çini, seramik, alçı, cam ve sikke bulunmuştur. Küçük Saray'ın çevresindeki Selçuklu tabakasının altında ise, Eski Çağa ait kalıntı ve küçük buluntular tespit edilmiştir (Arik, 2000).

1980'den bu yana yürütülmekte olan Kubad Abad kazılarından ve önceki kazılardan, sarayın yapısı içinden ve civarındaki alanlardan ortaya çıkan arkeolojik buluntular Kubad Abad Sarayında Selçuklu zamanında lüks eşya ve sanat eseri kategorisinde bol miktarda seramik kullanıldığını ve bunların büyük olasılıkla Anadolu'da Selçuklu Döneminde üretildiğini göstermektedir (Arık, 2000).

Sözlük anlamı olarak Farsça Çin'e ait anlamında gelen Çini sözcüğü önceleri Çin porseleni anlamında kullanılmıştır. 20. yüzyıl başından itibaren güncel dilde Kütahya seramiklerinin özelliklerini kapsayacak biçimde algılanan kavram 1958'de İzzet tarafından seramik kavramı yerine kullanılmıştır (Tuna, 2002).

Çinicilik çok eski tarihlere, Asurlular zamanına kadar dayanan bir doğu sanatıdır. Antik çağda Mısır, Mezopotamya, İran ve Girit kültürlerinde mimari bezeme

öğesi olarak çini kullanılmıştır. Mimaride M.Ö.3000 yılında, İslam mimarisinde ise 9. yüzyıl'da kullanılmaya başlanmıştır (Anonim 2).

Türklerde çini Uygurlar'la başlayıp Karahanlı, Gazneli, Selçuklu ve İlhanlı'larla olgunlaşmış ve Anadolu'ya taşınmıştır. Aynı teknoloji Emeviler aracılığıyla Suriye ve Afrika'nın kuzeyinden İspanya'ya oradan da bütün Avrupa'ya yayılmıştır. Bu yolculuk sırasında teknolojik değişimlere uğrayarak yöreselleşmiştir (Tuna, 2002).

İlk olarak Türkler, Orta Asya'da çini imal etmişlerdir. Orta Asya'da bulunan Kaşan şehri sebebiyle Kaşi diye adlandırılan çinilere ilişkin bu şehirde, Turfan, Aşkar ve Koça bölgelerinde yapılan kazılarda bulunan fırın artıkları ve parça çiniler, Türklerin çok eski devirlerde, 8. yüzyıl'dan önce çiniyi bir sanat dalı olarak ele aldıklarını gösteren verileri barındırmaktadır. Mimaride kullanılan çiniye 18. yüzyıl'a kadar "Kaşi", çini eşyaya (tabak, vazo, kase vb.) de "Evani" (kap kacak) adı verilmiştir. O dönemde Çin'den ithal edilen porselenlerin ün kazanmalarından ötürü, Türk yapısı "Kaşi" ye, kalitesinin yüksekliğini vurgulamak için "Çini" denmeye başlanmıştır (Tuna, 2002).

Kubad Abad Sarayı, mimarisinin yanı sıra duvarlarını süsleyen çinileriyle de önemlidir. Çoğunlukla, 20-24 cm. çapındaki yıldız ve kare şekilli çinilerin yüzeyleri, lüster veya sıraltı tekniğinde işlenmiş figürlerle bezenmiştir. Yıldız şekilli çiniler, aralara yerleştirilen haç biçimli çinilerle birbirine bağlanarak duvarda bir pano oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir pano, 10cm. eninde, firuze renkli dikdörtgen çinilerden oluşan bordürlerle kuşatılmıştır. Çinilerde, hayat ağacı, siren, sifenks, grifon, çift ve tek başlı kartal, aslan, ejder, at, eşek, tavus kuşu, çeşitli av hayvanları ile insan figürleri sık tekrar edilen konulardandır. Sultan ve saray ileri gelenlerinin, ender olarak da saray kadınlarının bağdaş kurarak oturduğu kompozisyonlarda, Orta Asya geleneklerinin etkisi hissedilmektedir. Figürler çoğunlukla, bir ellerinde, 9. yüzyıl Abbasi seramiklerinde örnekleri görülen ve ebedi hayatı, cenneti sembolize eden nar, haşhaş gibi bitkileri tutar şekilde resmedilmişlerdir. Stilize bir hayat ağacı etrafında, karşılıklı veya sırt sırta duran kuşlar da, düş dünyasını tasvir eden ve sık tekrar edilen konulardandır (Anonymous 2).

Saraydaki çini süslemelerde, genel olarak Abbasi, Selçuklu, Fatımi ve hatta Sasani dönemi el sanatı ürünlerinin etkisi hissedilmekle birlikte, Orta Asya Şaman kültürünün zengin sembol dünyasının yoğun etkisinden söz etmek mümkündür (Anonymous 2). Şekil 1.3.'den- Şekil 1.4.'e Kubad Abad çinilerine ait bazı örnekler görülmektedir.



Şekil 1.3. Kubad Abad Sarayı çinilerinden örnekler (Arık, 2007)

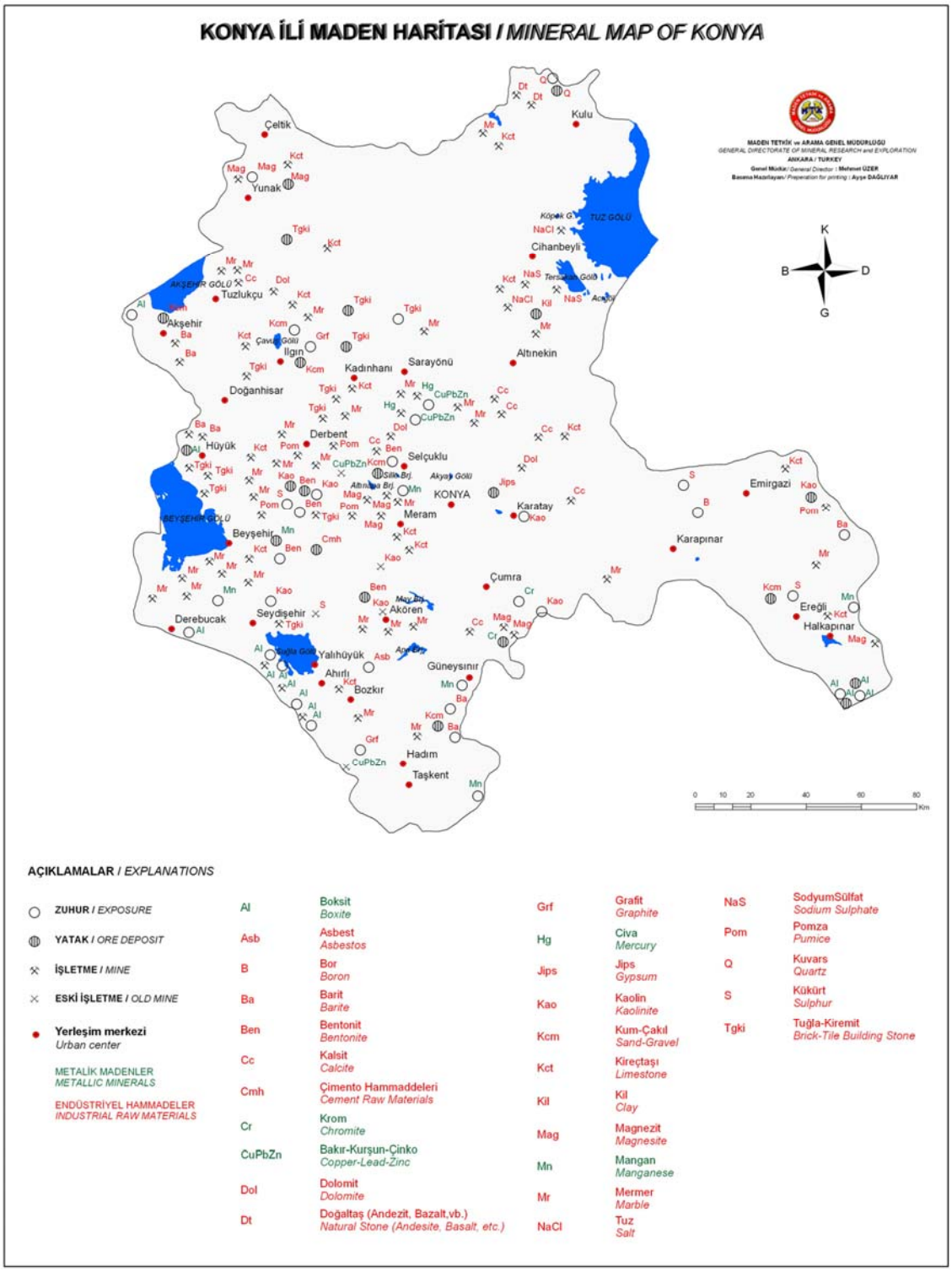


Şekil 1.4. Kubad Abad Sarayı çinilerinden örnekler (Arık, 2007)

Kubad Abad Sarayı çinilerinin üretiminin yerinde mi yapıldığı yoksa başka yerlerden mi getirildiği konusunda net bilgi bulunmamaktadır. Kubad Abad Sarayı kazısında ortaya çıkarılan fırın yapısına benzer kalıntı ve bu kalıntıda görülen bir yüzlerinde camsı oluşumların olduğu taş parçaları, burada bir fırının olduğu fikrini vermektedir. Konya ili maden haritasında da görüldüğü üzere (Şekil 1.5) çini ve dolayısıyla seramik üretiminde kullanılan ana hammaddelerin birçoğu Konya'da mevcuttur. Kubad Abad Sarayının bulunduğu Beyşehir Gölü çevresinde kil, kaolin, kalsit, bentonit, kuvars, kurşun gibi çini, seramik bünye ve sırları yapımında kullanılan hammaddeler ile mangan, krom, bakır gibi dekor boyalarının üretiminde kullanılan madenlere ait yataklar bulunmaktadır.

Topaksu (2004), Kubad Abad çinilerinde bu bölgedeki hammadde kaynaklarının kullanılmış olabileceğini belirtirken Yeğingil ve Freestone (2007), Kubad Abad çinilerinin birçok farklı usta ve atölye tarafından saray civarında yapılmış olması ihtimalinin kuvvetli olduğunu bunun da daha fazla çini analizi yapılarak açığa kavuşabileceğini belirtmişlerdir.

Kubad Abad Sarayı çinilerinin arkeometrik karakterizasyonu ve bunların benzerlerinin üretilebilmesi konulu bu tezde de kazı alanından seçilmiş temsili örnekler üzerinde karakterizasyon çalışmaları -kimyasal, mineralojik, ısıl, mikroyapı ve ince kesit analizleri- yapılmış, üretim teknikleri üzerinde öngörülerde bulunulmuş ve günümüzde var olan hammadde ve tekniklerle benzer ürünler elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında Kubad Abad Sarayı çinileri ile yeni yapılan çinilerin özellikleri kıyaslanmıştır.



Şekil 1.5. Konya ili maden haritası (Anonim 3)

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kubad Abad'la ilgili olarak ilk bilgi 13. yüzyılda yaşamış olan İbn-i Bibî'nin Selçukname adlı eserinde geçmektedir. Daha sonra Kubad Abad Sarayı ve çinileri, Turan'ın (1946), Oral'ın (1949, 1953), Özergin'in (1965), Ottodorn ve Önder'in (1966, 1967, 1968), Ottodorn'un (1969), Arık'ın (1987, 1992, 1999, 2006, 2007) ve Roxborough'un (2005) çalışmalarına konu olmuştur.

Ottodorn (1941), Diez ve Aslanapa (1955), Aslanapa (1949, 1960, 1965), Öney (1976), Yetkin (1965, 1986), Bey (1996), Küçükköroğlu (2003), Çobanlı ve Öney (2007) Selçuklu ve Osmanlı Dönemi Türk çini ve seramik sanatı üzerine araştırmalar yapmışlardır.

Çini teknolojisi ile alakalı bilinen en eski kaynak Ebu'l Kasım'ın Arais el-cevahir ve nefais el-atayip "Mücevherlerin gelinleri ve zarif şeylerin özleri" adlı çini defteridir. Kitap, Kaşan'da çini üretimi ile ünlü bir sülalenin üyesi olan Ebu'l Kasım tarafından İlhanlı hükümdarı Gazan Han döneminde (1301) yazılmıştır. Eserin son kısmı çini ile ilgili hammaddeler, yapım yöntemleri, kullanılan materyaller ve çinicilikte kullanılan terimler hakkında notlar içermektedir. Ebu'l Kasım çini hamurunu; 10 ölçü öğütülmüş şeker taşı (kuvars/silika), 1 ölçü öğütülmüş sırça ve 1 ölçü beyaz kilin karıştırılması şeklinde tarif etmiştir (Tuna, 2002).

Erken İslami seramik döneminde çini ustaları süslemenin hamur rengi ve dokusunu kapatması gereken yerlerde krem ya da beyaz renkli astar kullanmışlardır. 12. yüzyılda Selçukluların bu alanda getirdikleri yenilikle kuvars ana hammadde olarak kullanılmaya başlanmış, yeni bünyeye plastiklik sağlasın diye bir miktar beyaz kil ve sırça (firit) eklenmiş ve böylece mükemmel sonuçlar elde edilmiştir. Batılı araştırmacılar tarafından firitware veya stoneware olarak adlandırılan sert ve sık dokulu bu hamur, içindeki kuvarstan dolayı 950^{o}C gibi düşük sıcaklıkta bile beyaz bir gövde yapısına kavuşmaktadır. Opak sırla kaplandığında ise önceden bilinen tüm hamurlardan daha beyaz olmaktadır (Caiger ve Smith, 1985).

Çeken'e göre çinilerin bünyesi kuvars tanelerinin iriliğine, katkılara, kurutma ve fırınlama sıcaklığına bağlı olarak sık, ya da gevşek dokulu ve gözenekli; beyaz krem rengi ve pembemsi olabilmektedir. Hamura ilave edilen sırçaya (firit) da değinen Çeken Ebul Kasım'ın tarifi ile Anadolu Selçuklu dönemi çini hamurları üzerinde yapılan araştırmaları kıyaslamış ve birbiriyle örtüştüğünü görmüştür. Çeken, çini bünye ve sırlarını "*İslam çini ve seramiklerinde firitin içindeki kuvarsı uygun sıcaklıkta eritmek*

için iki farklı madde kullanılmıştır. Bunlardan biri çöven otundan elde edilen soda ve potasyumun meydana getirdiği alkalilerdir. İkincisi ise kurşun oksitlerdir. Günümüzde yapılan analiz sonuçlarına göre Anadolu Selçuklu dönemi çinilerinde alkali sırlar kullanılmıştır. Osmanlı devrinde sırların içinde kurşun tercih edilmeye başlanmıştır. Anadolu Selçuklular döneminde şeffaf renksiz sır altında siyah, kahverengi, yeşil,mavi turkuaz, patlıcan moru; şeffaf turkuaz sır altında ise siyah renkli boyalar kullanılmıştır. Sır içinde ise opak beyaz sırlı lüsterde mavi-turkuaz; opak beyaz minai çinilerde mavi, turkuaz ve yeşil renkli boyalar yer almaktadır. Sır üstünde lüster boyalarda sarının tonları, kahverengi ve yakut kırmızısı; mine boyalarda ise kırmızı, siyah, kahverengi, beyaz renkler kullanılmıştır" şeklinde ifade etmiştir (Çeken, 2007: 23).

Erken İslamiyet Dönemi seramiklerinin malzemesi ve teknolojisi üzerine çalışma yapan Keblow'a göre kalay oksitle opaklaştırma 9. yüzyıldan bu yana bilinmektedir. Erken İslamiyet Dönemi kalaylı sırları ham sırlardır. Çok ince taneli kil, kalay oksit, kırılmış ince öğütülmüş kuvars ve flintten hazırlanan bu sır alüminyumca zengin olup akışkan özelliktedir. İnce öğütülmüş kuvars ve flint sır vizkozitesini geliştirir. 2 kısım kalay ve 1 kısım kurşun karışımının erime noktasında elde edilen ötektik karışımı beyaz toz kalay külü olur. Kalay oksit sır içinde sınırlı karışabilirlik özelliği nedeniyle granüler beyaz tanecikler şeklinde bulunmaktadır. Kalayla iyi opaklığı olan süt beyazı sırlar elde edilebilmektedir. Keblow, turkuaz sırların elde edilmesinde bakır oksit, kum, soda ve kireç karışımının sırçalaştırılması sonucu elde edilen alkalin- kalsiyum kuprisilikat ($CaSi_2O_5$. $CuSi_2O_5$) bileşiminin karakteristik yeşil-mavi turkuaz rengi verdiğini ve Eski Mısırdan beri uygulandığını belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca koyu kahve renkleri ve menekşe moru renkleri için mangan bileşiklerinin antik Mısır ve antik İran kültürlerinde yaygın olarak kullanıldığını ifade etmiştir. Mangan oksitler Mn_3O_4 (housmanite-), $MnFe_2O_4$ (jakopsite) ve oldukça nadir $(Fe,Mn)_2O_3/FeOMnO_2$ (bixbyite) içermektedir (Keblow, 2003).

Mangan oksidin renklendirmesinde sırın kimyasal bileşimi önemlidir. Kurşunlu sırlarda morumsu kahverengi, alkalili sırlarda ise menekşe rengi elde edilir. Sırlarda alkalili oranın artması ile elde edilen mor renk, giderek daha kuvvetli ve belirgin bir görünüm alır (Anonim 4).

Kubad Abad çinileri Oral'ın (1953) "Kubâd-âbâd Çinileri", Ottodorn'un (1957) "Türkishe Keramik", Aslanapa'nın (1965) "Anadolu'da Türk Çini ve Keramik Sanatı", Önder'in (1972) "Selçuklu Devri Kubad Abad Sarayı Çini Süslemeleri", Öney'in (1974) "Kubad Abad Ceramics" ve Aslanapa'ın (1965) "Türk Çini Sanatı", Arık'ın

(2000) “Kubad Abad, Selçuklu Saray ve Çinileri”, Bozer’in (2001.) “Kubad Abad Çinilerinde Fırınlama Sonrası Yapılan İşlemler ve Bazı Tespitler” konulu çalışmalarında yer almaktadır.

Arkeolojik çalışmalar sonucunda ortaya çıkartılan seramik örneklerin arkeometrik ve çeşitli karakterizasyon teknikleriyle analizleri sonucu elde edilen bilgiler, ürünlerin hangi hammaddelerden yapıldıkları, nasıl şekillendirildikleri, hangi sıcaklıkta pişirildikleri, yerel mi yoksa başka bir yerden mi geldiğini ortaya çıkarmaktadır. Bu konuda ;

Tite (1989) 15. ve 16. yüzyıl İznik çömleklerinin üretimi üzerine, Tuna (1998) erken dönem Osmanlı İznik seramikleri üzerine çalışma yapmıştır.

Henderson ve Raby’nin (1989) 15. ve 16. yüzyıl İznik Türk çinilerini kıyasladıkları çalışmalarında 15.yüzyılın zayıf gelişmiş alkalice zengin cam fazı içeren çinilerin 16. yüzyılda kurşunlu firitin bulunmasıyla geliştirilmesini Türk seramik sektörü bakımından önemli bir gelişme olarak değerlendirmektedir.

Kapur ve ark. (1998) farklı dönemlerin İznik seramiklerini mineralojik ve mikromorfolojik açıdan incelemişlerdir.

Sakarya (1999) Selçuklu Dönemi ve Osmanlı Dönemi çinilerinin mineralojik ve mikro morfolojik özellikleri üzerine çalışarak birbirleriyle kıyaslama yapmıştır. Fakat çalışmada Anadolu Selçuklu Döneminin en gözde eserlerinden Kubad Abad çinileri yer almamaktadır.

Tuna (2002) Ebu’l Kasım tarafından çini ile ilgi verilen teknik bilgi ve kavramları günümüz diliyle açıklamaktadır.

Çini (2003), İznik fırınları kazılarından çıkan İznik seramiklerini kemometrik yöntemleri kullanarak karakterize etmiştir.

Gündüz (2003) İznik çini buluntularını XRD, SEM ve EDX tekniklerini kullanarak karakterizasyon yapmıştır. Araştırma sonunda örneklerin bir kısmında bünyenin az gözenekli olduğu bir kısmında ise bünyenin yüksek gözenekli olduğu gözlenmiş ve kantitatif analizle içeriklerindeki kuvars miktarlarının farklı olduğu (az gözenekli ~%60 kuvars, çok gözenekli ~%90 kuvars) ve her iki gruba ait örneklerdeki sırın yüksek kurşun (% 38–40) içerdiği saptanmıştır.

Paynter ve ark. (2004) İznik seramiklerinin bünyelerinde soda kireç ve yüksek kurşunlu camların kullanıldığı, soda- kireç camlarındaki alkalinin ise çöl veya kıyı bitkilerinin küllerinden ayrıca kırılan lamba camlarından elde edildiğini

bildirmektedirler. Araştırmacılara göre %18-25 arasında firit içeren İznik seramikleri bundan dolayı sert ve yoğundur.

Colomban ve ark. (2005) Fransa, Sevr, ulusal seramik müzesinde bulunan Kütahya seramikleri üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmada bir tahribatsız analiz türü raman spektrometresini kullanmışlar, Si-O arasındaki bağın karakteristik özelliklerinden yola çıkarak İznik ve Safavi dönemi eserleriyle kıyaslama yapmışlardır.

Türkiye'deki ve dünyadaki arkeolojik buluntuların incelenmesine ait pek çok sayıda çalışma mevcuttur (Hallett ve ark., 1988, Demirci ve ark., 1998, Molera ve ark., 2001, Wolf ve ark., 2003, Borgıa ve ark., 2004, Colomban ve Truong, 2004, Hıll ve ark., 2004, Kara ve ark., 2004, Chapoulie ve ark., 2005, Barilaro ve ark., 2005, Pace ve ark., 2008, Wood ve ark., 2007). Kubad Abad çinileriyle ilgili arkeometrik ve karakterizasyon çalışmaları ise yok denecek kadar az olup yeterli değildir.

Özçilingir-Akgün (1997) 13. yüzyıl Selçuklu Dönemine ait yapılardaki sırlı malzemelerin fiziksel özelliklerini, hammadde kompozisyonunu, sırlama ve fırınlama tekniklerini incelemiş, çalışmasında ayrıca Kubad Abad Küçük Sarayı çinilerini de ele almıştır. Çalışma sonucunda Kubad Abad Küçük Saray ve Sivas Gök Medrese çinilerinde benzerlik (sırın kurşunlu olması, bünyenin kuvarslı olması gibi…) olduğunu saptamıştır.

Topaksu (2004) ve Toktamış ve ark. (2007), Kubad Abad buluntuları üzerinde yaptıkları çalışmada Termolüminesans (TL) yöntemiyle Kubad Abad seramiklerini tarihlendirmiş, kimyasal analiz ve mineralojik incelemeler yapmışlar, kuvars pikleri üzerinde durmuşlar ve üretim teknolojini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma içerik olarak çini bünye üzerine yoğunlaşmaktadır. Toprak altında kalma süresi esas alınarak yapılan Termolüminesans yöntemiyle tarihlendirmede Arık'ın (Arık, 2007) da belirttiği gibi buluntuların toprak altında kalma süreleri farklı olabileceği için sonuçlar yanıltabilmektedir.

Yeğingil ve Freestone (2007), Kubad Abad çinilerinin bünye, sır ve boyalarını SEM ve XRD tekniklerini kullanarak incelemiş ve Ebul Kasım'ın çini tarifindeki verilerle karşılaştırdıklarında Kubad Abad'daki kil yapısında farklılıklar görmüşlerdir. Sırla ilgili analizlerde sodyum oksit açısından zengin alkali sırlar olduğunu vurgulayan araştırmacılar soda kaynağı olarak, yakıldığı zaman soda açısından zengin, sır veya cam yapımında akışkan ve ergitici olarak kullanılabilecek küle indirgenebilen bitkilerin kullanıldığını, mat sırların alkalin sırlara kurşun ve kalay oksit ilavesiyle elde edildiğini, şeffaf sır altına kullanılan siyah boyanın kromitten, koyumavi rengin kobalttan elde

edildiğini, turkuaz mavi sırların bakır eriyiği ile renklendirildiğini ileri sürmüşlerdir. Lüster konusuna da değinen araştırmacılar Kubad Abad'da lüsterin kalay ile matlaştırılmış sır yüzeyinde kullanıldığını belirtilmişlerdir. Yeğingil ve Freestone'un çalışmalarında bünye karakterizasyonuna önem verilmiş, sır, astar, sır altı ve sır üstü dekor elemanlarıyla ilgili genel değerlendirmeler yapılmıştır. İncelenen çinilerde astar tabakasına rastlanılmadığı belirtilmiştir.

Karpuz[a] ve Karpuz[b]' (2007) Konya'da büyük boyutlardaki çini süslemelerin Alâeddin Camii, Sırçalı Medrese, Karatay Medresesi, İnce Minareli Medrese, Beyşehir Eşrefoğlu Camii, Kılıçaslan Köşkü ve Kubad Abad Sarayı'nda kullanıldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu dönemde çinilerde astar kullanılmadığı, çinilerin 700-800^{o}C'de fırınlandığı, bünyelerinin kirli sarı (bej) renkte olduğu ve Konya ve çevresinde kaliteli çini toprağının (kil) bulunmaması nedeniyle bu dönemde dışarıdan getirilmiş olması gerektiği yönünde değerlendirmelerde bulunmuşlardır.

Çalışmalarda ortaya çıkarılan bulgular eşliğinde tekrar üretim üzerine çalışılmaması bünye, sır ve boya yapımında kullanıldığı belirtilen malzemelerin gerçekleri ne kadar yansıttığı konusunda tereddütlere yol açmaktadır.

Bütün çalışmalarda hammaddelerin Kubad Abad çevresinden temin edildiği hakkında değerlendirme yapılsa da bunun ispatına gidilmemiştir.

Bu çalışmada Kubad Abad sarayı arkeolojik etütlük çini buluntuların arkeometrik karakterizasyon teknikleri kullanılarak çini bünyenin kimyasal ve mineralojik yapısı, çinilerin pişirim teknolojileri üzerine verilere ulaşmaya çalışılmış ve günümüzde benzer özelliklere sahip çini üretimi üzerine yoğunlaşılmıştır. Bu amaçla çalışılan çini örnekleri, Kubad Abad'da bugüne kadar ele geçirilmiş bütün çini buluntuları temsil edecek şekilde seçilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Deneysel Çalışmalar

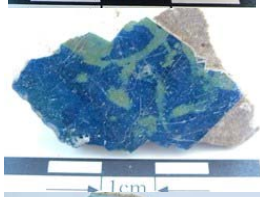
Kubad Abad Sarayı kazı alanından elde edilen çini örnekleri üzerinde numunelerin tespit edilmesi, fotoğraflarının alınması, numune temizliği, kaakterizasyonları ve benzer çinilerin üretilmesini kapsamaktadır.

3.1. 1. Numunelerin alınması ve fotoğraflanması

Arkeometri çalışma sonucunda kazı alanından ele geçen yenileme imkânı bulunmayan buluntulardan alınan numuneler üzerinde yapılan çalışmalar arkeometri olarak tanımlanır. Arkeolojik çalışmalarda bu tür buluntulara kazı dilinde etütlük parça denilmektedir. Kubad Abad kazı alanından çıkarılan etütlük parçalar küçük boyutlarda olmaları nedeniyle üzerindeki sır altı ve sır üstü dekor elemanlarını temsil edecek nitelikte olanların seçilmesi gerekmektedir. Üzerinde çalışılan numuneler Kubad Abad kazı başkanı Prof. Dr. Rüçhan Arık ve ekibi tarafından kazı bölgesinden çıkan tüm çini buluntuları temsil edecek şekilde belirlenmiş etütlük örneklerden oluşmaktadır.

Örneklerin farklı açılardan fotoğrafları çekilmiş ve analizler sırasında daha iyi takip edilebilmeleri için Kubad Abad isimlerinin baş harfleri KB kullanılmış ve KB-1, KB-2,…KB-23 şeklinde kodlamaları yapılarak kayıt altına alınmıştır. Şekil 3.1'de bu kodlamalar ve temsil ettikleri çini örnekleri görülmektedir. .

Çizelge 3.1. Bu çalışmada incelenen Kubad Abad çini parçalarının deneysel kodu, arkeolojik kodu, parça türü ve temsili resmi

Deneysel Kodu	Arkeolojik Kodu	Özellikleri	Temsili Resmi
KB-1	2006-LXVI-E-çini	siyah sır altı dekorlu turkuaz şeffaf sırlı çini bünye	
KB-2	2006-LXV-E	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-3	2001-XXXIII-LL (LÜSTER)	opak sırlı, lüster dekorlu çini bünye	
KB-4	2005-LXXII-I	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-5	2007-LX-S	mavi -turkuaz sırlı çini bünye	
KB-6	2008-LXI-T (LÜSTER)	lüster dekorlu opak lacivert sırlı çini bünye	
KB-7	2006-LXIX-M-çini	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-8	2006-LXIX-M-çini	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-9	2002-LXV-C-d (Depo Çinisi)	renkli şeffaf sırlı çini bünye	

Çizelge 3.1. (Devam) Bu çalışmada incelenen Kubad Abad çini parçalarının deneysel kodu, arkeolojik kodu, parça türü ve temsili resmi

Deneysel Kodu	Arkeolojik Kodu	Özellikleri	Temsili Resmi
KB-10	2006-LXV-E	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-11	2002-LXV-C-c (Depo Çinisi)	turkuaz opak sırlı çini bünye	
KB-12	2006-LXV-E	turkuaz opak sırlı çini bünye	
KB-13	2005-LXXI-I	yeşil -turkuaz opak sırlı çini bünye	
KB-14	2007-LX-T	siyah sır altı dekorlu turkuaz şeffaf sırlı çini bünye	
KB-15	2001-XVI-E (LÜSTER)	opak sırlı, lüster dekorlu çini bünye	
KB-16	2001-XXXIII-LL-a	siyah sır altı dekorlu turkuaz şeffaf sırlı çini bünye	
KB-17	2004-LXIX-H	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-18	1998-XXXIII-LL	turkuaz opak sırlı çini bünye	

Çizelge 3.1. (Devam) Bu çalışmada incelenen Kubad Abad çini ve seramik parçalarının deneysel kodu, arkeolojik kodu, parça türü ve temsili resmi

Deneysel Kodu	Arkeolojik Kodu	Özellikleri	Temsili Resmi
KB-19	2005-LXXII-I	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-20	2002-LXV-C-a (Depo Çinisi)	siyah sır altı dekorlu turkuaz şeffaf sırlı çini bünye	
KB-21	2006-LXVII-F	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	
KB-22	2001-XV-E (LÜSTER)	koyu renk opak sırlı, lüster dekorlu çini bünye	
KB-23	2002-LXV-C-b (Depo Çinisi)	sır altı dekorlu şeffaf sırlı çini bünye	

3.2. Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve Aletler

Deneysel çalışmalar sırasında kullanılan cihazlar Çizelge 3.2'de görülmektedir.

Çizelge 3.2. Deneysel çalışmalarda kullanılan cihazlar

Deneysel çalışma adı	Cihaz adı	Marka ve modeli
Numune temizliği	ultrasonik temizleme cihazı	Transonic TS 540
Kimyasal analiz	dalga boyu saçınımlı X-ışını floresans (WDXRF) cihazı	Rigaku ZSX primus
Mineral ve faz analizi	X ışını difraksiyon (XRD) cihazı	Rigaku Rint 2200
	Isıtıcı tabla	
	Polarize mikroskop	
	Pres	
	FTIR cihazı	Bruker Tensor 27
Isıl analiz	TG-DTA cihazı	Netzsch STA409PG
Makro yapı analizi	Stereo mikroskop	Meiji Techno EMZ13tr
Mikro yapı analizi	Au-Pd kaplama cihazı	Agar Sputter Coatter
	Taramalı elektron mikroskobu	Carl Zeiss ZMS EVO50
	EDX dedektörü (enerji dispersiv X ışını spektrometresi)	Bruker Axe
Benzer çini ürünlerin üretilmesi	Kül fırını	NÜVE
	Hassas terazi	Presica6200D

3.3. Yapılan Deneyler

3.3.1. Numunelerin temizliği

13. yüzyılda üretildiği düşünülen buluntulardan alınan numunelerin ne kadar toprak altında kaldığı ve coğrafi koşulların numunelere ne gibi zararlar verdiğini anlamak zordur. Kazılarda elde edilen parçalar arkeologlarca kabaca temizlenerek saklansa dahi analizlere başlamadan önce örneklerin halen varsa yüzeyine yapışan toprak parçalarından, diğer bitkisel ve hayvansal artıklardan temizlenmeleri gerekmektedir. Bu safsızlıkların analiz sonuçlarına etkisinin en aza indirgenmesi daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmasında ilk adımı oluşturmaktadır. Bu amaçla kaba kirlerinden kazıma yoluyla ayrılan örnekler saf su ve fırça yardımıyla yıkanmış ardından Transonic TS 540 model ultrasonik temizleme ünitesinde cihazın oluşturduğu ultrasonik titreşimlerle numune yüzeyinde kalan kalıntıların ayrılması sağlanmıştır.

3.3.2. Toz hazırlama

Analizlere ön hazırlık kapsamında her çini ve seramik parçanın bünye tabakasının sıra uzak kısmından ~4gr lık parça koparılarak toz numuneler hazırlanmıştır. Numunelerin toz haline getirilmesi sırasında ortaya çıkabilecek safsızlıkları minimuma indirmek için çizilme dayanımı yüksek agat el havanı kullanılmıştır. Toz haline getirilen numuneler plastik saklama kutularında etiketlenerek kullanıma hazır şekilde muhafaza edilmiştir.

3.3.3. Kimyasal analizler

Karakterizasyon testlerinin ilk aşamasını kimyasal analiz oluşturmaktadır. Çini örneklerin bünyelerinin kimyasal analizi XRF cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Eritiş yöntemiyle hazırlanan cam tabletler halindeki numunelerin yarı kantitatif yüzde ağırlıkça kimyasal analiz sonuçları elde edilmiştir. Eritiş yönteminde eritici (flux) olarak Lityum Tetra Borat ($Li_2B_4O_7$) kullanılır ve ağırlıkça 1/10 oranındaki numune/$Li_2B_4O_7$ karışımı ergitme cihazında platin kroze içinde eritilerek cam tablet hazırlanır. Arkeolojik karakterde olan örneklerin boyut olarak küçük olması nedeniyle DTA-TG analizindeki 1000^oC ye kadar olan toplam ağırlık kayıpları XRF kimyasal analizlerindeki ateş kaybı değerleri yerine kullanılmıştır.

Oksit yüzdelerinin ağırlıkça belirlendiği bu analizle çini bünyelere ait numunelerin kendi aralarında istatistiksel yöntemlerle ilişkilerini irdelemek mümkündür. Kimyasal analiz ile kompozisyon açısından birbirine yakın numune guruplarının mineralojik, mikroskobik ve spektroskopik incelemeleri için ön bilgiler elde edilmektedir. Bu ön bilgiler, bünyelerde hangi oksitlerden ne oranda bulunduğu, kirlilik veya safsızlıklar, diğer kaynaklarda rastlanan benzer bünye kompozisyonlarından farklılıklar v.b. gibidir. Aynı zamanda bu analiz mineralojik analiz için de referans oluşturmaktadır.

3.3.4. Mineralojik analizler

Örneklerin bünyelerinin mineralojik bileşimleri için X ışını difraksiyon (XRD) cihazında toz numunelere Cu Kα X-ışını kaynağı kullanılarak 5-70 dereceler arası açılarda 2 derece/dakika hızda 40 kV ve 30 mA'de ölçümler yapılmıştır. XRD verileri

cihazla birlikte kullanılan JADE yazılımı ile PDF formatındaki toz difraksiyon veri tabanlarının taranması ile fazlar tespit edilmiştir.

Arkeolojik çini parçaların mineralojik yapılarını daha iyi görebilmek için ince kesit incelemeleri yapılmıştır. İnce kesit incelemelerinde önce çini numunelerden kesitler alınmış ve bu parçalar bir miktar dökme demir diskte SiC ve alümina tozu (800 mikronluk) ile yüzeyleri düzgünleştirilmiştir. Isıtıcı tabla üzerinde bekletilerek ısıtılmış numunelerin bir tarafına, bir miktar Kanada balsamının sürülmesiyle tek yüzeyi matlaştırılmış lama yapışmaları sağlanmıştır. Hazırlanan numuneler yine korundum tozu ve SiC tozu (800 mikronluk) ile cam üzerinde parlatma yapılarak en ince haline getirilmiştir. Bu aşamada belirli aralıklarla polarize mikroskop altında ince kesit incelemesi için uygunluğu kontrol edilmiştir.

Mineralojik ve faz bileşimlerinin belirlenmesinin bir başka yolu da FTIR (fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopi analizi) analizleridir. FTIR analizlerinde ölçümler ağırlıkça %2 miktarında öğütülmüş numune tozu içeren KBr peletlerin FTIR cihazında da incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm aralığı 4000-400 cm^{-1} arasındadır. Analiz sonuçları 4 cm^{-1} çözünürlükle ve 16 ölçüm sonrasında elde edilmiştir. FTIR spektrumlarından elde edilen mineralojik ve faz bileşimlerinin belirlenmesinde ilgili kaynaklarda belirtilen standartlardan faydalanılmıştır.

3.3.5. Isıl analizler

Kubad Abad Sarayı çini örneklerinin pişirimi sırasında tamamlanmamış reaksiyonların tespitine yönelik eş zamanlı termal gravimetrik analiz (TG) ve diferansiyel termal analiz (DTA) uygulanmıştır. Ölçümler oksidatif atmosferde 25-1200^{o} C sıcaklık aralığında ve 10^{o}C/dakika ısıtma hızı şartlarında NETZSCH STA409PG marka cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.6. Makroyapı ve mikroyapı analizleri

Çini örneklerin genel bünye ve sır görünümleri stereo mikroskop kullanılarak incelenmiş ve fotoğraflanmıştır.

Mikroyapı özelliklerinin belirlenebilmesi için taramalı elektron mikroskobunda incelenmek üzere Kubad Abad Sarayı çini örneklerinden sır ve bünyelerini içerecek büyüklüklerde küçük kesitler alınmıştır. Örneklere ait kesit sayısı numunenin üzerindeki

sır altı veya sır üstü dekor boyalarına göre değişmektedir. Kesit alma işlemi elmas kesici diske sahip kesme cihazında yapılmıştır. Çini parçalara ait kesitlerin oldukça gözenekli, iki tırnak arasında ezilebilir durumda olmaları onların zımparalama ve parlatma işlemlerine dayanmasına imkân vermediğinden reçine ile kalıplama işleminde ~8 saatte katılaşan (kürleşme süresi) epofix türü reçine kullanılmıştır. Epofix reçinelerin özelliği uzun katılaşma süresi nedeniyle gözeneklere daha kolay işlemesi ve katılaşma esnasında minimum büzülme yapmasıdır. Reçinenin gözeneklere daha iyi emilimini sağlamak için kalıplama yapmadan önce numune vakum altında tutulmuş ardından hacimce 15/2 oranında reçine/sertleştiriciden oluşan karışım sisteme verilerek numunenin tamamen kalıplanması sağlanmıştır. Sırası ile 120-180-320-600-800-1000 ve 1200 numaralı SiC zımpara kağıtları kullanılarak yapılan zımparalama işleminden sonra parlatma keçesi üzerinde elmas içerikli solüsyonlar kullanılarak parlatma gerçekleştirilmiştir. Parlatma aşamalarında yüzey kontrolleri için optik mikroskoptan faydalanılmıştır. Parlatılıp hazır hale gelen kalıplanmış numuneler kullanılacakları zamana kadar toz ve nemden korunabilmeleri için desikatörde bekletilmiştir. Elektron mikroskobunda şarjlanmayı önlemek ve iletkenliği arttırmak için parlatılan numune yüzeyleri sputtering target cihazında 30 saniye süreyle paladyum altın karışımı hedef metal ile kaplama işlemine tabi tutulmuşlardır. Mikro yapı incelemeleri Carl Zeiss ZMS EVO50 model taramalı elektron mikroskobunda gerçekleştirilmiştir. Görüntü üzerinden elementel kimyasal analizler için, SEM'e bağlı Bruker Axe enerji dispersiv X ışını spektrometresi kullanılmıştır. Yüzey görüntüleri ve EDX elementsel kimyasal analizler SE (ikincil elektron) modu ve BSE (back scattering) modu ile alınmıştır. Mikroyapı görüntülerinde atomik kontrastın en fazla olduğu geri saçınımlı elektron görüntüleri BSE (back scattering) daha net görüntülerin elde edilmesini sağlamıştır. Çini örneklerden kesit alınması sırasında iri tanelerin sistemden uzaklaşması SEM görüntülerinde yanılgılara sebep olabilmiştir. Numune sayısının fazla olması bu yanılgıları en aza indirmeyi sağlamıştır. Çini ve seramik örneklerdeki sırların ve sır altı dekor boyaların az miktarda olmaları nedeniyle kimyasal analizleri EDX elementsel kimyasal analizle gerçekleştirilmiştir. Bu kimyasal analizlerde noktalama, alan tarama ve haritalama yöntemleri kullanılmıştır.

3.3.7. Benzer çini ürünlerin üretilmesi çalışmaları

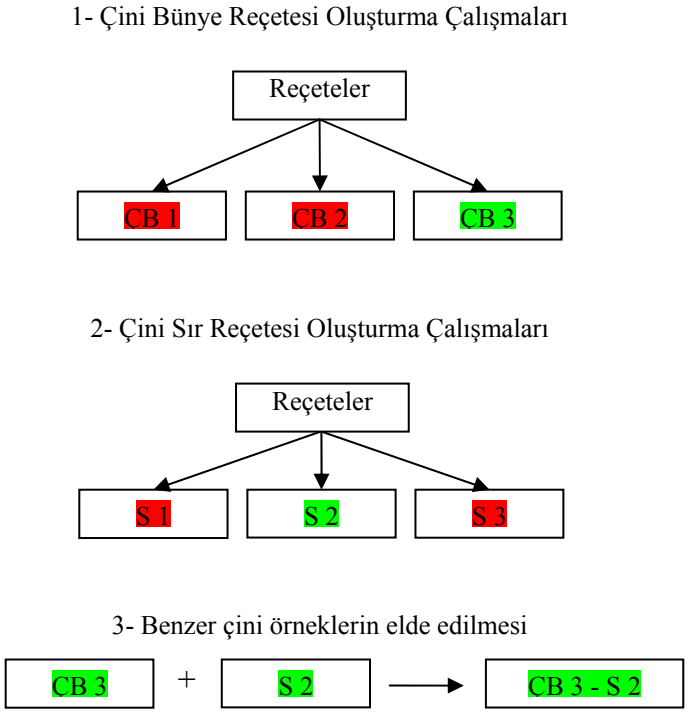
Arkeolojik buluntu örneklerinin kimyasal özellikleri mineralojik özelikleri, mikro yapı özellikleri ve ince kesit özellikleri dikkate alınarak ne türden malzeme ile yapıldıkları üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Kimyasal analizler sonucu elde edilen oksit temelli sonuçlar arkeolojik parçaların içerdiği Na_2O, CaO…vs. değerleri vermekte fakat ne tür bir hammaddeden geldiğini açıkça verememektedir. Mesela Na_2O, içinde Na bulunan bir çok malzemeden elde edilmiş olabilir. Literatürde farklı kaynaklarda soda kaynağı olarak çöven otunun külünün, salsola soda bitkisinin ya da deniz börülcesi (salicornia)'nin kullanıldığı belirtilmektedir (Keblow, 2003). Mineralojik analizlerde de pişmiş malzemedeki fazlar incelendiğinden başlangıçtaki hammaddeye doğrudan ulaşılamamaktadır. Analizlerde çıkan oksit temelli bileşimlerin ne tür hammaddelerden geldiğinin tam bilinememesi bu kimyasal bileşimleri bünyesinde bulunduran ve mineralojik yapıyı destekleyecek hammaddeleri tercih ederek reçete oluşturulmasına yönlendirmiştir. Bu amaçla öncelikle çini ve seramiklerin olası hammaddeleri üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Çizelge 3.3'de bu çalışmanın çini bünye ve sır üretiminde kullanılan hammaddeler ve bunların temin edildiği firmalar tarafından verilen kimyasal analizleri görülmektedir. Bu malzemeler Kale Madencilikten kuvars (Kuvars K); Kütahya Çinikop firmasından kuvars (kuvars Ç), Mihalıcık yöresi kili (Mihalıcık kili) , cam tozu, bentonit ve tebeşir; Eczacıbaşı Doğa madencilikten mikronize kuvars (Kuvars E), Kalsit, Alümina ve Grolleg Kaolen; Kütahya Refsan firmasından sodyum karbonat, potasyum karbonat; Bursa GKP firmasından sülyen temin edilmiştir.

Çizelge 3.3. Benzer çini üretim çalışmalarında kullanılan hammaddeler ve kimyasal analizleri

Hammaddeler	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	NaO	K_2O	Fe_20_3	TiO_2	PbO	*A.Z	Toplan
Kuvars K	98,53	0,41	0,08	0,08	0,01	0,17	0,09	0,06	-	-	99,43
Kuvars Ç	98,53	0,41	0,08	0,17	0,01	0,01	0,03	0,01	-	-	97,78
Mik Kuvars E	99,05	0,4	0,04	0,07	0,04	0,26	0,095	0,045	-	-	100
Mihalıcık kili	50,71	7,78	5,71	13,3	6,18	1,21	2,59	0,25	-	12,19	99,92
Grolleg Kaolen	49,00	36,00	0,06	0,30	0,10	1,85	0,75	0,02	-	11,92	88,06
Cam tozu	68,92	1,51	8,19	4,07	16	0,42	0,098	0,063	-	0,29	99,56
Bentonit	67,73	14,2	4,09	2,85	0,26	0,35	1,20	0,12	-	9,1	99,90
Tebeşir	4,55	0,79	30,18	19,26	0,14	0,07	0,22	0,02	-	44,76	99, 99
Kalsit	-	-	56	-	-	-	-	-	-	44	100
Sodyum karbonat	-	-	-	-	57,765	-	-	-	-	42,235	100
Potasyum karbonat	-	-	-	-	-	68,16	-	-	-	31,84	100
Alümina	0,002	98,5	-	-	0,5	-	0,025	-	-	-	99,03
Sülyen	-	-	-	-	-	-	-	-	97,66	2,34	100

*A.Z. :Ateş Kaybı

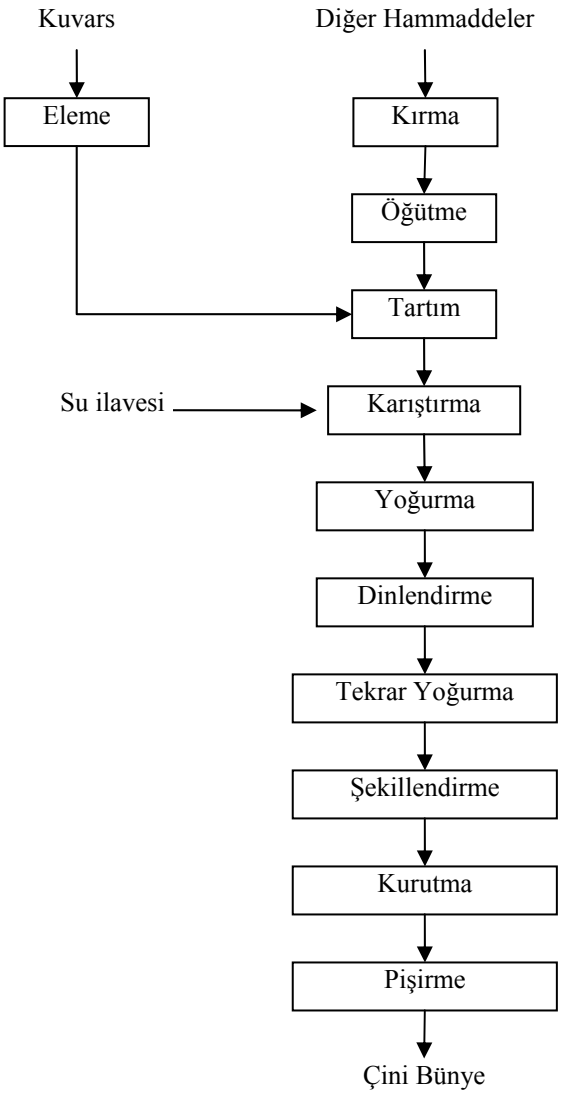
Benzer çinilerin üretimi üç aşamadan oluşmaktadır. İlkönce bünye reçeteleri oluşturulmuş, ardından sır reçeteleri geliştirilmiş ve en sonunda kabul edilebilir özelliklerdeki bünyenin üzerine uygun olduğu düşünülen sır uygulanarak sonuçlar incelenmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil.3.1. Benzer çini ürünlerin üretilmesi aşamaları (ÇB:çini bünye, S:sır)

3.3.7.1. Çini bünye reçete oluşturma çalışmaları

Arkeolojik çini bünyelerin karakterizasyon analizlerinden yola çıkarak ve Çizelge 3.3'deki hammaddeler kullanılarak bünye reçeteleri hazırlanmış ve uygulanmıştır. Bu hammaddelerin dışında Konya-Doğanhisar'dan (Doğanhisar kili) ve Kubad Abad Sarayı civarından temin edilen kırmızı kil (Kubad Abad kili) de bünye reçetelerinin oluşturma çalışmalarında kullanılmıştır. Her iki kile de reçete oluşturma çalışmalarından önce XRF analizi uygulanarak kimyasal içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 3.4.). Bünye reçeteleri 1'er kg'lık hazırlanmıştır. Şekil 3.2'de bünye oluşturma akış şeması görülmektedir.



Şekil 3.2. Çini bünye akış şeması

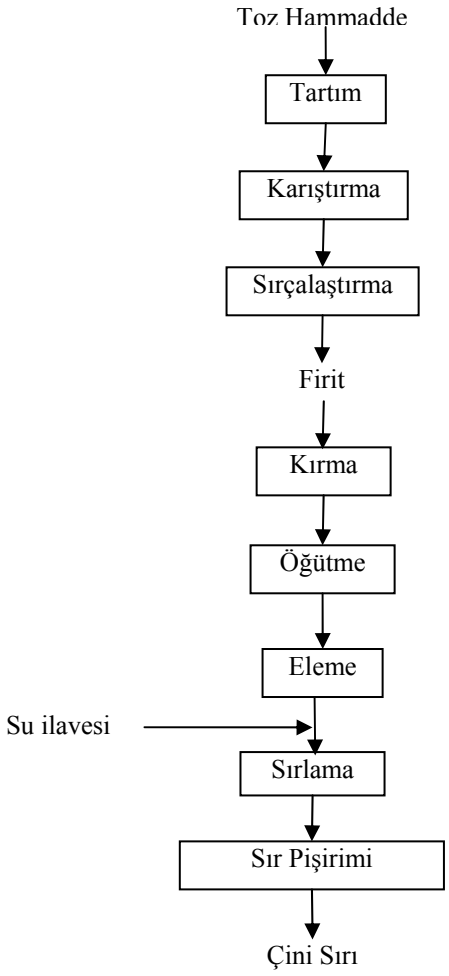
Çizelge 3.4. Kubad Abad kili ve Doğanhisar kili XRF kimyasal analizi

	Kubad Abad Kili	**Doğanhisar Kili**
Oksit	Ağırlıkça %	Ağırlıkça %
SiO_2	61,43	65,50
Al_2O_3	12,37	26,07
CaO	3,53	0,15
MgO	1,58	0,54
NaO	0,85	1,03
K_2O	2,42	4,19
Fe_20_3	5,83	0,93
TiO_2	1	1,35
A.Z.	10,85	-*
Toplam	99,86	99,76

*Ateş kaybı ölçümü yapılmamıştır.

3.3.7.2. Çini sır reçetesi oluşturma çalışmaları

Arkeolojik çini parçaların sır kısımlarının EDX elementsel kimyasal analiz sonuçları kullanılarak sır reçeteleri oluşturulmuştur. Bu reçetelerde Çizelge 3.2'deki hammaddeler kullanılmıştır. Renkli sırlar hazırlanırken, GKP firmasından temin edilen siyah bakır oksit (CuO) ve kırmızı demir oksit (Fe_2O_3), Eczacıbaşı Doğa Madencilik firmasından temin edilen krom oksit (Cr_2O_3), kalay Oksit (SnO_2), kobalt oksit (CoO), mangan dioksit (MnO_2) ve Konya Selçuklu Krom firmasından temin edilen kromit renklendirici oksit ve mineralleri kullanılmıştır. Sır reçeteleri oluşturma çalışmalarında, reçetelere göre 100'er gramlık hazırlanan hammadde karışımları Şekil 3.3'teki verilen çini sırı hazırlama akış şemasında da belirtildiği gibi önce sırçalaştırılmışlar (firitleştirme) sonra bu sırçaların öğütülmesiyle sırlar elde edilmiştir. Firitlenmiş sırlar çökme yaptığı için yüzdürücü olarak CMC (karboksi metil selüloz) ve buğday ununda faydalanılmıştır.



Şekil 3.3. Çini Sırı Üretimi Akış Şeması

3.3.7.3. Benzer çini ürünlerin elde edilmesi

Çini bünye araştırmalarından elde edilen istenilen özelliklere sahip bünyelerin üzerine sır araştırmalarından elde edilen uygun sırlar kaplanarak sır pişirimi yapılmış ve birbirlerine uyumu araştırılmıştır. Uyumlu oldukları görülen çini parçalar orjinalleriyle kıyaslanmak üzere hazırlanmışlardır.

3.3.7.3. Kubad Abad Sarayı çini örnekleri ile benzer olarak yapılan çini örneklerin kıyaslanması

Kubad Abad çini örnekleri ve benzer yapılan çini örnekleri özellikleri bakımından kıyaslanmıştır. Bu aşamada yapılan ürünlerde bünyelere kimyasal analiz (XRF ile) ve mineralojik analiz (XRD ile) uygulanmıştır. Yapılanlardan seçilen ve Kubad Abad çini parçaları aynı işlemlerden geçirilerek mikroyapı incelemeleri (SEM ile) yapılmıştır.

Kubad Abad Sarayı çinileri ve yapılan çinilerin kimyasal, mineralojik analizleri ve mikroyapısal inceleme sonuçları karşılaştırılmıştır.

4. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMALAR

4.1. Kimyasal Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Kubad Abad Sarayı kazı alanından temin edilen çini örneklerin XRF metodu ile yapılan yarı kantitatif kimyasal analizlerinden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1, Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3'te görülmektedir.

Çizelge 4.1. KB-1, KB-2, KB-3, KB-4, KB-5, KB-6, KB-7, KB-8 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağırlıkça)

		Numune Kodu							
	Oksitler	KB-1	KB-2	KB-3	KB-4	KB-5	KB-6	KB-7	KB-8
1	SiO_2	80,86	84,67	87,15	87,23	87,50	89,06	84,84	83,88
2	Al_2O_3	8,48	6,28	6,09	5,87	6,03	4,96	6,80	7,40
3	CaO	2,84	2,31	1,45	1,22	1,14	1,31	1,67	1,79
4	MgO	0,73	0,64	0,61	0,68	0,56	0,54	0,97	0,98
5	K_2O	1,76	1,40	0,90	1,07	1,05	0,87	1,15	1,16
6	Na_2O	1,67	1,33	1,49	1,45	1,67	1,17	1,89	1,85
7	Fe_2O_3	1,41	1,13	0,57	0,71	0,63	0,62	0,63	0,68
8	PbO	0,09	0,07	0,07	0,07	0,04	0,06	0,05	0,05
9	TiO_2	0,29	0,23	0,25	0,22	0,23	0,15	0,28	0,28
10	P_2O_5	0,17	0,15	0,16	0,23	0,12	0,06	0,18	0,18
11	CuO	0,02	0,02	-	0,02	-	-	-	-
12	SrO	0,03	0,03	-	0,03	-	-	-	-
13	ZrO_2	0,01	0,01	-	0,01	-	-	-	-
14	WO_3	0,08	0,08	-	0,08	-	-	-	-
15	ZnO	-	-	-	0,01	-	-	-	-
16	NiO	-	-	-	-	-	-	-	0,02
17	BaO	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Cr_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	0,19
19	Co_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
20	As_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
21	SO_3	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
	*A.Z.	1,44	1,58	1,05	1,06	0,84	0,97	1,14	1,30
	Toplam	99,95	99,96	99,82	99,99	99,85	99,80	99,64	99,81

*A.Z. :Ateş Kaybı

Çizelge 4.2. KB–9, KB–10, KB–11, KB–12, KB–13, KB–14, KB–15, KB–16 kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağırlıkça)

		Numune Kodu							
	Oksitler	KB-9	KB-10	KB-11	KB-12	KB-13	KB-14	KB-15	KB-16
1	SiO_2	88,64	81,15	87,25	91,03	91,91	89,86	85,36	89,30
2	Al_2O_3	5,20	8,32	5,65	4,17	3,35	4,78	5,89	4,93
3	CaO	1,59	2,76	1,66	0,82	0,59	0,78	2,33	0,92
4	MgO	0,54	0,74	0,72	0,35	0,22	0,38	0,52	0,31
5	K_2O	0,72	1,72	0,90	0,73	0,64	0,70	0,84	0,96
6	Na_2O	0,99	1,57	1,51	0,99	1,46	1,44	1,53	1,81
7	Fe_2O_3	0,55	1,28	0,54	0,46	0,50	0,50	0,62	0,52
8	PbO	0,02	0,10	0,02	-	0,10	-	0,04	-
9	TiO_2	0,21	0,28	0,20	0,13	0,10	0,18	0,25	0,22
10	P_2O_5	0,13	0,14	0,12	0,08	0,06	0,10	0,11	0,09
11	CuO	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
12	SrO	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02
13	ZrO_2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
14	WO_3	0,11	0,06	0,14	0,12	0,08	0,09	0,14	0,08
15	ZnO	-	-	-	-	-	-	-	-
16	NiO	-	-	-	-	-	-	-	-
17	BaO	0,19	-	-	-	-	-	-	-
18	Cr_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Co_2O_3	-	-	0,02	-	-	-	-	-
20	As_2O_3	-	-	-	0,02	-	-	-	-
21	SO_3	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04
	*A.Z.	1,01	1,74	1,16	1,03	0,90	1,02	2,22	0,80
	Toplam	100,00	99,95	99,97	99,99	99,97	99,93	99,97	100,00

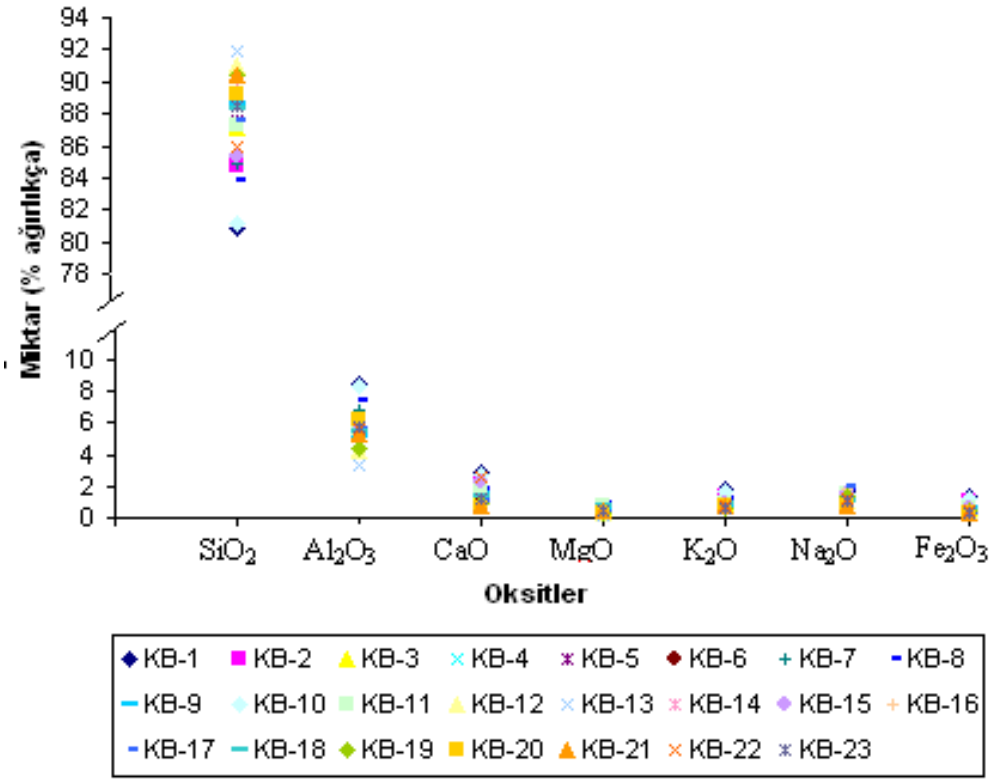
*A.Z. :Ateş Kaybı

Çizelge 4.3. KB–17, KB–18, KB–19, KB–20, KB–21, KB–22, KB–23, kodlu numunelere ait kimyasal analiz sonuçları (% ağırlıkça)

		Numune Kodu						
	Oksitler	KB-17	KB-18	KB-19	KB-20	KB-21	KB-22	KB-23
1	SiO_2	87,63	88,38	90,44	89,27	90,41	85,91	88,45
2	Al_2O_3	5,68	5,53	4,40	6,16	5,34	5,64	5,70
3	CaO	1,04	1,34	0,92	0,65	0,82	2,57	1,15
4	MgO	0,36	0,70	0,35	0,37	0,38	0,47	0,39
5	K_2O	0,91	0,89	0,64	0,73	0,73	0,74	0,67
6	Na_2O	1,90	1,12	1,35	0,76	0,71	1,20	1,02
7	Fe_2O_3	0,36	0,47	0,46	0,31	0,35	0,50	0,29
8	PbO	-	0,05	-	-	0,03	0,04	0,01
9	TiO_2	0,23	0,19	0,17	0,22	0,19	0,24	0,26
10	P_2O_5	0,10	0,11	0,10	0,11	0,12	0,11	0,10
11	CuO	0,02	-	0,01	0,01	-	-	-
12	SrO	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
13	ZrO_2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
14	WO3	0,07	0,10	0,01	0,09	0,09	0,06	0,10
15	ZnO	-	-	-	-	-	-	-
16	NiO	-	-	-	-	-	-	-
17	BaO	-	-	-	-	-	-	-
18	Cr_2O_3	-	-	-	-	-	-	-
19	Co_2O_3	-	-	0,02	0,02	-	-	-
20	As_2O_3	-	-		-	-	-	-
21	SO_3	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,05	0,02
	*A.Z.	1,55	1,04	0,92	1,23	0,79	2,40	1,79
	Toplam	99,92	100,00	99,86	99,99	100,00	100,00	100,00

*A.Z. :Ateş Kaybı

Kubad Abad çini bünyelerinin XRF kimyasal sonuçları incelendiğinde en yüksek SiO_2 miktarı KB-13 kodlu numunede, en düşük SiO_2 miktarı KB-1 kodlu numunede, en yüksek Al_2O_3 miktarı KB-8 kodlu numunede, en düşük Al_2O_3 miktarı KB-13 kodlu numunede, en yüksek CaO miktarı KB-1 kodlu numunede, en düşük CaO miktarı KB-13 kodlu numunede, en yüksek MgO miktarı KB-8 kodlu numunede, en düşük MgO miktarı KB-13 kodlu numunede, en yüksek K_2O miktarı KB-1 kodlu numunede, en düşük K_2O miktarı KB-13 kodlu numunede, en yüksek Na_2O miktarı KB-17 kodlu numunede, en düşük Na_2O miktarı KB-21 kodlu numunede, en yüksek Fe_2O_3 miktarı KB-1 kodlu numunede, en düşük Fe_2O_3 miktarı KB-23 kodlu numunede, en yüksek TiO_2 miktarı KB-1 kodlu numunede, en düşük TiO_2 miktarı KB-13 kodlu numunede görülmektedir Çizelgelerde PbO'in de ağırlıkça %0 -%0,104 arasındaki çok düşük miktarlarda bileşimde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.1-4.3). Şekil 4.1'de XRF ölçümlerinden elde edilen ana oksit içeriklerinin dağılımı görülmektedir. Buna göre Kubad Abad çini bünyelerinin tamamı yüksek SiO_2 (~%80-92) içerdiğinden silika bazlı seramik bünye olarak karakterize edilmişlerdir. CaO miktarı örneklerde ağırlıkça %0,6- %2,8 arasında değişirken Al_2O_3 içeriği ağırlıkça %3,35 ile %8,48 arasında dağılım göstermektedir. Buna göre Kubad Abad Sarayı çini bünyeleri düşük CaO içeren



Şekil 4.1. XRF ölçümü sonuçlarına göre Kubad Abad çini bünyelerindeki oksitlerin dağılımı

bünyeler olarak değerlendirilmiştir. Çini bünye örneklerinde bünye rengine etkili olan Fe_2O_3+TiO_2 miktarı en fazla ağırlıkça % 1,71 görülmektedir.

Çizelge 4.4.'te Kubad Abad Sarayı çini bünyelerin XRF sonuçlarında görülen ana oksit bileşenlerin bazik (alkali+toprak alkali oksitler), nötr (alüminyum oksit) ve asidik oksitler (silisyum dioksit + titanyum dioksit) ağırlıkça yüzde miktarları, Çizelge 4.5'te bu bileşimlerin Seger formülleri görülmektedir.

Buna göre Seger formülünde bazik oksitleri oluşturan alkali+toprak toprak alkali oksitlerin ağırlıkça miktarı en fazla KB-1 kodlu numunede (%7) ve en az KB-20 ve KB-21 kodlu numunelerde (%2,51 ve %2,63) görülmektedir. Al_2O_3 içeriği ağırlıkça %3,35 ile %8,48 arasındadır. SiO_2 + TiO_2 miktarı en fazla KB-21 kodlu numunede ve en az KB-1 kodlu numunede görülmektedir (Çizelge 4.4.). Çizelge 4.5'teki Seger formüllerine göre asidik oksitleri temsil eden SiO_2 ve TiO_2'nin mol sayıları toplamı en fazla KB-20 kodlu numunede en az KB-1'de kodlu numunede görülmektedir. KB-20 kodlu numune aynı zamanda çizelgede hesaplanan Seger formüllerinde en fazla Al_2O_3 içeren örnektir.

Kubad Abad çini bünyelerine bu çalışmada uygulanan kimyasal analiz sonuçları (Çizelge 4.1.-Çizelge 4.3.) ile daha önce yapılmış çalışmalardaki kimyasal analiz sonuçları arasında tutarlılık gözlenmiştir (Özçilingir-Akgün, 1997, Topaksu ve ark., 2003, Topaksu, 2004, Yeğingil ve Freestone, 2007).

Arkeolojik karakterde olan örneklerin boyut olarak küçük olması nedeniyle DTA-TG analizindeki 1000^oC ye kadar olan toplam ağırlık kayıpları ateş kaybı değerleri yerine kullanılmıştır. Fe_2O_3'ün artan Al_2O_3 ile artması Fe_2O_3'ün kilden geldiğini düşündürmüştür. Al_2O_3 ile CaO arasında ilişki kurulamamış bu nedenle de CaO kaynağının tamamen kil olmadığı düşünülmüştür. Alümina miktarı arttıkça K_2O miktarında da artış olduğu fakat Na_2O miktarlarındaki değişmenin bağımsız olması nedeniyle K_2O'nun tamamının kilden geldiği fakat Na_2O'nun kilden farklı bir kaynağı olduğu düşünülmüştür. Kubad Abad Sarayı çini bünyelerinde toplam alkali (Na_2O+K_2O) %1,5-3,5 arasında değişmektedir. Kullanılan kil kesin olarak SiO_2, K_2O, Al_2O_3 ve Fe_2O_3'i içermektedir. İznik çinilerini inceleyen araştırmacıların bahsettiği gibi Kubad Abad Sarayı çinilerinde de bir Na_2O kaynağı ve CaO kaynağı kullanılması muhtemeldir (Tamer, 1959, Raby, 1989, Tuna, 2002). Ebul Qasım'ın çiniyi ele aldığı eserinde belirttiği gibi göl kenarlarında yetişen bazı bitkilerin külleri soda kaynağı olarak kullanılmış olabilir ya da öğütülmüş kuvars taşı ve kalsine soda bitkisinden (Salicornia) elde edilen cam firit kullanılmış olabilir (Raby, 1989, Tuna, 2002). Kubad

Abad çini bünye analizleri Selçuklu çinilerini inceleyen çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında Al_2O_3 içeriği (%3-5) dışında uyumlu olduğu gözlenmiştir. Aynı çalışmada alkali kaynağı olarak kurşunsuz, alkali ve kalsiyum içeren sır artığı ya da cam kırığı gibi bağlayıcılık özelliği gösterecek bir katkıdan bahsedilmektedir (Tamer, 1959).

Çizelge 4.4. Kubad Abad Çini bünyelerin XRF analiz sonuçlarına göre alkali+toprak alkali oksitler, Al_2O_3 , ve SiO_2 + TiO_2 ağırlıkça yüzdeleri (% ağ)

Numune Kodları	**Na_2O+K_2O +CaO+MgO**	**Al_2O_3**	**SiO_2 +TiO_2**
KB-1	7,00	8,484	81,15
KB-2	5,68	6,284	84,90
KB-3	4,45	6,094	87,40
KB-4	4,42	5,865	87,45
KB-5	4,42	6,028	87,73
KB-6	3,88	4,956	89,21
KB-7	5,68	6,796	85,13
KB-8	5,79	7,404	84,16
KB-9	3,84	5,201	88,85
KB-10	6,78	8,319	81,44
KB-11	4,79	5,648	87,45
KB-12	2,88	4,169	91,17
KB-13	2,91	3,351	92,01
KB-14	3,30	4,782	90,05
KB-15	5,23	5,894	85,61
KB-16	3,99	4,932	89,52
KB-17	4,21	5,683	87,86
KB-18	4,04	5,526	88,57
KB-19	3,26	4,404	90,61
KB-20	2,51	6,16	89,49
KB-21	2,63	5,337	90,60
KB-22	4,99	5,643	86,15
KB-23	3,23	5,702	88,70

Çizelge 4.5. Kubad Abad Çini bünyelerin XRF analiz sonuçlarına göre alkali+toprak alkali oksitler, Al_2O_3 ve SiO_2 + TiO_2'e göre hesaplanan Seger formülleri

Numune Kodları	Na_2O+K_2O +CaO+MgO	Al_2O_3	SiO_2 +TiO_2
KB-1	1	0,72	11,72
KB-2	1	0,66	15,03
KB-3	1	0,79	19,29
KB-4	1	0,78	19,66
KB-5	1	0,81	19,97
KB-6	1	0,74	22,74
KB-7	1	0,68	14,53
KB-8	1	0,73	14,08
KB-9	1	0,77	22,44
KB-10	1	0,73	12,12
KB-11	1	0,67	17,71
KB-12	1	0,86	31,97
KB-13	1	0,70	32,56
KB-14	1	0,86	27,35
KB-15	1	0,65	16,02
KB-16	1	0,75	23,23
KB-17	1	0,81	21,28
KB-18	1	0,78	21,30
KB-19	1	0,80	27,76
KB-20	1	1,47	36,16
KB-21	1	1,21	34,71
KB-22	1	0,65	16,79
KB-23	1	1,03	27,22

4.2. Mineralojik ve Faz Analizleri Sonuçları

4.2.1. XRD analiz sonuçları

Kubad Abad Sarayı çini bünyelerine yapılan mineralojik analizlerden elde edilen x-ışın paternleri üzerindeki fazlar ve minerallerin piklerine ait kısaltmalar Çizelge 4.6'da belirtilmiştir.

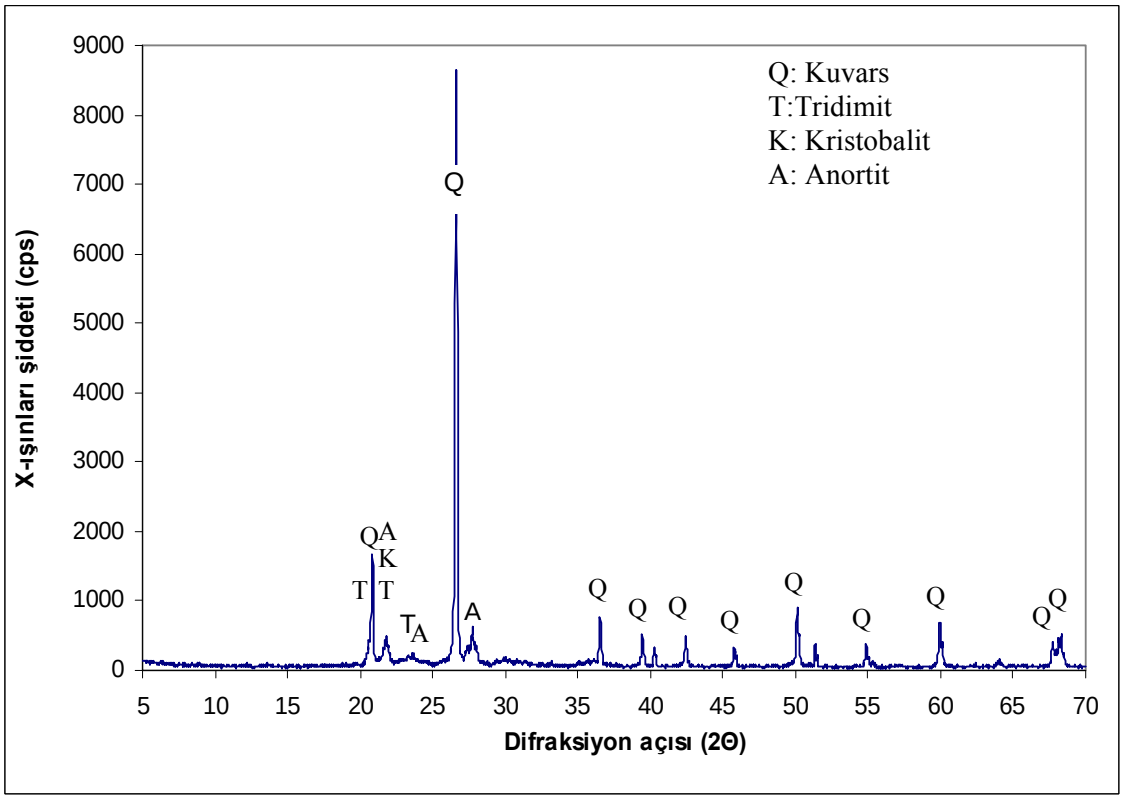
Çizelge 4.6. X-ışını paternlerindeki fazlara ait bilgiler ve kodları

Kod	**Adı**	**Kimyasal formülü**	**JCPDS kart no:**
Q	Kuvars	SiO_2	00-046-1045
T	Tridimit	SiO_2	00-042-1401
K	Kristobalit	SiO_2	00-027-0605
A	Anortit	(Ca,Na)(Al,Si)2Si2O8	00-020-0528
D	Diopsit	Ca(Mg,Al)(Si,Al)2O6	00-041-1370

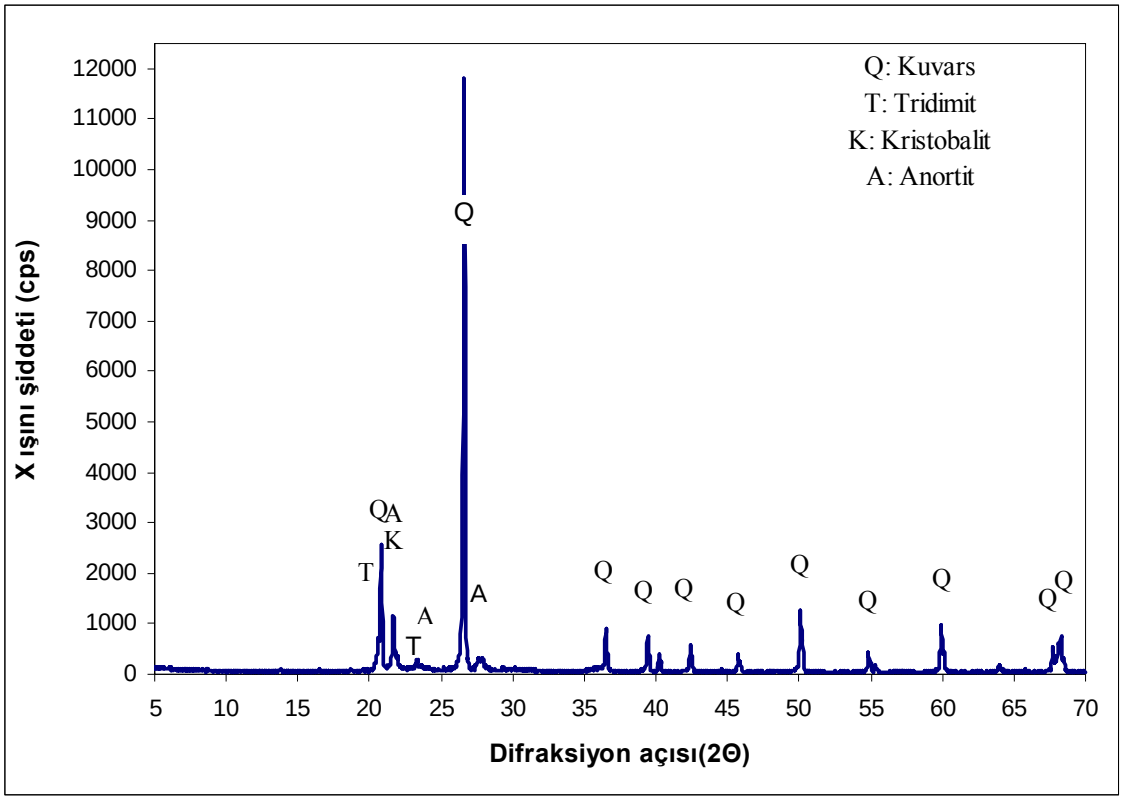
Kubad Abad sarayı çini bünyelerinin XRD paternleri kimyasal analiz sonuçlarında da öngörüldüğü üzere çok fazla değişmemektedir. Bu nedenle neredeyse birbirinin aynı sonuçlar alınmıştır. Şekil 4.2'den 4.8'e kadar sırasıyla KB-1, KB-3, KB-12, KB-13, KB-20, KB-21, ve KB-22 kodlu örneklerin paternleri görülmektedir.

XRD grafiklerinde kuvars, anortit, tridimit, kristobalit, diopsit ve volastonit mineral fazlarına ait pikler tanımlanmıştır. Kuvars pikleri KB-13 kodlu numunede en fazla şiddette ve KB-1 kodlu numunede en az şiddette görülmektedir. Bu numuneler aynı zamanda kimyasal analiz sonuçlarındaki en fazla miktarda SiO_2 içeren ve en az miktarda SiO_2 içeren numuneler olarak karşımıza çıkmaktadır. XRD paternlerinde baskın faz kuvars olarak görülmektedir. Kuvars piklerinin bu kadar kuvvetli olması yapıda serbest kuvarsın fazla miktarda olduğunun bir göstergesi olarak görülmektedir. Fazla miktardaki serbest kuvars çini bünyelerin üretilmesinde hammadde olarak kuvarstan büyük miktarda kullanıldığını düşündürmektedir.

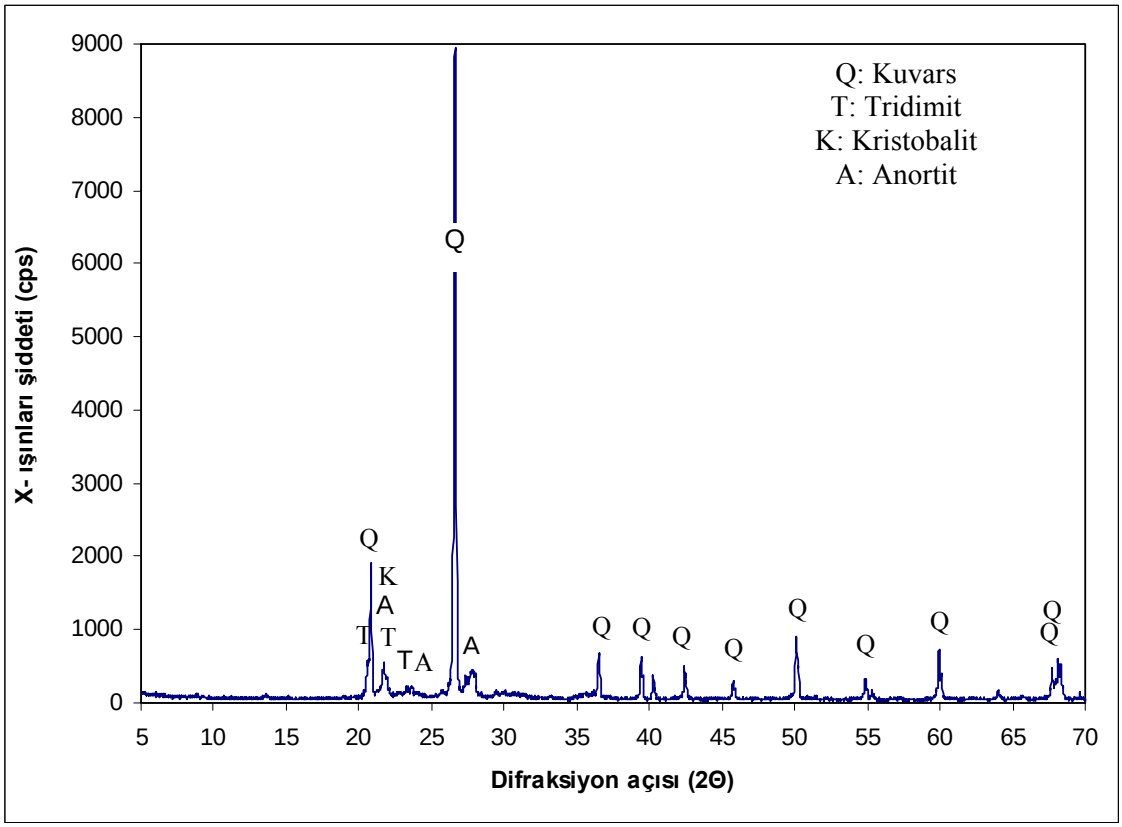
KB-1'de kuvarstan sonra $2\theta=27,7^{o}$ de anortit fazına ait pik ön plandadır. KB-3'te ise kuvarstan sonra $2\theta=21,7^{o}$ de tridimit ve $2\theta=21,5^{o}$ de kristobalit fazları kendini belli ederken KB-15 ve KB-22'de diopsit ve volastonit pikleri tespit edilmiştir. XRD diyagramlarında kil minerallerine ait pikler araştırılmış fakat bir sonuç elde edilememiştir. XRD cihazında analizlerde minerallerin görülebilirlik alt sınırı %3 tür. Bu sınırın altındaki miktarlarda bulunan elementlerin hassas ölçümü yapılamamaktadır. Yapıda kil mineralinin görülememesi hammadde olarak kullanılan kilin yeni minerallere dönüştüğünü bunun için de çinilerin en az $900^{o}C$'de pişirimlerinin yapıldığını düşündürmektedir. Diyagramlarda müllit fazının piklerine rastlanmaması pişirim sıcaklığının $1100^{o}C$'nin üstüne de çıkmadığını göstermektedir.



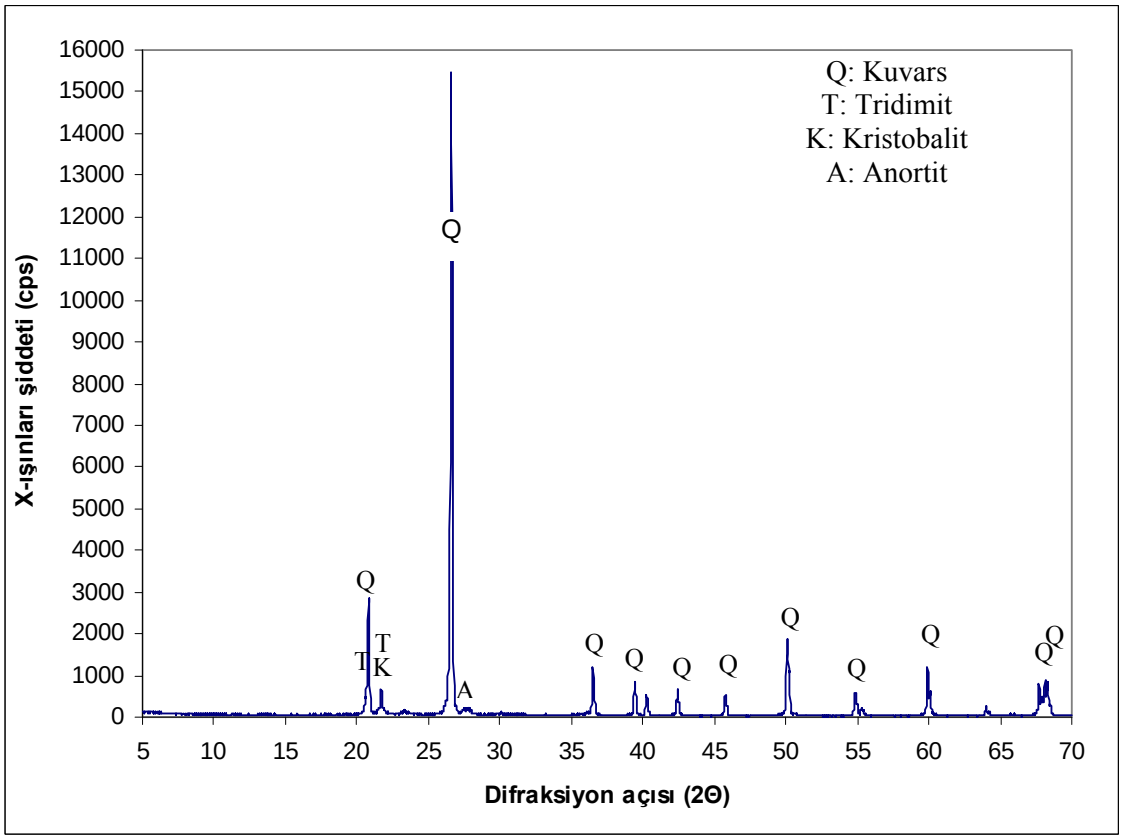
Şekil 4.2. KB-1 kodlu numunenin XRD paterni



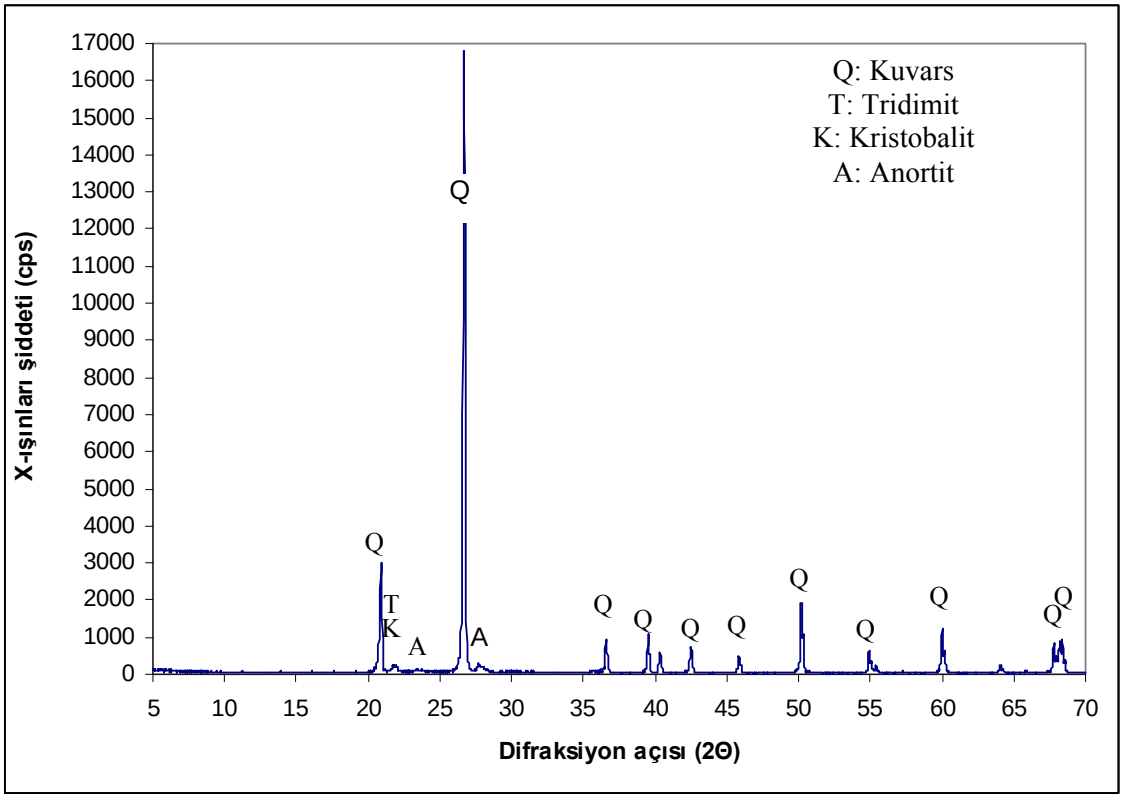
Şekil 4.3. KB-3 kodlu numunenin XRD paterni



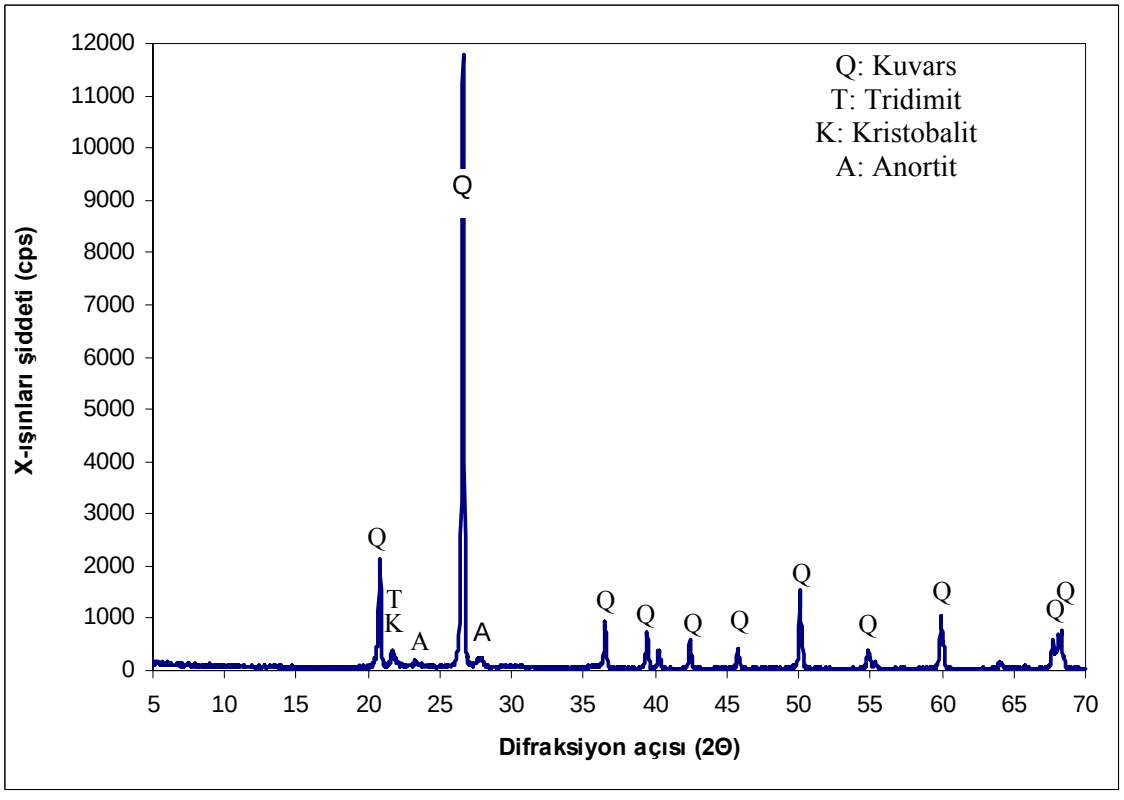
Şekil 4.4. KB-10 kodlu numunenin XRD paterni



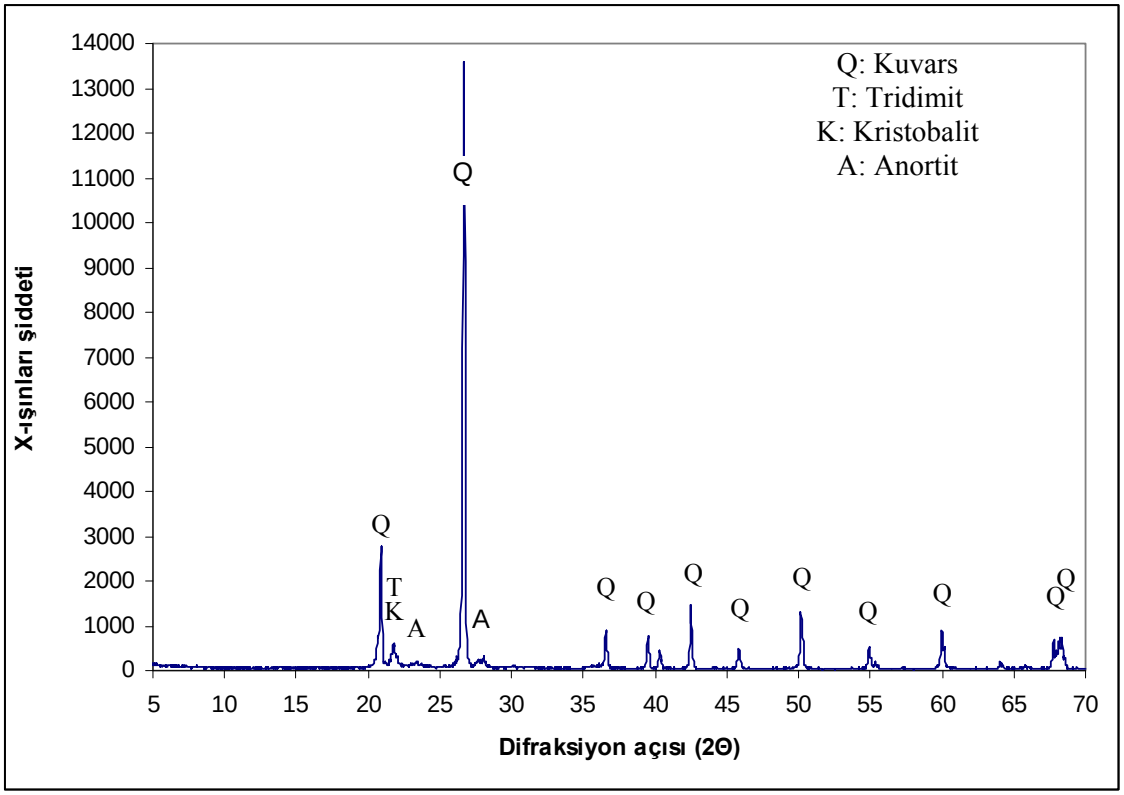
Şekil 4.5. KB-12 kodlu numunenin XRD paterni



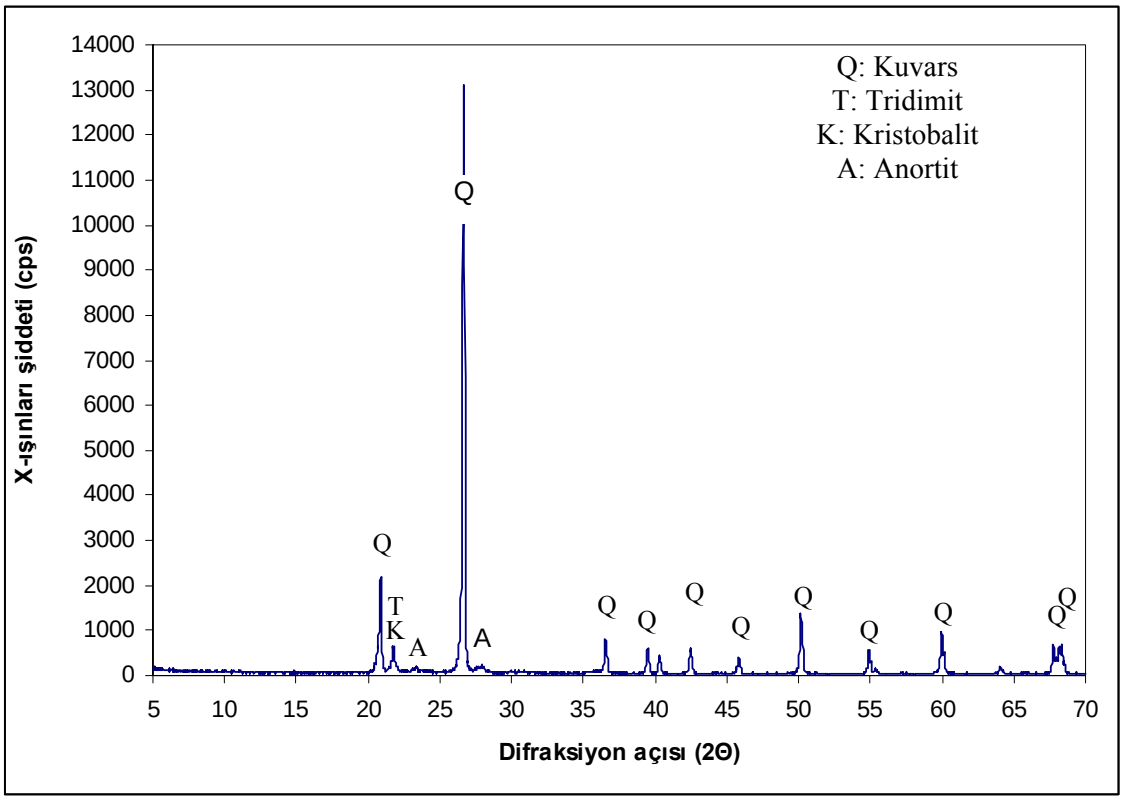
Şekil 4.6. KB-13 kodlu numunenin XRD paterni



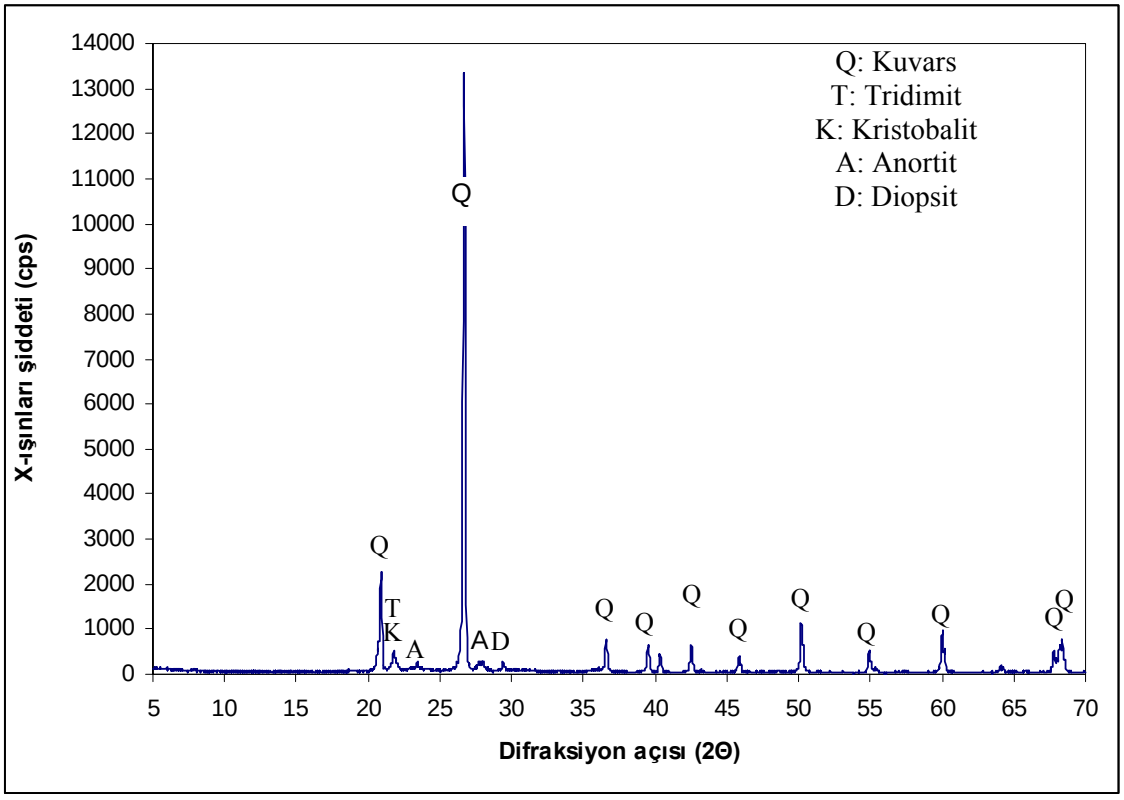
Şekil 4.7. KB-19 kodlu numunenin XRD paterni



Şekil 4.8. KB-20 kodlu numunenin XRD paterni



Şekil 4.9. KB-21 kodlu numunenin XRD paterni



Şekil 4.10. KB-22 kodlu numunenin XRD paterni

4.2.2. İnce kesit analizleri ve sonuçları

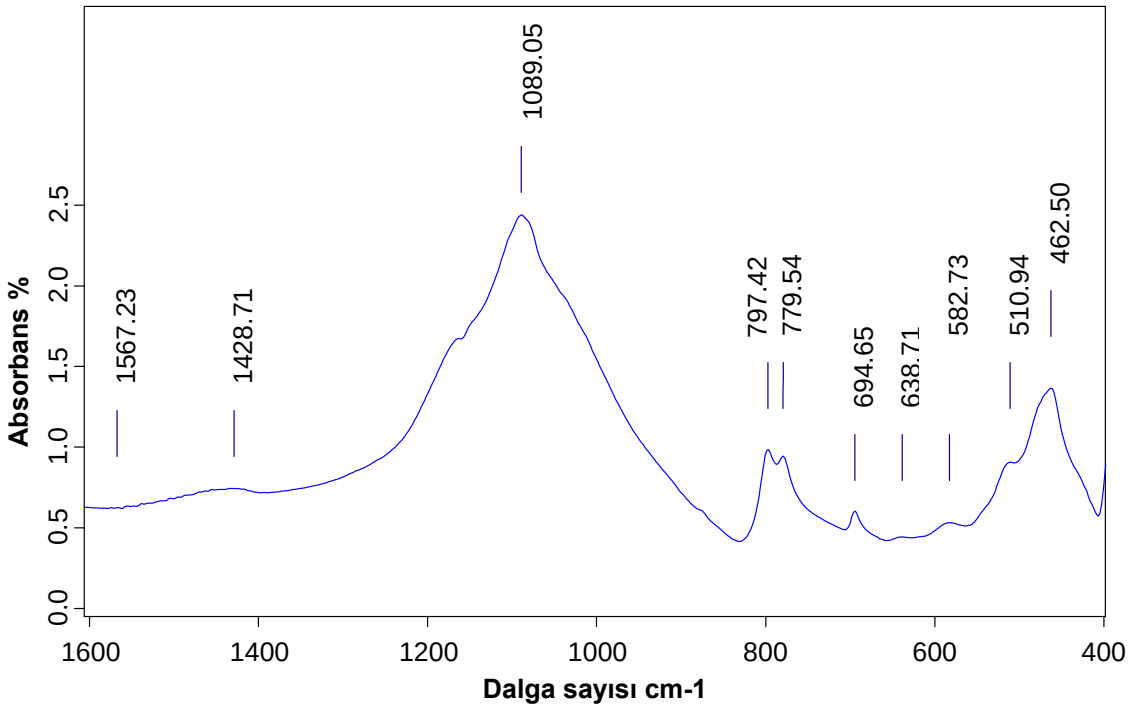
Kubad Abad Sarayı çini bünyelerinin ince kesit incelemelerinde görülen mineraller Çizelge 4.7'de görülmektedir. Çizelgeye göre ince kesit incelemelerinde bütün örneklerde kuvars fazının yanında plajioklas minerali de görülmektedir. Bu mineral yapı XRD paternlerinde görülen anortit fazına karşılık gelmektedir. Hematit mineralleri kırmızımsı iğnesel yapılar olarak görülmektedir. Numunenin renginin açık renk, kimyasal analizinde çok az demir oksit bulunması ince kesitinde hematit mineralinin görünmesine engel olmadığı görülmektedir. Hematit mineralinin XRD paternlerinde görülmemesinin nedeni numune içinde bulunma miktarının %3'ün daha altında olmasına bağlanmıştır.

Çizelge 4.7. Çini örneklerin ince kesitlerinde görülen mineraller

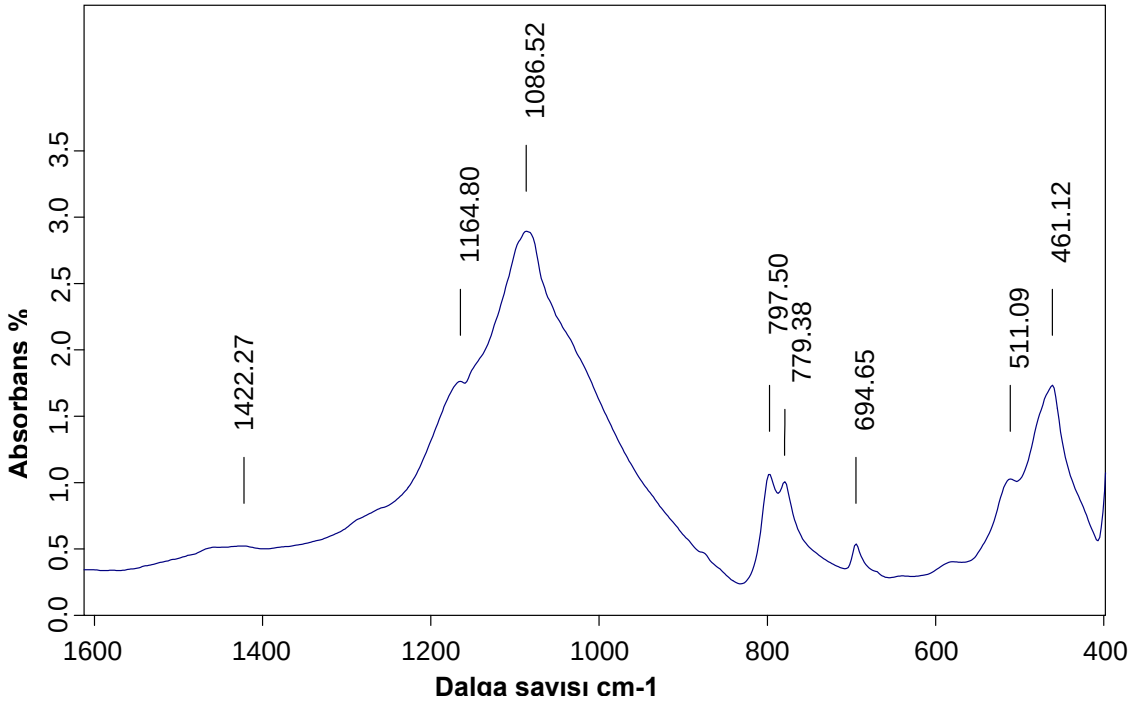
Deneysel Kod	Mineral ve Fazlar
KB–1	Kuvars, Hematit, Plagioklas
KB–2	Kuvars, Plagioklas, Demiroksit (FeO)
KB–3	Kuvars,
KB–4	Kuvars, Plagioklas,
KB–5	Kuvars, Plagioklas,
KB–6	Kuvars, Plagioklas,
KB–7	Kuvars, Plagioklas,
KB–8	Kuvars, Plagioklas, Epidot
KB–9	Kuvars, Plagioklas, Opak mineral
KB–10	Kuvars, Hematit, Plagioklas, Biyotit
KB–11	Kuvars, Hematit, Plagioklas
KB–12	Kuvars, Hematit, Plagioklas
KB–13	Kuvars, Plagioklas, Epidot
KB–14	Kuvars, Plagioklas, Epidot, Kayaç parçası
KB–15	Kuvars, Hematit, Plagioklas, Biyotit
KB–16	Kuvars, Plagioklas, Epidot
KB–17	Kuvars, Plagioklas
KB–18	Kuvars, Hematit, Plagioklas
KB–19	Kuvars, Plagioklas
KB–20	Kuvars, Hematit, Plagioklas, Epidot
KB–21	Kuvars, Hematit, Plagioklas
KB–22	Kuvars, Plagioklas, Epidot
KB–23	Kuvars, Plagioklas

4.2.3. FTIR mineral ve faz inceleme sonuçları

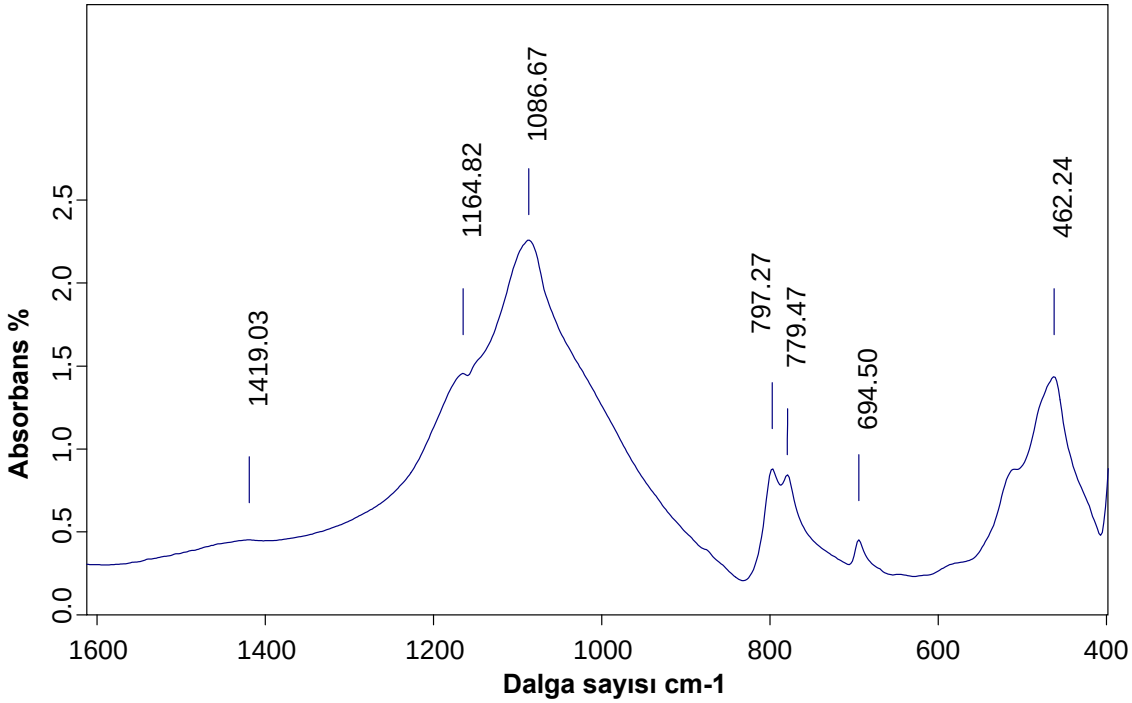
Kubad Abad Sarayı çini bünyelerine yapılan FTIR mineral ve faz analizi sonuçları Şekil 4.11'den Şekil 4.21'e kadar sırasıyla görülmektedir.



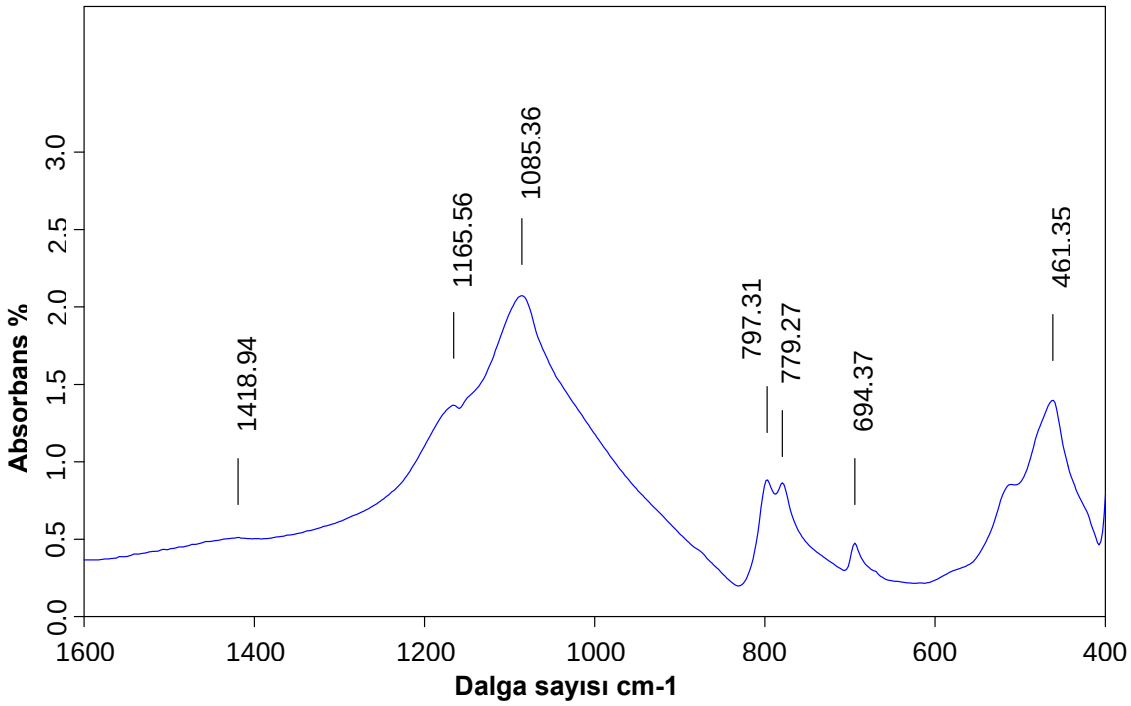
Şekil 4.11. KB-1 kodlu numunenin FTIR paterni



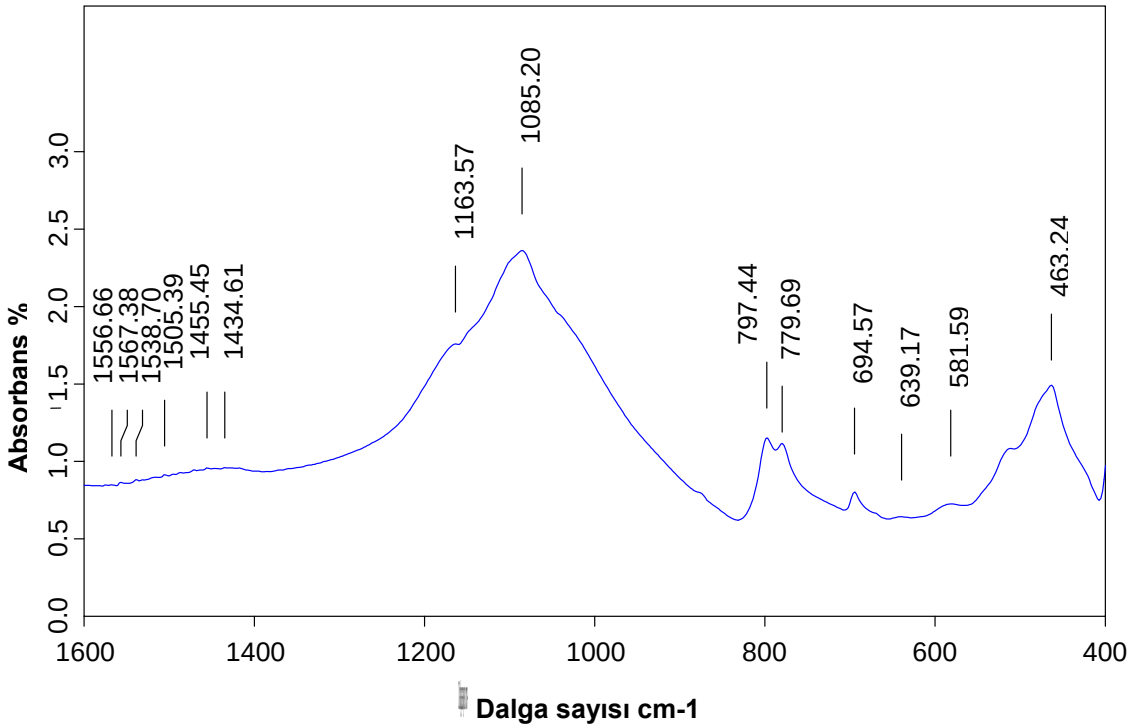
Şekil 4.12. KB-2 kodlu numunenin FTIR paterni



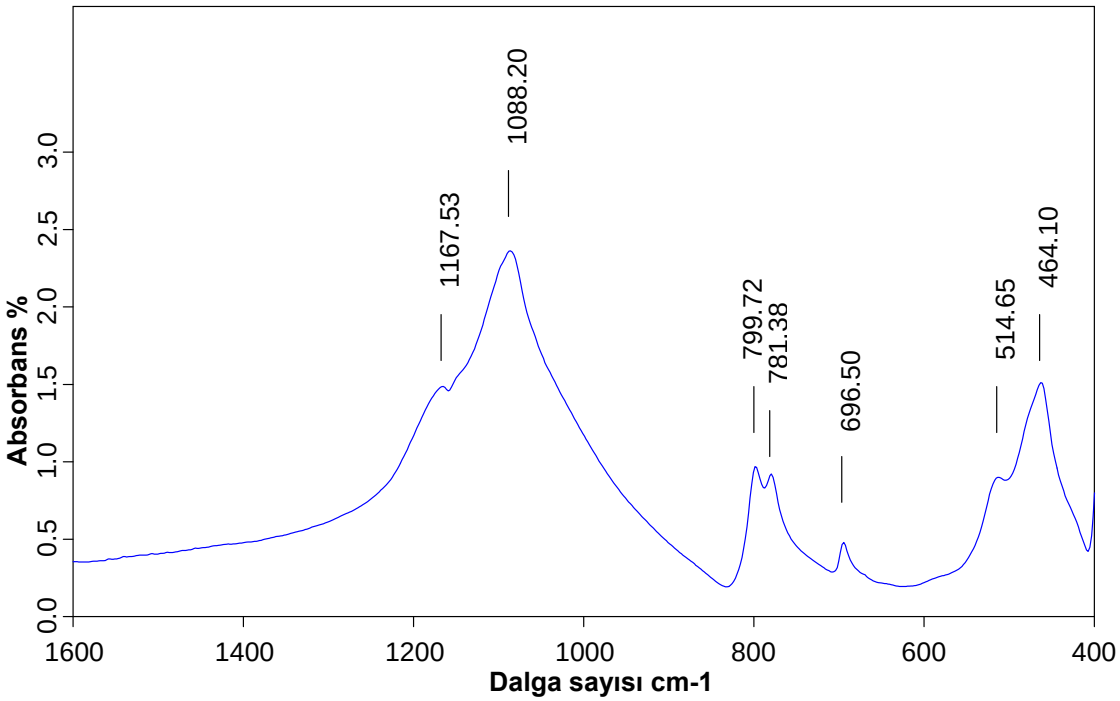
Şekil 4.13. KB-3 kodlu numunenin FTIR paterni



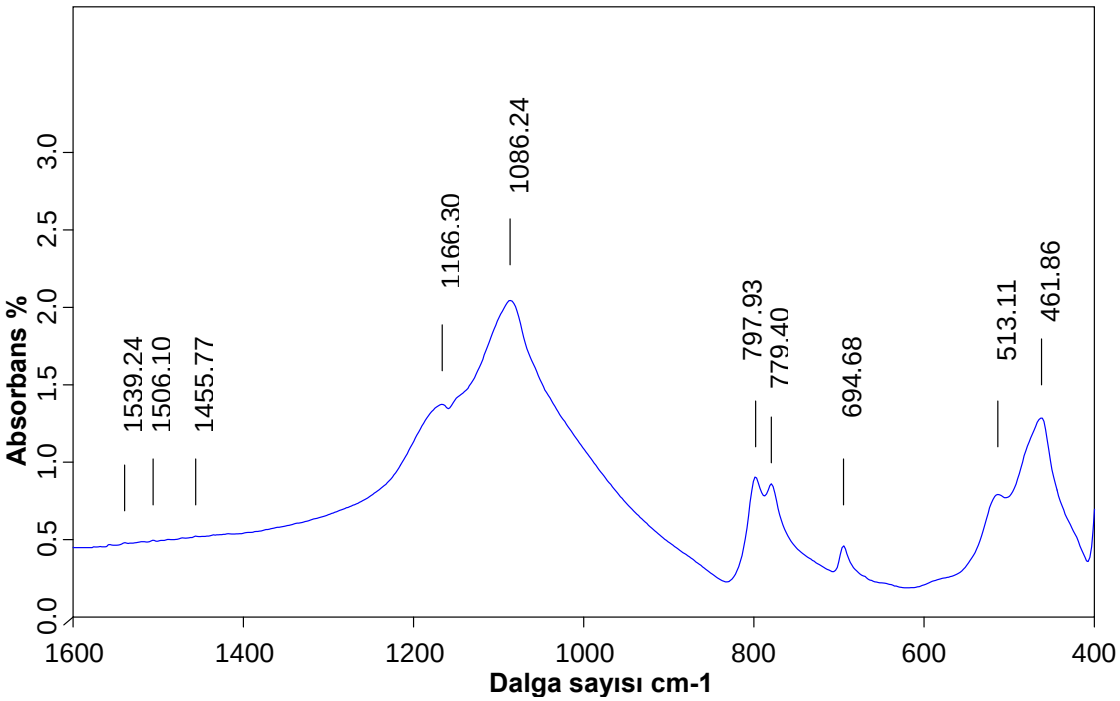
Şekil 4.14. KB-9 kodlu numunenin FTIR paterni



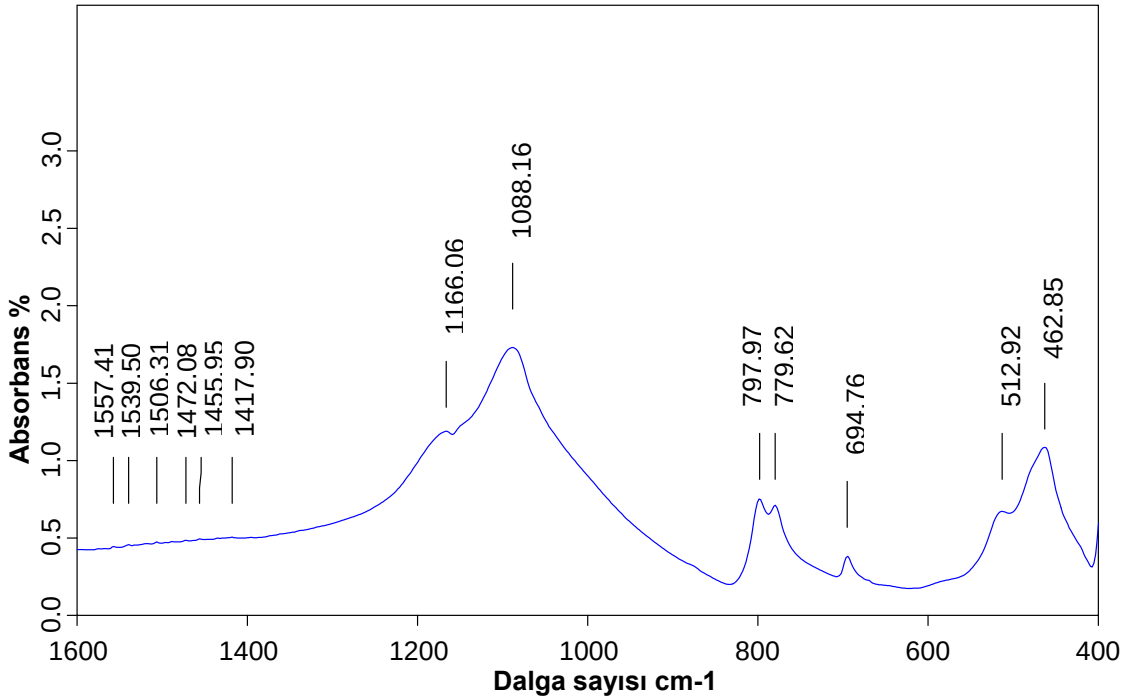
Şekil 4.15. KB-10 kodlu numunenin FTIR paterni



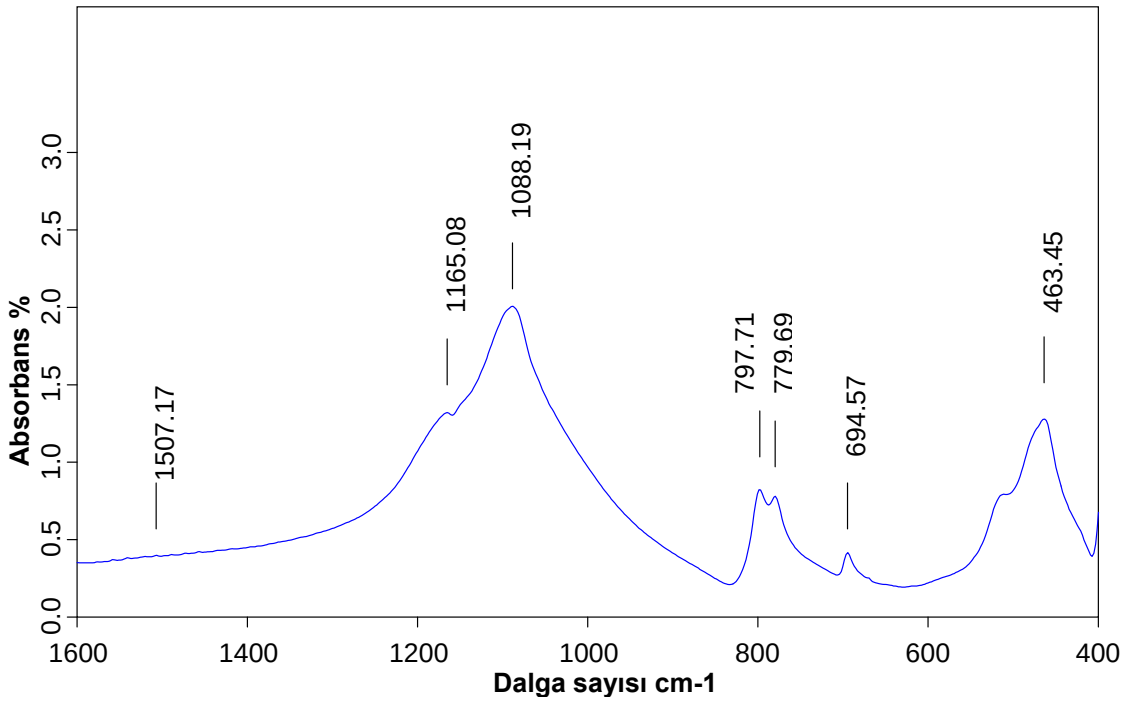
Şekil 4.16. KB-12 kodlu numunenin FTIR paterni



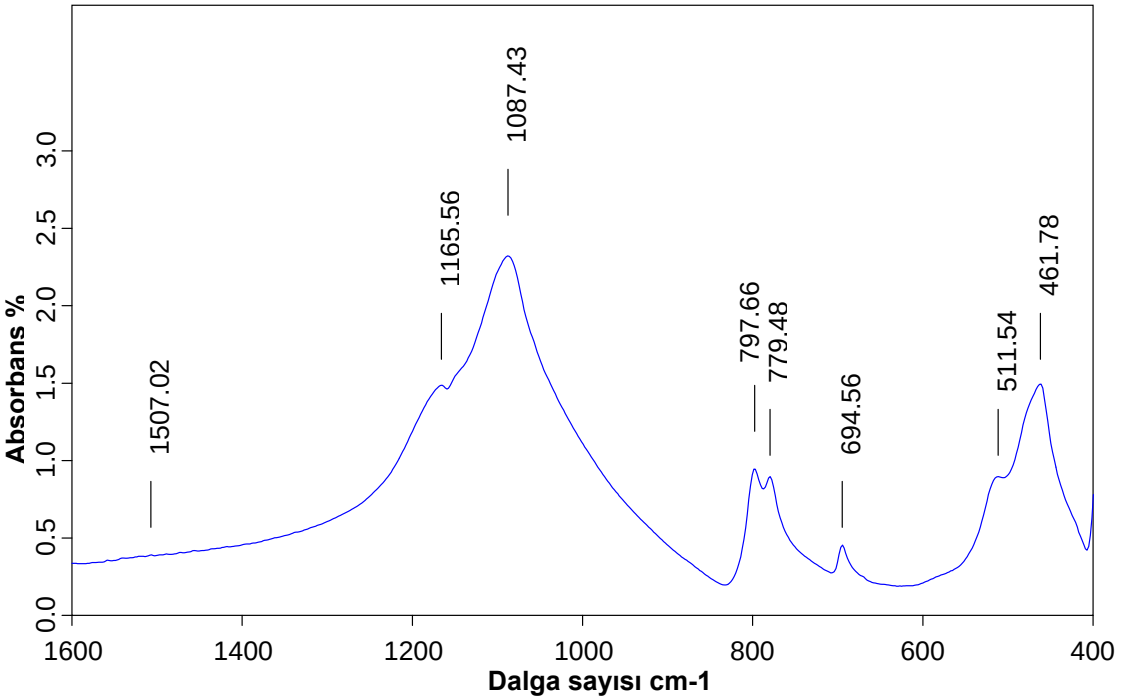
Şekil 4.17. KB-13 kodlu numunenin FTIR paterni



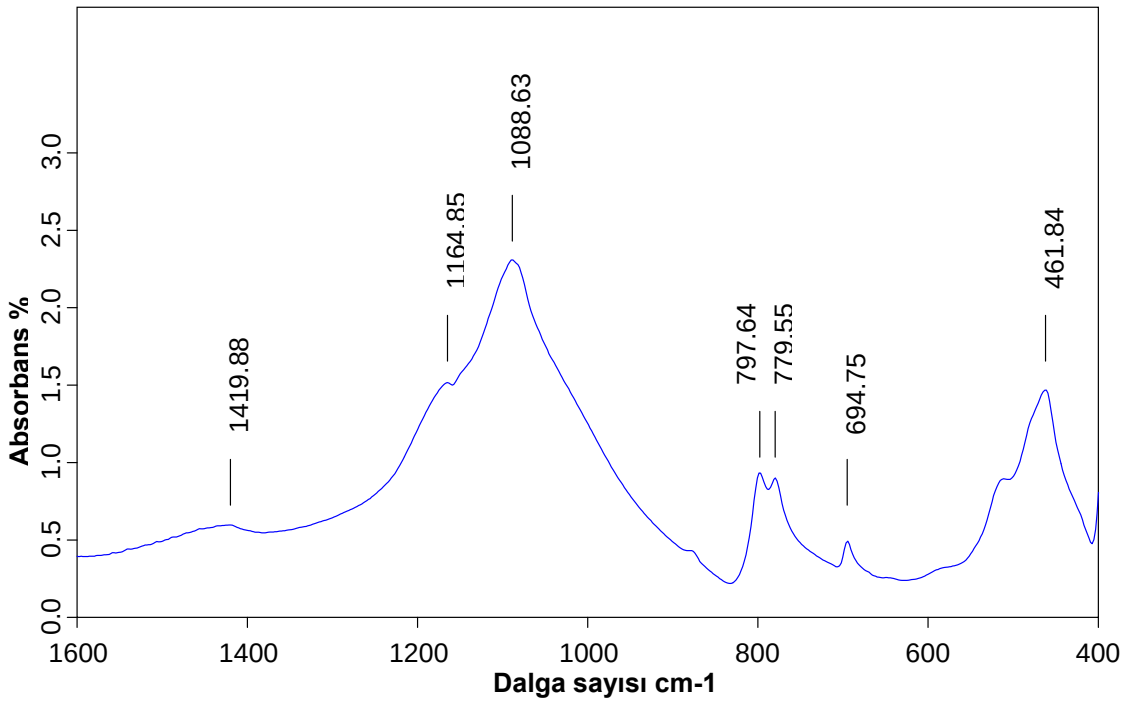
Şekil 4.18. KB-19 kodlu numunenin FTIR paterni



Şekil 4.19. KB-20 kodlu numunenin FTIR paterni

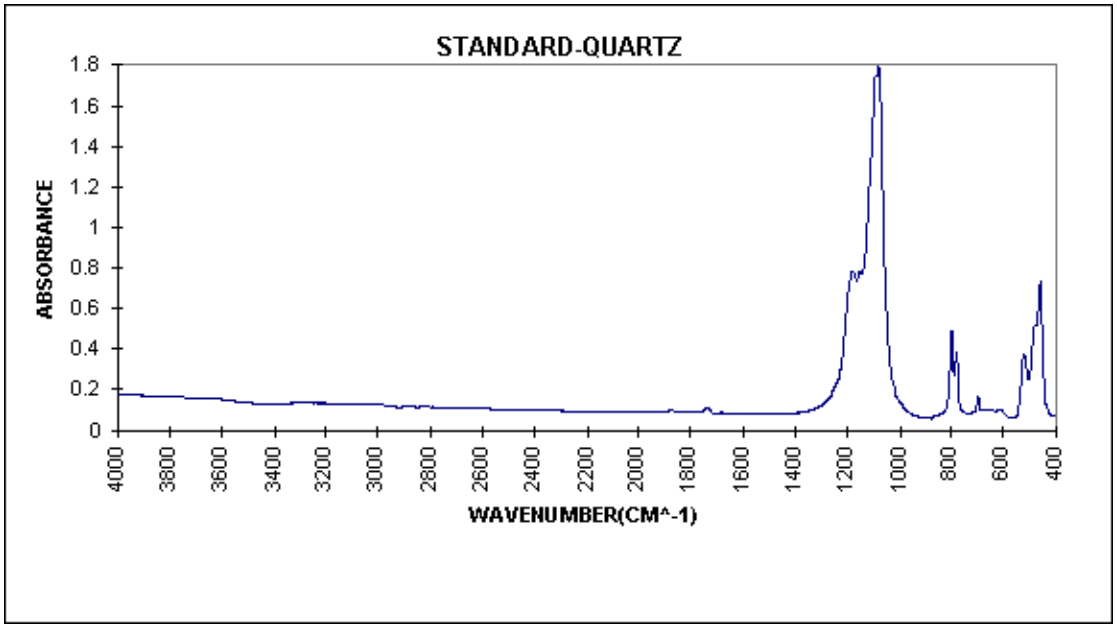


Şekil 4.20. KB-21 kodlu numunenin FTIR paterni

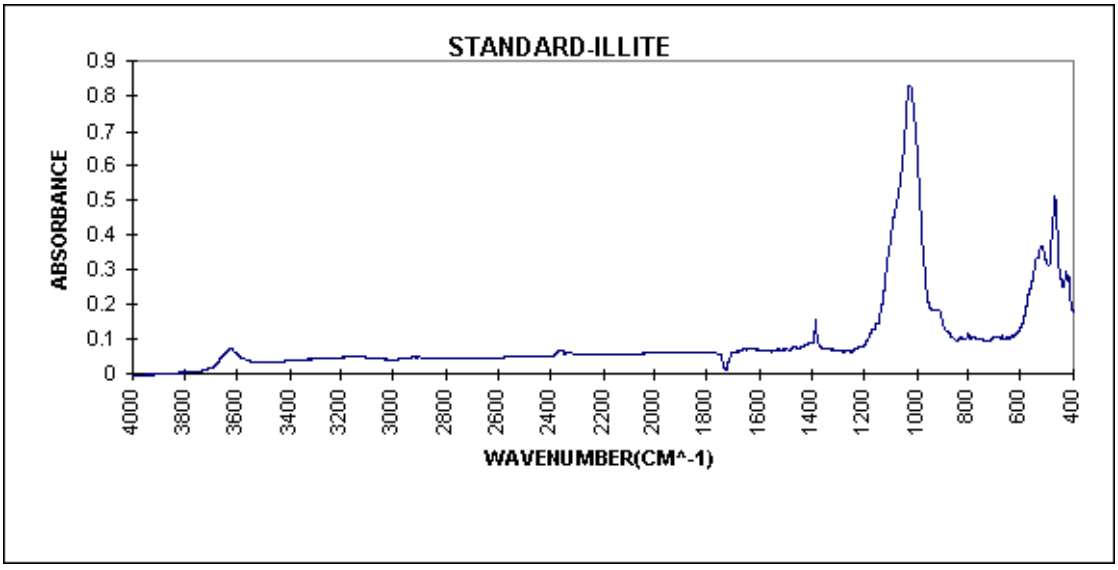


Şekil 4.21. KB-22 kodlu numunenin FTIR paterni

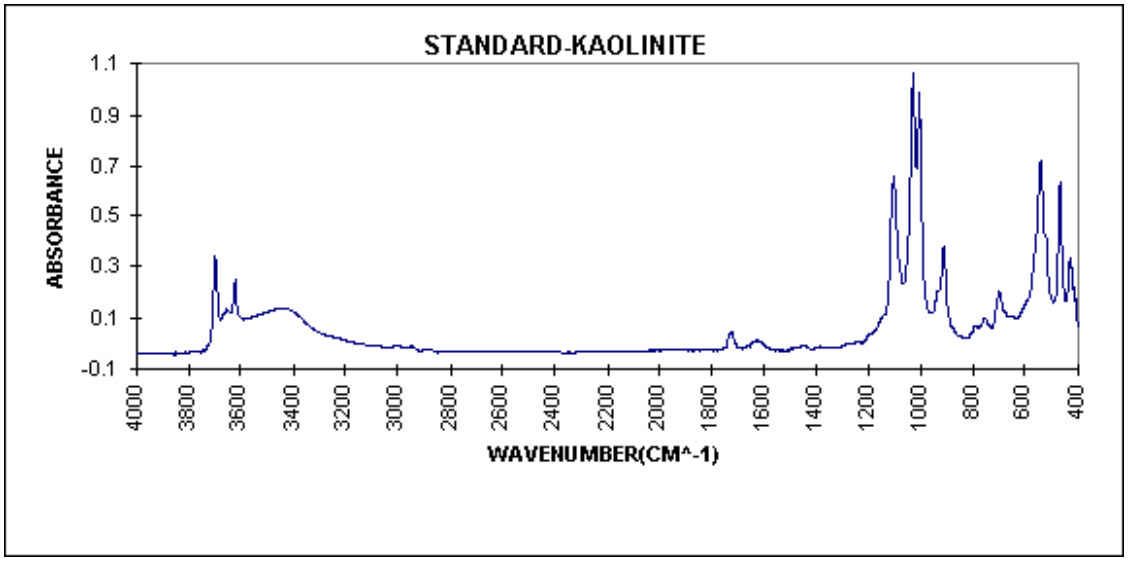
Şekil 4.22'den Şekil 4.25'e bazı minerallerin spesifik absorbsiyon spektrumları ve Çizelge 4.6'da literatürden elde edilen bazı minerallere ait karakteristik frekanslar görülmektedir.



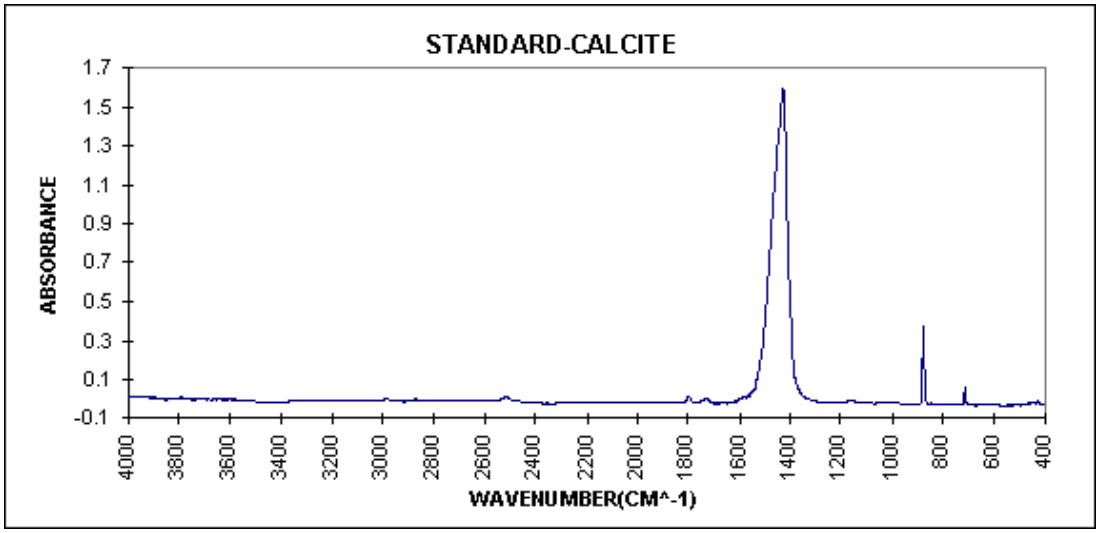
Şekil 4.22. Kuvars minerali standart absorbsiyon spektrumu (Xu ve ark.,)



Şekil 4.23. İllit minerali standart absorbsiyon spektrumu (Xu ve ark.,)



Şekil 4.24. Kaolinit minerali standart absorbsiyon spektrumu (Xu ve ark.,)



Şekil 4.25. Kalsit minerali standart absorbsiyon spektrumu (Z. Xu ve ark.,)

Çizelge 4.8. Bazı önemli mineral türlerinin karakteristik bantlarına ait dalga sayıları (İssi, 2011, Maravelaki ve ark, 2003, De Benedetto ve ark., 2002)

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

Kubad Abad Sarayı çini bünyelerinin FTIR analizlerinden elde edilen band değerleri (Çizelge 4.9.) Çizelge 4.8'deki band değerleriyle karşılaştırıldığında 1086, 1164, 797, 779, 512 dalga sayıları ile kuvars mineralinin oldukça benzerlikler taşıdığı görülmektedir. Aynı şekilde Şekil 4.22'deki kuvarsın standart spektrumunda da bu uyum tespit edilebilmektedir.

Kubad Abad Sarayı çini bünyelerinde kullanılması muhtemel illitik yapıdaki kil için veriler karşılaştırıldığında illitin referanslarda verilen değerlerle çakışmadığı görülmektedir. XRD paternlerinde tespit edilen diopsit, volastonit ve anortitin FTIR spektrumları referanslarla kıyaslandığında anortitin verilen aralıklarına ait piklerin var olan kuvvetli kuvars piklerinin altında kaybolabileceği düşünülmektedir. Verilen bant aralıkları değerleri kuvars bant aralıklarının altında kalmaktadır.

FTIR analizleri kendi basına yapının tayini için yeterli değildir. Fakat fonksiyonel bir gruba ait sinyal gözlenemiyorsa, o grubun molekülde bulunmadığı varsayılabilir (Anonim 5). Burada FTIR analizleri destekleyici analizler olarak uygulanmıştı, fakat kuvars mineralinden başka XRD spektrumlarında elde edilen diğer minerallere ait net bilgilere ulaşılamadı. Bunun en önemli sebeplerinden birinin yapıda serbest kuvarsın yüksek miktarda bulunarak diğer mineralleri gölgelemesi olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. Kubad Abad çini bünyelerinin FTIR analizlerinde karakteristik dalga sayıları

Numune kodu	Karakteristik Bant Aralığı (cm^{-1})							
	1600-1100	**1100-1000**	**1000-900**	**900-800**	**800-700**	**700-600**	**600-500**	**500-400**
KB-1	1428 1567	1089			797 779	695 638	583	463
KB-2	1422 1165	1086			797 779	694	511	461
KB-3	1419 1164	1086			797 779	694	*	462
KB-4	1165	1084			797 779	694	510	461
KB-5	1165	1086			797 779	694	*	462
KB-7	1419 1164	1086			797 779	695 643	*	462
KB-8	1421 1187	1088			797 781	696 646	*	465
KB-9	1419 1165	1085			797 779	694	*	461
KB-10	1567 1557 1538 1505 1455 1435 1163	1085			797 780	694 639	581	463
KB-11	1421 1166	1088			799 781	696	513	464
KB-12	1167	1088			800 781	696	515	464
KB-13	1539 1506 1455	1086			798 779	695	513	462

*FTIR spektrumlarında aynı aralıkta diğer örneklerdeki ile aynı pik gözüktüğü halde program tarafından işaretlenmedi

Çizelge 4.9. (Devam) Kubad Abad çini bünyelerinin FTIR analizlerinde karakteristik dalga sayıları

Numune kodu	Karakteristik Bant Aralığı (cm^{-1})							
	1600-1100	**1100-1000**	**1000-900**	**900-800**	**800-700**	**700-600**	**600-500**	**500-400**
KB-14	1507 1166	1088			797 779	695	511	462
KB-15	1422 1166	1087			798 781	696	512	463
KB-16	1186	1087			797 779	695	511	461
KB-17	1542 1509 1187	1089			799 781	696	*	463
KB-18	1419 1186	1087			797 779	695	511	461
KB-19	1557 1539 1506 1472 1456 1418 1166	1088			798 780	695	513	463
KB-20	1507 1165	1088			798 780	694	*	463
KB-21	1507 1165	1087			799 779	694	511	462
KB-22	1420 1165	1089			798 779	695	*	462
KB-23	1507 1418 1165	1087			797 779	694	*	462

*FTIR spektrumlarında aynı aralıkta diğer örneklerdeki ile aynı pik gözüktüğü halde program tarafından işaretlenmedi.

4.3. Isıl Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Çini örneklerin TG-DTA analiz grafikleri aşağıda sırasıyla yer almaktadır (Şekil 4.26 -Şekil 4.48). KB-15 ve KB-22 örneklerine ait diyagramlarda daha belirgin görülen ~90^{o}C'de ki endotermik DTG pikleri çini bünyelerin emdiği ve yeterince uzaklaştırılamamış suyu temsil etmektedir (Şekil 4.39, Şekil 4.49). DTA diyagramlarında numunelerin tümünde kuvars dönüşümleri (α-β) ile ilişkilendirilen ~573^{o}C' de endotermik pikleri görülmüştür (Şekil 3.2-Şekil.3.24).

750^{o}C'den daha yüksek sıcaklıklar için $CaCO_3$'ün kalsiyum oksit ve karbondioksite endotermik reaksiyonu meydana gelir. Şayet sıcaklık 900^{o}Cye artarsa bu bozunma tersinmez olur çünkü kalsiyum oksit kil bileşenleriyle reaksiyona girer ve karbon dioksit daha fazla sabit kalamaz. Bunun sonucunda eğer üretim sırasındaki pişirim yaklaşık 900^{o}C de gerçekleştiriliyorsa kalsit kısmen ortadan kaybolur veya düşük içerikte görülür (Barilaro ve ark., 2005).

KB-13 ve KB-23 nolu örneklerde 823^{o}C ve 900^{o}C'lerde endotermik reaksiyon pikleri görülmektedir. KB-2, KB-4, KB-6, KB-9, KB-12, KB-13, KB-14 ve KB-16 çini bünyelerinin DTA grafiklerinde 850^{o}C ile 911^{o}C arasında ekzotermik reaksiyon pikleri görülmektedir. Diğer örneklerde 760^{o}C üzerinde DTG ve DTA pikine rastlanmamıştır. Çizelge 4.8'de Kubad Abad sarayı çini örneklerine ait TG-DTA grafiklerinde tespit edilen bu reaksiyonlara ait veriler listelenmiştir.).

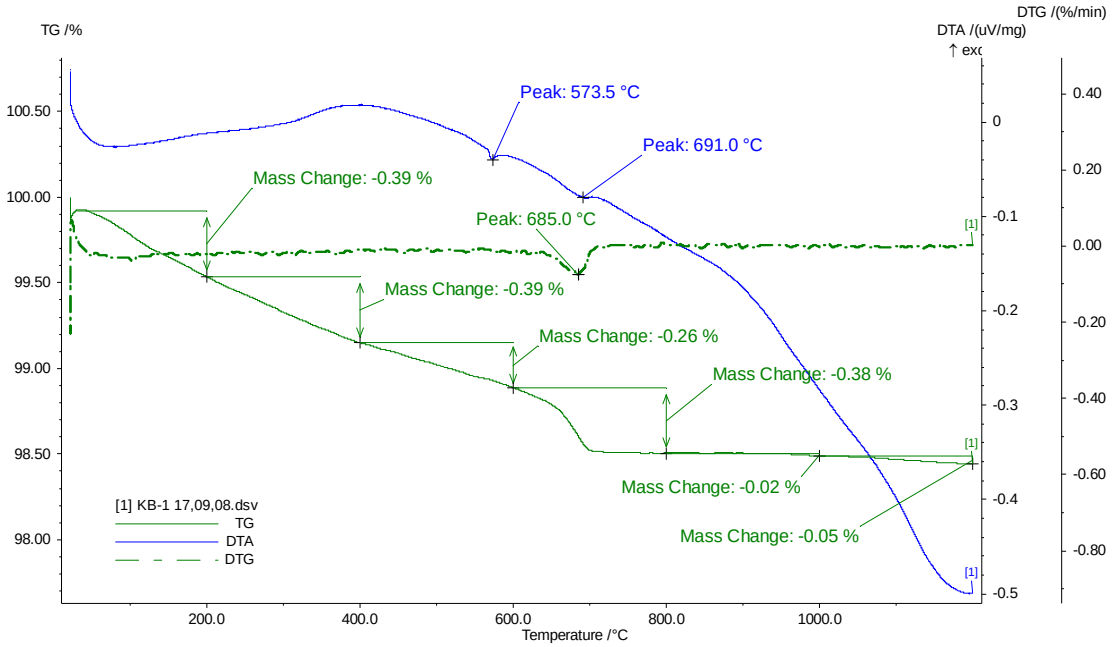
Pişirim sürecinde kalsit gibi bazı mineraller kaybolurken bazı mineraller de ortaya çıkar. Örneğin pişirim sıcaklığı 900^{o}C'ye artarsa kuvars ve dolomit arasındaki reaksiyondan diopsit elde edilebilir (Barilaro ve ark., 2005).

$$2SiO_2\ [\text{kuvars}] + CaMg(CO_3)_2\ [\text{dolomit}] \rightarrow 2CO_2 + CaMgSi_2O_6\ [\text{diopsit}] \quad [1]$$

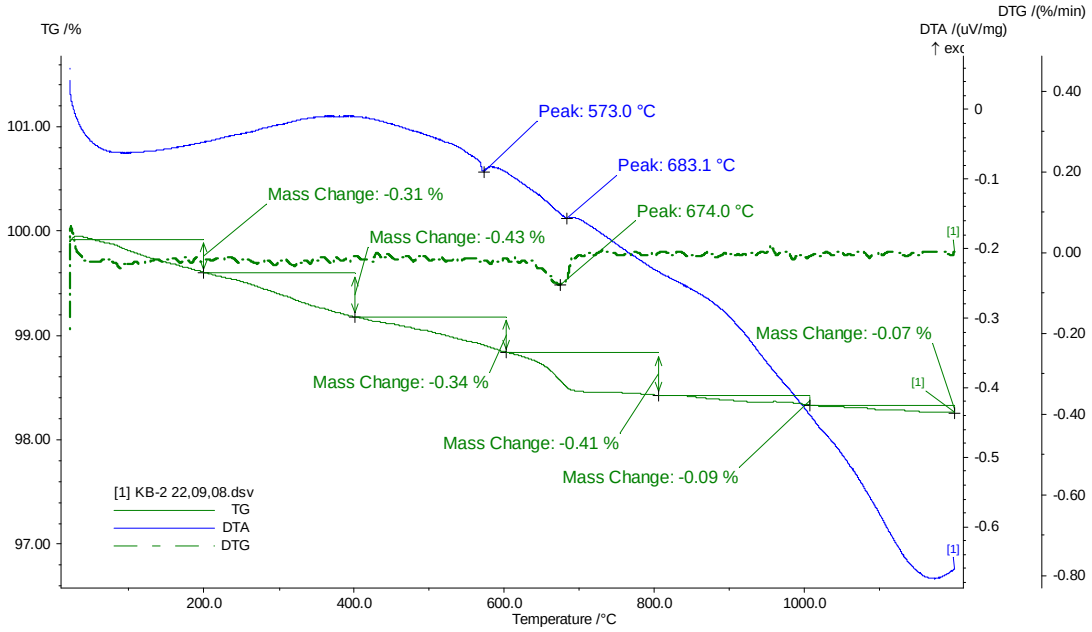
Aynı sıcaklıkta, kuvars ve kalsitin kombinasyonu volastoniti vermektedir (Barilaro ve ark., 2005).

$$2SiO_2\ [\text{kuvars}] + Ca(CO_3)\ [\text{kalsit}] \rightarrow CaSiO_3\ [\text{volastonit}] + CO_2 \quad [2]$$

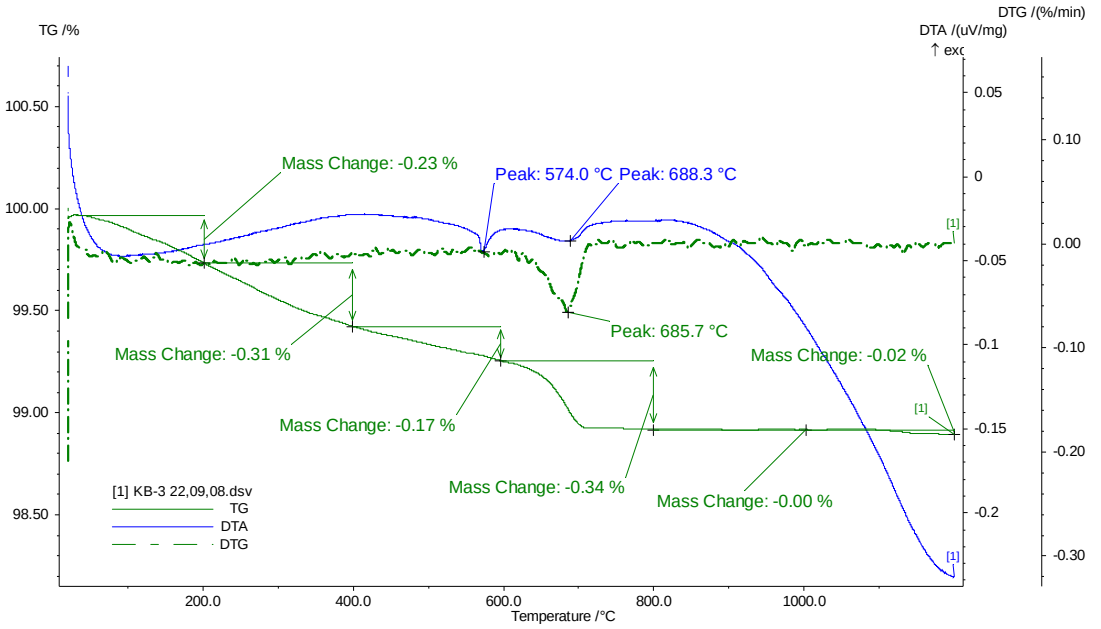
Kalsiyum oksit içeren bünyeler 1000-1100^{o}C'lerde yavaş pişirildiklerinde bol miktarda yeni oluşan faz içerirler. Daha yüksek sıcaklıklarda daha fazla plejioklas ve piroksen oluşumu meydana gelmektedir. Kalsiyumca fakir bünyelerde ise 1000-1100^{o}C de pişirimden sonra sadece feldispat ve hematit oluşmaktadır (Barilaro ve ark., 2005)



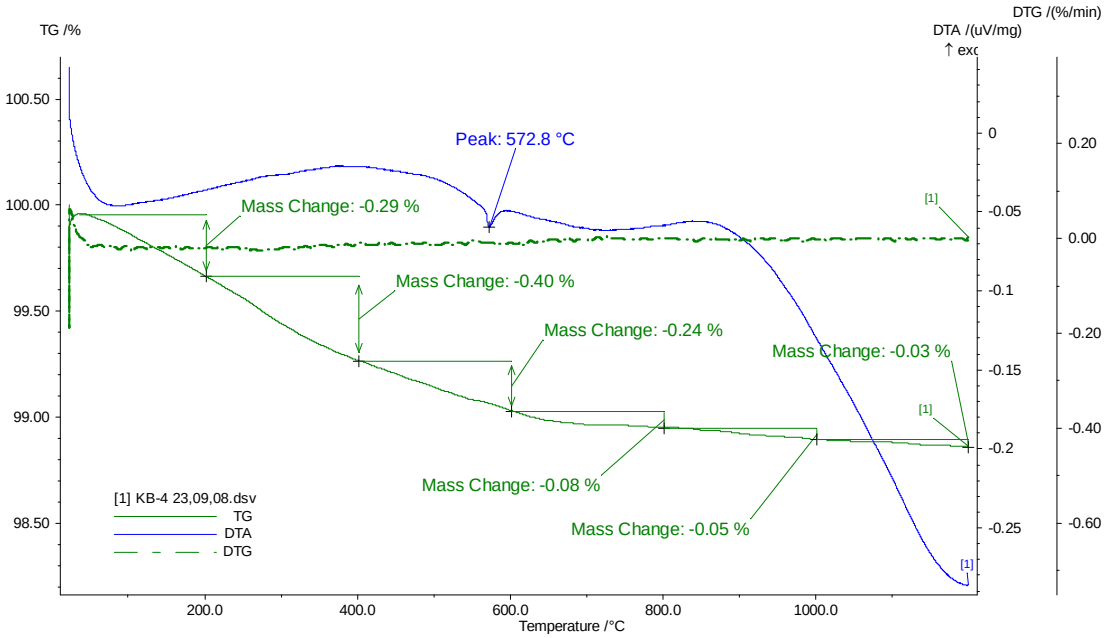
Şekil 4.26. KB-1 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



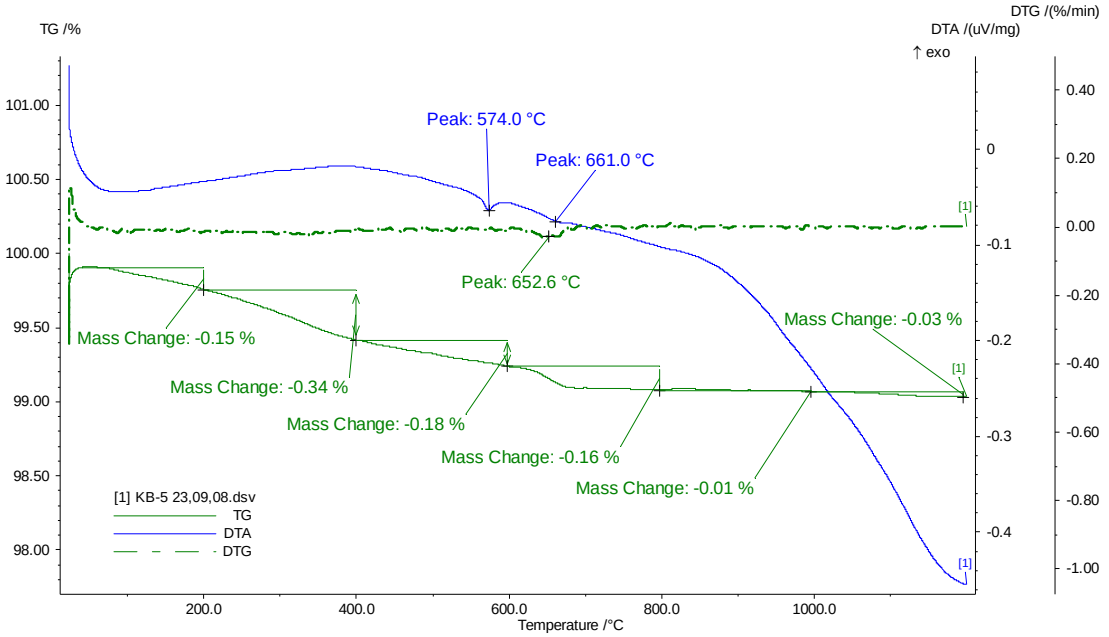
Şekil 4.27. KB-2 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



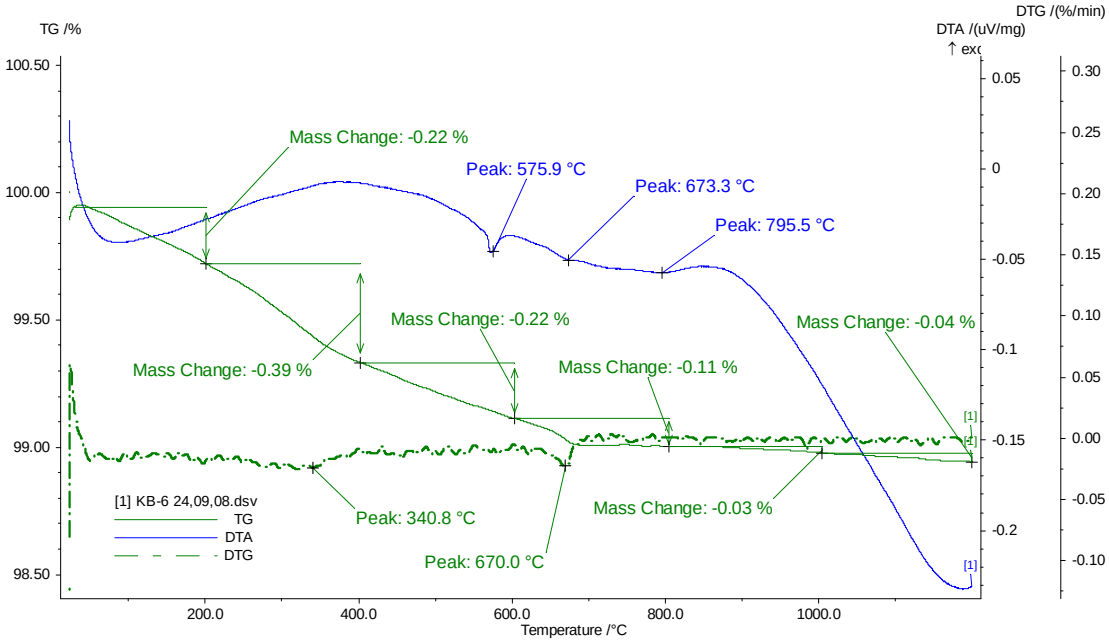
Şekil 4.28. KB-3 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



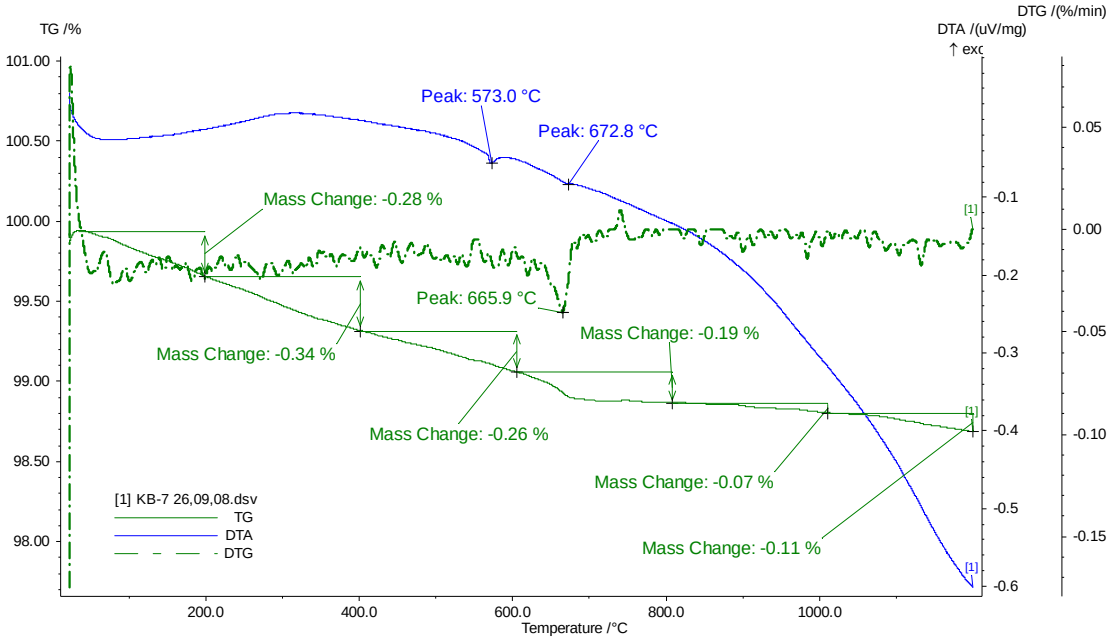
Şekil 4.29. KB-4 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



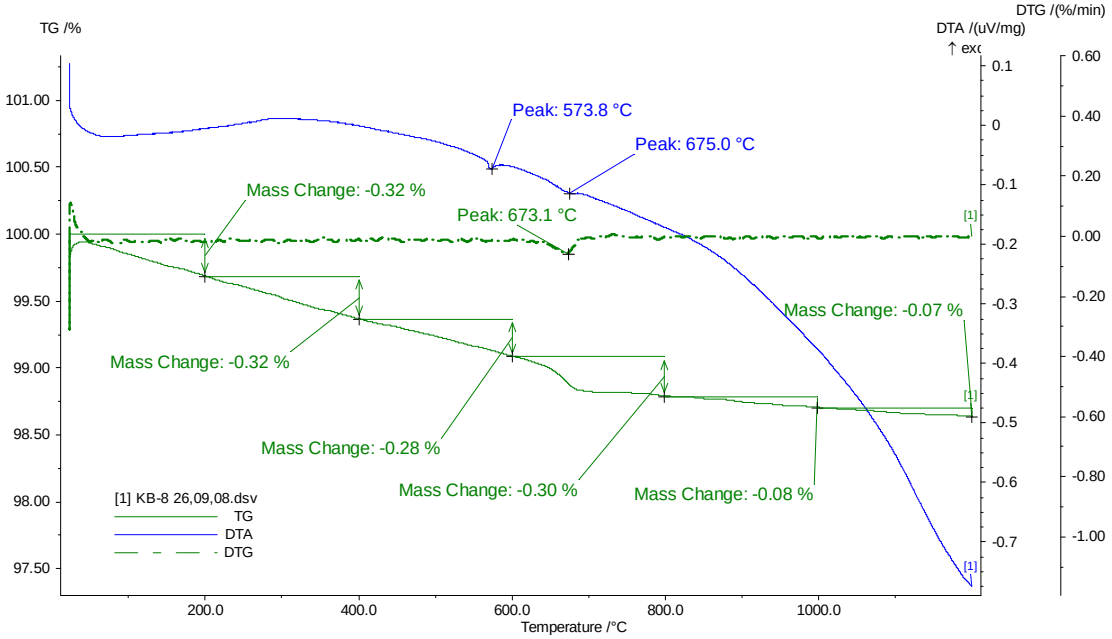
Şekil 4.30. KB-5 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



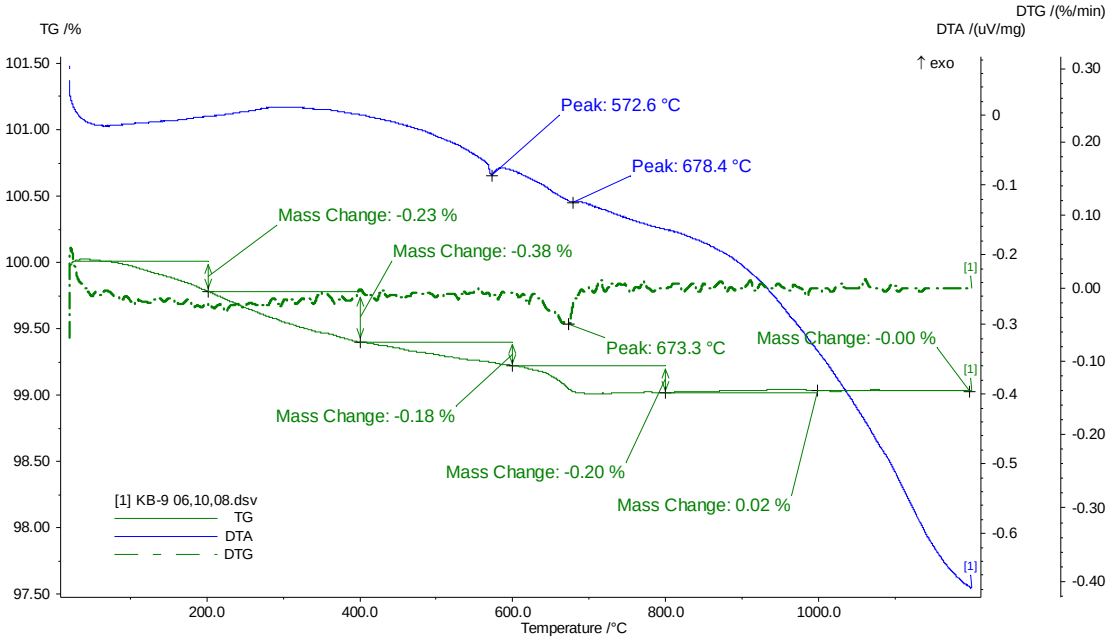
Şekil 4.31. KB-6 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



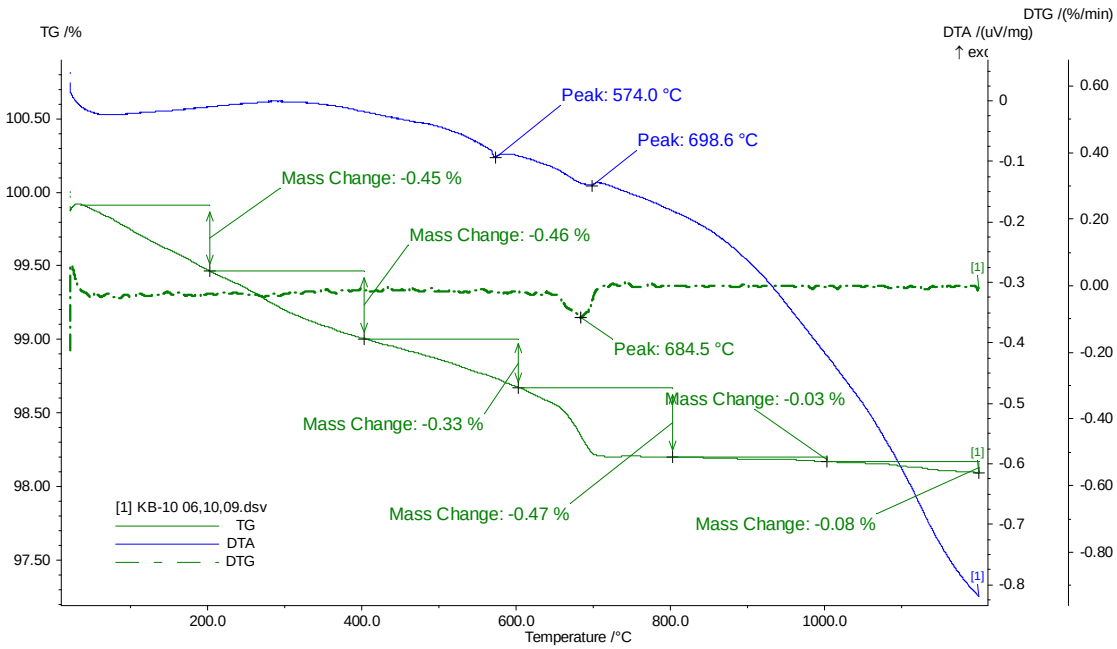
Şekil 4.32. KB-7 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



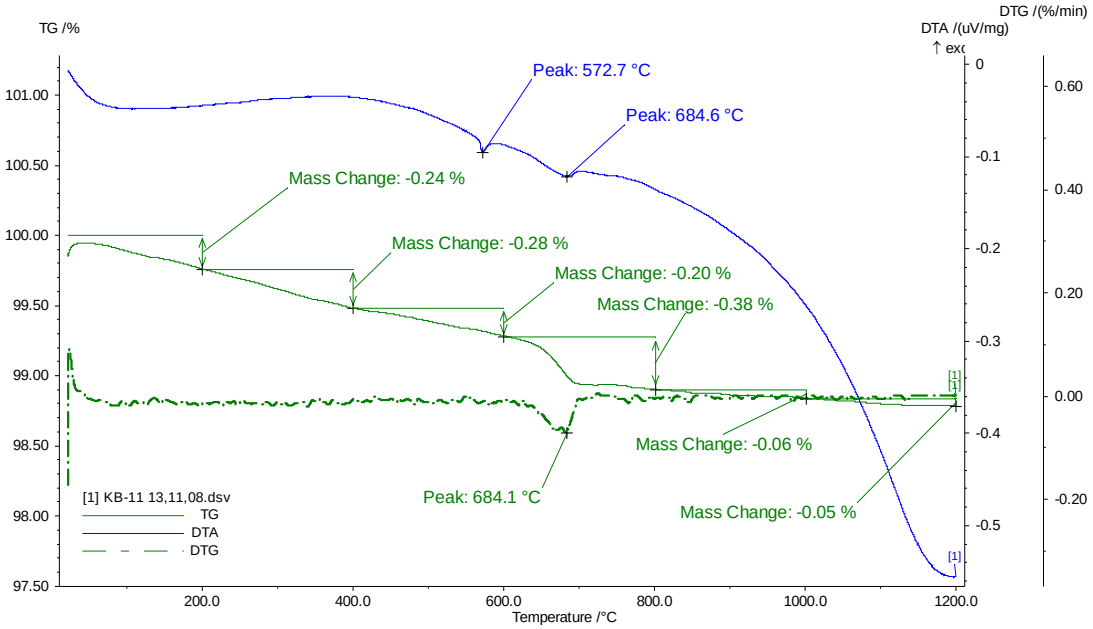
Şekil 4.33. KB-8 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



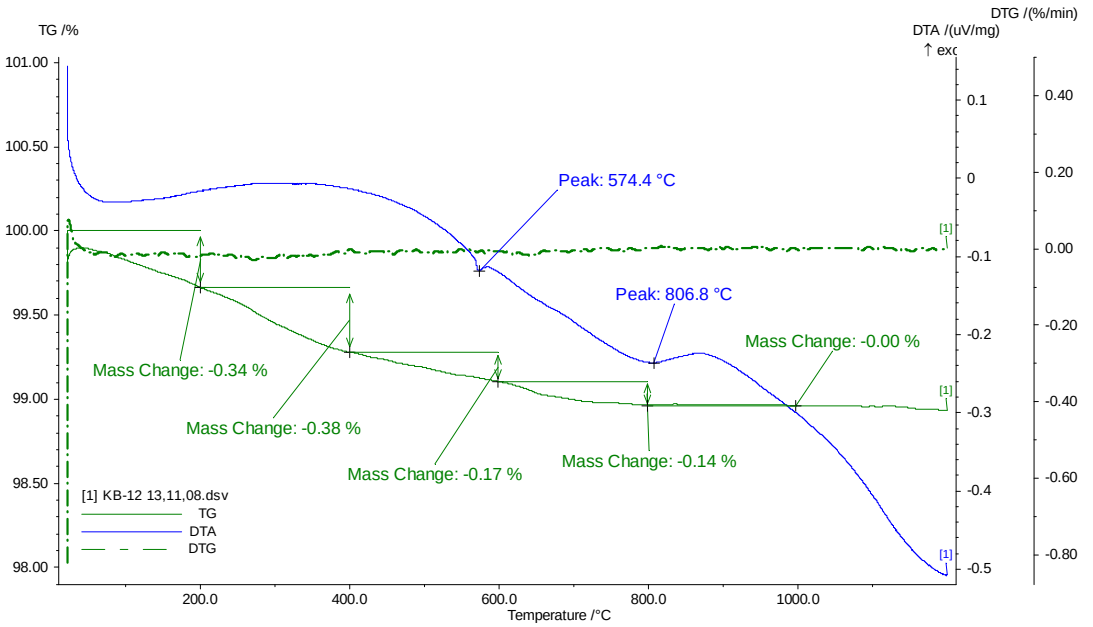
Şekil 4.34. KB-9 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



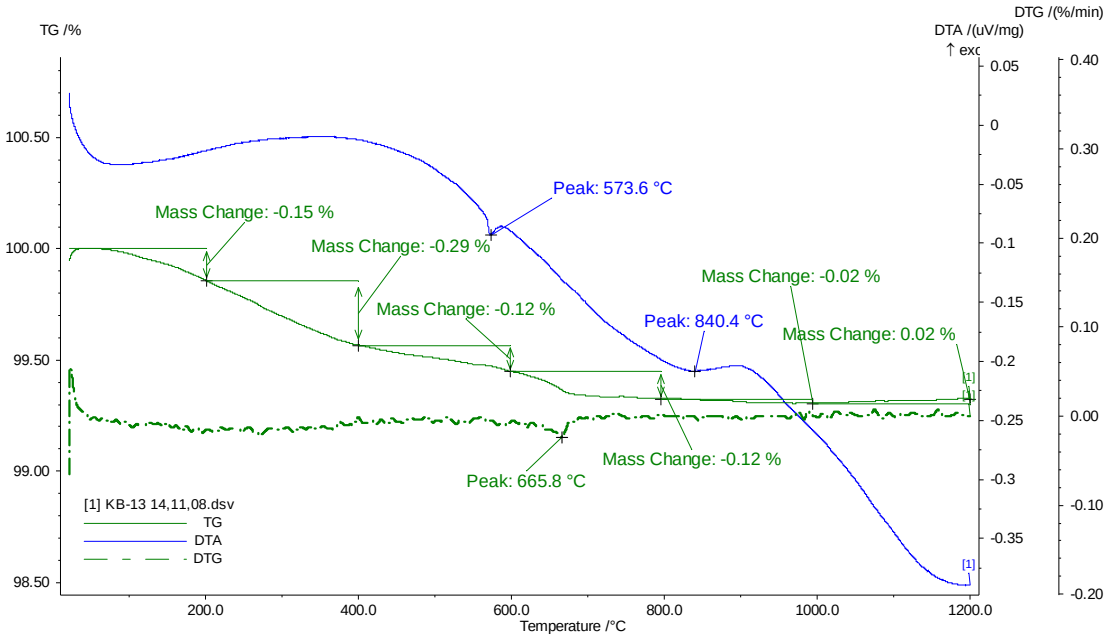
Şekil 4.35. KB-10 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



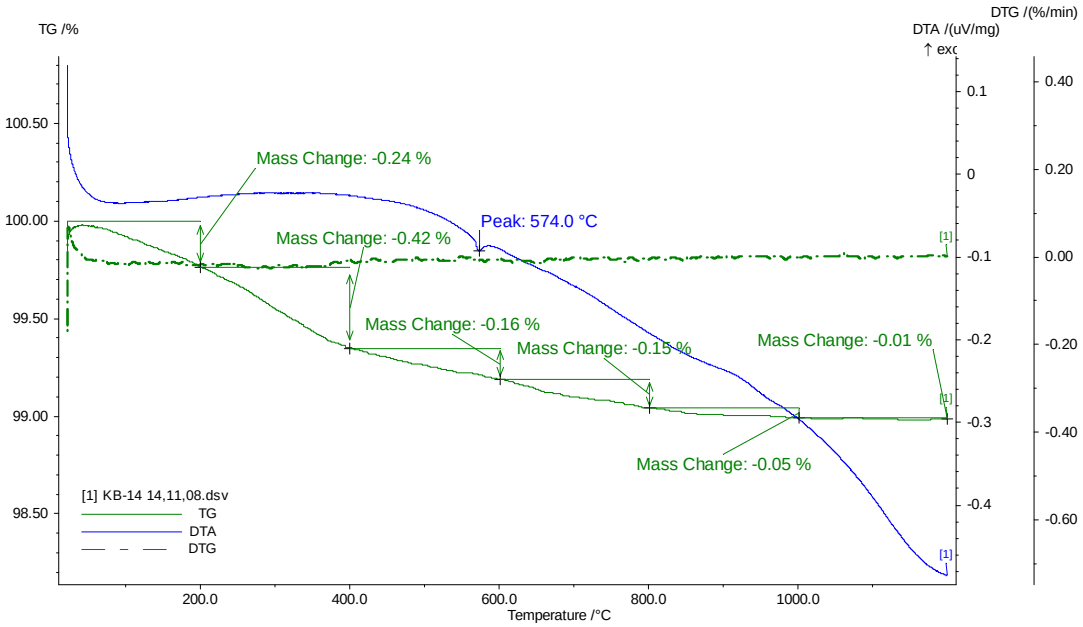
Şekil 4.36. KB-11 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



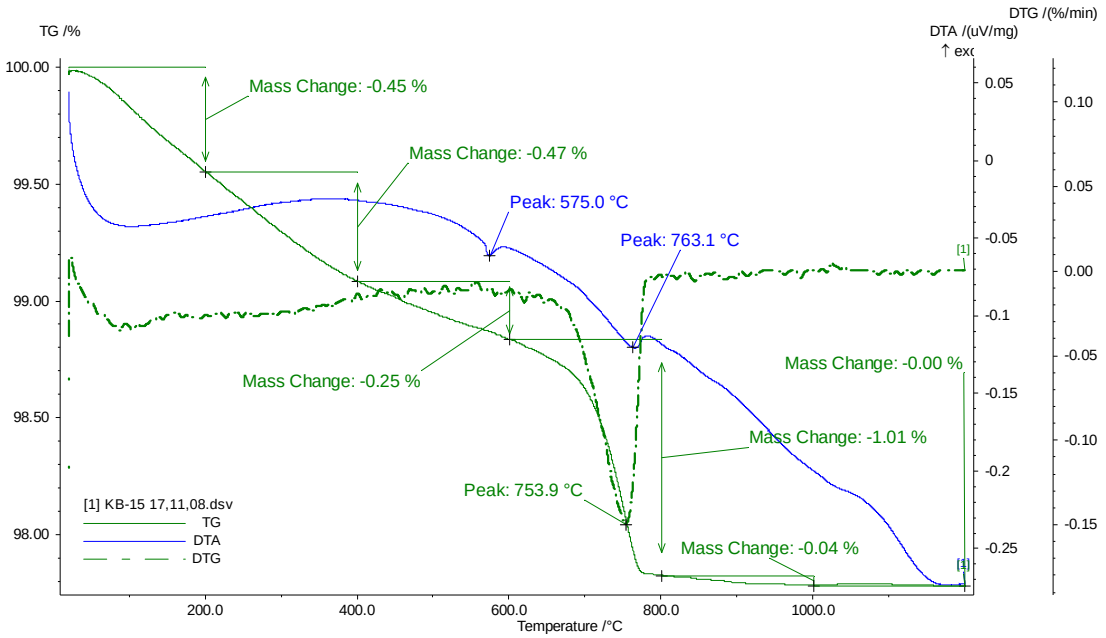
Şekil 4.37. KB-12 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



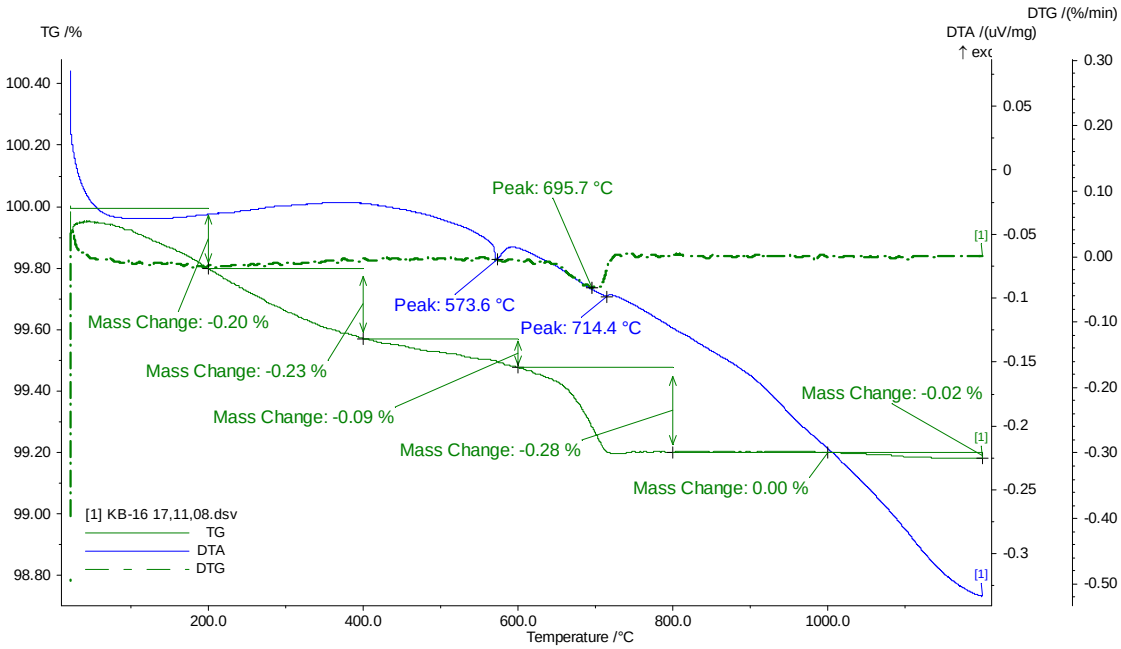
Şekil 4.38. KB-13 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



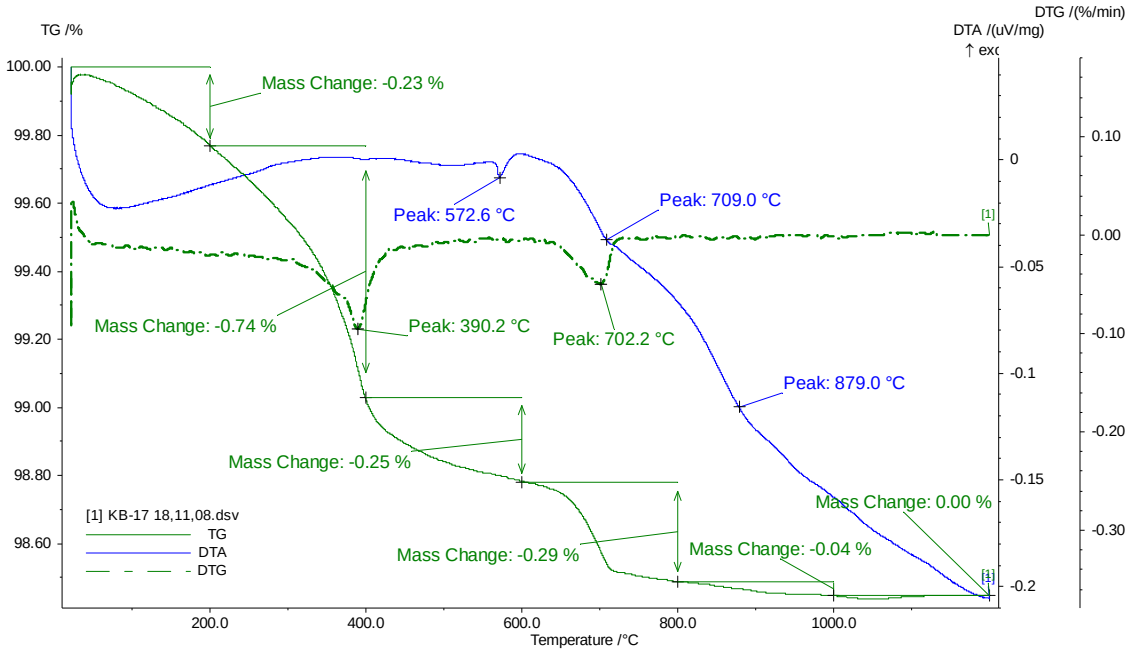
Şekil 4.39. KB-14 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



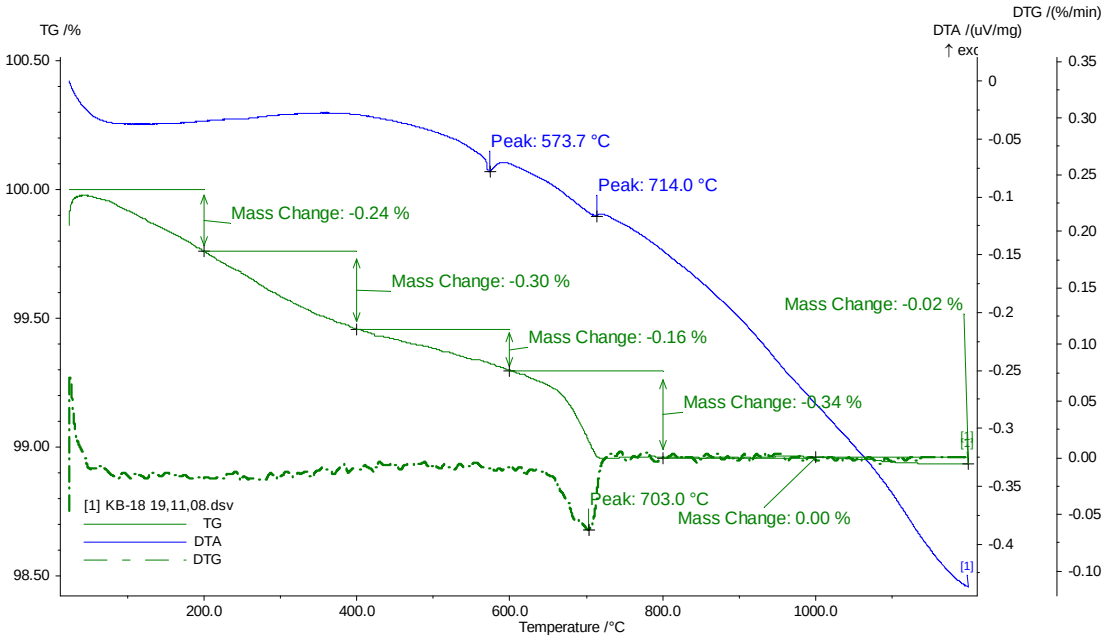
Şekil 4.40. KB-15 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



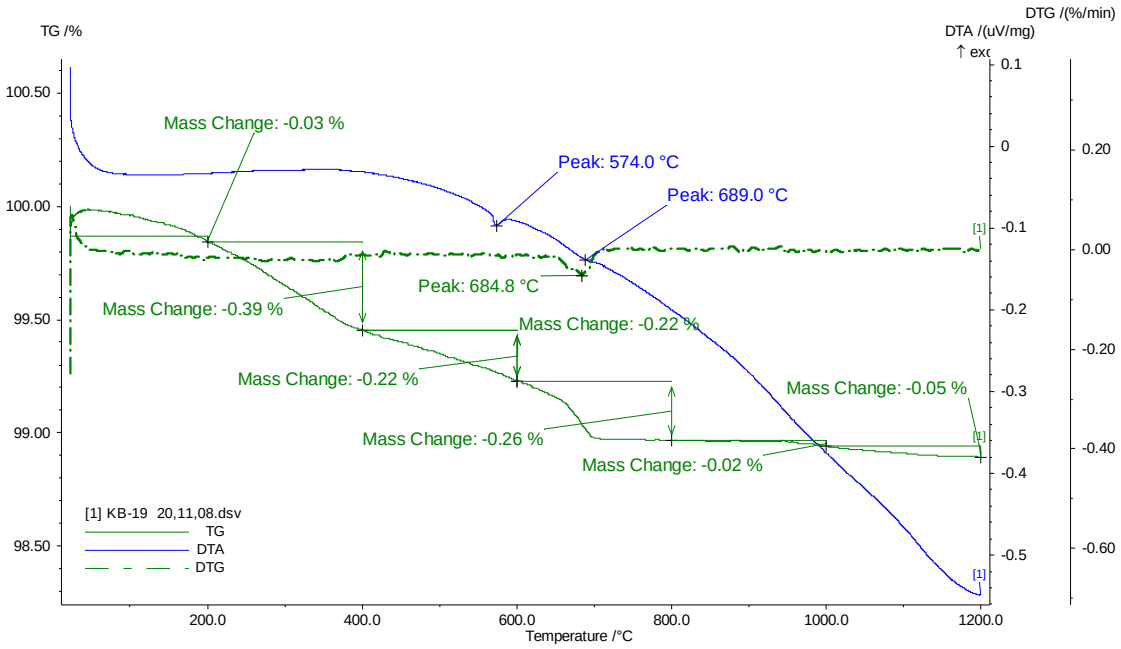
Şekil 4.41. KB-16 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



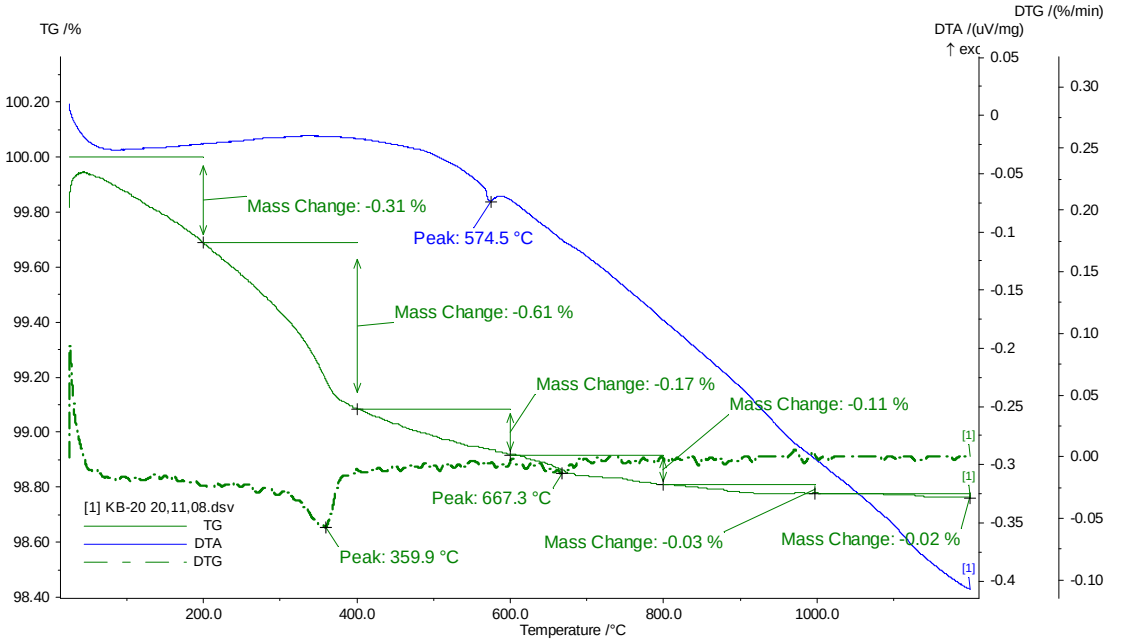
Şekil 4.42. KB-17 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



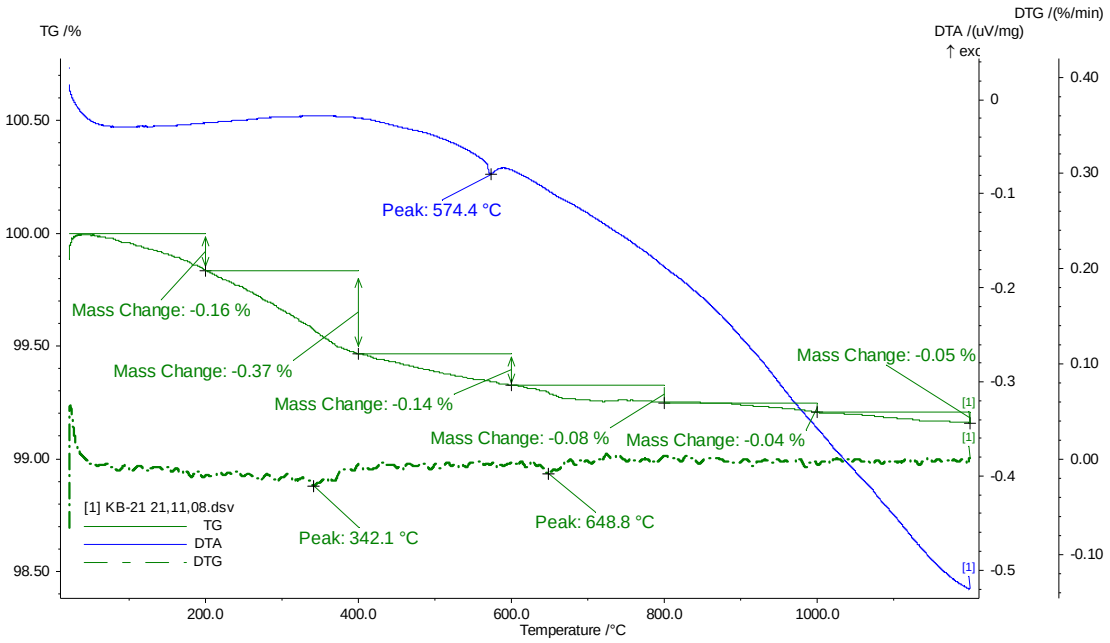
Şekil 4.43. KB-18 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



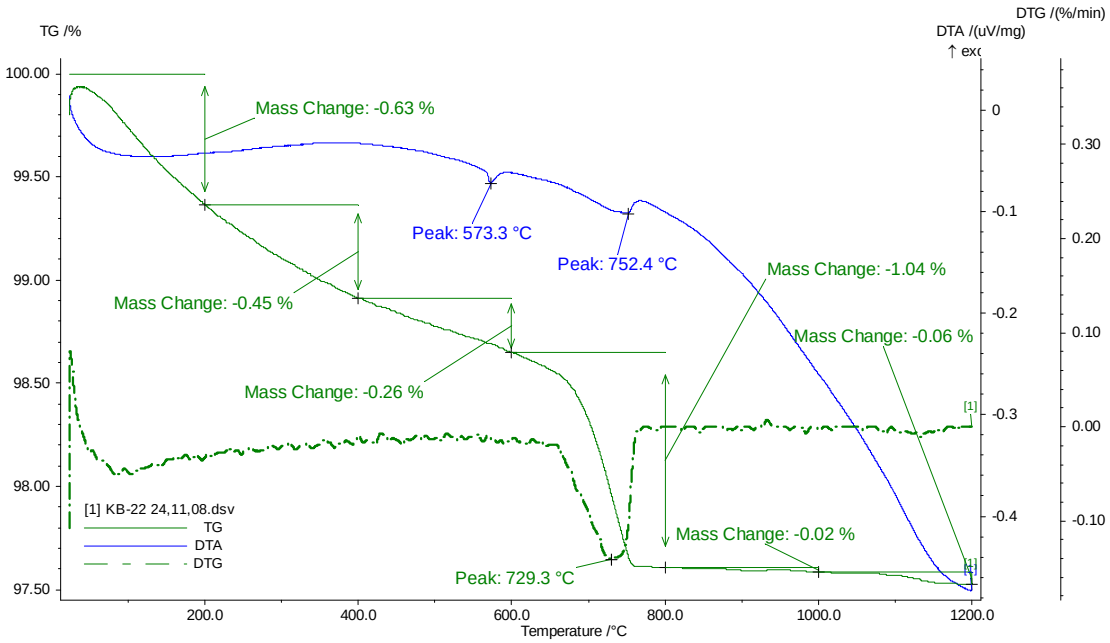
Şekil 4.44. KB-19 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



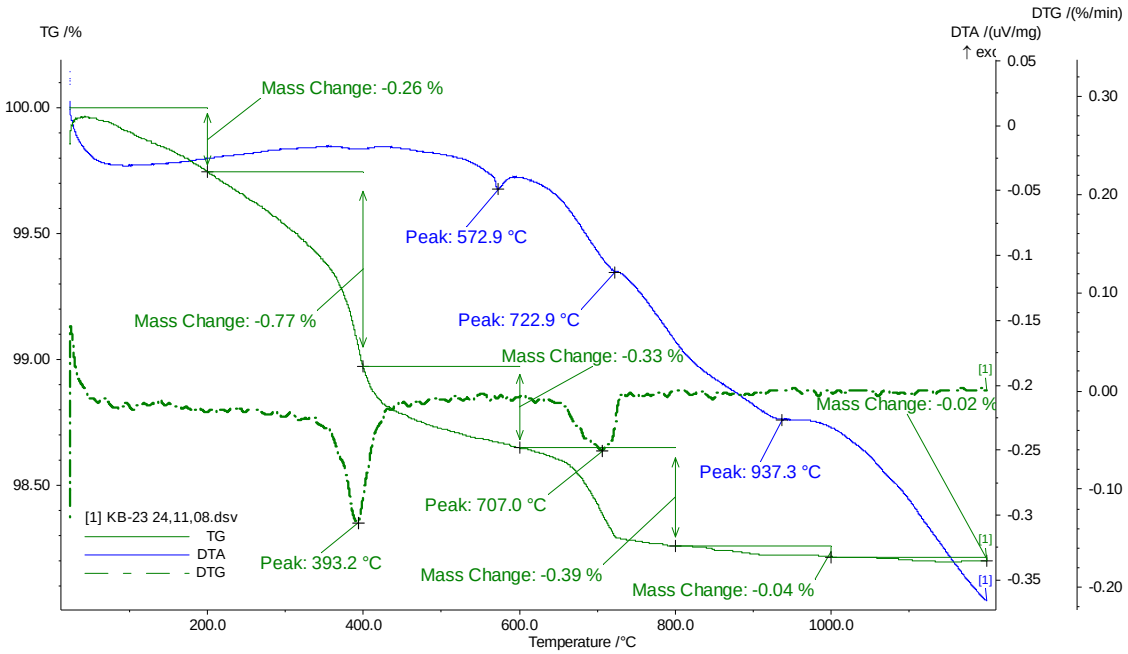
Şekil 4.45. KB-20 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



Şekil 4.46. KB-21 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



Şekil 4.47. KB-22 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik



Şekil 4.48. KB-23 kodlu çini bünyenin TG-DTA analizine ait grafik

Çizelge. 4.10. Kubad Abad Sarayı çini örneklerinin TG ve DTA verileri

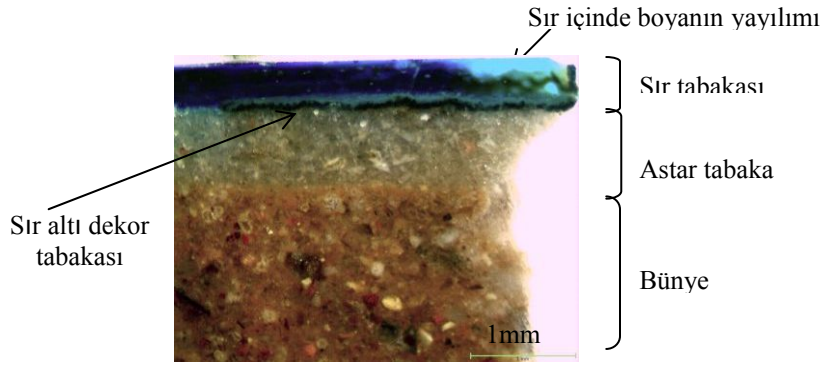
Numune Kodu	DTA		DTG			TG
	Sıcaklık (^{o}C)	Reaksiyon Tipi	Sıcaklık (^{o}C)	Sıcaklık Aralığı (^{o}C)	Kütle Kaybı (%)	Topl. Kütle Kaybı (%) (20-1200 ^{o}C)
KB-1	573 695	End. End.	685	650-720	0.28	1.49
KB-2	573 685 880	End. End. Exo.	674	650-700	0.41	1.64
KB-3	573 680	End. End.	685	640-720	0.30	1.07
KB-4	573 860	End. Exo.				1.09
KB-5	573 665	End. End.	650	610-680	0.12	0.87
KB-6	573 670 850	End. End. Exo.	320 670	250-360 630-700	0.23 0.07	1.01
KB-7	573 670	End. End.	665	650-680	0.11	1.35
KB-8	573 680	End. End.	670	640-690	0.19	1.37
KB-9	573 678 850	End. End. Exo.	673	630-690	0.17	1.01
KB-10	575 695	End. End.	685	650-710	0.36	1.82
KB-11	572 685	End. End.	684	630-700	0.29	1.21
KB-12	574 870	End. Exo.	645	640-670	0.04	1.03
KB-13	573 896	End. Exo.	666	630-680	0.07	0.72
KB-14	573 922	End. Exo.				1.03
KB-15	575 766 1074	End. End. Exo.	89 754	20-170 680-780	0.40 0.87	2.22
KB-16	573 715 911	End. End. Exo.	696	650-730	0.28	0.82
KB-17	573 709 900	End. End. End.	390 702	310-420 630-730	0.60 0.24	1.55
KB-18	573 708	End. End.	703	650-730	0.29	1.06
KB-19	574 689	End. End.	685	650-700	0.17	0.97
KB-20	574 670	End. End.	350 667	310-380 630-690	0.30 0.06	1.25
KB-21	574 658	End. End.	342 648	200-400 630-670	0.37 0.04	0.84
KB-22	573 744	End. End.	86 730	20-200 650-760	0.63 0.93	2.46
KB-23	572 718 823 984	End. End. End. Exo.	393 707	35-430 650-740	0.60 0.31	1.81

4.4. Makro Yapı ve Mikro Yapı Analizleri ve Sonuçların Değerlendirilmesi

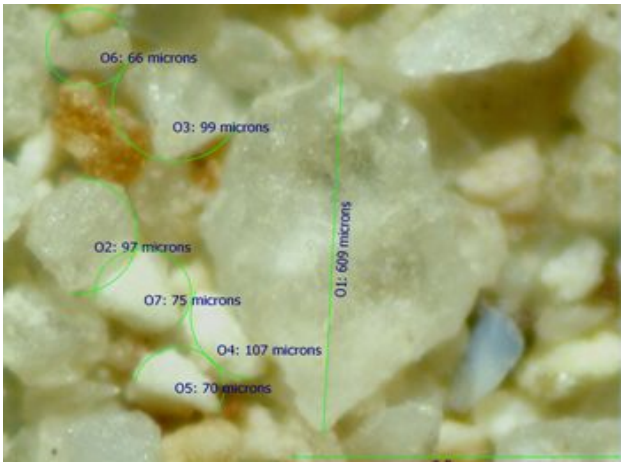
4.4.1. Stereo mikroskopta makro yapı incelemeleri ve sonuçların değerlendirilmesi

Kubad Abad çinilerinin stereo mikroskop altında çekilmiş görüntülerine ait temsili resimler Şekil 4.49- 4.70 arasında görülmektedir.

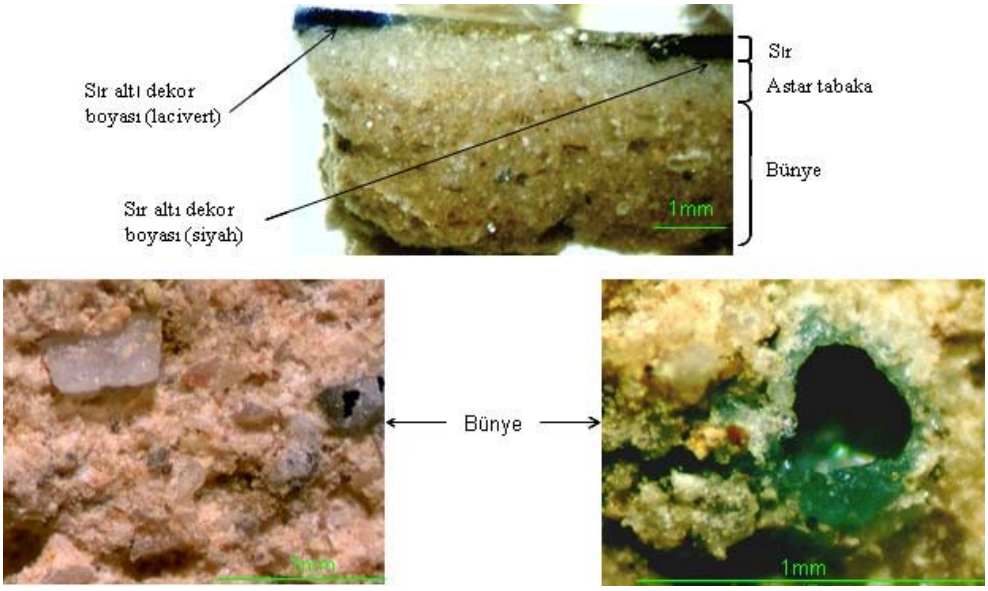
Kubad Abad çini bünyeleri üzerinde yapılan makroyapı analizlerine göre çini örneklerinde şeffaf renksiz sır (KB-2, KB -7, KB -8, KB -10, KB -17, KB -19, KB -21, KB -23), şeffaf turkuaz sır (KB -1, KB -4, KB -14, KB -16, KB -20), opak beyaz sır (KB -3, KB-15), opak turkuaz sır (KB -5, KB -11, KB -12, KB -13, KB-18,), opak lacivert sır (KB -6), koyu mangan moru renginde örtücü sır (KB-9, KB-22) tespit edilmiştir. Şeffaf sırların altında sır altı dekor uygulandığı opak beyaz ve opak lacivert sırlar üzerinde lüster dekor tekniğinin kullanıldığı, koyu renkli örneklerin birinde lüster dekor tekniğinin kullanılmıştır. Şeffaf renksiz sırlı örneklerde sır altında krom yeşili, sarı, lacivert, koyu kahve, siyah renklerde dekor boyalarının kullanıldığı görülmüştür. Şeffaf turkuaz renkli sırın altında ise sadece siyah renkte boya bulunmaktadır. Şeffaf sırların dikey kesitlerinde lacivert boyanın sır içinde çok iyi dağılabildiği görülmektedir. (Şekil 4.51, 4.53., 4.60., 4.68. ve 4.70.). Yüzeyden bakıldığında şeffaf sırlı örneklerde astar tabakası benzeri ara tabakalar olduğu gözlenmiştir. Bünye renginin tam beyaz olmadığı fakat şeffaf sır altında süt beyaz görülen bünyelerde bu tabakaların astar tabakası olması muhtemeldir. Taramalı elektron mikroskobu ile yapılan mikro yapı incelemelerinde daha net bilgiler elde edilebilecektir. Opak sırların stereo mikroskop görüntülerinde içlerinde opaklaştırma elementinin granüler tanecik şeklinde yayıldığı gözlenmektedir. Opak sır üzerine uygulanan lacivert boyanın opak sır içinde yayıldığı görülmektedir (Şekil 4.54).



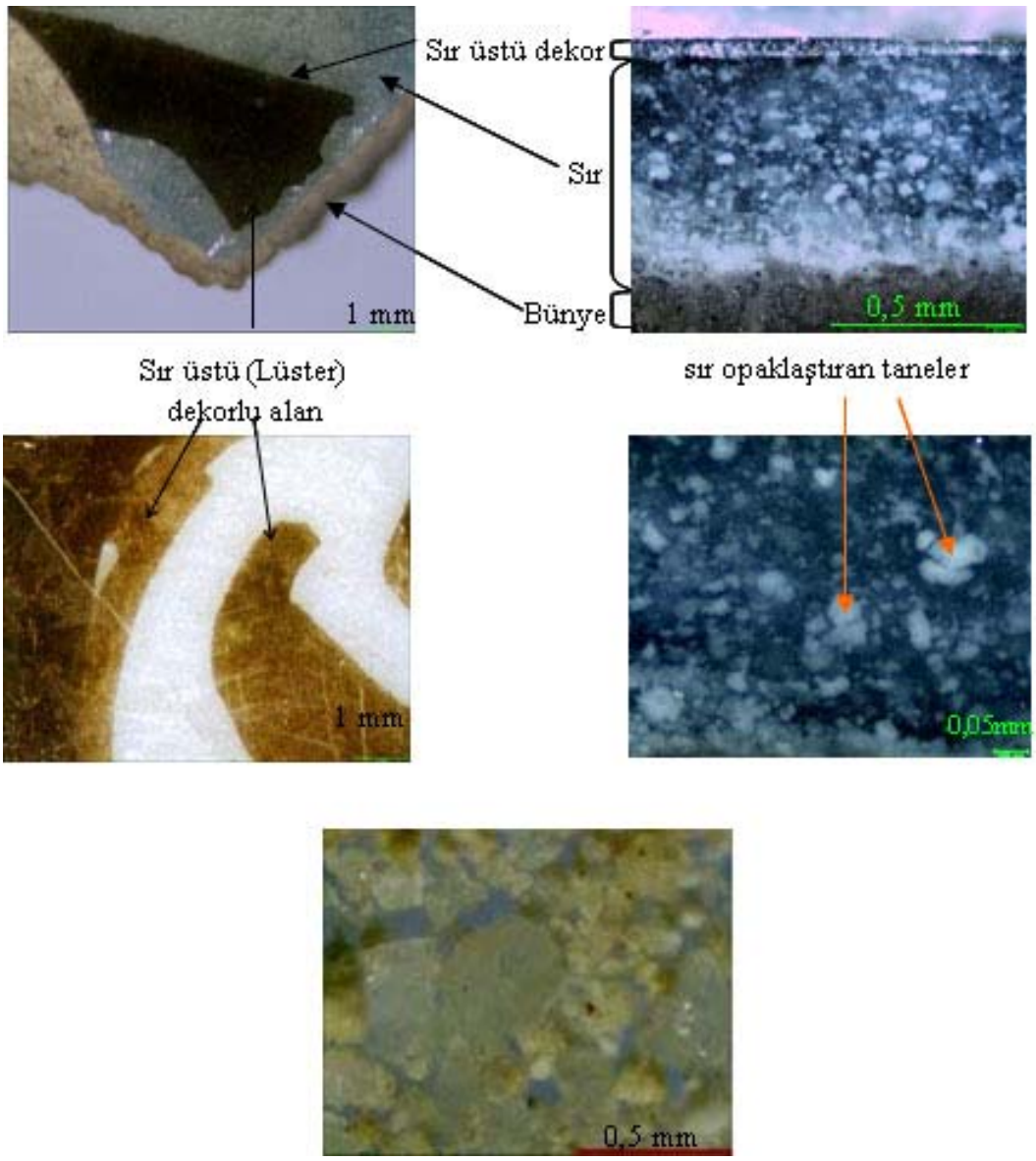
Şekil 4.49. KB-1 kodlu numunenin dikey kesitten görüntüsü



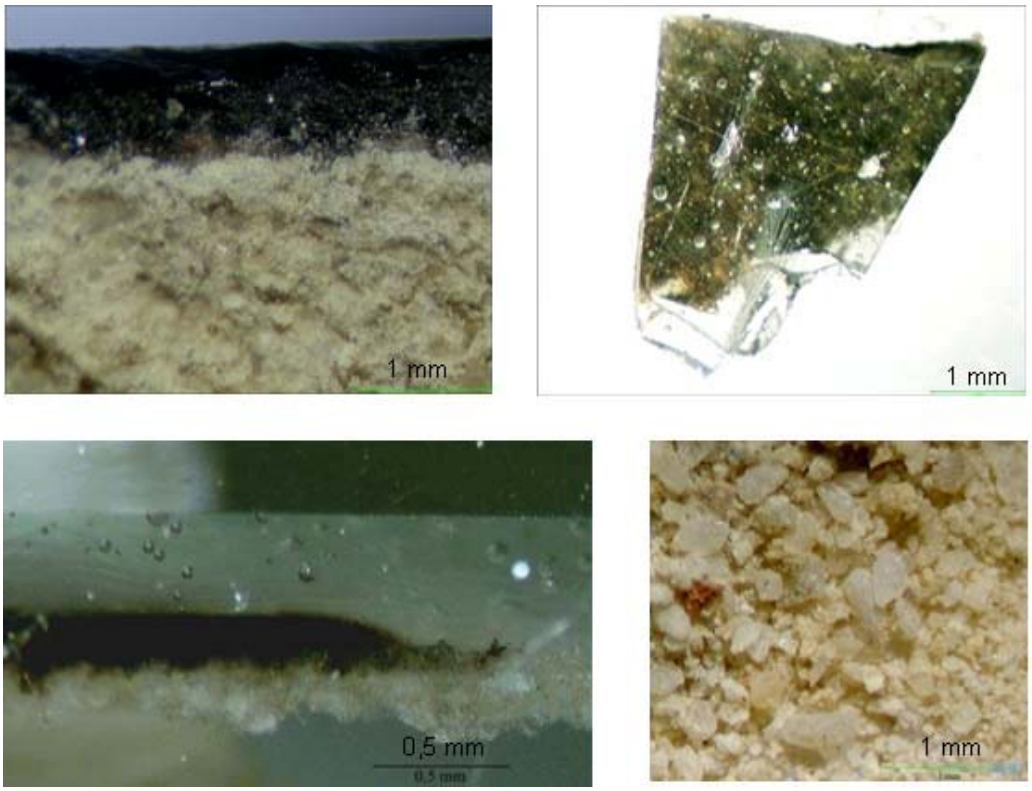
Şekil 4.50. KB-1 kodlu numunenin ezilmesi sonucu toz numunede kuvars tanelerinin görüntüsü



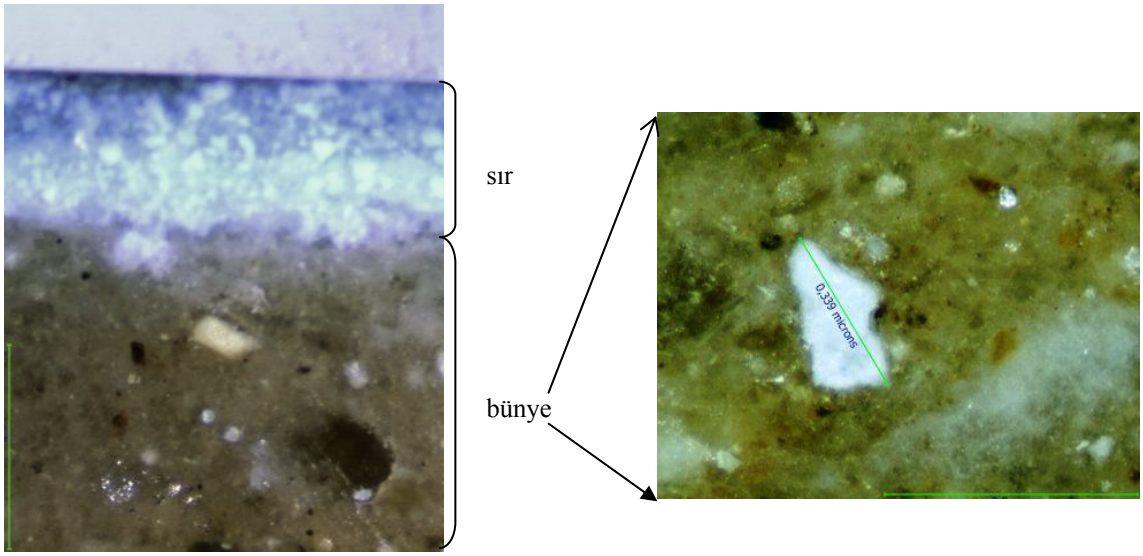
Şekil 4.51. KB-2 kodlu numunenin parlatılmış dikey kesitten ve kırık yüzeyden alınan görüntüleri



Şekil 4.52. KB-3 kodlu numunenin parlatılmış dikey kesit görünümleri, üst görünümleri ve aynı numunenin ezilmesi sonucu bünye tanelerinin görünümü

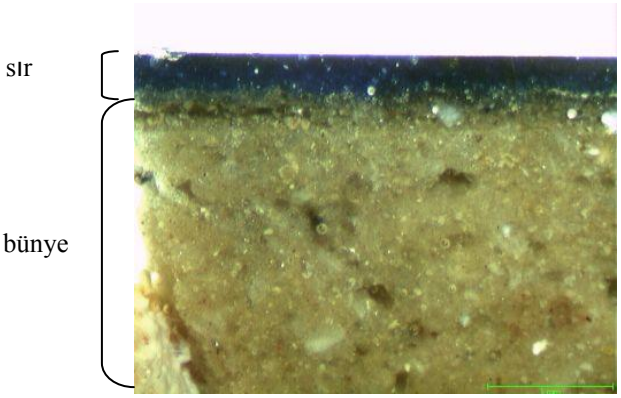


Şekil 4.53. KB-4 kodlu numune görüntüleri (dikey kesitten genel görüntüler, üstten sır görüntüsü ve ezilmiş bünyede tanelerin görüntüsü)

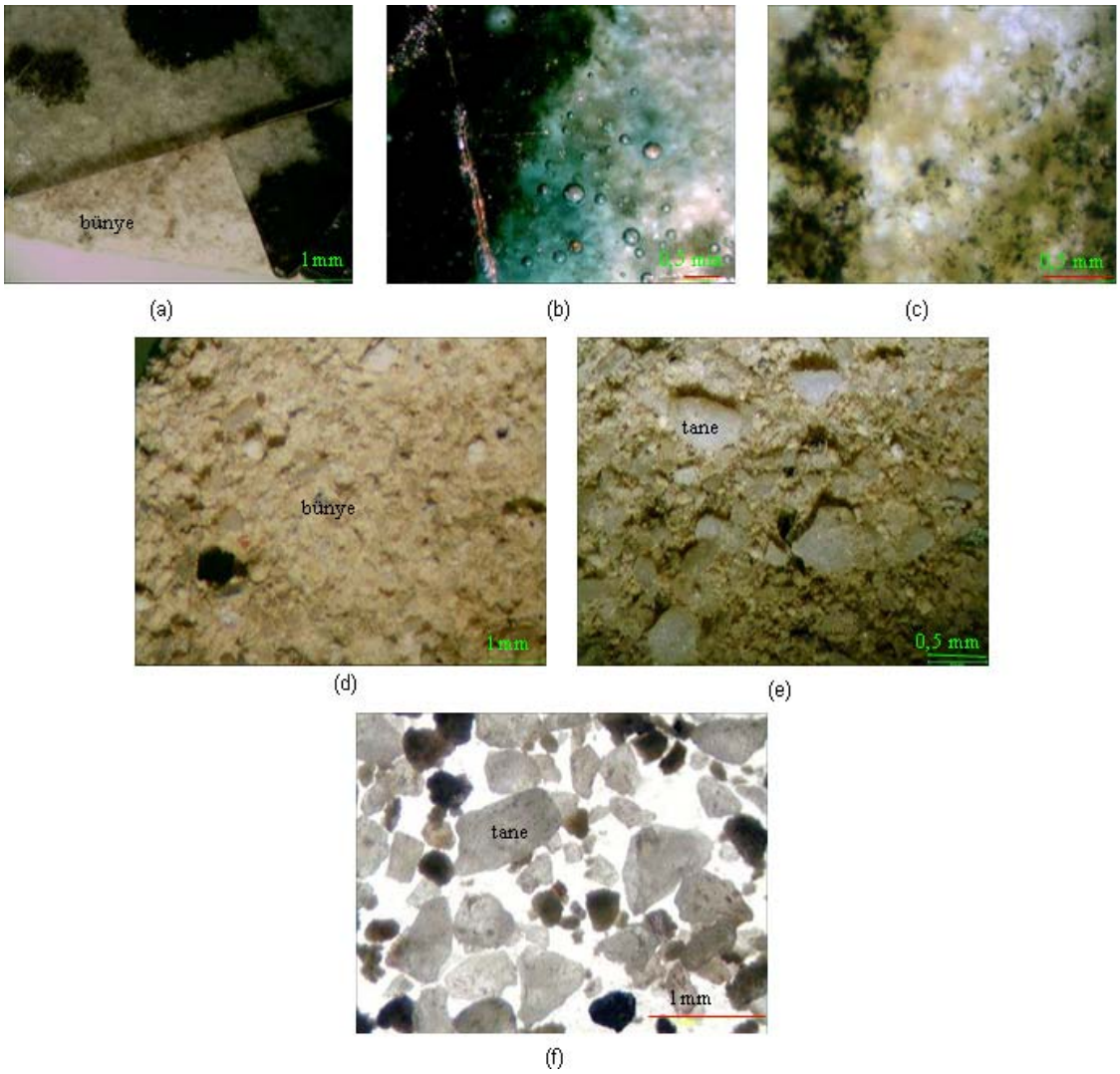


(a) (b)

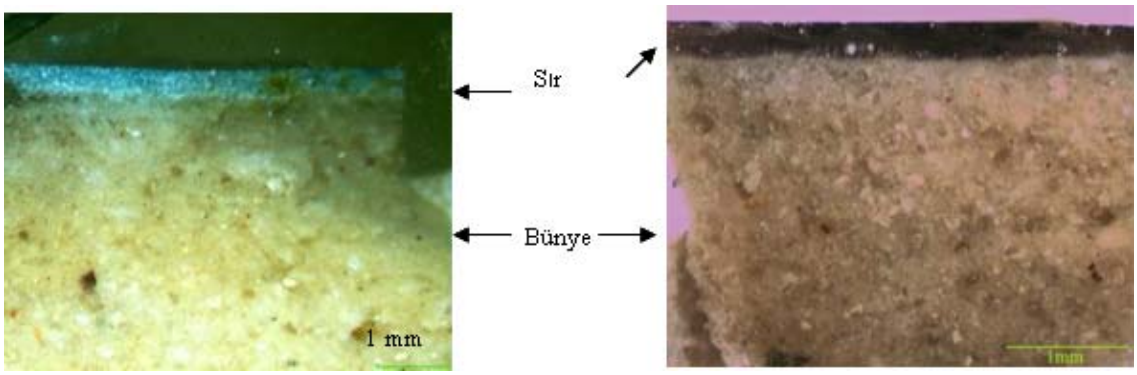
Şekil. 4.54. KB-5 kodlu numunenin dikey kesit parlatılmış görüntüsü; (a) sır ve bünye, (b) bünye



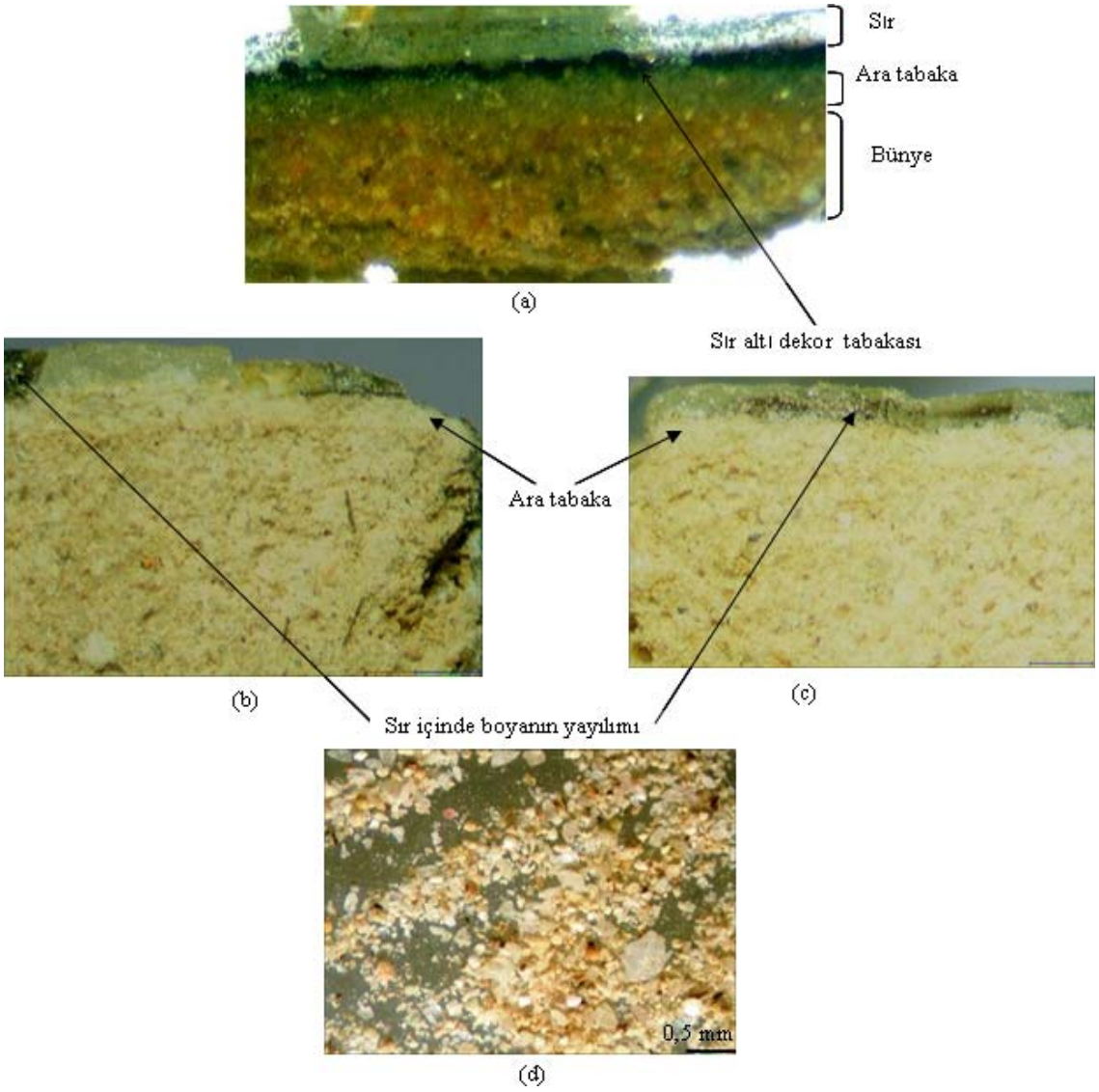
Şekil. 4.55. KB-6 kodlu numunenin dikey kesit parlatılmış görüntüsü



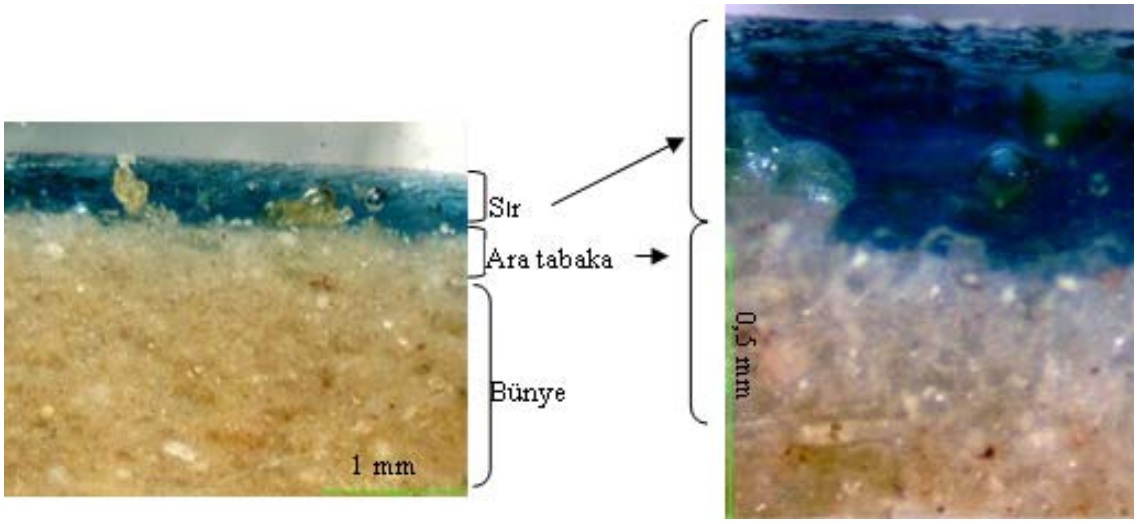
Şekil. 4.56. KB-7 kodlu numune görüntüleri; (a), (b) ve (c) üstten görüntü, (d) kırık yüzeyden bünye görüntüsü, (e) ve (f) ezilmiş bünyede tanelerin görüntüsü



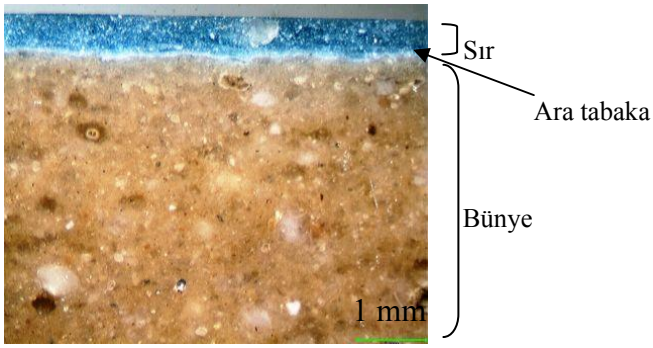
Şekil. 4.57. KB-8 ve KB- 9 kodlu numunelerin dikey kesit parlatılmış görüntüleri



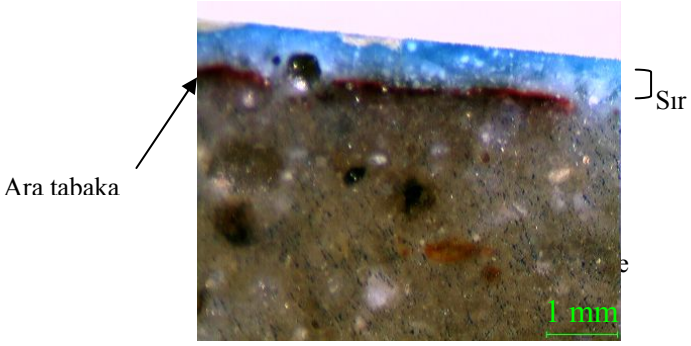
Şekil. 4.58. KB-10 kodlu numune görüntüleri; (a) dikey kesitten parlatılmış yüzey görüntüsü, (b) ve (c) kırık yüzeyden dikey kesit görüntüsü, (d) ezilmiş bünyede tanelerin görüntüsü



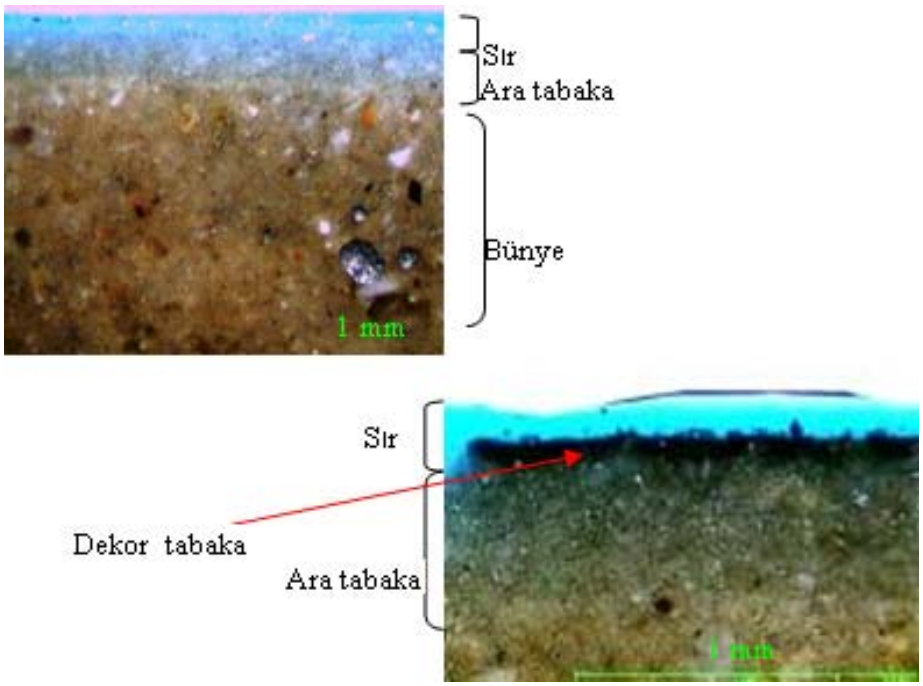
Şekil. 4.59. KB-11 kodlu numunelerin dikey kesit parlatılmış görüntüleri



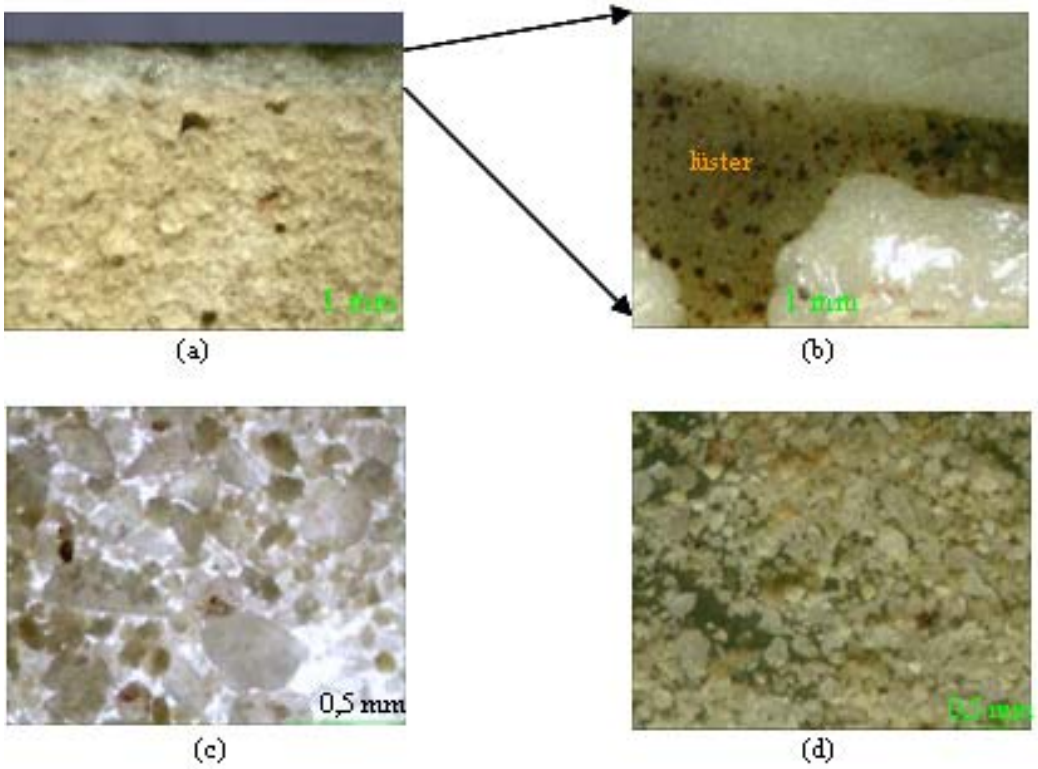
Şekil. 4.60. KB-12 kodlu numunelerin dikey kesit parlatılmış görüntüleri



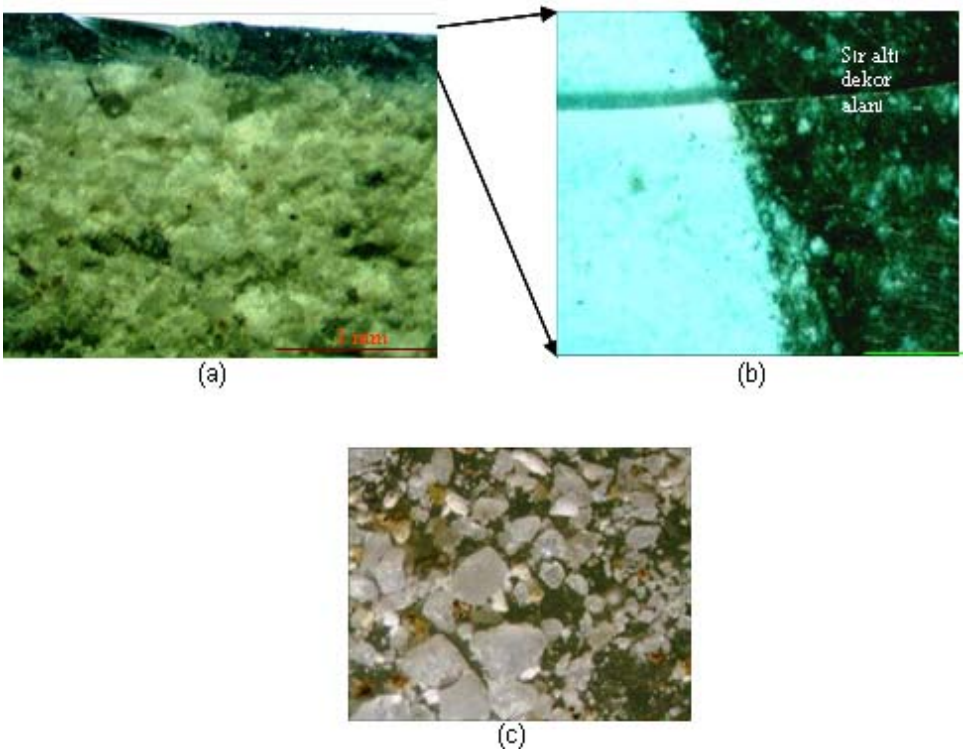
Şekil. 4.61. KB-13 kodlu numunelerin dikey kesit parlatılmış görüntüleri



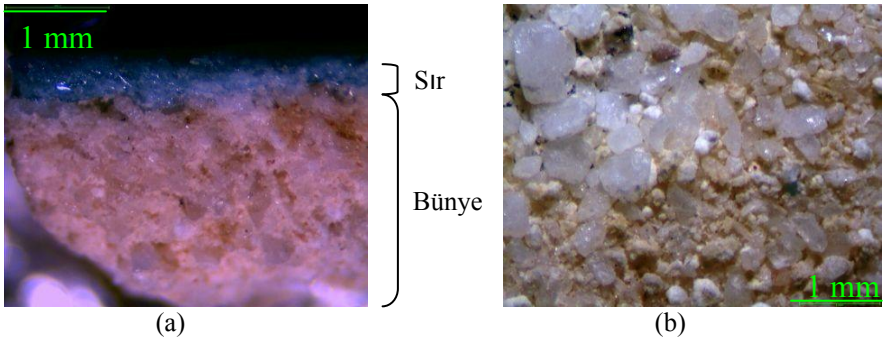
Şekil. 4.62. KB-14 kodlu numunelerin dikey kesit parlatılmış görüntüleri



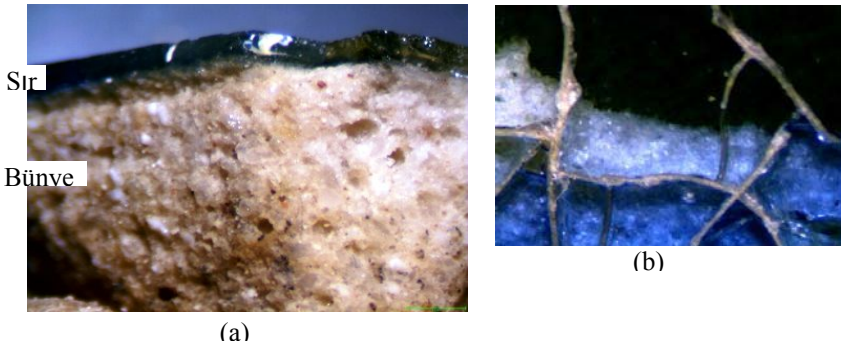
Şekil. 4.63. KB-15 kodlu numune görüntüleri; (a) dikey kesitten parlatılmış yüzey görüntüsü, (b) üstten görünüm, (c) ve (d) ezilmiş bünyede tanelerin görüntüsü



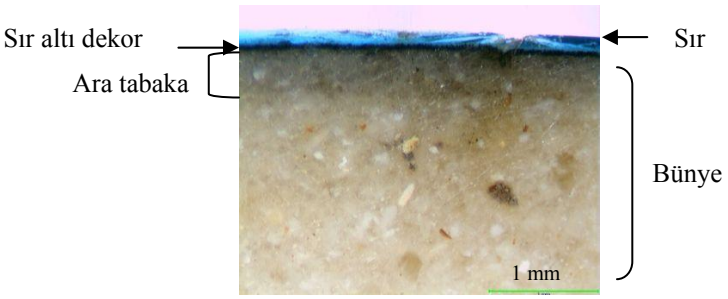
Şekil. 4.64. KB-16 kodlu numune görüntüleri; (a) dikey kesitten parlatılmış yüzey görüntüsü, (b) üstten görünüm, (c) ezilmiş bünyede tanelerin görüntüsü



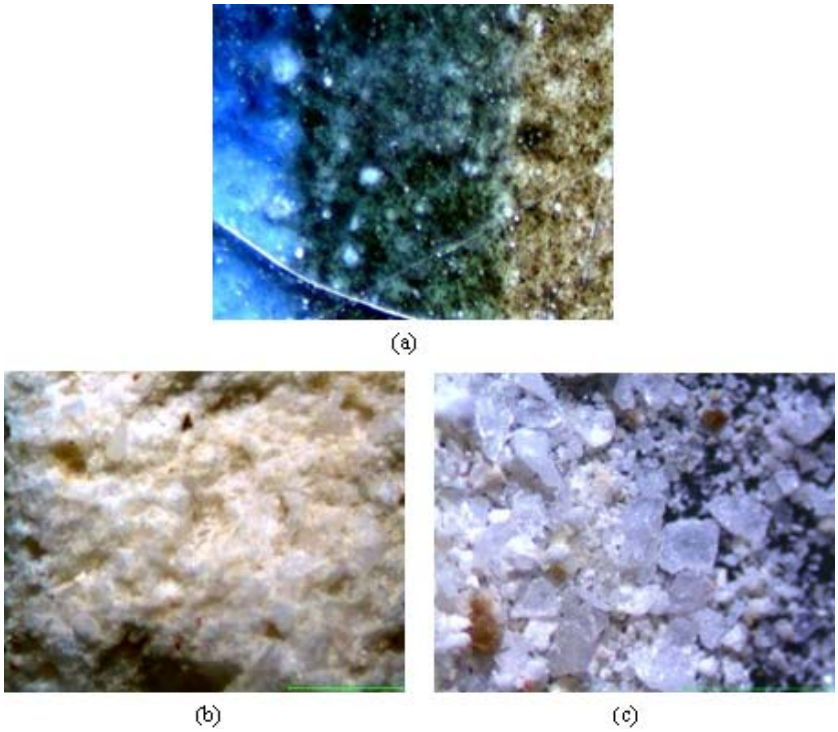
Şekil. 4.65. KB-18 kodlu numune görüntüleri; (a) dikey kesitten parlatılmış yüzey görüntüsü, (b) ezilmiş bünyede tanelerin görüntüsü



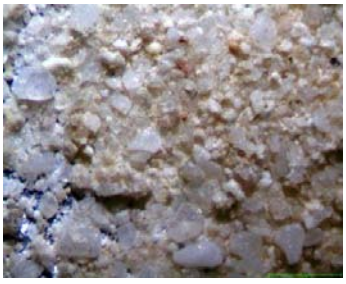
Şekil. 4.66. KB-19 kodlu numune görüntüleri; (a) bünye ve sır genel görüntüsü, (b) sır görüntüsü



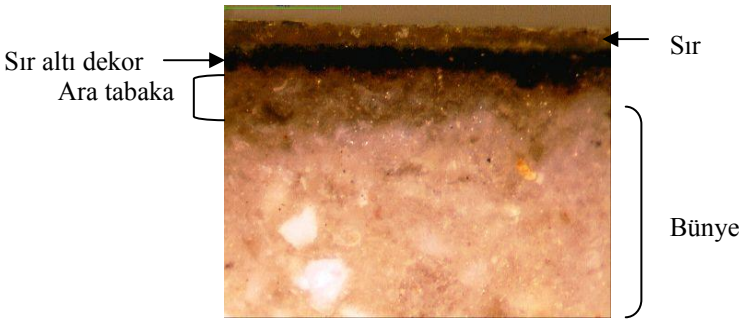
Şekil. 4.67. KB-20 kodlu numune görüntüsü



Şekil. 4.68. KB-21 kodlu numune görüntüleri; (a) üstten sır görünümü, (b) bünye görüntüsü, (c) ezilmiş bünyede tanelerin görüntüsü



Şekil. 4.69. KB-22 kodlu numunenin ezilmiş bünye tanelerinin görüntüsü

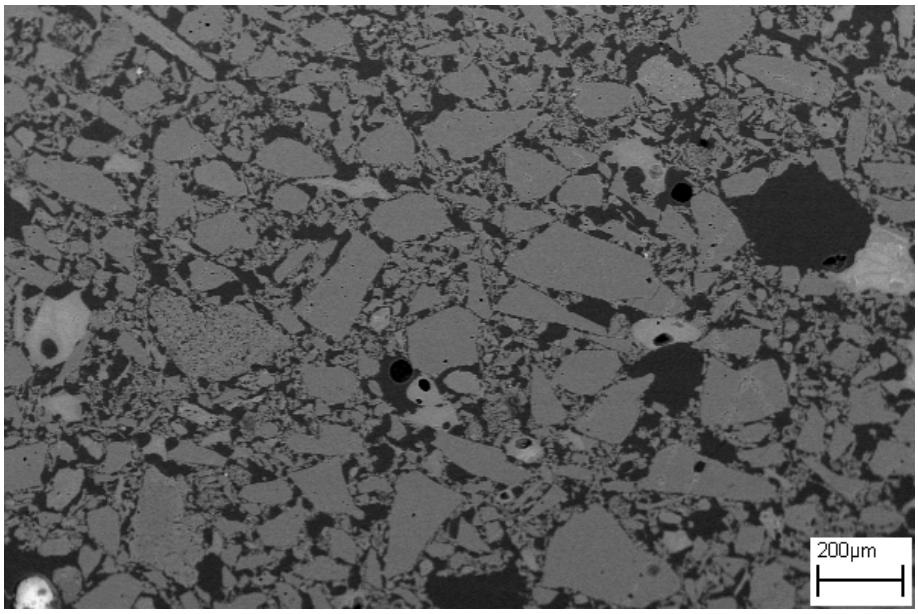


Şekil. 4.70. KB-23 kodlu numunenin parlatılmış dikey kesit görüntüsü

4.4.2. Mikroyapı incelemeleri ve sonuçların değerlendirilmesi

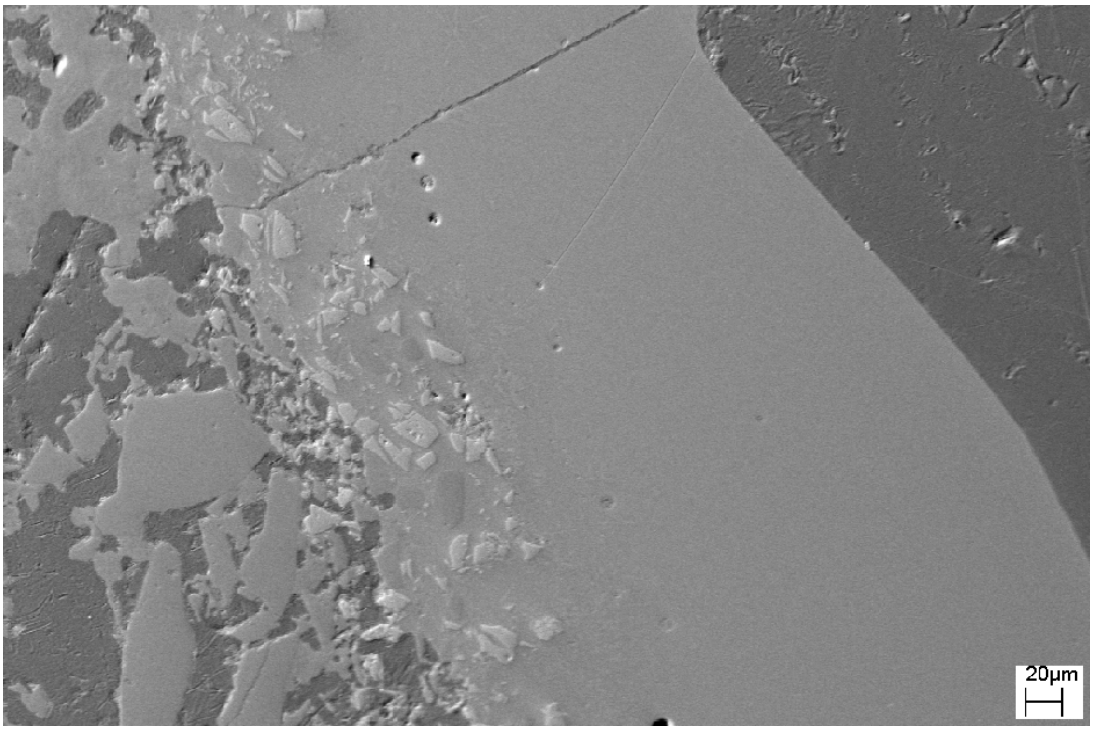
Kubad Abad çini bünyeleri üzerine yapılan mikroyapı incelemeleri sırasında elde edilen SEM görüntüleri ve bu görüntüler üzerinde bazı kısımların EDX analizleri Şekil 4.71'den Şekil 4.77'ye kadar yer almaktadır.

Şekil 4.71 de yer alan KB-1'e ait bünye SEM görüntüsünde köşeli taneler kuvars tanelerini göstermektedir. Tanelerde genel olarak yönlenme olmadığı görülmektedir. ~400 mikron boyutunda kuvars taneleri gözlenmektedir.



Şekil 4.71. KB-1 kodlu arkeolojik çini örneğinin SEM görüntüsü

Şekil 4.72’ de turkuaz şeffaf sırla kaplı KB-1 kodlu numunenin dikey kesitinden elde edilen görüntüde sır bölgesi görülmektedir. Kırık yüzeyden gerçekleştirilen EDX kimyasal analizinde sır içinde görülen bu beyazımsı tanelerde krom oksit, alüminyum oksit, magnezyum oksit, demir oksit ve bakır oksit tespit edilmiştir (Çizelge 4.11.), Bakır oksit sır renklendirme malzemesi olarak kullanılmıştır. Bu yüzden bakır oksit yok sayılarak geride kalan oksit yapısının kromit mineralinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Bakır oksidin kromit tane yapısında görülmesi sır erime sıcaklığında tamamen çözünen bakır oksitten gelen bakır iyonlarının tane içine doğru hareketine bağlanmıştır.



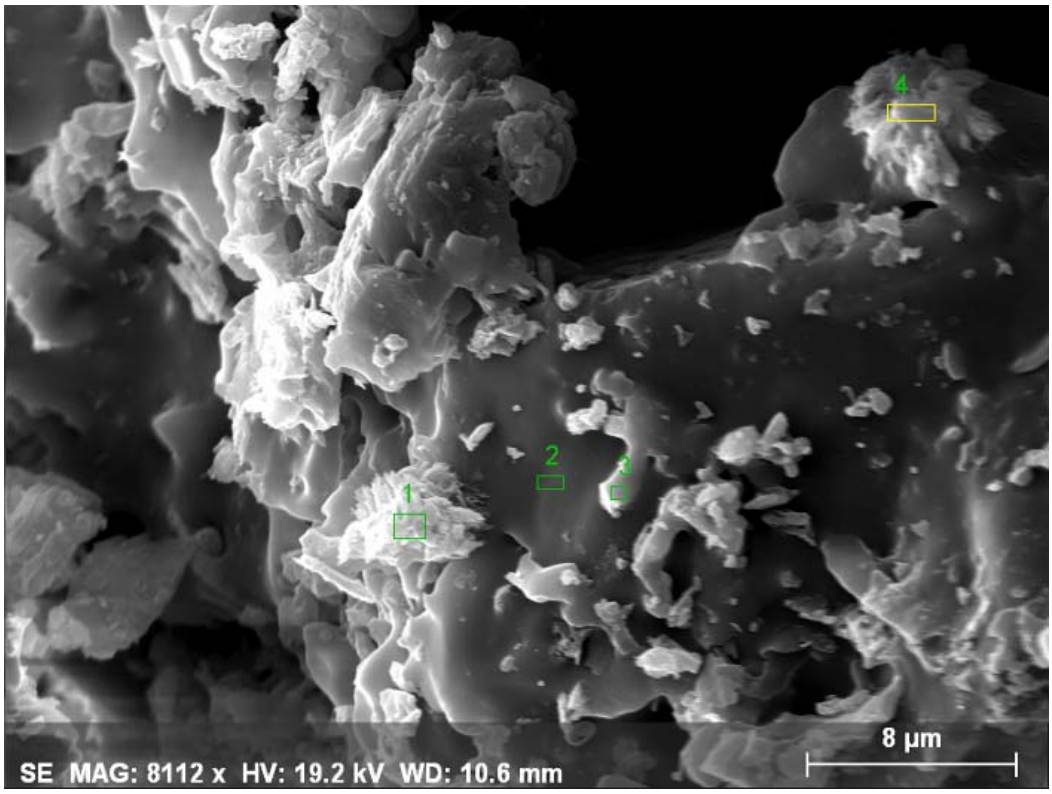
Şekil 4.72. KB-1 kodlu arkeolojik çini örneğinin SEM görüntüsü

Çizelge 4.11. Şekil 4.72’ de KB-1 kodlu numunede sırlı bölgenin alt kısmında bulunan açık renkli tanelerin kimyasal analizi

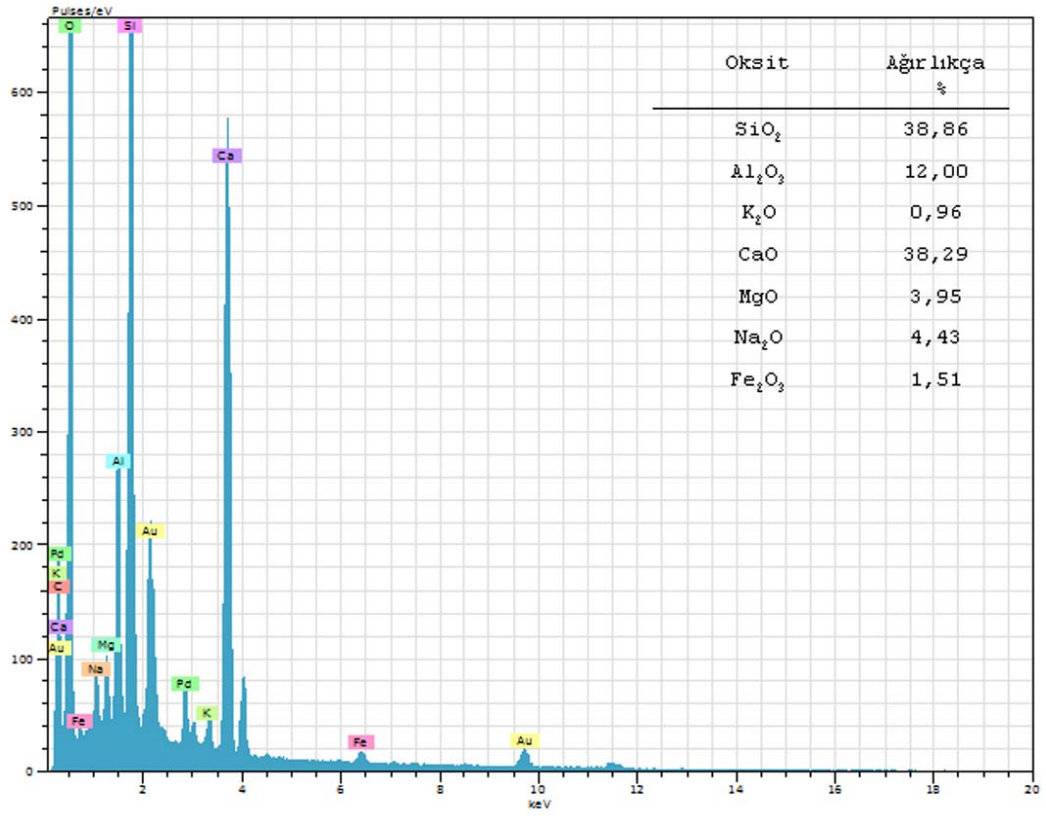
oksit	[ağ.-%]
Cr_2O_3	44,87
Al_2O_3	21,66
MgO	17,34
Fe_2O_3	9,83
CuO	4,55

KB-2 kodlu numunenin kırık yüzeyinden alınan görüntü ve bu görüntü üzerindeki bazı bölgelerin kimyasal analizi Şekil 4.73'den Şekil 4.76'ya görülmektedir. 1 ve 3 nolu alanlarda kalsiyum alüminyum silikat içeren faz yapıları (plajioklas) tespit edilmiştir.

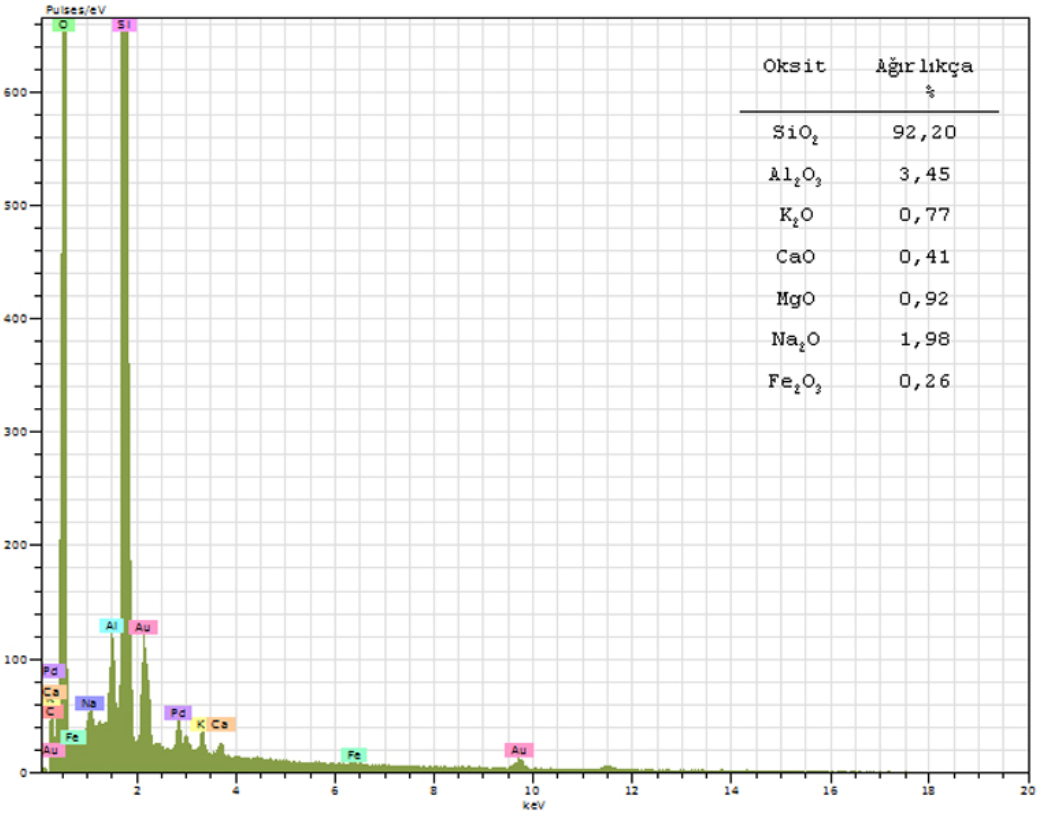
Şekil 4.77 ve Çizelge 4.12'de KB–8 çini bünyenin SEM görüntüsü ve bu görüntüde yapılan EDX analizi sonuçları oksit bazında verilmiştir. Şekil 4.78' de KB-12 kodlu numunenin SEM görüntüsü görülmektedir.



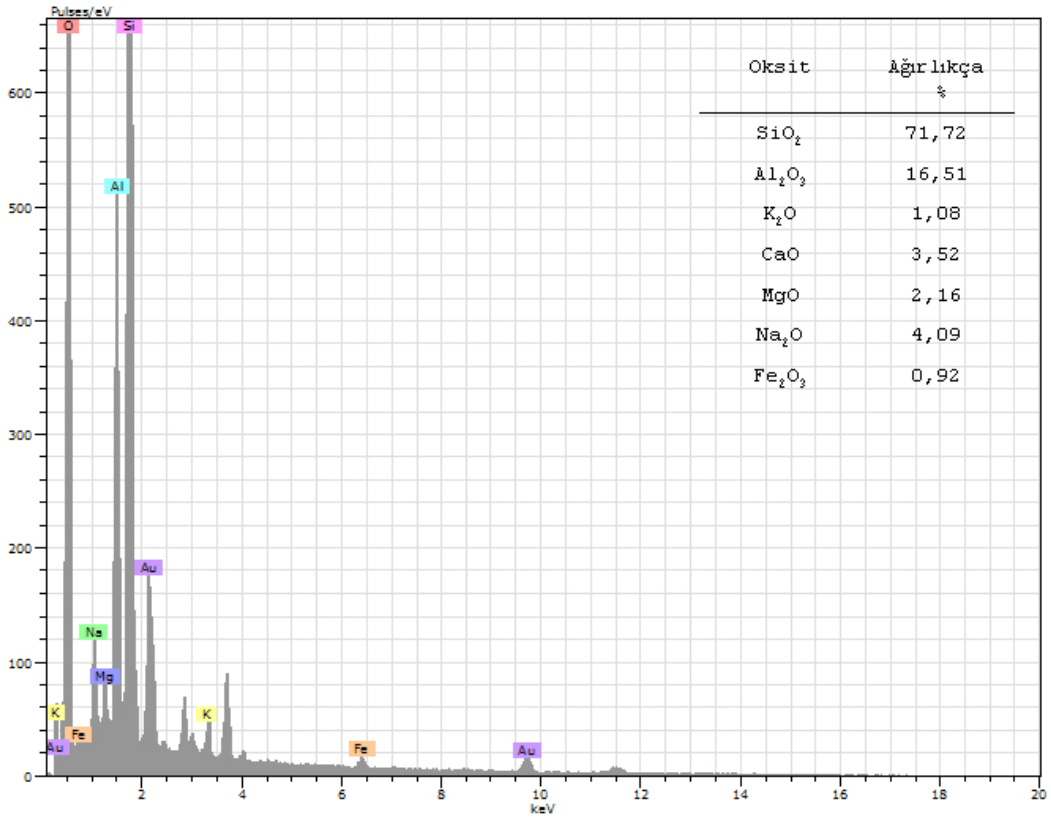
Şekil 4.73. KB-2 kodlu arkeolojik çini örneğinin SEM görüntüsü



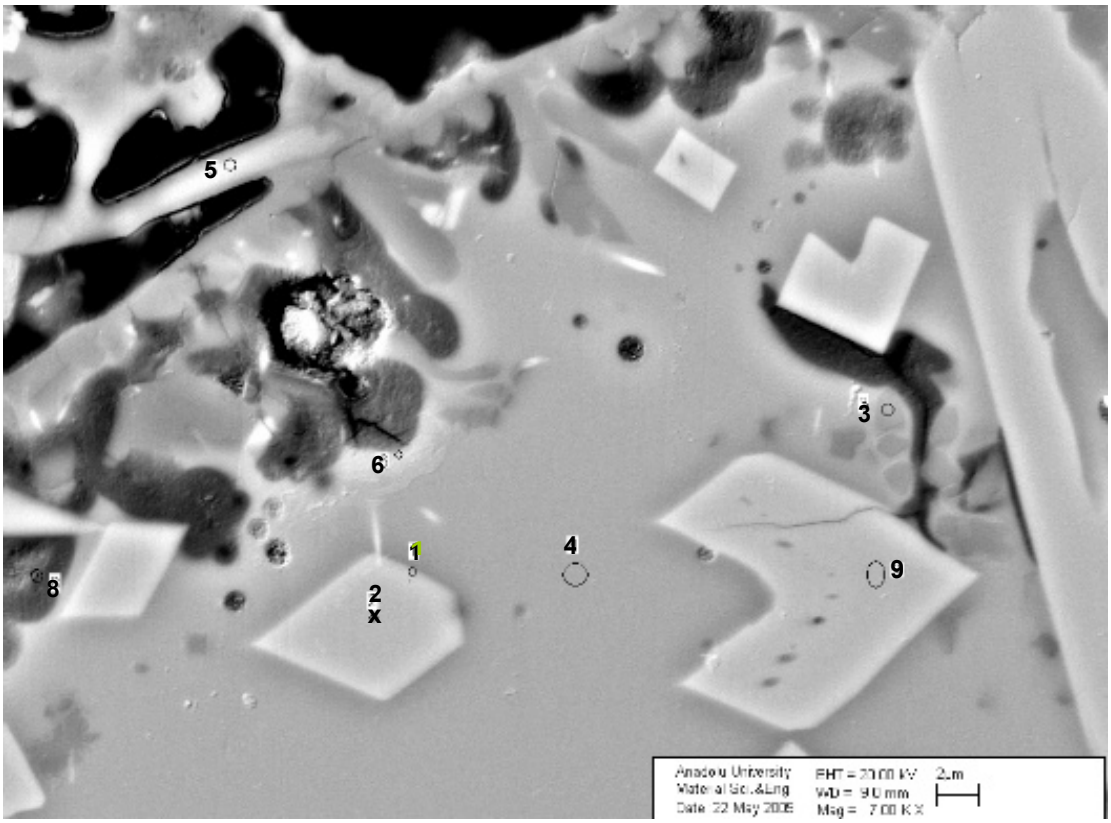
Şekil 4.74. Şekil 4.73. deki SEM görüntüsünde 1 nolu alanın EDX kimyasal analizi



Şekil 4.75. Şekil 4.73. deki SEM görüntüsünde 2 nolu alanın EDX kimyasal analizi



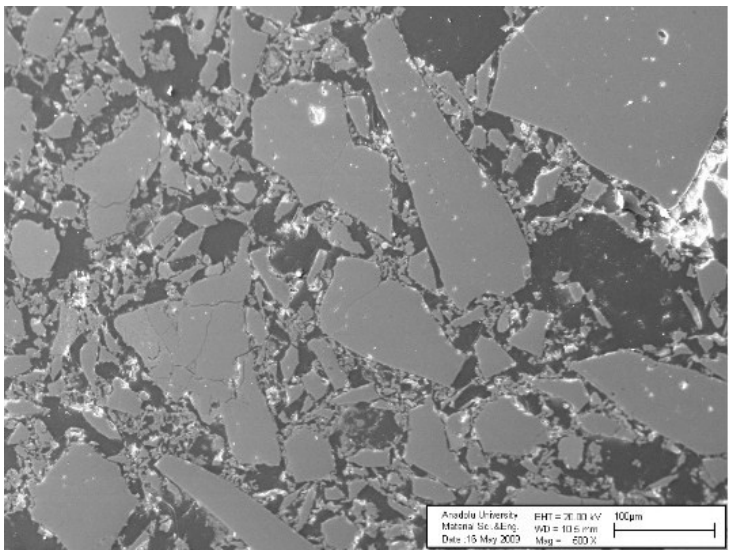
Şekil 4.76. Şekil 4.73. deki SEM görüntüsünde 3 nolu alanın EDX kimyasal analizi



Şekil 4.77. KB-8 bünyesinden bir SEM (BSE modunda) görüntüsü

Çizelge 4.12. KB-8 çini bünyenin SEM görüntüsünde Şekil 4.78 de verilen noktaların kimyasal analizi

Spectrum	SiO_2 [wt.-%]	Al_2O_3 [wt.-%]	CaO [wt.-%]	MgO [wt.-%]	K_2O [wt.-%]	Na_2O [wt.-%]	Fe_2O_3 [wt.-%]	PbO [wt.-%]	TiO_2 [wt.-%]
1	74,66	3,09	4,47	3,09	3,60	9,51	1,21	0,36	0,00
2	75,03	3,36	4,42	2,69	3,69	8,91	1,24	0,53	0,12
3	54,58	0,66	23,46	17,42	0,19	1,40	1,83	0,21	0,25
4	53,26	0,50	24,28	18,39	0,13	1,13	1,93	0,21	0,17
5	83,68	9,08	0,72	0,82	2,51	2,38	0,43	0,29	0,10
6	76,96	3,13	4,14	2,81	3,02	8,26	1,04	0,54	0,10
8	63,51	3,74	13,79	11,24	1,23	4,25	1,10	0,79	0,35
9	69,76	4,30	12,69	8,72	1,08	1,87	1,38	0,00	0,20
Ortalama	68,93	3,4825	10,996	8,1475	1,9312	4,7137	1,27	0,3662	0,1612



Şekil.4.78. KB-12 bünyesinden bir SEM görüntüsü

4.5. Benzer Çini Ürünlerin Üretilmesi Çalışmaları ve Sonuçların Değerlendirilmesi

4.5.1. Çini bünye oluşturma çalışmaları ve sonuçlarının değerlendirilmesi

Benzer çini bünyeler oluşturulmasında Kubad Abad Sarayı çini bünyelerinin kimyasal (Çizelge 4.2.) ve mineralojik içerikleri ve makro yapıları dikkate alınarak olması muhtemel hammaddeler seçilerek Çizelge 4.13'deki reçeteler oluşturulmuştur. Çini bünyelerin hazırlanması Şekil 3.2'deki akış şemasına göre yapılmıştır.

Bünye karışımlarının bisküvi pişirimlerinde 22^{o}C-800^{o}C arası 40 saniye/dak. hızda ısıtma ve 800^{o}C'de 1 saat bekleme, 800^{o}C-850^{o}C arası 30saniye/dak. hızda ısıtma ve 850^{o}C'de 1 saat bekleme, 850^{o}C-900^{o}C arası 30 saniye/dak. hızda ısıtma ve 900^{o}C'de 1 saat bekleme, 900^{o}C-950^{o}C arası 30 saniye/dak. hızda ısıtma ve 950^{o}C'de 1 saat bekleme şeklindeki pişirim rejimi uygulanmıştır.

Çizelge 4.13. Benzer çini ürünleri için hazırlanan reçetelerde hammadde karışım oranları

Hammaddeler	**Karışımlardaki hammadde oranları (ağırlıkça %)**											
	ÇB-1	**ÇB-2**	**ÇB-3**	**ÇB-4**	**ÇB-5**	**ÇB-6**	**ÇB-7**	**ÇB-8**	**ÇB-9**	**ÇB-10**	**ÇB-11**	**ÇB-12**
Bentonit	2,3	-	5,1	3,4	5,6	2,4	5,7	3,8	3	2,5	-	5,5
Kalsit	-	-				-	-	-	-	-	2	-
Cam tozu	5,1	4,9	5,1	5,7	5,6	5,3	5,7	6,4	5	6	7,8	7,8
Kuvars E (-500µ +250µ)	5,6	-	-	-	-	5,3	5,7	6,4	5	6	4,9	5,6
Kuvars E (-250µ +150µ)	22,6	-	-	-	-	17,6	17	25,6	20	17,1	9,8	27,8
Kuvars E (-45µ)	45,1	44	45,9	45,4	44,4	31,2	17	19,3	15	12,8	-	11,1
Kuvars Ç (-150µ)		24,7	20,4	17,1	16,7	17,6	22,7	19,2	15	17,1	14,7	11,1
Kuvars Ç (-45µ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,8	24,5	11,1
Tebeşir	-	-	-	-	1,1	-	-	1,3	1	-	-	-
Kb kili	5,7	4,9	4,1	5,7	3,3	5,9	2,3	3,9	4	6	12,8	3,3
Grolleg kaolin	-	9,8	5,1		11,1	-	5,7	6,4	15	8,5	6,9	-
Mihalıcık kili	2,3	1,9	-	-	1,1	2,4	-	1,3	2	0,9	1,9	-
Doğanhisar kili	11,3	9,8	14,3	22,7	11,1	11,8	18,2	6,4	15	10,3	14,7	16,7
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Kubad Abad çini bünyelerinden yola çıkılarak üretimleri yapılan yeni çini bünyelerden seçilen ÇB-4, ÇB-5, ÇB-7 ve ÇB-12 kodlu örneklerin bisküvi pişirimlerinden sonra XRF kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.14.). Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da ÇB-4, ÇB-5, ÇB-7 ve ÇB-12 kodlu örneklerin alkali+toprak alkali oksit miktarları ve hesaplanan Seger formülleri görülmektedir. Çizelge 4.14.'deki kimyasal analiz sonuçlarına göre yeni üretilen çini bünyelerde ağırlıkça % SiO_2 miktarları % 85,6- 88,7 aralığında elde edilmiş olup bu sonuçlar Çizelge 4.3.'de de görülen Kubad Abad orijinal çini bünyelerinin SiO_2 miktarları ile benzeşmektedir. Çizelge 4.15.'de görülen ÇB-4, ÇB-5, ÇB-7 ve ÇB-12 kodlu çini bünye örneklerindeki toplam alkali ve toprak alkali oksit miktarları ağırlıkça % 3,06-5,25 arasında elde edilmiştir. Orijinal çini bünyelerde bu aralık ise ağırlıkça % 2,51 - 7.00 arasında değişmektedir. ÇB-4, ÇB-5, ÇB-7 ve ÇB-12 kodlu çini bünye örneklerinin Çizelge 4.16'da görülen seger formüllerinin orijinal Kubad Abad çini bünyelerinin seger formülleri (Çizelge 4.4) ile kıyaslandığında benzer olarak yapılan çini örneklerde alüminyum oksidin genelde daha büyük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14. ÇB–4, ÇB–5, ÇB–7, ÇB–12 kodlu bünye örneklerinin XRF kimyasal analizleri

		Numune Kodu			
	Oksitler	ÇB–4	ÇB–5	ÇB–7	ÇB–12
1	SiO_2	88,71	85,61	86,10	87,02
2	Al_2O_3	6,88	8,77	8,60	6,68
3	CaO	1,13	1,32	0,91	1,24
4	MgO	0,20	1,04	0,63	0,77
5	K_2O	1,22	0,85	1,30	1,49
6	Na_2O	0,51	1,45	1,57	1,75
7	Fe_2O_3	0,77	0,61	0,52	0,63
8	TiO_2	0,46	0,21	0,27	0,30
9	P_2O_5	0,05	0,06	0,06	0,05
10	SO_3	0,07	0,08	0,05	0,07
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00

*A.Z. :Ateş Kaybı

Çizelge 4.15. ÇB–4, ÇB–5, ÇB–7, ÇB–12 kodlu bünye örneklerinin XRF analiz sonuçlarına göre alkali+toprak alkali oksitler, Al_2O_3 , ve SiO_2 + TiO_2 ağırlıkça yüzdeleri (% ağ)

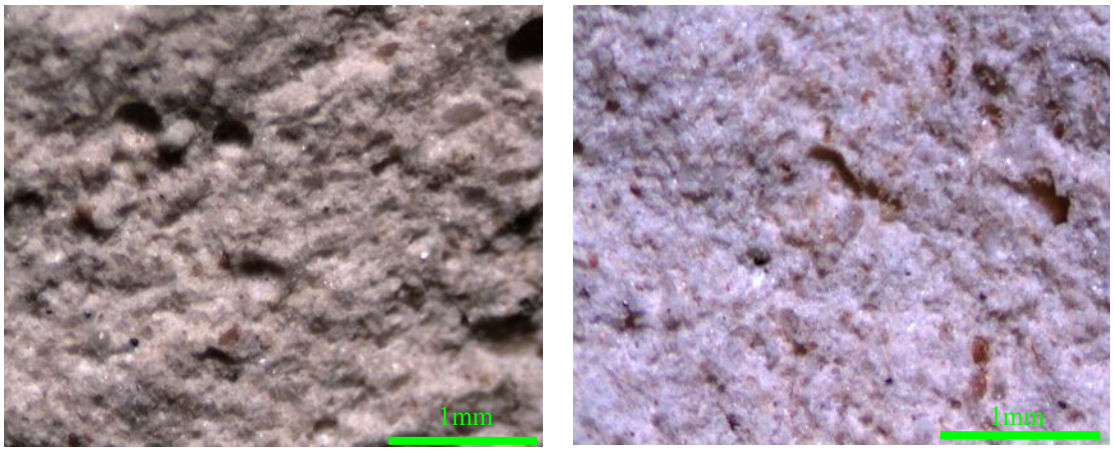
Numune Kodları	**Na_2O+K_2O +CaO+MgO**	**Al_2O_3**	**SiO_2 +TiO_2**
ÇB–4	3,06	6,88	89,17
ÇB–5	4,66	8,77	85,82
ÇB–7	4,41	8,60	86,37
ÇB–12	5,25	6,68	87,32

Çizelge 4.16. ÇB–4, ÇB–5, ÇB–7, ÇB–12 kodlu bünye örneklerinin XRF analiz sonuçlarına göre alkali+toprak alkali oksitler, Al_2O_3 ve SiO_2 + TiO_2'e göre hesaplanan Seger formülleri

Numune Kodları	Na_2O+K_2O +CaO+MgO	Al_2O_3	SiO_2 +TiO_2
ÇB–4	1	2,25	29,14
ÇB–5	1	1,88	18,42
ÇB–7	1	1,95	19,59
ÇB–12	1	1,27	16,63

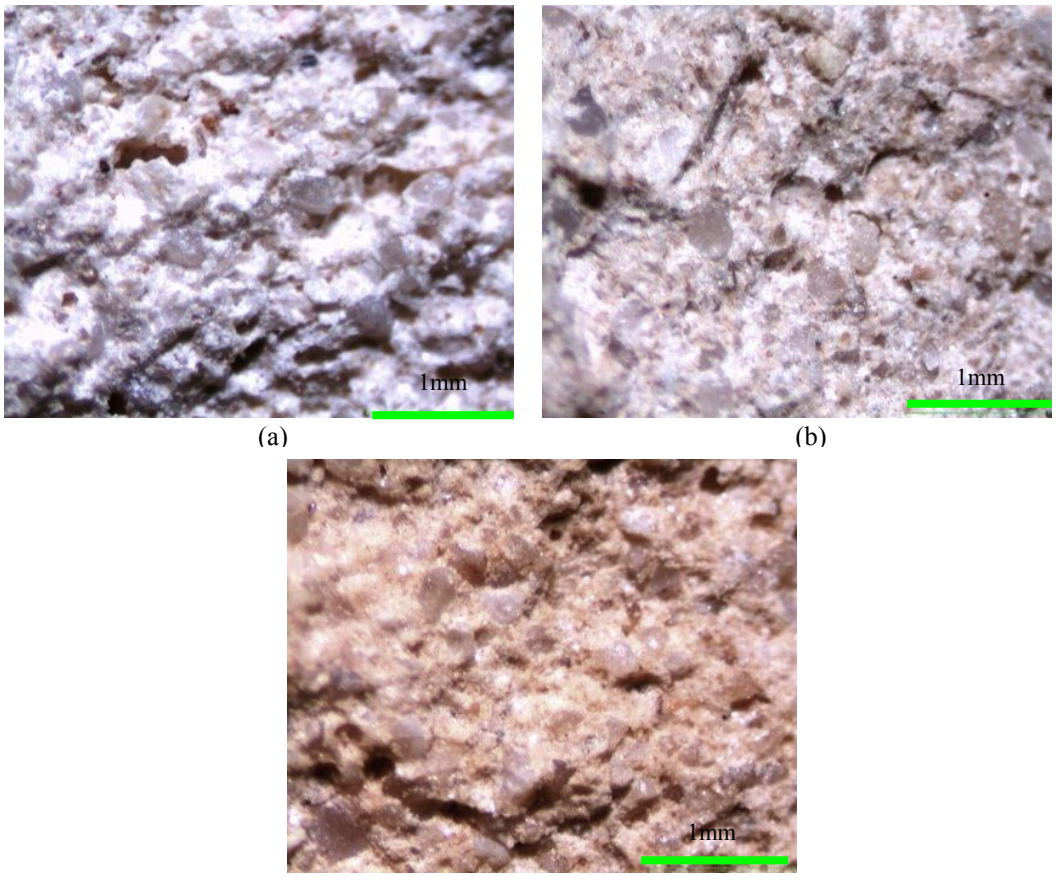
Şekil 4.78. ve Şekil 4.79.'da pişirilmiş çini bünyelerin kırık yüzeylerinin stereo mikroskop görüntüleri görülmektedir. ÇB-7 ÇB-10 ve ÇB-12 kodlu bünye örneklerinin kırık yüzeylerinin stereo mikroskop görüntülerinde kuvars taneleri net olarak gözükmekte ve Kubad Abad Sarayı çini bünyelerinin kesit görüntülerini andırmaktadır.

950^oC'de pişirimi yapılan ÇB-4, ÇB-5, ÇB-7 ve ÇB-12 kodlu benzer çini bünyelerin XRD mineralojik analiz diyagramlarında (Şekil 4.80 - Şekil 4.83) mineralojik yapının ağırlıklı kuvars olduğu çok az miktarda da anortit olduğu bulunmuştur. Bünye reçetesinde bulunan diğer hammaddelerin oluşturabileceği herhangi bir pike rastlanmamıştır.



(a) (b)

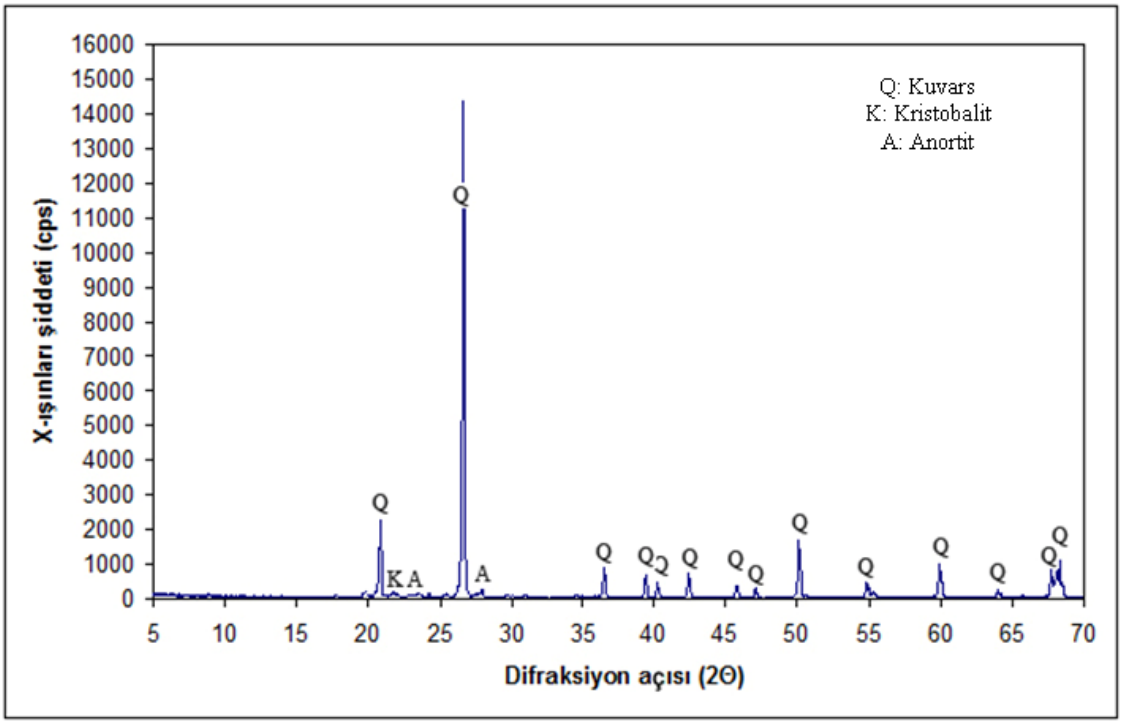
Şekil 4.79. ÇB-3 (a) ve ÇB-5 (b) kodlu bünyelerin stereo mikroskop görüntüleri



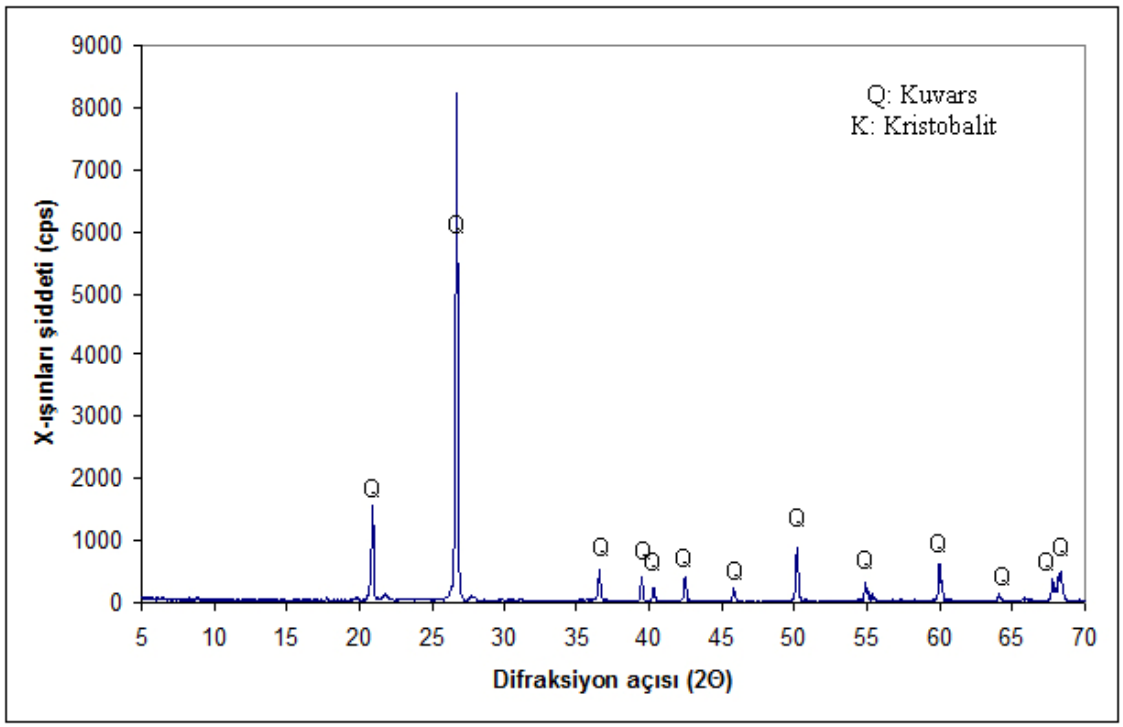
(a) (b)

(c)

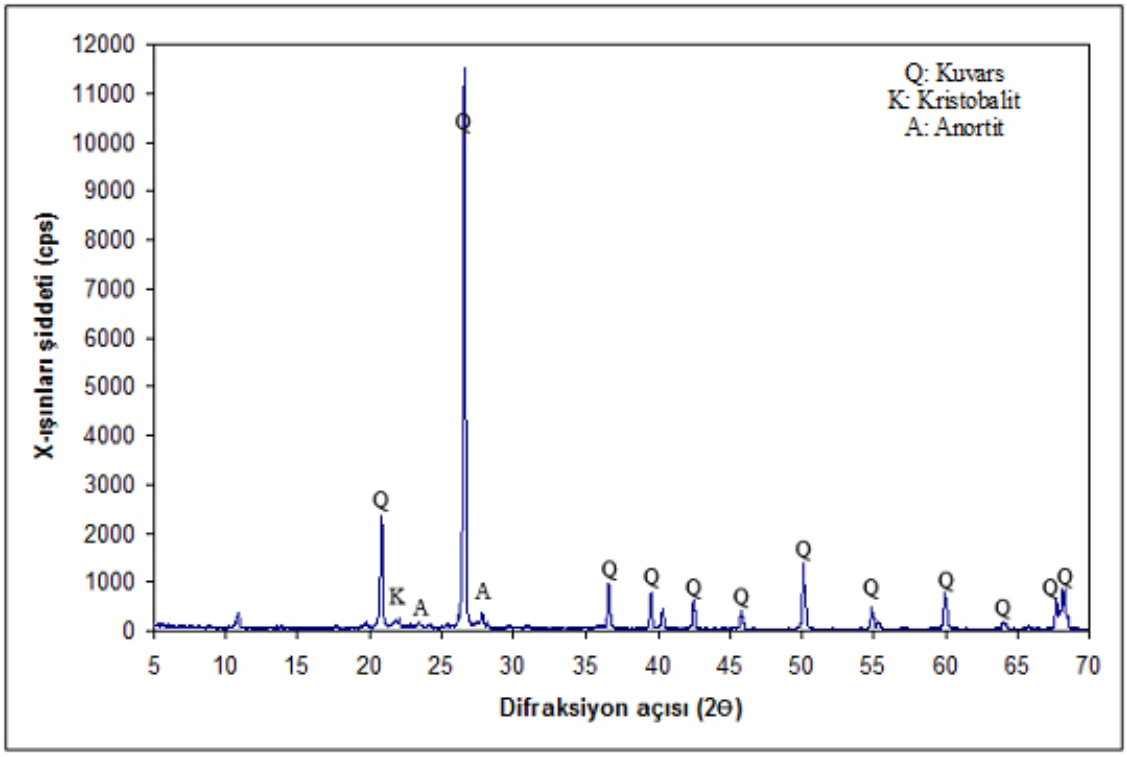
Şekil 4.80. ÇB-7 (a), ÇB-10(b) ve ÇB-12 (c) kodlu bünyelerin stereo mikroskop görüntüleri



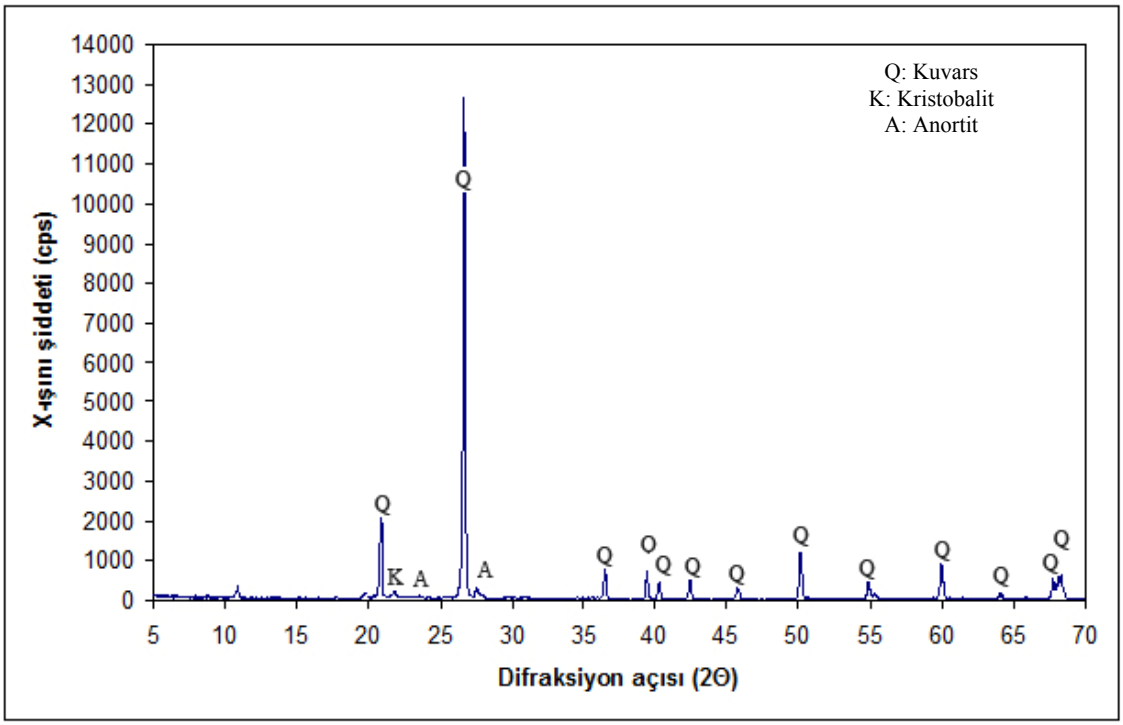
Şekil 4.81. ÇB–4 kodlu bünyelerin XRD paterni



Şekil 4.82. ÇB–5 kodlu bünyelerin XRD paterni



Şekil 4.83. ÇB–7 kodlu bünyelerin XRD paterni



Şekil 4.84. ÇB–12 kodlu bünyelerin XRD paterni

4.5.2. Çini sırı oluşturma çalışmaları ve sonuçların değerlendirilmesi

Benzer çini sırların oluşturulmasında Kubad Abad çinilerine uygulanan EDX elementsel kimyasal analizi sonuçları kullanılmıştır. Kubad Abad çini sırlarından elde edilen bu kimyasal sonuçlar Seger formüllerine dönüştürülmüş ve reçete hesaplamaları yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan orijinal çiniler üzerinde kaplı sırlar;

1-şeffaf sır: renksiz şeffaf sır ve turkuaz şeffaf sır,

2-yarı opak sır: turkuaz mavi sır, mangan moru sır (koyu renginden dolayı örtücü)

3-opak sır: opak beyaz sır, opak lacivert sır şeklinde genel gruplandırılabilmektedir.

Reçete oluşturma çalışmalarında turkuaz şeffaf sır, mangan moru sır ve opak beyaz sır temel sırlar olarak seçilmiş ve bunlar üzerinde çalışılmıştır. Materyal metod kısmında Şekil 3.3.'deki akış şemasında da belirtildiği gibi sır çalışmalarında önce firitler (sırça) elde edilmiş sonra bu firitlerin öğütülmesi ile sır uygulamaları yapılmıştır. Firitleme işlemi için şamotlu kil kullanılarak yapılan potalar hazırlanmıştır.

4.5.2.1. Turkuaz şeffaf sırların üretilmesi

Şeffaf turkuaz sırlar için EDX analizlerinden elde edilen sonuçlara göre oluşturulan sır reçetelerine ait Seger formüleri Çizelge 4.16'da listelenmiştir.

Çizelge 4.17. Türkuaz şeffaf sır reçetelerine ait Seger formülleri

Sır kodu	Seger formülü						İlave
T–1	0,627	Na_2O	0,133	Al_2O_3	2,601	SiO_2	+%4,22 $CuCO_3$
	0,034	K_2O					+%0,31 CoO
	0,086	CaO					
	0,059	MgO					
	0,194	PbO					
T–2	0,613	Na_2O	0,129	Al_2O_3	2,847	SiO_2	+%3,35 $CuCO_3$
	0,035	K_2O					+%0,17 CoO
	0,076	CaO					
	0,052	MgO					
	0,224	PbO					
T–3	0,668	Na_2O	0,156	Al_2O_3	2,607	SiO_2	+%3,35 CuO
	0,044	K_2O					
	0,062	CaO					
	0,043	MgO					
	0,183	PbO					

Çizelge 4.17. (Devam) Turkuaz şeffaf sır reçetelerine ait Seger formülleri

Sır kodu	Seger formülü						İlave
T–4	0,378	Na_2O	0,039	Al_2O_3	1,992	SiO_2	+%4,20 CuO
	0,022	K_2O					
	0,177	CaO					
	0,125	MgO					
	0,298	PbO					
T–5	0,388	Na_2O	0,048	Al_2O_3	1,997	SiO_2	+%4,90 CuO
	0,007	K_2O					
	0,187	CaO					
	0,131	MgO					
	0,286	PbO					
T–6	0,682	Na_2O	0,051	Al_2O_3	2,083	SiO_2	+%2,85 CuO
	0,036	K_2O					
	0,086	CaO					
	0,060	MgO					
	0,136	PbO					
T–7	0,693	Na_2O	0,154	Al_2O_3	2,765	SiO_2	+%0,79 CuO
	0,043	K_2O					
	0,060	CaO					
	0,042	MgO					
	0,161	PbO					
T–8	0,656	Na_2O	0,271	Al_2O_3	3,642	SiO_2	+%0,80 CuO
	0,087	K_2O					
	0,018	CaO					
	0,013	MgO					
	0,226	PbO					
T–9	0,568	Na_2O	0,153	Al_2O_3	2,611	SiO_2	
	0,031	K_2O					
	0,068	CaO					
	0,121	MgO					
	0,137	PbO					
	0,075	CuO					
T–10	0,541	Na_2O	0,138	Al_2O_3	2,226	SiO_2	
	0,028	K_2O					
	0,070	CaO					
	0,112	MgO					
	0,168	PbO					
	0,081	CuO					
T–11	0,667	Na_2O	0,150	Al_2O_3	2,741	SiO_2	
	0,043	K_2O					
	0,059	CaO					
	0,043	MgO					
	0,160	PbO					
	0,028	CuO					

Çizelge 4.17. (Devam) Turkuaz şeffaf sır reçetelerine ait Seger formülleri

Sır kodu	Seger formülü						İlave
T–12	0,624	Na_2O	0,150	Al_2O_3	2,512	SiO_2	
	0,042	K_2O					
	0,059	CaO					
	0,068	MgO					
	0,176	PbO					
	0,030	CuO					
T–13	0,262	Na_2O	0,053	Al_2O_3	2,401	SiO_2	
	0,015	K_2O					
	0,134	CaO					
	0,153	MgO					
	0,331	PbO					
	0,105	CuO					
T–14	0,335	Na_2O	0,043	Al_2O_3	1,775	SiO_2	
	0,006	K_2O					
	0,166	CaO					
	0,152	MgO					
	0,254	PbO					
	0,087	CuO					
T–15	0,326	Na_2O	0,035	Al_2O_3	1,758	SiO_2	
	0,020	K_2O					
	0,158	CaO					
	0,145	MgO					
	0,264	PbO					
	0,087	CuO					
T–16	0,407	Na_2O	0,081	Al_2O_3	1,872	SiO_2	
	0,023	K_2O					
	0,106	CaO					
	0,119	MgO					
	0,262	PbO					
	0,095	CuO					
T–17	0,561	Na_2O	0,143	Al_2O_3	2,311	SiO_2	
	0,030	K_2O					
	0,073	CaO					
	0,079	MgO					
	0,172	PbO					
	0,085	CuO					
T–18	0,466	Na_2O	0,098	Al_2O_3	2,026	SiO_2	
	0,031	K_2O	0,002	Fe_2O_3			
	0,086	CaO					
	0,087	MgO					
	0,282	PbO					
	0,049	CuO					
T–19	0,521	Na_2O	0,108	Al_2O_3	2,256	SiO_2	
	0,033	K_2O	0,002	Fe_2O_3			
	0,080	CaO					
	0,063	MgO					
	0,260	PbO					
	0,043	CuO					

Çizelge 4.17. (Devam) Turkuaz şeffaf sır reçetelerine ait Seger formülleri

Sır kodu	Seger formülü						İlave
T–20	0,531	Na_2O	0,108	Al_2O_3	1,985	SiO_2	
	0,028	K_2O	0,002	Fe_2O_3			
	0,080	CaO					
	0,068	MgO					
	0,249	PbO					
	0,044	CuO					
T–21	0,450	Na_2O	0,099	Al_2O_3	1,986	SiO_2	
	0,025	K_2O	0,002	Fe_2O_3			
	0,095	CaO					
	0,117	MgO					
	0,231	PbO					
	0,082	CuO					
T–22	0,323	Na_2O	0,099	Al_2O_3	1,758	SiO_2	
	0,019	K_2O	0,002	Fe_2O_3			
	0,157	CaO					
	0,144	MgO					
	0,262	PbO					
	0,095	CuO					
T–23	0,254	Na_2O	0,053	Al_2O_3	2,496	SiO_2	
	0,015	K_2O					
	0,131	CaO					
	0,152	MgO					
	0,349	PbO					
	0,095	CuO					

4.5.2.1.1. Turkuaz sır oluşturma çalışmalarının sonuçları ve değerlendirilmesi

Türkuaz sır araştırmaları sonucu elde edilen sırlar Şekil 4.85'den- Şekil 4.88'e görülmektedir. Örneklerde sırın bakır içeriğine, alkali ve kurşun içerine göre maviden yeşile sır renkleri elde edilmiştir. Sır pişirimleri 950-1000^oC arasındaki sıcaklıklarda gerçekleştirilmiş ve genelde düşük kurşun içeren ve düşük alkalin sırlar olması nedeniyle sırların çok azı 950^oC'de erimiştir. T–16 kodlu sır renk olarak istenilen renk aralığında olduğu görülse de 1000^oC'de sır pişirimi yapılmasına rağmen tam erime göstermemiştir. T–13 ve T-21 kodlu sırlar tam erime göstermemiştir. T-3, T-5, T-10, T-16, T-17 kodlu sırlar ile mavi ağırlıklı türkuaz renk elde edilirken T-4, T-5, T-13, T-15, T-21, T-22 kodlu sırlar ile yeşil ağırlıklı türkuaz renk elde edilmiştir. Diğer sır reçetelerinde maviye daha yakın renk elde edilmiştir.

T-4, T-10 ve T-22 sırlı örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde T-4 ve T-22 sırları sır yüzeyinde gruplar halinde iğnesel kristallerin varlığı dikkat çekmiştir (Şekil.4.89). T-4 sırında alınan görüntü ve sırın kimyasal analizi Şekil 4.90.'dadır. Bu sırda görülen iğne şeklindeki kristallere ait görüntü ve EDX analizi Şekil 4.91.'dedir. Sır içindeki ucu çatallı bu iğnesel kristallerin EDX kimyasal analizlerine göre kalsiyum, bakır, kurşun ve silisyum oksitleri içeren bir yapıda olduğu bulunmuştur. Kristallerin olmadığı alandan alınan EDX kimyasal analizinde CaO miktarının çok az olduğu CaO'tin kristallerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu kristallerin ana oluşturucusunun CaO olduğu düşünülmüştür.



T-3 T-4 T-5

Şekil 4.85. T–3, T–4 ve T–5 kodlu sırların fotoğrafları



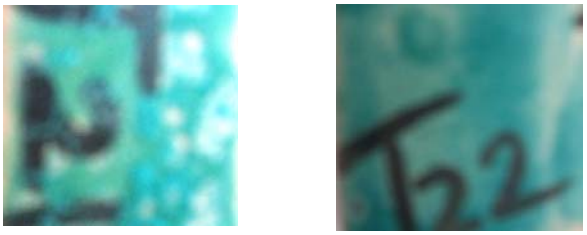
T-6 T-10 T-15

Şekil 4.86. T–6, T–10 ve T–15 kodlu sırların fotoğrafları



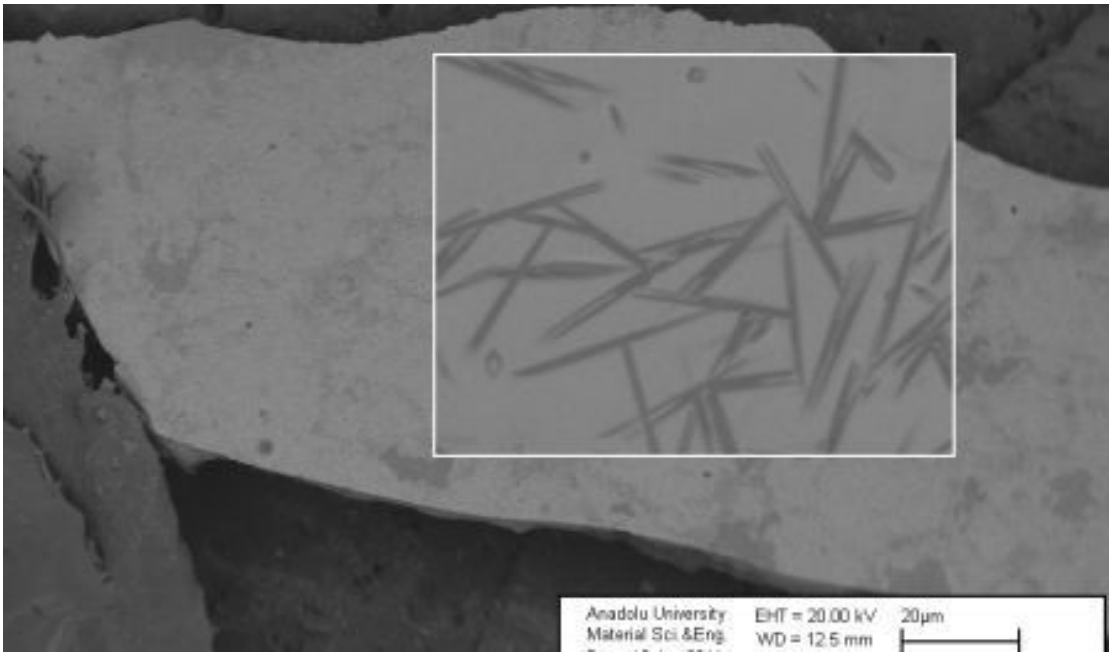
T-16 T-17 T-20

Şekil 4.87. T–6, T–10 ve T–15 kodlu sırların fotoğrafları

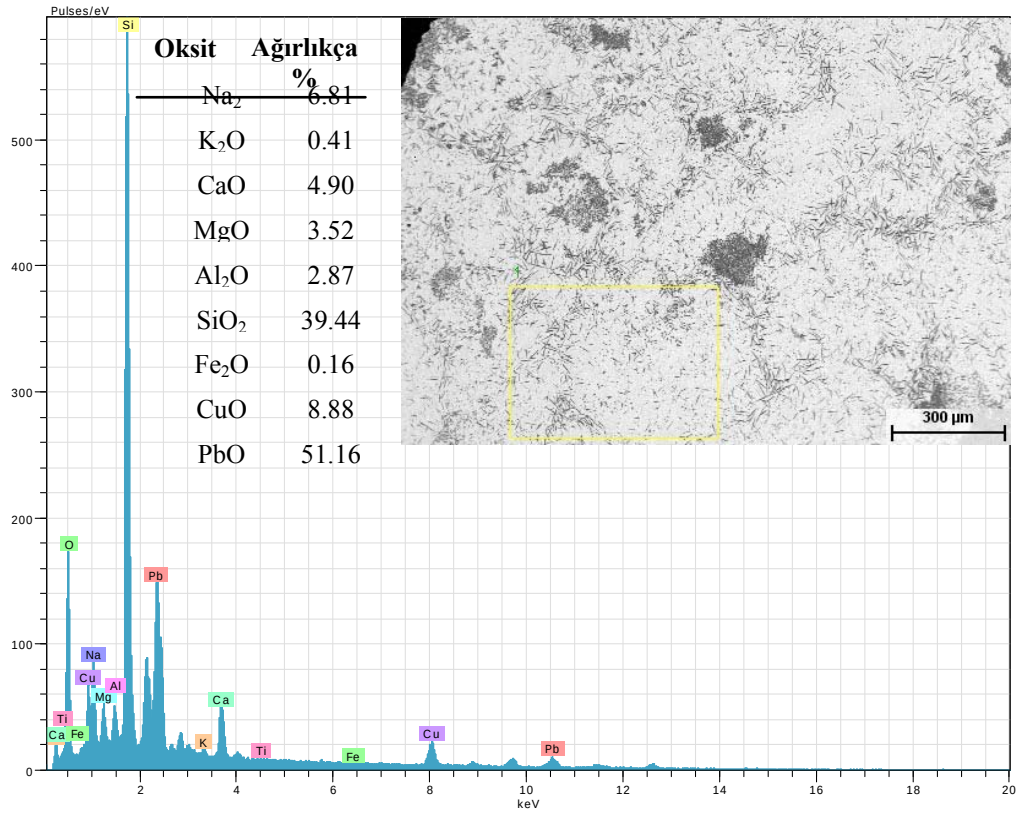


T-21 T-22

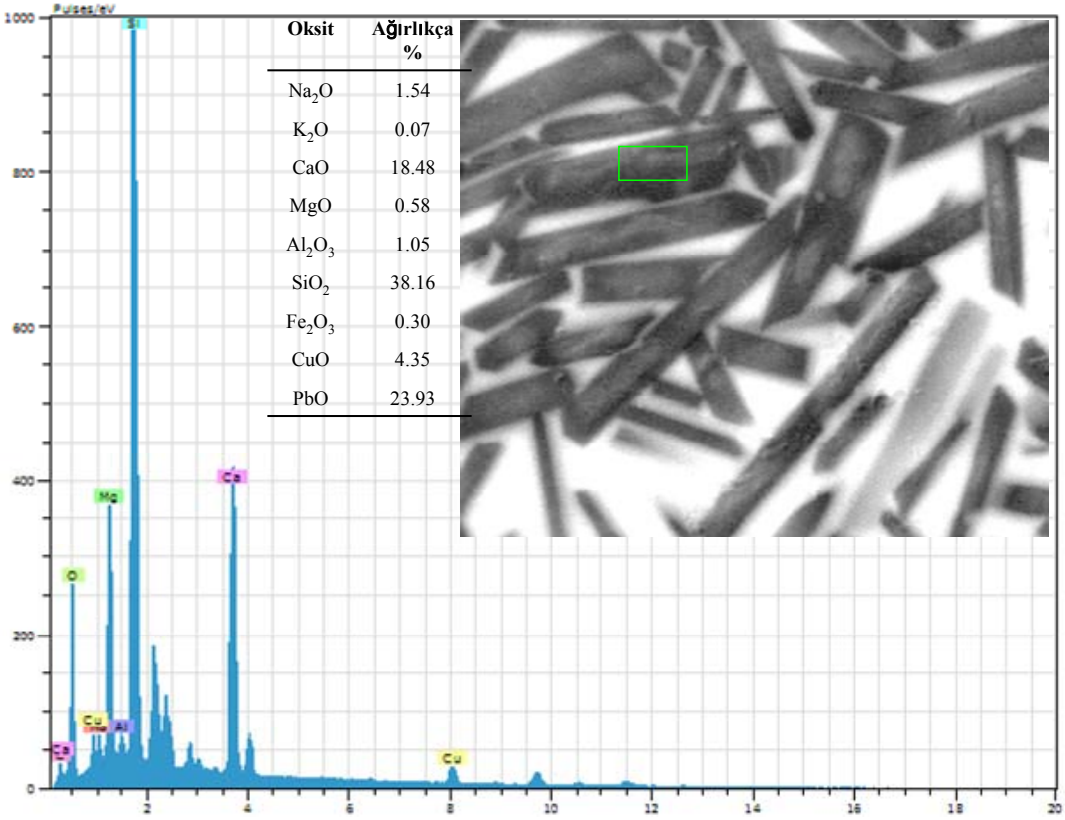
Şekil 4.88. T–6, T–10 ve T–15 kodlu sırların fotoğrafları



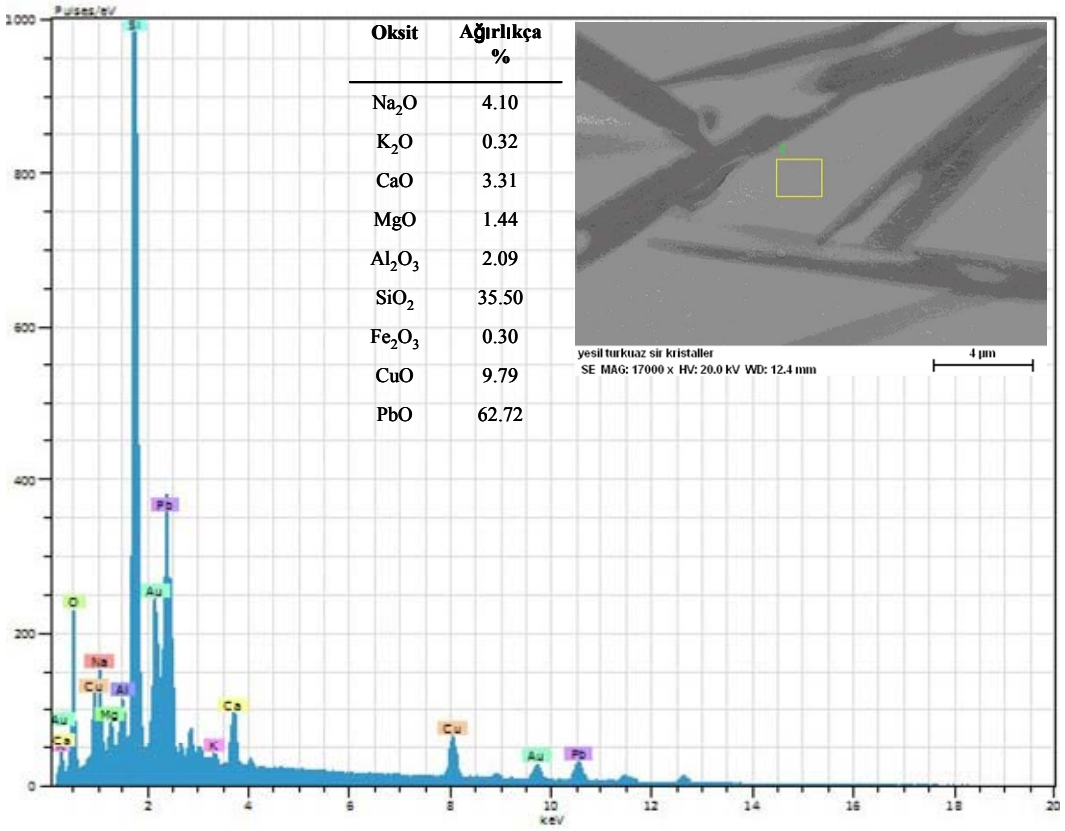
Şekil 4.89. T-4 sırlı örneğin üstten SEM görüntüsü



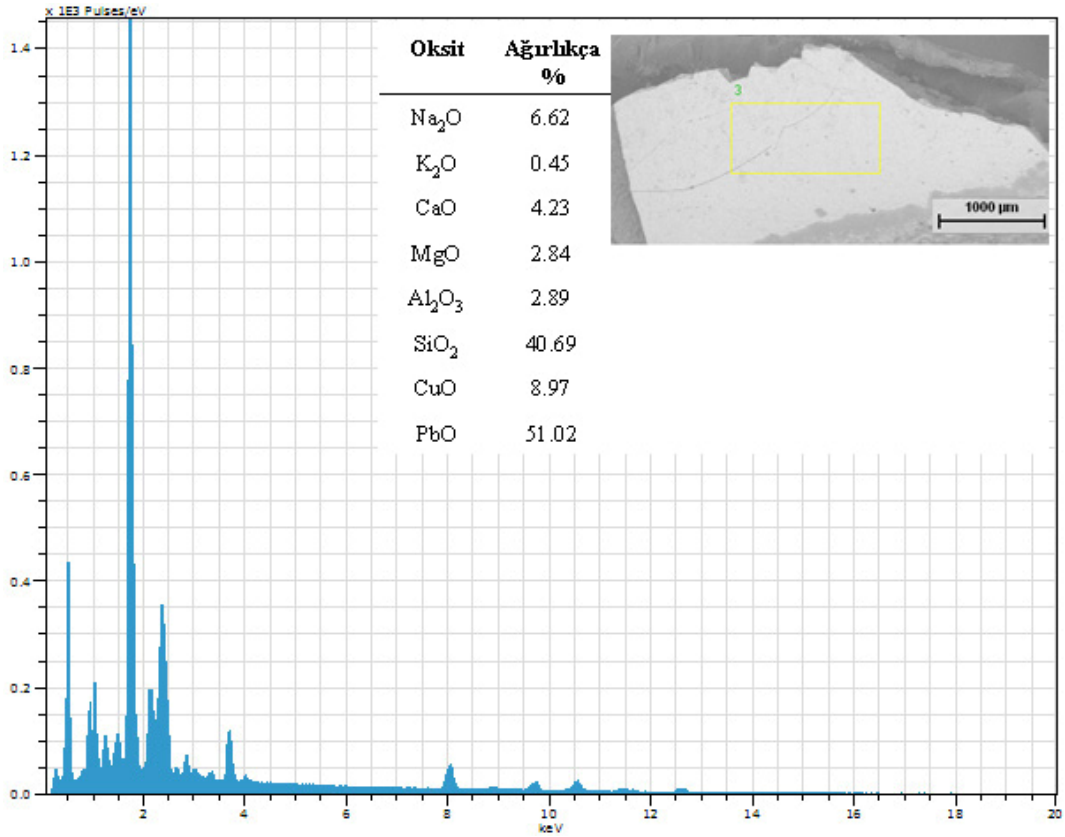
Şekil 4.90. T-4 sırı EDX analizi



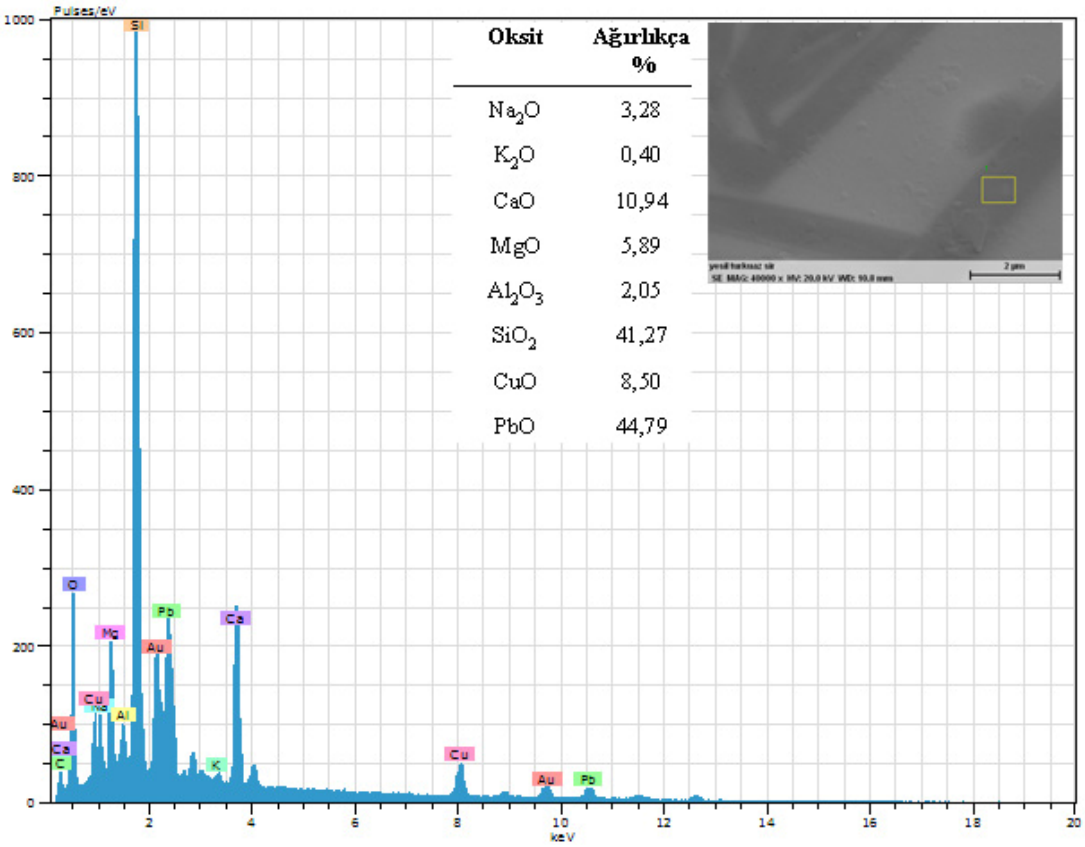
Şekil 4.91. T-4 sırında görülen kristaller ve EDX analizi



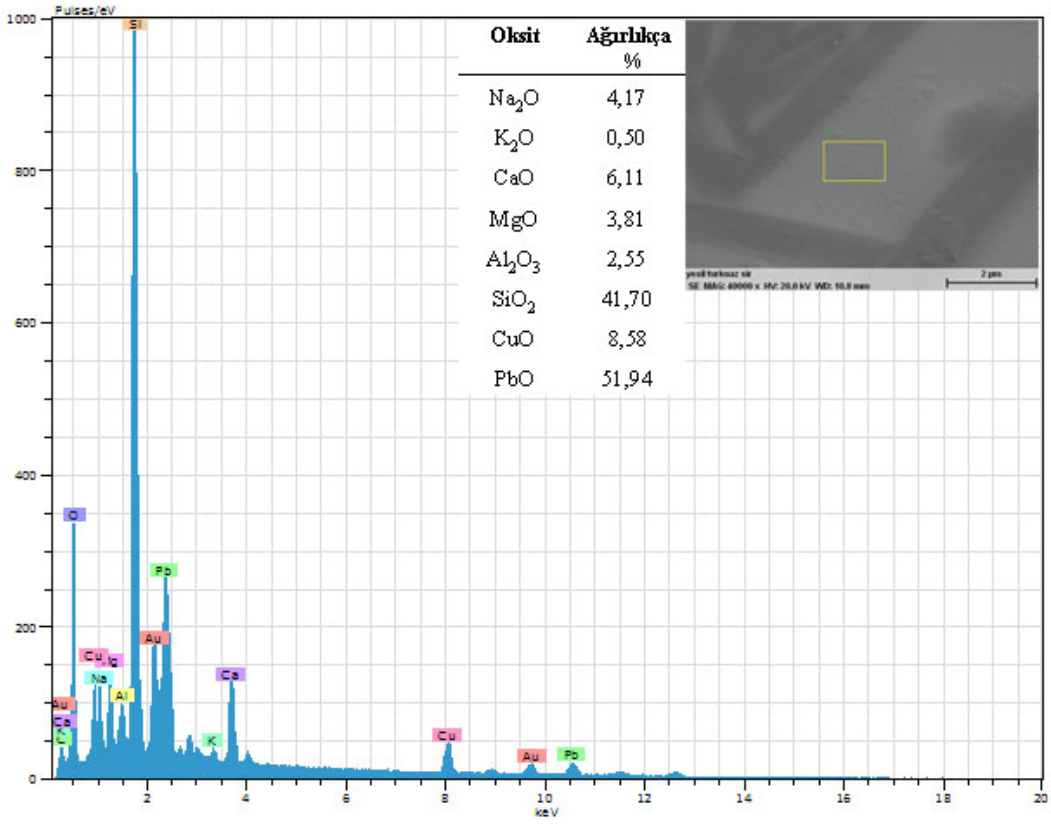
Şekil 4.92. T-4 sırında kristalsiz bölgeden EDX analizi



Şekil 4.93. T-22 sırı EDX analizi



Şekil 4.94. T–22 sırında görülen kristaller ve EDX analizi



Şekil 4.95. T–22 sırında kristalsiz bölgeden EDX analizi

4.5.2.2 . Mangan moru sır reçetesi hazırlanması

Mangan moru sırların hazırlanmasında kullanılan Seger formülü (Çizelge 4.18) mangan moru renkli Kubad Abad orijinal sır örneğinin EDX analizi sonucundan edilen kimyasal analize göre hesaplanan Seger formülüdür. Mor renk elde edilmesinde kullanılan renklendiriciler katkı olarak ilave edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.18. Mangan moru sır reçetelerine ait Seger formülü

Seger formülü					
0,233	Na_2O	0,165	Al_2O_3	2,664	SiO_2
0,072	K_2O				
0,311	CaO				
0,036	MgO				
0,348	PbO				

Çizelge 4.19. Mangan moru sır hazırlanmasında kullanılan renklendiriciler ve miktarları

Sır Kodu	İlave
M–1	+% 0,69 Mn_2O_3
	+% 0,47 CuO
M–2	+1,56 Mn_2O_3
	1,10 Fe_2O_3

4.5.2.2 . Mangan moru renkte sır hazırlama çalışması sonuçları ve değerlendirmesi

Mangan moru renkte sır hazırlama çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre hazırlanan manganlı sırlardan firitleme sırasında istenilen renkler elde edilse de bisküvi üzerinde uygulanıp 1000^oC de pişirimi yapıldığında erimenin gerçekleşmediği görülmüştür.

4.5.2.3. Opak beyaz renkli sır hazırlanması

Kubad abad çinilerindeki opak sırların EDX analizlerinde elde edilen kimyasal analizlere göre Seger formülleri oluşturulmuş ve bu formüllere göre reçeteler hazırlanmıştır (Çizelge 4.20). Elde edilen sırların stereo mikroskop görüntüleri orjinalleri ile karşılaştırılınca opaklaştıran tanelerin orjinalinden daha küçük olduğu

tespit edilmiştir. Aynı reçeteler tekrar hazırlanmış fakat bu ikincisinde sır ham olarak uygulanmıştır.

Çizelge 4.20. Opak sır reçetelerine ait Seger formülleri

Sır kodu	Seger formülü					
O–1	0,351	Na_2O	0,083	Al_2O_3	2,213	SiO_2
O–2	0,031	K_2O	0,002	Fe_2O_3	0,180	SnO_2
	0,159	CaO				
	0,084	MgO				
	0,374	PbO				
O–3	0,376	Na_2O	0,099	Al_2O_3	2,220	SiO_2
O–4	0,031	K_2O	0,002	Fe_2O_3	0,416	SnO_2
	0,172	CaO				
	0,018	MgO				
	0,403	PbO				
	0,095	CuO				

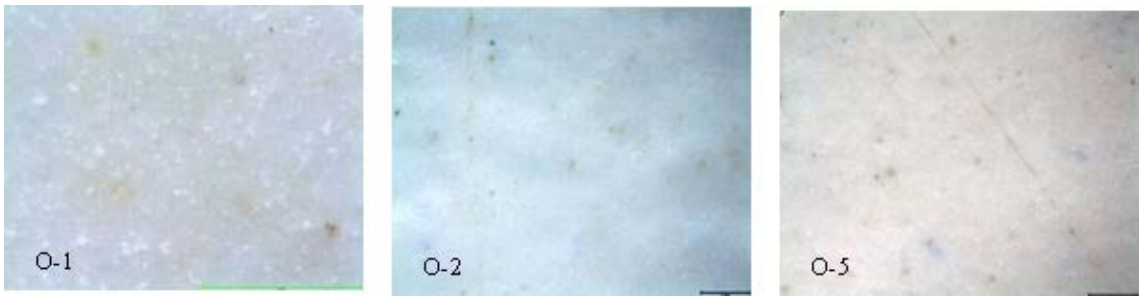
4.5.2.3. Opak beyaz renkli sır hazırlama çalışması sonuçları ve değerlendirilmesi

Opak sır araştırmaları sonucu elde edilen sırlar Şekil 4.93'de görülmektedir. Şekil 4.94'de görülen sırların stereo mikroskop görüntülerinden opaklaştırıcı kalay oksit granüllerinin sır içinde daha küçük boyutlarda olduğu tespit edilmiştir. Sırların erimesinde sorun yaşanmamakla beraber O-1 reçesine ait sırın yüzey özelliklerinin (yayılımının) daha iyi olduğu belirlenmiştir. Bu sırlar firitlenerek hazırlanmış sırlar oldukları için firitleme işleminde kalay oksit tanelerinin daha fazla çözüldüğü düşünülerek yeniden aynı sırlar hazırlanmış ve ham sır olarak uygulanmıştır. Ham sır olarak uygulanan opak beyaz sırlarda kalay oksit granülleri Kubad Abad Sarayı orijinal opak beyaz sırlarındaki gibi görülmektedir.



O-1 O-2 O-3 O-4

Şekil 4.96. O-1, O-2, O-3 ve O-4 opak sırlarının görüntüleri



Şekil 4.97. Fritleme işlemi yapılmış O-1, O-2 ve O-5 opak sırlarının stereo mikroskop görüntüleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kubad Abad çinilerinin karakterizasyonu ve benzerlerinin üretimi konulu bu çalışmada Kubad Abad Sarayından alınmış örneklerin önce karakterizasyon çalışmaları yapılmış ve ardından benzerlerinin üretimi aşamasına geçilmiştir. Çalışmadan elde edilen genel sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır.

Kubad Abad çini bünyeleri yüksek kuvars içeren bünyelerdir. Bu nedenle X-ışınları difraktometre analizlerinde baskın bir kuvars pikiyle karşılaşılmıştır. Bunun yanında anortit fazına ait küçük bir pik de tespit edilmiştir. XRD analizleri %3lük bir hassasiyette bilgi verdiğinden zaten sistemde az olması beklenen diğer minerallerin görülememesi de doğal olmaktadır. Çini bünyelerin XRD analiz diyagramlarında kullanılabilecek hammaddelere ait piklerine rastlanmamıştır. FTIR analiz sonuçları da bunu doğrulamaktadır. Çinilerin pişirim sıcaklıklarının 950-1050^{o}C arası olduğu söylenebilir. Çini bünyeler sır pişirimleri nedeniyle ikinci bir pişirim gördüklerinden ilk pişirimin 800^{o}C gibi düşük bir sıcaklıkta yapılması da muhtemeldir. Bünye yapısındaki yüksek miktarda kullanılan kuvars 600 mikron tane boyutlarına ulaşabilmektedir. Çini bünyelerin hiç birinde kurşun içeriğine rastlanmamıştır. Kuvars tane boyutunun büyük olması ve reçetede yüksek miktarda kullanılması ayrıca yapıda camsı fazı oluşturucu kurşun oksitin bulunmaması çini bünyelerin neden bu kadar kolayca ufalanabildiğine de ışık tutmaktadır.

Yüksek kuvarslı bu bünyelerde kimyasal içerikte çok az miktarda (en fazla%1.2) demir oksit olduğu bulunmuştur.

Benzer çini üretim çalışmalarında bünyeler 950^{o}C ‘de bisküvi pişirimleri yapılmış ve orjinalleri ile benzer şekilde iri taneli ve ufalanabilir özellikte çini bünye yapıları elde edilmiştir. Çini bünye yapımında orijinal çini bünyelerinin kırık beyaz-pembemsi renkleri de göz ardı edilmemiş ve Kubad Abad Sarayı kazı alanı çevresinden alınan kırmızı kil bünye reçetelerinde kullanılmıştır. Elde edilen bünye renklerinin orijinal çini bünye renkleri ile benzeştiği görülmüştür. Bünye reçetesi oluşturma çalışmalarında plastikliği sağlayıcı ve kuvars tanelerini bağlayıcı olarak bentonitin kullanımı düşünülmüş; fakat kimyasal analizlere uygunluk olması bakımından illitik yapıda bir kil olan Doğanhisar kili kullanılmıştır. Doğanhisar kilinin yüksek alümina içermesi nedeniyle yeni hazırlanan bünyelerin kimyasal analizlerinde alüminyum oksitten dolayı bir miktar farklılık görülmüştür. Bu durum seger formüllerinde fark

edilmiştir. Benzer yeni bünyeler oluşturma çalışmaları sonunda Kubad Abad Sarayı çini bünyelerine kimyasal içeriği ve mineralojik yapısı benzer bünyeler elde edilmiştir.

Kubad Abad Sarayı çini sırlarında şeffaf sırların alkali-kurşun bileşiminde olduğu tespit edilmiştir. Kubad Abad Sarayı çini sırlarının taramalı elektron mikroskobunda EDX yöntemi ile kimyasal analizlerinde şeffaf sırlı örneklerde kullanılan sır altı dekor boyalarının siyah renklerinde özellikle kromit minerali tespit edilmiştir. Şeffaf sırlı örneklerde kromitin yanında yeşil renklerde krom oksit kullanıldığı tespit edilmiştir. Kromit mineralinin doğrudan öğütülerek sır altı boya olarak kullanıldığında siyah renk için olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Optik mikroskop görüntülerine göre şeffaf sırlı örneklerde kobalt sır içine yayılarak renkli sır görüntüsü vermektedir.

Turkuaz sırlı örneklerde sır altındaki siyah bölgelerde yine kromit minerali kullanıldığı görülmüştür. Turkuaz sırlarda sır renklendirici eleman olarak bakır oksit tespit edilmiştir. Bakır oksit sır içinde tamamen çözünmüş vaziyette bulunmuştur. Benzer turkuaz sır üretim çalışmalarında alkali- kurşun esaslı, EDX kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen seger formüllerine göre hazırlanan sır karışımları firitleme yapıldıktan sonra bünye üzerine uygulanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlarda turkuaz sır içinde iğnesel kristaller görülmüş bunun sebebi olarak da orijinal turkuaz sırlı çini örneklerinde bünye tarafından emilen alkali oksit ve özellikle kurşun oksidin kimyasal analizde oluşturduğu sapmalardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Turkuaz sırlarda alkali oksit ve kurşun oksit miktarı çok önemli olmaktadır. Alkalisi fazla olanlarda renk açık maviye yönlenirken kurşun içeriği fazlalaştıkça renk yeşile dönmektedir. Sır çalışmalarında maviden yeşile bir renk skalası elde edilmiştir.

Kubad abad Sarayı çinilerinde görülen mangan moru renkteki sırlarda renklendirici eleman olarak mangan oksit kullanıldığı tespit edilmiş fakat gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçlarına göre hesaplanan seger formüllerine göre hazırlanan sır karışımları $1000^{o}C$ üzerinde erime göstermişlerdir.

Kubad abad Sarayı opak sırlı çiniler üzerine yapılan çalışmalarda opaklık elde edilmesinde kalay oksidin kullanıldığı tespit edilmiş buna göre opak sır elde etme çalışmaları yapılmıştır. Firitleme yapılan sırlarda opaklık veren tanelerin zayıf az ışıltılı olduğu görülürken ham uygulanan sırlarda yüzeyde kalay taneleri daha parlak görülmüştür. Orijinal çinilerde de opak sırların ham olarak uygulandığı sonucuna varılmıştır. Lacivert renkte görülen opak sırlarda ham sır yüzeyine kobalt oksitle boyama yapıldığı tespit edilmiştir. Opak sırlar üzerine uygulanan bir diğer dekor tekniğ

de lüster uygulamalarıdır. EDX analizlerinde dikey ve yatay kesitlerde lüster boya katmanı tespit edilememiştir. Lüster boya tabakası pişmiş sır yüzeyine uygulanan metal oksit veya tuzlarının sır tarafından nano boyutlarda emilmesi ile elde edilmektedir. Lüsterle ilgili yapılan karakterizasyon çalışmaları nano boyutlar söz konusu olduğu için nano teknoloji kapsamına da girmektedir.

Sır altı dekorlu örneklerin ara yüzeylerin analizi konusunda daha başarılı olan Mikro Raman Spektrometresi ile analiz edilmesi EDX sonuçlarına oldukça destekleyici olacaktır.

KAYNAKLAR

Anonim 1, http://www.flickr.com/photos/efendi/9238973/in/set-72157600004993701, (Ziyaret Tarihi: Kasım, 2008).

Anonim 2, http://www.cinicim.com/cini-nedir (Ziyaret Tarihi: Kasım, 2008).

Anonim 3, http://www.mta.gov.tr/v1.0/turkiye_maden/il_maden/pdf_2010/konya.pdf (Ziyaret Tarihi: Mayıs, 2011)

Anonim 4, http://www.turkseramik.com (Ziyaret Tarihi: Mart, 2011).

Anonim 5, İnfrared Spektr. ve Dalga Boylarındaki Gerilmeleri, http://teknolojishow.com/ forum/31-enstrumantel-analiz/186-nfrared-spektr-ve-dalga-boylarndaki-gerilmeleri.html (Ziyaret Tarihi: Mart, 2011).

Anonymous 1, http://www.googleearth.com (Ziyaret Tarihi: Nisan, 2011).

Anonymous 2, http://www.discoverislamicart.org/database_item.php?id=monument (Ziyaret Tarihi: Aralık, 2008).

Arık, O., (a) , 2007, Anadolu Toprağının Hazinesi Çini: Selçuklu ve Beylikler Çağı Çinileri, Editörler: Arık, O., Rüçhan A., *Kale Grubu Kültür Yayınları*, 25-86.

Arık, O., (b) , 2007, Anadolu Toprağının Hazinesi Çini: Selçuklu ve Beylikler Çağı Çinileri, Editörler: Arık, O., Rüçhan A., *Kale Grubu Kültür Yayınları*, 87-190.

Arık, R., 2007, Anadolu Toprağının Hazinesi Çini: Selçuklu ve Beylikler Çağı Çinileri, Editörler: Arık, O., Arık, R., *Kale Grubu Kültür Yayınları,* İstanbul, 219-393.

Arık, R., 2006, Kubad Abad 2004 Yılı Kazı Çalışmaları 27. Kazı Sonuçları Toplantısı, Ankara, 1, 325-330.

Arık, R., 1992, Kubad Abad Excavations (1980-1991), Anatolica, Leiden, 18, 101-118.

Arık, R., 2000, Kubad Abad, İş Bankası Yayınları, 46-47.

Arık, R., 1999, Recent Developments in Kubad Abad Excavations (1980-1995), Art Turc /Turkish Art. 10é Congres International d'art Turc, Genéve, 75-86.

Arık, R., 1987, Türk Kültürüne Yönelik Arkeolojik Araştırmalar ve Kubad Abad Kız Kalesi Kazısı, Remzi Oğuz Arık Armağanı, Ankara, 71-98.

Aslanapa, O., 1949, Osmanlılar Devrinde Kütahya Çinileri, İstanbul.

Aslanapa, O., 1960, Turkish Tiles, *Turkish Arts*, Istanbul, 85-122.

Aslanapa, O., 1965, Anadolu'da Türk Çini ve Keramik Sanatı, *Üçler Basımevi*, İstanbul.

Aslanapa, O., 1965, Anadolu'da Türk Çini ve Keramik Sanatı, Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, 10, 1.

Barilaro, D., Barone, G., Crupi, V., Majolini, D., 2005, Characterization of Archaeological Findings by FT-IR Spectroscopy, *Spectroscopy*, 20, 4, 16-23.

Barilaro, D., Crupi, V., Majolino, D., Venuti, V., Barone, G., Kockelmann, W., 2005, Characterization Of Pottery Fragments By Nondestructive Neutron Diffraction, *Journal Of Applied Physics,* 98, 103-120

Bey, S., 1996, Anadolu Selçuklu Seramikleri Üzerine Araştırmalar ve Görsel Çözümler, *Y.L. Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.*

Borgia, I., Brunetti, B., Giulivi, A., Sgamellotti, A., Shokouhi, F., Oliaiy, P., Rahighi, J., Lamehi-Racti, M., Mellini, M., Viti, C., 2004, Characterisation of Decoration on Iranian (10th-13th cetury) Lustreware, *Appl. Phys. A*, 79, 257-261.

Bozer, R., 2001. Kubad Abad Çinilerinde Fırınlama Sonrası Yapılan İşlemler ve Bazı Tespitler, Uluslararası Selçuklu Kültür ve Medeniyeti Kongresi Bildiriler Kitapçığı, Konya, 175-185.

Caiger-Smith, A., 1985, Lustre Pottery: Technique, Tradition and Innovation in Islam and the Western World (Faber and Faber), ISBN 0-571-13507-2, 57

Chapoulie, R., Delery, C., Daniel, F., Vendrell-Saz, M., 2005, Cuerda Seca Ceramıcs From Al-Andalus, Islamic Spain And Portugal (10th -12th Centuries Ad): Investigation With SEM–EDX And Cathodoluminescence, *Archaeometry*, Singapore, 47, 3, 519–534.

Colomban, P., Laveaucoupet, R.,D., Milande, V.,R., 2005, On-Site Raman Spectroscopic Analysis Of Kütahya Firitwares, Journal Of Raman Spectroscopy, J. Raman Spectrosc.; 36, 857–863.

Colomban, P., Truong, C., 2004, Non-Destructive Raman Study Of The Glazing Technique in Lustre Potteries and Faience (9–14th Centuries): Silver Ions, Nanoclusters, Microstructure And Processing, *J. Raman Spectrosc*., 35, 195–207.

Çeken, M., 2007, Anadolu Toprağının Hazinesi Çini: Selçuklu ve Beylikler Çağı Çinileri, Editörler: Arık, O., Arık, R., *Kale Grubu Kültür Yayınları*, İstanbul, 13-25.

Çini N., 2003, Chemometric Analysis of SEM-EDAX, Porosity, and Soluble Salts Data for Archaeo-Ceramics, Y.L. Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü,.

De Benedetto, G.E., Laviano, R., Sabbatini, L., Zambonin, P.G., 2002, Infrared Spectroscopy in The Mineralogical Characterization of Ancient Pottery, *Journal of Cultural Heritage*, 3, 177-186.

Demirci, Ş., Caner-Saltık, E., N., Türkmenoğlu, A., Böke, H., 1998, Technological Properties of some Medieval Glazed Pottery in Anatolia, IV. Seramik Kongresi Bildiriler Kitapçığı, Eskişehir, 267-270.

Diez, E., Aslanapa, O., 1955. Türk Çini Sanatı, *İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Yayınları,* İstanbul.

Gündüz, H., 2003. İznik Çini Kalıntılarının Karakterizasyonu, *Y.L. Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.

Hallett, J. R., Thompson, M., Keall, E., J., Mason, R., B., 1988, Archaeometry of Medieval Islamic Glazed Ceramics from North Yemen, *Can. J. Chem.* 66, 2, 266–272.

Henderson, J., Raby J., 1989, The Technology of Fifteenth Century Turkish Tiles: An Interim Statement on The Origins of The Iznik Industry, *World Archaeology*, *Ceramic Technology*, 21, 1, 115-132.

Hill, D. V,, Speakman, R. J. , Glascock, M. D., 2004, Chemıcal And Mıneralogıcal Characterızatıon of Sasanian and Early Islamic Glazed Ceramics from The Deh Luran Plain, Southwestern Iran, *Archaeometry*, Great Britain, 46, 4, 585–605.

İbn-i Bibî; Anadolu Selçuklu Devleti Tarihi (Selçukname), (çev. M.N. Gençosman)

Kapur, S., Sakarya, N., Fitzpatrick, E. A., Pagliai, M., Kelling, G., Akça, E., Karaman, C., Sakarya, B., 1998, Mineralogy and Micromorphology of İznik Ceramics, *Anatolian Studies*, 48, 181-189.

Kara, A., Darga, M., Ay, N., Ayas, E., Sivas, T., Sivas, H., 2004, Characterisation of Dorylaion (Turkey) Pottery Sherds from Hittite Period Source, Euro Ceramics, VIII, 2387-2390.

Küçükköroğlu, K., 2003, Alaeddin Keykubat I Dönemi Camilerinde Çini Kullanımı, *Y.L. Tezi, S.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü,* Konya.

Maravelaki-Kalaitzaki, P., Kallithrakas-Kontos, N., 2003, Pigment and Terracotta Analyses of Hellenistic Figurines in Crete, *Analytica Chimica Acta*, 497, 209-225.

Molera, J., Vendrell-Saz, M., Perez-Arantegui, J., 2001, Chemical and Textural Characterization of Tin Glazes in Islamic Ceramics from Eastern Spain, *Journal of Archaological Science*, 28, 331-340.

Oral, Z., 1953, Kubâd- âbâd Çinileri, *Belleten, Türk Tarih Kurumu Yayınları,* Ankara, 17, 66, 209-223.

Oral, Z., 1949, Kubâd-âbâd Bulundu, Anıt Mecmuası, Konya, 10, 2-29.

Oral, Z., 1953, Kubâd-âbâd Nasıl Bulundu, *A.Ü. İlahiyat Fak. Dergisi*, Ankara, 2, 2-3.

Ottodorn, K., 1957, Türkishe Keramik, Ankara.

Ottodorn, K., 1969, Bericht über die Graunbung in Kobadabad 1966, *Archaeologischer Anzeiger*, Berlin, 4, 438-506.

Ottodorn, K., 1941, Das Islamische Iznik, *Istanbuler Forschungen*, Berlin, 13.

Ottodorn, K., Önder, M., 1966, Bericht über die Graunbung in Kobadabad (October 1965), *Archaeologischer Anzeiger*, 170-183.

Ottodorn, K., Önder, M., 1967, Kubadabad Kazıları 1965 Yılı Ön Raporu, *Türk Arkeoloji Dergisi*, Ankara, 14, 1-2, 237-243.

Önder, M., 1968, Kubad Abad Harpi ve Simurgları, *Türk Etnoğrafya Dergisi*, Ankara, 10, 6-11.

Önder, M., 1972, Selçuklu Devri Kubad Abad Sarayı Çini Süslemeleri, *Türkiyemiz,* İstanbul, 6, 15-18.

Öney, G., 1974, Kubad Abad Ceramics, The Art of Iran and Anatolia, London, 68-81.

Öney, G., 1976, Türk Çini Sanatı, *Binbirdirek Matbaacılık Sanayi A.Ş. Yayınları*, İstanbul.

Özçilingir-Akgün, S., 1997, Bazı Selçuklu Dönemi Yapılarındaki Yapısal Sırlı Malzemeler Üzerine Çalışma, Y. L. Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Özergin, K., 1965, Anadolu Selçuklu Kervansarayları, *İÜEF Tarih Dergisi*, İstanbul, 15, 20, 141-170.

Paama, L., Pitkanen, I., Peramaki, P., 2000, Analysis Of Archaeological Samples And Local Clays Using ICP-AES, TG-DTG and FTIR Tecniques, *Talanta,* 51, 349-357.

Pace, M., Bianco Prevot, A., Mırtı, P., Venco Rıccıardı R., 2008, The Technology Of Production of Sasanian Glazed Pottery from Veh Arda R Ardası (Central Iraq), *University of Oxford*, *Archaeometry*.

Paynter, S., Okyar, F., Wolf, S., Tite, M.,S., 2004, The Production Technology of Iznik Pottery- A Reassessment, *Archeometry*, 46, 3, 421-437.

Roxborough, J.D. (ed.), 2005, Turks, A Journey of a Thousand Years, 600-1600, London, 392-394.

Ruby,J., 1989, The Making of Iznik Tiles, Editors: Raby, J., Atasoy, N., *Alexander Pres*, 49-63.

Sakarya B., 1999, Selçuklu ve Osmanlı Çinilerinin Minerolojik ve Mikromorfolojik Farklılıklarının Arkeometrik Yönden İncelenmesi, Y. L. Tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Tamer, H., 1959, *Anadolu Çiniciliğinin Özellikleri*, Milletlerarası I. Turk Sanatları Kongresi Bildiriler Kitapçığı, *Türk Tarih Kurumu Basımevi*, Ankara.

Tite, M. S., 1989, Iznik Pottery; An Investigation of the Methots of Production, *Archaeometry*, Great Britain, 115-132.

Toktamis, A., H., Yazıcı, N., Topaksu, M., 2007, Investigation of The Stability of The Radiation Sensitivity of TL Peaks of Quartz Extracted from Tile, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 262, 1, 69-74.

Topaksu, M., Yeğingil, Z., Sakarya, N., Arık, R., Ukav, İ., 2003, Kubad Abad Seramik ve Çinilerinin Analiz Sonuçları, 19. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, *Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları*, 96, 73-84.

Topaksu, M., 2004, Kubad Abad'a (Konya) Ait Selçuklu Seramik ve Çinilerinin Termolüminesans (TL) Tarihlendirilmesi, Yapısının Belirlenmesi ve Teknolojisinin Açıklanması, *Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Tuna, T., 1998, Erken Dönem Osmanlı İznik Seramik Teknolojisi, Kuruluşunun 700. Yılında Bütün Yönleriyle Osmanlı İmparatorluğu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 283.

Tuna, T., 2002, Ebul Kasım Çini Defteri'nin Teknolojik Analizi, *Y. L. Tezi, M.Ü. Güzel Sanatlar Enstitüsü*, İstanbul .

Turan, O., 1946, Selçuklu Kervansarayları, Belleten, Türk Tarih Kurumu Yayınları, 39, 471-486.

Wolf, S. Stos, S., Mason, R., Tıte, M. S., 2003, Lead Isotope Analyses Of Islamic Pottery Glazes From Fustat, Egypt, *Archaeometry,* Great Britain, 45, 3, 405–420.

Wood, N., Tite, M. S., Doherty, C., Gilmore, B., 2007, A Technological Examination Of Nınth–Tenth Century Ad Abbasid Blue-And-White Ware From Iraq, And Its Comparison with Eighth Century Ad Chinese Blue-And-White Sancai Ware *Archaeometry*, 49, 4, 665–684.

Yeğingil, Z., Freestone, I.C., 2007, Anadolu Toprağının Hazinesi Çini: Selçuklu ve Beylikler Çağı Çinileri, Editörler: Arık, O., Arık, R.), *Kale Grubu Kültür Yayınları*, İstanbul, 209-218.

Yetkin, Ş., 1965, Türk Çini Sanatında Bazı Önemli Örnekler ve Teknikleri, Sanat Tarihi Yıllığı, İ.Ü. Sanat Tarihi Enstitüsü Yayınları, İstanbul, 1, 60-102.

Yetkin, Ş., 1986, Anadolu'da Türk Çini Sanatının Gelişmesi, 4-5.

Xu, Z., Cornilsen, B.C., Popko, D.C., Wei, B., Pennington, W.D., and Wood, J.R., Quantitative Mineral Analysis By FTIR Spectroscopy, Michigan Technological

University, Houghton, MI 49931, Web adresi: www.geo.mtu.edu/svl /pioneer/ ftir/ftir_rpt.htm (Ziyaret Tarihi: Nisan, 2011).

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Şerife Yalçın Yastı
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Çumra, 1975
Telefon : 05058571485
Faks :
e-mail : syasti@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Kocatepe Mimar Kemal Lisesi, Çankaya ,Ankara	1993
Üniversite	:	Anadolu Ü., Müh.Mim.Fak. Seramik Müh.	1999
Yüksek Lisans	:	Anadolu Ü., Fen Bil.E. Seramik Müh.	2004
Doktora	:	Selçuk Ü. Fen Bil.E. Maden Müh.	2011

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1999-2000	Konya Selçuklu Krom Magnezit Tuğla A.Ş.	Ar-Ge ve Kalite Kontrol Müh.

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Çaki M, Yalçin Yasti Ş, 2005. Konya- Çukur Çimen Kili, *SERES2005 Bildiriler Kitabı,* Eskişehir. (YL Tezinden)

Yalçın Yastı Ş. 2006. Doğan Hisar Killeri, *MCM06 Medirranen Clay Meeting 2006Abstract Book, ODTU, Ankara*, (YL Tezinden*)*

Yalçın Yastı Ş., Ay N., 2009. Characterisation of Kubad Abad Tiles, SERES 2009 Proceedings Book , Eskişehir, (Dr. tezinden)

Yalçın Ş. Ay.N. 2010. Characterisation of Kubad Abad Til Glazes, *Arkeometry Symposium Abstrac Book (Dr.Tezinden)*