



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**İSTANBUL'DAKİ BAZI ERKEN DÖNEM
BİZANS YAPILARINA AİT HARÇLARIN
KARAKTERİZASYONU VE ONARIM HARCİ
ÖNERİLERİ**

Tülay UĞUR

DOKTORA TEZİ

Mimarlık (Restorasyon) Anabilim Dalı

Aralık-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Tülay UĞUR tarafından hazırlanan “İstanbul’daki Bazı Erken Dönem Bizans Yapılarına Ait Harçların Karakterizasyonu ve Onarım Harcı Önerileri” adlı tez çalışması 27/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık (Restorasyon) Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

Üye

Unvanı Adı SOYADI

Üye

Unvanı Adı SOYADI

Üye

Unvanı Adı SOYADI

İmza



Prof. Dr. Ahmet ALKAN



Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR



Prof. Dr. Özdemir KOÇAK



Doç. Dr. Arife Deniz OKTAÇ BEYCAN



Dr. Öğr. Üyesi Işıl POLAT PEKMEZCİ

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması ÖYP tarafından 2015 ÖYP 129 no.lu proje ile desteklenmiştir.

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.



Tulay UĞUR

27/12/2019

ÖZET

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL'DAKİ BAZI ERKEN DÖNEM BİZANS YAPILARINA AİT HARÇLARIN KARAKTERİZASYONU VE ONARIM HARCİ ÖNERİLERİ

Tülay UĞUR

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık (Restorasyon) Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

2019, 520 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

Prof. Dr. Ahmet ALKAN

Prof. Dr. Özdemir KOÇAK

Doç. Dr. Arife Deniz OKTAÇ BEYCAN

Dr. Öğr. Üyesi Işıl POLAT PEKMEZCİ

Bu araştırma, İstanbul, Sirkeci Bölgesi'ndeki dört ayrı alanda (batı shaft alanı/HMK, güney giriş/CMK, doğu shaft alanı/BMK ile kuzey giriş alanı/SMK) Marmaray Projesi kapsamında İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından yapılan kurtarma kazılarında açığa çıkarılan yapı kalıntılarında ait harç ve sıva örnekleri üzerinde yürütülmüştür.

Çalışmada, özgün harç ve sıvalar ile benzer kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklere sahip onarım karışımlarının belirlenmesine temel oluşturacak sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca tarihi harç ve sıvaların, yapıların ve farklı dönemlerinin kronolojik olarak yerlerinin tespit edilmesinde kullanılabilir elemanlar haline gelmesi diğer bir amaçtır. Temelde, Erken Bizans Dönemi'ne ait harç ve sıvaların niteliklerinin, yapım teknolojilerinin ve onarım karışımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ancak harç ve sıvaların kronolojik değerlendirmelerde kullanılabilmesi için, farklı kültür katmanlarına ait yapı kalıntılarının harç ve sıva örnekleri üzerinde de karakterizasyon çalışmaları yürütülerek karşılaştırma olanağı elde edilmiştir.

Harç ve sıva örneklerinin nitelik ve problemlerinin tespiti için, görsel analizleri, basit spot testler, petrografik analiz, kızdırma kaybı, asit kaybı, asitle reaksiyona girmeyen agregaların elek analizi ile stereo mikroskop altında görsel analizi, mekanik ve fiziksel deneyler ile SEM-EDS, XRD, ICP-MS/ES ve BET ileri analiz teknikleri yürütülmüştür.

Deneysel çalışmaların değerlendirilmesinde, harç ve sıvaların nitelikleri ve içerikleri belirlenerek yapım teknolojileri ve ait oldukları dönemler ile BMK alanındaki Erken Bizans Dönemi'ne ait yapının yeniden konumlandırılmasında kullanılacak özgünü nitelikte ile benzer onarım harç ve sıva karışımları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul - Konstantinopolis, Marmaray Sirkeci Kurtarma Kazıları, Bizans harç ve sıvaları, geleneksel kireç harçları, tarihi harç ve sıvalar, harç ve sıva analizleri, restorasyon - konservasyon

ABSTRACT

PhD THESIS

CHARACTERIZATION OF MORTARS OF SOME EARLY BYZANTINE MONUMENTS IN ISTANBUL AND PROPOSAL FOR REPAIR MORTARS

Tülay UĞUR

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture (Restoration)**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

2019, 520

Jury

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emin BAŞAR

Prof. Dr. Ahmet ALKAN

Prof. Dr. Özdemir KOÇAK

Assoc. Prof. Dr. Arife Deniz OKTAÇ BEYCAN

Asst. Prof. Dr. Işıl POLAT PEKMEZCİ

This research was carried out on mortars and plasters of building remains unearthed during rescue excavations within the scope of Marmaray Project conducted by Istanbul Archeological Museum in four different areas (West Shaft Area/ HMK, South Entrance/ CMK, East Shaft Area/ BMK and North Entrance area/ SMK) of Sirkeci Region, Istanbul.

In this study, it was aimed to obtain the results that will form the basis for the determination of repair mortars with similar chemical, physical and mechanical properties with original mortars and plasters. In addition, being able to use the historical mortars and plasters to determine the chronological location of the structures and different periods was another purpose. Basically, it was aimed to determine the qualities, construction technologies and repair mixtures of mortars and plasters of the Early Byzantine Period. However, in order to be able to use the mortars and plasters in chronological evaluations, characterization studies were carried out on the mortar and plaster samples of the building remains belonging to different cultural layers and comparison possibility was obtained.

For the determination of the quality and problems of mortar and plaster samples; visual analysis, simple spot tests, petrographic analysis, ignition loss, acid loss, sieve analysis of non-reacting aggregates with acid under stereo-microscope, mechanical and physical experiments with SEM-EDS, XRD, ICP-MS/ES and BET advanced analysis techniques were conducted.

In the evaluation of the experimental studies, the properties and content of mortars and plasters were determined, and the repair technologies and similar repair mortar and plaster mixtures that were used in the repositioning of the building that was belong to the Early Byzantine Period, the building technology and periods were determined.

Keywords: Istanbul - Constantinople, Marmaray Sirkeci rescue excavations, Byzantine mortars and renders, traditional lime mortar, ancient mortars and renders, Analysis of mortars and renders, restoration - conservation

ÖNSÖZ

Kültür varlıklarının içerisinde buldukları durum, korunmuşluk düzeyi ve nasıl değerlendirildikleri ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile ilgilidir. Somut kültürel miras kapsamında yer alan tarihi kalıntıların/yapıların konservasyon ve restorasyon çalışmalarıyla sağlıklı hale getirilerek sergilenmesi ya da yeniden işlevlendirilmesi ülkelere prestij ve güç sağlamakla birlikte ekonomik kaynakta sağlamaktadır. Tarihi yapıların koruma ve onarım çalışmalarının doğru bir şekilde yapılabilmesi için malzeme niteliklerinin ve problemlerinin belirlenmesi, bozulmalara yol açan etkenlerin saptanması gerekmektedir. Malzeme nitelik ve problemlerinin tespiti teşhis aşamasında yapılacak olan deneysel çalışmalarla belirlenebilir. Teşhis aşamasında elde edilen veriler doğrultusunda eserler üzerinde yapılacak uygulamalar belirlenir.

Bu çalışma, İstanbul, Tarihi Yarımada'nın en önemli noktaları arasında yer alan Sirkeci Bölgesi'nde, Marmaray Projesi kapsamında, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından yapılan dört ayrı alandaki kurtarma kazılarında açığa çıkarılan yapı kalıntılarına ait harç ve sıva örnekleri üzerinde yürütülmüştür.

Deneysel çalışmaların değerlendirilmesinde, harç ve sıvaların nitelikleri ve içerikleri belirlenerek yapım teknolojileri ve ait oldukları dönemler tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tarihi harç ve sıva malzemelerinin, yapıların dönemlerinin tespitinde belirleyici nitelikte olduğunu göstermiştir. BMK alanından kesilerek kaldırılan Erken Bizans Dönemi'ne ait yapının yeniden konumlandırılmasında kullanılacak özgülü ile benzer nitelikte onarım harç ve sıva karışımları belirlenmiştir.

Tez konusunun belirlenmesinde ve deneysel çalışmaların yürütülmesinde yaptığı bilimsel katkılardan dolayı değerli hocam ve yüksek lisans tez danışmanım Doç. Dr. Ahmet GÜLEÇ'e; XRD analiz grafiklerini okuyan Doç. Dr. Namık AYSAL'a, Sirkeci Bölgesi yapı kalıntılarına ait harç ve sıva örneklerini sağlayan ve müzede çalışma olanağı sunan İstanbul Arkeoloji Müzesi Emekli Müdürü Zeynep S. KIZILTAN'a; her türlü katkı ve desteklerinden dolayı tez danışmanım Doç. Dr. Mehmet Emin BAŞAR'a ve değerli hocalarımla Prof. Dr. Ahmet ALKAN'a, Dr. Öğr. Görevlisi Işıl POLAT PEKMEZCİ'ye, Doç. Dr. Arife Deniz OKTAÇ BEYCAN'a, Prof. Dr. Özdemir KOÇAK'a; müze çalışmaları sırasında örnek alımında yardımcı olan Yüksek Konservatör-Restoratör Özlem TOPRAK CİHAN'a; laboratuvarlarında çalışma imkanı tanıyan FSM Vakıf Üniversitesi, KURAM Müdürü Dr. Öğr. Görevlisi Ömer DABANLI'ya; laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Yüksek Kimyager Fatih ÖZBAŞ'a; Yüksek Malzeme Mühendisi Gözem YAŞAYAN'a, Jeoloji Mühendisi Mesut İŞ'e; FSM Vakıf Üniversitesi ALUTEAM Müdürü Dr. Öğr. Görevlisi Ebubekir KOÇ'a; yine laboratuvarlarında çalışma imkanı sağlayan İstanbul Restorasyon ve Konservasyon Merkez ve Bölge Laboratuvar Müdürü Ali Osman AVŞAR'a; örnek yerlerinin işaretlendiği alan planlarımı sağlayan Yüksek Mimar H. Kübra GÜR DÜZGÜN'e ve çalışmam boyunca destek olan Dr. Pınar ÇELİKKIRAN'a teşekkür ediyorum.

Tülay UĞUR
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
TABLO LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	5
1.2. Çalışma Metodolojisi.....	6
1.3. Çalışmanın Önemi	9
1.4. Kaynak Araştırması	9
2. TARİHİ HARÇ VE SIVA MALZEMELERİ	24
2.1. Bağlayıcı Malzemeler	26
2.1.1. Killi toprak- kerpiç.....	28
2.1.2. Alçı.....	33
2.1.3. Kireç.....	38
2.1.3.1. Kireç harçları	42
2.1.3.1.1. Non-Hidrolik kireç harcı.....	44
2.1.3.1.2. Hidrolik kireç harcı.....	47
2.1.3.1.3. Puzzolan katkılı kireç harçları	49
2.1.3.1.3.1. Puzzolan.....	49
2.1.3.1.3.2. Puzzolan + kireç.....	51
2.1.4. Çimentolar	53
2.1. Dolgu Maddeleri	56
2.1. Katkı Maddeleri	57
3. İSTANBUL TOPOGRAFYASI VE KENT TARİHİ	59
3.1. İstanbul Yakın Dönem Kazıları ve Marmaray Kurtarma Kazıları	71
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	77
4.1. Çalışmanın Kısıtlılıkları.....	78
4.2. Sirkeci Bölgesi Kurtarma Kazılarına Ait Harç ve Sıva Analizleri	78
4.3. Yapılmış Analizlerin Tanımlanması ve Sonuçları.....	79
4.3.1. Örnek alma.....	82
4.3.2. Görsel analiz ve tanımlama.....	82
4.3.2.1. Batı Şaft (Hocapaşa Mahallesi/HMK) kurtarma kazısı	83
4.3.2.2. Güney giriş (Cağaloğlu İstasyon girişi/CMK) kurtarma kazısı	97

4.3.2.3. Doğu Şaft (Sirkeci Garı'nın güneyi/BMK) kurtarma kazısı.....	105
4.3.2.4. Kuzey giriş (Sirkeci İstasyon girişi/SMK) kurtarma kazısı.....	116
4.3.3. Basit spot testler.....	123
4.3.3.1. Suda çözünebilir tuzların analizleri	123
4.3.3.1.1. Klorür (Cl ⁻) analizi.....	123
4.3.3.1.2. Nitrat (NO ₃ ⁻) analizi.....	124
4.3.3.1.3. Sülfat (SO ₄ ⁻) ve karbonat (CO ₃ ⁻) analizi.....	125
4.3.3.2. Sabunlaşabilir yağ ve protein analizleri.....	126
4.3.3.2.1. Protein analizleri.....	126
4.3.3.2.2. Sabunlaşabilir yağ analizleri.....	127
4.3.4. İletkenlik ölçümü.....	127
4.3.5. Kimyasal analizler	128
4.3.5.1. Kızdırma kaybı (kalsinasyon).....	128
4.3.5.2. Asit kaybı ve elek analizi.....	129
4.3.5.2.1. HMK alanı asit kaybı ve elek analizi.....	132
4.3.5.2.2. CMK alanı asit kaybı ve elek analizi	147
4.3.5.2.3. BMK alanı asit kaybı ve elek analizi	157
4.3.5.2.4. SMK alanı asit kaybı ve elek analizi	169
4.3.6. Petrografik analizler.....	176
4.3.6.1. HMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri.....	177
4.3.6.2. CMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri.....	186
4.3.6.3. BMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri.....	193
4.3.6.4. SMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri	197
4.3.7. Fiziksel analizler	200
4.3.7.1. Kütlece ve hacimce su emme oranları	201
4.3.7.2. Görünür porozite.....	202
4.3.7.3. Birim hacim kütlesi.....	203
4.3.8. Mekanik analizler	207
4.3.9. İleri analizler	212
4.3.9.1. SEM-EDS/EDX analizi	212
4.3.9.2. XRD analizi	214
4.3.9.3. ICP-ES/MS analizi.....	216
4.3.9.4. BET analizi	222
4.4. Genel Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	225
4.4.1. HMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	225
4.4.2. CMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.....	265
4.4.3. BMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.....	291
4.4.4. SMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.....	314

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER 327

5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi	327
5.2. Öneriler	355

KAYNAKLAR

EKLER

EK-1. Tablolar

EK-2. BET Analizi

EK-3. SEM-EDS Analizi	405
EK-4. XRD Analizi	464
EK-5. Asitle muamele sonrası kalan dolgu ve katkı maddelerinin boyut dağılım stereo mikroskop görüntüleri	476
EK-6. Planlar.....	497
ÖZGEÇMİŞ	519



SİMGELER VE KISALTMALAR

AAS	: Atomic Absorbtion Spectroscopy/ Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi.
BET	: <i>Brunauer, Emmett ve Teller</i>
FTIR	: Fourier Transform İnfrared Spectroscopy/ Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography/ Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
ICP-ES/MS	: Inductively Coupled Plasma Analysis-Emission Spectrometry/Mass Spectrometry - İndüktif Eşleşmiş Plazma-Emisyon Spektrometresi/ Kütle Spektrometresi.
XRD	: X-Ray Diffraction Analysis/ X-Işını Kırınımı Analizi.
XRF	: X-Ray fluorescence Analysis / X -Işını Floresans Analizi
SEM-EDS	: Scanning Electron Microscope and Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy Analysis/ Taramalı Elektron Mikroskopu ve Enerji Dağılımı- X Işını Spektroskopisi Analizi.
TGA	: Thermal Gravimetric Analysis/ Termogravimetrik Analiz
HMK	: Batı shaft alanı kazıları (Hocapaşa'daki havalandırma bacası/).
CMK	: Güney giriş kazıları (Cağaloğlu İstasyon girişi).
BMK	: Doğu shaft alanı kazıları (Sirkeci Garı'nın güneyindeki havalandırma bacası).
SMK	: Kuzey giriş alanı (Sirkeci istasyon girişi).

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Örneklerin yoğunluk ve gözenek hacmi değerleri	204
Tablo 2. Örneklerin nokta yükleme testi ile belirlenen tek eksenli ve hesaplanmış uniaksial basınç dayanımları.....	209
Tablo 3. XRD analizi değerlendirme tablosu	215
Tablo 4. ICP-ES analiz değerlendirme tablosu	217
Tablo 5. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı.....	218
Tablo 6. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı.....	219
Tablo 7. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı.....	220
Tablo 8. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı.....	221
Tablo 9. BMK alanı BET analiz değerlendirme tablosu	224
Tablo 10. Suda çözünabilir tuzlar, iletkenlik ile yağ ve protein analizi değerlendirme tablosu	376
Tablo 11. HMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu.....	379
Tablo 12. CMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu	382
Tablo 13. BMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu	384
Tablo 14. SMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu	386
Tablo 15. Örneklerin alındığı yer ve genel durum değerlendirme tablosu	387

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2. 1. Saf haldeki gypsum ve anhidritin kimyasal içeriği ve fiziksel özellikleri	34
Şekil 2. 2. Kireç döngüsü ve kireç harcı üretimi	44
Şekil 2. 3. Doğal hidrolik kirecin, kireçtaşlarının içerdiği kil oranına göre sınıflandırılması	49
Şekil 2. 4. Bazı doğal puzzolanların analitik bileşimi	50
Şekil 3. 1. İstanbul Tarihi Yarımada (kaynak: Edwin A. Grosvenor, 2014:8)	59
Şekil 3. 2. Konstantinopolis, 4-7. yy (kaynak: Müller-Wiener, W., 2016: 21)	63
Şekil 3. 3. Konstantinopolis, 8-12. yy (kaynak: Müller-Wiener, W., 2016: 25)	68
Şekil 3. 4. Limanların dağılımı (Kaynak: Müller-Wiener, W., 2016: 58)	74
Şekil 4. 1. Deney Plan Şeması.....	81
Şekil 4. 2. HMK Örnek 1, ham örnek genel görüntüsü	83
Şekil 4. 3. HMK Örnek 2 ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları.....	84
Şekil 4. 4. HMK Örnek 3, ham örnek genel görüntüsü	85
Şekil 4. 5. HMK Örnek 4, ham örnek genel görüntüsü	85
Şekil 4. 6. HMK Örnek 5, ham örnek genel görüntüsü	85
Şekil 4. 7. HMK Örnek 6, ham örnek genel görüntüsü	86
Şekil 4. 8. HMK Örnek 7, ham örnek genel görüntüsü	86
Şekil 4. 9. HMK Örnek 8, ham örnek genel görüntüsü	87
Şekil 4. 10. HMK Örnek 9, ham örnek genel görüntüsü	87
Şekil 4. 11. HMK Örnek 10, ham örnek genel görüntüsü	87
Şekil 4. 12. HMK Örnek 11, ham örnek genel görüntüsü	88
Şekil 4. 13. HMK Örnek 12, ham örnek genel görüntüsü	88
Şekil 4. 14. HMK Örnek 13, ham örnek genel görüntüsü	89
Şekil 4. 15. HMK Örnek 14, ham örnek genel görüntüsü	89
Şekil 4. 16. HMK Örnek 15, ham örnek genel görüntüsü	89
Şekil 4. 17. HMK Örnek 16, ham örnek genel görüntüsü	90
Şekil 4. 18. HMK Örnek 17, ham örnek genel görüntüsü	90
Şekil 4. 19. HMK Örnek 18, ham örnek genel görüntüsü	91
Şekil 4. 20. HMK Örnek 19, ham örnek genel görüntüsü	91
Şekil 4. 21. HMK Örnek 20, ham örnek genel görüntüsü	91
Şekil 4. 22. HMK Örnek 21, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	92
Şekil 4. 23. HMK Örnek 22, ham örnek genel görüntüsü	93
Şekil 4. 24. HMK Örnek 23, ham örnek genel görüntüsü	93
Şekil 4. 25. HMK Örnek 24, ham örnek genel görüntüsü	94
Şekil 4. 26. HMK Örnek 25, ham örnek genel görüntüsü	94
Şekil 4. 27. HMK Örnek 26, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	95
Şekil 4. 28. HMK Örnek 27, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	96
Şekil 4. 29. CMK Örnek 1, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	97
Şekil 4. 30. CMK Örnek 2, ham örnek genel görüntüsü.....	98
Şekil 4. 31. CMK Örnek 3, ham örnek genel görüntüsü.....	98
Şekil 4. 32. CMK Örnek 4, ham örnek genel görüntüsü.....	99
Şekil 4. 33. CMK Örnek 5, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	99
Şekil 4. 34. CMK Örnek 6, ham örnek genel görüntüsü.....	100
Şekil 4. 35. CMK Örnek 7, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	101
Şekil 4. 36. CMK Örnek 8, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	101
Şekil 4. 37. CMK Örnek 9, ham örnek genel görüntüsü.....	102
Şekil 4. 38. CMK Örnek 10, ham örnek genel görüntüsü.....	102
Şekil 4. 39. CMK Örnek 11, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	103
Şekil 4. 40. CMK Örnek 12, ham örnek genel görüntüsü.....	103
Şekil 4. 41. CMK Örnek 13, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları	104
Şekil 4. 42. CMK Örnek 14, ham örnek genel görüntüsü.....	105
Şekil 4. 43. BMK Örnek 1, alındığı yer genel görüntüsü	105
Şekil 4. 44. BMK Örnek 1, ham örnek genel görüntüsü	106
Şekil 4. 45. BMK Örnek 2, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	106
Şekil 4. 46. BMK Örnek 3, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	106
Şekil 4. 47. BMK Örnek 4, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	107

Şekil 4. 48. BMK Örnek 5, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	107
Şekil 4. 49. BMK Örnek 6, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	108
Şekil 4. 50. BMK Örnek 7, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	108
Şekil 4. 51. BMK Örnek 8, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	109
Şekil 4. 52. BMK Örnek 9, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	109
Şekil 4. 53. BMK Örnek 10, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	110
Şekil 4. 54. BMK Örnek 11, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	110
Şekil 4. 55. BMK Örnek 12, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	111
Şekil 4. 56. BMK Örnek 13, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	111
Şekil 4. 57. BMK Örnek 14, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	112
Şekil 4. 58. BMK Örnek 15, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	112
Şekil 4. 59. BMK Örnek 16, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	113
Şekil 4. 60. BMK Örnek 17, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	113
Şekil 4. 61. BMK Örnek 18, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	114
Şekil 4. 62. BMK Örnek 19, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü	114
Şekil 4. 63. BMK Örnek 20, ham örnek genel görüntüsü	115
Şekil 4. 64. BMK Örnek 21, ham örnek genel görüntüsü	115
Şekil 4. 65. BMK Örnek 22, ham örnek genel görüntüsü	116
Şekil 4. 66. SMK Örnek 1, ham örnek genel görüntüsü	116
Şekil 4. 67. SMK Örnek 2, ham örnek genel görüntüsü	117
Şekil 4. 68. SMK Örnek 3, ham örnek genel görüntüsü	117
Şekil 4. 69. SMK Örnek 4, ham örnek genel görüntüsü ve içerikteki bazı keramik kırıkları	118
Şekil 4. 70. SMK Örnek 5, ham örnek genel görüntüsü	118
Şekil 4. 71. SMK Örnek 6, ham örnek genel görüntüsü	119
Şekil 4. 72. SMK Örnek 7, ham örnek genel görüntüsü	119
Şekil 4. 73. SMK Örnek 8, ham örnek genel görüntüsü	119
Şekil 4. 74. SMK Örnek 9, ham örnek genel görüntüsü	120
Şekil 4. 75. SMK Örnek 10, ham örnek genel görüntüsü	120
Şekil 4. 76. SMK Örnek 11, ham örnek genel görüntüsü	121
Şekil 4. 77. SMK Örnek 12, ham örnek genel görüntüsü	121
Şekil 4. 78. SMK Örnek 13, ham örnek genel görüntüsü ve içerikteki bazı keramik kırıkları	122
Şekil 4. 79. HMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği	205
Şekil 4. 80. CMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği	205
Şekil 4. 81. BMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği	206
Şekil 4. 82. SMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği	207
Şekil 4. 83. I_s ve K sabiti ile hesaplanan UCS değerlerinin birbirlerine göre değişim grafiği	210
Şekil 4. 84. Örneklerin nokta yükleme testi ile belirlenen tek eksenli ve hesaplanmış uniaksiyal basınç dayanımları grafiği	210
Şekil 4. 85. Örneklerin nokta yükleme testi ile belirlenen tek eksenli ve hesaplanmış uniaksiyal basınç dayanımları ve fiziksel özelliklerinin (görünür yoğunluk ve hacimce su emme oranı) grafiği	211
Şekil 4. 86. SEM-EDS çekim görüntüsü	214
Şekil 4. 87. Örnek 1'in kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	226
Şekil 4. 88. Örnek 2, kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1 ve tabaka ayrımları; b) 2b ve 2c katmanları detay görüntüsü x4	227
Şekil 4. 89. Örnek 2b, a) kalın kesit stereo mikroskop detay görüntüsü x5; b) ince kesit polarizan mikroskop x4	227
Şekil 4. 90. Örnek 2c, a) kalın kesit stereo mikroskop detay görüntüsü x5; b) ince kesit polarizan mikroskop x4	228
Şekil 4. 91. Örnek 3 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	229
Şekil 4. 92. Örnek 4 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x 5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	230
Şekil 4. 93. Örnek 5 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) genel doku görüntüsü x 1; c) detay görüntüsü x 4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	231
Şekil 4. 94. Örnek 6 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	232
Şekil 4. 95. Örnek 7 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	233

Şekil 4. 96. Örnek 8 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	234
Şekil 4. 97. Örnek 9 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x 5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	235
Şekil 4. 98. Örnek 10 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) genel doku görüntüsü x 1; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	236
Şekil 4. 99. Örnek 11 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) genel doku görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	237
Şekil 4. 100. Örnek 12 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b)detay görüntü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	238
Şekil 4. 101. Örnek 13 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	239
Şekil 4. 102. Örnek 14 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	240
Şekil 4. 103. Örnek 15 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	241
Şekil 4. 104. Örnek 16 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x5; d)ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	242
Şekil 4. 105. Örnek 17 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 1; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	243
Şekil 4. 106. Örnek 18 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	244
Şekil 4. 107. Örnek 19 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	245
Şekil 4. 108. Örnek 20 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	246
Şekil 4. 109. Örnek 21 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) 21a, 21b ve 21 c tabakaları genel doku görüntüsü x0,67; c) 21c ve 21d tabakaları genel doku görüntüsü x0,67.....	246
Şekil 4. 110. Örnek 21a kalın kesit stereo mikroskop a) detay görüntüsü x4; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	247
Şekil 4. 111. Örnek 21b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c) 21a ve 21b detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	248
Şekil 4. 112. Örnek 21c kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	249
Şekil 4. 113. Örnek 21d kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	250
Şekil 4. 114. Örnek 22 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	251
Şekil 4. 115. Örnek 23 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	252
Şekil 4. 116. Örnek 24 kalın kesit stereo mikroskop, a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4	253
Şekil 4. 117. Örnek 24a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	254
Şekil 4. 118. Örnek 24b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b ve c) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	255
Şekil 4. 119. Örnek 25 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel doku görüntüsü x0,67; c) genel doku görüntüsü x1.....	255
Şekil 4. 120. Örnek 25a kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	256
Şekil 4. 121. Örnek 25b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	257
Şekil 4. 122. 26 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel doku görüntüsü x0,67; c ve d) genel doku görüntüsü x1	258
Şekil 4. 123. Örnek 26a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	259
Şekil 4. 124. Örnek 26b kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	260
Şekil 4. 125. Örnek 27 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) 27 b ve 27c genel doku görüntüsü x0,67; c ve d) 27a genel doku görüntüsü x0,67.....	261

Şekil 4. 126. Örnek 27a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	262
Şekil 4. 127. Örnek 27b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	263
Şekil 4. 128. Örnek 27c kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	264
Şekil 4. 129. Örnek 1 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67	265
Şekil 4. 130. Örnek 1a kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	266
Şekil 4. 131. Örnek 1b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	267
Şekil 4. 132. Örnek 2 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	268
Şekil 4. 133. Örnek 3 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	269
Şekil 4. 134. Örnek 4 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x 0,67	270
Şekil 4. 135. Örnek 4a kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	270
Şekil 4. 136. Örnek 4b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	271
Şekil 4. 137. Örnek 5 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x067; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x1	272
Şekil 4. 138. Örnek 5a kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	273
Şekil 4. 139. Örnek 5b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	274
Şekil 4. 140. Örnek 6 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; c) detay görüntüsü x5; d) detay görüntü x4; e) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4 .	275
Şekil 4. 141. Örnek 7 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x067; c) genel içerik ve doku görüntüsü x1	276
Şekil 4. 142. Örnek 7.1 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	277
Şekil 4. 143. Örnek 7.2 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	278
Şekil 4. 144. Örnek 7.3 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	279
Şekil 4. 145. 8 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x067; c) genel içerik ve doku görüntüsü x1	279
Şekil 4. 146. Örnek 8a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	280
Şekil 4. 147. Örnek 8b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b, c, d ve e) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	281
Şekil 4. 148. Örnek 9 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	282
Şekil 4. 149. Örnek 10 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	283
Şekil 4. 150. Örnek 11 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) 11a detay görüntü x4 d) 11b detay görüntü x4.....	284
Şekil 4. 151. Örnek 11a kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b, c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	285
Şekil 4. 152. Örnek 11b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b, c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	286
Şekil 4. 153. Örnek 12 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	287
Şekil 4. 154. Örnek 13 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1	287
Şekil 4. 155. Örnek 13a kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	288

Şekil 4. 185. Örnek 6 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	319
Şekil 4. 186. Örnek 7 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	320
Şekil 4. 187. Örnek 8 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	321
Şekil 4. 188. Örnek 9 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4	322
Şekil 4. 189. Örnek 10 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	323
Şekil 4. 190. Örnek 11 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	324
Şekil 4. 191. Örnek 12 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	325
Şekil 4. 192. Örnek 13 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4.....	326
Şekil 5. 1. Grup 1 onarım harcı öneri oranları.....	356
Şekil 5. 2. Grup 2 onarım harcı öneri oranları.....	357
Şekil 5. 3. Grup 3aa onarım harcı öneri oranları.....	358
Şekil 5. 4. Grup 3ab onarım harcı öneri oranları.....	358
Şekil 5. 5. Grup 3ba onarım harcı öneri oranları.....	359
Şekil 5. 6. Grup 3bb onarım harcı öneri oranları	359
Şekil 5. 7. Grup 4a onarım harcı öneri oranları.....	360
Şekil 5. 8. Grup 4ba onarım harcı öneri oranları.....	360
Şekil 5. 9. Grup 4bb onarım harcı öneri oranları	361
Şekil 5. 10. Grup 5 onarım harcı öneri oranları.....	362
Şekil 5. 11. Grup 6 onarım harcı öneri oranları.....	362
Şekil 5. 12. Grup 7 onarım harcı öneri oranları.....	363
Şekil E(EK)2. 1. Örnek 6, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri	391
Şekil E2. 2. Örnek 6, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri.....	392
Şekil E2. 3. Örnek 7, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri	393
Şekil E2. 4. Örnek 7, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri	394
Şekil E2. 5. Örnek 8, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri	395
Şekil E2. 6. Örnek 8, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri.....	396
Şekil E2. 7. Örnek 12, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri	397
Şekil E2. 8. Örnek 12, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri.....	398
Şekil E2. 9. Örnek 18, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri	399
Şekil E2. 10. Örnek 18, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri.....	400
Şekil E2. 11. Örnek 21, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri	401
Şekil E2. 12. Örnek 21, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile.....	402
Şekil E2. 13. Örnek 22, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri	403
Şekil E2. 14. Örnek 22, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri.....	404
Şekil E(EK)3.1. HMK Örnek 2a'nın SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop görüntüsü ve içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü	405
Şekil E3. 2. HMK Örnek 2a,1. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu	405
Şekil E3. 3. HMK Örnek 2a, 2. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu	406
Şekil E3. 4. HMK Örnek 2a, 3. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu	406
Şekil E3. 5. HMK Örnek 2b'nin SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop görüntüsü ve içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü	407
Şekil E3. 6. HMK Örnek 2b, 1. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu.....	407
Şekil E3. 7. HMK Örnek 2b'nin SEM-EDS analizi yapılan alanın içerisindeki bölgeler ile 2. Bölge SEM detay görüntüleri	408

Şekil E3. 8. HMK Örnek 2b, 2. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu	408
Şekil E3. 9. HMK Örnek 2b, 3. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu	409
Şekil E3. 10. HMK Örnek 2b bağlayıcı alan SEM görüntüsü ve EDS grafiği ve tablosu	409
Şekil E3. 11. HMK Örnek 4'ün SEM-EDS analizi yapılan bölgelerin stereo mikroskop ve SEM görüntüsü	410
Şekil E3. 12. HMK Örnek 4, 1. bölgenin EDS grafiği ve tablosu.....	410
Şekil E3. 13. HMK Örnek 4, 2. bölgenin EDS grafiği ve tablosu.....	411
Şekil E3. 14. HMK Örnek 4, 3. bölgenin EDS grafiği ve tablosu.....	411
Şekil E3. 15. HMK Örnek 4, gözenek ve 4. bölge SEM görüntüsü.....	412
Şekil E3. 16. HMK Örnek 4, 4. bölgenin EDS grafiği ve tablosu.....	412
Şekil E3. 17. HMK Örnek 7'nin SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop ve içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü.....	413
Şekil E3. 18. HMK Örnek 7, 1 bölgenin EDS grafiği ve tablosu	413
Şekil E3. 19. HMK Örnek 7, 2 bölgenin EDS grafiği ve tablosu.....	414
Şekil E3. 20. HMK Örnek 7, 3 bölgenin EDS grafiği ve tablosu	414
Şekil E3. 21. HMK Örnek 7, kireç topağı SEM görüntüsü	415
Şekil E3. 22. HMK Örnek 7, 4. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu	415
Şekil E3. 23. HMK Örnek 7, tuğla kırığı ve bağlayıcı alan SEM görüntüsü ve EDS analizi yapılan bölgeler	416
Şekil E3. 24. HMK Örnek 7, 5. ve 6. bölgelerin EDS grafiği ve tablosu.....	416
Şekil E3. 25. HMK Örnek 9'un SEM-EDS analizi yapılan alanlarının stereo mikroskop görüntüsü ve 1. alan içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü	417
Şekil E3. 26. HMK Örnek 9, SEM-EDS analizi yapılan noktasal alanın (1. alan 5. bölge) SEM görüntüsü ve detayı	417
Şekil E3. 27. HMK Örnek 9, 1. alan 1. bölgenin EDS grafiği ve tablosu	418
Şekil E3. 28. HMK Örnek 9, 1. alan, 2. bölgenin EDS grafiği ve tablosu.....	418
Şekil E3. 29. HMK Örnek 9, 1. alan 3. bölgenin EDS grafiği ve tablosu	419
Şekil E3. 30. HMK Örnek 9, 1. alan 4. bölgenin EDS grafiği ve tablosu	419
Şekil E3. 31. HMK Örnek 9, 1. alan 5. bölgenin EDS grafiği ve tablosu	420
Şekil E3. 32. HMK Örnek 9, 2. alan, genel ve detay doku ile mapping SEM görüntüleri ve EDS analizi yapılan bölgeler	420
Şekil E3. 33. HMK Örnek 9, 2 alan, mapping yapılan kısmın EDS grafiği ve tablosu	421
Şekil E3. 34. HMK Örnek 9, 2. alan 1. bölgenin EDS grafiği ve tablosu	421
Şekil E3. 35. HMK Örnek 9, 2. alan 2. bölgenin EDS grafiği ve tablosu	422
Şekil E3. 36. HMK Örnek 9, 2. alan 3. ve 4. bölge EDS grafiği ve tablosu	422
Şekil E3. 37. HMK Örnek 9, 3. alan genel ve detay SEM görüntüleri ile EDS analizi yapılan bölgeler.....	423
Şekil E3. 38. HMK Örnek 9, 3. alan mapping SEM görüntüsü ve EDS analizi yapılan bölgeler ...	424
Şekil E3. 39. HMK Örnek 9, 3. alan mapping EDS grafiği ve tablosu.....	424
Şekil E3. 40. HMK Örnek 9, 3. alan 1, 2 ve 3. bölgelerin EDS grafiği ve tablosu	425
Şekil E3. 41. HMK Örnek 9, 3. alan 4 ve 5. bölgelerin EDS grafiği ve tablosu	426
Şekil E3. 42. HMK Örnek 11 SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop ve SEM görüntüsü	427
Şekil E3. 43. HMK Örnek 11, EDS grafiği ve tablosu	427
Şekil E3. 44. HMK Örnek 13, stereo mikroskop ve 1 alan EDS analizi yapılan bölgelerin SEM görüntüsü	428
Şekil E3. 45. HMK Örnek 13, 1 alan 1, 2 ve 3. bölge EDS grafiği ve tablosu	428
Şekil E3. 46. HMK Örnek 13, 2 alanın stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu	429
Şekil E3. 47. HMK Örnek 13, 3 alanın stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu	430
Şekil E3. 48. HMK Örnek 14, stereo mikroskop ile 1. ve 2. bölgenin SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu.....	431
Şekil E3. 49. HMK Örnek 14, 3. ve 4. bölgenin SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu	432
Şekil E3. 50. HMK Örnek 15, 1. ve 2. bölgelerinin stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu	433
Şekil E3. 51. HMK Örnek 16, stereo mikroskop ve SEM görüntüleri	434
Şekil E3. 52. HMK Örnek 16, kireç topağı EDS grafiği ve tablosu	434
Şekil E3. 53. HMK Örnek 16, tuğla kırığı EDS grafik ve tablosu	435
Şekil E3. 54. HMK Örnek 16, agrega SEM görüntüleri ile EDS grafiği ve tablosu	436

Şekil E3. 55. HMK Örnek 17, stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu	437
Şekil E3. 56. HMK Örnek 17, analizi yapılan noktasal alan ile mapping yapılan alanın SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu	438
Şekil E3. 57. HMK Örnek 18, stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile bağlayıcı alan EDS grafik ve tablosu	439
Şekil E3. 58. HMK Örnek 18, analizi yapılan bölgelerin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu	440
Şekil E3. 59. HMK Örnek 19, stereo mikroskop ve 1 alandan analiz edilen bölgelerin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu	441
Şekil E3. 60. HMK Örnek 19, 2 alandan analiz edilen bölgelerin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu	442
Şekil E3. 61. HMK Örnek 20, analiz edilen bölgelerin stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu	443
Şekil E3. 62. HMK Örnek 26a, analiz edilen bölgelerin stereo mikroskop görüntüsü ve 1. bölgenin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu.....	444
Şekil E3. 63. HMK Örnek 26a, 2. ve 3. bölge SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları	445
Şekil E3. 64. HMK Örnek 26a, 4. bölge SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tablosu	446
Şekil E3. 65. CMK Örnek 5 stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin (1. bölge 5a tabakası; 2. bölge 5b tabakası) SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları	447
Şekil E3. 66. CMK Örnek 6 stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları	448
Şekil E3. 67. CMK Örnek 6, 2. bölge SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları ...	449
Şekil E3. 68. CMK Örnek 12 stereo mikroskop ve analizi yapılan alanların SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları	450
Şekil E3. 69. BMK Örnek 1, stereo mikroskop ve analizi yapılan 1. bölge SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları.....	451
Şekil E3. 70. BMK Örnek 1, analizi yapılan 2. bölgedeki 1. ve 2. alanların SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları.....	452
Şekil E3. 71. BMK Örnek 7, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin ve içerisindeki alanların alanın SEM ve mapping görüntüleri	453
Şekil E3. 72. BMK Örnek 7, analizi yapılan 1. bölge mapping ile içerisindeki 1, 2 ve 3. alanların EDS grafik ve tabloları	454
Şekil E3. 73. BMK Örnek 7, analizi yapılan 1. bölge içerisindeki 4. alanın EDS grafik ve tablosu	455
Şekil E3. 74. BMK Örnek 8, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgenin içerisindeki alanın SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu	456
Şekil E3. 75. BMK Örnek 18, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgenin içerisindeki alanların SEM ile mapping görüntüsü ve EDS grafik ve tabloları.....	457
Şekil E3. 76. BMK Örnek 20, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin SEM ile mapping görüntüsü	458
Şekil E3. 77. BMK Örnek 20, analizi yapılan bölgelerin EDS grafik ve tabloları.....	459
Şekil E3. 78. BMK Örnek 21, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölge ile içerisindeki alanların SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları	460
Şekil E3. 79. BMK Örnek 21, analizi yapılan 1 bölge, 3 alan EDS grafik ve tablosu.....	461
Şekil E3. 80. BMK Örnek 22, stereo mikroskop ve analizi yapılan 1. bölge ile içerisindeki alanın SEM görüntüleri.....	461
Şekil E3. 81. BMK Örnek 22, analizi yapılan 1. bölge ve içerisindeki alanın EDS grafik ve tablosu	462
Şekil E3. 82. BMK Örnek 22, analizi yapılan 2. bölge ve içerisindeki alanın SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları.....	463
Şekil E(EK)4. 1. HMK 7 no.lu örneğin XRD grafiği.....	464
Şekil E4. 2. HMK 13 no.lu örneğin XRD grafiği	464
Şekil E4. 3. HMK 17 no.lu örneğin XRD grafiği	465
Şekil E4. 4. HMK 20 no.lu örneğin XRD grafiği	465
Şekil E4. 5. HMK 27c no.lu örneğin XRD grafiği	466
Şekil E4. 6. CMK 3 no.lu örneğin XRD grafiği	466
Şekil E4. 7. CMK 5b no.lu örneğin XRD grafiği	467
Şekil E4. 8. CMK 7.2 no.lu örneğin XRD grafiği	467
Şekil E4. 9. CMK 10 no.lu örneğin XRD grafiği	468
Şekil E4. 10. CMK 11a no.lu örneğin XRD grafiği	468

Şekil E4. 11. CMK 12 no.lu örneğin XRD grafiği	469
Şekil E4. 12. BMK 6 no.lu örneğin XRD grafiği	469
Şekil E4. 13. BMK 7 no.lu örneğin XRD grafiği	470
Şekil E4. 14. BMK 8 no.lu örneğin XRD grafiği	470
Şekil E4. 15. BMK 12 no.lu örneğin XRD grafiği	471
Şekil E4. 16. BMK 16 no.lu örneğin XRD grafiği	471
Şekil E4. 17. BMK 18 no.lu örneğin XRD grafiği	472
Şekil E4. 18. BMK 21 no.lu örneğin XRD grafiği	472
Şekil E4. 19. BMK 22 no.lu örneğin XRD grafiği	473
Şekil E4. 20. SMK 3 no.lu örneğin XRD grafiği.....	473
Şekil E4. 21. SMK 4 no.lu örneğin XRD grafiği.....	474
Şekil E4. 22. SMK 8 no.lu örneğin XRD grafiği.....	474
Şekil E4. 23. SMK 10 no.lu örneğin XRD grafiği.....	475
Şekil E4. 24. SMK 12 no.lu örneğin XRD grafiği.....	475

Şekil E(EK)5. 1. HMK 1 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	476
Şekil E5. 2. HMK 2c no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	477
Şekil E5. 3. HMK 3 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri	478
Şekil E5. 4. HMK 4 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri	479
Şekil E5. 5. HMK 8 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri	480
Şekil E5. 6. HMK 11 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	481
Şekil E5. 7. HMK 16 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	482
Şekil E5. 8. HMK 20 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	483
Şekil E5. 9. CMK 2 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri	484
Şekil E5. 10. CMK 5b no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	485
Şekil E5. 11. CMK 9 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	486
Şekil E5. 12. CMK 11a no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	487
Şekil E5. 13. CMK 11b no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	488
Şekil E5. 14. BMK 7 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	489
Şekil E5. 15. BMK 8 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	490
Şekil E5. 16. BMK 14 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	491
Şekil E5. 17. BMK 16 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	492
Şekil E5. 18. BMK 21 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	493
Şekil E5. 19. BMK 22 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri.....	494
Şekil E5. 20. SMK 1 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri	495
Şekil E5. 21. SMK 2 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri	496

Şekil E(EK)6. 1. Marmaray Tüp geçit Projesi Sirkeci İstasyonu, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Arkeolojik Araştırma Kazı Alanları Vaziyet Planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006).....	497
Şekil E6. 2. HMK 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006).....	498
Şekil E6. 3. HMK 9, 10, 11, 12, 13 ve 15 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007).....	499
Şekil E6. 4. HMK 14, 19 ve 20 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007).....	500
Şekil E6. 5. HMK 16 ve 17 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006).....	501
Şekil E6. 6. HMK 18 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007).....	502
Şekil E6. 7. HMK 21, 22, 23, 24 ve 25 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006).....	503
Şekil E6. 8. HMK 26 ve 27 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007).....	504
Şekil E6. 9. CMK 1, 4, 5, 6 ve 7 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2010).....	505
Şekil E6. 10. CMK 2 ve 3 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2010).....	506
Şekil E6. 11. CMK 8 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011).....	507
Şekil E6. 12. CMK 9, 10 ve 11 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2012).....	508
Şekil E6. 13. CMK 12 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2012).....	509
Şekil E6. 14. CMK 13 ve 14 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007).....	510
Şekil E6. 15. BMK 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ve 17 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2010).....	511
Şekil E6. 16. BMK 18, 19 ve 20 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011).....	512
Şekil E6. 17. BMK 21 ve 20 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011).....	513
Şekil E6. 18. SMK 1 ve 5 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011).....	514
Şekil E6. 19. SMK 3 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011).....	515
Şekil E6. 20. SMK 2 ve 4 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2012).....	516
Şekil E6. 21. SMK 6 ve 7 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007).....	517
Şekil E6. 22. SMK 8, 9, 10, 11, 12 ve 13 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2009).....	518

1. GİRİŞ

Tarihi ve kültürel sürekliliğin doğru ve kesintisiz okunabilmesi için yapı kalıntıları, üzerinde durulması gereken çok değerli bilgi kaynaklarıdır. Geçmişin geleceğe mirası olan maddi kalıntılar/eserler, yok olmuş ya da yaşayan toplum ve kültürlerin kendilerini tarihsel, kültürel, sosyal, ekonomik açıdan ifade etme araçları ve hakkı olarak görülmeli, mevcut haliyle korunarak geleceğe aktarılması sağlanmalıdır.

Zaman içerisinde çeşitli toplumların yaşantısının somut ve somut olmayan değerlerinin gelişme ifadesi olarak günümüze kadar gelmiş olan kavramlar, korunması gereken kültürel değerlerdir. Maddi kültür örüntüleri olarak günümüze ulaşan toprak altında ve üzerinde yer alan eserler somut kültürel miras kapsamındadır. Dünya Kültürel ve Doğal Mirasın Korunması Sözleşmesi'nin (16 Kasım 1972) 1. maddesinde yapılmış olan tanımlamaya göre kültürel miras, anıtlar, yapı toplulukları ve siteleri içermektedir. Bu kültürel değerlerin mevcut haliyle korunması ve geleceğe aktarılması ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile paraleldir.

İnsanlığın belleğini oluşturan somut ve somut olmayan kültür unsurlarının korunması, uluslararası çeşitli tüzük ve sözleşmelerle koruma altına alınmıştır. Ülkelerin kültürel mirasın korunması ile ilgili bu tüzük ve sözleşmelerin kabulü, kültür varlıklarının korunması açısından oldukça faydalı olacaktır. Eserler üzerinde ya da çevrelerinde yapılacak olan müdahalelerin bu tür kurum ya da kuruluşlar tarafından denetlenebilir olması, bir kontrol mekanizması oluşturacaktır. Koruma projelerinin başarılı ve sürdürülebilir olabilmesi için ekonomik ve sosyal gelişme politikalarının düzenlenmesi yanında halkın bilinçlendirilmesi ve katılımının sağlanması gereklidir.

Kültür varlıklarının korunması ve onarılması konusunda yapılan bilimsel çalışmalar, farklı disiplinlerin de ilgisini çekecek şekilde giderek önem kazanmaya devam etmektedir. Gelişen bilimsel ve teknik çalışmalara paralel olarak, özellikle eser malzemeleri üzerinde sürdürülen araştırmaların kapsamının genişlemesi birçok disiplinin birlikte çalışmasını gerektirmektedir. Ancak, bu alanda çalışma yürütecek olan kişiler eski eser malzemesi konusunda bilgi ve deneyim sahibi olmaları yanında konservasyon-restorasyon ilkelerine bağlı kalmalıdır. Koruma ve onarım amacıyla yapılan araştırmaların sonuçları uygulanabilir hale geldiğinde eserin bütünlüğü ile özgünlüğünü koruyacak ve devam ettirecek nitelikte olmalıdır.

İlerleyen bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak birçok farklı disiplinin birlikte çalışması gerekli olan koruma onarım projelerinde, özgünlüğün korunması ve

sürdürülebilirliğin sağlanması temel alınmalıdır. Özellikle farklı dönemlerin izlerini taşıyan eserlerde koruma-onarım uygulamaları kapsamında yapılacak müdahaleler, eserler üzerinden okunabilen kültürel devamlılığı kesintiye uğratmamalıdır. Bu tür eserlerde kullanılacak onarım malzemeleri, önceden yapılacak araştırmalarla özgünü tespit edilerek kendi dönemlerinin malzeme teknolojisinin devamlılığını sağlayacak nitelikte olmalıdır. Yapılacak olan müdahalelerin koruma ilkeleri doğrultusunda yapılmaması durumunda kültürel ve sosyal kayıplar yanında ekonomik kayıplar da oluşacaktır. Günümüzde korunması sağlanarak turizme kazandırılan kültür varlıkları, ülkeler için ciddi bir ekonomik kaynak haline gelmiş durumdadır.

Tarihi eserlerin konservasyon ve restorasyon projeleri, gerekli durumlarda sıralamanın değişmesi ya da bazılarının gerek duyulmamakla birlikte belgeleme, teşhis, uygulama (temizleme, yapıştırma-dolgu-tümleme, sağlamlaştırma-koruma vb.) ve bakım aşamalarından oluşmaktadır (Güleç, 2009; Güleç, 2012). Yapıların üretildikleri malzemelerin tespiti için yürütülen karakterizasyon çalışmaları ile yapılarda problem oluşturan faktörlerin saptanması teşhis aşaması kapsamında yer almaktadır (Uğur, 2011). Belgeleme ve teşhis aşamasında yeteri kadar araştırma yapılmadan mevcut yöntemlere göre yapılan uygulamaların doğru olma olasılığı ancak tesadüfidir. Bu tür uygulamaların yol açacağı kayıpların telafisi genellikle mümkün olmamaktadır. Özellikle 20. yüzyılın çeşitli dönemlerinde yapılmış onarımlarda kullanılmış olan portland çimentosunun zaman içerisinde yapılara verdiği ciddi hasarlar birçok yapıda gözlenmektedir. Bu yapıların onarım yapılan bölgelerinde özgün kısımlar neredeyse yok olmuş geriye sadece niteliksiz onarımlar kalmıştır.

Eser onarımlarında kullanılacak harç, sıva, dolgu, derz vb. onarım malzemelerinin özelliklerinin özgün malzeme ile benzer niteliklere sahip olması, malzeme özgünlük değerinin muhafaza edilmesinin yanı sıra; mekanik dayanımının, gözeneklilik vb. fiziksel özelliklerinin de özgün malzemeyle eşdeğer olmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla kullanılmış olan onarım malzemelerinin özgün malzemelere yapacağı mekanik ve fiziksel baskıların önüne geçilecek, yapının sağlıklı olarak geleceğe aktarılması sağlanacaktır (Uğur ve Güleç, 2014).

Harç ve sıva malzemeleri yapının geçmişini ve geçirdiği sürecin detay bilgilerini içerisinde barındıran önemli yapı malzemeleridir. Harç ve sıvalar, mimarlık tarihinin ve dönemlerinin geleneksel yapı teknolojisinin mevcut durumunu ve gelişimini somut olarak ortaya koyan belgesel nitelikteki yapı öğeleri olduğundan göz ardı edilmemelidir. Özellikle kurtarma kazılarında kalıntılar arkeolojik olarak belgelendirilip kaldırılırken bu

tür malzemeler genellikle ihmal edilmektedir. Dönemlerinin belki nadir izleri olan bu kalıntılardan doğru şekilde numune almak ve detaylı bir görsel analiz yapmak oldukça önemlidir. Bir daha geri dönülemeyecek olan bu aşama deneysel çalışmaların ve yorumların yönünü belirlemede etkili olacaktır. Örnek alınırken bu tür malzemelerin teknik/üslup açısından yapım özellikleri (derzlerin kalınlığı ve derinliği, harç ve sıvaların alt ve üst yüzeyleri, süsleme biçimleri, katmanlarının görsel özellikleri, kalınlıkları vb.) çevresi ile olan ilişkileri detaylı olarak kayıt altına alınmalıdır.

Geleneksel yapım teknikleri ve malzeme üretim teknolojisi hakkında elde edebileceğimiz maddi veriler bazı durumlarda sınırlıdır. Bu nedenle yapılacak çalışmalar büyük bir titizlikle uzman kişiler tarafından takip edilmeli ve yürütülmelidir. Yapım teknikleri ve malzeme üretim teknolojisi aynı zamanda dönemin olanaklarını da göstermektedir. Yapı kalıntıları üzerinden, yapının ait olduğu dönemin tarihi, sosyal ve ekonomik durumu ile sanatsal üslup ve gelişimleri, etkileşimleri hakkında saptamalar yapılabilmektedir. Farklı coğrafyadaki kültürlerle olan ticari ve kültürel ilişkiler ve etkileşimler malzeme üzerinden okunabilmektedir. Ayrıca buralarda meydana gelmiş olan yangın, deprem vb. felaketlerin izleri de kalıntılar üzerinden gözlenebilmektedir. Dolayısıyla kurtarma kazılarında ve eserler üzerinde yapılacak olan koruma onarım çalışmalarından önce detaylı bir belgeleme çalışması, alanda titiz bir görsel analiz ve bütünü temsil edecek nitelikte ve miktarda örnek alımı yapılmalıdır. Alanlarda ve yapılar üzerinde kültürel devamlılığın doğru okunabilmesi, dönemlerin yapı teknolojisi arasındaki farklılıkların tespiti için bu bir gerekliliktir.

Özellikle 1980'lerden sonra, harç, sıva ve diğer yapı malzemelerinin nitelik ve problemlerini belirlemek üzere yapılan çalışmaların yeterli düzeyde olmamakla birlikte artarak devam ettiği gözlenmektedir. Deneysel çalışmalardan önce tarihi yapılarda kullanılmış olan bağlayıcı, dolgu ve katkı maddeleri hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Tarihi harç ve sıvalarda kullanılmış olan dolgu ve katkı maddeleri genellikle doğal kaynaklardan temin edilmiştir. Ancak bağlayıcı malzemelerin üretilmesi teknolojik işlemlerin geçirildiği bir sürece bağlıdır. Bu teknolojik işlemler gelişmelere paralel olarak farklılık gösterir. Bağlayıcı malzeme içeriği, malzemenin niteliğini ve yapının ait olduğu dönemi tespit etmede belirleyicidir. Farklı dönemlerdeki harç ve sıva teknolojileri bağlayıcı malzemeye göre tespit edilmekte ve adlandırılmaktadır (kil harcı, kireç harcı, alçı harcı vb). Dolayısıyla geçmişte üretilmiş olan harç ve sıvaların niteliklerini ve teknolojik gelişmelerini saptamada belirleyici roldeki bağlayıcıların neler olduklarının tarihçeleri ile birlikte bilinmesi, eski uygarlıkların yapı teknolojileri hakkında bizlere bilgi

verecektir (Uğur ve Güleç, 2014). Günümüzde, eski eser malzemelerinin niteliklerinin belirlenmesi, problem ve etkenlerinin araştırılması ile müdahaleler için konservasyon ve malzeme öneri raporu vermek amacıyla açılmış olan laboratuvarlar kurumsal kimlik kazanmaya başlamıştır. Bu laboratuvarların bir kısmında akreditasyon çalışmaları başlamış olup buralarda uygulanan deneysel çalışma yöntemleri hemen hemen standart hale gelmiştir.

Eski eserler üzerinde yapılacak her türlü uygulama, koruma- onarım ilkelerine bağlı kalınarak yapılmalı ve müdahaleler zorunlu haller dışında minimum seviyede tutulmalıdır. Uygulamalarda malzeme ile yapım tekniği açısından eserin özgün değerinin zarar görmemesi temel alınmalıdır. Bunun için öncelikle detaylı bir ön araştırma ve belgeleme çalışması yapılmalıdır. Özgün malzemenin niteliği ve bozulma etkenleri ile mekanizmaları teşhis aşamasında yürütülecek deneysel çalışmalarla tespit edilmelidir. Onarım harç ve sıvalarının üretilmesi, yapıların farklı dönemlerinin tespiti ile yapılardaki problem ve etkenleri belirleyebilmek için özgün harç ve sıvalar üzerinde basit deneysel çalışmalar ve ileri analiz teknikleri yürütülmektedir. Tarihi harç ve sıvaların karakterizasyon çalışmalarında, yapıların bütün evrelerini belirleyebilecek ve bütünü temsil edecek sayıda ve nitelikte örnek alımı yapılmalıdır.

Günümüzde bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak kimyasal, fiziksel, mekanik, petrografik ve mineralojik analiz teknikleri ile özgün malzeme içerikleri ve nitelikleri belirlenerek benzer özelliklerde onarım karışımları hazırlanabilmektedir. Ancak bunlara ilave olarak, çalışmanın amacına ve istenilen bilgilere göre değişmekle birlikte malzemenin mikro yapısını ve üretim teknolojisinin belirlenebilmesi için birçok ileri analiz tekniği kullanılmaktadır. XRD (*X-Işını Kırınımı Analizi*), SEM-EDS (*Taramalı Elektron Mikroskopu ve Enerji Dağılımı- X Işını Spektroskopisi Analizi*), ICP-MS (*İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle- Kütle Spektrometresi*), XRF (*X -Işını Floresans Analizi*), TGA (*Termogravimetrik Analiz*), FTIR (*Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi*), HPLC (*Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi*) vb. kullanılan bu analiz tekniklerinden bazılarıdır. Tarihi yapı ve kalıntılarında ait harç, sıva, taş, tuğla gibi yapı malzemeleri üzerinde, çoğu zaman yeterli miktarda ve nitelikte ve örnek temin edilemediği için genellikle fiziksel ve mekanik testler yapılamamaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışma, Tarihi Yarımada'nın en önemli noktaları arasında yer alan Sirkeci Bölgesi'nde, Marmaray Projesi kapsamında, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından dört ayrı alandaki kurtarma kazısında açığa çıkarılan yapı kalıntılarına ait harç ve sıva malzemeleri üzerinde yürütülmüştür. Sirkeci Bölgesi'nde kurtarma kazılarının yürütüldüğü bu alanlar, Batı şaft alanı kazıları (Hocapaşa'daki havalandırma bacası/ **HMK**), Güney giriş kazıları (Cağaloğlu İstasyon girişi/ **CMK**), Doğu şaft alanı kazıları (Sirkeci Garı'nın güneyindeki havalandırma bacası/ **BMK**) ile Kuzey giriş alanı (Sirkeci istasyon girişi/ **SMK**) kazılarıdır.

Çalışmanın temelinde, İstanbul'daki bazı Erken Bizans Dönemi yapı kalıntılarına ait harç ve sıvaların niteliklerinin, yapım teknolojilerinin ve onarım karışımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ancak harç ve sıvaların kronolojik değerlendirmelerde kullanılabilmesi için, bu kazılardaki farklı kültür katmanlarına ait yapı kalıntılarının harç ve sıva örnekleri üzerinde de eş zamanlı karakterizasyon çalışmaları yürütülerek karşılaştırma olanağı elde edilmiştir. Belirlenen amaçlar doğrultusunda, harç ve sıva örneklerinin kimyasal, petrografik, mineralojik ve mekanik özellikleri ile mikro yapıları, süreç içerisinde meydana gelen değişiklikler ve hammadde kompozisyonları araştırılmıştır.

Deneysel çalışmalara başlamadan önce, kazı alanları ve tespit edilen dönemleri birçok açıdan ele alınarak tarihsel süreç hakkında literatür taraması yapılmıştır. Bu araştırmalar, görsel tanımlamada örnekler üzerindeki izlerin yorumlanması ve deneysel çalışmaların sonuçlarının değerlendirilmesinde oldukça fayda sağlamıştır. Karakterizasyon çalışmalarında öncelikle harç ve sıva örneklerinin görsel analizle detaylı incelemeleri ve tanımlamaları yapılarak belgelenmeleri yapılmıştır. Örneklerin nitelik ve problemlerinin tespiti için, basit spot testler, petrografik analiz, kızdırma kaybı, asit kaybı, asitle reaksiyona girmeyen agregaların elek analizi ile stereo mikroskop altında görsel analizi, mekanik (nokta yükleme/ point-load) ve fiziksel (kütlece ve hacimce su emme oranları, görünür yoğunlukları, porozite ve kompasite oranları) deneyler yapılmıştır. Bu analizlere ilave olarak amaca yönelik daha detaylı veri toplamak için, seçilen bir kısım örnek üzerinde SEM-EDS, XRD, ICP-ES/MS ve BET (*Brunauer, Emmett ve Teller*) ileri analiz teknikleri yürütülmüştür.

Yürütülen deneysel çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda harç ve sıva örneklerinin nitelikleri, içerikleri, problemleri, mikro yapıları, süreç içerisinde geçirdiği

değişiklikler yanında yapım teknolojileri ve ait oldukları dönemler belirlenmiştir. Farklı kültür katmanlarına ait harç-sıva üretim teknolojileri arasındaki değişikliklerin tespit edilmesi ile literatüre referans bilgi olarak katkı sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlarla tarihi harç ve sıva malzemelerinin yapıların dönemlerinin tespitinde belirleyici nitelikte olduğu görülmüştür. Bu bilgilerle birlikte Doğu şaft alanı kurtarma kazılarında (Sirkeci Garı'nın güneyindeki havalandırma bacası/ **BMK**) ortaya çıkarılan ve kesilerek kaldırılan Erken Bizans Dönemi'ne ait yapının yeniden konumlandırılmasında kullanılacak özgünü ile benzer nitelikte onarım harç ve sıva karışımları belirlenmiştir.

Ancak, içeriği belirlenen onarım malzemesinin, bu karışımlar kullanılmadan önce özgünüyle uyumluluğunun kesinleştirilmesi için laboratuvar ortamında belli aralıklarla test edilmesi gereklidir. Bunun için öncelikle malzeme temini sağlandıktan sonra belirlenen oranlara göre karışımlar hazırlanarak prizlenmesi beklenmelidir. Bu yapının harç ve sıvalarının karakterizasyonunun ve yapım teknolojisinin tespiti sonucunda yapılan önerilerle, yapım teknolojisi değiştirilmezken yeniden konumlandırılmasında kullanılacak harç ve sıvaların özgünü ile uyumlu olması sağlanmış olacaktır. Dolayısıyla onarım malzemesinin özgün malzemeye yapacağı fiziksel ve mekanik baskılar önlenerek yapının sağlıklı bir şekilde geleceğe aktarılması sağlanacaktır.

1.2. Çalışma Metodolojisi

Sirkeci Bölgesi'nde, Marmaray Projesi kapsamında, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından kurtarma kazılarında açığa çıkarılan yapı kalıntılarına ait harç ve sıvaların karakterizasyonu amacıyla yürütülen bu tez çalışması, giriş ve sonuç değerlendirme kısmı ile birlikte 5 bölümden oluşmaktadır.

1. Bölüm olan Giriş kısmında, tezin amacı, kapsamı ve kullanılan metodolojik yöntem ile tarihi harç ve sıvaların araştırılması ile ilgili yapılmış bazı çalışmaların değerlendirilmesi yer almaktadır.

2. Bölümde, tarihi yapılarda günümüze kadar kullanılmış olan harç ve sıva malzemelerinin özellikleri, sınıflandırılmaları ve tanımlamaları anlatılmıştır.

3. Bölümde, İstanbul'un genel bir topografyası ve tarihçesi ile birlikte daha detaylı olarak Bizans Dönemi tarihçesi yer almaktadır.

4. Bölümde, Sirkeci Bölgesi, kurtarma kazılarında ortaya çıkarılmış olan yapı kalıntılarına ait harç ve sıva örneklerinin karakterizasyonunun belirlemek için yürütülen

deneysel çalışmaların açıklanması ve genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

5. Bölümde araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak önerilerin yer aldığı sonuçların değerlendirilmesi ve öneriler kısmı yer almaktadır.

Tez kapsamında, HMK kazı alanından 27 adet örnek (katmanları ile birlikte 33 harç ve 3 sıva örneği), CMK kazı alanından 14 adet örnek (katmanları ile birlikte 19 harç ve 3 sıva örneği), BMK kazı alanından 22 adet örnek (20 harç ve 2 sıva örneği) ile SMK kazı alanından 13 adet harç örneği olmak üzere toplam 76 adet (katmanları ile birlikte 93 adet) harç-sıva örneği üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır.

BMK'da ortaya çıkarılan Erken Bizans yapısından alınmış olan bir kısım örnek (17 adet) dışındaki harç ve sıva örnekleri İstanbul Arkeoloji Müzesi'nin izni doğrultusunda müze deposundan temin edilmiştir. Bu örnekler Marmaray Projesi kapsamında, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından yürütülen kurtarma kazıları süreci içerisinde farklı kültür katmanlarından toplanarak müze deposuna kaldırılmıştır. Çalışılan örnekler, müze deposunda bulunan harç ve sıva örnekleri içerisinde görsel bir değerlendirme yapılarak hemen hemen geneli temsil edecek nitelikte olacak şekilde seçilmiştir. Örneklerin alınmış olduğu yerler planlar üzerinde belirtilmiştir (EK 6).

Bu çalışmada, BMK kazı alanının Erken Bizans Dönemi'ne ait kültür katmanı dışında diğer kazı alanlarında ve farklı kültür katmanlarında görsel olarak inceleme imkanı bulunmaması zorlukları da beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla örnek alınan kalıntıların incelenmesi ve genel durum değerlendirmesi yapılamamıştır. Tez çalışmasında yapılan değerlendirmeler mevcut örnekler üzerinde yürütülen deneysel çalışmaların sonuçları ile literatür taramasında yapılan araştırmalara bağlı kalınarak yapılmıştır.

Harç ve sıva örneklerinin görsel tanımlamalarının yapılması ve deney plan şemasının belirlenmesi için detaylı bir görsel inceleme yapılarak fotoğrafları çekilmiştir. Görsel incelemelerde bu örneklerin yapım tekniği, katmanları, kalınlık, renk, doku, görünür içeriği (katkı ve dolgu tipi, rengi, boyutları ve yaklaşık miktarları), dayanıklılığı belirlenmiştir. Ayrıca yapının geçirdiği sürecin harç ve sıva örneklerine yansıyan izleri dikkatli şekilde incelenerek literatür taramalarında elde edilen bilgilerle birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma amacı doğrultusunda oluşturulan deney plan şemasına göre, yapılacak analizler için yeterli miktar ve nitelikte örnekler hazırlanmıştır.

Basit spot testlerle, örneklerin içeriğinde sabunlaşabilir yağ ve protein katkı maddeleri ile yapı malzemelerinde bozulmalara yol açan suda çözünebilir tuzların varlığı araştırılmıştır. Suda çözünebilir tuzların nitelikleri (klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^{2-}), nitrat (NO_3^-), karbonat (CO_3^{2-})) ve iletkenlikleri ile katkı maddelerinin varlığı kalitatif ve kantitatif olarak araştırılmıştır.

Deneysel çalışmalara basit kimyasal analizler (kızdırma kaybı/kalsinasyon, asitle muamele), agrega boyut dağılımı için elek analizi ile devam edilmiştir. Stereo mikroskop ile asitle muamele sonrasında kalan ve elek analizi ile boyut dağılımı yapılan parçacıkların nitelikleri ve oranları araştırılmıştır. Bu analizlere paralel olarak, örneklerin hazırlanan kalın kesitlerinden stereo mikroskopla, ince kesitlerinden polarizan mikroskopla petrografik ve mineralojik incelemeleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçları değerlendirilerek harç ve sıva örneklerinin bağlayıcı malzemesi, dolgu ve katkı maddelerinin nitelikleriyle birlikte yaklaşık oranları belirlenmiştir.

Miktar ve nitelik olarak yeterli olan harç ve örneklerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit etmek amacıyla deneysel çalışmalar sürdürülmüştür. Mekanik deneylerde örneklerin deney standartlarına uygun olmaması nedeniyle sadece nokta yükleme (point load) testi yapılarak ortalama basınç dayanımları belirlenmiştir. Fiziksel analizlerde Arşimet terazisi yöntemi ile örneklerin kütlece ve hacimce su emme oranları porozite ve kompasiteleri ile görünür yoğunlukları ve gerçek yoğunlukları araştırılmıştır.

Basit deneylere ek olarak daha detaylı veri elde etmek amacıyla seçilen örneklerde bazı ileri analiz teknikleri kullanılarak araştırmalar yapılmıştır. BET (Brunauer, Emmett ve Teller) analizi ile örneklerin yüzey alanı, mikro gözeneklerin hacmi, boyutları ve boyut dağılımları tespit edilmiştir. SEM-EDS analiz yöntemi kullanılarak örneklerin bağlayıcı nitelikleri ile belirlenen noktasal ve bölgesel alanların içeriğinin kimyasal bileşimi ve oranları yanında dokusal özellikleri tespit edilmiştir. XRD analizi ile harç ve sıva örneklerinin temel ve aksesuar mineralleri, ICP-ES/MS analizi ile de örneklerin genel kimyasal içerikleri (% ve ppm olarak) belirlenmiştir.

Basit ve ileri analiz tekniklerini içeren deneysel çalışmaların sonuçlarının değerlendirilmesi ile harç ve sıva örneklerinin bağlayıcı niteliği ve oranı ile katkı ve dolgu malzemelerinin niteliği, oranı, boyut dağılımları tespit edilmiştir. Yapılan tespitlerle, örnekler içerik benzerliğine bağlı olarak sınıflandırılmıştır. BMK alanında ortaya çıkarılan ve tekrar konumlandırılmak üzere kesilerek kaldırılan Erken Dönem Bizans yapısının onarımında kullanılacak özgünü ile benzer nitelikte onarım karışımları belirlenmiştir. Harç ve sıva örneklerinin içeriklerinin tespiti yanında çok yönlü yapılan

arařtırmalar ve deęerlendirmeler doęrultusunda, yapıların dđnemleri, üretim teknolojileri ve geęirdikleri sūreçler hakkında birçok bilgi açıęa çıkarılarak literatūre katkı olarak sunulmuřtur.

1.3. Çalışmanın Önemi

Bu alışmada, Sirkeci Bđlgesi BMK (Doęu řaft) kurtarma kazısı alanından yeniden konumlandırılmak ũzere kesilerek kaldırılmış olan Erken Bizans Dđnemi'ne ait yapının onarımında kullanılacak Őzgūnū ile benzer nitelik taşıyan harç ve sıva karışımları belirlenmiştir. Ayrıca BMK alanındaki Erken Bizans Dđnemi yanında diğer kũltür katmanları ve Sirkeci Bđlgesi'ndeki diğer ũ kurtarma kazısı alanından (HMK, CMK ve SMK) alınmış olan farklı kũltür katmanlarına ait harç ve sıva Őrneklelerinin deneysel çalışmalar sonucunda karakteristik Őzellikleri belirlenmiştir. Belirlenmiř olan bu karakteristik Őzelliklere bağlı olarak dđnemlerin tarihi harç ve sıvalarının üretim teknolojisi gelişimi tespit edilmiştir. Yapılan bu tespitler sonucunda harç ve sıva malzemelerinin yapıların kronolojik olarak yerlerinin tespit edilmesinde kullanılır Őęeler olduğu gđrũlmüřtũr. Bu çalışmada belirlenmiş olan dđnemlerin harç ve sıvalarının karakteristik Őzellikleri, sonrasında yapılacak olan bu tũr çalışmalara referans oluşturacak Őekilde sunulmuştur.

1.4. Kaynak Araştırması

21. yũzyılda ũlkelerin doğal ve tarihi çevrelerini korumak için gđsterdikleri beceri ve başarı onlara doğal ve kũltũrel zenginlik yanında siyasal bir gũ ve prestij kaynağı sağlar. Doğal ve tarihi çevrenin korunmasında, siyasal olabilirlik ve yapılabirlik, sũrdũrũlebilir bir koruma modelinin gũvencesi durumundandır. Tũrkiye'de doğal ve tarihi çevrenin yitirilmesi sorunu yoksulluk kadar bũyũk bir sorundur. İçinde bulunduğumuz çağda ũlkemizin hak ettiği saygınlığı kazanması ve bunu sũrdũrebilmesi için bir koruma kũltũrũ ile bunu etkin kılacak bir koruma diplomasisi oluşturulması gerekliliktir (Tankut, 2005). Ayrıca kũltũrel veriler ağdaş turizmin en Önemli Őęelerinden biridir. Turizm açısından gelişmiş ũlkelere bakıldığında kũltũrel değerlerin, tarihi çevrenin korunmasının da buna paralel olarak geliştiği gđrũlũr. Kũltũrel değerlerin korunması, ağdaş turizmin diğer bir boyutudur (Kuban, 2016).

Koruma bilimi, malzeme karakterizasyonu, bozulma süreçleri ve bunların birbirleriyle ilişkilerini doğru verilere dayanarak tanımlamak ve yapılacak koruma uygulamasını belirlemek için farklı disiplinlerin birlikte çalışmasına dayanmaktadır (Ersen ve diğerleri, 2009). Koruma pratiği içerisinde yer alan konservasyon ve malzeme koruma, teknik bilgiler gerektirir (Ersen, 2010). Koruma, eserin mevcut halinin bulunduğu korunmuşluk durumunun stabil hale getirilmesi, fiziksel olarak korunması ve bozulma hızının kontrol altına alınması ya da durdurulmasıdır. Çağdaş konservasyon teorileri, objelerin tarihi belge veya estetik değer olarak yaşları ve kullanılma değerlerini de dikkate alarak olabildiğince özgün malzemenin yerinde 'in situ' haliyle korunmasını esas almaktadır (Ersen, 2009).

Mimari korumada otantiklik veya özgünlük koruma ilkelerini belirlemede en önemli ve en etkili ölçüt olmuştur. Çağdaş koruma ilkeleri anıtların ve sitlerin malzeme ve yapım tekniği özgünlüğünün korunması yönünde şekillenmiştir. Özellikle dünya kültür mirası kapsamında olan anıtlar ve sitler kesinlikle üslup, form, strüktür, malzeme ve özgünlük olan beş ölçütü ile birlikte korunmalıdır (Ersen, 2009).

Dünya Mirası Komitesi tarafından, 1964 Venedik Tüzüğü (1964) ruhunda tasarlanmış olan Nara Özgünlük Belgesi'nde (1-6 Kasım 1994, Nara) kültür mirasının çeşitli tehlikelerden korunması ve geliştirilmesi amacıyla, insanlığın ortak belleğinin tüm yönlerine saygı duymak ve onu aydınlatmak için 'Özgünlük' kavramı uygulamaya konulmuştur. Bu belgede korumanın tanımı, bir yapıtı anlamaya, tarihini ve anlamını tanımaya, maddi olarak korunmasını sağlamaya ve gerektiğinde restore ederek değerlendirmeye yönelik tüm işlemleri içerir biçiminde yapılmıştır. Nara Özgünlük Belgesi'ne göre bir kültür varlığının özgünlüğü, o eserin kendi dönemine ve kültürüne ait birçok bilgi kaynağını barındırmasındandır. Özgünlük yargısının bağlı olduğu bilgi kaynakları, tasarım ve biçimi, malzeme ve nesneyi, kullanım ve işlevi, gelenek ve teknikleri, konum ve yerleşimi, ruh ve anlatımı, ilk tasarım ve tarihsel evrimi içermektedir (The Nara Document on Authenticity, 1994). Eski eserlerde yapılacak koruma onarım çalışmalarında koruma ilkeleri doğrultusunda gerekli ilk adım nitelikli bir araştırma ve belgeleme çalışması yapılarak eserin mevcut durumunun ve ihtiyaçlarının belirlenmesidir. Belgeleme, tüm bilimsel araştırma ve analiz çalışmalarını kapsayacak ölçek ve ayrıntıda olmalı ayrıca uygulama sırasında eserden edinilen bilgileri ve restorasyon aşamalarını da detaylı olarak içermelidir. Teşhis aşaması, malzemelerin karakterizasyonu, eserin geçirdiği dönemlerin tespiti, bozulma nedenleri, morfolojileri ve

derecelerinin tespit edilmesi için, yerinde ve laboratuvar koşullarında sürdürülen çalışmaları içerir (Ersen ve diğerleri, 2009).

Dönemlerinin malzeme üretim ve yapı teknolojisi hakkında belgesel nitelikte olan harç, sıva, derz, dolgu vb. kompozit yapı malzemeleri, bina yapımında ve sonrasındaki işlevleriyle çağdaş yapılarda olduğu kadar tarihi anıtlarında en önemli elemanlarından (Güleç, 1992; Uğur ve Güleç, 2014). Yapı elemanları olan taş, tuğla gibi malzemeler ile duvar örgü tekniklerinin, yapı dönemi ve teknolojisi hakkında bilgiler vermesi gibi harç ve sıva malzemeleri de yapıların özgün ve onarım dönemleri ile bu dönemlerin yapı teknolojileri hakkında bilgi verirler (Güleç, 2009). Tarihi anıtlarda yapılacak koruma ve onarım çalışmaları, bu malzemelerin kendine özgü problemlerinden dolayı oldukça hassasiyet ve titizlik gerektirir. Yapılarda yapılan restorasyon uygulamalarında mevcut orijinal malzemelere uygun onarım malzemesi kullanılmalıdır. Öncelikle tarihi yapıların ve anıtların sağlıklı şekilde onarımlarının yapılabilmesi ve geleceğe aktarılması için konservasyon ve restorasyon çalışmaları sırasında kullanılacak yeni harç, sıva, taş, tuğla vb. malzemelerin özgün malzemelerle kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri açısından uyumlu olmalıdırlar. Bu uyumu sağlayabilmek için özgün malzemelerin niteliklerinin araştırılarak belirlenmesi gibi, kullanılacak onarım malzemelerinin de kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi bir zorunluluktur. Diğer yapı malzemeleri gibi harç ve sıvalarda da kimyasal içeriklerin ve fiziksel özelliklerin bilinmesi üretilecek onarım malzemesinin özgün malzemeyle ve diğer yapı malzemeleriyle uyumlu çalışması için gereklidir. Harç ve sıva malzemeleri ait oldukları dönemlerin yapı teknolojileri hakkında önemli bilgiler sağlayacak belgesel kaynaklardır. Harç ve sıvalar, gerekli araştırmaların göz ardı edilmesi ve özgün malzemelerin yenileriyle değiştirilmesi sonucu gerekli dokümantasyon işlemleri yapılmadan yok edilmiştir (Güleç, 1992; Güleç, 2009).

Restorasyon uygulamalarında özgün harç ve sıvalarla uyumlu olmayan malzemelerin kullanılması pek çok probleme yol açmaktadır. Portland çimentosu, kolay erişilebilirlik, su ile reaksiyonu sonucu kolay işlenebilirliği ve prizlenme süresinin kısalığı vb. avantajlı gibi görünen özelliklerinden dolayı ne yazık ki bağlayıcı olarak yüksek oranda kullanılmıştır (Güleç, 1992).

Tarihi daha erkene gitmekle beraber 1930'lu yıllardan günümüze kadar yapılmış olan eski eser onarımlarında portland çimentosu kolay elde edilmesi, işlenebilirliği ve güvenilirliğinden dolayı bağlayıcı olarak oldukça yoğun kullanılmıştır. Ancak harç, sıva, derz, dolgu vb. onarım malzemesi olarak kullanılan bu malzemenin küçük gözenekli ve porozitesinin geleneksel malzemelere göre daha az olması, daha sağlam ve daha yüksek

yoğunlukta olması, içeriğinde bazı bazik tuzlar yanında katkı olarak belli oranda alçı içermesi istenilmeyen özellikleridir. Yoğunluğu ve ısı iletkenlik katsayısı yüksek olan çimentolu harç ve sıvalar yol açtıkları yoğunlaşmadan dolayı yapılarda nemlenmeye neden olurlar. İçerdikleri suda çözünebilir tuzlardan dolayı komşu malzemelerde çiçeklenme ve hasarların oluşması kaçınılmazdır. Herhangi bir nemlenme durumunda suyun küçük gözeneklere sahip olan çimentolu harç ve sıvalardan uzaklaşması zordur. Böyle bir durumda düşük (donma) ve yüksek (buharlaşıma) sıcaklıklarda bu onarım malzemesi özgün yapı malzemesinden kolayca ayrılır. Bunlara ek olarak çimento bağlayıcılı harç, sıva ve betonlarda prizlenme reaksiyonunun tamamlanmasından sonra dekarbonizasyon denilen ayrışma reaksiyonu başlamaktadır. Bu reaksiyon süreci, çevresel koşullarına ve hava kirliliğine bağlı olarak 30 ile 100 yıl arasında değişmektedir. Kireç bağlayıcı harç ve sıvaların ise havadaki karbondioksitle reaksiyona girmesi sonucu uzun sürede kalker oluşturduğu, buna bağlı olarak zamanla daha da kuvvetlendiği artık bilinmektedir. Bu nedenden dolayı bazı öngörülen ya da öngörülemeyen mekanik etkiler dışında, özgünüyle uyumlu olarak hazırlanan hava kireci ve/veya su kireci bağlayıcılı onarım malzemeleri ile onarılmış yapılar yüzlerce yıl sağlıklı olarak ayakta kalmaktadır (Güleç, 1992; Güleç, 2009; Uğur ve Güleç, 2014). Feilden, yaptığı çalışmada portland çimentosunu onarımlarda kullanımının oluşturacağı hasarları ve niçin kullanılmaması gerektiğini yukardaki çalışmalarla benzer şekilde açıklamıştır (Feilden, 2003).

Yüksek oranda suda çözünebilir tuzlar içeren ve duvarların özgün bileşenleri ile uyumluluğu sınırlı olan çimento ve polimer bazlı harçların kontrolsüz ve oldukça yoğun olarak şekilde kullanılmaları anıtlarda geri dönüşümsüz hasarlara yol açmıştır. Günümüz harç malzemeleri geleneksel harçlara göre daha dayanıklı olsalar da özgün malzemeye verebileceği hasarlardan dolayı araştırılması gereklidir (Moropoulou ve diğ., 1995).

Tarihi yapıların harç, sıva, dolgu vb kompozit malzemeleri üzerinde yürütülecek analiz çalışmalarında kullanılacak yöntemler ve sonuçlarının değerlendirilmesi ihtiyaç duyulan bilgilere göre farklılık gösterir. Koruma, nesnenin biçimi ile birlikte kökeni hakkında bilgi veren üretim malzemesini ve üretim teknolojisini değiştirmeden, bilgi alınabilecek her türlü özelliğinin yaşatılmasıdır. Koruma- onarım uygulamalarında seçilecek yöntem ve malzeme, çalışmalara başlamadan önce teşhis aşamasında yapılacak çalışmalarla onarım malzemesinin içeriği, fiziksel ve kimyasal özellikleri, bozulma türleri, boyutları ve nedenlerinin belirlenmesi ile mümkündür. Teşhis aşamasında elde edilen sonuçlara göre denemeler yapılarak onarım malzemesi belirlenir. Teşhis aşamasında yürütülecek çalışmalar eserin niteliği, problemi ve problemin niteliğine göre

değişiklik göstermektedir. Bu aşama sürdürülen çalışmalar sonucunda eser malzemesinin ayırışma prosesleri tespit edilebilir, yapılacak uygulamalar planlanıp projelendirilebilir ve kronolojik değerlendirmeleri yapılabilir (Güleç, 2009).

Özgünüyle uyumlu harç ve sıva malzemelerinin üretilmesi için geçmişte kullanılmış olan bağlayıcı, dolgu ve katkı maddeleri hakkında bilgi edinilmesi gereklidir. Bu malzemelerin özellikleri, hazırlanma süreci, ait oldukları dönemler, uygulama teknikleri dışında ayrıca, zaman içerisinde gelişen değişim mekanizması ile buna yol açan etkenler iyi bilinmeli ve öğrenilmelidir. Dolayısıyla eski harç ve sıvalarda bağlayıcı olarak kullanılmış olan kil, alçı, hava kireci, su kireci ve erken çimento malzemelerinin özelliklerinin araştırılması, restoratörler kadar teknik elemanların ilgi alanına girmektedir (Jung, 1953; Massaza ve Pezzuoli, 1981). Enjeksiyon harçlarında malzeme seçimi genellikle arzulan özelliklerine, performans özelliklerini içeren çeşitli faktörlere bağlıdır. Yapılan literatür incelemelerinin büyük çoğunluğunda malzemelerin seçiminde, kullanılacak harcın özgün malzeme ile uyumluluğunun temel alındığı görülmüştür. Araştırılan uyumluluğun çeşidi ve seviyesi değişkenlik göstermesine rağmen genelde araştırmacılar özgün malzeme ile benzer nitelikte temel bir bağlayıcı seçmiştir. Araştırmacıların bazıları geleneksel malzemelerin kullanımına sıkı sıkıya bağlı kalmakta ve geleneksel olmayan katkı malzemelerinden kaçınmaktadır. Bazı araştırmacıların ise ticari harç ve katkı malzemesi kullanımını benimsediği görülmektedir. Enjeksiyon harçlarının hazırlanması, karakterizasyonu ve değerlendirmesi için standardize edilmiş testler bulunmamaktadır. Bu nedenle enjeksiyon harçlarının hazırlanması ve test edilmesi için uluslararası kabul edilecek protokollerin oluşturulması gereklidir (Biçer-Şimşir ve diğ., 2009). Massaza ve Pezzuoli, Colosseum harçları üzerine yaptıkları bir çalışmada, Roma dönemi harçlarının yüksek dayanımlı olduğundan dolayı mekanik özelliklerinin daha iyi olduğunu saptamışlardır. Romalılar harç ve betonları özel ihtiyaçlara göre uygun biçimde hazırlayarak kullanmışlardır (Massaza ve Pezzuoli, 1981).

Güleç ve Ersen yaptıkları çalışmalarda ileri tekniklerle yapılmış analiz sonuçlarının basit analizlerle elde edilen sonuçları doğruladıklarını belirtmişlerdir. Eski harçların karakterizasyonunda kullanılan yöntemler, ihtiyaç duyulan verilere ve konservasyon çalışmasının amacına göre değişkenlik göstermektedir. Bazı basit yöntemler özgün malzeme ile onarım malzemesinin özelliklerinin uyumluluğunu sağlayacak bilgileri sunmada yeterlidir. Ancak, yapıların özgün ve onarım dönemlerinin belirlenmesi ile hassas ve detaylı bilgiler söz konusu olduğunda eski harçların ve geleneksel yapı

formlarının tanımlanması için ileri analiz yöntemlerinin yapılması gereklidir. Kimyasal analiz metotları bu tür bilgileri sağlamada her zaman yeterli olmayıp yapısal özelliklerin de araştırılması yapılmalıdır. İleri analiz teknikleri eski harçların hem ayrışma proseslerinin hem de yapım teknolojilerinin anlaşılmasını sağlar. Harç ve sıva analizlerinde yapılan basit ve ileri analiz yöntemlerinin karşılaştırılması sonucunda onarım karışımlarının içeriklerinin belirlenmesinde basit ve ucuz yöntemlerinin yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Basit analiz sonuçlarının verilerine göre hazırlanan harç ve sıva onarım karışımları, yeni ve özgün malzeme arasındaki renk ve doku gibi fiziksel ve mekanik özelliklerin uyumlu olmasını sağlamada yeterlidir. İleri analiz teknikleri, özellikle eski kireç teknolojisi ile ayrışma sürecinin ve morfolojisinin anlaşılmasında fayda sağlayacaktır (Güleç ve Ersen, 1998; Ersen ve Güleç, 2009).

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda tarihi harç ve sıva analizlerinde basit analiz metotları ile bu malzemelerin kabaca bağlayıcı ve dolgu oranları, görsel analizle görünür özellikleri belirlenmiştir. Örneklerin HCl asit ile muamelesinde reaksiyon hızı ve sonrasında reaksiyona girmeden kalan parçacıkların nitelikleri incelenmiştir. Bu deneyler için basit imkanlara sahip bir laboratuvar yeterli bulunup daha detaylı bilgiler elde etmek için ileri analiz tekniklerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Teutonico, 1988; Ashurst ve Dimes, 1990; Güleç, 1992). Jedrzejewska'nın yapmış olduğu çalışmalara göre bu analizler, mimari konservatör ve inşaat mühendisleri için yeterli olup kronolojik ve tarihlendirme gibi daha detay bilgilerin elde edilebilmesi için yeterli bulunmamaktadır. Bu analizlere ilave çalışmaların yapılması gereklidir (Jedrzejewska, 1960; 1967; 1981).

Erken dönem harçların yaygın olarak kireç, kum ve kil ile kil kombinasyonları, kireç ve kum karışımlarından elde edilmiştir. Kirecin elde edildiği kireçtaşları saf kireç taşından %50'ye kadar magnezyum karbonat içeren kireçtaşlarına kadar değişebilmektedir. Kireçte demir oksit gibi safsızlıklar bulunabilir. Modern çimentoların gelişmesiyle elde edilen yeni karışımlar çoğu kireç ve kil karışımlarından oluşan eski harçların yerini almış ve harçların özellikleri değişmiştir. Harç ve sıvalar asitle muamele edildikten sonra kalan kısımlarının renklerine göre sınıflandırılabilir. Basit ve kolay olan bu yöntem sadece çimento veya melez (kireç-çimento) harç ve sıvalar için geçerlidir (Cliver, 1974). Stewart ve Moore, tarihi harçları analiz etmede yaygın olarak kullanılan üç kimyasal tekniğin (H. Jedrzejewska, 1960; E.B. Cliver, 1974 ve ASTM, Designation C85-66, 1971) doğruluğunu ve uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Hazırladıkları harç örnekleri üzerinde bu teknikleri test etmişlerdir. Test sonuçlarına göre Jedrzejewska'nın

teknığının tarihi harçların geniş bir yelpazede incelenmesinde en güvenilir ve pratik yöntem olduğunu belirtmişlerdir (Stewart ve Moore, 1982). Dupas (1981), geleneksel harçların hidrolik ve non-hidrolik özelliklerinin belirlenmesi için Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO ve MgO ile bağlanmış silikat oranının araştırılmasının gerekliliğini vurgulamıştır (Güleç, 1992). Charola ve arkadaşları, eski harçların karakterizasyonu için çeşitli kimyasal analiz yöntemleri önermişlerdir. Harçların problemleri ile birlikte mineralojik kompozisyonu ve mikro yapısının belirlenmesi için deneysel çalışmalar yapmışlardır. Harçların mineralojik analizi için kantitatif bir yaklaşımda bulunarak bu yöntemle buldukları hidrolik ve non-hidrolik silikat, kum, kireç ve kalker miktarlarını kimyasal yöntemlerle doğrulamışlardır. Taşların mineral içeriğine göre sınıflandırılmasında kullanılan bu yöntem, harç ve sıvaların doğasını ve içeriğini belirlemede de doğru sonuçlar vermektedir (Charola ve diğerleri, 1984; Güleç, 1992).

Tabasso ve Sammuri, eski duvarların koruma çalışmalarında kullanılacak harç ve enjeksiyon harçlarının içerisindeki suda çözünebilir tuzların miktarını ölçebilmek için değerlendirmeyi mümkün kılan güvenilir ve nispeten karmaşık olmayan bir deneysel metodoloji yerleştirmek istemişlerdir. Onarım harç ve sıvalarında suda çözünebilir tuzların miktarını kolorimetre ve iletkenlik ölçümleriyle belirlemişlerdir (Tabasso ve Sammuri, 1984). Van Hees ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada, harçlarda en çok hasara yol açan çevresel etkenlerin su ve sülfat tuzu olduğu tespit edilmiştir. Korunaksız bir alanda bulunan yapılarda yapılacak onarımlarda, suyun yaratacağı hasarların önlenmesi için gelen suyu dışarıya yönlendirecek şekilde çalışmaların yapılması önerilmiştir. Suyun ve nemin olabildiğince yapılardan uzaklaştırılması ile olası hasarların önüne geçilecektir. Onarım önerisinde kullanılacak harcın, özgünü ile benzer nitelikler taşıması yanında daha düşük mukavemette olması gerektiği belirtilmiştir. Sülfata dirençli bir onarım harcının kullanılması ise riskleri azaltacaktır. Onarım harcı ve özgün harç arasındaki temas, nem ve tuzların dışarıya geçişine izin verecek şekilde olmalıdır. Onarım harcının, çevrelediği tuğla ile adhezyonunun düşük olması, olası tuz kristallenmesi durumunda bu tuzların tuğlaya hasar vermeden dışarı atılmasına olanak tanır (Van Hees ve diğ., 2004).

Van Balen ve diğerleri, harç analizlerinde, problem nedenlerini ve onarım harcı içeriğinin ve üretiminin belirlenebilmesi için özgün harcın karakterizasyonunun yapılmasını başlangıç noktası olarak almışlardır. Onarım harçlarının özelliklerini, fonksiyonlarını ve gerekliliklerini genel bir çerçeve içerisinde değerlendirerek ve şematik olarak sunmuşlardır. Tarihi harçlardaki problemlerin en iyi şekilde belirlenmesi için

bozulma mekanizmalarının çözülmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Onarım harçlarının özgün harçlarla benzer nitelikler taşıması ve yapılan uygulamaların başarılı sonuç vermesi için birçok açıdan değerlendirme yapılmasını belirtmişlerdir. Bu harçların yüzey özelliklerinin, kompozisyonlarının, dayanımlarının, elastisitelerinin, boşlukluluk özelliklerinin, termal genleşme katsayılarının, suda çözünebilir tuz içermemesi, donma-çözünme döngülerine karşı dayanımları ile işlenebilirlik, işçilik, uygulama vb. açılardan değerlendirilmesini bildirmişlerdir (Van Balen ve diğerleri, 2005).

Ciach ve Penkala, harç ve sıvaların, bağlayıcısına göre tipi ve bileşimi ile dolgu maddelerinin kompozisyonunu polarizan mikroskop, stereo mikroskop ve SEM analizi ile incelemişlerdir. Harç ve sıvaların mikro yapılarının ve içeriklerinin belirlenebilmesi için asitle muameleye ek olarak stereo- polarizan mikroskop ve SEM analiz yöntemlerini de önermişlerdir. Bu analiz yöntemlerinin harçların yapısının, dokusunun ve kireç harçlarının karbonatlaşma derecesinin yanı sıra içeriğindeki katkı ve dolgu maddelerinin niteliklerinin belirlenmesinde oldukça faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Termal analizler, kil ve organik madde gibi katkı maddelerinin varlığını belirlemede ekstra bilgi kaynağıdır. Fiziksel ve mekanik özellikler, araştırmacıların bir harcın mühendislik uygulamalarındaki kullanılabilirliği açısından değerlendirme yapmalarına olanak sağlar (Ciach and Penkala, 1984).

Güleç, basit analizlere ek olarak harç ve sıvaların içeriğindeki minerallerin biçimi, boyutları, yerleşim düzeni ve kristal yapısını belirlemede SEM-EDX analizini kullanmıştır. Cıvalı porozimetre analizi, tarihi harçların gözenek boyutu ve miktarı hakkında önemli bilgiler vermekle birlikte bu malzemeler ile çağdaş çimento bağlayıcılı harçlar arasındaki fiziksel farklılıkları da açığa çıkarmıştır (Güleç, 1992; 2009).

Tarihi harç ve sıvaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması tarihi yapılardan ve kalıntılardan örnek alma zorluğundan dolayı çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu zorlukla birlikte örneklerin kapiler su emme değeri, spesifik yoğunluk, ağırlıkça su emme değerleri saptanabilmektedir. Ancak, kapiler su emme değerini belirleme standart örnek hazırlama gerektirdiğinden her zaman yapılamamaktadır. Gelişmiş ileri analiz teknikleri ile eski harçların özellikleri hassas biçimde tespit edilmektedir. Özgün malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi onarım harç karışımlarının hazırlanması ve uygulanmasında faydalı olacaktır. Kimyasal analizleri destekleyen mikroskopik analizler, harç ve sıvaların bağlayıcı- dolgu oranları ve katkı maddeleri ile genel durumları hakkında detaylı bilgiler verir (Güleç ve Ersen, 1998; Güleç, 2009).

Orijinal harçlarla benzer özelliklere ve kompozisyona sahip onarım harçlarının üretilmesi için tarihi harçların çeşitli yöntemlerle analiz edilmesi önemlidir. Analizlerin kombinasyonu, harç karışımlarının bağlayıcı-agrega oranı, kimyasal kompozisyonları, katkı maddeleri, alet izleri, uygulama teknikleri vb. hakkında bilgi verir. Tarihi harçlarda yapılacak görsel analizler, mikroskopla ince kesit analizleri, taramalı elektron mikroskobu ve X-ışını kırınımı analizlerinin bir kombinasyonu ile özgünle benzer bileşimlere ve özelliklere sahip onarım harcı için gerekli bilgiler edinilmiş olur (Balksten (2010)).

Tarihi yapılar ve harç teknolojileri üzerine yapılan araştırmalar, malzemeye son özellikleri kazandıran parametrelerin belirlenmesi ile ilgilidir. Eski çağlardan beri özenle kullanılan harçlar, bir bağlayıcı malzeme ile doğal ya da yapay agregalardan oluşan kompozit malzemelerdir (Genestar ve diğ., 2015). Eski ustalar yapılarda kullanılmış olan harç ve sıva malzemelerinin mekanik ve teknolojik özelliklerini arttırmak amacıyla bu malzemelere organik ve inorganik doğal katkı maddeleri ilave etmişlerdir. Bu doğal organik katkı maddelerinden bazıları kan, albümin, kazein, yumurta, zambak, çeşitli bitkisel lifler ile reçinelerdir (Sickels, 1981; 1991; Güleç, 2009). Kırılmış ve öğütülmüş pişmiş toprak malzemeleri, cüruf ve puzzolanik nitelikte olan volkanik küller ise harç ve sıvalara eklenmiş olan inorganik katkı maddeleridir. Harç ve sıvaların hidrolik özelliklerini arttırmak amacıyla içeriğine, puzzolanik özellik taşıyan ya da taşımayan kil ve diğer silikatlı malzemeler katılmıştır (Jedrzejewska, 1981).

Ruslan ve arkadaşları eski binaların onarımında kullanılan hava kireci harçlarının temel özelliklerini değiştirmek ve özgünü ile uyumlu karışımlar için katkı olarak kullanılan kaolin (Hib) ve metakolinin (pişmiş hib ve homra) etkinliğini araştırmışlardır. Deneme harçlarının kuruma süreleri, akışkanlıkları, değişik zamanlarda fiziksel ve mekanik özellikleri gibi farklı özellikleri değerlendirilmiştir. Bu tür karışımların özgün malzeme ile uyumluluk gösterecek şekilde benzer mukavemette hazırlanıp koruma çalışmalarında kullanılabilir. Bu yeni karışımları kireç karışımları ile karşılaştırdıklarında daha hızlı sertleşen ve daha dayanıklı, benzer ya da daha düşük porozite ve su emme kapasitesine sahip olduklarını belirtmişlerdir (Ruslan ve diğ.; 2018).

Elert ve diğerleri yaptıkları çalışmada bekletilmemiş ticari söndürülmüş kireçle geleneksel olarak söndürülmüş ve bekletilmiş kirecin karbonatlaşma oranını karşılaştırmışlar ve geleneksel olan kirecin karbonatlaşma oranının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Onarımlarda yüksek plastiklik ve su tutma kapasitesine sahip olmasından dolayı bekletilmiş kaymak kirecin kullanılmasını önermişlerdir. Bekletilmiş

kaymak kireç kullanılarak hazırlanmış olan harçların karbonatlaşma süreci daha hızlı ve mukavemeti daha yüksektir (Elert ve diğ., 2002).

M.Ö. 123'te kurulmuş olan Roma arkeolojik sitesi Pollentia kenti harçları üzerinde termal analiz (termogravimetri/TG, derivative termogravimetri/DTG), X-Ray difraksiyonu (XRD) ve Fourier infrared dönüşüm spektroskopisi (FTIR) analiz teknikleri kullanılarak bir araştırma yapılmıştır. Harçların üretim biçimi ile kanal, kuyu, sarnıç, yüzme havuzu, yer döşeme harçları ve duvar sıvalarında hangi amaçla astar için kullanıldığı hakkında faydalı bilgiler elde etmek için analitik karakterizasyon yapılmıştır. Araştırma sonucunda, burada kullanılmış olan harçlarının çoğunluğunun hidrolik özellikte olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu harçların kimyasal nitelikleri ile diğer arkeolojik sitlerde kullanılmış olan Roma harçları sonuçları arasında tam bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir (Genestar ve diğ., 2006).

Candeias ve arkadaşlarının (2006) yaptığı çalışmada harçların çok uzun zamandan beri sıva, dolgu vb. birçok amaçla kullanıldığını belirtmişlerdir. Harçlar, en az bir bağlayıcı tipi ile en az bir agrega çeşidi, su ve katkı maddelerinden oluşan, bağlayıcı tipine göre sınıflandırılan kompozit malzemeler olarak tanımlanmıştır. Bu kompozit malzemenin bazen de boya tabakalarıyla birlikte bulunabileceği belirtilmiştir. Eski harçlar üzerine yaptıkları karakterizasyon çalışmaları ile yapıların tarihi, geçmiş onarımları ve yapım teknolojileri ilgili önemli bilgiler elde etmişlerdir. Aynı zamanda bu harçların kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesine bağlı olarak benzer niteliklere sahip onarım harçları geliştirmişlerdir. Karakterizasyon çalışmalarında örnek almanın önemini vurgulamışlardır. Görsel tanımlamalarını yaptıkları harç örneklerinin hazırlanan ince kesitlerinden inceleyerek değerlendirmişlerdir. Örneklerin morfolojilerini, agrega tip ve boyutlarını, bağlayıcı, katkı maddelerini, gözenek ve çatlakları ile ikincil veya bozulma ürünlerinin tanımlamalarını yapmışlardır. Bu analiz agrega ve bağlayıcı ara yüzü arasında oluşan reaksiyonlar hakkında bilgi verebilir. Petrografik gözlemleri XRD analizi sonuçları ile karşılaştırmışlardır. XRD analizini hem örneğin bütününde hem de bağlayıcı olarak daha zengin olacak şekilde hazırlanan kısmında yapmışlardır. XRD analizi, harç bileşenlerinin kristal fazlarının tanımlanması yanında, puzzolanik reaksiyon ürünleri ve aynı zamanda alterasyon ve tuz gibi zarar verici etkenleri belirlemek için kullanılır. SEM-EDX analizi ile harç bileşimi ve morfolojisi hakkında daha fazla bilgi elde edilir. SEM ile bağlayıcı morfolojisi, bileşenler arasındaki ilişkinin ve fazların mikro yapısı, tuzlar, puzzolanik ürünler veya organik/biyolojik mikroorganizmalar gözlemlenir. Harç içeriğinin element analizinde kullanılan EDX, XRD analizini tamamlayıcı niteliktedir.

Analizlerle belirlenen harç bileşenlerinin mineralojik kompozisyonları, jeolojik çizelgeler ve tarihi dokümantasyonlarla birlikte karşılaştırılması bazen özgün hammaddelerin, özellikle de agregaların ve bağlayıcı malzemenin menşeinin tanımlanmasına ya da onaylanmasına olanak sağlar. Candeias ve arkadaşları bu çalışmada, hidroklorik asitle reaksiyona sokulmuş örneklerden hazırlanmış stok çözeltilerde atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS) yöntemi ile kalsiyum, alüminyum, demir, sodyum, klor ve sülfat gibi çözümlenmiş maddelerin miktarlarını tespit etmişlerdir. Bu analizle bağlayıcı malzemelerin hidrolik ve non-hidrolik özelliklerinin belirlenmesi yanında dehidrasyonlara yol açan çözünebilir tuzların ve alkali maddelerin varlığı araştırılmıştır. Bu analiz sonuçlarını yaptıkları diğer mineralojik analizlerle karşılaştırıp doğruluğunu saptamışlardır. Asitle muamele sonrasında reaksiyona girmeden kalan silikatlı parçacıkların boyut dağılımını elek analizi ile bağlayıcı miktarını ise DTA ve TGA yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Fiziksel ve mekanik deneylerle basınç dayanımı, su emme, gözenek hacmi, spesifik yüzey alanı ve gözenek boyut dağılımı saptamışlardır. Ayrıca harç örneklerinde bulunan boya tabakalarının nitelikleri (kalınlığı, rengi, pigment tipi ve oranı, bağlayıcısı vb. özellikleri) araştırılmıştır. Hazırladıkları kesitlerde optik gözlemlerle kalınlığı, rengi, dokusu, pigment boyutları belirlenmiştir. Devamında, Plesters'in (1956, cross-sections and chemical analysis of paint Samples) çalışmasındaki yöntemlere göre pigmentlerin ve bağlayıcıların mikrokimyasal tanımlamaları yapılmıştır. Örnek kesitinden SEM-EDS ile boya tabakalarının element analizi, pigment tipi ve oranları, bağlayıcı analizi ile tanımlamaları yanında mapping yapılmış ve morfolojik yapıları incelenmiştir (Candeias ve diğerleri, 2006).

Güleç ve diğerleri, İstanbul Kara Surları'nda kullanılmış olan eski harçların anlaşılmasını geliştirmek için bir karakterizasyon metodu tasarlamışlardır. Analizlerle özgün harçların nitelikleri yanında tuz problemlerini araştırmışlar ve onarım için harç karışım önerisi yapmışlardır. Harçların karakterizasyonunun belirlenmesinde basit kimyasal analizler ile petrografik analizlerin yeterli olabileceği belirtilmiştir. Ancak, eski kireç teknolojilerinin, malzemelerin kaynağının ve bozulma proseslerinin anlaşılması için bu analizlerin yanında enstrümental analizler yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Harçların, karakterizasyonunun, kireç üretim teknolojilerinin, malzeme kaynaklarının ve bozulma proseslerinin belirlenmesi için basit kimyasal ve petrografik analizlerle birlikte DTA, ICP, XRD, SEM-EDS ve sıvalı porozimetre analizleri yürütülmüştür. Analiz sonuçları ile harçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi yanında tuzların yol

açtığı bozulmalar da değerlendirilmiştir. Söndürülmüş kireç bağlayıcılı olan bu örneklerde tuğla kırığı yanında kireçtaşı kırığı ve dere kumunun agrega olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Tuğla tozları harçlara hidrolik özellik kazandırmak amacıyla yapay puzzolanik katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Harçlarda bozulmalara yol açan tuzların kaynağının deniz ve hava kirliliği olduğu saptanmıştır (Güleç ve diğerleri, 2005).

TSE-EN 2010'da harç ve sıva malzemelerinin toplam gözenek miktarı, gözenek boyutu ve dağılımları, gözenek hacmi ile yüzey alanlarının cıvalı porozimetre analizi ile tespit edilebildiği belirtilmiştir. Cıvalı porozimetre bulunmadığı durumlarda Arşimet terazisi kullanılarak harç ve sıvaların gerçek yoğunluğu ve görünür yoğunluğu ile açık ve toplam gözenekliliği gibi fiziksel özellikleri belirlenebilir (TSE-EN 1936:2010).

Adriano ve diğerleri, SEM-EDS analizini, harç içeriklerinin ve korunmuşluk durumunun belirlenmesi için kullanılan diğer analiz tekniklerini tamamlayıcı ve destekleyici amaçla eski harçların karakterizasyonunda kullanmışlardır. Roma dönemi ve 17. ve 19. Yüzyıllar arasına tarihlenen yapı harçları üzerinde SEM analizi ile kalsiyum silikat kristalleri tespit etmişlerdir. SEM analizinde harçlarda kalsiyum silikat kristallerinin görülmesi, harcın mekanik ve hidrolik özelliklerini geliştirmek amacıyla puzzolan eklendiğini gösterir (Adriano ve diğerleri, 2008).

Adriano ve diğerleri tarafından, daha önce harç malzemeleri hakkında bilgi edinilmeden birçok kez koruma - onarım amaçlı müdahaleler görmüş olan Evora Katedrali'nin harçları üzerine bir araştırma yapılmıştır. Çalışma, yapının farklı yerlerinden alınan ve farklı dönemlerine atfedilen örneklerin kompozisyonunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Harçların niteliğini anlamak için kullanılacak karakterizasyon yöntemlerinin kimyasal, fiziksel, mikro yapı ve mekanik analizleri kapsayan çok disiplinli bir dizi analiz gerektirdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada özellikle harçların mikro yapılarının anlaşılması üzerine yoğunlaşmış olup kimyasal, petrografik, AAS, TGA-DTA, XRD ve SEM-EDS analizleri yapılmıştır. Harçların mikro yapı niteliklerinin belirlenmesi ile birlikte içeriklerinin tespiti ve koruma durumlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Detaylı bir araştırma ile mineral bileşimi ve ayrışma ürünleri belirlenmiştir. İçeriğindeki safsızlıklar ve kireçtaşı parçacıklar dikkatlice ayırıldıktan sonra hidroklorik asitle reaksiyona sokulan örneklerin çözeltisi kullanılarak içerikteki kalsiyum (kireç), magnezyum, alüminyum, demir ve sodyum miktarı AAS analizi ile klorür iyonları potansiyometri ile sülfat iyonları ise gravimetry ile tespit edilmiştir. Reaksiyona girmeyen parçacıkların elek analizi sonrasında boyut dağılımları ve miktarları belirlenmiştir. Örneklerin petrografisi ve mineralojisi Petrografik ve XRD analizi ile bağlayıcı

kompozisyonu ise termal analizle belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bu harçlarda, dolomitik ve kalsitik hava kireci olmak üzere iki tip bağlayıcı kullanıldığı tespit edilmiş olup bu bağlayıcıların genel olarak (iki örnek hariç) renklerinin kahverengi olduğu belirtilmiştir. Heterojen yapıda olan örneklerin agregalarının farklı yapıda, renkte ve boyutta olduğu görülmüştür. Kireç yumruları ve seramik kırıkları yapının Zimborium kulesi hariç bütün örneklerinde gözlemlenmiştir. Agregalar olarak kullanılan kumların Evora bölgesindeki granodiyoritlerle benzer nitelikte olduğu belirtilmiştir. Agregalar içerikleri değişen harçlarda, bazı durumlarda tuğla tozunun katkı olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Bağlayıcı ile seramik gibi silisli puzzolanik özellikli malzemeler arasında oluşan puzzolanik reaksiyon, harçların mekanik özelliklerinin iyi olmasını sağlamıştır. Bütün örnek kesitlerinde stereo mikroskopla gözlemlenen yuvarlak kireç topakları, kirecin söndürülmesinde kullanılan su miktarının minimumda tutulduğunu göstermektedir. Harçlarda kimyasal degradasyonlara yol açan suda çözünebilir tuzlar olan klor, sülfat ve halit varlığı tespit edilmiştir. Ancak halitin ve klorun harçların üretimi sırasında karbonatlaşmayı hızlandırmak amacıyla katkı olarak katıldığı belirtilmiştir (Adriano ve diğerleri, 2009).

Acun-Özgünler ve diğerleri, Yedikule Kara Surları'nda kullanılmış olan Erken Dönem Bizans Harçları üzerinde karakterizasyon çalışması yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda harçlarda bağlayıcı olarak söndürülmüş kireç, agregalar olarak da tuğla kırığı ve tozu, kireçtaşı kırığı ve dere kumu kullanıldığının tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bu harçlarda bağlayıcı agregalar oranlarının 1/2 ve 1/3 arasında değiştiği, agregaların ise %50'sinin tuğla kırığı, %50'sinin de kireçtaşı kırığı ve dere kumu olduğu tespit edilmiştir. DTA ICP, XRD ve SEM-EDX ileri teknik analizleri ile tuğla tozlarının yapay puzzolan gibi davranarak harçlara hidrolik özellik kattığı tespit edilmiştir. Ayrıca fiziksel ve mekanik deneyler sonucunda bu harçların porozitelerinin %22- %38 arasında değiştiği ve çoğunluğunun makro boyutlu gözenekler oluşturduğu, basınç dayanımlarının ise 4-6 MPa aralığında olduğu saptanmıştır (Acun-Özgünler ve diğerleri, 2010).

Pavía ve diğerleri yaptıkları çalışmada, onaracakları yapının özgün harçlarının bağlayıcısının dolomitik kireç olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak dolomitik kireç üzerine yapılmış çalışmaların yeterli olmadığını görmüşlerdir. Bu nedenle dolomitik kirecin özelliklerini değerlendirebilmek için dolomitik kireç taşından elde ettikleri söndürülmüş kireci bir yıl bekletilmiştir. Bu kireçle ürettikleri harçlar üzerinde laboratuvar ortamında fiziksel ve mekanik testler yapılmıştır. Sonuçlara göre dolomitik harçların, zayıf (NHL 2) hidrolik özelliğe sahip kireçle hazırlanan harçlara göre basınç dayanımı hariç daha üstün

performans gösterdikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda Mg-kireç harçlarının, bu kireçlerin kalsinasyon ve söndürülme işlemi yeterli ölçüde yapıldığı takdirde iyi bir yapı malzemesi olduğu belirtilmiştir (Pavía ve diğ., 2005)

Mertens ve diğerleri yaptıkları çalışmada, sönmemiş ve söndürülmüş hidrolik kireçlerin mineralojik fazlarını belirlemede kantitatif X-ışını kırınımı (selective dissolution/Q-XRD) yöntemini önermişlerdir. Buldukları sonuçları kimyasal, termal ve mikroprob analiz sonuçları ile karşılaştırarak Q-XRD analiz yönteminin güvenilirliğini doğrulamışlardır. Uyumlu harçlar için kimyasal özelliklerle birlikte mineralojik ve fiziksel özelliklerin de benzer olması gerektiği belirtilmiştir. Bu metodun restorasyon çalışmalarında orijinali ile uyumlu harç karışımları belirlemek için yürütülen karakterizasyon çalışmalarında faydalı bir metod olduğunu belirtmişlerdir. Karakterizasyon çalışmalarının bir yönünü de onarımlarda kullanılacak bağlayıcıların karakteristik özelliklerinin doğru şekilde tespiti oluşturmaktadır. Bu yöntem bağlayıcıların faz bilgileri hakkında doğru bilgi sağlamak için kullanışlıdır (Mertens ve diğerleri 2007).

Silva ve diğerleri yaptıkları çalışmada izledikleri metodolojik yöntemleri şematize etmişlerdir. Portekiz'in Alentejo bölgesindeki farklı yapılardan aldıkları çeşitli harç örneklerinin bağlayıcı ve kum tipleri de dahil olmak üzere içeriklerini araştırmışlardır. Ayrıca bozunma ürünleri ve harcın korunmuşluk durumunu da araştırarak kullanılan materyal ile bozunma süreci arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Buna bağlı olarak restorasyonda kullanılacak harç malzemesi konusunda stratejiler belirlemişlerdir. Sonuç olarak eski harçların bileşimi, tarihi ve teknik geçmişi ile korunmuşluk durumu hakkında detaylı bilgi sağlayan farklı fiziksel, kimyasal ve mineralojik karakterizasyon tekniklerini birleştiren bir metodoloji kullanılmasını belirtmişlerdir (Silva ve diğ., 2010).

Günümüze ulaşamayan ancak temel ve duvar kalıntıları ortaya çıkarılan yapılarda doğru restitüsyon önerilerinin ve restorasyon projelerinin hazırlanabilmesi için, tarihi belgelerin yanında somut verilerin elde edilebileceği malzeme analiz çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bu kalıntılardan belli bir sistem içerisinde toplanacak harç, sıva, taş, suni taş vb. malzemeleri üzerinde yürütülecek karakterizasyon çalışmaları ile yapım tekniği üzerine yapılacak incelemeler birlikte ele alındığında, yapının inşa dönemi ve varsa farklı dönemlerinin tespiti için gerekli veriler sağlanmış olacaktır (Polat Pekmezci ve Ersen, 2010).

Kuban, anıtlarımızın büyük çaplı restorasyonlar geçirdiğini, ancak bu restorasyon raporlarında yapıların geçmişi ile ilgili elde edilen bilgilerin mimarlık tarihi duyarlılığı

ile yayınlanmadığını belirtmiştir. Ayrıca mimarlık tarihçilerinin de restorasyon çalışmalarının sonuçlarını sistematik olarak incelemediklerini bildirmektedir. Birincil kaynaklarda yer alan bilgiler, anıtlarda yapılacak gözlemlerle karşılaştırılmalıdır (Kuban, 2016).

Ersen, konservasyon/restorasyon laboratuvarlarının günümüzdeki durumunu ümit verici görmekle birlikte mimari korumada konservasyon laboratuvarlarının yerinin tam olarak anlaşamadığını belirtmiştir (Ersen, 2010).

Kozlu, onarım harçları konusunda yapılmış olan bazı çalışmaları değerlendirmiş ve bunların üç ana grup altında toplandığını belirtmiştir. Birinci grup çalışmalar, özgün malzemenin karakteristik özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmaların kapsamında çeşitli yöntemler kullanılarak harçların bağlayıcı agrega oranları ile içerikleri, fiziksel, kimyasal, petrografik ve mekanik özellikleri tespit edilmiş ve bazı çalışmalarda bu özelliklerin belirlenmesinde kullanılmış olan yöntemler tartışılmıştır. İkinci grup çalışmalarda onarım harçlarının ham maddeleri ile çimento veya özgünle uyumlu olmayan malzemelerin yapılarda yol açtığı hasarlar ve harcın fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Üçüncü grup çalışmalar ise oldukça az sayıda olup özgün malzemenin karakterizasyon çalışmaları yanında onarım harçları için önerilerin geliştirildiği çalışmalardır (Kozlu, 2010).

2. TARİHİ HARÇ VE SIVA MALZEMELERİ

Üretim teknolojileri değişmekle birlikte geçmişten günümüze kadar olan süreçte kullanılmış olan harç ve sıvalar, yapıların inşa sürecinde ve devamında önemli yer tutan en temel yapı malzemeleri arasındadır. Harç ve sıva malzemelerinin karakteristik özelliklerinin, dönemlerinin ve koruma-onarım uygulamalarında kullanılacak malzemelerin belirlenmesi, literatür araştırması ile birlikte deneysel çalışmaları da içeren kapsamlı araştırmalar gerektirmektedir. Öncelikle bu malzemelerin geçmişteki üretim ve kullanım şekilleri, bağlayıcı özellikleri, ilave edilmiş dolgu ve katkı malzemeleri ile bunlar arasında oluşan reaksiyonlar ve bozulma mekanizmaları hakkında bilgi edinilmesi gereklidir.

Temel bileşenleri en az bir bağlayıcı ile agrega olan harç ve sıvalar, gerekli durumlarda doğal ve sentetik katkı maddeleri içeren karışımlardır. Bu karışımlar, ağırlıkça ya da hacimce belirlenen oranlarda bağlayıcı malzeme ile agrega olarak kullanılan kum ve taş kırığı gibi dolgu malzemelerinin karıştırılmasıyla elde edilen, gerekli oranda su ile hidrasyon ve işlenebilirlik kazanan, katılma özelliğine sahip malzemelerdir. Günümüze kadar gelen harç ve sıva malzemeleri içerdikleri bağlayıcı türüne bağlı olarak kil, alçı, kireç, çimento ve melez harç ve sıvalar olmak üzere beş ana gruptan oluşmaktadır. Harç ve sıvaların içeriğine gerekli görülen durumlarda mineral esaslı pigment(ler) de ilave edilmektedir (Totten, 1938; Ashurts, 1984; Güleç, 1992; Balksten, 2007; Eriç, 2010, Kozlu 2010). Harcı oluşturan bileşenlerin hacimce oranları 1:n (1 bağlayıcı oranı, n ise agrega oranıdır) şeklinde verilebilir. Ancak çimento harçlar dozaj olarak hesaplanmaktadır (Akman, 1990).

Bağlayıcı, dolgu ve gerektiğinde organik, inorganik, ya da sentetik katkı malzemelerinin karıştırılmasından sonra su ile hidrasyonu sağlanan bu karışımlar kullanıldıkları yere ve amaca göre harç ya da sıva olarak adlandırılmaktadır. Harçlar sertleşme ve güçlü adhezyon özelliklerinden dolayı strüktürü oluşturan yapı malzemelerini birbirlerine bağlamak, eşit yük dağılımı sağlamak, derzleme ve dolgu yapmak amacıyla kullanılmaktadır. Sıvalar, yapıların duvar, tavan ya da tabanlarını dış etkilerden korumak ile dekoratif ya da estetik ve düzgün bir yüzey oluşturmak için kullanılmaktadır (Güleç, 1992; Borelli, 1999; Eriç, 2010; Polat-Pekmezci, 2012, Uğur ve Güleç, 2014). Bir ya da daha fazla katmandan oluşabilen sıvalar mimari kalıntıların ve arkeolojik sitlerin önemli mimari bileşenleridir. Sıvalar strüktürel bir nitelik taşıyorsa da yapıların strüktürlerinin ve yüzeylerinin korunması açısından önemlidir (Matero, 1995).

Harç-sıva malzemelerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin niteliklerinin bilinmesi kadar tarihsel gelişim süreçlerinin de bilinmesi önemlidir (Güleç, 1992). Yapılmış araştırmalara göre insanın yapılarının ve diğer üretimlerinin saptanabildiği en eski dönem, jeolojik pleistosen buzul devrinin devamında başlayan Neolitik çağdır. İnsanların yapılarını üretmede kullandıkları ilk malzemeler, çevrelerindeki kolay ulaşabildikleri yerel materyallerdir. Malzeme teknolojisindeki ilk gelişmeler, bu hammaddelerin şekillendirilip iyileştirilmesi ile başlamıştır (Akman, 2003).

Eski çağlarda taş ve tuğla kullanılarak inşa edilen yapılarda kireç kullanımına nadiren rastlanmaktadır. Çamur, bitüm ve doğal alçı en sık kullanılmış olan bağlayıcı malzemelerdir. Günümüze kadar ayakta kalan ve ağır taşlardan yapılmış bazı yapıların inşasında harç kullanılmadığı görülmüştür (Cowper, 2015). Dünyanın birçok yerinde hala kullanılmakta olan kerpiç, bilinen en eski yapı malzemesidir. Bağlayıcı olarak killin belli miktarda su, saman ya da saz parçaları ile karıştırılmasından elde edilen karışım yapı inşasında en erken dönemlerden bu yana Orta Doğu'da geleneksel harç olarak kullanılmıştır. Erken Mısır Döneminde kerpiç kullanımının yanı sıra anıtsal binaların imalatında kullanılan yapı taşları arasında alçı bağlayıcılı harçlar kullanılmıştır (Cowper, 2015; Polat-Pekmezci, 2012). Babil Surlarında kullanılmış olan taşların birleştirilmesinde ve Babil Kulesi'nde kullanılmış olan tuğlaların örgüsünde bağlayıcı olarak bitüm kullanılmıştır (Debes, 1949). Tarihte kullanımı bilinen ilk harç malzemesi kildir (Akman, 2003). Zaman içerisinde bağlayıcı malzeme endüstrisinin gelişmesiyle birlikte kil dışında, alçı, kireç ve puzzolanik özelliği olan malzemeler kullanılmıştır. Endüstrinin gelişmesine bağlı olarak Mısır'da alçı, Roma'da kireç ve puzzolanik özelliği olan malzemeler, Osmanlı'da daha çok kireç harcı ve horasan olarak adlandırılan yapay puzzolanik harç kullanılmıştır. Teknolojik ve endüstriyel gelişmelerin hızlanması ile Avrupa'da 18. yüzyılda grapye ve su kireci (Romen çimentosu) kullanılarak hazırlanan harçlar, 19. yüzyılda çimento bağlayıcılı harçlar kullanılmaya başlanmıştır (Eriç, 2010).

Günümüzde, tarihi harç ve sıvalar üzerinde yürütülen deneysel çalışmalar sonucunda bu malzemelerin dönemsel olarak ayırt edici karakteristik özellikleri belirlenebilmektedir. Tespit edilen karakteristik özellikler yapıların tarihlendirilmesinde ve yapılardaki farklı dönem onarımlarının belirlenmesinde oldukça önemlidir (Uğur ve Güleç, 2014).

2.1. Bağlayıcı Malzemeler

Bağlayıcı malzemeler ilk çağlarda inşaat teknolojisinin en büyük sorunu olmuştur (Akman 2003). Günümüze kadar çeşitli amaçlarla yapılarda kullanılmış olan harç, sıva, yapay taş vb. kompozit karışımlar, bazen doğal ve sentetik katkı malzemeleri de içerebilen bağlayıcı ve dolgu karışımları olarak tanımlanmaktadır.

Bağlayıcı malzemeler, suyla karıştırıldığında plastiklik özelliği kazanan kum, çakıl, taş ve tuğla kırığı ile benzer doğal ve/veya yapay dolgu maddeleri arasında bağlayıcılık sağlayarak (yapıştırarak) uzun zaman dayanıklılığını koruyan kütleler haline getiren maddelerdir (Artel, 1969; Akman, 1990; Güleç, 1992; Borelli, 1999). Alçı, kireç ve çeşitli çimentolar gibi bağlayıcı malzemeler yanında bitüm, katran, kil ve kolloidal nitelikli bazı maddeler de kimyasal yapıları ve bağlama mekanizmaları farklı olan bağlayıcı grupları olarak değerlendirilebilir (Artel, 1969; Güleç, 1992).

Bağlayıcı malzemelerin sıvı halden katı hale geçmeleri prizlenme olarak adlandırılmaktadır. Fiziko-kimyasal bir olay olan prizlenme bağlayıcının suyla karıştırılmasından itibaren meydana gelmeye başlar. Ancak bu durum belirgin olmadığından pratik olarak katılaşmanın belli bir düzeye varması priz başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Akman 2003). Kökenlerine göre doğal ve yapay olarak ayrılan bağlayıcı malzemeler prizlenme özelliklerine bağlı olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır;

- Su kaybı ile prizlenen bağlayıcılar (kil),
- Su ile reaksiyona giren (hidrasyonla sertleşenler/ hidrolik bağlayıcılar) bağlayıcılar (alçı, su kireci, kireç+ puzzolan ve çimentolar),
- Havadaki karbondioksit ile reaksiyona giren bağlayıcı malzemeler (non-hidrolik kireç) (Artel, 1969; Güleç, 1992; Borelli, 1999; Kozlu, 2010).

Su ve havadaki CO₂ ile reaksiyona giren bağlayıcılar kalsiyumlu bağlayıcılardır (Artel, 1969; Güleç, 1992).

Eckel 1902 yılında yayınladığı çalışmada bağlayıcı malzemeleri, temelde birincil olarak, üretim ve kullanım proseslerinin yol açtığı kimyasal değişikliklerin miktarına, ikincil olarak da prizlenme sonrası meydana gelen kimyasal oluşumlara göre basit bağlayıcılar ve karmaşık bağlayıcılar olarak iki ana grup altında sınıflandırılmıştır (Eckel, 1922; Baturayoğlu-Yöney, 2008; Kozlu, 2010; Uğur ve Güleç, 2014).

1- Basit bağlayıcılar: Hammaddeleri ve sertleşmiş (prizlenme sonrası) durumdaki kimyasal yapıları benzer olan bu bağlayıcılar; doğal bir ham maddeden ısı ile içeriğindeki bir sıvı ya da gazın uzaklaşması sonucu elde edilmektedir. Bu malzemeler bağlayıcı özelliklerini, kaybettikleri sıvı ya da gazı geri alarak özgün kimyasal yapılarına dönmeleri sonucu kazanırlar. Bu bağlayıcı grubu iki alt gruba ayrılmıştır:

✓ **Hidrat bağlayıcılar veya alçılar:** İçerisinde bulunan su uzaklaştırılarak üretilen bu maddeler, kaybettikleri suyu geri alarak sertleşirler (Paris alçısı (plaster of Paris), Jips alçısı (gypsum plasters), Çimento alçısı (cement plasters), ölü-susuz alçı (dead-burned plasters), bitim alçısı (hard-finish plasters).

✓ **Karbonatlı bağlayıcılar ya da kireç ve manyezitler:** Kireçtaşı ya da manyezit içeriğindeki CO₂ gazının uzaklaştırılmasıyla üretilen bu maddeler, etrafında bulunan CO₂ gazı ile tekrar reaksiyona girerek sertleşirler (kireç, manyezit).

2- Karmaşık bağlayıcılar: Bu grupta yer alan malzemeler sertleşme özelliklerini, üretim ya da kullanım esnasında meydana gelen tamamen yeni kimyasal bileşikler vasıtasıyla kazanırlar. Dolayısı ile bu malzemeler kendi hammaddelerinden ya da oluşturuldukları hammadde karışımlarından farklı kimyasal yapılara sahiptir. Bu bağlayıcı grubu kendi içerisinde üç alt gruba ayrılmaktadır;

✓ **Silikatlı bağlayıcılar ya da hidrolik çimentolar:** Sertleşme özelliklerini üretim ya da kullanım sürecinde, tamamen ya da büyük ölçüde silikatların oluşması sonucunda kazanan bağlayıcılardır (hidrolik kireçler, Grappier çimentosu, doğal çimento, Portland çimentosu, puzzolan çimentosu).

✓ **Alüminat çimentoları:** Bu bağlayıcılar sertleşme özelliklerini üretim ya da kullanım sırasında oluşan kalsiyum alüminatlar sonucu kazanırlar (kalsiyum alüminat çimentoları).

✓ **Oksi-klorür bağlayıcılar:** Sertleşme özellikleri oksijen-klorürlerin oluşumuna bağlı olan bağlayıcı malzemelerdir (manyezitli çimentolar, Sorel çimentosu) (Eckel, 1922; Baturayoğlu-Yöney, 2008; Kozlu, 2010; Uğur ve Güleç, 2014).

Harç ve sıva yapımında kullanılan dolgu ve katkı malzemeleri çoğunlukla doğal kaynaklardır. Ancak bağlayıcı malzemelerin elde edilmesi teknolojik bir işlem gerektirir.

Dolayısıyla harç ve sıvaların üretim teknolojileri genellikle içeriğindeki bağlayıcıya göre belirlenip ve adlandırılmaktadır (kil harcı, alçı harcı, kireç harcı, vb). Bağlayıcı içeriği, farklı dönemlere ait harç ve sıvaların analizinde malzemenin niteliğini ve dönem(ler)ini tanımlamada belirleyici rol oynamaktadır. Buna bağlı olarak harç ve sıvaların niteliklerini ve teknolojik gelişmelerini belirleyen bağlayıcı malzemelerin tarihçeleri ile birlikte değerlendirilmesi geçmiş uygarlıkların inşaat yapım teknolojileri hakkında da bilgi sağlayacaktır (Uğur ve Güleç, 2014).

2.1.1. Killi toprak- kerpiç

Doğal bir bağlayıcı malzeme olan kil, pişmiş toprak malzemeler ile kerpiç yapımının yanında aynı zamanda yapı inşalarında bağlayıcı malzeme olarak kullanılmıştır (Artel, 1969; Borelli, 1999).

Tane boyu 2 µm altı (<0,002 mm) olan killer, kayaç ve toprakların çok ince parçacıklarını oluşturur (Malayoğlu ve Akar, 1995; Karakaya, 2006). Killer, doğal alüminyum silikatların ve özellikle feldspatların atmosferik ve hidrotermal etkilerle ayrışması ya da volkanik kayaçların çözünmesi sonucunda oluşurlar. Dolayısıyla doğada hiçbir zaman saf halde bulunmayan kilin içeriğinde alüminyum silikatlarla birlikte feldspat, kuvars, mika parçacıkları ile demir, magnezyum, potasyum, kalsiyum ve sodyum gibi metallerin oksitleri olan safsızlıklar bulunabilir (Artel, 1969; Malayoğlu ve Akar, 1995). Ayrıca birçok kil mineralinin içeriğinde organik madde ve suda çözünebilir tuzlar bulunabilmektedir. Kil oluşumunda, kilin oluştuğu ana kayaç kadar, taşıma, yıkama ve kimyasal reaksiyonlar da önemlidir. (Malayoğlu ve Akar, 1995). Ayrışmış ve kile dönüşmüş parçacıkların akarsular tarafından ufalanıp, yoğrulup sürüklenerek bir yere yığılması sonucu kil yatakları oluşur. Killerin bünyesine sürüklenme sırasında pek çok yabancı madde girer (Artel, 1969).

Killeri oluşturan minerallerin bir kısmı miktar ve karakteristik özelliklerinden dolayı önemlidir. Bu mineraller plastiklik, adsorbsiyon yeteneği, sıcaklık etkisi ile büzülme ve sertleşip sağlamlaşmak gibi kil özellikleri sağlarlar. Temel bileşen maddesi, polimerleşmiş hidrat halinde alüminyum silikatlar olarak tanımlanan killeri $(m \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{ SiO}_2 \cdot p \text{ H}_2\text{O})^v$ genel formülü altında toplamak mümkündür. Bu kil mineralleri bol su ile ıslandıkları zaman iyonlaşarak çift katlı tabakalar meydana getirirler ve tabaka araları, su moleküllerini çekme özelliklerinden dolayı suyla dolar. Dolayısı ile bu minerallerden bir veya birkaçını değişen oranlarda bünyesinde bulunduran killer,

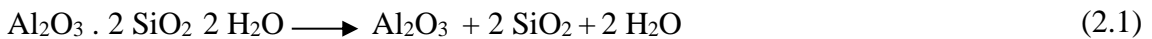
çeşitlerine bağlı olarak karakteristik durumları olan şişme, plastiklik ve kaypaklık hallerini edinirler (Artel, 1969).

Temel bir yapısal tabakadaki katmanların sayısına ve oranına, oktahedron ve tetrahedronlardaki mevcut katyon içeriklerine ve katmanların yüküne göre kristalin kil mineralleri yedi gruba ayrılmaktadır.

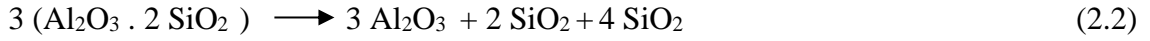
- 1- Kaolinit ve serpantin grubu
- 2- Mika grubu
- 3- Vermikülit grubu
- 4- Smektit grubu
- 5- Pirofillit ve talk grubu
- 6- Klorit grubu
- 7- Paligorskite ve sepiyolit grubu (Konta, 1995).

Killerin plastiklik özelliği, tabaka durumundaki sulu alümina silikatların plaka biçiminde olması ve bu plakaların su sebebiyle birbiri boyunca kayarak hareket etmesiyle oluşur. İnce taneciklerden oluşan kilin en önemli özelliği su ile karıştırıldığı zaman istenildiği gibi şekillendirilebilen yapışkan ve plastiklik niteliğine sahip bir hamur halini alabilmesidir (Artel, 1969; Sazcı, 2001).

100-250 °C arasındaki sıcaklıklarda suyun uzaklaşması ile kilde kuruma meydana gelir ve kil tabakaları birbirine yaklaşarak hacimde küçülme olur. Kilde görülen küçülme oranı yaklaşık olarak uzaklaşan suyun hacmi kadardır. Kuruma sonucu bir miktar gözenekli hale gelen ve kısmen sertleşip sağlamlaşan kil hamuru kerpiçleşir. Bu olay geri dönüşümlü olup kerpicin tekrar su alması halinde hacminde büyüme meydana gelir. 250-550 °C arasındaki kalsinasyon sonucunda kilin içeriğindeki hidratlaşma suyu uzaklaşmaya başlar. 420 °C civarında ayrışmaya başlayan pişmiş kilin içeriğinde serbest halde Al_2O_3 bulunur.



550-900 °C'de Al_2O_3 ve SiO_2 birleşerek kaolinit, metakaoline ($Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$) dönüşür. Metakaolin düşük sıcaklıkta alkali metal oksitler ile birleşerek $\frac{1}{2}CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ tipinde bileşikler oluşturur. Pişmiş, sertleşmiş ve dayanıklılığı artmış olan kilin tekrar su alarak şişme özelliği kaybolur. 900 °C'nin üzerinde yapılan kalsinasyon sonucu mullit oluşumu gerçekleşir (Artel, 1969).



1000°C'nin üzerinde pişirilen kilin yapısında seramik için önemli olan yeni kristal fazlar oluşur (Konta, 1995).

Geçmişten beri kilin çeşitli sıcaklıklarda pişirilmesi ile seramik, tuğla, kiremit, künk, elektrik izolatörleri, çini ve fayans vb. malzemeler üretilmektedir (Eriç, 2010).

Killerin karakteristik ve önemli bir özelliği olan plastiklik pişirmede bazı sorunlara yol açabilir. Yüksek plastiklik özelliğine sahip olan killerin dokusu gözeneksiz olur. Kurutma ve pişirmeyi güçleştiren ve rötre çatlaklarına yol açan bu sorunu ortadan kaldırmak için kilin içerisine saman kırıntısı, talaş, kömür tozu gibi organik antiplastik maddeler ilave edilir. Yüksek sıcaklıklarda yanan bu maddeler pişmiş kile gözeneklilik ve hafiflik kazandırır. Organik maddeler aynı zamanda kilin yapısında doğal halde de bulunabilir. Ancak bu oran yüksek olursa pişirme sonucunda kararmalar oluşur. Kil hamuru içerisine yine aynı amaçla, şamot olarak adlandırılan eski keramik kırığı parçacıkları ya da ince halde dövülmüş pişmiş kil tozu ilave edilir. Antiplastik madde olarak kil hamuru içerisine ayrıca beyaz renkli ve özellikle bol kuvars ince kum içeren katılır ki bu aynı zamanda erimeyi güçleştirir. Ergimeyi kolaylaştırmak ve kısmen camsı hal kazandırmak için kil hamuruna alkali ve alkali toprak metal oksitleri eklenir. Pratikte bazen feldspat veya pegmatit gibi maddelerin tercih edilmesi ile birlikte demir oksit de kullanılabilir (Artel, 1969).

Tarihte kullanımı bilinen ilk harç malzemesi olan kil, Mezolitik çağdan beri çeşitli amaçlarla kullanılmakla birlikte kilden önce toprak ve su karışımı olan çamurdan faydalanılmıştır (Akman, 2003). Çamur, inşa amaçlı kullanılan en eski karışım olup kil parçacıklarının bağlayıcı olarak işlev gördüğü kum, silt ve kil boyutlu parçacıklardan oluşur (Davey 1961, Tunçoku, 2001).

Yer değiştiren grupların göçtükleri bölgelerde uygun nitelikte taş bulamamasından dolayı kil kullanılarak ilk yapay taş olan kerpiç keşfedilmiştir (Akman, 2003). Kilden, ilk başlarda çamur topakları (pisse de terra) şeklinde, devamında forme bir yapı taşı olan kerpice dönüştürülerek faydalanılmıştır (Akman, 2003). İnsanın mağara ve kaya sığınaklarına alternatif olarak geliştirdiği konut tipi için topraktan faydalanmaya başlamasının ilk izlerine Pleistosen çağın sonlarında (MÖ 35 bin yıllarında) Orta ve Doğu Avrupa'da rastlanılmaktadır. Buralarda toprak içi kazılarak barınaklar oluşturulmuştur. Buzul çağın devamında başlayan Holosen dönemde, geçimin bağımlı olmaya başladığı yerlerde avcı ve toplayıcı gruplar geçici olarak kullandıkları mevsimlik barınaklar

yapmışlardır. Yuvarlak planlı olan bu barınakların, toprağın biraz çukurlaştırıldıktan sonra etrafının dal, kamış ve benzer nitelikteki malzemelerle kapatıldığı ve bazen de iç ve dış yüzeylerinin kerpiç toprağı ile sıvandığı belirlenmiştir. Bu tip yapıların ilk örneklerine ayrıca Çayönü yerleşmesinde rastlanılmıştır. Bu veriler doğrultusunda kerpiç toprağının konut yapımında kullanılmasının ilk kez bu şekilde olduğunu göstermektedir. Kuzey batı Anadolu Bölgesi'nde üretime geçiş evrelerinde yine dal örgü barınakların aynı şekilde kerpiç toprağı ile sıvandığı görülmektedir. Bu yerleşim tipi örneklerine Batı Anadolu ve Trakya Bölgelerindeki Ilıpınar, Hocaçeşme ve Fikirtepe gösterilebilir. Anadolu ve Yakınoğu'da toprağın konut yapımındaki ilk kullanım biçimi olan Pise tekniğine (duvarların, kerpiç çamurunun topanlar halinde üst üste konulup sıkıştırılarak yapılması) Jericho yerleşmesinin II. evresinde (PPNA (Pre Pottery Neolithic A)-MÖ 8300-7600) rastlanılmıştır. Yine aynı bölgede yer alan ve PPNA'ya tarihlenen Netiv Hagdud yerleşmesi, Gesher yerleşmesi ile Güney Suriye'deki Aswad yerleşmesi, Kuzey Suriye'deki Mureybet ve Şeyh Hasan yerleşmeleri, Kuzey Irak'taki Qermez Dere, Nemrik ve M'lefaat yerleşmelerinde biçimleri değışmekle birlikte pise tekniğı kullanıldığı arkeoloji kazılar sonucu belirlenmiştir (Dede, 1997).

Jericho yerleşmesinin III. evresinde (PPNB (Pre Pottery Neolithic B)-MÖ 7600-6600) pise formlarının standartlaştığı (ekmek formunda) görülmüştür. Yine aynı döneme tarihlenen İsrail, Munhata yerleşmesi, Kuzey Suriye'deki Dja'de yerleşmesi ile İran'daki Ganj Dareh yerleşmesi ile Adıyaman'da bulunan Gritille yerleşmesinde pise kullanımına rastlanılmıştır. Devamındaki devirlerde kerpiç kalıpta biçimlendirilip bloklar haline getirilerek kullanılmıştır. Jericho yerleşmesinin IV. evresinde (PPNB sonları- MÖ 6600-6000) kerpiç blokların kullanımı yaygın olmakla birlikte yine dönemde Suriye (Bukras, Abu Hureyra, Assouad, Ramad) ve İran'daki (Ali Kosh, Choga Sefid) yerleşmelerde de kerpiç kullanıldığı açığı çıkarılmıştır (Dede, 1997).

Kerpicin Anadolu'da bir yapı malzemesi olarak kullanılmasına, Neolitik Dönemde Çayönü (hücre planlı evleri), Çatalhöyük, Gritille, Aşıklı Höyük, Cafer Höyük ve Hacılar'da; Kalkolitik Dönemde Can Hasan, Alişar ve Arslantepe'de; Hitit Döneminde Kültepe ve Boğazköy gibi arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılmış birçok yerleşim merkezinde rastlanmıştır (Frangipane, 1997; Dede, 1997; Naumann, 1998; Mellaart, 2003; Alvaro ve diğ., 2008; Kozlu, 2010). Kerpiç Anadolu'daki bazı yerleşim yerlerinde (Çatalhöyük, Çayönü, Hacılar, Hattuşa, Beycesultan, Truva, Alişar, Boğazköy) konut, sur ve kale gibi yapıların inşasında kullanılmıştır (Ulusoy Binan ve diğ.2017). Neolitik

Dönem Aşıklı Höyük ve Çatalhöyük kerpiç mimaride ve yerleşme düzeninde benzerlikler vardır (Özbaşaran ve Cutting, 2007).

Doğada killi toprağın yaygın şekilde bulunması, erişiminin kolay ve maliyetinin ekonomik olmasından dolayı geleneksel olarak üretilen kerpicingin yapı malzemesi olarak kullanımını dünyanın birçok bölgesinde hala sürdürülmektedir (Koçu ve Korkmaz 2004, Eriç, 2010).

Kerpiç, içeriğinde yeteri miktarda kil bulunduran uygun nitelikteki toprağın, saman ve/veya çeşitli katkı maddeleri (saman vb.) ile harmanlandıktan sonra su ile yoğrulup kalıplara dökülen karışımın kurutulması sonucu üretilmektedir (Koçu ve Korkmaz 2004). Kil ve kum, kerpiç yapımında kullanılan temel malzemeler olup burada kil bağlayıcı olarak önemli rol oynamaktadır. Kerpiç, bağlayıcı niteliğindeki killi toprak ile çatlamayı önleme amaçlı kum, saz parçaları, saman, keçi kılı, deve yünü pirinç sapı vb. doğal malzemelerin katkı olarak karıştırılması ve bu karışıma belli oranda su eklenmesi ile plastiklik özelliği edinen ve kuruma sonucunda sertleşme özelliğine sahiptir. Ayrıca hazırlanan karışıma hayvan iç yağı ilave edilmesi, kerpici suya ve neme karşı dayanıklı kılar. Kerpiç üretiminde öncelikle hazırlanan kuru karışım düz bir alanda ortası çukur olacak şekilde toplanır ve bu çukur kısım su ile doldurulur. Bütün parçacıkların ıslanmasının sağlanması için bu şekilde en az iki gün bekletilir. Devamında kürekle karıştırılıp ayakla ezilen karışım ahşap kalıplara dökülüp şekillendirilerek kurumaya bırakılır (Rezaei, 2007).

Bir tür pişmemiş tuğla niteliğinde olan kerpiç, pişme enerjisi kullanmadığı için ekolojik bir yapı malzemesidir. Enerji kaynaklarını korunması yanında gaz ve katı atıkların azaltılması için geleneksel yapı malzemesi olan kerpiç alçı ile güçlendirilmiş ve Alker olarak adlandırılmıştır. Geleneksel kerpiç üretiminde kullanılan toprakta kil bağlayıcı oranı %30 civarında iken Alker yapımında kullanılan toprakta bulunan bağlayıcı nitelikteki kil oranının %8-10 oranında olması yeterlidir (Işık 2000). Toprak genellikle yapısının fiziksel bünyesinin yeterli performansı sağlayabilmesi açısından gerekli niteliklere sahip bir malzemedir. Ancak zayıf özelliklerini gidermek amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar, granülometrik yapının iyileştirilmesi, lifli katkı maddelerinin eklenmesi, su geçirimsizlik özelliğinin sağlanması kimyasal yöntemler ile bağlayıcı malzemelerin ilave edilmesi şeklinde sınıflandırılmıştır. Toprağın fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirebilmek amacıyla ilave edilen alçı oranı ağırlıkça %10'dan itibaren etkisini gösterir. Alçı katılmış kerpiç malzeme, yığma yapıda duvar için yeterli niteliklere sahip olup kullanım yerinin gerekliliklerine bağlı olarak

malzemenin nitelikleri ayarlanabilmektedir. Alçı, kerpiç malzemede rötreyi önleyerek birim ağırlığı düşürmekte ve gözenekliliği arttırmakta; basınç dayanımı ve çekmede eğilme dayanımı artmaktadır. Alker bir duvar malzemesinde rötre, su emme, ısı geçiş katsayısı, ısı depolama ve yüzey darbesi hariç uzun süreli su etkisine karşı beklenen nitelikleri sağlamaktadır (Kafesçioğlu ve diğ. 1980).

Günümüzde kerpiç yapılar kullanılmakla birlikte kerpiç malzeme sanayi tarafından desteklenmediği için sunduğu bütün avantajlara rağmen yapı sektörünün dışında kalmıştır. Kerpiç mirasının ve enerji kaynaklarının korunması, sağlıklı ve sürdürülebilir mekanlar oluşturulması ile insan gücünün kullanılmasının sağlanması amacıyla kerpiç malzemenin alçı ile stabilizasyonu için çeşitli deneme çalışmaları yürütülmüştür (Işık 2000).

Üretiminden kullanım ve tüketim sürecine kadar en az enerji ihtiyacı ile çevreye uyumlu ekolojik bir doğal yapı malzemesi olan kerpicing yapılar da kullanılmasının yaygınlaştırılması sağlıklı bir çevrenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Acun ve Gürdal, 2003).

2.1.2. Alçı

Gypsum (Jips-Gypse- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); doğada kireçtaşı tabakları arasındaki geniş yataklarda, halit, kalsit ve anhidrit gibi çeşitli minerallerle ilişkili halde bulunmaktadır. Çoğu gypsum kaynağı bol miktarda kalsiyum sülfat içeren deniz suyunun buharlaşması sonucu oluşur (Ashurst ve Ashurst, 1990). Sülfat halindeki bir kalsiyum bileşimi olan alçıtaşı doğal bir mineraldir. Bu mineralin 2 mol su içeren bileşimi gypsum; su içermeyen bileşimi ise anhidrit (susuz kalsiyum sülfat- CaSO_4) olarak adlandırılmaktadır. Bu iki mineralin doğada ayrı ayrı bulunduğu yatakları mevcut olmasına rağmen genellikle ikisi birlikte bulunur (Artel, 1969, Avdan, 1997). Alçıtaşı doğada doğal anhidrit, bassarit, jips, albatr, ipek jipsi ve selenit olmak üzere altı şekilde bulunmaktadır. Ancak alçı üretimi için uygun olanı ve doğada en çok bulunanı gypsumdur (Avdan, 1997). Alçıtaşı, en eski dönemlerden beri bağlayıcı malzeme olarak kullanılan alçının hammaddesidir (Akman, 1990). Alçı üretimi doğal (alçıtaşının pişirilmesi ile) ve yapay (çeşitli kalsiyumlu bileşiklerin H_2SO_4 ile muamele edilmesi sonucunda) olmak üzere iki şekilde üretilmektedir (Gürdal, 1996).

Alçı pişirme koşullarına bağlı olarak alfa hemi-hidrat, beta hemi-hidrat ve susuz alçı (ölü alçı) olmak üzere üç şekilde elde edilmektedir (Avdan, 1997). Bileşiminde iki

mol kristal suyu bulunan gypsum monoklinik sistemde kristalleşirken; molekül suyu içermeyen anhidrit, gypsumun susuz şekli olup ortorombik sistemde kristalleşir.

Anhidritin açık havada ve nemli ortamda kullanılması uygun değildir. Aksi halde zamanla hidrasyona uğrayarak gypsoma ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dönüşür ve hacminde %50'ye varan genişleme sonucu etrafındaki malzemelerde büyük hasar oluşturur (Artel, 1969; Çayırılı, 1996; Erdoğan, 1996).

	CaO %	SO3 %	Molekül suyu %	Mohs sertliği	Yoğunluk g/cm ³
Gypsum/jips	32.5	46.6	20.9	2	2.2-2.4
Anhidrit	41.2	58.8	-	3-3.5	2.7-3.0

Şekil 2. 1. Saf haldeki gypsum ve anhidritin kimyasal içeriği ve fiziksel özellikleri

Doğada, çoğunlukla yukardaki tabloda görülen saflıkta ticari jips ve anhidrit bulmak mümkün değildir. Ticari jips %85-%95 oranında saflığa sahip olup safsızlık oranının büyük kısmını kireçtaşı, dolomit, kil mineralleri ve kırıntılı kayalar ile diğer evaporit minerallerin bir ya da birkaçından gelen safsızlıklar oluşturur (Çayırılı, 1996).

Alçının bağlayıcı malzeme olarak yapı harç ve sıvalarında ilk kullanım örneklerine MÖ 3000 yıllarında Mısır'da rastlanmıştır. Ortadoğu'da kullanımı yaygın olan alçı Mısır piramitlerinde duvar sıvası, harç ve derz harcı olarak kullanılmıştır (Güleç, 1992; Sharpe ve Cork, 2006; Uğur ve Güleç 2014). Alçının, Erken Yunanlılar Döneminde ustalar tarafından gypsum ve doğal anhidritin kalsinasyonu ile (yakılarak) üretildiği belirlenmiştir (Sharpe ve Cork, 2006). Mısır'da Sakkara ve Keops piramitlerinde derz dolgu malzemesi olarak kullanılmış olan alçı Çatalhöyük yapı duvarlarında duvar kaplaması ve süsleme ögesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde Neolitik ve Kalkolitik Dönemlerde yaşamış olan bazı toplumların alçı üretme tekniklerini ve kullanmayı bildikleri anlaşılmaktadır (Akman 2003).

1766 yılında Londra'da meydana gelen yangın sonrasında yapılan incelemelerde alçının ahşap yapıları koruduğu gözlenmiştir. Bu yangın sonrasında alçının kullanımı geniş kitlelerce benimsenmiş olup ardından Paris'te kullanımı zorunlu kılınmıştır. Burada kullanılan sıva alçısı, Plaster of Paris (Paris alçısı- $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) veya Stucco olarak adlandırılmıştır (İpekçi ve Aköz, 2010).

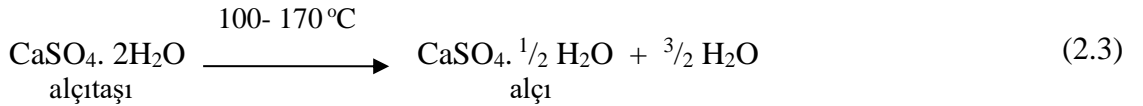
Bağlayıcı olarak kullanımı çok eskiden beri bilinen alçı günümüzde yapılarda farklı uygulamalarda ve içerisine lif ilave edilerek çeşitli yapı elemanlarının üretiminde,

dekoratif eşya yapımında, seramik endüstrisinde, vitrifiye ve mutfak malzemeleri gibi ürünlerin döküm tekniği ile şekillendirilmesinde kullanılan kalıpların hazırlanmasında kullanılmaktadır (İpekçi ve Aköz, 2010).

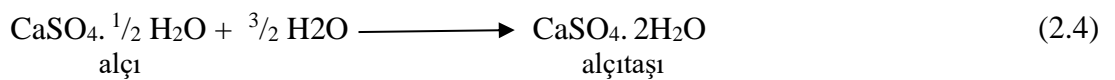
Suyun etkisi ile donup sertleştiği için hidrolitik bağlayıcılar sınıfına giren alçı, üç çeşit kalsiyum sülfatın yani yarı-hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) ile çözünen ve çözünmeyen CaSO_4 'ın değişik oranlarda karışımından oluşmaktadır (Artel, 1969).

En önemli özelliği hidrasyon olan alçı, alçıtaşı ya da gypsumun uygun sıcaklarda ısıtılarak kısmen ya da tamamen dehidrasyona uğratılması sonucu elde edilir (Artel, 1969; Güleç, 1992; Gürdal, 1996). Alçıtaşı (gypsum), kalsinasyon sürecinde pişme sıcaklığı ve süresine bağlı olarak çeşitli fazlar oluşturarak farklı molekül formlarına dönüştürülebilir (Güleç, 1992; Avdan, 1997). Bunlar, hemi-hidrat, hemi-hidrata dönüşebilen anhidrit III, hemi-hidrata dönüşümü güç ve oldukça stabil yapıya sahip olan anhidrit II ile pişirme sırasında pişmeden kalan jips dihidrat olarak sıralanabilir. Bu fazların oluşum oranları alçının kalitesi bakımında oldukça önemlidir (Avdan, 1997).

Alçıtaşı 100 °C civarında suyunu kaybetmeye başlar ve sıcaklık artışına bağlı olarak farklı dehidrasyon ürünleri ortaya çıkar (Gürdal, 1996). Alçıtaşının 120 °C'de ısıtılması ile kristal suyu kaybolur. 170 °C'den itibaren kısmi dehidrasyon olur ve alçıtaşı 1,5 mol su kaybederek yarı-hidrat (hemi-hydrate) hale geçer (Artel, 1969). Harç ve sıvalarda bağlayıcı olarak kullanılan ve Paris alçısı (Plaster of Paris) olarak bilinen alçı, yarı-hidrat alçıdır (Ashurst ve Ashurts, 1990; Sharpe ve Cork, 2006).



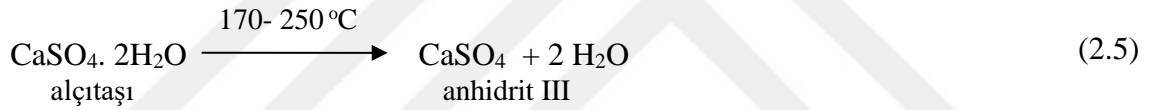
Bu durumda üretilen alçı, toz boyutunda öğütülerek suyla karıştırılıp kullanılır. Alçının en önemli özelliği olan hidrasyonu (kuruması) pişmenin aksi yönünde bir kimyasal reaksiyon ile kaybettiği suyu geri kazanıp kristalleşmesi sonucu gerçekleşir (Güleç, 1992; Borelli, 1999; Akbulut, 2006). Sıcaklık etkisi ile hidrasyon suyunu yitiren alçıtaşı, nemli ya da sulu ortamda kaybettiği oranda su ile reaksiyona girerek donar ve sertleşir (Artel, 1969).



Isıtılma ortamı ve sıcaklık, yarı-hidrat alçının tekrar sertleşmesinde etkili olan kristal yapısını etkiler. Hemi-hidrat alçının α ve β olmak üzere iki ayrı formu bulunmaktadır. α -hemi hidrat alçı, alçıtaşının yüksek basınç altında ve su buharlı ortamda kızdırılması ile elde edilir. Harç olarak hazırlandığında ise suyla olan reaksiyonu oldukça yavaştır. β -hemi hidrat alçı ise kuru atmosfer ve normal basınç altında kızdırılması ile elde edilmekte olup suyla olan reaksiyonu daha hızlıdır (Güleç, 1992, Avdan, 1997).

Alçının su ile olan reaksiyonu ekzotermik olup donma esnasında ısı vererek içerisindeki bir miktar suyun buharlaşmasına neden olurken aynı zamanda molekülüne su kattığı için de hacmi az miktarda genişler (Güleç, 1992).

Alçıtaşının 120-170 °C arasındaki sıcaklıklarda kızdırılmasıyla alçı mineralleri 1.5 mol su kaybederek hemi-hidrat hale gelirken, 170-250 °C arasındaki sıcaklıklarda kızdırıldığında ise tamamen dehidratasyona uğrayarak anhidrit III'e (çözünen anhidrit-susuz kalsiyum sülfat ya da anhidrit sülfat- (CaSO₄)) dönüşür. Anhidrit III'ün kristal yapısı, susuz boşluklu hegzagonal yapıdadır. Su ile olan reaksiyonu oldukça hızlı olan anhidrit III nemli ortamda dahi hemen donar (Güleç, 1992).



Kuru ve iklim koşullarında alçıtaşının anhidrit III'e dönüşümü kendiliğinden olur. Bu durum alçı bağlayıcılı harç ve sıvaların mekanik dayanımını azaltır (Güleç, 1992). Anhidrit alçı Mısır'da Amenhotep II tarafından günümüzden yaklaşık olarak 3400 yıl önce inşa ettirilen Karnak Tapınağı'nın yapımında kullanılan taşların yerleştirilmesi ile Girit'te bulunan Knossos Sarayı'nda kullanılmıştır (Güleç, 1992; Akman 2003). Çok az da olsa suda çözünebilir özellikte olan kalsiyum sülfattan dolayı alçının açık havada ve nemli bölgelerde kullanımı pek tercih edilmez. Asidik yapıdaki alçı korozyona yol açtığından yapılarda demirle birlikte kullanımı önerilmez (Artel, 1969; Ashurst ve Ashursts, 1990; Güleç, 1992; Borelli 1999).

Pişirme işlemi devam ettirildiğinde 250/330 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda anhidrit III'ün kristal yapısı değişikliğe uğrar ve suda çözünmeyen anhidrit II'ye dönüşür. Anhidrit II, hidratasyon özelliği olmadığından bağlayıcı olarak kullanılamaz (Artel, 1969; Güleç, 1992). Anhidrit II, doğal anhidrit ile özdeştir ve çeşitli katkı maddeleri ile prizlenebilir duruma gelir. Bu özelliğinden faydalanılarak çeşitli alçı türlerine ilave edilir. Anhidrit II'nin kızdırılmasının devam ettirilmesi durumunda 1180-1200°C'lerde anhidrit

I oluşumu meydana gelir (Gürdal, 1996). Gypsum 1100-1200 °C'de kızdırılırsa sülfat kısmen ayrılarak kükürt trioksit ve kalsiyum oksit dönuşür ve kütleinin içerisinde bir kısım serbest kireç dağılır (Artel, 1969). Çok yavaş hidrasyon yapma özelliği bulunan anhidrit I sertleştiginde çok sert ve aşınma dayanımı yüksek bir yüzey oluşturur (Gürdal, 1996). Geç donan ve donduktan sonra alçıdan daha sert ve dayanıklı olan, taban ya da döşeme alçısı olarak kullanılan bu malzeme özellikle Almanya'nın bazı bölgelerinde harç yapımında kullanılmıştır (Artel, 1969).

Nadiren saf halde bulunan alçının içeriğinde kil, kireçtaşı, demiroksit ve diğer safsızlıklar bulunabileceğini belirten Huntington alçıyı,

1. Paris alçısı (Plaster of Paris),
2. Çimento veya patent alçısı (Cement, hard-well, or patent plaster),
3. Bitim alçısı (Hard-finish plaster) ve
4. Özel alçılar (Special plasters) olmak üzere 4 sınıfa ayrıldığını belirtmiştir (Huntington, 1965).

Kullanım amacına bağla olarak alçının su ile olan reaksiyonunu hızlandırmak, yavaşlatmak ya da niteliğini ve taşıma kapasitesini arttırmak amacıyla çeşitli katkı maddeleri eklenebilir. Alçının donma reaksiyonunu hızlandırmak ve kolaylaştırmak amacıyla klorür ve sülfatlar, alüminyum sülfat sodyum sülfat, potasyum sülfat, çinko sülfat, şap gibi katkı maddeleri ya da %0.1 konsantrasyonda sülfirik asit gibi inorganik asitler eklenebildiği gibi yavaşlatmak amacıyla da şeker, nişasta, zank, jelatin, tutkal, kazein, kan, gliserin, alkol, asetik asit, sitrik asit gibi organik maddeler yanında boraks ve sodyum fosfat da (%0.5-1 oranında) eklenebilir (Eckel, 1922; Artel 1969; Ashurst ve Ashurts, 1990; Güleç, 1992; Kozlu, 2010). Ayrıca su miktarı ve sıcaklık donmayı etkileyen faktörlerdir. Su miktarı azaldıkça donma hızlanır, sıcaklık arttıkça donma gecikir (Artel, 1969). Kil veya söndürülmüş kireç çalışma niteliğini ve taşıma kapasitesini; sığır kılları ya da ağaç lifleri ise dayanımı arttırmak için ilave edilmektedir. Tutkal, talaş ya da kan gibi malzemeler ise donmayı geciktirici katkı maddeleridir (Huntington, 1965).

Alçının tutkal, şap ya da jelatinli suyla elde edilen karışımı ile stucco elde edilir. Stucco yüzeyinin düzeltilip cilalanması mermer görüntüsü sağlar. Stucco uygun şekilde renklendirilerek somaki taklitleri elde edilir. Alçının kağıt hamuru ile karıştırılıp kalıplanması ile elde edilen mulajlar dekoratif amaçla (carton-piere) olarak kullanılmaktadır. Asidik yapıda olan alçının yapılarda demir aksanlarla birlikte kullanımı korozif etkisinden tercih edilmez (Artel, 1969).

2.1.3. Kireç

Kireç ve kireç üretimi uygarlık tarihinde erken dönemlerden beri kullanılmaktadır (Debes, 1949; Cowper, 2015). İlk kavimler, kalkerli taşların ateşte değişime uğradığını ve su emerek macun haline geldiğini gözlemlemiş olmalıdır (Debes, 1949). Kirecin ilk kez elde edilmesinin, Paleolitik Dönemde yaşayan insanlar tarafından barındıkları kalkerli kayalardan oluşan mağaralardaki yaktıkları ateş sonucu olduğu tahmin edilmektedir (Akman, 2003). Ancak kalsiyum karbonatın (CaCO_3) kalsiyum oksite (CaO) dönüşmesi için gerekli olan sıcaklığa (900°C) ulaşamadıklarından düşük kalitede olan bu kireci kullanmaları mümkün değildi. Neolitik ve Kalkolitik Dönemde kirecin ancak badana niteliğinde kullanılabildiği belirtilmektedir. Günümüzden yaklaşık olarak 3300 yıl önce Tevrat'ın Tesniye bölümünde, emirlerin taşlar kireçle badana edildikten sonra yazılması istenmiştir. Aşıklı Höyük ve Babil yapılarının kerpiç duvarları kireç badanalıdır. Ancak kirecin sadece badana niteliğinde kullanılmadığı, beton niteliğinde sert ve kütleli ürün elde etmek amacıyla kullanıldığına dair arkeolojik veriler mevcuttur (Akman, 2003).

Kirecin kullanımını gösteren ilk kanıtlar yaklaşık MÖ 8000 yılı öncesine kadar dayanmaktadır. Çayönü'nde 7000- 14.000 yıl öncesine tarihlenen sit alanında yapılan arkeolojik kazılarda açığa çıkarılan terrazzo zeminin kireç harcı ile kaplandığı belirlenmiştir. Ortadoğu'da yaklaşık olarak 8000 yıl öncesine dayanan ve Yugoslavya Lepinski Vir'de MÖ 6000'e tarihlendirilen bir zeminde kirecin kullanıldığı saptanmıştır. Lepinski Vir'de bulunan zeminde kireç, kum, kil ve su karışımından hazırlanan harç kullanılmıştır (Oates, 2008).

Çayönü, Yiftah-El (İsrail), Eriha'da (Ürdün) yapılan arkeolojik kazılarda Neolitik Döneme tarihlendirilen Çok yüksek dayanımlı, parlak ve iyi sıkıştırılmış taban döşeme harçları üzerinde yürütülen mineralojik analizler sonucunda harçların yapımında kireç, puzzolanik toprak, pişmiş kil, kum ve çakıl kullanıldığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda Fenikelilerin kolonileri olan Girit, Rodos ve Kıbrıs adaları yanında Teselya'daki Miken uygarlığında da kullanılan harçların benzer nitelikte olduğu belirlenmiştir (Akman, 2003). Malinowski, 10000 yıllık olduğu tahmin edilen Yiftah-El'deki harçların muhtemelen en eski harçlar olduğunu belirtmiştir (Beningfield, 2003).

MÖ 3000 yıllarında, Tibet Shersi piramitlerinin yapımında kullanılmış olan kile kireç ilave edilerek daha dayanıklı olmaları sağlanmıştır. Mezopotamya Khafaje'de bulunan ve yaklaşık MÖ 2450 yılına tarihlenen kireç fırınının ortaya çıkarılmış olan en

eski kireç fırını olduğu düşünülmektedir (Oates, 2008). Kirecin yapılarda kullanımının en erken izlerine ise Erken Mısır dönemine ait sıva ve stuccolarda rastlanmaktadır. Prof. Sir Flinders Petrie tarafından Mısır piramitleri ve tapınakları içerisinde ortaya çıkarılan ve bazıları hala sağlam durumda olan sıva örnekleri MÖ 2000 civarına tarihlendirilmiştir (Cowper, 2015).

Etrüskler, Milattan 11 yüzyıl önce kagir yapılar hakkında öğrendikleri teknikleri İtalya'ya götürmüşlerdir. Etrüskler kireç harçlarını sistematik olarak kullanan ilk uygarlıktır (Debes, 1949).

Yaklaşık MÖ 1000'li yıllardan itibaren Yunan, Mısır, Roma, Maya, İnka, Çin ve Babür İmparatorluğu gibi birçok medeniyet tarafından söndürülmüş ve söndürülmemiş kirecin inşaatlarda yaygın biçimde kullanıldığını gösteren kanıtlar mevcuttur. Lejyonerlerin yaşadığı bir bölge olan Almanya Iversheim'de seri halde altı kireç fırını ortaya çıkarılmıştır. Bu fırınlar Romalıların askeri alanlarda kireç üretimi yaptıklarını göstermektedir. MÖ 184'de Cato, kirecin fırınlarda üretiminden söz etmiştir. Yaklaşık MS 17'de Pliny "Chapters on Chemical Subjects" adlı eserinde kireç üretimi yanında söndürme ve kullanımını da tanımlayıp kimyasal saflığın önemini vurgulayarak anlatmıştır (Oates, 2008).

Dünya uygarlık tarihinde çimento ve betonun, sistematik biçimde Romalılar ve kısmen de Yunanlılar tarafından keşfedildiği kabul edilmektedir. Ancak Yunanlılardan çok önceleri kaymak kirece puzzolanik özelliğe sahip öğütülmüş pişmiş toprak (tuğla) parçacıkları ilave edilerek harçların hidrolik özellik kazanması sağlanmıştır. Yunanlılar ise kireç ve Santorini toprağı Thera'yı karıştırarak kullanmışlardır (Akman,2003). Antik Thera kenti yanındaki Delos adasının tarihi yapılarında kullanılan puzzolanik harçların tarihlenmesi MÖ 2. yüzyıla kadar dayanmaktadır (Moropoulou ve diğ. 2005).

Romalılar iyi kalitede kireç elde temek istedikleri zaman en saf mermerleri kullanmışlardır (Debes, 1949). Vitruvius (MÖ 90-20) sıkı ve sert dokulu taşlardan yapılan kirecin taş yapılarda, gözenekli taşlardan yapılan kirecin ise sıvalarda kullanılmasının daha iyi sonuç vereceğini belirtmiştir (Dürüşken, 2017). Vitruvius yine puzzolan ve kireç karışımlarından hazırlanan harçların hidrolik özelliklerinden bahsederek bu nitelikteki harçlar için belirlediği karışım oranlarını sunmuştur. Burada, kireç harçlarında agrega olarak ocak kumu kullanılacaksa 1 ölçü söndürülmüş kirece 3 ölçü ocak kumu (1:3); eğer dere ya da deniz kumu kullanılacak ise 1 ölçü söndürülmüş kirece 2 ölçü kum (1:2) ilave edilmesinin uygun olacağını belirtmiştir. Ayrıca dere ya da deniz kumunun kullanılması

durumunda daha kaliteli bir harç üretebilmek için harçlara 1/3 oranında dövülüp elenmiş, tuğla kırığı ilave edilmesini bildirmiştir (Vitruvius, 2005; Dürüşken, 2017).

Tuğla tozu ve kırığı (küçük boyutlu) daha çok sıva yapımında ve zeminlerin üst katmanlarında kullanılmışken, iri tuğla kırıkları ise duvar, kemer ve temel gibi yüksek nem içeren ve su bulunduran yerler ile harçların performansını arttırmak amacıyla beton nitelikli yapı elemanlarında da kullanılmıştır. Vitruvius yine aynı eserinde, Puteoli (Baiae yakınları ve Vezüv yanardağı çevresi) volkan külü, kireç ve moloz taşlarla karıştırılarak hazırlanan kireç harçlarının çeşitli yapılara dayanıklılık kazandıracağını belirtmiştir. Volkan külü katılarak hazırlanan harcın deniz suyuna maruz kalacak iskele ayaklarında kullanıldığında da su altında prizlenme özelliği bulunduğunu bildirmiştir (Vitruvius, 2005; Moropoulou ve diğ. 2005; Dürüşken, 2017).

Kireci bağlayıcı olarak kullanan Romalılar, kirecin yakılması, harç, çimento ve beton kullanma teknolojilerini geliştirmişlerdir. Roma Döneminde imparatorluğun her tarafında, kireç bağlayıcı harç ve betona puzzolanik maddelerin katkı olarak eklenmesi yaygınlaşmıştı. Romalılar iki yüzü düzgün kesme taştan kapladıkları duvarların arasını betonla doldurmuşlardır (opus reticulatum, opus incertum vs). Kireç, puzzolan ve kumla hazırlanan karışımların su altında sertleştiği ve yüksek mukavemette olduğu Romalılar tarafından biliniyordu. Yağlı kireç elde etme sanatını iyi bilen Romalılar iyi kalitede kireçler etmek istekleri zaman saf mermerleri kullanmışlardır (Debes, 1949).

Betonun (opus caementitium) Romalılar tarafından geliştirilmiş olduğu kanısı yaygın olmakla birlikte Vitruvius kireç harç ve sıvalarının Yunan yapılarında kullanıldığını ve betonun Roma'dan önce bilindiğini vurgular. Rodos, Kamerios Sarnıcı (MÖ 500) üzerinde yapılan araştırmalarda sarnıç duvarlarında yalıtım amacıyla puzzolan ilaveli kireç harcı kullanıldığının saptanması Vitruvius'u doğrulamaktadır (Moropoulou ve diğ. 2005). Romalılar, kirece Vezüv Yanardağı yakınında yer alan Pozzuoli yöresi toprağını ekleyerek hazırladıkları harca hidrolik özellik kazandırmışlardır. Bu harç karışımında dolgu olarak kum ve çakıl kullanılmıştır. Hidrolik kireç ile kireç ve puzzolan karışımından hazırladıkları harçlarla (hidrolik harç) birçok yapı inşa edilmiştir. Appian yolunda da (MÖ 312) da bu nitelikte harç kullanılmıştır (Akman, 2003; Moropoulou ve diğ. 2005; Oates, 2008).

Bizans yapılarının taş ve tuğla örgülerinde kireç harcı kullanılmıştır. Romalılar kireç üretiminde kullandıkları kireçtaşları konusunda seçici davranmışlardır. Ancak Bizanslılar kireçtaşı seçiminde Romalılar kadar seçici davranmasalar da bazı bilimsel çalışmalar yapmışlardır. Bizans'ta kil oranı %8'den fazla olan kireçtaşlarından elde

edilen kireç, nemli ve sulu ortamlarda kullanılan harç yapımında kullanılmışken, kil oranı %20'den daha fazla olan kireçtaşları kireç yapımında kullanılamıyordu. Yapılan araştırmalarda Kievan Rus, Bizans yapı harçlarında kullanılan kireçlerin farklı kalitede olduğu ve rastgele kullanıldığı belirlenmiştir (Ousterhout, 1999).

Bizans harçları, agrega olarak kullanılan tuğla kırığı ve çakıl taşlarına bağlı olarak griden pembeye çeşitli renk farklılıklarına sahiptir. Tuğla tozu ve kırığı harca hidrolik özellik kazandırmasının yanında pembe renk vermek amacıyla da kullanılmıştır. Roma döneminden beri bilinen bu işlem Vitruvius tarafından da tavsiye olarak sunulmuştur. Bizans dönemi harçları üzerinde yürütülmüş deneysel çalışmalarda, bağlayıcı niteliğindeki kaymak kireç (hava kireci) ile tuğla tozu ya da kırığı arasında yavaş şekilde gelişen kimyasal reaksiyon (puzzolanik aktivite) sonucunda beton gibi yüksek dayanımlı bir malzeme olduğu saptanmıştır. Tuğla kırıkları harca kazandırdıkları dayanıklılık ve sağlamlığın yanında ayrıca özel bir yoğunluk da sağlar. Bizans döneminde bu puzzolanik aktivitenin tam olarak anlaşılıp anlaşılmadığı bilinmemekle birlikte tuğla parçacıklarının harçlarda yoğun şekilde kullanılmış olması, yapı ustaları tarafından bu malzemenin önemini bildiği anlaşılmaktadır. Erken Bizans'ın ilk harçları üzerinde yürütülmüş çalışmalarda, rötre sonucu oluşmuş deformasyonların başlarda yüksek seviyede olabildiği, ancak harcın yaklaşık 30 gün sonra nispeten daha dayanıklı hale geldiği görülmüştür (Ousterhout, 1999).

Ortaçağda, kireç üretim teknolojisi hakkında çok az bilgi olmasının yanında, eski kilise ve belediye kayıtları bize kirecin özellikleri ve yapılardaki kullanımı hakkında bilgiler sunmaktadır. 1400'lü yıllarda yapılarda kireç kullanımı tüm Avrupa'da yaygınlaşmıştı. Ivory Manastırı'na ait, Selanik'te bulunan bir çeşme onarımını ile onarım gerekçelerini anlatan bir belgede (1423) yedi kova sönmemiş kireç yanında üç kova ostraka (muhtemelen keramik ya da tuğla kırığı) talep edildiği yazılıdır (Oates, 1998; Ousterhout, 1999).

Andrea Palladio (1508- 1580), en iyi kireçlerin kavkıllardan ve kavkılı kireçtaşlarından elde edildiğini söylemektedir. Bernard Belidor (1698-1761), kirecin fazla miktarda su ile söndürüldükten sonra bu su ile eşit miktarda kirecin tekrar söndürülerek en iyi kireci elde edileceğini belirtmiştir. İlk kullanılan kireç ise özelliklerini yitirdiğinde dolayı atıl hale geldiğini ifade etmiştir (Debes, 1949).

Kimya ve fizik yanında diğer bilim dallarının da geliştiği, kireçle ilgili çalışmaların arttığı 1700'lerde Joseph Black tarafından, yüksek sıcaklıkta kireçtaşından nasıl CO₂ çıkışı gerçekleştiği açıklanmıştır. Bu araştırmalar Lavoisier tarafından

geliştirilmiş ve 1766 yılında De Ramecourt, kireçtaşlarının çıkarılması ve kalsinasyon (yakılma) prosesi ile ekonomik boyutunu anlatan “The Art of Lime” adlı detaylı bir açıklama yayınlamıştır (Oates, 1998).

18. yüzyılda bazı hidrolik kireçler ve harçlara hidrolik özellik kazandıracak bazı puzzolanik maddeler yanında koyu renkli bir taş cinsinin pişirilmesi ile edilen Metz kirecinin su altında prizlendiği biliniyordu. Bunların yanında, kireçtaşlarına demir cürufu tozu, kiremit kırıkları gibi yapay malzemeler ile birlikte yakılarak da hidrolik özellikli kireç elde ediliyordu. Ayrıca, Hollanda terrası (toprağı), Tournay sandresi, daimi çimento ya da su yolcu çimentosu adı altında puzzolan yerine kullanılabilen malzemeler bulunuyordu (Debes, 1949).

Vicat'ın 1813'de başlayan çalışmaları ilk olarak, harçların prizlenme mekanizmasını açıklamış ve hidrolik kireçler ile doğal çimentoların sistematik şekilde kullanılmasını öğretmiştir. 1817 ve 1818'de daha bütünsel bir eser yayınlamış ancak patentini almamıştır. 1842'de Aspdin, portland çimentosu adını verdiği bağlayıcı malzemenin fabrikasyonu için patent almış ancak bu bağlayıcı malzemenin prensipleri Vicat tarafından daha önce yayınlanmıştır. Vicat'ın çalışmaları 19 yüzyıl boyunca Le Châtelier, Candlot, Bied ve Lafuma tarafından devam ettirilmiştir (Debes, 1949).

Kireç, bağlayıcı malzeme olarak kullanımının dışında, çeşitli alanlarda farklı amaçlarla da kullanılmıştır. Romalılar tarafından kireç, kimyasal bir reaktif madde olarak da biliniyordu. MÖ 350'de Xenophon, kirecin keten ağartmak amacıyla kullanıldığını bildirir. Kireç, Akdeniz insanların neredeyse tamamı tarafından boya olarak kullanılmasının yanında ayrıca deri tabaklamada, organik bileşiklerle karıştırılarak macun ve tutkal üretimi gibi diğer birçok endüstriyel uygulamada da kullanılmıştır. Yapı malzemesi dışında kireç Asurlular tarafından cam üretiminde ve pişmiş toprak kapların sıralanması gibi benzer işlemlerde kullanılmıştır. MS 75'de Dioscorides (MS 40-90) kirecin tıp alanında kullanılmasından bahsetmiştir. Ortaçağda savaşlarda saldırı amacıyla kullanılan söndürülmemiş kirecin, 1217 yılındaki bir deniz savaşında İngilizler tarafından düşmanların yüzüne savrulmuş olarak kullanıldığına dair kayıtlar bulunmaktadır (Oates, 1998).

2.1.3.1. Kireç harçları

Erken dönemlerden beri harç ve sıvalarda bağlayıcı amaçla kullanılan kireç; ana maddesi büyük oranda ya da tamamen kalsiyum karbonat (CaCO_3) olan kalkerli taşların atmosferik koşullarda (1 atm. basınç altında) 900 °C civarında (en az 880 °C) kızdırılması

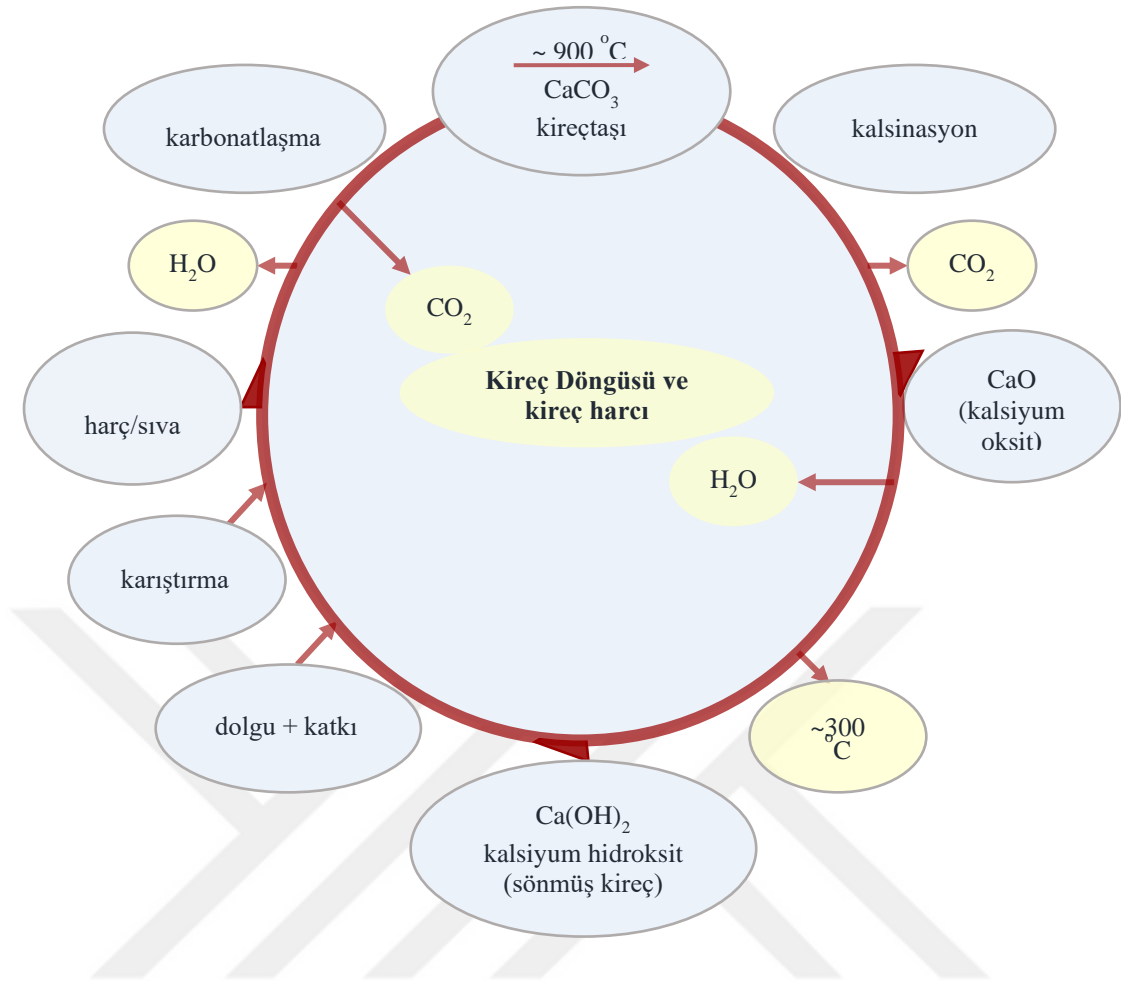
sonucu elde edilen kalsiyum oksidin (CaO-sönmemiş kireç), su ile reaksiyonu (söndürülmesi) sonucunda üretilen kalsiyum hidroksittir. Hammadde olarak kullanılan söndürülmüş kireç, içeriğindeki suyu verip havadaki karbondioksitle reaksiyona girerek katılaşma özelliği sergiler (Debes, 1949; Davey, 1961; Boynton, 1980; Ashurts ve Ashurts, 1990; Güleç, 1992; Swallow ve Carington, 1995; Ousterhout, 1999; Eriç, 2010).

Kireç elde etmek için yüksek oranda (%97-99) kalsiyum karbonat içeren taşların kullanılması yanında mermerler, killi kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşları da kullanılmaktadır. Mermerler iri kristalli oldukları için kalkerli taşlara oranla kireç haline gelmeleri daha güçtür ve kireç üretimine elverişli değildirler. Dolomitik nitelikli kireç, %5'ten daha fazla oranda magnezyum karbonat içeren kireçtaşlarından elde edilir. Bu taşların içeriğindeki magnezyum karbonat oranı %43'e kadar çıkabilmektedir. Kireçtaşlarının oluşum yerine, içeriğinde bulunan safsızlıkların miktarı ve cinsi ile kullanım yerine bağlı olarak yaklaşık 40 kadar türü bulunmaktadır (Boynton, 1980; Güleç, 1992; Oates, 1998).

Geleneksel harç ve sıva yapımında bağlayıcı amaçla kullanılmış olan kirecin işlevi günümüzde de sürdürülmektedir. Katkılı ya da katkısız bağlayıcı ve dolgu malzemelerinin karışımı olarak tanımlanan geleneksel harç ve sıvalar, bağlayıcı niteliğindeki kirecin içeriği ile ilave edilen katkı malzemelerine göre üç ana grupta sınıflandırılmıştır (Güleç, 1992; Uğur ve Güleç, 2014).

- Non-hidrolik kireç harcı (kaymak kireç ya da hava kireci),
- Hidrolik kireç harcı (su kireci),
- Puzzolan katkılı kireç harcı
 - ✓ Doğal katkılı puzzolanik harçlar,
 - ✓ Yapay katkılı puzzolanik harçlar.

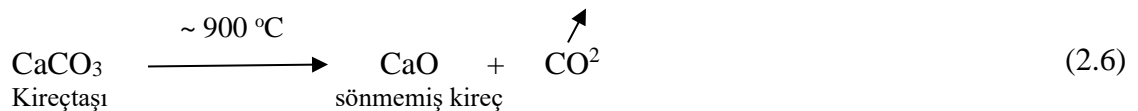
Kireç harcı genellikle non-hidrolik olarak değerlendirilir. Ancak puzzolanik katkı maddeleri eklenen ya da %10 oranından daha fazla kil veya diğer silikatlı malzeme içeren kireçtaşı, mermer ve deniz kabuklarından elde edilen kireçler hidrolik özellik gösterirler (Elert ve diğ., 2002).



Şekil 2. 2. Kireç döngüsü ve kireç harcı üretimi

2.1.3.1.1. Non-Hidrolik kireç harcı

Sönmemiş kireç olarak adlandırılan kalsiyum oksit, yaklaşık 900 °C’de kızdırılan kalsiyum karbonat minerallerinden oluşan, kil içeren veya içermeyen taşların molekül yapılarındaki karbonatın (CO_3^-) ayrışarak ve karbondioksitin gaz halinde uzaklaşması sonucunda elde edilmektedir (Güleç, 1992; Böke ve diğ., 2004).



Kızdırma sıcaklığı, karbondioksit gazının kısmi basıncına göre değişiklik gösterir. Kalsiyum karbonat, %100 karbondioksit ortamında ve 760 mm cıva basıncında ~900 °C’de (898 °C) ayrışır (Boynton, 1980; Çiçek, 1999; Böke ve diğ., 2004). Kalsiyum karbonat minerallerinden oluşan taşların kalsinasyon sürecindeki ayrışması, daima dış

yüzeiden iç kısımlara doğru gerçekleşir. Kızdırma işlemi sırasında, kireçtaşlarının dış kabuğu ile iç çekirdeği arasında 150-350 °C arasında bir sıcaklık farkı oluşabilir. Kalsine edilen taş parçacıklarının boyutu ile paralel olarak iç kısımlarda da ayrışmanın gerçekleşebilmesi için kızdırma sıcaklığı arttırılmalıdır (Çiçek,1999).

Kalkerin kirece dönüşme reaksiyonu ağırlık bakımından şu şekilde hesaplanır:

$$(40+12+16 \times 3) = (40+16) + (12 + 16 \times 2) \quad (2.7)$$

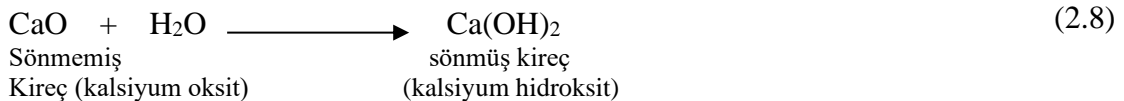
$\begin{array}{c} \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ \text{Ca} \quad \text{C} \quad \text{O} \end{array}$ (molekül ağırlıkları)

$$100 = 56 + 44$$

100 g saf kalsiyum karbonat veya kalker taşından 56 g kireç elde edilir. Bu oran kalkerli taşların içeriğindeki safsızlıklara bağlı olarak değişir (Debes, 1949).

Kireçtaşlarının gerekli sıcaklıklardan çok daha yüksek sıcaklıklarda kızdırılması halinde, söndürme işlemi sırasında kalsiyum oksidin (CaO) su ile olan reaksiyonu düzenli şekilde gerçekleşmez. Dolayısı ile kireç pastasının içerisinde suyla reaksiyona girmemiş olan kalsit kütleleri kalabilir. Kaliteli kireç üretebilmek için kireçtaşlarının kalsinasyonu ve sonrasında oluşan kalsiyum oksidin söndürülme işleminin dikkatli yürütülmesi gereklidir (Güleç, 1992).

Kalkerli taşlarının kızdırılması sonucu elde edilen kalsiyum oksit (CaO), ilave edilen su ya da havadaki nem ile reaksiyona girerek kalsiyum hidroksite (Ca(OH)₂) dönüşür. Sönmemiş kirecin sönmüş kirece dönüşebilmesi için havada bağıl nemin %15 oranında olması yeterli olmaktadır (Böke ve diğ., 2004; Boynton 1980).



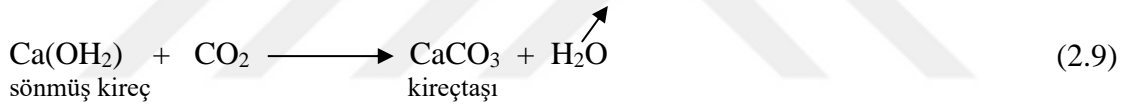
Ağırlık bakımından değerlendirildiğinde, 56 + 18= 74 şeklinde hesaplanır ki bu da emilen su miktarının sönmemiş kirecin 1/3'ü olduğunu gösterir (Debes, 1949).

Kalsiyum oksidin, kalsiyum hidroksite dönüşme reaksiyonu ekzotermik olduğundan işlem sırasında karışım sıcaklığı 300 °C'ye kadar yükselebilmekte ve açığa ısı çıkmaktadır. Söndürülme uygulamasında kullanılan suyun doğru miktarda olması durumunda toz halinde, fazla miktarda olması durumunda ise pasta halinde söndürülmüş kireç (kaymak kireç) elde edilir. Bu şekilde elde edilen ürün havadaki karbondioksitle

reaksiyona girerek sertleştiği hava kireci (non-hidrolik) ya da kaymak kireç (yağlı kireç) olarak adlandırılmaktadır. Pasta halinde söndürülen kireç, birkaç ay hatta birkaç sene bekletilirse plakalar halinde oluşan kalsiyum hidroksit kristalleri (portlandit), kirecin plastiklik özelliği ile işlenebilirliğini arttırmaktadır (Güleç, 1992). Bekletilme süreci içerisinde portlandit kristallerinin boyutları küçülmekte dolayısı ile kireç harç ve sıvalarının sertleşmesi sırasında bu kristallerin havadaki karbondioksit ile reaksiyona girecek olan yüzey alanı genişlemektedir. Sonuç olarak harç ve sıvaların karbonatlaşma süreci daha hızlı gelişmektedir (Rodriguez-Navarro ve diğ., 1998).

Söndürülmüş kirecin, uzun yıllar boyunca hava ile temas ettirilmeden bekletildikten sonra kullanılması gerektiği bilgisi Roma Döneminden beri bilinmektedir. Roma Döneminde, söndürülmüş kirecin en az üç yıl bekletilmesinin ardından kullanılması gerektiği kaynaklarda ifade edilmiştir (Böke ve diğ., 2004).

Söndürülmüş kirecin prizlenmesi, kirecin içerisinde bulunan su uzaklaşırken havadaki ya da ortamdaki karbondioksit ile reaksiyona girmesi sonucu kalsiyum karbonata dönüşmesi ile olur. Tekrar kireçtaşı oluşumu gerçekleşir. Kireç harç ve sıvalarının sertleşmesi, bu karbonatlaşma reaksiyonu sonucunda gerçekleşmektedir.



Kalsiyum hidroksitin karbonatlaşma süreci gaz-sıvı-katı reaksiyonu ile açıklanmaktadır (Böke ve diğ., 2004). Gaz halinde bulunan karbondioksitin kireç yüzeyinde ya da gözeneklerinde yoğunlaşmış olan su içerisinde çözünmesi ile karbonik asit (H_3O^+ (hidronyum) ve HCO_3^- (bikarbonat) iyonları) oluşur. Sönmüş kirecin (Ca(OH)_2) su içerisinde çözünmesi ile de Ca^{2+} (kalsiyum) iyonları oluşur. Kalsiyum ve bikarbonat iyonlarının birleşmesi sonucunda önce kalsiyum bikarbonat ($\text{Ca(HCO}_3)_2$), içerikten suyun uzaklaşması sonucunda da kalsiyum karbonat (CaCO_3) oluşumu gerçekleşir.

Kirecin karbonatlaşma sürecini etkileyen birçok faktör bulunmakla birlikte bunların en önemlileri söndürülmede kullanılan su miktarı, ortamdaki karbondioksit gazının konsantrasyonu ile kirecin gaz geçirgenliğidir. Karbondioksit gazının konsantrasyonunun yüksek olması karbonatlaşma miktarını artırırken, suyun olmaması ya da miktarının aşırı olması ise karbonatlaşma sürecini çok yavaşlatmaktadır. Ayrıca ortamın bağıl nem oranı da bu süreci etkileyen diğer bir önemli faktördür. Ortamdaki bağıl nem oranının artması (suyun buharlaşmasının azalması) ile birlikte karbonatlaşma da artmaktadır (Swenson ve Sereda, 1968; Böke ve diğ., 2004).

Kalsiyum hidroksitin karbonatlaşması, kirecin dış yüzeyinden iç kısmına doğru gerçekleşmekte ve zaman içerisinde bu karbonatlaşma devam etmektedir (Debes, 1949; Böke ve diğ., 2004). Dolayısı ile kireç bağlayıcı harç ve sıvaların kalınlıkları, kireç ve agrega oranları, agregaların dağılımı, karıştırma işlemi ve bunların sonucunda meydana gelen gözenekli yapı karbonatlaşmayı etkilemektedir (Böke ve diğ., 2004). Çok eski dönemlere ait yapıların kalın duvarlarının havayla temas etmeyen iç kısımlarında hala karbonatlaşmasını tamamlamamış ve plastikliğini koruyan harç kütleleri bulunmaktadır (Debes, 1949).

2.1.3.1.2. Hidrolik kireç harcı

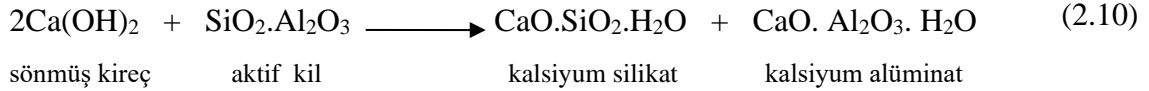
Hidrolik kireç (su kireci), bileşimindeki kil oranı %10'dan fazla olan killi kalkerlerin (marnlı kireçtaşları) sinterleşme sınırının altındaki sıcaklıklarda kızdırılması sonucu elde edilmektedir. Öğütülerek toz boyutlu hale getirilen hidrolik kireç, su ile muamele edilip karıştırıldıktan sonra ilerleyen süreçte, havada ya da su altında karbondioksit gibi herhangi bir ek maddeye gereksinim duymadan reaksiyona girerek prizlenme özelliğine sahiptir (Vicat 1837; Torraca, 1982; Ashurst ve Ashurst, 1990; Güleç 1992, Akbulut, 2006).

Hidrolik nitelikli harç ve sıvalar iki farklı şekilde elde edilmektedir;

- ✓ Bağlayıcı olarak doğal hidrolik kirecin kullanılması ile,
- ✓ Bağlayıcısı non-hidrolik kireç olan harca doğal ya da yapay nitelikteki katkı maddelerinin (puzzolanların) eklenmesi sonucunda elde edilmektedir (Vicat 1837; Böke ve diğ., 2004).

Bağlayıcı olarak hidrolik kireç kullanılarak üretilen harç ve sıvaların sertleşmesi, kirecin kalsiyum karbonata dönüşümü ve bileşimindeki kalsiyum alüminat silikatların su ile reaksiyonu sonucu kalsiyum silikat hidrat ve kalsiyum alüminat hidratları oluşturması ile gerçekleşir (Böke ve diğ., 2004). Kimyasal reaksiyon sonucunda oluşan kalsiyum silikat hidrat ve kalsiyum alüminat hidratlardan dolayı hidrolik harçların mukavemeti, non-hidrolik harçlardan daha fazladır (Tunçoku, 2001; Böke ve diğ. 2004).

Hidrolik kireç ve harçların tarihsel süreç içerisindeki gelişimleri değerlendirildiğinde, MÖ 4. yüzyılda içeriğinde aktif silikat ve alüminat bulunan bazı volkanik kökenli malzemelerin (puzzolan, tuf, tras vb) kireçle hazırlanan karışımlarının havaya ve suya gereksinim olmadan sertleştiği görülmüştür.



Kil ve silika içeren kireçtaşlarının kalsinasyonu esnasında, 400-600 °C’ler arasında ayrışan kiler 950-1250 °C’de, kızdırma esnasında oluşan ya da ilave edilen kireçle birleşerek kalsiyumlu silikat ve alüminatları, özellikle de trikalsiyum silikat ve dikalsiyum alüminatları oluştururlar (Ashurts, 1997). Havaya ve su kaybına gereksinim duymadığı ve su ile olan reaksiyonu sonucunda prizlendiği (sertleştiği) için hidrolik kireç olarak adlandırılan bu malzemelerin bağlayıcı olarak kullanıldığı harç ve sıvalar, su içerisinde katılaşmalarının yanında suya ve özellikle de deniz suyuna karşı dirençlidir. Bu özelliklerinden dolayı Klasik Çağda nemli bölgeler ve deniz kıyısında kurulmuş olan kentlerin yapılarında “Roman harcı” adı altında yaygın şekilde kullanıldığı belirlenmiştir (Güleç, 1992).

Ortaçağ, bağlayıcı malzemelerin üretim teknolojilerinin geliştirilmesi bakımından karanlık bir dönemdir. Bağlayıcı malzemelerin üretim teknolojisi konusunda yapılmış çalışmaların 18. yüzyılda arttığı görülmektedir. Bu yüzyıl sonu ile 19. yüzyıl başlarında bağlayıcı malzemelerin özelliklerinin geliştirilmesi konusunda büyük gelişmeler yaşanmıştır. 1756’da kireç ve puzzolanik maddeler kullanarak deneysel çalışmalar yapan J. Smeaton, içeriğinde kil bulunan kireçlerin suda katılaştığını ve bu kütlelerin suya dayanıklı olduğunu fark etmiştir. Smeaton, kalker ile kili birlikte kalsine etmiş ve ortaya çıkan ürünün (su kireci) hidrolik özellikte olduğunu saptamıştır. Elde ettiği bu ürün için “en iyi Portland taşına denk” ifadesini kullanmıştır. J. Parker, 1796’da killi kireçtaşını kalsine ederek ürettiği ve çok başarılı sonuçlar elde ettiği bağlayıcı malzemeyi, Romalılar tarafından kullanılmış olan hidrolik kirece izafeten “Romen Cement” (Roma Çimentosu) olarak adlandırmıştır. Parker’ın yaptığı çalışmalar sonucunda çimento üretimi konusunda ilk adımlar atılmıştır. Ancak, hidrolik özellik taşıyan bu bağlayıcı malzemenin Roma Döneminde kullanılmış olan çimento ile bir ilgisi yoktur. 1824 yılında Aspdin, kil ve kalkerini karıştırıp kireçten daha yüksek sıcaklıklarda kızdırarak portland çimentosu adı verilen bugünkü çimentoyu üretmiştir (Postacıoğlu, 1986; Koçu, 1997; Akman, 2003; Eriç 2010).

Bağlayıcı malzemeler konusunda çalışmalar yapan L.J. Vicat, araştırmalarını özellikle harçların hidrolik özelliği üzerine detaylandırmıştır. Vicat, çalışmaların sonuçlarına bağlı olarak hidrolik kireci, kireçtaşlarının içeriğindeki kil oranına göre sınıflandırmıştır (Vicat, 1837; Borelli, 1999).

Hidrolik Kireç	Kireçtaşlarının İçeriğindeki Kil Oranı
Zayıf hidrolik kireç (NHL (Natural Hydraulic Lime) 2,5)	< % 12
Normal hidrolik kireç (NHL 3,5)	% 12 - % 18
Güçlü hidrolik kireç (NHL 5)	% 18 - % 25

Şekil 2. 3. Doğal hidrolik kirecin, kireçtaşlarının içerdiği kil oranına göre sınıflandırılması

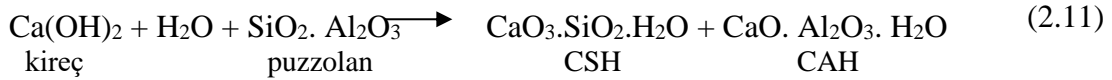
2.1.3.1.3. Puzzolan katkılı kireç harçları

Yüksek saflıktaki kireçtaşlarının yakılmasıyla elde edilen non-hidrolik kireçle hazırlanan harçlara hidrolik özellik kazandırmak amacıyla eski dönemlerden beri doğal ya da yapay kökenli çeşitli puzzolanik katkı maddeleri eklenmiştir.

2.1.3.1.3.1. Puzzolan

Suyla karıştırıldıklarında çamur haline gelen, kuruduktan sonra tekrar eski hallerini alan doğal veya yapay malzemeler olan puzzolanların tek başlarına bağlayıcılık özelliği yoktur. Ancak, toz boyutunda öğütülen puzzolanlar, sulu ortamda kireç ya da çimento gibi bağlayıcılarla karıştırıldığında, bu bağlayıcı malzemelerin içerisindeki kalsiyum hidroksitle $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reaksiyona girme sonucu çimento bileşikleri oluşturarak bağlayıcı özellik kazanırlar (Eckel, 1922; Artel, 1969, Postacıoğlu, 1986; Akman, 1990; Ashurst ve Ashurst, 1990; Koçu, 1997). Puzzolanik malzemeler, içerdikleri yüksek orandaki aktif SiO_2 ve Al_2O_3 bileşenlerinden dolayı nemli ortamda kolaylıkla $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile tepkimeye girerler. Kireçle karıştırıldıkları zaman bağlayıcılık kazanarak suda çözünmeyen kararlı bileşikler olan kalsiyum silikat hidrat - CSH ve kalsiyum alümina hidrat - CAH oluştururlar (Koçu, 1997; Borelli, 1999).

Başlıca bileşenleri, belli miktarda aktif SiO_2 (silisyum dioksit) ve Al_2O_3 (alüminyum oksit) olan puzzolanların içeriğinde çok daha az miktarda Fe_2O_3 (demir oksit), MgO (magnezyum oksit) ve diğer oksitler bulunur. Ancak puzzolanların esas maddesi, %40 ile %90 oranları arasında olan silistir (Massazza, 1989; Koçu 1997; Borelli, 1999).



Puzzolanik malzemeler, doğal halde (puzzolan, tuf, beyaz İtalyan toprağı, Santorin toprağı, Ren trası, silisli topraklar, killi-aktif maddeler, doğal ortamda pişmiş killer bulunabildiğı gibi yapay (pişirilmiş killer, silis dumanı, uçucu kül, yüksek fırın cürufu, pirinç kabuğı) olarak da üretilebilir (Koçu, 1997; Kozlu, 2010). Volkan küllerinin bulunduğu bölgelerde bulunan doğal puzzolanlar az ya da çok fazla değışikliklere uğramış, volkanik kökenli tortul kayaçlardan oluşur, ancak farklı kaynaklı tortul kökenli maddeler de içerebilirler (Koçu, 1997).

Dünyada bilinen belli başlı puzzolanların analitik bileşimi aşağıdaki tabloda görülmektedir. Doğal puzzolanlar tabloda görülen bileşenlerden başka çeşitli oranlarda TiO_2 , MgO , Na_2O , K_2O ve SO_3 içerirler (Artel, 1969).

Doğal Puzzolanlar	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3
İtalya Puzzolanları				
- Roma	46,5	18,7	9,6	10,89
- Napoli	56,7	16,9	3,6	6,34
Santorin toprağı	66,2	15,4	4,14	3,85
Kırım tufu	70,1	10,7	2,48	0,95
Rhen trası	54,8	17,2	2,25	4,40
California tufu	69,5	11,4	1,80	2,52

Şekil 2. 4. Bazı doğal puzzolanların analitik bileşimi

Yapay puzzolanlar bazı kil, şist ve silisyum oksitli bazı doğal maddelerin belli sıcaklıklarda pişirilip öğütülmesi ile ya da bazı sanayi atıklarından elde edilirler. Pişmiş kilin kireç harçlarında puzzolan olarak kullanılması hem doğu hem de batıda çok eski zamanlardan beri biliniyordu (Artel, 1969).

Endüstriyel üretim artığı olan yapay puzzolanik maddeler, doğal puzzolanlarda bulunan oksit bileşenleri içerir ancak bu maddelerin aktifliği içeriklerindeki silis oranına bağlıdır (Koçu, 1997).

Puzzolanik malzemelerin aktiviteleri, her bir partikülün yüzeyinde açığa çıkan hidroksil gruplarının sayısı ile düzenlenme şekillerine bağlıdır (Kozlu, 2010). Doğal puzzolanik maddelerin aktiflik özelliğı, partikül boyutlarının küçüklüğü (inceliğı) ile doğru orantılı şekilde artar. Puzzolanın inceliğı, $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ ile $7200 \text{ cm}^2/\text{g}$ boyutları arasında uygun görülmektedir (Koçu, 1997).

TS 25 (2008), puzzolanların özgül yüzeyinin en az 4000 cm²/g (max. 100µ) olması gerektiğini; İBB'ye bağlı KUDEB tarafından yapılmış çalışmalara göre ise 67,5'µ elek altı olacak şekilde öğütülmesi gerektiği belirtilmiştir (KUDEB, 2013).

Puzzolanik katkı maddeleri kullanılarak hidrolik özellik kazandırılmış kireç harçları; doğal katkılı puzzolanik harçlar ve yapay katkılı puzzolanik harçlar olarak tanımlanmaktadır (Uğur ve güleç, 2014).

2.1.3.1.3.2. Puzzolan + kireç

İnce taneli bazı silisli malzemelerin kireçle karıştırılması ile hidrolik özelliklere sahip olan çimentoların üretimi uzun zaman önce keşfedilmiştir. Doğal çimentoların geliştirilmesinden önce kullanılan tek hidrolik özellikteki çimento puzzolan ve non-hidrolik kireç karışımından ibaretti (Davis, 1950). Kaymak kireçle (non-hidrolik kireç) karıştırıldıklarında harç ve sıvalara hidrolik özellik kazandıran doğal ya da yapay kaynaklı puzzolanların kullanımı çok eski dönemlerden bu yana mevcuttur. Bu tür harçların, su içerisinde ya da nemli bölgelerde suya dayanıklı yapıların inşasında kullanıldığı antik kaynaklardan ve çeşitli araştırmalardan bilinmektedir (Akman, 2003).

Çayönü, Yifta-El (İsrail) ve Eriha (Ürdün) Neolitik Dönem yerleşmelerinde yapılan kazılarda harç kullanılarak yapılmış parlak, iyi sıkıştırılmış ve çok yüksek dayanımlı taban döşemeler (terrazzo zeminler) bulunmuştur. Yapılan incelemelerde bu harç karışımlarının içeriğinde kireç, puzzolanik toprak, pişmiş kil ile kum ve çakıl tespit edilmiştir. Yunanlılar Santorin toprağını, Romalılar Pozzuoli toprağını kaymak kirece ilave ederek puzzolanik katkılı kireç harcı üretilip kullanmışlardır. Çimento ve betonun Romalılar ve kısmen de Yunanlılar tarafından keşfedildiği kabul görse de bu uygarlıklardan çok daha önceleri kirece öğütülmüş pişmiş toprak malzemelerin eklenmesi ile hidrolik özelliğe sahip bağlayıcılar üretildiği belirlenmiştir (Akman, 2003). Davis, hidrolik özelliklere sahip olan çimentoların kullanımının kesinlikle eski Roma dönemine dayandığını belirtmiştir. Bu harçlar, su kemerleri, kemer köprüleri, istinat duvarları ve binaların yapımında kullanılıyordu (Davis, 1950).

Prizlenmesi için havayla sürekli temas halinde olması ve suya karşı dayanımının düşük olması gibi sebeplerden dolayı kaymak kireç bağlayıcı harçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin güçlendirilmek amacıyla bu harçlara çeşitli puzzolanik katkı maddeleri eklenmiştir. Bu şekilde hidrolik özellik kazandırılmış puzzolanik katkılı harçlar havaya gereksinim olmadan prizlendiklerinden, suya ve özellikle de deniz suyuna

dirençli oldukları için nemli bölgelerde ve suya maruz kalan yapıların inşasında kullanılmıştır. Roma betonu su altında kalan yapıların inşa edilmesinde çok büyük kolaylıklar sağlarken aynı zamanda yapımına olanak tanıdığı kalın taş/ tuğla duvarların sağlam ve suya dayanıklı olmasını sağlamıştır (Davey,1961, Kozlu, 2010). Volkanik küller, kireç ve moloz taşlar kullanılarak hazırlanan harçlar yapıları dayanıklı kılmakla birlikte denizde kurulacak iskelelerin de sağlam şekilde oturmasını sağlar. Betonun Roma'dan önce bilindiğini aktaran Vitruvius'a göre Romalıların pişmiş killerin ya da öğütülmüş tuğla ve keramik tozlarının, eklendikleri kireç harçlarına hidrolik özellikleri kazandıracak puzzolanik nitelikte malzemeler olduğunu bildiklerini belirtmiştir (Vitruvius, 2005; Dürüşken, 2017).

Kaymak kireç ve puzzolan karışımından hazırlanan hidrolik özellikteki harçların non-hidrolik kireç harçlarına olan üstünlüğünü fark eden Romalılar bu harcın kullanımını yaygınlaştırmışlardır. Opus- caementicum ya da opus cementitious (Roma çimentosu) olarak adlandırılmış olan bu harç, Ortadoğu ve Avrupa'da yaygın olarak kullanılmıştır. Günümüz beton üretim teknolojisinin ilk örnekleri (prototipi) olarak görülen bu harçlar birçok yönüyle, özellikle yapay çimentoların üretimi için yapılan çok sayıdaki bilimsel araştırmanın konusu olmuştur (Moropoulou ve diğ., 2005; Baturayoğlu-Yöney, 2008). Çok ince partiküllü volkanik kül, kireç ve su karışımından hazırlanan harçların hava koşullarına dirençli sert bir kütle oluşturduğunu farkedene Yunanlılar ve Romalılar ilk kalsiyum silikat çimentolarını üretmişlerdir. Sertleşmeyi sağlayan ve puzzolanik aktivite olarak bilinen bu reaksiyon, modern betonda uçucu kül, mikrosilika ve metakaolin gibi malzemelerle dayanım ve beton performansına yapılan katkının temelini oluşturmaktadır (Moir, 2003).

Malzemelerin Puzzolanik aktivitesi silis yapısı ile miktarına bağlıdır. Puzzolandaki amorf silis miktarı ne kadar fazla ise aktivite de o kadar artmaktadır. Silis miktarı fazla olan puzzolanlar kolay öğütüldüklerinden daha ince partiküller elde edilir. Bu tür puzzolanların özgül yüzeyleri genişlediğinden harçlarda kullanıldıklarında daha fazla harç karma suyuna ihtiyaç duyarlar. Puzzolanların özgül yüzeyi arttıkça partiküllere bağlanan CaO miktarı artar ve çözelti içerisindeki CaO miktarı azalır (Kılınçkale,1996). Puzzolanik tepkimeler, puzzolan partiküllerinin yüzeyel çözümleri sonucunda çözünen kısmın kalsiyum hidroksitle reaksiyona girmesi sonucu yüzeylerinde oluşan CSH (kalsiyum silikat hidrat) ile bağlanmasından ibarettir (Koçu, 1997). Puzzolanik aktivite, puzzolanın içerisindeki amorf silisin portlandit (Ca(OH)_2) ile tepkimeye

girebilme yeteneğidir. Bu reaksiyon sonucunda portlandit miktarı azalır, CSH miktarı artar (Kılınçkale,1996).

Kaymak kirecin tuğla, kiremit ve benzeri nitelikteki malzemeler ile karışımından hazırlanan hidrolik özelliğe sahip harçlar ülkemizde Horasan harç ve sıvaları olarak tanımlanmıştır. Aynı karışımları içeren harçlar, Roma'da Cocciopesto, Hindistan'da Surkhi, Arap ülkelerinde ise Homra adı altında kullanılmıştır. Osmanlıların yaygın biçimde kullandıkları ve 'horasani harç' olarak tanımladıkları benzer özellikteki harçlar, kaymak kireç bağlayıcı ile tuğla-kiremit kırığı ve çeşitli nitelikteki dolgu ve katkı maddelerinin karışımından hazırlanmıştır (Artel, 1969; Güleç, 1992; Böke ve diğ., 2004). Horasan harçları sahip oldukları hidrolik özelliklerden dolayı ıslak alanlarda kullanılabilir en uygun harçlardır (Böke ve diğ., 2004).

Pişmiş toprak malzemelerin (keramik, tuğla, kiremit vb) hammaddesi olan killen, 600-900 °C'ler arasında kızdırıldığında (kalsinasyon) sıcaklık dereceleri ile mineralojik yapılarına bağlı olarak farklı oranlarda puzzolanik aktiviteye sahip olurlar. Killen puzzolanik özelliklerini, pişmeden kaynaklı mineral yapılarındaki ayrışma sonucu oluşan amorf alüminatlar ve silikatlar sonucu elde ederler. Ancak, kızdırma sıcaklıkları 900 °C'nin üzerine çıkarıldığı takdirde, mullit ve kristobalit gibi kararlı minerallerin oluşması ile killen puzzolanik özelliği kaybolmaktadır. Kaolinin kızdırılma sonucu kazanmış olduğu puzzolanik aktivitesi, montmorillonit ve illit minerallerini içeren killerden daha yüksektir. Mineralojik yapılarından dolayı farklı puzzolanik özellik sergileyen feldspatların non-hidrolik kireçle olan reaksiyonu sonucu tetrakalsiyum alümina hidratlar oluşur (Böke ve diğ, 2004).

Puzzolanik aktiviteyi belirleyebilmek için çeşitli kimyasal ve mekanik deneysel yöntemler bulunmaktadır. Kimyasal yöntemlerle malzemelerin içeriğindeki SiO₂ ve CaOH₂ miktarı kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmektedir. Mekanik testlerle de kireç veya çimento bağlayıcı ile puzzolanların karışımından üretilmiş harçların eğilme ve basınç dayanımları tespit edilerek kullanılan puzzolanların aktif silis içerip içermedikleri belirlenir. Ayrıca, spektrofotometrik, kondüktometrik ve elektriksel direnç ölçme yöntemleri ile de puzzolanik aktivite belirlenebilmektedir (Kılınçkale,1996).

2.1.4. Çimentolar

İlk kalsiyum silikat çimentoları, ince volkan külü, kireç ve su karışımından hazırladıkları harçların hava koşullarına dirençli sert bir kütle oluşturduğunu gözlemleyen

Yunanlılar ve Romalılar tarafından üretilmiştir. Harçlara hidrolik özellik kazandıran ve puzzolanik aktivite olarak bilinen bu reaksiyon puzzolanik malzemelerle dayanım ve beton performansına yapılan katkının temelidir (Moir, 2003).

Ortaçağ, harç ve sıvalarda kullanılan bağlayıcı malzemeler açısından karanlık bir dönem olmuştur. 18. yüzyılda bağlayıcıların üretim teknolojilerinde artmaya başlayan gelişmelere bağlı olarak 19. yüzyıl başlarında bu malzemelerin özelliklerinin geliştirilmesinde büyük adımlar atılmıştır. 1756'da John Smeaton, farklı kireç ve puzzolanlar kullanarak yaptığı kapsamlı deneysel çalışmalar yapmıştır. Smeaton, kalker ile kili birlikte kalsine ederek elde ettiği ürünün hidrolik özellikte olduğunu belirlemiştir. yüksek miktarda kil içeren kireçtaşlarından üretilen kireçle hazırlanan karışımın suda sertleştiğini ve bu kütlelerin suya en dayanıklı harçlar olduğunu saptadı. Elde ettiği bu ürün (su kireci) için 'en iyi Portland taşına' ifadesini kullanmıştır. Smeaton, hidrolik kireç bağlayıcı ve İtalya menşeli bir puzzolan karışımından bir harç hazırlamıştır. Kaba agrega (çakıl taşları) ve tuğla tozunu bu harç karışımına ekleyerek modern beton oranlarına çok yakın bir beton elde etmiştir. Bu malzemeyi kullanarak inşa ettiği Eddystone deniz feneri modern bir yapı ile değiştirilinceye kadar 126 yıl varlığını sürdürmüştür. Smeaton'un yaptığı çalışmalara bağlı olarak hidrolik çimento gelişimi hızlanmıştır. 1796'da J. Parker, çimento üretimi konusunda ilk adımları atmıştır. Killi kireçtaşının kalsinasyonu sonucunda elde ettiği bağlayıcı malzemenin dayanıklı kütleler oluşturma konusunda çok başarılı sonuçlar verdiğini görmüştür. Parker, bu bağlayıcıyı, Romalıların kullandığı hidrolik kirece izafeten "Romen Cement" (Roma Çimentosu) olarak adlandırmıştır (Postacıoğlu, 1986; Koçu, 1997; Akman, 2003; Eriç 2010; Zongjin, 2011).

18. yüzyılda bazı hidrolik kireç türleri ve bazı puzzolanik maddeler biliniyordu. Koyu renkli bir taş türünü pişirerek elde ettikleri Metz kirecinin su altında prizlendiği ve sertleştiği biliniyordu. Bu dönemde ticari olarak Hollanda (terrası), Tournay sandresi daimi çimento ya da su yolcu çimentosu adı altında puzzolan yerine kullanılabilen malzemelerdir (Debes, 1949).

19. yüzyılda bağlayıcı malzeme olarak genellikle Portland çimentosunun öncüsü olan doğal hidrolik kireçler kullanılmıştır (Akman, 2003). Vicat, kireçtaşı ve kilin sentetik karışımlarını kızdırarak yapay hidrolik kireç üretmiştir (Zongjin, 2011). 1813'te başladığı çalışmalarında harçların karbonatlaşma mekanizmasını açıklamış ve hidrolik kireçler ile doğal çimentoların sistematik olarak kullanılmasını öğretmiştir. Vicat yaptığı çalışmaları 1817 ve 1818'de yayımlamış ancak patent almamıştır (Debes, 1949).

1824'de Aspdin, kalker ve kil karışımını, kireç üretmedeki sıcaklıktan daha yüksek sıcaklıklarda kızdırarak bugünkü çimentoyu üretmiştir. Aspdin, hidratasyon sonrasında Portland'daki bir kireçtaşı ile aynı rengi aldığından 'Portland çimentosu' olarak adlandırdığı bu bağlayıcı malzemenin fabrikasyonu için patent almıştır. Aspdin tarafından icat edildiği kabul edilen çimentonun prensipleri daha önce Vicat tarafından açıklanmıştır (Debes, 1949; Postacıoğlu, 1986; Akman, 2003; Zongjin, 2011). 1835'de Isaac Charles Johnson pişirme sıcaklığını yükselterek ve öğütmeyi önemli kılarak Portland çimentosunun mucidi olmuştur. 1850 yıllarından itibaren ise modern çimento üretim teknolojisine yakın yöntemler kullanılmaya başlanmıştır (Akman, 1990).

Açık ortamda ve su içerisinde prizlenme özelliği olan Portland çimentosu, gri veya beyaz renkte, inorganik esaslı bir bağlayıcıdır (Eriç, 2010). Temelde bir kalsiyum silikat çimentosu olan portland çimentosu, oldukça homojenize edilen ince öğütülmüş kireçtaşı veya kalkerler ve uygun miktardaki kil veya şeyl karışımının yaklaşık 1500 °C'de yakılmasıyla üretilir (Moir, 2003). Bazı kaynaklarda kızdırma sıcaklığı 1250 °C ile 1450 °C arasında gösterilmiştir. Isıtılan kalker ve kil karışımının içerisine erimeyi kolaylaştırmak için demir oksit bileşikleri ilave edilir. Kızdırma sonrasında bu karışımın aniden soğutulması sonucu klinker adı verilen ceviz boyutunda camsı granüller oluşur. Bu granüllerin çimentoya dönüşmesi, bağlayıcılık kazanabilmesi için %3 oranında alçıtaşı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) eklenerek çok ince şekilde öğütülmelidir. Alçı, sertleşme sırasında çimentonun prizlenme süresini geciktirmek ve ayarlamak amacıyla kullanılmaktadır. Klinker adı verilen granüller;

$\text{C}_2\text{S} = 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$: dikalsiyum silikat ya da orto silikat (belit),

$\text{C}_3\text{S} = 3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$: trikalsiyum silikat (alit),

$\text{C}_3\text{A} = 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$: trikalsiyum alüminat (celit) ile

$\text{C}_4\text{AF} = 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (ferrit) bileşenlerinden meydana gelmiş karma oksitlerdir.

Bu oksitler su ile karıştırıldığında hızlı biçimde hidrate olmaya ve kristal yapıya dönüşüme hazır hale gelirler. Karma oksitlerin su ile olan reaksiyonu ekzotermiktir ve reaksiyon sonucunda meydana gelen hidrate ürünler ile hidratasyon hızları her bir karma oksitte farklıdır (Artel, 1969; Eriç, 2010; Akman, 1990).

Farklı hammadde ve katkı malzemelerinin kullanımı ile üretilen Portland çimentosu, beyaz Portland çimentosu, duvarcı çimentosu, sülfata dayanıklı çimento (indirgenmiş trikalsiyum alüminatlı çimento) gibi değişik isimlerle sunulmaktadır. Beyaz Portland çimento üretiminde kızdırmada kullanılan fırınlarda kömür yerine fuel oil kullanılmaktadır. Kömürün kül oranı ve külün içerisindeki demir oksit oranı renk

değişikliğine yol açacak fazlalıkta olduğu için beyaz çimento üretiminde kullanılmamaktadır. Duvarcı çimentosu, kullanıldığı yerdeki gözenekli taşlara etki etmeyen dolgu ve plastikleştirici maddeler katılarak kullanılmaktadır. Plastiklik ve su tutma özelliği daha fazladır. Sülfata dayanıklı çimento ise kireçtaşının boksitle kalsinasyonu sonucu üretilmektedir. Çevreden kaynaklanan sülfat korozyonuna dirençli olduğu için endüstri yapılarında kullanılmaktadır (Güleç,1992).

2.1. Dolgu Maddeleri

Dolgu maddeleri, harç ve sıva yapımında bağlayıcı malzemeye ilave edilen çeşitli nitelikte ve boyuttaki agrega ve çakıllardır. İçeriklerinde silikat ve karbonatın temel bileşenleri bulunan dolgu nitelikli bu malzemeler, doğal (kum ve taş kırığı vb) ve yapay (tuğla ve keramik kırığı, gibi) kaynaklardan temin edilmektedir (Güleç, 1992; Borelli, 1999).

Kum, taş kırığı, puzzolana, tras, tuğla/keramik kırığı ve tozu, agrega olarak harç ve sıva malzemelerinde kullanılan genel dolgu maddeleridir. Dolgu amaçlı kullanılan bu malzemelerin bir kısmı bağlayıcılarla hiç tepkimeye girmezken diğer bir kısmı (puzzolanik özellik taşıyanlar) yavaş tepkimeler verebilir. Dolgu maddelerinin niteliği, boyutu ve kalitesi harç ve sıvaların dayanımlarına direkt etki etmektedir. Dolgu malzemeleri ayrışmaya uğramamış, dayanıklı olmaları gerektiği gibi kil, organik madde gibi safsızlıklar ile suda çözünebilir ya da az çözünebilir tuzlar içermemelidir (Güleç, 1992).

Tarihi yapıların onarımlarında dolgu maddesi olarak kullanılacak kumlar ocak ya da dere kaynaklı olmalı, agregalar yuvarlanmamış ve köşeli olmalıdır. Köşeli agregaların kullanıldığı harçlarda artan sürtünmeye bağlı olarak dayanım daha yüksek olacaktır. Ancak, bu kumlar kullanılmadan önce içerisinde bulunabilecek kil ve organik madde gibi safsızlıklardan arındırılmalıdır. Deniz kumları yüksek oranda suda çözünebilir tuzlar içerdiğinden yapılarda kullanılmaları uygun değildir (Güleç, 1992).

Harç ve sıvalarda istenen fiziksel ve mekanik özellikleri (gözeneklilik, dayanım vb) sağlayabilmek bağlayıcı oranına bağlı olduğu kadar agregaların nitelikleri, biçimi, boyutlarına da bağlıdır. Agrega boyutları bağlayıcı oranının belirlenmesinde en önemli etkidir. Boyutları ve boyut dağılımları iyi ayarlanmış harç karışımlarında küçük agregalar büyük boyutlu agregaların aralarını doldurduklarından agrega yüzeylerini saracak bağlacı miktarı da azalır. Agregaların bu şekilde kullanıldığı harçlar sertleşme

sürecinde en az hacim kaybı yaşarken, prizlendikten sonra daha dayanıklı kütleler oluşturur (Güleç, 1992).

2.1. Katkı Maddeleri

Modern harç ve sıvalarda kullanıldığı gibi, tarihi harç ve sıva malzemelerinde de, istenilen fiziksel ve mekanik özellikleri elde edebilmek amacıyla bağlayıcıya veya harca çeşitli organik ve inorganik katkı maddelerinin ilave edildiği bilinmektedir. Çeşitli dönemlerde ustalar kullanım yeri ve amaçlarına bağlı olarak yaptıkları harç ve sıvaların özelliklerini geliştirebilmek ve karbonatlaşmayı hızlandırmak amacıyla kireç harç/sıvalarda çeşitli katkı maddeleri kullanmışlardır. Puzzolanik malzemeler, kırıktık, yumurta akı, kan, peynir, hayvan gübresi, hayvan tutkalı, Arap zamkı, kazein, şeker, çeşitli bitki suları gibi organik ve inorganik nitelikteki bu malzemeler katkı maddelerinin bir kısmını oluşturmaktadır (Sickels,1981; Güleç, 1992; Böke ve diğ, 2004).

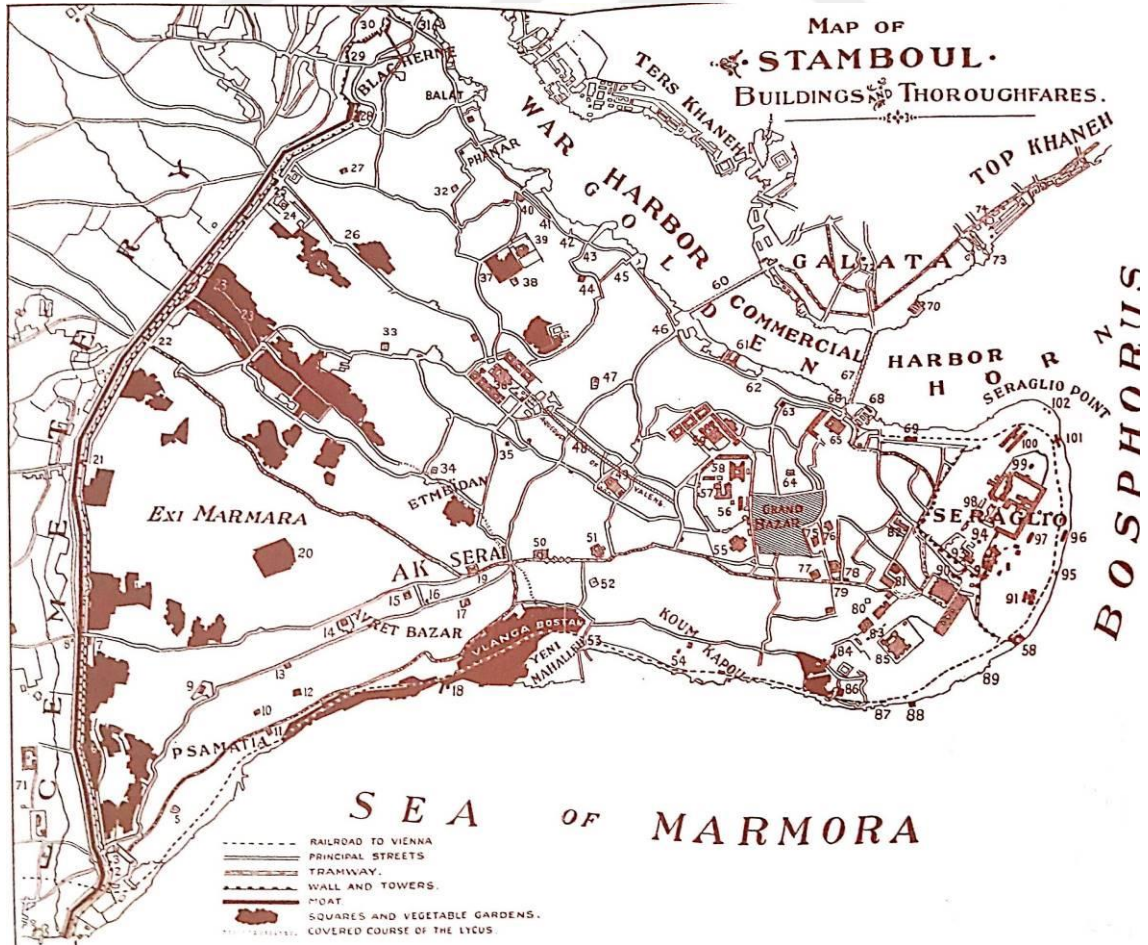
Romalılar kireçle birlikte katkı olarak puzzolanik malzemelerin, İngiliz, Almanlar ve Hollandalılar da bunlara eşdeğer nitelikte olan malzemelerin kullanımını biliyorlardı. Ancak bu tür malzemelerin pahalılığı ve zor bulunması dolayısı ile kullanımı yaygın değildi. Bu güçlüklerden dolayı eski ustalar yaptıkları kireç harç ve sıvaların içerisine yumurta akı, şeker ve tutkal gibi çeşitli organik katkı maddeleri ekleyerek zayıf durumdaki bu harç/sıvaların daha dayanıklı olmasını sağlıyorlardı (Sickels,1981; Güleç, 1992). Bu katkı maddelerin bir kısmı (yumurta akı, kemik tutkalı, Arap zamkı, incir sütü vb) aynı zamanda yapıştırıcı amacı ile de kullanılmıştır. Vitruvius'un aktarımlarından çavdar hamuru, domuz yağı, kan, yumurta akı, kesik süt kireç harçlarında prizlenme süresini kısaltmak; bitki lifleri ve hayvan kılları, dayanıklılık kazandırmak amacıyla, ürün ve malt (arpa suyu) ise hava sürükleyici olarak prizlenme sonrasında dayanımı arttırmak amacı ile kullanılmıştır (Güleç, 1992; Böke ve diğ, 2004). Katkı maddesi olarak kullanılan şeker, suyun donma-erime döngülerinin harçlarda yol açtığı hasarları yavaşlatmakta, balmumu ise harçlarda ötreyi önleyerek büzölmeye bağlı bozulmalara engel olmaktadır. Kirecin plastiklik özelliğini arttırarak kırılgenliğini azaltmak ve harç/sıvaların çalışabilirliğini fazlalaştırmak için yumurta akı, hayvan tutkalı, süt, şeker, mineral ve bezir yağı (keten tohumu) gibi yağlar katkı olarak kullanılmıştır (Böke ve diğ, 2004). Bazı tarihi harç sıvalarında keten, saman, çimen gibi bitki lifleri ve hayvan kılları katılarak dayanma gücünün arttırılmasına çalışılmıştır. Kireç ve alçı bağlayıcılı sıvalarda kullanılan kıl katkıları yağ ve kirlere arındırılmış öküz, at keçi ve nadiren de insan saçı

olabiliyordu (Güleç, 1992). Çağdaş malzemelerden polyaminophenoller kirecin çabuk sertleşmesini sağlamak için karbonatlaşmayı hızlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Böke ve diğ, 2004). Ayrıca geleneksel lifli katkılara ek olarak polipropilen lifler kullanılmaktadır.



3. İSTANBUL TOPOGRAFYASI VE KENT TARİHİ

İstanbul, 40.45- 41.50 kuzey enlemleri ile 28- 30 doğu boylamları arasında konumlanmaktadır. Doğu Balkanlar; Boğaziçi'nin, Haliç'in ve Marmara Denizi'nin (Propontis) birleştiği bir tepeyle sonlanır (Kuban, 2017). Haliç (Keras) yaklaşık 7.5 km uzunluğunda doğal bir koy olup Haliç boyunca dünyanın en güzel ve korunaklı limanları bulunmaktadır. Bu korunaklı alan, kentlerini burada kurmuş olan Yunan denizcilerle Megaralı koloniciler için bir çekim alanı olmuştur. Marmara yönünde Konstantinopolis'in yedinci tepesi olarak bilinen ve yayla olarak tanımlanan yüksek bir plato yer almaktadır. Diğer altı tepe ise Haliç boyunca sıralanmış olan, derin olmayan vadilerle ayrılan platolar ya da küçük yaylalardır. Marmara yönünde bulunan güneybatı platosu, Haliç yönüne bakan platodan Marmara Denizi'ne dökülen Lykos Deresi'nin (Bayrampaşa Deresi) aktığı bir vadiyle ayrılır. İstanbul'un Roma gibi yedi tepe üzerine kurulduğu belirtilse de Constantinus'un surlarla çevrili ilk kenti Lykos vadisiyle ayrılan iki plato üzerinde kurulmuştur (Kuban, 2017; Millingen,1899).



Şekil 3. 1. İstanbul Tarihi Yarımada (kaynak: Edwin A. Grosvenor, 2014:8)

Surlar içerisinde yer alan kentin biçimi, kanatları açık halde eğilerek sola bakan bir kartala benzetilmektedir. Gaga kısmında padişah sarayının yer aldığı birinci tepe, gözündeki Ayasofya, başının alt tarafında Hippodrom, boynunda ikinci ve üçüncü tepeler bulunmaktadır. Kentin diğer kısımları ise kartalın kanatları ile gövdesini oluşturmaktadır. Yaklaşık 300 m genişliğinde olan Haliç içeriye doğru 4 km kadar uzanmaktadır ve büyük gemiler için uygun derinliktedir. Alibeyköy Deresi (Kidaros) ile Kâğıthane Deresi (Barbisos) suları buraya dökülmektedir. Haliç'in kuzeyinde, liman girişinde yamaçları kıyıya dik inen bir plato uzanmaktadır. Sykai (Galata) kenti, Byzantion'un kurulduğu tepeye bakan bu yamaçlarda kurulmuştur. Galata, Haliç'in kuzey kıyılarındaki diğer limanlarından Kasımpaşa deresi (Cibon) ile ayrılmaktadır (Kuban, 2017).

Kentin Asya ve Avrupa yakası, Karadeniz girişinde 3.6 km, Marmara girişinde ise 1.7 km genişliğinde olan 31 km uzunluğundaki kanalla (Boğaz) ayrılmaktadır. Kentin güneyinde, Anadolu kıyısına bakan ve Sarayburnu'ndan 20 km kadar uzaklıkta olan bir grup küçük ada yer almaktadır. Bu adalardan Kınalı (Proti), Burgaz (Antigoni), Heybeli (Halki) ve Büyükkada'da (Prinkipo) Erken Bizans Dönemi'nden beri küçük yerleşmeler ve manastırlar kurulmuştur. Batıda, kentin yakınında Yeşilköy (Ayastefanos) dolayında Ayamama (Ayios Mamas) Deresi, biraz batıda da kentin doğal hinterlandının yakın sınırlarını belirleyen Küçükçekmece (Region) ve Büyükçekmece (Atiras) gölleri yer almaktadır. Kuzey ve kuzeybatı yönde yer alan Belgrad Ormanı kentin ana su havzası olup Roma Dönemi'nden beri burada önemli göletler, barajlar ve su yolları kurulmuştur. Ayrıca Terkos Gölü kentin önemli diğer bir su kaynağıdır (Kuban, 2017).

Birinci derece deprem kuşağı üzerinde kurulmuş olan İstanbul tarihi boyunca yüzyıllık periyotlarla depremlere maruz kalmıştır. Büyük kuvvetteki sarsıntılar çok sayıda önemli yapının yıkımına ve harap olmasına yol açmıştır (Kuban, 2017).

İstanbul'un tarihi üç ayrı döneme ayrılmaktadır. Klasik Dönem ya da Greek dönemi olarak adlandırılan Birinci dönem en erken dönemlerden 11 Mayıs 330 yılına kadar olan süreci kapsamaktadır. İkinci dönem 11 Mayıs 330'dan 29 Mayıs 1453 yılına kadar olan Bizans Dönemidir. Üçüncü dönem ise 29 Mayıs 1453 Osmanlılardan günümüze kadar olan süreci kapsamaktadır (Grosvenor, 2014).

Kuban, yapılan kazılar sonucunda İstanbul'daki ilk yerleşmelerin Paleolitik Çağ'a kadar gittiğini belirtmiştir (Kuban, 2017). Ancak, Marmaray Projesi kapsamında Yenikapı'da yapılan kurtarma kazıları sonucunda günümüzden 8 bin yıl öncesine kadar giden Neolitik Çağ yerleşim katmanı açığa çıkarılmıştır (Kızıltan, 2014).

Yarımburgaz Mağarası'nda Orta Paleolitik Çağ'a ait buluntular ortaya çıkarılmış olup bu mağara Bizans Dönemi'ne kadar kullanılmıştır. Buluntular sonucunda burada yaşayan halkın geçimini balıkçılık ve avcılık yaparak sürdürdüğü anlaşılmaktadır. Fikirtepe'de İÖ 4. bin sonrasına tarihlenen Kalkolitik çağ buluntuları saptanmış ve kerpiç kulübelere ortaya çıkarılmıştır. Burasının çok sayıda çanak çömleğin de üretildiği, gelişmemiş tarımın yapıldığı avcı ve balıkçı köyü olduğu açığa çıkarılmıştır. Kadıköy yakınlarındaki Kurbağalıdere kıyılarında ortaya çıkarılan buluntuların, Troya'nın erken katmanları ile çağdaş olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitler, Marmara çevresinde Kalkolitik kültürün yaygın olduğunu göstermektedir. İÖ 3. bin yıldan yaklaşık İÖ 1200 yıllarına denk gelen Trak istilasına kadar herhangi bir yerleşim izi saptanmamıştır. İÖ 1. binyılda Traklar, Frigler ve Bitinyalılar olarak bilinen halklar Boğaz'da yerleşmişlerdir. 1871'de yapılan İstanbul'un ilk demiryolu yapımında ortaya çıkarılan temel duvar kalıntılarının Yaşlı Plinius'un söz ettiği efsanevi Ligos kentine ait olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca Kadıköy'de yaşayan bir Fenike ticaret kolonisine ait olduğu düşünülen buluntular da saptanmıştır (Kuban, 2017).

İstanbul'un günümüzdeki metropol alanı içerisinde, Boğaz'ın Asya ve Avrupa kıyılarında MÖ 3. bin yılın sonu ve 2. bin yılın başına tarihlenen ve köylerden oluşan yerleşim izlerine rastlanmaktadır. Bu kırsal yerleşim bölgelerinin uzantılarının da bulunabileceği düşünülmekle birlikte Kentin tarihi Byzantion'nun kuruluşuyla başlamaktadır (Müller-Wiener, 2016).

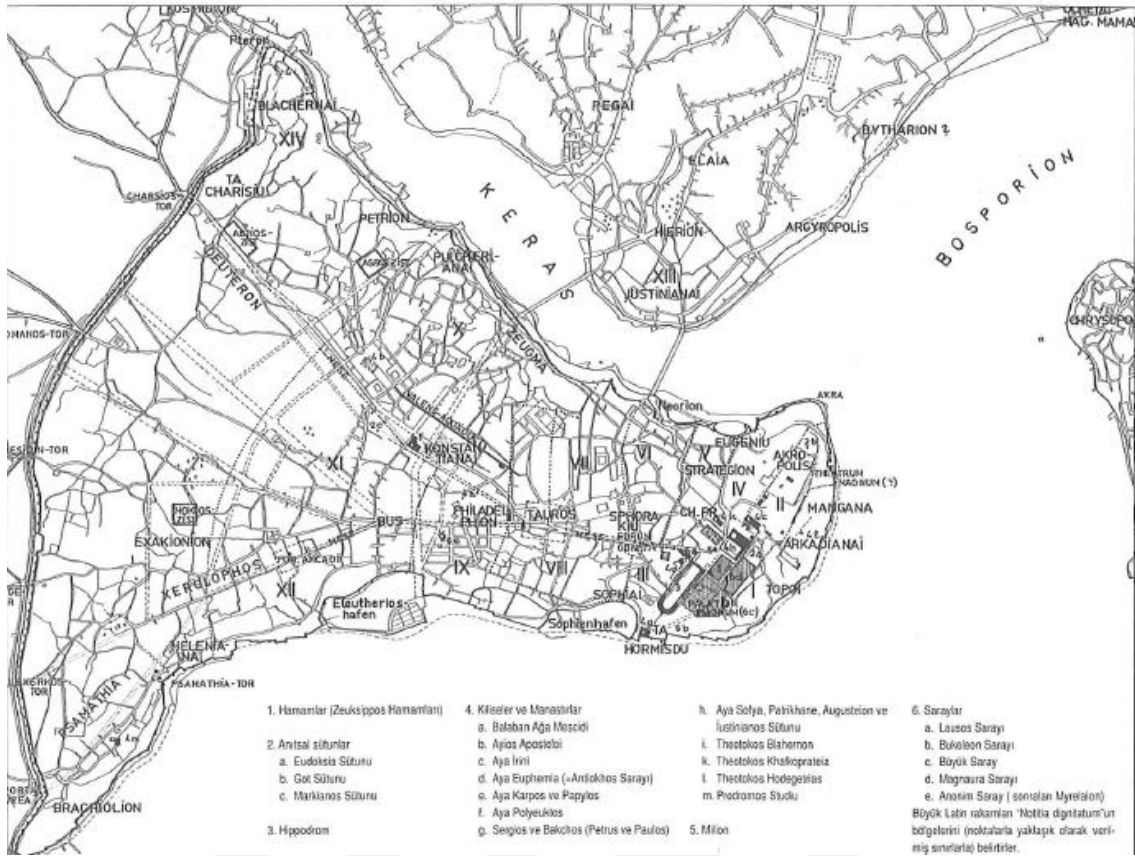
İstanbul'a MÖ 7. yüzyılın ilk yarısından önce İonyalılar ardından Orta Yunanistan'dan Megaralılar gelmiştir (Kızıltan, 2014). Megaralılar, Anadolu yakasında Boğaziçi'nin sonlandığı nokta olan Moda Burnu'nda, yıllar sonra Konstantinopolis'in surlarının yükseleceği alanın tam karşı tarafında Kalkhedon (Kadıköy) adıyla bir koloni kurdular. MÖ 660/659'da diğer bir grup Megaralı, Boğaziçi'nin Avrupa kıyısının güney ucunda, Kalkhedon'un karşı kıyısında, bugünkü Sarayburnu'nda, Topkapı Sarayı ile Ayasofya'nın bulunduğu alanda başka bir koloni kurmuşlardır (Kızıltan, 2014; Vasiliev, 2017). Megaralılar bu kente keşif birliğindeki liderleri olan Byzas'ın hatırasına Byzantion adını vermişlerdir. MÖ II. yüzyılın Yunan tarihçisi olan Polybius Byzantion'u politik ve ekonomik açıdan detaylı olarak değerlendirmiştir. Polybius, Byzantion halkının rızası olmadan tek bir ticaret gemisinin dahi Karadeniz'e giriş çıkış yapamadığını, Pontus'un ürettiği ve ihtiyaç duyduğu malların hepsinin Byzantionlular tarafından kontrol altında tutulduğunu yazmıştır (Vasiliev, 2017). Ege dünyası, Karadeniz ve Trakya ile Bithynia

arasında geçiş noktası üzerinde konumlanan Byzantion bu konumundan dolayı MÖ 5. yüzyıldan itibaren savaşmak durumunda kalmıştır (Kızıltan, 2014).

Stewiğ, Grek kolonilerinin Marmara Denizi'nden Karadeniz'e uzaması ve gemi nakliyeciliğinin gelişmesinin, Grek ana vatani ile Ege ve Karadeniz'deki kolonileri arasındaki ulaşımın bel kemiğini oluşturduğunu ve hızla geliştiğini belirtmiştir. Bu durum, Klasik Helenizm Dönemi'nin ve Bizans kentinin hızlı gelişimi ile faaliyetleri hakkında fikir sağlar. Ancak savaşlar sonucu Romalıların işgali farklı sonuçlara yol açmıştır. Bu dönemlerde, Kuzeyden güneye doğru boğazdan geçirilen mallar, hububat, hayvan, deri, balmumu, kehribar ve gülden oluşmaktaydı. Balık, kent sahillerinden toplanıp tuzlanıp uzaklara nakledilirdi. Bizans'tan Karadeniz kentlerine zeytinyağı ve şarap gönderilirdi. Bizans ile Karadeniz arasındaki ticari ilişkiler Ege'de Rodos ile diğer adalar veya Atina ile aralarında yaşanan anlaşmazlıklardan dolayı zaman zaman azalmıştır. Asya içerisinden veya Anadolu'dan gelen bazı ticaret malları, örneğin 'kırmızı toprak' Karadeniz'de Sinop üzerinden ve dolayısı ile Bizans'tan dolaşarak Yunanistan'a gönderiliyordu (Stewiğ, 1964).

Byzantion, MS 73 yılında Vespasianus tarafından Roma İmparatorluğu'na dahil edilmiştir (Norwich, 2013). Roma, cumhuriyet özelliğini kaybettikten sonra imparatorlar birçok kez başkenti Doğu'ya taşımak istemişlerdir. Julius Sezar, başkenti Roma'dan İskenderiye'ye ya da İlion'a taşımak istemişti. Byzantion, II. yüzyılın sonunda ağır bir darbe almıştır. Septimius Severus (MS 193-211), Byzantion'u destekleyen rakibi Pescennius Niger'i ağır bir mağlubiyete uğrattıktan sonra şehri neredeyse tamamen yıkıma uğratmıştır. Diocletianus (MS 284-305) Bithynia kenti olan İzmit'i tercih etmiştir (Vasiliev, 2017).

MS 6. yüzyılın ilk yarısına tarihlenen kaynaklarda Severus'un daha çok Akropolis'te ve Sultanahmet civarında yapılar inşa ettirdiği belirtilmektedir. Zosimos, Severus'un revaklı ana caddeyi (Mese), Hesykhios, Zeuksippos Hamamı'nı ve Hippodrom'u inşa ettirdiğini yazmıştır. Malalas ise Severus'un Zeuksippos Hamamı'nı, Helios Tapınağı'nı, Hippodrom'u, bir tiyatro ve bir amfi tiyatro (*kynegeion*) yaptırdığını ileri sürer. MS 262'de İmparator Gallienus'un isyanı sırasında Severus'un yeniden inşa ettiği Byzantion yağmalanarak yıkıma uğrar (Yavuz, 2014).



Şekil 3. 2. Konstantinopolis, 4-7. yy (kaynak: Müller-Wiener, W., 2016: 21)

MS 323 yılında Roma İmparatorluğu'nun başında bulunan iki imparator, Constantinus ve Licinius karşı karşıya geldi. MS 324'te Constantinus, rakibi Licinius'u önce Adrianopolis'te, ardından Khrysoopolis'te yenerek imparatorluğun tek hakimi oldu. Stratejik konumundan etkilendiği kenti, zaferini anısına yeniden inşa ettirip Konstantinopolis (Constantinus'un Kenti) olarak adlandırdı (Yavuz, 2014).

Constantinus (324-337) başkent kurmak için önceleri Niş, Sofya ve Selanik üzerinde düşünmüş, Truva üzerine bir süre yoğunlaştıktan sonra Byzantion'u seçmiştir. 324 yılında başkent kuracağı alanı belirleyerek bir yıl sonra ana binaların yapımına başlamıştır. Birçok yerden işçi ve inşaat malzemeleri getirtilmiştir. Kenti güzelleştirmek için Roma, Atina İskenderiye, Efes ve Antakya'dan pagan abideleri getirtilerek kullanılmıştır. 11 Mayıs 330 yılında resmi olarak yeni başkent Hristiyan Konstantinopolis (yeni Roma), pagan Byzantion üzerine eklenmiştir. Constantinus kente olası saldırıları önlemek için Haliç'ten Marmara denizine kadar uzanan surlar yaptırmıştır. Konstantinopolis, Hristiyanlığın etkisi altında yeni bir Hristiyan- Yunan-Roma sentezinin ya da 'Bizans' kültürünün oluşmaya başladığı Helenistik kültürün en

işlek merkezlerine yakın konumda olma avantajına sahipti. Büyük Constantin'i takip eden yüzyıllar boyunca Konstantinopolis, imparatorluğun politik, dini, ekonomik ve kültürel merkezi olmuştur (Vasiliev, 2017). 11.05.330 tarihinde görkemli bir dini törenle açılışı kutlanan Konstantinopolis, Roma'yı en küçük detayına kadar örnek alınarak inşa edilmiştir (Müller-Wiener, 2016).

Tetrarşi dönemindeki imparatorların kendi ikamet ettikleri kentleri (Trier, Milan, Sirmium, Antiokheia, Nikomedeia, Thessalonike, Propontis Herakleiası) yeniden inşa etmeleri göz önünde bulundurulduğunda Constantinus, Byzantion'u yeniden inşa etmesinin yeni bir şey olmadığı görülür. Constantinus tetrarşi dönemindeki kentlerin mimari özelliklerini kendi kentinde inşa ettirmiştir. İki yüzyıldan daha kısa bir süre içerisinde Roma'yı geride bırakan Konstantinopolis, geç antik dünyanın ve ortaçağın en önemli kenti durumuna gelmiştir (Yavuz, 2014).

Constantinus'un kurduğu kentin planı, Roma İmparatorluk Dönemi'nde kent inşasında kullanılan ızgara plan şeması değildir. Burada kullanılan plan şeması, ızgara planının tam tersi biçiminde, birbirinden yelpaze biçiminde ayrılan ana caddeler ve bunları kesen büyük caddeleri öngören bir plan şemasıdır. Havariyyun Kilisesi ve büyük forumlar gibi önemli yapılar engebeli arazi yapısından faydalanılarak yapılır. Büyük ana caddeler, iki sahil yolu ve kentin orta kısmında çatallaşan Mese, Augusteion Meydanı ve Forum Constantinus, kentin çevresindeki sur, Büyük Saray, Aya İrini, Rhea ve Tykhe tapınakları yapılmıştır. Septimus Severus'un inşasına başladığı Hippodrom ve Zeuksippos Hamamı gibi büyük yapıların yapımı tamamlanır. Bunların haricinde, Senato, Milion, Praetorium, Capitol gibi birçok resmi yapının inşa edilir. Roma'daki büyük aile mensupları göçe teşvik edilerek buraya yapılan yeni saraylara yerleştirilir. Eski liman bölgesi ve güney kıyısında tahıl ambarları yapılır. Constantinus'un, yapımı kendisi tarafından başlatılan anıtsal mezarı Havariyyun Kilisesi ile bağlantılıdır (Müller-Wiener, 2016). 8 Kasım 324'te başlayan Konstantinopolis'i inşa çalışmaları 6 yıl gibi kısa bir sürede tamamlanmıştır. 11 Mayıs 330'da büyük törenlerle açılışı yapılan kentin ilk gününde Constantinus, İkinci Tepe'nin zirvesinde, Mese'nin üzerine inşa ettirdiği sütunlu revaklarla çevrili forumun ortasına, üzerinde kendisinin büyük bronz heykelinin bulunduğu porfir bir sütun (Constantinus Sütunu/ bugünkü Çemberlitaş) diker. Daha önceleri oval olduğu ileri sürülen bu forumun (Constantinus Forumu) bugün daha yuvarlak bir plana sahip olduğu düşünülmektedir (Yavuz, 2014; Freely ve Çakmak, 2005).

Constantinus surları, Çemberlitaş'ın hemen berisindeki eski surlardan yaklaşık 2.5 km ileri çekilmiş ve kent alanı iki katından daha fazla genişletilmiştir. Kalıntıları günümüze ulaşmayan kara surlarının yeri tam olarak belirlenememektedir. Khronikon Paskhale, kara surlarının Petrios'tan Rhabdos yakınlarındaki Aziz Aimilianos kapısına kadar uzandığını ve Aspar'ın inşa ettiği sarnıcın (Çarşamba Çukurbostan) yakınlarından geçtiğini bildirilmektedir. Theophane, bu surların 557'de hala ayakta olduklarını ve aynı meydana gelen büyük depremden hasara uğradığını bildirmiştir. Eyice ise, surların Haliç'te Ayaskapısı'ndan (veya Unkapanı'ndan) Fatih'e (veya Sulta Selim'e) çıktığını, oradan Yenibahçe'de Lykos deresine indiğini, Haseki ile Çapa arasından İsakapısı'ndan geçerek Samatya'nın doğusundan Marmara'ya indiğini belirtmektedir (Yavuz, 2014).

Constantinus'un ikamet ettiği saray, Sultan Ahmet Camisi'nin bulunduğu alandan sahile kadar uzanan bölgede inşa edilmiştir (Yavuz, 2014). Yavuz, Eusebius'un Constantinus'un Konstantinopolis'i en başından beri bir Hıristiyan kent olarak kurduğunu ve paganlara karşı bir mücadele yürüttüğünü ileri sürdüğünü belirtmektedir. Ancak, Yavuz başka kaynakları değerlendirdiğinde durumun böyle olmadığını, hatta Constantinus tarafından paganlar için kentte tapınaklar inşa edildiğinin belirtildiğini yazmaktadır (Yavuz, 2014).

Kuban, Zosimos'un 6. yy başlarında Constantinus yapılarının çoğunun çökmüş olduğunu yazdığını belirtir. Bu yapılar yangınlar ve deprem tarafından tahribata uğramıştır. Ancak kentteki pagan imgeleri, Hıristiyan ruhunun canlanması ve yeni Hıristiyan sanat üsluplarının gelişmesi sonucunda yok olmuştur (Kuban, 2017).

Constantinus tarafından başlatılan inşa faaliyetleri, oğlu Constantius tarafından devam ettirilir. Surların yapımı ile I. Ayasofya, Constantinus döneminde başlayan Havariyyun Kilisesi'nin yapımı bu dönemde de devam ettirilir. Constantius 345'te Havariyyun Kilisesi'nin güneydoğusunda, yapımı 4. yüzyıl sonunda tamamlanan Konstantinianai Hamamları ile ona komşu aynı adı taşıyan sarayın inşasını başlatır. Su ihtiyacı kent surlarının oldukça dışından döşenmiş olan toprak altı borular ve çok sayıda büyük sarnıç yapımı ile giderilir. Valentinianus tarafından 368-373 yıllarında yaptırılan su kemeri günümüzde de görkemini korumaktadır. Kent surlarının çıkışındaki caddelerin iki tarafında nekropoller bulunmaktadır. Kentin çevresinde yüksek mevki sahiplerinin büyük çiftliklerinin bulunduğu alanlarda 380 yıllarına doğru ilk iki manastır ve çok sayıda küçük kilise inşa edilmiştir (Müller-Wiener, 2016).

4. yüzyıl sonu ve 5. yüzyıl başına kadar inşa faaliyetleri kent merkezi ile sınırlı kalmıştır. Ancak devamında daha önce planlanmış ve kent eksenini boyunca öngörülen

mevdanlar (Forum Tauri, Forum Bovis ve Kserolophos üstündeki Forum Arcadii) konumlandırılır. İmparator ailesi için yapılmış olan Flaccillianum Sarayı, Placidianum Sarayı, buna ek Domus Marinae, Arcadiae ve Placidiae Augustae saray yapılarının kalıntıları günümüze kadar gelmiştir (Müller-Wiener, 2016).

5. yüzyılda, II. Theodosius kentin genişlemesine bağlı olarak kent çevresine kendi adını taşıyan surları yaptırır. Konut biçimi ve kent planlamasına göre semt yerleşimleri henüz açığa çıkarılmamış olmakla birlikte kent içerisinde 5-6 katlı yapılar olduğu varsayılmaktadır (Müller-Wiener, 2016).

İmparatorluğu temsil niteliğinde olan kentin estetik görüntü taşıması amacıyla büyük sütunlu caddelerin yapımı, sokak ve mevdanların heykel ve anıtlarla donatılması ve kamusal ile dini yapıların mozaik ve heykellerle süslenmesi sağlanmıştır. Günümüze kalıntıları ulaşan bu yapıların bazıları ikinci Ayasofya, Theotokos Khalkoprateia ve Theotokos Hodegetria kiliseleri, Polyektus, Markos, Laurentios gibi yapılardır (Müller-Wiener, 2016).

Kent içerisinde bulunan manastır sayısı giderek artmış 448 yılında 23 olan sayı 518'de 536'da ise 7'e çıkmıştır. Hızla artan kent nüfusa bağlı olarak büyük limanlara ve ambarlara ihtiyaç doğmuştur. Haliç'te, eski limanda kısmen de yeni yapılmış Eleutherios Limanı çevresinde Mısır'dan getirilen tahıl için ambarlar inşa edilir (Müller-Wiener, 2016).

Her on yılda bir meydana gelen depremler ya da büyük yangınlar kentte sürekli tahribatlara yol açmıştır (Müller-Wiener, 2016). 532'de meydana gelen Nika ayaklanmasında kent yakılıp yıkılarak harap edildi. Aralarında Zeuksippos ve Aleksandros Hamamları, Aya İrini, Ayasofya kiliselerinin de bulunduğu yapılar ile Mese boyunca uzanan yapılardan geriye sadece dumanların yükseldiği harabeler kalmıştı. I. Iustinianos harap olmuş olan başkenti eskisinden daha görkemli olacak şekilde yeniden inşa etmeye karar verir. Kendi eseri olmasına karar verdiği Ayasofya'yı (Kutsal Bilgelik Kilisesi/ III. Ayasofya) 23 Şubat 532'de inşa ettirmeye başlar ve 27 Aralık 537'de yapımı tamamlanır (Norwich, 2013).

İnşaat düşkünü İmparator I. Iustinianos, Ayasofya dışında Aya İrini Kilisesi, Saray ve Constantinus Forumu arasında kalan yıkılmış kent merkezini yeniden inşa etme olanağı bulur. Sarayın bölümleri, Zeuksippos Hamamları, Aya İrini Kilisesi ve bitişinde bulunan Sampson Hastanesi'ni tekrar inşa ettirir. Iustinianos kentte çok sayıda önemli kilise ve manastır yaptırmıştır. Petrus ve Pavlos Kiliseleri, eski Hormisdas Sarayı'nda Sergios ve Bakchos ve ikinci anıtsal mozolesi ile Havariyyun Kilisesi bunlardan

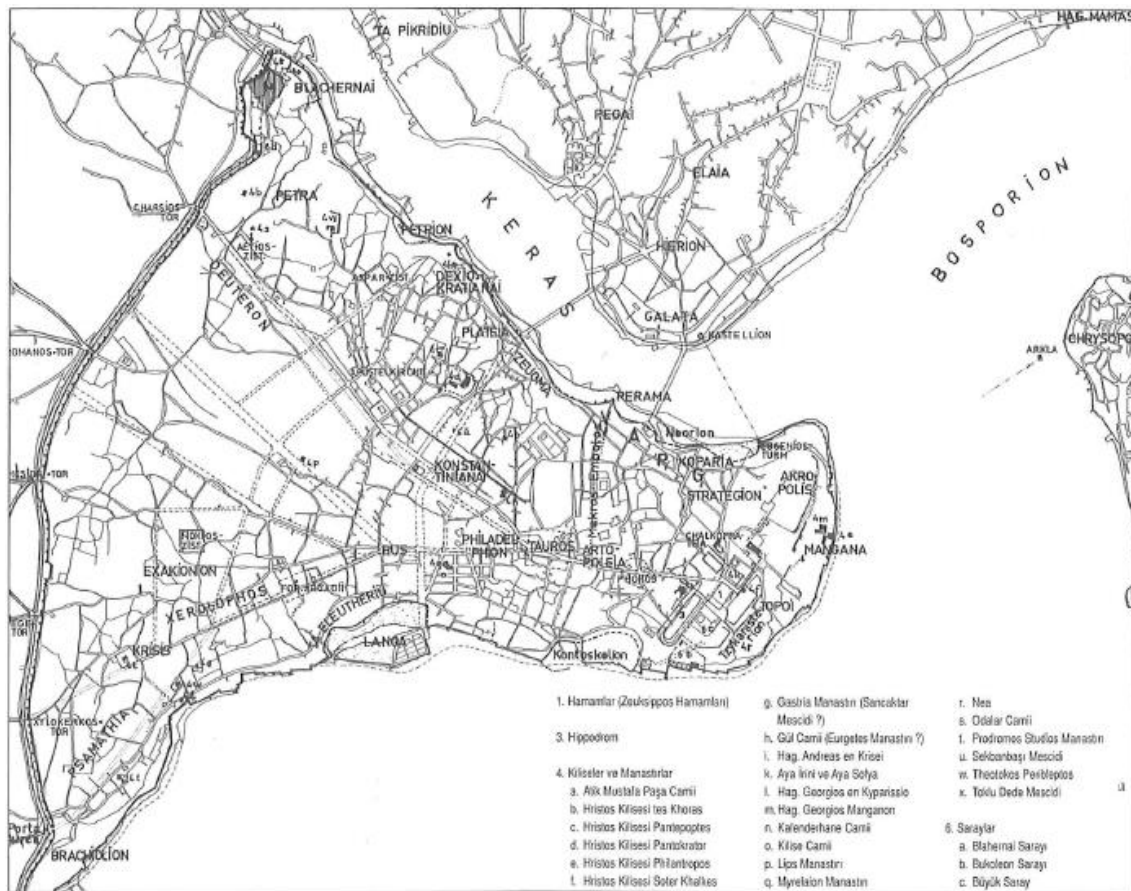
bazılarıdır (Müller-Wiener, 2016). 6-7. yüzyıldan 12-13. yüzyıla kadar, dünya ticaret yolunun Kentten geçmesi, Doğu ile Batı arasındaki ticarete aracı olması dolayısıyla kentin önemi özellikle artmıştır (Stewiğ, 1964).

543 yılından beri veba salgınları deprem ve yangınlarla mücadele eden kent 7. yüzyılın başından itibaren düşmanları tarafından tehdit edilir. 605 ve 615 yıllarında Pers birlikleri Khalkedon'a kadar gelir (Müller-Wiener, 2016). 626 yılında İstanbul, İranlılar ve Avar kağanının başında olduğu Avar, İslav, Bulgarlar ve Gepid kitleleri tarafından iki cepheli saldırıya maruz kalma tehlikesiyle karşı karşıya kaldı. Avar kağanının yenilgisi, Khalkedon'u işgal eden ve Boğaziçi sahillerine karargâh kuran İranlıların cesaretinin kırılmasını ve geri çekilmelerini sağlamıştır (Ostrogorsky, 2015). 668 yılında Khalkedon yakınlarına kadar gelen Arap birlikleri 674 ve 678 yıllarında kenti karadan ve denizden kuşatır. Kent, 8. yüzyıl başında Bulgarların, 716-718 yıllarında Arapların ve 813'te tekrar Bulgarların saldırılarına maruz kalır. Kentin savunmasında, Haliç'teki güvenlik zincirinin, surlar ile limandaki hisarlar büyük rol oynamışlardır (Müller-Wiener, 2016).

726-843 yılları arasında yaşanmış olan ikonoklastik dönemde ciddi iç çatışmalar yaşanmıştır (Müller-Wiener, 2016). 726 yılında III. Leon tasvirler karşılığında yer almasıyla başlayan bu dönem, 843 yılında toplanan bir synod tasvirler kültürünün yeniden kabul edilmesini törenle ilan etti (Ostrogorsky, 2015). İkonakırcılık döneminde kilise ve manastırların içerisindeki tasvirler tahrip edilmiş ve pek çok meydanın görünümü değişikliğe uğramıştır (Müller-Wiener, 2016).

İkonoklastik dönemin sona ermesinden sonra Makedon İmparatorları (Makedonya Hanedanı Dönemi) ile parlak bir dönem başlatır (Müller-Wiener, 2016). Makedonya Hanedanı Dönemi ikiye ayrılır. İmparatorluğun siyasi varlığının en parlak dönemi olan I. Dönem, 867 yılından II. Basileios'un ölümüne kadar olan 1025 yılına kadar sürer. II. Dönem 1025 yılından 1056 yılları arasındadır (Vasiliev, 2017). 11. yüzyılın ikinci yarısında Makedonya Hanedanı'nın yerini I. Aleksios ile Komnenos Hanedanı alır ve kökten değişiklikler başlatır. Kuzeyde Blakhernai Sarayı'nın ve devamında yeni surların yapılması sonucu kent merkezi önemini kaybetmeye başlar ve eski saray önemini yitirir. Pantokrator Manastırı'nın kentin merkezinde yeniden yapılması ile İmparatorun anıtsal mezarını barındıran Havariyyun Kilisesi önemini kaybeder (Müller-Wiener, 2016). Chora Kilisesi 12. yüzyılın başlarında yeniden inşa edilir (Vasiliev, 2017). Göçler kentte birçok değişikliğe yol açar. Normanlı paralı askerleri yanı sıra, İtalyan tüccarlar kente gelir. Ermeni göçü doğudaki Selçuklu istilaları sonucu sona erer. 10. ve 11. yüzyıllarda Amalfi ve Venedik'ten gelen tüccarlar, Komnenosların liberal ekonomi

politikası ile Pisalılarla birlikte 11. yüzyıl sonu ve 12. yüzyılın başında yerleşme hakkını alarak donanmaları ile oldukça gelişmiş tesisler kurarlar. 12. yüzyılda liman bölgesinde, batıda, Drungarios ve Perama Kapısı arasında bir yerleşim merkezi oluşturmuşlardır. Doğuda, Amalfililer ve Pisalılar, 1155’de Cenovalılar, Neorion Limanı yakınlarına, Rus tüccarlar Beşiktaş’a, Yahudiler ise Galata’nın batısı, Haliç’in diğer tarafında yerleşmişlerdir. Yabancı nüfus sayısı, ekonomi için belirleyici olmakla birlikte aynı zamanda iç güvenlik açısından da önemli düzeye ulaşmıştır (Müller-Wiener, 2016).



Şekil 3. 3. Konstantinopolis, 8-12. yy (kaynak: Müller-Wiener, W., 2016: 25)

Angeloslar döneminde imparatorluğun çöküş süreci başlamıştır. Gerginlikler ve İtalyan donanmasının büyüme isteği 4. Haçlı seferinin Konstantinopolis’e yönelmesine yol açar (Müller-Wiener, 2016). Galata’nın alınmasında sonra Haliç’e girişi önleyen zincir parçalanır ve haçlıların gemileri limana girer. Aynı zamanda kent karadan da saldırıya uğrar. 17 Temmuz 1203’te Konstantinopolis Haçlılar tarafından işgal edilir ancak her şeye rağmen başta bir Bizans hükümeti bulunmaktadır. Ocak 1204 yılında patlak veren isyan sonucunda Latin imparatorluğunun kurulması planlanır ve 13 Nisan 1204’de Bizans hükümeti yenilir. Constantin’den beri zaptedilemez kimliğini koruyan

kent, haçlı ve Venediklilere ganimet olur. Kent 3 gün süreyle yağmalanarak tahrip edilmiş ve en değerli hazineler yağmacıların eline geçmiştir (Ostrogorsky, 2015). Nüfus bakımından yoğun olan kentin kuzey ve doğu bölgeleri ile imparatorluk sarayı ve Mese yıkılır (Müller-Wiener, 2016).

Latin imparatoru Baudouin, Ayasofya Kilisesi'nde İstanbul Latin devletinin imparatoru olarak taçlandırıldı. Venedikli Thomas Morosini ise İstanbul'un ilk Latin patriği oldu. Doğuda bir Venedik koloni devleti oluşmuş ve Venedikliler kendi ana şehirlerinden İstanbul'a kadar olan bütün deniz yoluna hâkim olmuşlardı. İstanbul'un sekizde üçü Ayasofya ile birlikte onların eline geçmişti (Ostrogorsky, 2015).

Bu dönemde inanç farklılıklarından dolayı pek çok manastır ve kilise yıkılır. Kente yerleşmelerine rağmen yağmalar hala devam eder, bronz heykeller eritilir, üst örtü kurşun kaplamaları sökülür, manastır ve sarayların ahşap kısımları ısınmam amacıyla yakılır. Heykeller ve rölikler kendi ülkelerinin kiliselerine kaçırılır. Yarım yüzyılda bakımsız hale gelen kentte Latin egemenliğinin sonuna doğru gereksinimler karşılanamaz, ticarete ve ekonomide ciddi düşüşler görülür (Müller-Wiener, 2016).

Venedik donanması Karadeniz'de bulunan Daphnusion kalesini kuşatmak üzere kentten ayrıldığı zaman, ani bir kararla Strategopulos savunmasız şehre baskın yaparak 25 Temmuz 1261'de Latin hâkimiyetine son vermiştir. Ancak, Latin hâkimiyeti dönemi kentte onarımı çok güç derin tahribatlara yol açmıştı (Ostrogorsky, 2015). 15 Ağustos 1261'de, kendisini 'Yeni Constantinus' (şehrin ikinci kurucusu) olarak adlandıran imparator VIII. Michael, törenle Büyük Constantinus'un inşa ettiği kente Yıldızlı (Altın) Kapı'dan girer (Ostrogorsky, 2015; Norwich, 2013).

İmparator, harap haldeki kentin önce savunma sorunlarını gidermeye çalışır. Haliç'e girişi engellemek için yapılan büyük demir zinciri yeniletir (Norwich, 2013). VIII. Michael, önce surların, ardından sarayların ve manastırların onarımını yaptırarak kenti yeniden yerleşim için düzenler. Yapılan yeni donanma için Kontaskalion Limanı'nı yaptırır (Müller-Wiener, 2016). VIII. Michael, inşa faaliyetlerinin simgesi olarak Havariyyun Kilisesi'nin önünde koruyucusu Aziz Mikhael'in heykelini taşıyan uzun bir sütun diktirir. Sütunun alt kısmında, elinde tuttuğu Konstantinopolis minyatürünü Baş Melek'e sunar şekilde yapılmış kendi heykeli yer almaktadır (Norwich, 2013).

13. yüzyıl sonu ve 14. yüzyıl başında yapılan yeni girişimlerle, çok sayıda eski manastır o dönemin üslubuna göre yenilenir. Latin hâkimiyetinin sonlandırılması Frank kolonisi içinde aynı sonucu doğurdu. 1261 yılında yapılan Nymphaion antlaşmasında sadece Cenova ve Pisa'ya, daha sonra Venedik'e belli ayrıcalıklar tanınır. Latinler

(Λατίνοι) ise Haliç'in kuzeyine yerleştirilirler (Müller-Wiener, 2016). Venedik'le olan çatışmalarından sonra Cenovalılar, 1267'de VIII. Michael tarafından İstanbul varoşlarından Galata'ya yerleştirilirler. Cenovalılar, Türklerin fethine kadar Galata'da yaşamışlar ve burayı kısa zaman içerisinde iyi bir ticaret merkezi haline getirmişlerdir (Ostrogorsky, 2015). Galata'da kendi yeni, sistematik, ızgara planlı tasarlanmış olan Pera kentini kurarlar. Venedik 1285'ten itibaren kendi eski yerleşim bölgesine tekrar hâkim olur. Pisalılar, Neorion Kapısı'nda yaşantılarını devam ettirmişlerdir 14. yüzyılın başlarından itibaren Karadeniz ticaretine İtalyan tüccarlar hâkim olur. İmparatorluk, son yüzyılında oldukça toprak kaybeder ve 1321 ile 1357 yılları arasında iç savaşlar, şiddetli depremler ve veba salgınıyla mücadele etmek durumunda kalır. Kent, hem savunma hem de ekonomik açıdan zayıf duruma düşer ve talepleri karşılanamaz duruma gelir (Müller-Wiener, 2016).

Ayasofya çevresindeki eski kent merkezi, Hippodrom ve İmparatorluk Sarayı uzun süre bakımsız kalmış ve zaman içerisinde bazı bölümleri yıkılmıştır. 1346 yılında göçen Ayasofya kubbesi dış mali desteklerle uzun süren çalışmalar sonucunda onarılabilmıştır. Büyük sütunlu caddeler yangınlar ve 12.- 14. yüzyıllarda meydana gelen depremler sonucu yıkılmıştır. Müller-Wiener, 1344'te İbn Battuta'nın eski kent merkezinde bulunan devlet binalarının çoğunun artık ahşap yapılar olduğunu yazdığını belirtmektedir. 15. yüzyılda Konstantinopolis, bütünlüğü surlar tarafından sağlanan dağınık köyler haline dönüşmüş olup kentsel yerleşim izleri sadece Haliç'in liman bölgelerinde mevcuttur. Büyük manastır kompleksleri, halen hacılar tarafından ziyaret yerleri olarak kullanılmakta idi (Müller-Wiener, 2016). 15. Yüzyılın başında İspanyol Elçi Clavijo tarafından kentteki sarayların, kiliselerin ve manastırların çok harap durumda olduğu belirtilmiştir. 1435'te tekrar veba salgını patlak vermiş, kent oldukça yoksullaşmıştır. Blakhernai Sarayı yangın sonucu ciddi hasar görmüştür. 1448'e geldiğinde Bizans İmparatorluğu oldukça küçülmüştür (Nicol, 2016).

Konstantinopolis, Constantinus sonrasında 1453 İstanbul'un fethine kadar olan zaman içerisinde farklı evrelerden geçmiştir. Kent, Iustinianos döneminden kısa bir süre sonrasına kadar olan ve gelişim evresi olarak adlandırılan 337-600 tarihleri arasında görkemli bir süreç geçirmiştir. Devamı olan 600-800 yılları arasındaki dönem ise gerilemiş evresi olarak tanımlanmış olup Konstantinopolis bu süreçte bir Ortaçağ kentini andırmaktadır. Canlanma evresi olarak değerlendirilen 800-1204 yılları arasında, Pera bölgesine yerleşen İtalyan tüccarların da etkisiyle kentte tekrar gelişmeler başlamıştır. Ancak 1204-1261 arasındaki Latin hâkimiyeti döneminde yangınlar, yağmalamalar ve

bakımsızlık sonucu kent, bir gerileme evresine geçmiştir. Fetih öncesi dönem olarak tanımlanan 1261-1453 yılları, Palaiologosların kenti tekrar kendi hâkimiyeti altına almalarından çöküşe kadar geçen süreci içermektedir. Bu dönemde, başlarda kentte toparlanma süreci hareketleri gözlenmiştir. Ancak İmparatorluğun zayıflamasıyla birlikte kent giderek küçük bir yerleşim alanına dönüşmüştür (Yavuz, 2014).

Konstantinopolis, 7. yüzyılda Sasaniler ve Araplar, 8. yüzyılda Bulgarlar ve Ruslar tarafından saldırıya uğramış ancak ele geçirilememiştir (Kızıltan, 2014). Kent, 1204 yılında Haçlılar tarafından işgal edilir. 1391'de Yıldırım Bayezit, 1422'de II. Murat tarafından kuşatılır ancak 1453'te II. Mehmet tarafından fethedilir (Kızıltan, 2014). 11 Mayıs Pazartesi 330'da Büyük Constantinus tarafından kurulan Doğu Roma İmparatorluğu'na 29 Mayıs 1453 tarihinde II. Mehmed tarafından son verilir (Norwich, 2013).

3.1. İstanbul Yakın Dönem Kazıları ve Marmaray Kurtarma Kazıları

İstanbul çevresinde ve içerisinde yapılan arkeolojik kazılar ile kurtarma kazıları kent tarihine ışık tutmaya devam etmektedir. Özellikle kurtarma kazıları sonucunda elde edilen bilgiler kent tarihini bilinenden çok daha gerilere götürmüştür. Kazılar sonucunda kentte yaşamış olan farklı kültürlerin, tarihsel, kültürel, sosyo-ekonomik, ticari ve teknolojik durumu ile birlikte kentte meydana gelmiş doğal felaketleri de açıklayan birçok somut kalıntı ortaya çıkarılmıştır. Bu kazılardan elde edilen maddi kalıntılar (yangın izleri, keramik eserler vb) tez kapsamında çalışılan örneklerin içeriğine dolgu ve katkı malzemesi olarak katılmış olan keramik kırıklarının nitelikleri ile karşılaştırıldığında anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Büyük Saray bölgesinde 2006 yılına kadar yapılmış olan kazılarda Osmanlı ve Bizans dönemlerine ait pek çok yapı ortaya çıkarılmış olup erken dönem buluntularına fazla rastlanılmamıştır. Ancak ana kaya içinde tespit edilen erken dönem buluntusu veren iki antik kuyu İstanbul'un tarihi açısından önemlidir. 2006 yılında Sultanahmet Eski Cezaevi Bahçesinde (Büyük Saray Bölgesi) iki antik kuyu ortaya çıkarılmıştır. Grovak içerisine oyularak yapılmış olan Yunan Dönemi kuyusunda yoğun miktarda MÖ 4. ve 3. yüzyıllara tarihlenen pişmiş toprak eserler ele geçmiştir. Bu keramik parçaların bir kısmı astarsız, bir kısmı kiremit ve gri renk hamurlu, siyah ve kırmızı renk firnislidir. Ayrıca Hellenistik Döneme tarihlenen figürin ve kandiller ile MÖ 6.-5. yüzyıllara tarihlenen keramik parçaları ve pişmiş toprak mimari elemanlar ile Hellenistik Döneme ait

Khalkedon sikkesi saptanmıştır. MÖ 3 - 2. yüzyıla tarihlenen 'Batı Yamacı' tipi skyphos, kiremit rengi hamurlu ve siyah firnislidir. Roma Dönemi'ne tarihlenen ve ana kayaya oyulmuş olan 2. kuyu ise Bizans duvarlarının altında ortaya çıkarılmıştır. Buradaki buluntularda yanık izleri tespit edilmiştir. Burada ele geçen amphora parçaları MS 1 - 3. yüzyıla tarihlendirilmiştir. Ayrıca MS 1. yüzyıla tarihlenen 1 adet bronz Apollonia sikkesi ele geçmiştir. Pişmiş toprak eserlerden testiler, kiremit rengi hamurlu ve yer yer kıvılcak kahverengi astarlı, kullanım kapları ise açık kiremit veya kıvılcak kahverengi astarlıdır (Denker, 2007).

Büyük bir kentleşme projesi olarak 2004 yılında başlayan Marmaray Projesi ülkemizin en önemli arkeolojik kazılarından birine dönüşmüştür. Bu projede İstanbul'u Gebze'den Halkalı'ya kadar 76 km'lik kesintisiz bir demiryolu sağlayacak olan doğu-batı ulaşım koridoru hedeflenmiştir. Marmaray- Metro Projeleri nedeniyle İstanbul Arkeoloji Müzeleri başkanlığında yürütülen kazılarda çeşitli dönemlere ait taşınır ve taşınmaz birçok eser açığa çıkarılmış ve kent tarihine büyük katkı sunulmuştur. 2004 yılında Yenikapı, Sirkeci ve Üsküdar gibi eski yerleşim alanlarındaki istasyonlarda yapılan kazılarda ortaya çıkan buluntular kent tarihi ile ilgili bilinen/bilinmeyen veriyi açığa çıkarmıştır (Kızıltan, 2014).

Tarihi Yarımada alanı hariç Metropol İstanbul'unda yerleşim izlerinin Neolitik Döneme kadar uzandığı daha önce yapılmış çalışmalar sonucu bilinmektedir. Yenikapı kazı çalışmalarında ele geçen kalıntı ve çeşitli buluntular, Tarihi Yarımada'da yerleşim izlerinin Neolitik Döneme kadar dayandığını şüpheye yer bırakmayacak netlikte belgelemiştir. Lykos'un denize kavuştuğu alanda MÖ 6500 yıllarında kurulduğu düşünülen Neolitik köy yerleşmesinin MÖ 5300/5200 yıllarında deniz tarafından yutulduğu ve günümüzde deniz seviyesinden 6,50 m aşağıda olduğu anlaşılmıştır. Çıkan sonuçlar, Marmara Denizi'nin MÖ 6. binyılın ortalarında bir tatlı su gölü olduğunu göstermektedir (Dönmez, 2017).

Yenikapı kazılarında, ortaya çıkarılan antik limanda bulunan gemi kalıntıları, 5. ve 11. yüzyıllar arasındaki gemi yapım teknolojileri hakkında önemli bilgiler vermiştir. Bu kazı alanında, Konstantinopolis'in 4. ile 7. yüzyıllar arasındaki en büyük ticari ulaşım merkezi konumunda olan Theodosius Limanı tespit edilmiştir. Arkeolojik kazılara devam edildikçe ortaya çıkan veriler bilinen kent tarihini değiştirmiştir. Burada yapılan kazılar sonucunda günümüzden 8 bin yıl öncesine kadar giden Neolitik Çağ yerleşim katmanı açığa çıkarılmıştır. Liman'ın batı tarafında '100 Ada' olarak tanımlanan alanda MS 4. yüzyıldan 13. yüzyıla kadar süreklilik gösteren, iç içe geçmiş farklı dönem mimari

kalıntıları tespit edilmiştir. Burada 51 m uzunluk ve 4.20 m genişliğindeki kesme taştan yapılmış, yüzeyi sıvalı olan duvar kalıntısının, Konstantinus I. Maximus (Büyük Constantinus/ 324-337) döneminde yapılmış olan Konstantinus suru kalıntısı olduğu kesin olmamakla birlikte öne sürülmüştür. Ayrıca içerisinde mendirek, rıhtım taşları ve rıhtımın devamı olan iskeleye ait olduğu düşünülen 43 m boyunca paralel devam eden ahşap kazıklar ile 4. yüzyıla tarihlenen tonozlu tuğla yapı ve II. Theodosius sur kalıntıları tespit edilmiştir. Burada ele geçen küçük buluntular, Neolitik Çağ'dan günümüze kadar devam eden kesintisiz bir süreci göstermektedir (Kızıltan, 2014).

Yenikapı, Neolitik Dönem'e ait kazılarda ortaya çıkarılmış olan mimari izlerden, taş dizilişlerinden, o dönem konutlarının dikdörtgen veya yuvarlak ve basit plana sahip olduğu belirlenmiştir. Bu yapıların taşlarla desteklenmiş ahşap direklerden oluşan bir taşıyıcı sisteme sahip oldukları; duvarlarda ise ortaya çıkan kerpiç bloklara dayandırılarak çamur sıvalı dal örgülü olduğu anlaşılmaktadır (Kızıltan, 2014). Basit kulübe niteliğinde olan bu yapıların üst örtülerinde dal örgü sistemi kullanıldığı içten ve genellikle dıştan çamurla sıvalı oldukları düşünülmektedir (Dönmez, 2017).

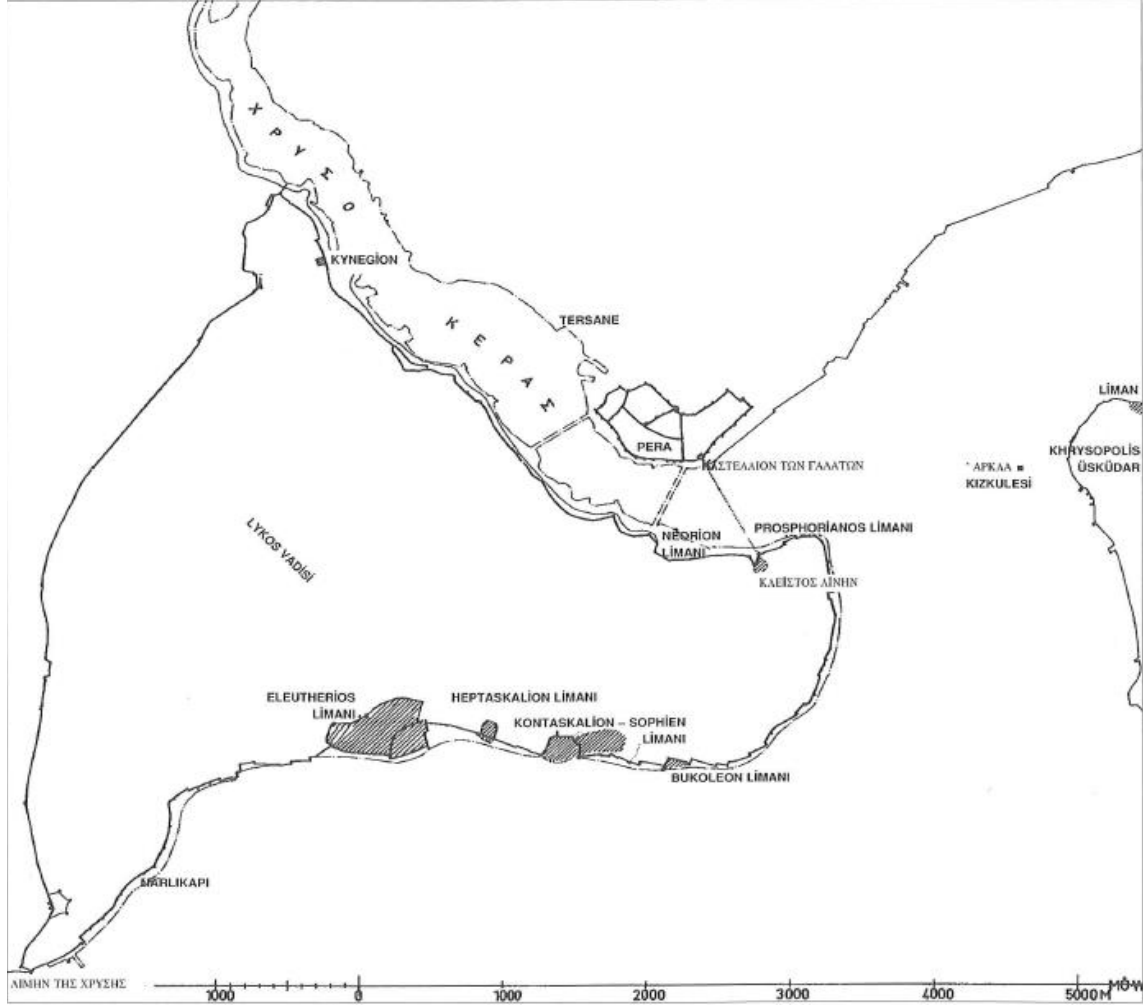
Tarihi Yarımada'nın Hipodrom bölgesinde ortaya çıkarılmış olan buluntulara göre burada Geç Kalkolitik Dönem başlarına (MÖ 4500-4000) dayanan bir erken yerleşme olduğu söz konusudur (Dönmez, 2017).

Marmaray Projesi kapsamında arkeolojik kazıların yapıldığı diğer bir alan Sirkeci Bölgesidir. Bu alanda ortaya çıkarılan kalıntılar, kazının Proosphorianos Limanı içerisinde ve çevresinde yapıldığını göstermiştir. Bölge'nin MÖ 7. yüzyıldan günümüze kadar kesintisiz olarak kullanıldığı belirlenmiştir (Kızıltan, 2014).

Üsküdar'ın farklı noktaları ve Üsküdar Meydanı'nda Marmaray Projesi kapsamında yer alan arkeolojik kazılarda Arkaik dönemden başlayarak Klasik, Helenistik ve Roma dönemlerine ait buluntular, Bizans ve Osmanlı Dönemi'ne ait eserler ortaya çıkarılmıştır. Ele geçen buluntular buranın antik çağlardan bu yana yerleşim yeri olarak kullanıldığını belirlemiştir (Kızıltan, 2014). Yapılan değerlendirmeler sonucunda açığa çıkarılan kültür katmanları ve buluntular, arkeoloji literatüründe sözü geçen Khrysopolis limanı ve kentinin belgeleri olarak kabul edilmiştir (Karagöz, 2007).

Sirkeci, Tarihi Yarımada'nın en önemli noktaları arasında yer almakta olup önemini bugünde korumaktadır. MÖ 7. yüzyıldan bu yana liman olarak kullanılan Sirkeci Bölgesinin 2500 yıllık süreç içerisinde yavaş yavaş dolduğu ve antik limanın yaklaşık 250 m kadar içerde kaldığı tahmin edilmektedir. Bu alanda yürütülen arkeolojik kazılar dört ayrı noktada yürütülmüştür. Bu noktalardan ikisi istasyon girişlerinde yer almakta

olup kuzey giriş Sirkeci Garı'nın güneyinde, güney giriş ise Cağaloğlu'nda Ankara Caddesi üzerinde bulunmaktadır. Diğer iki kazı havalandırma yapıları içerisinde yapılmıştır. Bu havalandırma yapılarının batı shaftı Hocapaşa Camisi



Şekil 3. 4. Limanların dağılımı (Kaynak: Müller-Wiener, W., 2016: 58)

Batı shaft alanı kazılarında (Hocapaşa'daki havalandırma bacası - **HMK**) 19 ve 20. yüzyıl yapılarının altında 16. yüzyıl mavi-beyaz İznik işi çinilerden 19. yüzyıl kullanım eşyalarına kadar çanak çömlek kalıntıları olan dolgu tabakası bu katmanın altında ise 16- 17. yüzyıllara tarihlenen Osmanlı Dönemi mimari tabaka ortaya çıkarılmıştır. Bu mimari tabakanın altında açığa çıkarılan üç evrelî dolgu tabakasında 14-15. yüzyıllara tarihlenen temel kalıntıları, kanallar, künk sıraları, kuyular ve taş ya da sıkıştırılmış toprak döşeme parçaları tespit edilmiştir. Dolgu tabakası ele geçen buluntular, 15-16. yüzyıla ait sırsız, tek sırlı, çok renkli kazıma sırlı parçalar, Milet ve Erken İznik işi mavi-beyaz çeşitli seramik malzemeler bulunmuştur. Osmanlı Dönemi'ne ait 15. yüzyıla tarihlenen mutfak kapları ve çok renkli kazıma seramikleri ile Milet işi

seramik kalıntıları ele geçmiştir. Bu tabakanın altında Bizans Dönemi'ne ait iki farklı mimari tabakası açığa çıkarılmıştır (Kızıltan, 2014).

Kuzey giriş alanındaki kazılarda (Sirkeci İstasyon girişi - **SMK**) üst kotlarda Osmanlı Dönemi kalıntılarının altında Bizans Dönemi'ne ait tabakalar tespit edilmiştir. Bizans Dönemi dolgu tabakasının içerisinde bulunan çanak çömlek buluntularının (çok sayıda üçayak, astarlı, pişirilip sırlanmamış keramik kalıntıları, üçayaklara yapışık durumda astarlı ya da sırlı atölye artıkları, seramik cürufları, mermer havanlar ve havaneleri) değerlendirilmesi burada seramik üretiminin yapıldığı sonucunu çıkarmaktadır. Yapılan ön incelemeler sonucunda bu atölyenin 13-14. yüzyılda kullanıldığı düşünülmektedir. Yapılan kazılarda Osmanlı Dönemi'ne ait kalıntıların altında Geç, Orta ve Erken Bizans Dönemlerine ait ahşap hatıllı, taş ve tuğla örgülü plan veren mimari kalıntılar ortaya çıkarılmıştır. Liman depolarına ait olduğu düşünülen yapılar Koruma Kurulu kararları doğrultusunda belgelenerek kaldırılmıştır. Bu alandaki kültür dolgusu deniz seviyesinin -26 m altında son bulmuştur (Kızıltan, 2014).

Güney giriş kazılarında (Cağaloğlu İstasyon girişi - **CMK**) yarım ay şeklinde, kaba işçiliğe sahip düzensiz taş ve harç kullanılarak yapılmış duvar ortaya çıkarılmıştır. Birçok evreye sahip olduğu düşünülen yapının 20. yüzyıla ait olduğu saptanmıştır. Ayrıca kazı alanının güneydoğu köşesinde, 20. Yüzyıla ait duvarlar tarafından kesilen, basmakla ulaşılan Osmanlı Dönemi taban kalıntısı ortaya çıkarılmıştır. Doğu tarafında, Bizans kalıntıları kullanılarak yapılmış Osmanlı yapılarına ait düzensiz taş duvar kalıntıları tespit edilmiştir. Bu duvar kalıntılarının batı tarafında Geç Bizans Dönemi'ne ait tonozlu ve tuğla örgülü iki adet yapı bulunmuştur. İç kısımlarındaki sıva kalıntılara dayanılarak bu yapıların su deposu olduğu tahmin edilmiştir. 2012 yılına kadar sürdürülmüş olan bu kazı alanında, Geç Osmanlı Dönemi yapı kalıntılarının altında Orta Bizans Dönemi'ne ait bir yapının temel kalıntıları ile alanın eğimli olan doğal taş zemini üzerinde yapılmış destek duvarları ortaya çıkarılmıştır. Geç dönem yapısının inşasında oldukça hasar gören kalıntının bir kısmı ilgili Koruma Kurulu Kararları ile yerinde korunması kararlaştırılmıştır. Alandaki diğer yapı kalıntıları ise belgelenerek kaldırılmıştır (Kızıltan, 2014).

Doğu şaft alanı kazılarında (Sirkeci Garı'nın güneyindeki havalandırma bacası - **BMK**) kültür dolgusu -13 ve -15 m.ye kadar inmiştir. Kazılarda ele geçen buluntulardan buranın MÖ 7. yüzyıldan günümüze kadar bir tarihlleme gösterdiği saptanmıştır. Bu buluntular, Byzantion'nun özellikle MÖ 5. ve 1. yüzyılları arasında Tasos, Rodos, Sakız ve Kos adaları ile Knidos, Sinop ve Karadeniz Ereğlisi ile olan ticari ilişkileri göstermesi

açısından oldukça önemlidir. Alanda Osmanlı Dönemi'ne ait iki mimari tabakanın altında, MS 5-7. yüzyıllara tarihlendirilen Bizans Dönemi'ne ait bir yapının kalıntıları açığa çıkarılmıştır. Bu yapının kalıntıları ilgili Koruma Kurulu kararları ile proje alanında yeniden konumlandırılmak üzere kaldırılmıştır. Kaldırılan bu Bizans yapısının altında rihtim taşları kuzey girişte bulunan liman alt yapısı olabilecek keson kalıntısı ile bazı gemi aksamıyla ilgili buluntular ele geçmiştir. Bu buluntular, Müze tarafından yürütülen kazıların, Sirkeci Bölgesi'nde özellikle Sepetçiler Kasrı'nın güneyinde bulunduğu tahmin edilen Proosphorianos Limanı içi ve çevresinde yapıldığını göstermektedir (Kızıltan, 2014).

Marmaray projesi kurtarma kazılarında ortaya çıkarılan ahşap örnekleri üzerinde yapılan dendrokronolojik araştırmalarda, en eskiye giden tarih, 2010 yılında Sirkeci tren İstasyonu yakınlarında yapılan sondajdan -3 m kotundan elde edilmiştir. Elde edilen yaşın MS 51- 364 arasına tarihlendiği belirtilmiştir. Devam etmekte olan kazılarda, 2011 yılında bu kotun 6 m altına inildiğinde, -9 m kotunda (bugünkü deniz seviyesinden) Roma dönemine ait olduğu düşünülen duvar kalıntıları ortaya çıkarılmıştır. Bu duvar kalıntıları -3 m kotundan çıkarılmış olan malzemelere göre daha erken döneme aittir. Duvarda iki sıra hatıl boşluğu gözlenmiştir. Duvar örgüsünün alt sırasında en az 5 sıra meşe hatılının uçları belli olmaktadır. Kuniholm ve ark. tarafından, daha sonra başka yere konumlandırılmak üzere kaldırılan duvar kalıntıları içerisindeki meşe hatıllar incelenmek üzere alındığı belirtilmiştir (Kuniholm ve diğ. 2014).

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Tarihi yapı ve kalıntılarına ait malzemelerin karakteristik özelliklerini belirleyen fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri ile morfolojik yapılarını, üretim teknolojilerini, dönemlerini, bozulma durumları ile buna yol açan etkenleri açığa çıkarmak amacıyla çeşitli basit ve ileri analiz çalışmaları yürütülmektedir (Güleç, 1992).

Eski harçların fiziksel, kimyasal, mineralojik ve mikrostrüktürel karakterizasyonu; kullanılan malzemeler, yapı teknikleri, olası onarım ve bozunma süreçleri hakkında bilgi sağlayarak kültürel mirasın korunmasında önemli rol oynar (Adriano ve diğ., 2008).

Bu tür çalışmaların kapsamı ulaşılmak istenen bilgilere ve yapılacak uygulamalara göre değişebilmektedir. Deneysel çalışmalara başlamadan önce zorunlu olan ön araştırmada, eserin ve alınacak malzemelerin görsel analizi, ilgili dokümanların incelenmesi ve daha önce yapılmış çalışmaların değerlendirilmesi yapılarak elde edilen bilgiler kullanılır hale getirilmelidir (Güleç, 1992).

Deneysel çalışmalarda doğru metodolojik yöntemi belirleyebilmek için öncelikle yapının ya da kalıntının mevcut durumu çevresiyle birlikte ele alınıp dikkatlice incelenerek belgelenmelidir. Laboratuvarda ya da alanda uygulanabilecek deneysel çalışmalara geçmeden önce yapı ya da kalıntılarının bir ön araştırması yapılmalıdır. Yapılacak araştırmanın amacına ve yapılan ön araştırmalara bağlı olarak çalışmanın sınırları belirlenerek sürecin bütününe kapsayacak şekilde deney tasarım şeması oluşturulmalıdır. Bu şema, süreci yönetmede hata riskini aza indirmekle birlikte projenin yürütülmesinde kolaylık sağlayacaktır. Ancak, gerekli hallerde bu deney plan şemasına ilave analiz ya da çalışmalar eklenebilir.

Farklı bölgelerdeki tarihi yapı ve kalıntıların harç - sıvaları üzerinde yapılmış araştırma sonuçları, dönemsel olarak sistematik şekilde işlenip bir veri bankası oluşturulduğunda, bu malzemeler yapıların inşa tarihleri ile dönem ekleri ya da onarımlarının saptanmasında belirleyici elemanlar olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada incelenmiş olan örneklerin aynı alandan farklı kültür katmanlarına ait olması, dönemler arası harç-sıva üretim teknolojisinin nasıl geliştiğini ortaya çıkarmakla birlikte araştırma sonuçları sonrasında yapılacak benzer çalışmalara da referans olacaktır.

4.1. Çalışmanın Kısıtlılıkları

Tarihi yapı malzemeleri karakterizasyon çalışmaları, yapı ya da kalıntılarının mevcut durum değerlendirmesi ve örnek alınımından deney sonuçlarının yorumlanmasına kadar dikkatlice yürütülmesi gereken bütüncül bir süreç gerektirir.

Tez kapsamında çalışılmış olan örneklerin büyük bir kısmının müze tarafından kurtarma kazılarındaki farklı kültür katmanlarından alınmış olması bazı kısıtlılıkları da beraberinde getirmiştir. Örneklerin farklı kültür katmanlarına ait olması, dönemler arası harç/sıva üretim teknolojisi farkını belirlemede bir fırsat sunarken, kalıntıların alandaki durumlarının incelenememesi, sonuç değerlendirmelerini ve yorumlanmalarını mevcut örneklerle bağlı kılmıştır. Bir kısım örnek, miktar ve nitelik bakımından yetersiz kaldığından bazı deneyler bu örnekler üzerinde yürütülememiştir.

Proje imkanları sınırlılığından dolayı yürütülmesi gerekli bazı ileri analizler (HPLC vb) ile deneysel çalışmalar sonucunda tespit edilen oranlara bağlı olarak harç/sıvaların yeniden üretimlerinin yapılması ve test edilmesi bir sonraki aşamaya bırakılmıştır.

4.2. Sirkeci Bölgesi Kurtarma Kazılarına Ait Harç ve Sıva Analizleri

Sirkeci Bölgesi, Tarihi Yarımada'nın en önemli noktaları arasında yer almakta olup önemini bugünde korumaktadır. MÖ 7. yüzyıldan bu yana liman olarak kullanılan Sirkeci Bölgesi'nin 2500 yıllık süreç içerisinde yavaş yavaş dolduğu ve antik limanın yaklaşık 250 m kadar içerde kaldığı tahmin edilmektedir. Bu bölgede 4 ayrı alanda kurtarmalı amaçlı arkeolojik kazılar yürütülmüştür. Bu noktalardan ikisi istasyon girişlerinde yer almakta olup kuzey giriş (SMK) Sirkeci Garı'nın güneyinde, güney giriş (CMK) ise Cağaloğlu'nda Ankara Caddesi üzerinde bulunmaktadır. Diğer iki kazı havalandırma yapıları içerisinde yapılmıştır. Bu havalandırma yapılarının batı şaftı (HMK) Hocapaşa Camisi yanında, doğu şaftı (BMK) ise Sirkeci Garı'nın arka tarafında yer almaktadır (Kızıltan, 2014).

Bu çalışma, Marmaray projesi kapsamında, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından Sirkeci bölgesinde yürütülmüş olan kurtarma kazılarına ait harç ve sıva örnekleri üzerinde yürütülmüştür. BMK kazı alanında ortaya çıkarılan Erken Bizans Dönemine ait yapı kalıntısından alınmış olan 17 adet örnek haricindeki diğer örnekler İstanbul Arkeoloji Müzesi deposundan temin edilmiştir.

HMK kazı alanından 27 adet (katmanları ile birlikte 33 harç ve 3 sıva örneği), CMK kazı alanından 14 adet (katmanları ile 19 harç ve 3 sıva örneği), BMK kazı alanından 22 adet (20 harç ve 2 sıva örneği) ile SMK kazı alanından 13 adet harç örneği olmak üzere toplam 76 adet (katmanları ile birlikte 93 adet) harç-sıva örneği üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır. Örneklerin alınmış olduğu yerler ait oldukları kültür katmanlarının planları üzerinde belirtilmiştir (EK: 6; Tablo 15). BMK kazı alanındaki Erken Bizans Dönemi kültür katmanı hariç, örneklerin alınmış olduğu alanların ve kalıntıların yerinde genel bir durum değerlendirmesi yapılamamıştır. Tez çalışması, mevcut örneklerin analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve literatür araştırmalarında elde edilen bilgilerin değerlendirilmesine bağlı olarak yapılmıştır.

4.3. Yapılmış Analizlerin Tanımlanması ve Sonuçları

Tez kapsamında çalışılmış olan örneklerin bir kısmı tarafımızca alınmış olup diğer bir kısmı (büyük çoğunluğu) İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından farklı tarihlerde kurtarma kazılarından alınarak depoya kaldırılmış olan örneklerden seçilmiştir. Müzedeki bütün örnekler öncelikle görsel olarak değerlendirilerek gruplandırılmış ve fotoğrafla belgelenmiştir. Daha sonra bu grupları temsilen (münferit örnekler hariç), örneklerin bütünü temsil edecek nitelikte örnekler müze kontrolünde seçilerek alınmış ve yeniden numaralandırılmıştır. Tarafımızca alınan örnekler ise BMK kazı alanından Erken Bizans Dönemine ait yapı kalıntısından (5-7. yüzyıllar arasına tarihlendirilmiş) 2010 yılında Doç. Dr. Ahmet Güleç danışmanlığında alınmıştır.

Örnekler alınırken ve alındıktan sonra mevcut durumları görsel olarak değerlendirilerek detaylı şekilde tanımlanarak fotoğrafla belgelenmiştir.

Görsel analizleri yapılan örneklerin durumları değerlendirilerek yürütülecek olan deneylerin plan şeması tasarlanmıştır (Şekil 4.1).

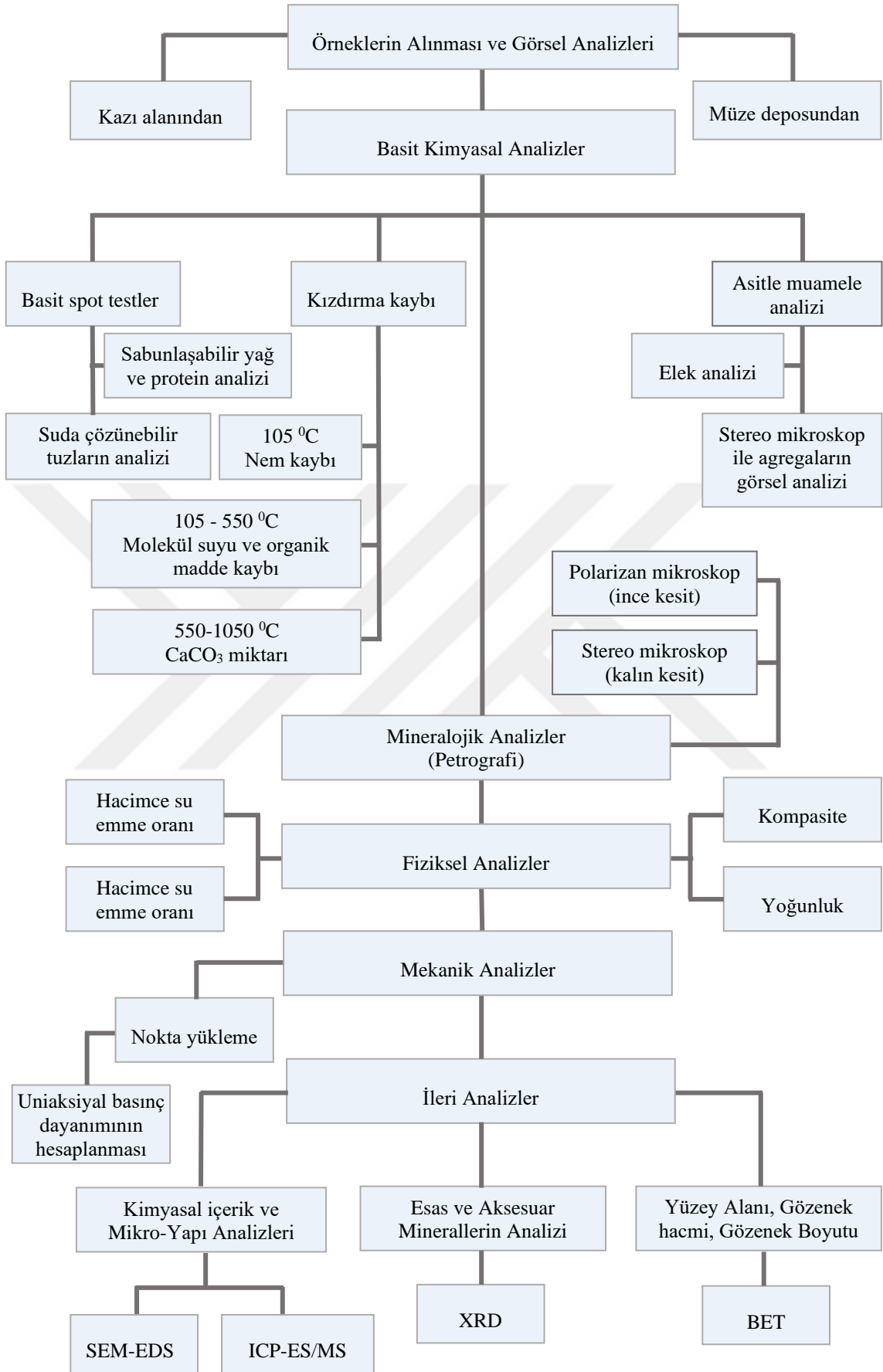
Basit spot testlerle, örneklerin içeriğinde bulunabilecek suda çözünebilir tuzların nitelikleri (klorür-Cl⁻, sülfat-SO₄⁼, nitrat- NO₃⁻ ve karbonat-CO₃⁼) ve miktarları ile birlikte yağ ve protein varlığı kalitatif ve yarı kantitatif olarak araştırılmıştır. Kızdırma kaybı ve asitle muamele basit kimyasal analizleri yapılmış örneğin asitle reaksiyona girmeyen dolgu ve katkı maddelerinin boyut dağılımı elek analiziyle, miktarları ise hassas terazi kullanılarak belirlenmiştir. Asitle reaksiyon vermeyen dolgu ve katkı maddeleri stereo mikroskopla incelenmiş ve görsel olarak nitelikleri belirlenerek tanımlanmıştır. Bu analizlere paralel olarak yürütülmüş mineralojik analizlerle, örneklerin kalın ve ince

kesiti stereo ve polarizan mikroskopla incelenerek petrografik değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçları birlikte değerlendirilerek örneklerin bağlayıcı, dolgu (agrega <8 mm ve çakıl >8 mm) ve katkı maddelerinin nitelikleri ile birlikte yaklaşık oranları ve agrega boyut dağılımları tespit edilmiştir.

Miktar/boyut ve nitelik olarak uygun olan örneklerin fiziksel analizleri Arşimet terazisi ile mekanik özellikleri ise nokta yük deneyi ile yapılan ölçümler sonunda hesaplanmıştır.

Örneklerin basit deney sonuç değerlendirmelerine bağlı olarak seçilmiş bir kısım örnek üzerinde ileri teknik analizler yürütölmüştür. SEM-EDS analizi ile örneklerin bağlayıcı ve dolgu-katkı maddelerinin niteliği ve kimyasal bileşim oranları noktasal ve alansal olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, örneklerin mikrostrüktürel özellikleri detaylı şekilde görüntölenerek incelenmiş, bir kısım örnek üzerinde mapping yapılmıştır. XRD analizi ile örneklerin içerindeki temel minerallerinin tespiti yanında aksesuar mineralleri ve araştırılmıştır. ICP-ES/MS analizi ile örneklerin ppm ve % olarak kimyasal içeriği tespit edilmiştir.

Basit ve ileri analiz teknikleri kullanılarak elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile örnekler, bağlayıcı nitelikleri ve oranları ile dolgu (agrega ve çakıl) tipi ve niteliği ile boyutlarına göre gruplandırılmıştır. Grupların sonuçlarına bağlı olarak kesilerek kaldırılan yapı kalıntılarının yapılabilecek onarımları için özünü ile uyum sağlayacak benzerlikte onarım harcı önerileri sunulmuştur.



Şekil 4. 1. Deney Plan Şeması

4.3.1. Örnek alma

Eski eserlerin malzeme analizlerinde örnek alımı temel basamaktır. Alınacak olan örnekler yapının bütünü (farklı dönem onarımlarını içerecek şekilde) temsil edecek nitelik ve miktarda olmalıdır. Ayrıca seçilmiş örnekler yapının sağlam kısımlarının karakteristiğinin belirlenmesi yanında yapının içinde bulunduğu durumu ve bu duruma yol açan etkenleri açığa çıkarabilecek nitelikte olmalıdır.

Örnekler alınırken;

- Yapının bütün dönemlerini temsil etmesine,
- Yapının temel, duvar ve kubbe gibi farklı yerlerinden alınmasına,
- Aynı yerin farklı seviyeleri ile
- İç ve dış yüzeylerden alınmasına ve alınan örneklerin kütle halinde olmasına

dikkat edilmelidir. Alınmış olan örnekler numune poşetlerine konularak laboratuvar analiz çalışmaları başlayıncaya kadar mevcut durumları korunmalıdır (Güleç, 1991).

Çalışılmış olan örnekler BMK alanındaki Erken Dönem Bizans Kültür katmanı dışındaki diğer örnekler Müzenin kurtarma kazıları sırasında almış olduğu örneklerden seçilmiştir. Müze deposundan örnekler seçilmeden önce bütün örnekler fotoğrafları çekilip değerlendirilerek görsel olarak gruplandırılmıştır. Alınan örneklerin bütünü temsil etmesine ve mümkün olduğu kadar yeterli miktarda olmasına dikkat edilmiştir.

Ancak çok sayıdaki örneğin münferit nitelikte olanları daha sonra değerlendirilmek üzere belgelendirilerek depoda bırakılmıştır. Seçilmiş örneklerin bir miktarı daha sonra gelişen bilimsel gelişmelere bağlı olarak yapılabilecek çalışmalarda kullanılabilmesi için müze deposunda bırakılmıştır.

Alınmış olan örneklerin bir kısmı dağınık ve az olup bazı deneysel çalışmalar için (fiziksel ve mekanik) yeterli miktar ve nitelikte olmamıştır. Örneklerin yerleri farklı kültür katmanlarına ait planlar üzerinde belirtilmiştir (EK: 6).

4.3.2. Görsel analiz ve tanımlama

Laboratuvarda analiz çalışmalarına başlamadan önce harç ve sıva örneklerinin genel durumu, katmanları, dayanıklılığı (sağlamlığı), dokusu, rengi, lifsel ya da başka nitelikte görünür organik katkı varlığı, dolgu olarak kullanılan agregaların tipi, rengi, boyutu ve yaklaşık miktarları görsel olarak incelenmiş ve tanımlamaları yapılmıştır. Tanımlamaları yapılmış olan örneklerin alt, üst yüzeyleri ve kesit görüntüleri ölçek kullanılarak fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 4.2 - 4.78).

4.3.2.1. Batı Şaft (Hocapaşa Mahallesi/HMK) kurtarma kazısı

HMK kurtarma kazısı alanından alınmış olan harç örnekleri farklı kültür katmanlarına aittir. Bu alandaki yapı kalıntılarına ait harç ve sıva örnekleri, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından farklı tarihlerde alınarak depoya kaldırılmış olan örnekler içerisinde bütünü temsil edecek şekilde seçilerek alınmıştır.

HMK alanına ait, 25 adet harç/ katmanları ile birlikte 33 adet ve 2 adet sıva/ katmanları ile birlikte 3 adet olmak üzere toplam 36 adet harç-sıva örneği üzerinde genel analizler yürütülmüştür.

Örnek 1. F/4 plan karesinden alınmış, 20 analiz no.lu olan pembe renkli, 4 cm'ye kadar değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir. Yapılan görsel incelemede örneğin içeriğinde, azı 8-10 mm olmak üzere 6 mm elek altı, çeşitli renkte (sarı, koyu ve açık kırmızı) tuğla kırığı, yaklaşık 6 mm boyuta kadar az miktarda beyaz parçacık, tek tek siyah cüruf parçacığı ve 1 adet yaklaşık 4x3 cm boyutlarında iri taş çakılı bulunmaktadır.



Şekil 4. 2. HMK Örnek 1, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 2. 2006 yılında, su deposu içerisinde alınmış olan 33 analiz no.lu sıva örneği 3 tabakalıdır. Örneğin orta ve alt tabakası eşzamanlı yapılmamış olmakla birlikte yakın dönem üretimleridir. Kirlilik miktarındaki alt tabaka daha önceki bir döneme ait olduğu düşünülmektedir.

Örnek 2a. 3 tabakalı sıva örneğinin kirlilik miktarında olan alt tabakası açık pembe renkli ve tuğla kırığı katkılıdır. Bu katmanın miktarı deneysel çalışmalar için yeterli değildir.

Örnek 2b. 3 tabakalı sıva örneğinin orta tabakasıdır. Örnek 2b, krem gri renkli, içeriğinde tek tükü 3 mm olmak üzere 2 mm boyuta kadar agregaları görülebilen, 4 mm'den 8 mm'ye kadar değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki sıva örneğidir. Örneğin üst yüzeyinde, örnek 2c yüzeyindeki izolasyon/boya tabakası ile benzer nitelikte bir katman mevcuttur. Ancak bazı yerlerde bu tabaka gözlenmemektedir.

Örnek 2c. 3 tabakalı sıva örneğinin üst tabakasıdır. Örnek 2c, açık gri renkli, içeriğinde çeşitli renklerde, tek tük 2 mm elek altı olmak üzere 1 mm boyuta kadar agregaları görülebilen, 4 mm'den 10 mm'ye kadar değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki sıva örneğidir. Örneğin üst yüzeyinde yaklaşık 700 μ kalınlığında izolasyon/boya nitelikli bir tabaka bulunmaktadır.



Şekil 4. 3. HMK Örnek 2 ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 3. 04.08.2006 tarihinde E/4,5 plan karesi, 12.20 m kotundan alınmış, 10 analiz no.lu, ıslaklık ve yüzeyinde biriken toprak kalıntısından dolayı kahverengi görünen, pembe renkli, içeriğinde 4 mm boyuta kadar tuğla kırığı, tek tük beyaz renkli parçacık, az siyah cüruf parçacığı bulunan, 7 mm.den 13 mm.ye kadar değişen kalınlıkta, zayıf yapıdaki sarnıç sıvasıdır. Sıva örneğinin üst yüzeyinde yaklaşık 200 μ 'dan 1,5 mm.ye kadar değişen kalınlıkta, yüzeyi siyah renkte kirlenmiş olan beyaz renkli, badana nitelikli bir tabaka mevcuttur.



Şekil 4. 4. HMK Örnek 3, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 4. 01.08.2006 tarihinde, 11.80 m kotundan alınmış 3 analiz no.lu, gri renkli, içeriğinde 10 mm boyuta kadar agregaları yanında 6 mm boyuta kadar beyaz renkli parçacıklar ile 3x6 cm ebatında ahşap kalıntısı bulunan, oldukça sağlam yapıdaki kaba harç örneğidir.



Şekil 4. 5. HMK Örnek 4, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 5. F/4 plan karesi, 11.40 m kotundan alınmış, 22 analiz no.lu grimsi pembe renkli, içeriğinde 1 adedi 10x15 mm olmak üzere 5 mm boyuta kadar tuğla kırığı, 2 adet 8 mm ve 10x15 mm boyutlarında taş kırığı, bol miktarda 6 mm boyuta kadar beyaz renkli parçacık ile az miktarda siyah parçacık bulunan sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 6. HMK Örnek 5, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 6. 10 no.lu duvar, 12.90 m kotundan alınmış 24 analiz no.lu, gri renkli, içeriğinde 2 adet 2,5x3 cm taş kırığı ve 6x4 cm boyutlarında taş parçası dışında tek tük kavkı, az siyah cüruf parçacığı ve bol miktarda 6 mm boyuta kadar beyaz renkli parçacık bulunan nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir. İçerisindeki büyük boyutlu taş kırıklarından dolayı örneğin moloz harcı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 7. HMK Örnek 6, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 7. 12.40 m kotundan alınmış olan 9 analiz no.lu, grimsi toprak renkli, içeriğinde az miktarda siyah cüruf parçacığı, 1 adedi 15 mm olmak üzere 6 mm boyuta kadar beyaz renkli parçacıklar ile 3x4 cm ve 1,5 x 2 cm boyutlarında iki adet taş kırığı olmak üzere 4 mm boyuta kadar agregaları görülebilen nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir. Örneğin içeriğinde 1 adet çark izleri görülebilen siyah renkli keramik kırığı ve 5 cm uzunluğunda metal çivi mevcuttur.



Şekil 4. 8. HMK Örnek 7, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 8. 2006 tarihinde, E/4,5 plan karesi, 12.05 m kotundan alınmış 12 analiz no.lu, grimsi toprak renkli, içeriğinde 2 adet 3,5x 4 cm ve 5x4 cm boyutlarında tuğla kırığı, tek tük deniz kabuğu, az miktarda siyah cüruf parçacığı, 5 mm boyuta kadar az miktarda beyaz renkli parçacıklar bulunan zayıf yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 9. HMK Örnek 8, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 9. 2007 tarihinde, C-D/ 2-3 plan karesi, 5.03 m kotundan alınmış 281 analiz no.lu, pembe renkli, içeriğinde çeşitli renkte azı 1,5 cm olmak üzere 10 mm boyuta kadar bol miktarda tuğla kırığı bulunan, 4-5 cm arasında değişen kalınlıkta, yüzeyi kirli olan oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 10. HMK Örnek 9, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 10. 25.07.2007 tarihinde, E-D/2 plan karesi 39 no.lu kanal, 4.76 m kotundan alınmış 287 analiz no.lu, kahvems pembe renkli, içeriğinde 6 mm boyuta kadar tuğla kırığı, çok az miktarda 1 m boyuta kadar beyaz renkli parçacıklar ile az miktarda siyah cüruv parçacığı bulunana yüzeyi kirli nispeten sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 11. HMK Örnek 10, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 11. 21.07.2007 tarihinde, E-F/2-3 plan karesi, 47 no.lu duvar altı, 4.48 m kotundan alınmış, 268 analiz no.lu pembemsi beyaz renkli, içeriğinde 1 adet 1,5x2,5 cm olmak üzere tek tük miktarda 15 mm boyuta kadar taş kırığı, 6 mm boyuta kadar tuğla kırığı ve tek tük kırıntı bulunan oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 12. HMK Örnek 11, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 12. 25.07.2007 tarihinde, C/2 plan karesi, 44 no.lu kanalın doğusu, 4.95 m kotundan alınmış, 293 analiz no.lu sarımsı krem renkli, içeriğinde 1 adet 8 mm boyuta kadar yuvarlak çakıl ile 4 mm boyuta kadar agregaları yanında tek tük siyah cüruf parçacığı bulunan yüzeyi kirli, nispeten sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 13. HMK Örnek 12, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 13. 25.07.2007 tarihinde, C/4, 52 no.lu duvar, 5.14 m kotundan alınmış, 274 analiz no.lu pembemsi beyaz renkli, içeriğinde 1 adeti 2x3,5 cm, azı 15 mm olmak üzere 8 mm elek altı olmak üzere tuğla kırığı yanında az miktarda beyaz renkli parçacık ve siyah cüruf parçacığı bulunan oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 14. HMK Örnek 13, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 14. 25.07.2007 tarihinde, E/3-4 plan karesi, 45 no.lu kanal 4.69 m kotundan alınmış, 339 analiz no.lu pembe renkli, içeriğinde 1 adet 10x15 mm yuvarlak çakıl ile tek tek 10 mm olmak üzere 4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı yanında az miktarda beyaz renkli parçacık bulunan 4 ile 5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 15. HMK Örnek 14, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 15. 2007 yılında, B-C/2 plan karesi, 8 no.lu tuğla döşeme, 4.73 m kotundan alınmış, 272 analiz no.lu pembemsi krem renkli, içeriğinde 15 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ile az miktarda 5 mm boyuta kadar kum agregaları görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 16. HMK Örnek 15, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 16. 2007 yılında, alınmış 77 analiz no.lu pembemsi krem renkli, içeriğinde tek tükü 15 mm boyuta kadar az miktarda tuğla/keramik kırığı ve azı 6-10 mm boyuta kadar olmak üzere 5 mm elek altı kum agregaları yanında az miktarda siyah cüruf görülebilen, yüzeyinde kirlilik bulunan oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 17. HMK Örnek 16, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 17. HMK alanından alınmış 73 analiz no.lu pembemsi krem renkli, içeriğinde az miktarda 12 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı yanında 1 adet 8 mm boyutunda pembe granit parçacığı, tek tükü 5 mm boyuta kadar olmak üzere 2 mm elek altı kum agregaları ile az miktarda siyah cüruf parçacığı ve 3 mm boyuta kadar beyaz renkli parçacıklar görülebilen, ortalama 2-2,5 cm kalınlığında oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



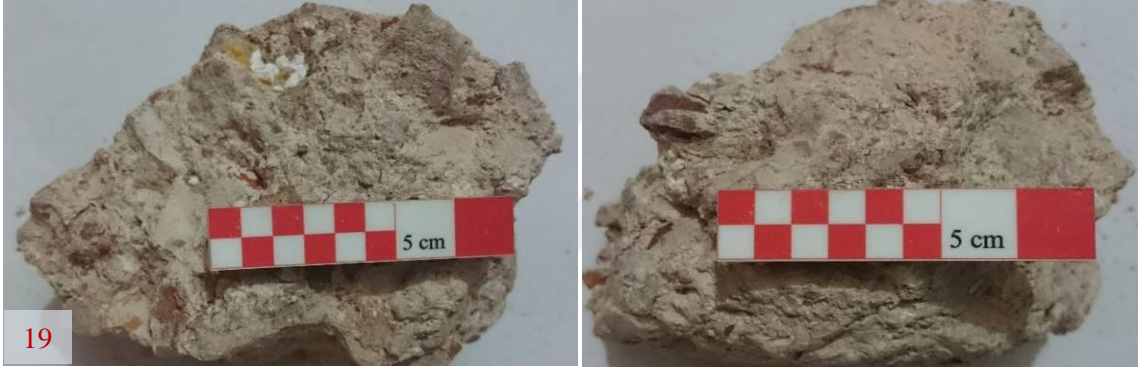
Şekil 4. 18. HMK Örnek 17, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 18. 2007 yılında, C/3 plan karesi, 5.75 m kotundan alınmış olan 211 analiz no.lu açık pembe renkli, içeriğinde tek tükü 15 mm.ye kadar, azı 6-10 mm boyutları arasında olmak üzere 5 mm elek altı agregaları görülebilen nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 19. HMK Örnek 18, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 19. 07.08.2007 tarihinde, C-D/ 3-4 plan karesi, 62 no.lu duvar, 4.00 m kotundan alınmış, 360 analiz no.lu açık pembe renkli, içeriğinde bir kısmı 6-20 mm boyutları arasında olmak üzere 6 mm elek altı tuğla kırığı ve az miktarda beyaz renkli parçacıkları görülebilen, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 20. HMK Örnek 19, ham örnek genel görüntüsü

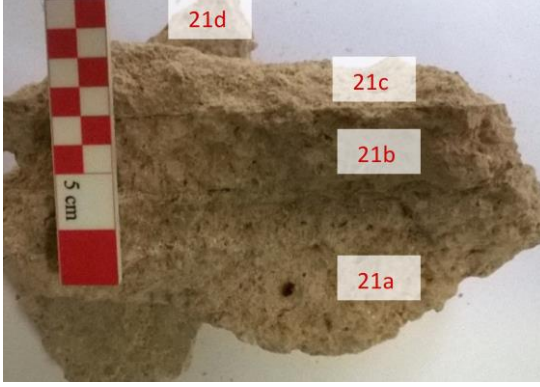
Örnek 20. 13.08.2007 tarihinde, D-E/5-6 plan karesi, 9 no.lu tuğla döşeme, 4.60 m kotundan alınmış, 376 analiz no.lu krem renkli, içeriğinde 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı, az miktarda siyah cüruf parçacığı ile beyaz renkli parçacıkları yanında az miktarda 6-10 mm boyutları arasında yuvarlak çakıl ve tuğla/keramik kırığı görülebilen 4 cm.ye kadar değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 21. HMK Örnek 20, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 21. F/2 plan karesi, 13

no.lu mekandan alınmış olan 146 analiz no.lu,



4 katmanlı harç örneğidir.

Örneğin tabakaları arasında kirlilik mevcut olmakla birlikte tabaka arası fazları iyidir. Tabakaların üst yüzeyleri mala perdahlı olup üzerlerinde kirlilik mevcuttur.



Şekil 4. 22. HMK Örnek 21, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 21a. 21 no.lu örneğin en alt tabakası olan örnek, pembe renkli, içeriğinde tek tükü 6 mm elek altı olmak üzere 4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları yanında tek tük beyaz parçacıklar (kireç topakları), tek tük taş kırığı, az miktarda siyah cüruf parçacığı görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir. Örneğin kalınlığı, alt kısmında dökülmeler mevcut olduğundan tam olarak belirlenememekle birlikte yaklaşık 4 cm'dir.

Örnek 21b. 21 no.lu örneğin alttan 2. tabakasıdır. Örnek 21a'ya göre daha koyu pembe renkli, içeriğinde 1 adeti 8 mm altı, tek tükü 6 mm.ye kadar olmak üzere 4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı yanında çok az miktarda siyah cüruf parçacığı görülebilen 12-18 mm arasında değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 21c. 21 no.lu örneğin alttan 3. tabakasıdır. Diğer tabakalara göre daha açık pembe renkli, içeriğinde 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığı agregaları yanında bol miktarda beyaz parçacıklar (kireç topakları) ile az miktarda siyah cüruf parçacıkları görülebilen diğer tabakalara göre nispeten daha zayıf yapıdaki harç örneğidir. Örneğin kalınlığı, üst yüzeyindeki tabakadan ayrılmış olmasından ve yüzeyindeki dökülmelerden dolayı belirlenememiştir.

Örnek 21d. 21 no.lu örneğin en üst tabakası, pembe renkli, içeriğinde 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığı agregaları yanında, az miktarda beyaz renkli parçacıklar ile tek tük siyah cüruf parçacığı görülebilen, 7-9 mm arasında değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 22. A/3 plan karesi, 43 no.lu duvardan alınmış olan, 145 analiz no.lu pembe renkli, içeriğinde 1 adedi 7 mm olmak üzere 4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları yanında az miktarda beyaz renkli kireç topakları görülebilen, 1 cm.den 3,5 cm.ye kadar değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğidir. Örneğin mala perdahlı olan üst yüzeyinde is ve kirlilik birikintisi mevcuttur.



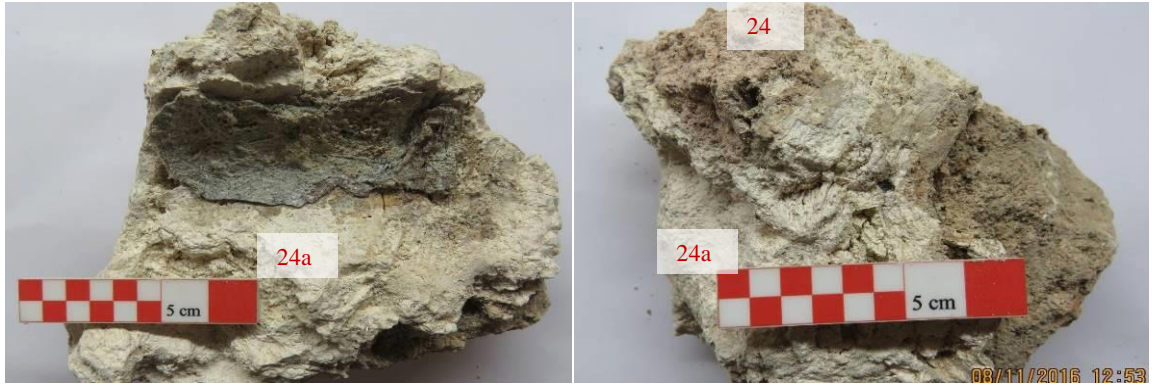
Şekil 4. 23. HMK Örnek 22, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 23. EF/2 plan karesi, 38 no.lu duvardan alınmış, 158 analiz no.lu pembemsi krem renkli, içeriğinde 1 adedi 15 mm olmak üzere 7 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ve kum agregaları yanında bol miktarda kavkı (deniz kabuklusu) görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen zayıf yapıdaki harç örneğidir. Örneğin bir kısmında yoğun is birikintisi mevcuttur.



Şekil 4. 24. HMK Örnek 23, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 24. A/3 plan karesi, 43 no.lu duvardan alınmış olan 150 analiz no.lu, iki tabakalı harç örneğidir.



Şekil 4. 25. HMK Örnek 24, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 24a. 24 no.lu örneğin **alt** tabakası olan örnek krem beyaz renkli, içeriğinde az miktarda krem renkli taş kırığı görülebilen sağlam yapıda harç örneğidir. Örneğin alt kısmında 7x5 cm boyutunda tuğla kırığı parçası bulunmaktadır. İç kısmında kalker kabuk oluşumu mevcut olan örneğin formundan harcın künk benzeri silindir formu bir malzemenin etrafından alındığı düşünülmektedir.

Örnek 24b. 24 no.lu örneğin çok az miktardaki **üst** tabakası pembe renkli, içeriğinde 3-4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 25. A/3 plan karesinden alınmış olan 159 analiz no.lu harç örneği 2 tabakalıdır.



Aralarındaki yer yer boşluk ve kirlilikten dolayı bu tabakaların eşzamanlı üretilmedikleri düşünülmektedir. Ancak harçların benzer nitelik taşımamasından, bu tabakaların birbirine yakın zaman dilimlerinde üretildikleri anlaşılmaktadır.



Şekil 4. 26. HMK Örnek 25, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 25a. 25 no.lu örneğin **alt** tabakasıdır. Pembe renkli, içeriğinde azı 6- 7 mm boyuta kadar olmak üzere bol miktarda tuğla/keramik kırığı görülebilen, 2-2,5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 25b. 25 no.lu örneğin **üst** tabakasıdır. Alt tabakadan biraz daha koyu pembe renkli, içeriğinde çok az siyah cüruf parçacığı, 4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı görülebilen, üst yüzeyinde kir tabakası bulunan 2-2,5 cm arasında değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 26. 13.06.07 tarihinde, E/2 açması (plan kare), sarnıç yapısına ait tuğla döşeme üstü, 5.70 m kotundan alınmış olan 171 analiz no.lu 2 tabakalı harç örneğidir.

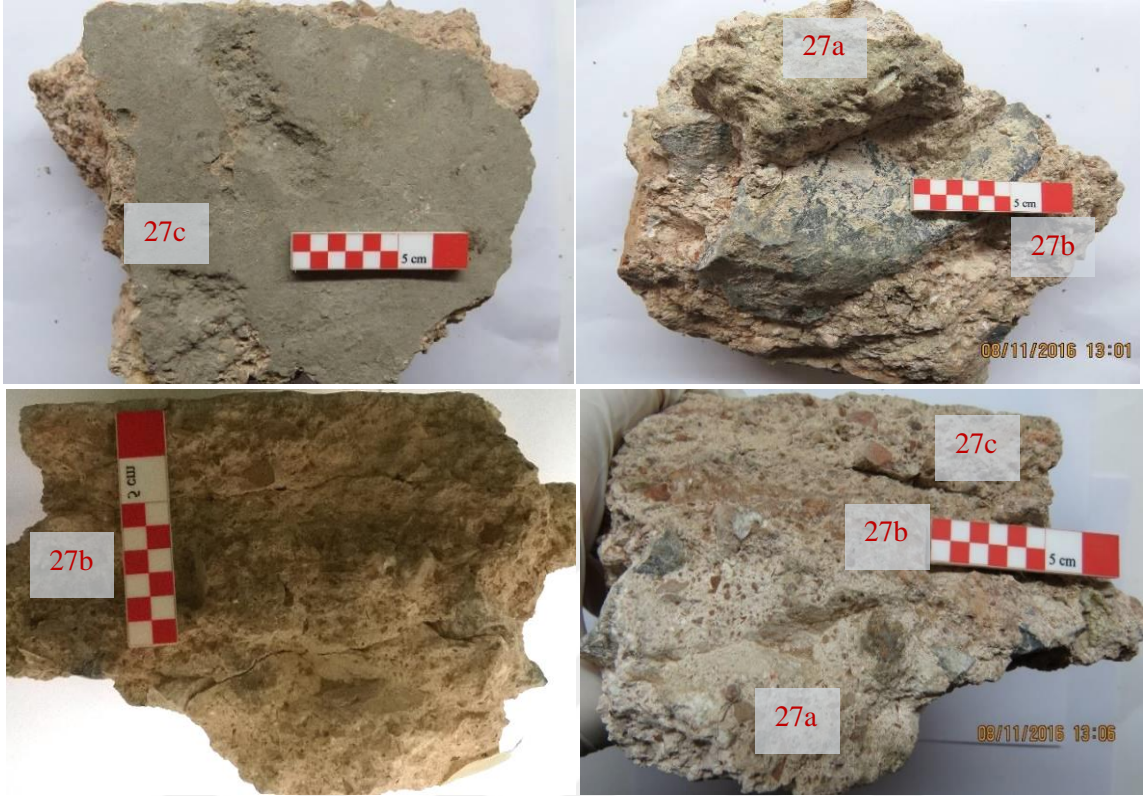


Şekil 4. 27. HMK Örnek 26, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 26a. 26 no.lu örneğin **alt** tabakasıdır. Kırmızımsı pembe renkli, içeriğinde az miktarda 7 mm boyuta kadar gri renkli taş kırıkları, 5 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı, çok az beyaz renkli parçacık ile tek tük siyah cüruf parçacıkları görülebilen, 3 cm'den 4 cm'ye kadar değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 26b. 26 no.lu örneğin **üst** tabakasıdır. Yer yer sarımsılık içermekle birlikte pembe renkli, içeriğinde 4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı görülebilen, 17 mm.den yaklaşık 2 cm.ye kadar değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki harç örneğidir. Örneğin düzgün olan üst yüzeyinde kirlilik birikintisi mevcuttur.

Örnek 27. 13.06.07 tarihinde, D/2 plan karesi, sarnıç yapısının tuğla döşeme üstü, 5.71 m kotundan alınmış, 175 analiz no.lu 3 tabakalı harç örneğidir.



Şekil 4. 28. HMK Örnek 27, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 27a. 27 no.lu örneğin **alt** tabakası, açık pembe renkli, içeriğinde, 1 adedi 5 mm boyuta kadar olmak üzere geneli 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığı yanında 1 adedi 5 mm olmak üzere az miktarda beyaz renkli parçacıkları (kireç kütleleri) görülebilen, ortalama 3,5 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 27b. 27 no.lu örneğin **orta** tabakası, kırmızımsı pembe renkli, içeriğinde tek tük beyaz parçacıklar (kireç kütleleri) ve 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen; 4-4,5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir. Örnek 27a ve 27b tabakaları arasında (27b tabakasına gömülü) yaklaşık 45x55 mm ve 12x15 mm boyutlarında devonyen kalkerli kırıkları mevcuttur.

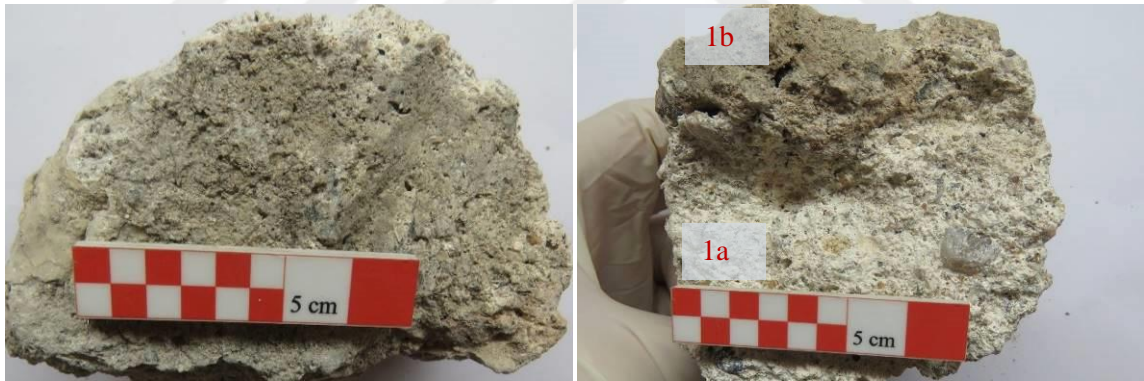
Örnek 27c. 27 no.lu örneğin **üst** tabakası olan örnek yer yer sarımsılık içermekle birlikte pembe renkli, içeriğinde 7 mm elek altı çeşitli renkte tuğla/keramik kırığı, 2 mm.ye kadar tek tük boşlukları bulunan 2-3,5 cm arasında değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki örneğidir. Örneğin mala perdahlı olan üst yüzeyinde kir ve is birikintisi mevcuttur. Örnek boyunca devam eden ve ilk başta başka bir tabaka ayrımı izlenimi uyandıran hattın,

tuğla/keramik agregaların ortasından (ikiye bölünmesi) geçen çatlak olduğu anlaşılmıştır. Bu çatlak içerisinde zamanla kir ve is birikmesi yanında ikincil kristallenme olduğu gözlenmiştir. Bu çatlağın, agregaların ikiye bölünmesi göz önünde bulundurularak deprem kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.3.2.2. Güney giriş (Cağaloğlu İstasyon girişi/CMK) kurtarma kazısı

CMK kurtarma kazısı alanından alınmış olan harç-sıva örnekleri farklı kültür katmanlarına aittir. Bu alandaki yapı kalıntılarına ait harç ve sıva örnekleri, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından farklı tarihlerde alınarak depoya kaldırılmış olan örnekler içerisinde bütünü temsil edecek şekilde seçilerek alınmıştır. **CMK** alanından, 12 adet harç/ katmanları ile birlikte 19 adet ve 2 adet sıva/ katmanları ile birlikte 3 adet olmak üzere toplam 22 adet harç-sıva örneği üzerinde genel analizler yürütülmüştür.

Örnek 1. 12.07.10 tarihinde, C-E/7-1 plan karesi, duvar 22, 18.25 m kotundan alınmış 82 analiz no.lu harç örneği 2 tabakalıdır. Örneğin tabakaları arasında kirlilik bulunmamakta olup bu tabakaların arka arkaya yapıldığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 29. CMK Örnek 1, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 1a. 1 no.lu örneğin **alt** tabakası kahvems pembe renkli, içeriğinde 1 adet 7x24 mm boyutunda mermer kırığı, 1 adeti 3 mm ve azı 2 mm boyuta kadar olmak üzere küçük boyutlu tuğla kırığı ve kum agregaları ile az miktarda siyah cüruf parçacığı görülebilen sağlam yapıda olan çok az miktardaki harç örneğidir.

Örnek 1b. 1 no.lu örneğin **üst** tabakası, krem renkli, içeriğinde azı 8 mm boyuta kadar olmak üzere 3-4 mm boyuta kadar kum agregaları yanında tek tük kavkı ve az miktarda siyah cüruf parçacığı görülebilen, 4-5 cm arasında değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 2. 26.12.09 tarihinde, D-E/7-8 plan karesi, döşeme 5 altı bloğu duvarı, 22.20 m kotundan alınmış, 62 analiz no.lu pembe renkli, içeriğinde 5-6 mm boyuta kadar



tuğla/keramik kırığı ile tek tükü 6 mm.ye kadar olmak üzere yaklaşık %2-3 oranında beyaz renkli parçacık (kireç topakları) görülebilen, 2-3,5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 30. CMK Örnek 2, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 3. 25.12.09 tarihinde, A-B/8 plan karesi, duvar 20 içi, 22.25 m kotundan alınmış olan 58 analiz no.lu, açık pembe krem renkli, içeriğinde tek tükü 4 mm.ye kadar olmak üzere 2 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları ile az miktarda siyah cüruf parçacığı görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 31. CMK Örnek 3, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 4. 16.10.10 tarihinde, D/6 plan karesi, duvar 61, 19.70 m kotundan alınmış 97 analiz no.lu 2 tabakalı harç örneğidir. Tabakalar, aralarında kirlilik olmakla birlikte benzer niteliktedir.



Şekil 4. 32. CMK Örnek 4, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 4a. 4 no.lu örneğin **alt** tabakası daha koyu pembe renkli, içeriğinde 9-10 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları yanında çok az miktarda beyaz renkli parçacıklar görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 4b. 4 no.lu örneğin **üst** tabakası daha açık pembe renkli, içeriğinde 10 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı yanında çok az miktarda beyaz renkli parçacıklar görülebilen sağlam harç yapıdaki örneğidir.

Örnek 5. 15.07.10 tarihinde, C-E/3-4 plan karesi, duvar 42, 18.10 m kotundan alınmış 83 analiz no.lu, 2 tabakalı sıva örneğidir.

Aralarında kirlilik ve boşluk bulunmayan örneğin tabakalarının eşzamanlı yapıldığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 33. CMK Örnek 5, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 5a. 5 no.lu örneğin **alt** tabakası koyu gri renkli, içeriğinde 5 mm boyuta kadar siyah cüruf parçacıkları ve beyaz renkli parçacıklar (kireç topakları) ile tuğla kırığı agregaları görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki sıva örneğidir.

Örnek 5b. 5 no.lu örneğin **üst** tabakası krem renkli, içeriğinde bol miktarda beyaz parçacıklar (kireç topakları) ve siyah cüruf parçacığı yanında 2 mm boyuta kadar kum agregaları görülebilen, üst yüzeyinde badana nitelikli beyaz renkli bir tabaka bulunan, 1,5-2,5 cm arasında değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki sıva örneğidir.

Örnek 6. 18.05.10 tarihinde, D-E/9-10 plan karesi, mekan 1, 18.60 m kotundan alınmış, 74 analiz no.lu, pembe renkli, içeriğinde 3 mm elek altı tuğla/keramik kırığı yanında az



miktarda beyaz parçacıklar (kireç topakları) görülebilen, ortalama 5 cm kalınlığında sağlam yapıdaki sıva örneğidir. 3 mm.ye kadar boşlukları ve yaklaşık 1.5 mm.ye kadar gözenekleri bulunan örneğin mala perdeli olan üst yüzeyinde kirlilik mevcuttur.

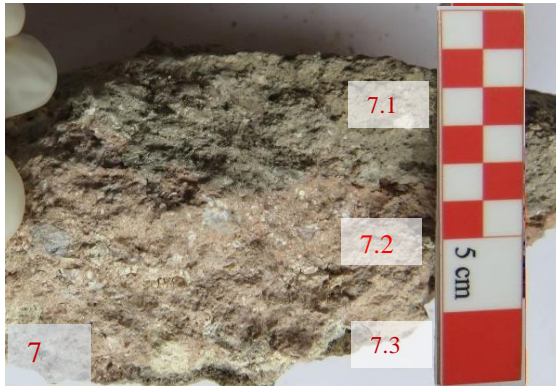


Şekil 4. 34. CMK Örnek 6, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 7. 03.11.10 tarihinde, D/5 plan karesi, 17.10 m kotundan alınmış, 98 analiz no.lu 3 tabakalı taban harcı örneğidir. Örneğin tabakaları arasında kirlilik ya da boşluk gözlenmemiş olup tabakaların aynı dönemde arka arkaya yapıldığı düşünülmektedir. Örneğin alt ve üst tabakası kesin olarak belirlenmemekle birlikte benzer niteliktedir.

Örnek 7.1. 7 no.lu örneğin **üst** olduğu düşünülen tabakası grimsi kül renkli, içeriğinde bol miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda beyaz parçacık (kireç topakları), tek tük

kavkı, 1 adet 12 mm boyutunda grovak kırığı ile 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve 6



mm.ye kadar çeşitli nitelikte agregaları görülebilen, az miktardaki sağlam harç örneğidir. Harcın kalınlığı tam olarak belirlenememekle mevcut örnek 8-15 mm arasında değişen kalınlıktadır.



Şekil 4. 35. CMK Örnek 7, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 7.2. 7 no.lu örneğin **orta** tabakası pembe renkli, içeriğinde az miktarda beyaz parçacıklar (kireç toprakları) yanında 3 mm boyuta kadar tuğla kırığı agregaları görülebilen, 1- 2,3 cm arasında değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 7.3. 7 no.lu örneğin **alt** olduğu düşünülen tabakası, grimsi toprak renkli nispeten zayıf harç örneğidir. Örnek 7.1 ile benzer nitelikte olan harcın kalınlığı tam olarak belirlenememekle birlikte mevcut örnek ortalama 1 cm kalınlığındadır. Az miktarda olan harç örneğinin yüzeyinde toprak birikintisi mevcuttur.

Örnek 8. 11.02.11 tarihinde, D/2 plan karesi, kanal 43, 16.05 m kotundan alınmış, 117 analiz no.lu 2 tabakalı harç örneğidir. Tabakalar arasında kirlilik bulunmamaktadır.



Şekil 4. 36. CMK Örnek 8, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 8a. 8 no.lu örneğin **alt** tabakası pembe renkli, içeriğinde beyaz renkli parçacıklar (kireç topakları) ile 3 mm boyuta kadar siyah cüruf parçacıkları yanında 8 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.

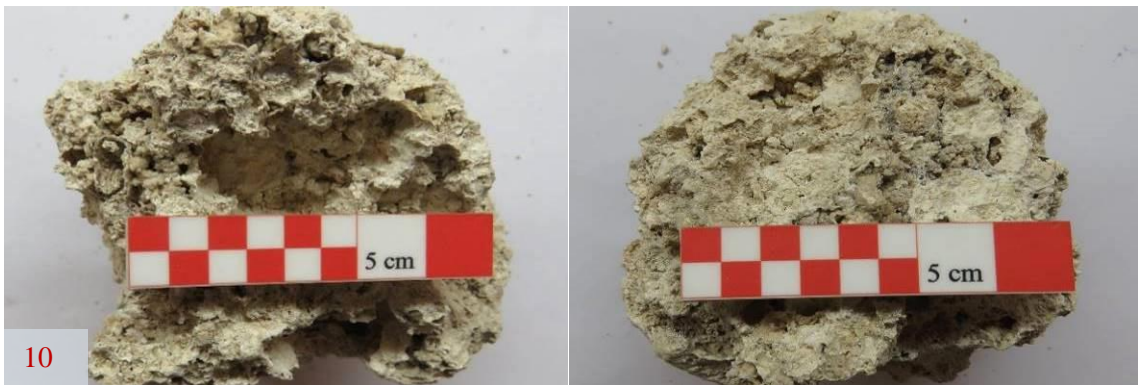
Örnek 8b. 8 no.lu örneğin az miktarda olan **üst** tabakası koyu toprak renkli, içeriğinde siyah cüruf parçacıkları, küçük boyutlu beyaz parçacıklar (kireç topakları) ve çok az kavkı ile 2 mm elek altı tuğla/keramik kırığı görülebilen, nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 9. 21.06.12 tarihinde, C-D/0 plan karesi, duvar 192 içi, 11.55 m kotundan alınmış, 263 analiz no.lu grimsi pembe renkli, içeriğinde 18 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırıkları, az miktarda siyah cüruf parçacıkları görülebilen, ortalama 4 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğidir.



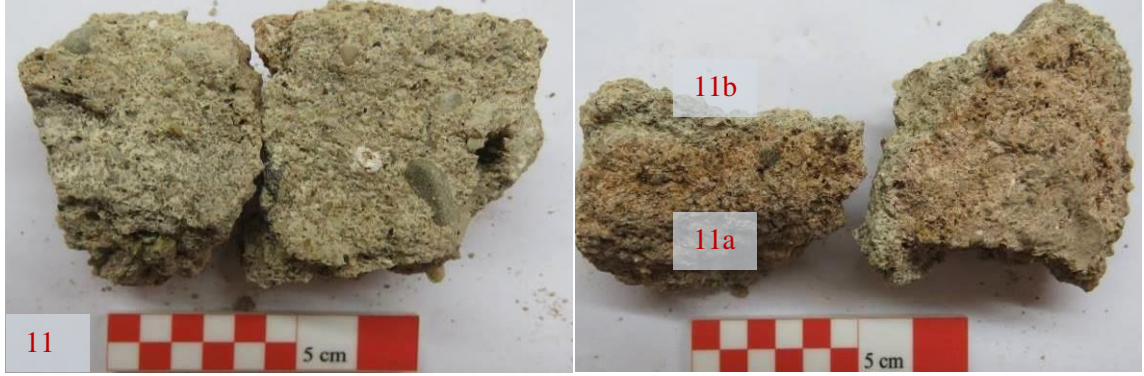
Şekil 4. 37. CMK Örnek 9, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 10. 16.06.12 tarihinde, C/-3 plan karesi, 9.75 m kotundan alınmış, 255 analiz no.lu krem renkli, içeriğinde az miktarda siyah cüruf parçacığı ile 2 mm boyuta kadar krem renkli agregaları bulunan ve 4 mm boyuta kadar bol miktarda boşluklara sahip kalınlığı belirlenemeyen zayıf yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 38. CMK Örnek 10, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 11. 27.02.12 tarihinde, C/2 plan karesi, mozaik taban döşemesi altı, 11.30 m kotundan alınmış, 283 analiz no.lu, kalınlığı belirlenemeyen 2 tabakalı taban harcı örneğidir. Tabakaları arasında kirlilik bulunmayan ve eşzamanlı üretildiği düşünülen örnek, miktar olarak bazı deneysel çalışmalar için yetersizdir.



Şekil 4. 39. CMK Örnek 11, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 11a. 11 no.lu örneğin **alt** tabakası, gri krem renkli, içeriğinde azı 5 mm olmak üzere 2 mm boyuta kadar kum agregaları ve tek tük beyaz renkli parçacıkları görülebilen, nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 11b. 11 no.lu örneğin **üst** tabakası, pembe renkli, içeriğinde 2 mm boyuta kadar kum agregaları ve tuğla/keramik kırıkları yanında tek tük kavkı bulunan nispeten sağlam yapıdaki harç örneğidir.

Örnek 12. 16.08.12 tarihinde, C-D/-3 plan karesi, duvar 217 içi, 8.80 m kotundan alınmış 286 analiz no.lu krem pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir. Örneğin içeriğinde tek tük siyah renkli cüruf parçacığı, az miktarda beyaz renkli parçacık (kireç topakları), 2 adet 5x5,5 cm ve 2,5x3,5 cm taş kırığı, 1 adet 10x22 mm keramik kırığı, azı 12-14 mm arasında olmak üzere 10 mm.ye kadar tuğla/keramik ve taş kırığı ile 8 mm boyuta kadar yuvarlaklaşmış çakıl ve kum agregaları görülmektedir.



Şekil 4. 40. CMK Örnek 12, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 13. 16.08.07 tarihinde, EF/6 palan karesi, G depo, duvar 15 içi (mekan 5), sıra no: 17; 23.20 m kotundan alınmış olan iki tabakalı harç örneğidir.



Şekil 4. 41. CMK Örnek 13, ham örnek genel görüntüsü ve tabakaları

Örnek 13a. 13 no.lu örneğin alt tabakası kahvems pembe renkte, içeriğinde tek tük kavkı, az siyah cüruf parçacığı ve 3 mm elek altı tuğla kırığı görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen az miktardaki sağlam harç örneğidir. Örnek dolgu harcı niteliğindedir.

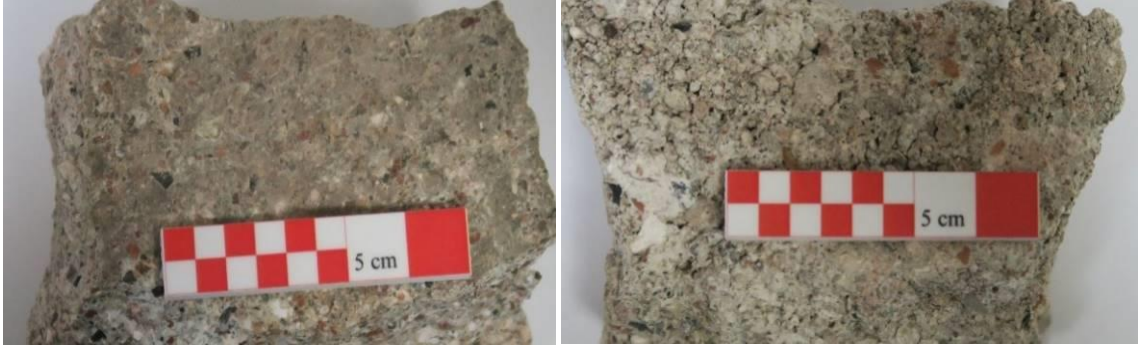
Örnek 13b. 13 no.lu örneğin üst tabakası krem renkli, içeriğinde tek tükü 8 mm altı olmak üzere 3 mm boyuta kadar kum agregaları yanında 1 adet 8,5x3,5 cm boyutunda yeşilimsi krem renkli taş parçası, çok az miktarda siyah renkli cüruf parçacığı, az miktarda beyaz renkli parçacığı (kireç toprakları) görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğidir. Örneğin derz harcı olduğu düşünülmektedir.

Örnek 14. 19.07.07 tarihinde EF/4 plan karesi, G depo, mekan 4 (oda 3 içi), 21.51 m



kotundan alınmıştır. Gri renkli, içeriğinde tek tük kavkı, 3 mm boyuta kadar kum ve daha az miktarda 3 mm elek altı tuğla kırığı yanında alt yüzeyinde çok az miktarda 7 mm boyuta kadar yuvarlaklaşmış yassı kum çakılları görülebilen, 4-4,5 cm arasında değişen kalınlıkta oldukça

sağlam yapıdaki şap döşeme harcıdır. Örneğin alt yüzeyinde yer yer kirlilik miktarında pembe renkli harç kalıntısı bulunmaktadır.



Şekil 4. 42. CMK Örnek 14, ham örnek genel görüntüsü

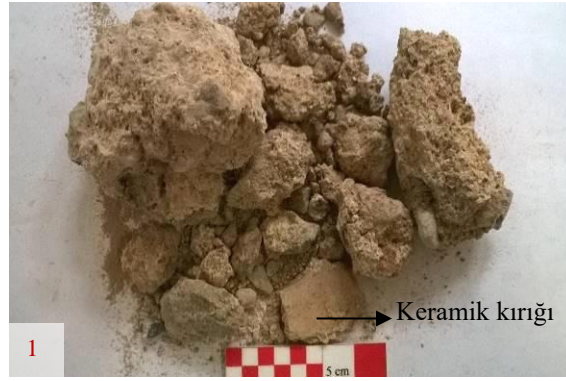
4.3.2.3. Doğu Şaft (Sirkeci Garı'nın güneyi/BMK) kurtarma kazısı

BMK alanındaki 5-7. yüzyıllara tarihlendirilen Erken Bizans Dönemi yapısına ait örnekler (15 adet harç ve 2 adet sıva olmak üzere toplam 17 örnek) 22 Nisan 2010 tarihinde Doç. Dr. Ahmet GÜLEÇ danışmanlığında alınmıştır. Bu kazı alanındaki farklı kültür katmanlarına ait çalışılmış olan diğer örnekler ise İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından farklı tarihlerde alınarak depoya kaldırılmış olan örnekler içerisinde seçilmiştir. **BMK** alanından, 20 adet harç ve 2 adet sıva olmak üzere toplam 22 adet örnek üzerinde deneysel çalışmalar yürütülmüştür.

Örnek 1. 22 Nisan 2010 tarihinde alınmış olan pembe krem renkli, içeriğinde 1 adet 5 mm kalınlığında ve 25x20 mm boyutunda keramik kırığı, 1 adet 20x30 mm taş kırığı (devoniyen kalkerli) yanında 10 mm. ye kadar taş kırığı ve 12 mm.ye kadar tuğla/keramik kırığı agregaları ile sarı renkli mikaları ve tek tük beyaz parçacıkları görülebilen, sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 43. BMK Örnek 1, alındığı yer genel görüntüsü



Şekil 4. 44. BMK Örnek 1, ham örnek genel

Örnek 2. 22 Nisan 2010 tarihinde alınmış olan krem pembe renkli, içeriğinde tek tük siyah cüruf parçacıkları, sarı renkli mikaları yanında 8 mm ye kadar agregaları görülebilen, yaklaşık 5 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 45. BMK Örnek 2, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 3. 23 Nisan 2010 tarihinde, tuğla duvar örgüden alınmış olan krem pembe renkli, içeriğinde 1 adeti 25x 15 mm ve 1 adeti 8 mm olmak üzere 6 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 46. BMK Örnek 3, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 4. Temel ile blok taş duvar arasından alınmış pembemsi krem renkli, içeriğinde 1 adet 10 mm boyutlu kireçtaşı kırığı, 2 adet 15x 20 mm ve 30x 20 mm boyutlarında



devoniyen kalkerli kırığı, 1 adet 6 mm boyutlu kırmızı kumtaşı ile 2 adeti 30x20 mm ve 20x 20 mm boyutlarında olmak üzere 15 mm elek altı tuğla/keramik kırığı agregaları ve tektük yuvarlaklaşmış çakılları görülebilen, alınırken dağılmış olan sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 47. BMK Örnek 4, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 5. 22 Nisan 2010 tarihinde sütun kaidesi altından alınmış olan açık pembe renkli,



içeriğinde 1 adet 25x 20 mm kireçtaşı kırığı, tek tük 8 mm elek altı yuvarlaklaşmış çakıllar ile 2 adeti 25x 20 mm ve 22x20 mm boyutlu olmak üzere 10 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen sağlam harç örneğidir

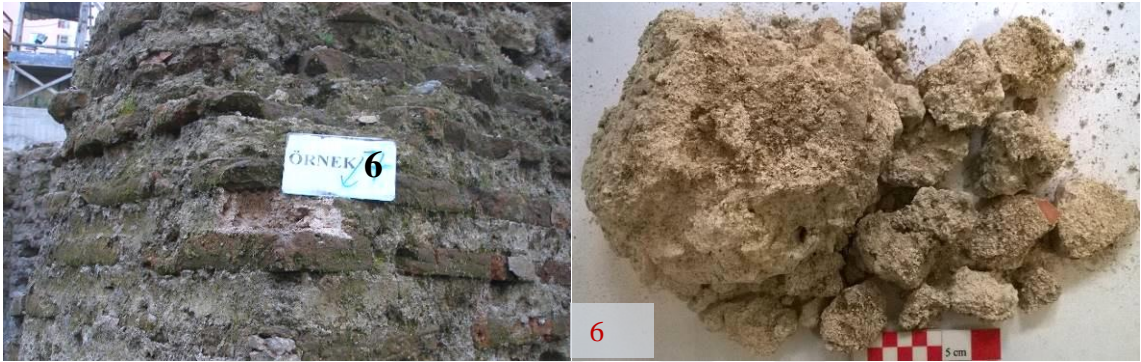


Şekil 4. 48. BMK Örnek 5, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 6. 22 Nisan 2010 tarihinde tuğla duvar örgüsü arasından alınmış olan sarımsı

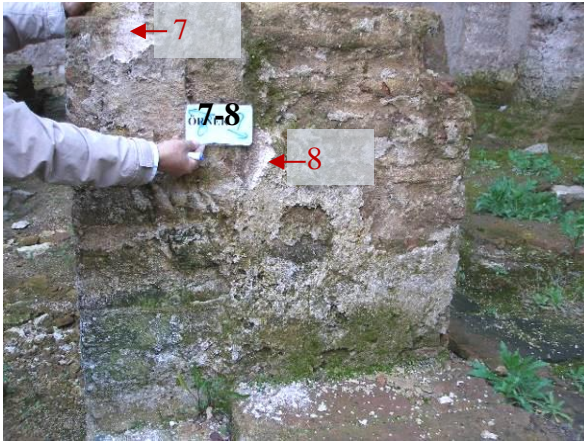


krem renkli, içeriğinde 2 adet 8 mm ve 13 mm boyutlarında taş kırığı ile 3 adeti 15x20 mm, 25x22 mm ve 30x25 mm boyutlarında olmak üzere 7 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ve 3 mm boyuta kadar kum agregaları görülebilen, 6,5 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 49. BMK Örnek 6, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 7. 22 Nisan 2010 tarihinde duvardan alınmış olan krem beyaz renkli, içeriğinde



tek tükü 2 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm elek altı kum ve az miktarda tuğla tozu yanında mikaları ve tek tük siyah cüruf parçacıkları görülebilen, 5-12 mm arasında değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki bitim sıvası örneğidir. Örnek yüzeyinde boya tabakası bulunmamaktadır.



Şekil 4. 50. BMK Örnek 7, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 8. 22 Nisan 2010 tarihinde alınmış olan krem beyaz renkli, içeriğinde bitki/saman kalıntıları ve boşlukları (çürüme sonucu) bulunan, 3-15 mm arasında değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki sıva örneğidir. Örnek yüzeyinde boya tabakası bulunmamaktadır.



Şekil 4. 51. BMK Örnek 8, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 9. 22 Nisan 2010 tarihinde tuğla duvar örgüsünden alınmış olan pembemsi krem renkli, içeriğinde 2 adet 22x20 mm ve 15x20 mm boyutlarında tuğla/keramik kırığı ile 1 adeti 11 mm boyutlu olmak üzere 8 mm elek altı taş kırığı görülebilen, 3-4 cm arasında değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 52. BMK Örnek 9, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 10. 22 Nisan 2010 tarihinde moloz taş duvar örgüden alınmış olan pembe renkli, içeriğinde 1 adet 20 x40 mm boyutlarında kireçtaşı kırığı (muhtemelen örnek alınırken taş örgü kırılarak alınmış), tek tük 7 mm elek altı yuvarlaklaşmış çakıl ve 10 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 53. BMK Örnek 10, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 11. 22 Nisan 2010 tarihinde, alınmış olan krem pembe renkli, içeriğinde tek tük



siyah cüruf parçacığı ve kavkı, 2 adet 10 mm boyutlu kireçtaşı kırığı ile tek tükü 8 mm elek altı olmak üzere 5 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen nispeten sağlam yapıdaki harç örneğidir



Şekil 4. 54. BMK Örnek 11, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 12. 22 Nisan 2010 tarihinde tuğla duvar örgüsünden alınmış olan pembemsi krem



renkli, içeriğinde 4 mm elek altı koyu renkli kum agregaları yanında 1 adet 20x15 mm keramik kırığı ve 1 adet 15x20 tuğla/keramik kırığı ile tek tük 10 mm elek altı yuvarlaklaşmış çakıl parçacık görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 55. BMK Örnek 12, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 13. 22 Nisan 2010 tarihinde tuğla duvar örgüsünden alınmış olan grimsi krem



renkli, içeriğinde 2 mm boyuta kadar kum agregaları yanında çok az tuğla/keramik kırıkları görülebilen az miktardaki sağlam harç örneğidir.



Şekil 4. 56. BMK Örnek 13, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 14. Blok taşlar arasından alınmış pembemsi krem renkli, içeriğinde tek tük siyah



cüruf parçacığı ve az miktarda 7 mm boyuta kadar taş kırığı ile 1 adeti 16x27 mm, tek tükü 15 mm elek altı olmak üzere 8 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ve azı 4 mm olmak üzere 3 mm elek altı kum agregaları görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 57. BMK Örnek 14, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 15. 22 Nisan 2010 tarihinde, moloz taş istinat duvarı temel örgüsünden alınmış sarımsı krem renkli, içeriğinde tek tük 10 mm elek altı tuğla/keramik kırığı, 2 adeti 15 mm olmak üzere 8 mm boyuta kadar taş kırığı ile 8 mm boyuta kadar kum agregaları yanında 1 adet 15x16 mm boyutunda ve 8 mm kalınlığında keramik kırığı ile 1 adet 15x18 mm boyutunda ve 8 mm kalınlığında siyah renkli taş tessera olduğu düşünülen parçacık bulunan, alınırken dağılmış olan sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 58. BMK Örnek 15, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 16. 22 Nisan 2010 tarihinde tuğla taban döşeme altından alınmış olan sarımsı krem



renkli, içeriğinde tek tük 5 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ve 4 mm boyuta kadar çakılları bulunan sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 59. BMK Örnek 16, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 17. 22 Nisan 2010 tarihinde tuğla döşeme altından alınmış sarımsı krem renkli, içeriğinde tek tükü 8 ve 15 mm boyutları arasında olmak üzere 6 mm elek altı



tuğla/keramik kırığı ve tek tükü 8 mm boyuta kadar olmak üzere 5 mm elek altı kum agregaları yanında 1 adet 25x30 mm boyutunda ve 5 mm kalınlığında keramik kırığı ile az miktarda taş kırığı görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 60. BMK Örnek 17, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 18. 20.05.09 tarihinde, G/5 plan karesi, duvar 32, 4.01 m kotundan alınmış 25/A analiz no.lu krem pembe renkli, içeriğinde 2 adeti 9 x18 mm ve 18x28 mm boyutlarında olmak üzere 9 mm elek altı tuğla/keramik kırığı agregaları yanında çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve az miktarda beyaz renkli parçacık (kireç topakları) görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 61. BMK Örnek 18, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 19. 20.05.09 tarihinde, F/5-6 plan karesi, duvar 41, 4.08 m kotundan alınmış 22/A analiz no.lu krem pembe renkli, içeriğinde 1 adeti 15x20 mm boyutlarında olmak üzere 10 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 62. BMK Örnek 19, alındığı yer ve ham örnek genel görüntüsü

Örnek 20. 20.05.09 tarihinde, G/6 plan karesi, duvar 9, 4.62 m kotundan alınmış 26/A analiz no.lu pembe renkli, içeriğinde tek tükü 8 mm.ye kadar olmak üzere 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığı agregaları yanında tek tük kavkı görülebilen ve üst yüzeyinde toprak birikintisi bulunan, ortalama 5 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğidir.





Şekil 4. 63. BMK Örnek 20, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 21. 15.03.11 tarihinde, F-H/1-6 plan karesi, duvar 103 içi, 0.90 m kotundan alınmış, 75 analiz no.lu pembemsi krem renkli, içeriğinde 4 mm boyuta kadar kum agregaları ve 15 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları yanında az miktarda kireç topakları görülebilen, 3-5 cm arasında değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 64. BMK Örnek 21, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 22. 26.03.11 tarihinde, HI/2-3 plan karesi, mekan 7, duvar 113 içi (batı duvarı), - 1.00 m kotundan alınmış, 78 analiz no.lu grimsi krem renkli, içeriğinde az miktarda kireç topakları ve 4 mm boyuta kadar kum agregaları görülebilen 4,5 cm.ye kadar değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir. Örnekte tek tük kıtık katkı mevcuttur.





Şekil 4. 65. BMK Örnek 22, ham örnek genel görüntüsü

4.3.2.4. Kuzey giriş (Sirkeci İstasyon girişi/SMK) kurtarma kazısı

SMK alanındaki yapı kalıntılarına ait harç ve sıva örnekleri, İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından farklı tarihlerde alınarak depoya kaldırılmış olan örnekler içerisinde bütünü temsil edecek şekilde seçilmiştir. Bu alandan, farklı kültür katmanlarına ait toplam 13 adet harç örneği üzerinde genel analizler yürütülmüştür.

Örnek 1. 28.08.11 tarihinde, SMK-MG, B/1-2 plan karesi, duvar 42, 0.95 m kotundan



alınmış 25 analiz no.lu, krem pembe renkli, içeriğinde 1 adet 12 mm taş kırığı, az miktarda siyah cüruf parçacığı ile 4 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ve kum agregaları görülebilen, ortalama 3 cm kalınlığında oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 66. SMK Örnek 1, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 2. 07.03.12 tarihinde, SMK MG, C/-1.0 plan karesi, blok mermerlerin altı, -0.70 m kotundan alınmış 42 analiz no.lu, krem pembe renkli, içeriğinde 3 adet 20x25 mm, 16x20 mm, 15x17 mm boyutlarında tuğla kırığı ile azı 8-10 mm arasında olmak üzere 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığı agregaları ve az miktarda 8 mm boyuta kadar beyaz renkli parçacıkları görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



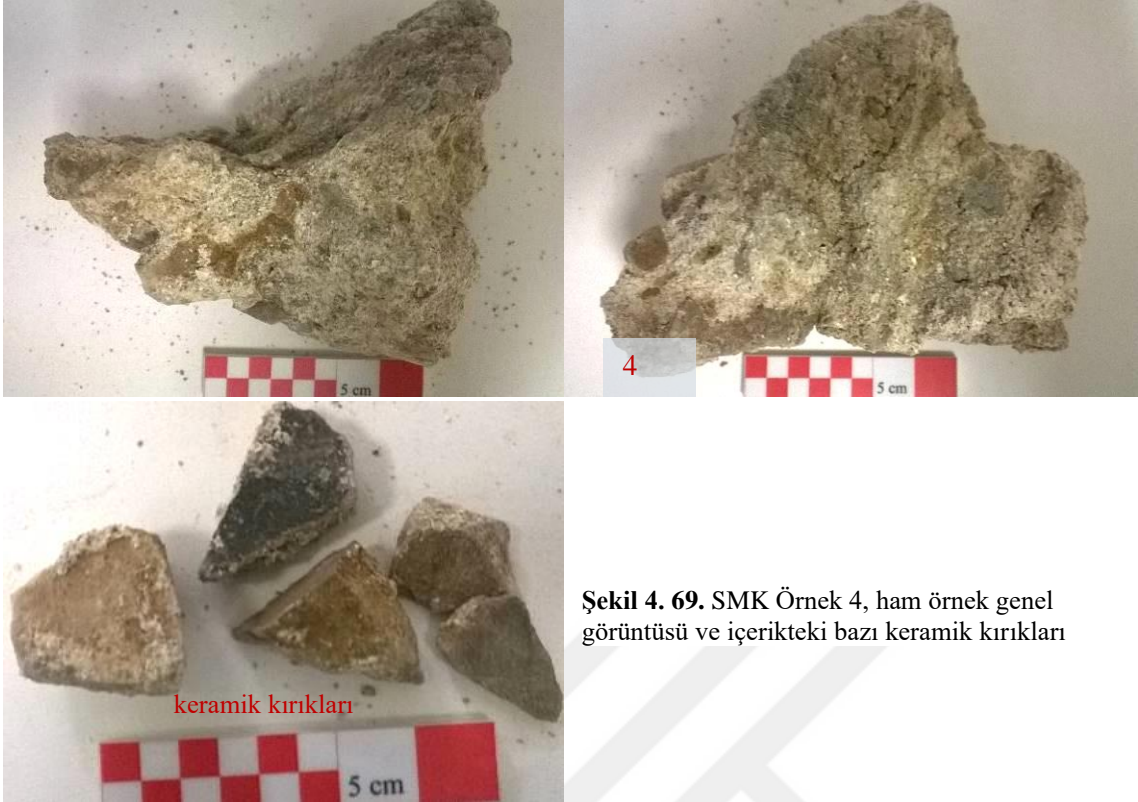
Şekil 4. 67. SMK Örnek 2, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 3. 24.12.11 tarihinde, SMK /MG, C/-1-0 plan karesi, duvar 35 içi, 1.20 m kotundan alınmış 13 analiz no.lu, krem pembe renkli, içeriğinde 2 adedi 15 mm olmak üzere 7 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen, 4-4,5 cm arasında değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 68. SMK Örnek 3, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 4. 07.03.12 tarihinde, SMK /MG, C/-1.0 plan karesi, blok mermerlerin altı, -1.30 m kotundan alınmış, 43 analiz no.lu, krem renkli, içeriğinde 1 adedi 15x25 mm boyutlarında ve 6 mm kalınlığında siyah firnisli olmak üzere 20 mm boyuta kadar çeşitli keramik kırıkları yanında tek tük 5 mm boyuta kadar yuvarlak çakıl parçacık, az miktarda 12 mm boyuta kadar grovak kırığı ve küçük boyutlu kavkılar ile tek tük siyah cüruf parçacıkları görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğidir.



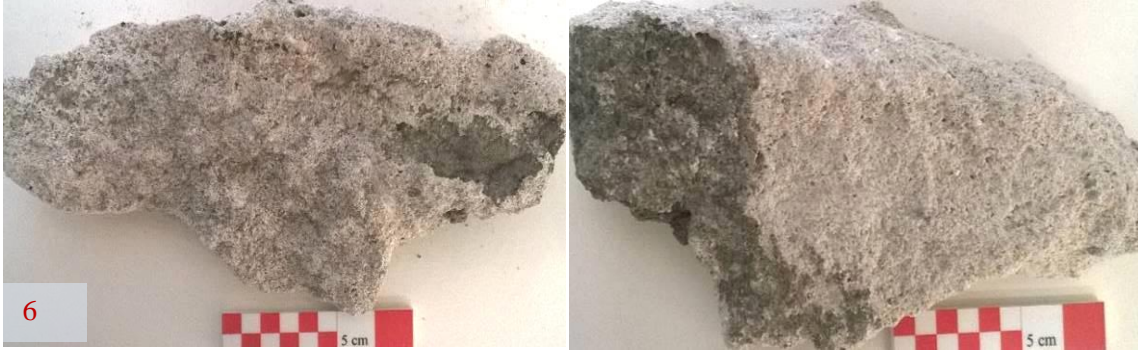
Şekil 4. 69. SMK Örnek 4, ham örnek genel görüntüsü ve içerikteki bazı keramik kırıkları

Örnek 5. 25.12.11 tarihinde, SMK/MG, B.C/3 plan karesi, duvar içi, 0.15 m kotundan alınmış 21 analiz no.lu, krem pembe renkli, içeriğinde 12 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları yanında çok az miktarda muskovit görülebilen, kalınlığı belirlenemeyen nispeten zayıf harç örneğidir.



Şekil 4. 70. SMK Örnek 5, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 6. 2007 yılında, D/4-14 plan karesi, gar duvarı, 5.40 m kot üzerinden alınmış, 13 analiz no.lu açık gri renkli, içeriğinde az miktarda beyaz parçacık ile azı 4 mm elek altı olmak üzere 1 mm boyuta kadar agregaları görülebilen ve 1 mm.ye kadar gözenekleri bulunan, 3 cm.ye kadar değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 71. SMK Örnek 6, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 7. 27.04.07 tarihinde, C/10 açmasındaki (plan karesi) kare şeklindeki mekan, 4.47 m kotundan alınmış 8 analiz no.lu, pembe renkli, içeriğinde az miktarda siyah cüruf parçacığı, 6 mm.ye kadar beyaz renkli parçacık (kireç toprakları ve kireçtaşı) ile 1 adeti 18 mm olmak üzere 6 mm boyuta kadar tuğla kırığı agregaları yanında korozyona uğramış demir parçacığı bulunan, 4 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 72. SMK Örnek 7, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 8. 27.10.09 tarihinde, B/13-14 plan karesi, duvar 172, -0.66 m kotundan alınmış 128 analiz no.lu, pembemsi krem renkli, içeriğinde 2 adeti 25x20 mm boyutlarında olmak üzere 15 mm.ye kadar tuğla/keramik kırığı ile 12 mm.ye kadar çeşitli taş kırıkları ve az miktarda 8 mm. ye kadar koyu renkli yuvarlak çakıl parçacık görülebilen sağlam yapıdaki harç örneğidir. Kalınlığı belirlenemeyen örnekte az miktarda 3 mm boyuta kadar boşluklar mevcuttur.



Şekil 4. 73. SMK Örnek 8, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 9. 22.10.09 tarihinde, C-4/6 plan karesi, duvar 181 (ara duvar), -0.07 m kotundan alınmış, 114 analiz no.lu, sarımsı krem renkli, içeriğinde 3 adet yaklaşık 20x25 mm boyutlarında keramik kırığı ile 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve 10 mm. ye kadar grovak kırığı görülebilen, nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 74. SMK Örnek 9, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 10. 20.10.09 tarihinde, B-C/4-5 plan karesi, duvar 189 (ara duvar), 0.26 m kotundan alınmış 110 analiz no.lu, krem pembe renkli, içeriğinde az miktarda siyah cüruf parçacığı ve beyaz renkli parçacıklar (kireç toprakları) yanında sarımsı krem renkte taş kırığı ve 12 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen, 4 cm. ye kadar değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 75. SMK Örnek 10, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 11. 27.10.09 tarihinde, C/14 plan karesi, 195 no.lu duvar, -0.41 m kotundan alınmış 132 analiz no.lu, krem pembe renkli, içeriğinde 1 adet 45x 40 mm boyutunda taş kırığı, 1 adet yassı yuvarlaklaşmış çakıl parçacığı yanında az siyah cüruf parçacığı ile 1 adeti sarımsı krem renkli 15x25 mm boyutunda olmak üzere 10 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları görülebilen, nispeten zayıf yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 76. SMK Örnek 11, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 12. 20.08.09 tarihinde, C-D/6-7 plan karesi, 29 no.lu mekan, -1.68 m kotundan alınmış 101 analiz no.lu, pembemsi gri renkte, içeriğinde 1 adet 15x20 mm boyutunda

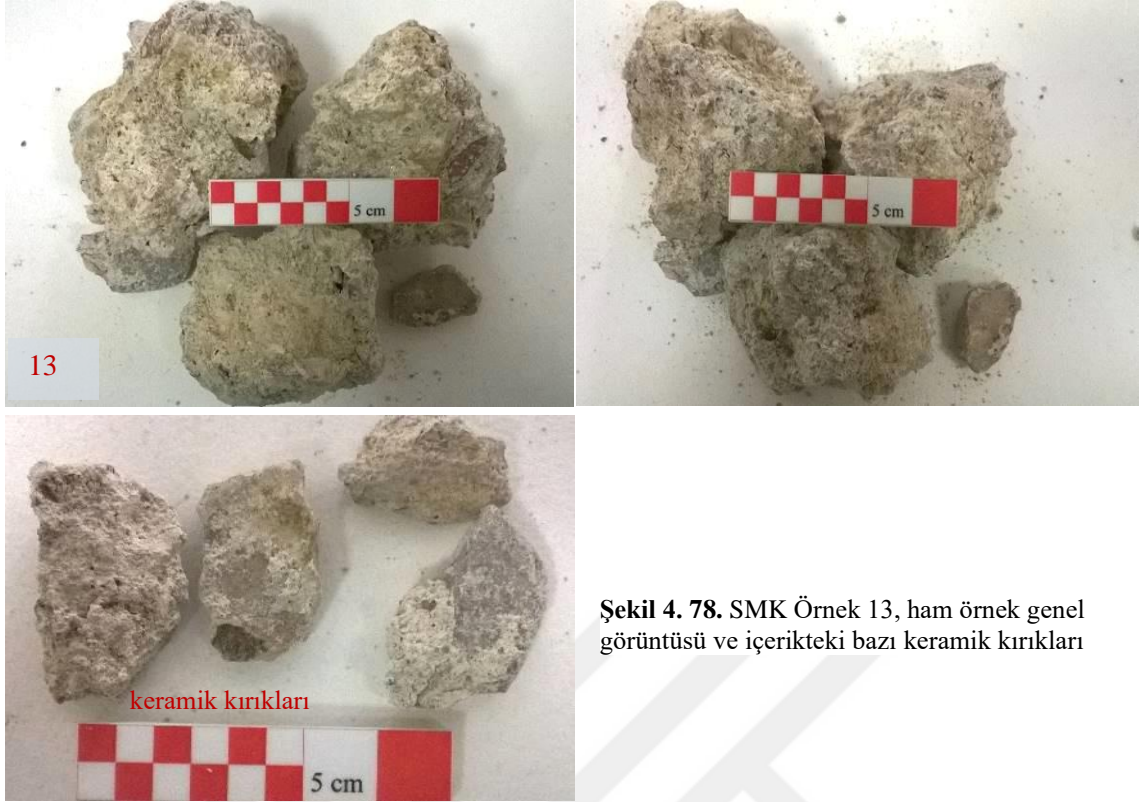


sarımsı yeşil renkli ve 1 adet 10 mm boyutunda siyah renkli çakıl parçacığı ile az miktarda siyah cüruf parçacığı yanında 10 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı agregaları ve mikaları görülebilen, yaklaşık 6 cm kalınlığında oldukça sağlam yapıdaki harç örneğidir.



Şekil 4. 77. SMK Örnek 12, ham örnek genel görüntüsü

Örnek 13. 27.10.09 tarihinde, D/5 plan karesi, duvar 130, 0.17 m kotundan alınmış 122 analiz no.lu, sarımsı krem renkli, içeriğinde 2 adet 15x20 mm boyutunda keramik kırığı, yanında 10 mm boyuta kadar bol miktarda tuğla/keramik kırığı bulunan sağlam yapıdaki harç örneğidir. Örneğin içeriğindeki keramik kırıklarının bir kısmı siyah firnislidir.



Şekil 4. 78. SMK Örnek 13, ham örnek genel görüntüsü ve içerikteki bazı keramik kırıkları

Harç ve sıva örneklerinde görsel incelemelerin detaylı olarak yapılması oldukça önemli olup bu incelemeler, devamında yürütülecek olan deney plan şemasını tasarlamada yönlendirici niteliktedir. Görsel değerlendirilmelerin yapılması sonucunda örnekler miktar ve niteliklerine bağlı olarak yürütülecek olan deneysel çalışmalar için deney numunelerine ayrılmıştır. Birden fazla tabakaya sahip olan örnekler dikkatli şekilde birbirinden ayrılarak gerekli analizler her katman için ayrı olarak yürütülmüştür.

Görsel analizler sonucunda harç ve sıva örneklerinin, katmanları, rengi, sağlamlığı, kalınlığı, görülebilen dolgu ve katkı malzemelerinin boyut, miktar ve nitelikleri ile mevcut durumları detaylı olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2 - 4.78).

Örneklerin görsel tanımlamalarında kullanılan örnek bilgileri (alındığı yıl, yer, plan karesi, kotu ve müze tarafından verilmiş olan analiz numarası), Arkeoloji müzesi tarafından depoya kaldırılmış olan örnek numune poşetleri üzerinden alınmıştır. Ancak bazı örneklerin numune poşetleri üzerine kaydedilmiş bilgiler ile planlarda belirtilmiş alınma yerleri arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Bu bilgileri doğrulama imkanı bulunmadığından farklılıklar tanımlamada ve planlarda mevcut haliyle verilmiştir.

4.3.3. Basit spot testler

Basit spot testler kullanılarak harç ve sıva örneklerin içeriğinde bulunabilecek suda çözünebilir tuzların nitelikleri ve miktarları ile birlikte yağ ve protein varlığı kalitatif ve yarı kantitatif olarak belirlenebilir (Güleç, 1992; Borelli, 1999).

Deney sürecinde, örneklerin öğütülmesinden itibaren çözeltinin hazırlanması ve analiz sırasında kullanılacak tüm aletler (çözelti kabı, deney tüpleri, damlalık vb) saf su ile arındırılarak dışarıdan gelebilecek kirlilik niteliğindeki herhangi bir maddenin sonuçları etkilemesi önlenmelidir. Çalışmada yapılmış olan basit spot test sonuçları tablo halinde sunulmuştur (Tablo 10).

4.3.3.1. Suda çözünebilir tuzların analizleri

Harç ve sıva örneklerinin içeriğinde bulunabilecek suda çözünebilir tuzların nitelikleri (klorür-Cl⁻, sülfat-SO₄⁼, nitrat- NO₃⁻ ve karbonat-CO₃⁼) ve miktarları anyon analizi ile kalitatif olarak belirlenmiştir.

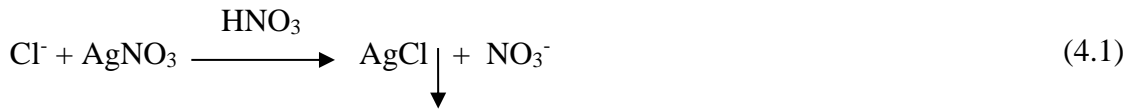
Bir miktar örnek öğütülerek toz haline getirilir ve 105 °C'de kurutulur. Kurutulmuş 1.00 g toz örneğe 100 ml iletkenlik değeri 10 µS/cm'yi aşmayan de-iyonize su eklenerek testlerde kullanılacak stok çözelti hazırlanır. Çözeltinin buharlaşarak konsantrasyonunun bozulmaması ve herhangi bir maddenin dışarıdan karışmaması için üzeri kapatılır ve en az 24 saat (berraklaşınca kadar) bekletilir. Bu süreçte iyonların birbirinden ayrılması ile tuzların çözünmesi sağlanırken aynı zamanda çözeltideki örnek parçacıklarının çökmesiyle berrak bir çözelti elde edilir. Bu çözelti kullanılarak örneklerin içerindeki içeriğindeki suda çözünebilir iyonların varlığı kalitatif ve yarı kantitatif olarak belirlenir.

Analiz sonuçların değerlendirilmesi, spesifik reaktifin örnek çözeltisine ilave edilmesinden sonra çözeltide oluşan çökmenin yoğunluğunun, analizi yapılan iyonların konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğu prensibine dayanılarak yapılmaktadır (Teutonico, 1988).

4.3.3.1.1. Klorür (Cl⁻) analizi

Örnek numaralarına göre deney tüpleri kodlanır ve bu tüplerin içerisine yukarıda bahsedildiği gibi hazırlanmış stok çözeltinin berrak kısmından ortalama 2 ml konulur.

Tüp içerisindeki çözeltilere 1-2 damla nitrik asit (HNO_3 - 2 N) 1-2 damla gümüş nitrat (AgNO_3 , 0,1 N) damlatılır. Çözeltide oluşan beyaz renkli çökeltme örneklerin içerisindeki klorür varlığını gösterir (Teutenico, 1988; Güleç, 1992; Borelli, 1999). Çözeltiye AgNO_3 eklenmesi ile birlikte nötrale ortamda bulunan Cl^- yanında NO_3^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} ve PO_4^{3-} anyonları da gümüş tuzları halinde çöker. Çözeltiye AgNO_3 damlatılmadan önce HNO_3 eklenmesi, gümüş klorür dışındaki gümüş tuzlarını çözünür hale getirir ve bu tuzların çökmesi önlenmiş olur. Dolaysıyla çözeltilerde meydana gelen beyaz renkli çökelti klorür varlığını gösteren çökmüş haldeki AgCl tuzlarıdır.



Bütün örnekler çökeltme oranlarına bağlı olarak karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çökeltme durumuna göre klor varlığı en fazladan en aza olmak üzere dört artıdan (++++), eksiye (çökeltmenin olmadığı) doğru kalitatif ve yarı kantitatif olarak belirlenmiştir.

➤ Kimyasal çözeltiler:

- ✓ Analitik HNO_3 , 2 N: 145,6 ml analitik HNO_3 , balon jöje içerisinde destile su ile 1 litreye tamamlanır.
- AgNO_3 çözeltisi, 0,1 N: 1,7 g AgNO_3 balon jöje içerisinde destile su ile 100 ml'ye tamamlanır (Güleç, 1992).

4.3.3.1. 2. Nitrat (NO_3^-) analizi

Örneğin stok çözeltisinde NO_3^- iyonlarının varlığını tespit etmek amacıyla yapılan spot testte, 1-2 kristal kadar reaktif difenilamin maddesi saat camı üzerine konulur. Renksiz kristal yapıdaki difenilamin üzerine 1-2 damla örneğin stok çözeltisi ilave edilir.

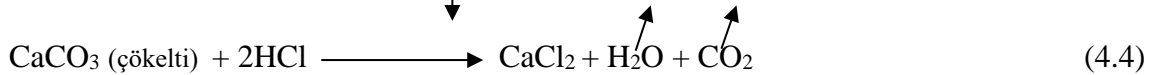
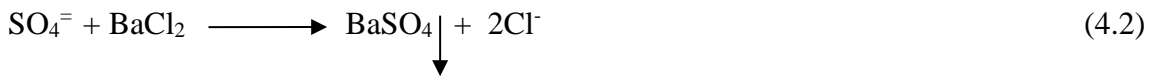
Katı haldeki difenilamin NO_3^- iyonları içeren çözelti içerisinde çözüldükten sonra kurumaması beklenir. Kurumuş çözeltiye damlatılan konsantre H_2SO_4 ile oluşan asidik ortamda, nitratın oksitleyici özelliğinden dolayı difenilamin önce difenilbenzidine ardından difenilbenzidin viyoleye (kinoid yapıda mavi boyar madde) yükseltgenir. Kurumuş çözelti yüzeyinde NO_3^- iyonlarının miktarına bağlı koyulaşan tonlarda mavimor renk oluşumu meydana gelir. Bu renk oluşumu bir süre sonra kaybolur. Çözeltide NO_3^- iyonlarının bulunmaması durumunda herhangi bir renk değişikliği gözlenmez.

Bütün örnekler, NO_3^- iyonlarının miktarına bağlı oluşan mavi-mor renklenmeye göre karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Renklenme durumuna göre nitrat varlığı en fazladan en aza olmak üzere dört artıdan (++++) eksiye (renklenmenin olmadığı) doğru kalitatif ve yarı kantitatif olarak belirlenmiştir (KUDEB, 2011).

- Kimyasal maddeler ve çözeltiler
 - ✓ $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$, analitik
 - ✓ H_2SO_4 , konsantre

4.3.3.1.3. Sülfat (SO_4^-) ve karbonat (CO_3^-) analizi

Örneğin içeriğinde bulunabilecek sülfat ve karbonat tuzlarının varlığını araştırmak için deney tüpü içerisine örneğin stok çözeltisinden 2 ml konulur. Bu çözeltiliye 1-2 damla %10'luk BaCl_2 çözeltisi ilave edilir. Deney tüpü içerisinde herhangi bir çökeltme olmaması çözeltilerde SO_4^- ve CO_3^- iyonlarının bulunmadığını gösterir. Çözeltilerde beyaz renkli çökelek olması durumunda bunun SO_4^- kaynaklı olduğunu belirlemek amacıyla 1-2 damla analitik HCl (2N) eklenerek ortam asidik hale getirilir. Asidik olan bu ortamda çözeltilerde bulunan diğer iyonların (PO_4^{3-} , CO_3^-) BaCl_2 ile oluşturacağı çökelekler çözünür, sadece BaSO_4 çözünmeden kalır. Çözelti SO_4^- iyonları içermiyorsa tamamen berrak hale gelir. HCl damlatılırken çözeltilerden kabarcıklar halinde gaz çıkışının olması CO_3^- tuzlarının varlığını gösterir. Çözeltilerde hem çökeltme olması hem de gaz çıkışının olması örneğin SO_4^- ve CO_3^- tuzları içerdiğini gösterir.



- Kimyasal çözeltiler
 - ✓ Analitik HCl , 2N: 162 ml analitik HCl (%37,9, $d= 1,189$) balon jøjede 1000 ml'ye tamamlanır.
 - ✓ BaCl_2 , %10: 10 g BaCl_2 balon jøjede içerisinde destile su ile 100 ml'ye tamamlanır.

Bütün örnekler çökeltme oranlarına bağlı olarak karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çökeltme durumuna bağlı SO_4^- varlığı en fazladan en aza olmak üzere dört artıdan (++++) eksiye (çökeltmenin olmadığı) doğru kalitatif ve yarı kantitatif olarak belirlenmiştir. Örneklerin içerisinde CO_3^- tuzları tespit edilmemiştir.

4.3.3.2. Sabunlaşabilir yağ ve protein analizleri

Geleneksel harç sıvalara çeşitli nitelikler kazandırmak amacıyla kullanılmış olan sabunlaşabilir yağ ve protein esaslı organik katkı maddelerinin varlığını ve miktarını tespit etmek için birçok basit ve ileri analiz teknikleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada değerlendirilmiş olan harç ve sıva örneklerinin içeriğinde, basit spot testlerle yağ ve protein varlığı kalitatif olarak araştırılmış, test sonuçları tablo halinde sunulmuştur (Tablo 10).

4.3.3.2.1. Protein analizleri

Basit spot testle hayvansal ve/veya bitkisel kaynaklı protein varlığını araştırmak için bir miktar örnek öğütülerek toz hale getirilir ve bir ucu ısıtılarak kapatılan kapiler cam tüpe 3-5 mm yüksekliğe kadar doldurulur. Penset kullanılarak ince şerit halindeki filtre kağıdının uç kısmı konsantre HCl içerisinde çözülmüş %5'lik p-dimetilaminobenzaldehit çözeltisine daldırıldıktan sonra bu kısım kapiler tüpün içine yerleştirilir. Kapiler tüp alt kısmından ısıtılarak örnek degrade edilir ve çıkan gazın filtre kağıdında yaptığı renk değişimi gözlemlenir. Örneğin içeriğindeki protein esaslı katkının konsantrasyonuna ya da dışarıdan kirlilik niteliğinde bulaşmış maddelere bağlı olarak değişen tonlarda pembe renk oluşumu protein varlığını gösterir. Yoğun miktarda olan renk oluşumu durumunda proteinin katkı olarak ilave edilmiş olduğu düşünülerek ileri analiz teknikleri ile bu maddenin niteliği ve miktarı belirlenebilir.

➤ Kimyasal çözeltiler

- ✓ P-dimetilaminobenzaldehit, %5: 0,5 g P-dimetilaminobenzaldehit, 8,5 ml konsantre analitik HCl (Güleç, 1992).

4.3.3.2.2. Sabunlaşabilir yağ analizleri

Örneklerin içeriğindeki sabunlaşabilir yağ varlığı basit spot testle araştırılmıştır. Kristal yapıdaki çok az miktarda (1 kristal yeterlidir) bakır sülfat dihidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) maddesi ile toz halde çok az miktarda örnek saat camı üzerine konulur. Bu karışımın üzerine 1-2 damla hidrojen peroksit (konsantre teknik H_2O_2 ,) ve amonyak (konsantre teknik NH_3) damlatılarak kısa bir süre bekletilir. Çözeltide oluşan kalıcı sabun kabarcıkları örneklerin içeriğinde katkı amaçlı yağ varlığını gösterir.

➤ Kimyasal çözeltiler ve maddeler

✓ $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (analitik)

✓ NH_3 , %25

✓ H_2O_2 , %29,0-31,0

4.3.4. İletkenlik ölçümü

Çözeltiler içerisinde tamamen iyonlara ayrılan kimyasal bileşikler elektrolitler olarak adlandırılır. Bu iyonlar elektrolit çözeltilere karakteristik özelliği olan elektrik iletkenliğini kazandırır. Çözeltilerin elektrik iletkenliği iyonların konsantrasyonuna bağlı olmakla birlikte iyonların yükü (türü), hareketliliği ve çözeltinin sıcaklığı da iletkenliği artırır. Seyreltik tuz çözeltilerinde iyon konsantrasyonu ve spesifik iletkenlik doğrusal olarak bağlantılıdır. İletkenlik ölçümü çözünen tuzların niteliği hakkında bilgi vermezken çözeltide ayrılan iyonların toplam miktarı hakkında bize bilgi sağlar (Borelli, 1999).

Çözeltilerin içerdiği toplam tuz miktarı, tespit edilen iletkenlik değerinin kondüktometre cihazına ait ilgili faktörü ile hesaplanır ve çözeltinin hazırlanmasında kullanılan örnek miktarına göre oranlanır (KUDEB, 2011).

Örneklerin suda çözünebilir tuz analizi için hazırlanan stok çözeltilerinin (iletkenlik değeri $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 'yi aşmayan saf su ile hazırlanmış) iletkenlikleri kondüktometre cihazı (Hanna HI - 8633 model) ile $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Ölçülen değer ile kondüktometrenin ilgili faktörü kullanılarak çözeltinin içerisindeki toplam iyonların oranı (%) hesaplanmıştır. Çözeltiye iletkenlik özelliği kazandıran harç ve sıvaların içerisinde bulunan suda çözünebilir tuzlar ve safsızlıklardır. Örnek çözeltilerinin ölçüm sonuçları tablo halinde sunulmuştur (Tablo 10).

4.3.5. Kimyasal analizler

Tarihi yapı harç/sıvalarında bağlayıcı ile dolgu ve katkı kompozisyonunun belirlenmesi, mineralojik ve petrografik analizler ile kimyasal analiz sonuçları birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır. Harç ve sıva örneklerinin nem oranı, molekül suyu ve organik madde miktarı ile CaCO_3 miktarı kızdırma kaybı ile; asit kaybı ve asitle tepkimeye girmeyen silikatlı agregalarının oranı asitle muamele analizleri ile araştırılmıştır (Teutonico, 1988; Güleç, 1992; Güleç ve Ersen, 1998; Maravelaki-Kalaitzaki ve diğ., 2003; Middendorf ve diğ., 2005).

Kızdırma kaybı ve asitle muamele analizlerinin sonuçları tablo haline getirilerek sunulmuştur (Tablo 11, 12, 13, 14).

4.3.5.1. Kızdırma kaybı (kalsinasyon)

Kızdırma kaybı ile sürekli artan sıcaklık değişimine bağlı olarak malzemedeki spesifik ayrışmalar sonunda örnek ağırlıklarında meydana gelen farklardan yararlanılarak nem oranı (higroskopik su), bileşim suyu (molekül suyu/ bağıl su) ile organik madde miktarı ve CO_2 kaybından CaCO_3 miktarı hesaplanır (Güleç, 1992; Güleç ve Ersen, 1998; Middendorf ve diğ., 2005).

Porselen kroze konulan öğütülmüş toz haldeki 0,5-2 g örnek 0,0001 hassasiyette tartılarak kül fırınında belli sıcaklıklarda (105 ± 5 °C, 550 ± 5 °C ve 1050 ± 5 °C) ve sürelerde kızdırılarak ağırlık kayıpları belirlenir (Güleç, 1992; Güleç ve Ersen, 1998; Ersen ve Güleç, 2009; Middendorf ve diğ., 2005).

105 ± 5 °C'de (4 saat), 550 ± 5 °C'de (1 saat) ve 1050 ± 5 °C'de (0,5 saat) kızdırılan harç ve sıva örneklerinin her kızdırma süresi sonunda, nem çekmemesi ve ağırlıklarının değişmemesi için krozeler desikatörde soğutulmuş 0,0001 hassasiyette tartılmıştır. Tartım sonrasında alınan değerler kullanılarak örneklerin içerisindeki nem oranı, molekül suyu ve organik madde miktarı ile CO_2 çıkışından CaCO_3 miktarları hesaplanmış, sonuçları tablo halinde sunulmuştur (Tablo 11,12, 13, 14).

Hesaplamalar aşağıda belirtilmiş formüller kullanılarak yapılmıştır (Güleç, 1992).

W: Alınan örnek miktarı (örneğin ilk ağırlığı) g

W1: 105 ± 5 °C ağırlığı, g

W2: 550 ± 5 °C ağırlığı, g

W3: 1050 ± 5 °C ağırlığı, g

$$\text{CO}_2 \text{ molekül ağırlığı: } (12 + (16 \times 2)) = 44 \quad (4.5)$$

✓ 105 ±5 °C'de nem (higroskopik su) oranı →

$$\% \text{ Nem} = [(W - W_1) / W_1] \times 100 \quad (4.6)$$

✓ 550 ±5 °C'de molekül suyu (bağlı su) ve organik madde kaybı →

$$\% \text{ Kızdırma kaybı} = [(W_1 - W_2) / W_1] \times 100 \quad (4.7)$$

✓ 1050 ±5 °C'de CaCO₃ miktarı →

Örneklerin bu sıcaklıkta kızdırılması ile CaCO₃, sönmemiş kirece (CaO) dönüşür.



Gravimetrik faktör dikkate alınarak CaCO₃ miktarı hesaplanır.

$$\% \text{ Karbonat miktarı} = [(W_2 - W_3) / W_1] \times (100/44) \times 100 \quad (4.9)$$

Harç ve sıvaların kızdırma kaybı sonuçlarından yararlanılarak CO₂ (1050 °C) /H₂O (105 °C) oranından örneklerin hidrolik özellikleri hakkında bilgi edinilebilir. Ancak bu sonuçlar bazı etkenlerden dolayı her zaman için kesinlik taşımaz. İçeriğinde kireçtaşı kırığı agregalar bulunan ve yüksek oranda nemli ortamlardan alınmış örneklerde ciddi sapmalar olabilir. Bu nedenle harç ve sıvaların hidroliklik özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarda kalsinasyon, asitle muamele ve petrografik analizler ile ileri analizlerden elde edilen verilerin öncelikli olarak değerlendirilmesi gereklidir. Örneklerin hesaplanan CO₂/H₂O oranı tablo halinde sunulmuştur (Tablo 11, 12, 13, 14).

4.3.5.2. Asit kaybı ve elek analizi

Bu analiz yönteminde, kurutulmuş harç ve sıva örnekleri seyreltilmiş HCl ile muamele edilerek reaksiyon sonucunda ayrılan örneğin içeriğindeki karbonat esaslı bileşenlerin (bağlayıcı + karbonatlı agrega) miktarı ile asitle tepkime vermeyen silikath parçacıklar ve diğer görünür katkı maddelerinin (kıtık vb) miktarları belirlenir. Bir ıslak kimyasal analiz yöntemi olan asitle muameleye, asitle reaksiyona girmeyen silikath

parçacıklarının boyut dağılımlarının belirlenmesi için elek analizi (granülometri) ile bu kısımlarının niteliklerinin belirlenmesi için ise stereo mikroskop altında görsel analiz ile devam edilmektedir. Basit analiz yöntemleri içerisinde yer alan asitle muamele ve sonuçlarının değerlendirilmesi tarihi harç/sıvaların karakterizasyonunun belirlenmesinde oldukça önemlidir. Ancak bu analiz yöntemi tek başına malzeme problemlerinin ve içeriklerinin (bağlayıcı, dolgu ve katkı) belirlenmesinde gerekli tüm bilgileri sağlayamayacağından mineralojik ve petrografik analizlerle birlikte değerlendirilmelidir (Teutonico, 1988; Güleç, 1992; Güleç ve Ersen, 1998; Middendorf ve diğ., 2005).

Örneklerin bağlayıcı ve agrega oranlarının belirlenmesi kullanılmış olan bağlayıcı ve agrega tipleri hakkında bilgi gerektirir, aksi halde yorumlama sorunlarından kaynaklı hatalı sonuçlara varılmaktadır. Harç içerisinde kısmen ya da tamamen çözünebilen parçacıklar bulunabilir. Özgün harç bileşenleri artık bulunmadığı veya harç içerisinden kolayca ayrıştırılamayacağı için hangi kısımların agregaya hangi kısımların bağlayıcıya ait olduğu net bir şekilde ayırt edilmelidir. Bu durum özellikle agrega asit içinde tamamen ya da kısmen çözünebilir ise önemlidir (Middendorf ve diğ., 2005).

Harç/sıva örneklerinin bağlayıcı ve karbonat esaslı parçacıkları dışındaki silikathlı agregaları ile dolgu ve katkı amacıyla kullanılabilen puzzolanik maddelerinin oranları, boyut dağılımları ve nitelikleri belirlenerek sonuçları tablo halinde sunulmuştur (Tablo). Deneyin yapılmasında kullanılmış örnek miktarları 10- 60 g arasında değişmekle birlikte kullanılan miktar örneğin bütünü homojen halde temsil edecek nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Çakıl boyutlu iri parçacıklar içeren örneklerin asitle muamelesinde, içerik oranlarının tespitinde olabilecek sapmanın minimuma indirilebilmesi için daha fazla miktarda örnek kullanılmıştır.

Yüzeyindeki toprak, is benzeri kirlilikleri uzaklaştırılan örnekler beher içerisinde 105 ± 5 °C'de 4 saat etüvde ısıtılarak kurutulur. Desikatörde soğutularak 0,01 hassasiyetli terazide ağırlıkları alınan örnekler %10'luk teknik HCl ile muamele edilir. Örneklerin tamamının reaksiyona girmesi sağlanır ve en az 24 saat asitli çözeltide bekletilir. Asitle reaksiyona girmeyen parçacıklar ağırlıkları belirlenen filtre kağıtlarından süzülerek önce çeşme suyu ile yıkanıp asitten arındırılır. Son yıkama suyu nötr hale gelince (PH, turnusol kağıdı ile kontrol edilir), parçacıklar saf su ile yıkanarak tekrar 105 °C'de 24 saat etüvde ısıtılarak kurutulur. Kurutmadan sonra ağırlıkları alınan örnekler üst üste oturtulmuş eleklerden elenir. Örnek süzmede kullanılan filtre kağıdının ilk ve son tartımları arasındaki ağırlık farkı 65μ 'dan küçük olan agrega ağırlığına eklenir. Her bir elekte kalan parçacıkların ağırlıkları ayrı ayrı tartılarak agregaların boyut (granülometrik) dağılımı

belirlenir. Boyut dağılımlarına ayrılan parçacıklar stereo mikroskopla görsel olarak incelenerek nitelikleri (rengi, tipi, şekli vb) ve oranları belirlenir. (Güleç, 1992; Ersen ve Güleç, 2009).

M_1 : 105 °C’de kuru örnek ağırlığı, g

M_2 : Asitle reaksiyona girmeyen kısım, g

F_1 : Filtre kağıdının kuru ağırlığı, g)

F_2 : Filtre kağıdı ve üzerindeki kil boyutlu agregaların kuru ağırlığı, g

A: Asitle reaksiyona girmeyen agregaların yüzdesi (%)

B: Asitle reaksiyona giren kısmın yüzdesi (%)

$$M_3 = M_2 + (F_2 - F_1) \quad (4.10)$$

$$\%A = (M_3 / M_1) \times 100 \quad (4.11)$$

$$\%B = 100 - \%A \quad (4.12)$$

(Jedrzejewska, 1981; Teutonico, 1988)

➤ Kimyasal çözeltiler

- ✓ Teknik HCl, %10: 228 ml teknik HCl (%37,9, d= 1,19) 772 ml saf su ile 1000 ml’ye tamamlanır (Güleç, 1992).

Örneklerin asitle reaksiyona girmeyen parçacıkları cihazı ve 8000, 5600, 4000, 2000, 1000, 500, 250, 125, 63 ve <63 mikronluk elek seti kullanılarak boyut dağılımları belirlenmiştir. Bu parçacıklar (dolgu ve katkı malzemeleri) stereo mikroskopla görsel olarak incelenerek nitelikleri, görünür özellikleri (rengi, tipi, şekli vb) ve oranları belirlenmiştir. Örneklerin asitle muamele ve elek analizi sonuçları tablo halinde sunulmuştur (Tablo 11, 12, 13, 14).

Harç ve sıvalarda kullanılan agregalar ASTM, BS ve TSE tarafından boyutlarına göre (silt, kil, kum, çakıl) tanımlanarak granülometrik olarak sınıflandırılmıştır.

Bu çalışmada, özellikle harç örneklerinin içeriğinde iri agregaların miktarı fazla olduğundan, 8000 µ elek üstü parçacıklar çakıl boyutlu olarak tanımlanması uygun görülmüştür. Reaksiyona girmemiş parçacıkların stereo mikroskopla görsel olarak yapılan oransal tanımlamalarında, %1’in altında olanlar için “çok az”, %1-2 oranları arasında kalanlar için “az” terimleri kullanılmıştır.

4.3.5.2.1. HMK alanı asit kaybı ve elek analizi

HMK alanından alınmış olan örneklerin asitle muamele sonrasında reaksiyona girmeyen ve elek analizi ile boyut dağılımlarına ayrılan parçacıklarının stereo mikroskopla yapılan değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i kuvars, %5 kadarı beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %10'u kuvars olup kalanı tuğla kırığıdır. İri (1000 μ 'dan büyük) agregaların %40 kadarı (3 adet) 9- ~12 mm arası çakıl boyutlu tuğla kırığıdır. İri agregaların kalanının 6 mm elek altı, azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u beyaz renkli feldspat ile %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %15 civarında 9-12 mm arası çakıl boyutlu tuğla kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, az miktarda siyah cüruf parçacığı içeren, 6 mm elek altı, %3-5 oranında beyaz renkli feldspat, %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı ile %5-8 oranında kuvarstan oluşan kum içeren, tek tükü 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Örnek 2a. Kirlilik miktarındaki örneğin asitle muamele analizi yapılamamıştır.

Örnek 2b. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı sarı renkli kil parçacıklar, azı siyah cüruf parçacığı olup kalanı yarı yarıya olmak üzere kuvars ve feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı sarı renkli şeffaf camsı kürecikler, azı siyah cüruf parçacığı, azı volkanik kayaç parçacığı, %20-25'i feldspat, kalanı kuvarstır. Bu boyut aralıklarındaki kısım içerisinde tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır. İri agregaların tek tükü 3 mm boyuta kadar olmak üzere geneli 2 mm boyuta kadardır. Bunların azı volkanik kayaç parçacığı, kalanı yarı yarıya olmak üzere kuvars ve feldspattır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan ve tek tük kırıntı katkı, çok az sarı renkli şeffaf camsı kürecikler, çok az sarı renkli kil parçacıklar (alterasyon ürünü) ve az miktarda siyah cüruf parçacığı içeren agregaları, az miktarda volkanik kayaç parçacığı,

%30-35 oranında feldspat ile kalanı kuvars olan tufik nitelikli kumdur. Agrega boyutları, tek tük 3 mm boyuta kadar olup üzere geneli 2 mm boyuta kadardır.

Örnek 2c. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, azı siyah cüruf parçacığı olup kalanı yarı yarıya olmak üzere kuvars ve beyaz renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı sarı renkli şeffaf camsı kürecikler, azı siyah cüruf parçacığı, %15-20'si beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. Çok az miktarda ve 1 mm boyuta kadar olan iri agregaların tek tükü siyah cüruf parçacığı, kalanı yarı yarıya olmak üzere kuvars ve feldspattır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan ve çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ile sarı renkli şeffaf camsı kürecikler içeren agregaları %25 civarında feldspat olup kalanı kuvarstır. Agrega boyutları çok az 2 mm elek altı olmak üzere 1 mm boyuta kadardır.

Örnek 3. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları, %5-10 oranında kül ve siyah cüruf parçacığı, %5 civarında beyaz renkli feldspat, %30 civarında kuvars olup kalanı tuğla tozu ve feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıklar, %5 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül, %5-10 oranında feldspat, %25-30 oranında kuvars olup kalanı tuğla kırığıdır. İri agregaların tek tükü siyah cüruf parçacığı, %3-5'i kuvars olup kalanı tuğla kırığıdır. Bu grupta agregaların tamamı tuğla kırığı olup kuvarslar tuğla kaynaklıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan kısmı, %3 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı, 2 mm elek altı, %2-3 oranında feldspat, %15 civarında kuvars, olup kalanı, 6 mm elek altı tuğla kırığı ve tozudur. Örneğin agregalarının tamamı bol kuvarslı ve feldspatlı tuğla kırığıdır.

Örnek 4. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, %5-10'u kuvars, %20-25'i tuğla tozu, %35 kadarı feldspat olup kalanı siyah cüruf parçacığı ve küldür. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, %5-10'u kuvars, %15 kadarı siyah cüruf parçacığı ve kül kütlesi, %15-20'si feldspat, kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar, %50 civarında (1 adet) 12 mm boyutlu çakıl nitelikli kuvarsit içeren 8 mm elek altı, tek tük siyah cüruf parçacığı, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %10 kadar feldspat ile %10-15 oranında kuvars olup kalanı tuğla kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan ve yaklaşık %15 kadar siyah cüruf parçacığı ve kül katkılı olan agregaları, %25 civarında (1 adet) 12 mm boyutlu çakıl nitelikli kuvarsit içeren, 8 mm elek altı %5-10 oranında kuvars, %15-20 oranında feldspat olup kalanı tuğla kırığı ve tozudur.

Örnek 5. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları, tek tük muskovit, %3-5 oranında kuvars, %5-10 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül kaynaklı feldspat, %15-20 oranında beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıklar, tek tük volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında beyaz feldspat, %5-10 oranında kül ve siyah cüruf parçacığı, kalanı yarı yarıya kuvars ve tuğla kırığıdır. İri agregalar, %45 civarında 8-12 mm arası tuğla kırığı çakılı ilavelidir. İri agregaların kalanının, %30-35'i kuvars, azı keramik kırığı, diğerleri tuğla kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %20-25 oranında 8-12 mm boyutlu tuğla kırığı çakılı ilavelidir. Örneğin kalan kısmı %3 civarında kül katkılı, 2 mm elek altı, tek tük volkanik kayaç parçacığı ve muskovit, %5 civarında beyaz renkli feldspat ve %20 civarında kuvarslı kum ile 6 mm elek altı az miktarda keramik kırığı içeren tuğla kırığıdır.

Örnek 6. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı tuğla tozu, %3-5'i kuvars, %5 kadarı feldspat olup kalanı küldür. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların çok azı sarı renkli altere parçacıklar, %5-10'u kül ve siyah cüruf parçacığı, %5-10'u tuğla/keramik kırığı ve tozu, %10-15'i beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. Bu boyuttaki kısım içerisinde tek tük kıtık ya da bitki kökü mevcuttur. İri agregalar, 1 adet 7 mm boyutunda kuvarsit içeren 6 mm elek altı az miktarda volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %3-5 oranında tuğla/keramik kırığı, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, 1 adedi 7 mm boyutunda kuvarsit olmak üzere 6 mm elek altı, çok az sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda şistik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %5 civarında tuğla/keramik kırığı, %10 civarında feldspat olup kalanı az miktarda kuvarsit içeren tüfik nitelikli kuvarstır. Örneğin içeriğinde tek tük kıtık ve bitki kökü ile %10 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı bulunmaktadır.

Örnek 7. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları, %5 civarında tuğla tozu, %10-15 oranında kuvars, %10-15 oranında beyaz renkli feldspat, kalanı siyah cüruf parçacığı ve kül feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı bal köpüğü renkli şeffaf camlı kürecikler, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i beyaz renkli feldspat, %15-20'si siyah cüruf parçacığı ve kül, %20 civarı tuğla kırığı olup kalanı kuvarstır. İri agregalar 6 mm elek altı, tek tük volkanik kayaç parçacığı, az miktarda feldspat, %3-5 oranında siyah cüruf parçacığı ve %30-35 oranında tuğla kırığı olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, çok az bal köpüğü renkli şeffaf camlı kürecikler, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %25 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı ilaveli, 6 mm elek altı, yaklaşık %10 kadar feldspat ile %20 civarında tuğla kırığı olup kalanı tük nitelikli kuvarstır.

Örnek 8. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, %20-25'i tuğla kırığı, %20-25'i feldspat, %5 civarı kuvars, kalanı kül ve siyah cüruf parçacığıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü volkanik kayaç parçacığı, tek tükü muskovit, yaklaşık %10-15'i kuvars, %10-15'i siyah cüruf parçacığı ve kül, %15-20'si beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar yaklaşık %30 kadar 8-12 mm arası tuğla kırığı çakılı ilavelidir. Agregaların kalanının %10-15'i kuvars, %10 civarı beyaz renkli feldspat, %3-5 kadarı volkanik kayaç parçacığı olup kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar çakıllar hariç 5 mm elek altıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %15-20 oranında kül katkılı ve %10-15 oranında 8-12 mm arası tuğla kırığı çakılı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları tek tük muskovit içeren, tek tükü 6 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altı az miktarda volkanik kayaç parçacığı, 4 mm elek altı yaklaşık %10 kadarı kuvars ile %15 civarında beyaz renkli feldspat olup kalanı 6 mm elek altı tuğla kırığıdır.

Örnek 9. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5 civarında kuvars, %40 civarında beyaz renkli feldspat kalanı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü siyah cüruf parçacığı, azı volkanik kayaç parçacığı, %25 civarında beyaz renkli feldspat, %5-10'u kuvars kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar %65-70 oranında 8-20 mm boyutlu tuğla ve keramik kırığı olup kalanı 8 mm elek altı tek tük feldspat ve az miktarda kuvars içeren tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %50 kadar 8-20 mm boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları tek tük siyah cüruf parçacığı ve muskovit, 2 mm elek altı çok az miktarda volkanik kayaç parçacığı ve %2 civarında kuvars ile tek tükü 2 mm elek altı olmak üzere 1 mm elek altı yaklaşık %5- 10 oranında beyaz renkli feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 10. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5-10'u beyaz feldspat yaklaşık %10'u kuvars olup kalanı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü siyah cüruf parçacığı, %5 civarı kuvars, %3-5'i beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar 8 mm elek altı çok az miktarda feldspat ve kuvars içeren tuğla kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, 2 mm elek altı çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit ile az miktarda feldspat ve %3 civarında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Örnek 11. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, azı siyah cüruf parçacığı, yaklaşık %10'u kuvars, %20-25'i beyaz feldspat olup kalanı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıklar tek tük volkanik kayaç parçacığı, az siyah cüruf parçacığı, %5-10 oranında kuvars, %15-20 oranında beyaz renkli feldspat, kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Bu kısım tek tük keten kıtık içermektedir. İri agregaların yaklaşık %55 kadarı 8-15 mm arası tuğla ve keramik kırığı çakılıdır. Tek tük keten kıtık içeren iri agregaların kalanının tek tükü siyah cüruf parçacığı, çok azı tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, azı kuvars, %3-5'i feldspat olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %25-30 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Agregaların diğerleri tek tükü 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı, tek tük siyah cüruf parçacığı, çok az volkanik kayaç parçacığı, %3-5 oranında kuvars, %10 civarında beyaz renkli feldspat olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Tek tük kıtık katkı içeren örneğin agregalarının tamamı tuğla/keramik kırığı olup içerikteki diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaqlıdır.

Örnek 12. Örneğin asit sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının, azı kırmızı feldspat, %5-10'u siyah cüruf parçacığı ve kül, %15-20'si kuvars olup kalanı

feldspattır. 125–1000 μ arası boyutlu parçacıkların, çok azı camsı kürecikler, azı siyah cüruf parçacığı ve kül, %5 civarı volkanik kayaç parçacığı, %15-20'si feldspat, %10-15'i tuğla kırığı olup kalanı kuvarstır. 8 mm elek altı olan iri agregaların tek tükü siyah cüruf parçacığı, %5 civarında çok azı andezitik nitelikli olmak üzere yuvarlaklaşmış şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i tuğla kırığı, %15-20'si feldspat olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %2 kadar siyah cüruf parçacığı ve kül içeren çok azı 8 mm altı olmak üzere 4 mm elek altı %5-10 oranında çok azı andezitik nitelikli olmak üzere yuvarlaklaşmış şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacıkları, 8 mm elek altı %10 civarında tuğla/keramik kırığı ile 2 mm elek altı, %25 civarında feldspat olup kalanı kuvarstır.

Örnek 13. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü kuvars, %10-15'i beyaz renkli feldspat, kalanı tuğla/keramik tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü kıtık, tek tükü muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i feldspat, %3-5'i kuvars, kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar %35-40 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların kalanının tek tükü siyah cüruf parçacığı, azı kuvars ve %5-10'u beyaz renkli feldspat olup diğerleri 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %20 civarında 8-15 mm arası çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az miktarda muskovit ve siyah cüruf parçacığı, %2 civarında kuvars ile %5-8 oranında beyaz feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan agregalarının tamamı tuğla/keramik kırığı olup diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örnek 14. Örneğin asit sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, azı muskovit, %3-5'i kül ve siyah cüruf parçacığı, %10-15'i kuvars, %10-15'i tuğla/keramik tozu olup kalanı grimsi krem renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü olivin, tek tük camsı kürecikler, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, azı muskovit ve siyah cüruf parçacığı, %5-10 oranında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i beyaz feldspat, %20-25'i tuğla kırığı olup kalanı kuvarstır. İri agregalar %15 civarında (1 adet) 12 mm boyutlu tüfik çakıl parçacık içermektedir. 8 mm

elek altı olan irilerin kalanının tek tükü sarı renkli altere parçacıklar, %5 kadarı beyaz feldspat, yaklaşık %10 kadarı tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %20-25'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregalarının yaklaşık %5 kadarı (1 adet) 12 mm boyutlu tüfik çakıl parçacıktır. Agregaların kalanı tek tük olivin, tek tük camsı kürecikler, çok az sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül ile az miktarda muskovit içeren, 8 mm elek altı, %5-8 oranında şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında beyaz ve grimsi krem renkli feldspat, %30-35 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı tüfik kuvarstır. Tüfik nitelikli olan kuvars ve feldspat agregaların bir kısmının yüzeyinde biyotit parçacıklar mevcuttur.

Örnek 15. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı muskovit, %5-10'u kül ve siyah cüruf parçacığı, %5-10'u tuğla/keramik tozu, %10-15'i kuvars olup kalanı grimsi krem renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıklar, tek tük camsı kürecik, çok az sarı renkli altere parçacıklar, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az olivin, çok az muskovit, %5 civarında tuğla/keramik kırığı, %3 civarında volkanik kayaç parçacığı, %35-40 oranında kuvars, kalanı feldspattır. İri agregalar %45 civarında 8-20 mm boyutları arasında tuğla/ keramik kırığı çakılı içermektedir. 8 mm elek altı olan iri agregaların kalanının %5 civarı tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %25 civarı tuğla/keramik kırığı, %30-35'i kuvars, kalanı feldspattır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %25-30 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 8 mm elek altı, tek tük camsı kürecik, çok az sarı renkli altere parçacıklar, çok az miktarda kül ve siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %3 civarında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10 civarında tuğla/keramik kırığı, %25 civarında kuvars olup kalanı feldspat olan tüfik kumdur. Tüfik nitelikli olan kuvars ve feldspat agregaların bir kısmının yüzeyinde biyotit parçacıklar mevcuttur.

Örnek 16. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, azı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü tuğla tozu olup kalanı yaklaşık olarak yarı yarıya beyaz renkli feldspat ve kuvarstır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü muskovit, tek tükü yuvarlaklaşmış camsı kürecik, çok azı olivin, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı andezitik

olmak üzere %3 civarı volkanik kayaç parçacıkları, %5 civarı tuğla kırığı, %20-25'i kuvars, kalanı feldspattır. İri agregalar, %40-45 oranında 8-18 mm arasında çakıl boyutlu keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacığı (1 adet 18 mm keramik kırığı ve 2 adet 8-12 mm volkanik kayaç parçacığı ve granit) ilavelidir. 8 mm elek altı olan iri agregaların kalanının tek tükü siyah cüruf parçacığı, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, azı andezitik olmak üzere %5 civarı tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %25-30'u tuğla/keramik kırığı, %15-20'si kuvars, kalanı feldspat olan tüfik nitelikli kumdur.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %25 civarında 8-18 mm arasında çakıl boyutlu keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacığı (1 adet 18 mm keramik kırığı ile 2 adet 8-12 mm volkanik kayaç parçacığı ve granit) ilavelidir. 8 mm elek altı olan agregaların kalanı tek tük yuvarlaklaşmış cam kürecikler, çok az olivin, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, çok az sarı renkli altere parçacıklar, %3 civarında azı andezitik olmak üzere tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı, %15 civarında kuvars olup kalanı feldspattır. Tüfik nitelikli olan kuvars ve feldspat agregaların bir kısmının yüzeyinde biyotit parçacıklar mevcuttur.

Örnek 17. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının, azı muskovit ve biyotit, %2 civarı tuğla/keramik tozu, %5 civarı siyah cüruf parçacığı ve kül, %20-25'i kuvars olup kalanı grimsi krem renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı muskovit, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %5 civarı tüfik parçacık, yaklaşık %10'u tuğla/keramik kırığı, %25-30'u tüfik kuvars kalanı beyaz renkli feldspattır. İri agregalar %30 civarında (yaklaşık %35 kadarı tüfik parçacık, kalanı tuğla/keramik kırığı) 10-18 mm arasında çakıl boyutlu parçacık ilavelidir. Çakıl boyutlu parçacıkların haricindeki 8 mm elek altı olan iri agregaların çok azı muskovit, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, %10 civarı tüfik parçacık, %20 civarı feldspat, %20-25'i kuvars olup tuğla kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %15-20 oranında 10-18 mm arasında çakıl boyutlu parçacık ilaveli olup bunların %35 kadarı tüfik parçacık, kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin çakıl boyutlu parçacıklar dışındaki diğer agregaları tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül, çok az biyotit, çok az muskovit, çok az sarı renkli altere parçacıklar, %5 civarı tüfik parçacık, %20 civarı kuvars, %20-25'i tuğla/keramik kırığı (tozu eser miktarda) olup kalanı feldspattır.

Örneğin agregaları %15-20 oranında çakıl parçacık ve %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı ilave edilmiş tüfik kara kumdur. Agrega boyutları çakıllar hariç

tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, kum agregalarda ise azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Örnek 18. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı, azı kuvars olup kalanı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, azı feldspat, %3-5'i kuvars kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar %10 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/ keramik kırığı ilaveli, 8 mm elek altı tek tük kuvars ve feldspat içeren tuğla/ keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları yaklaşık %5-10 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/ keramik kırığı ilaveli 8 mm elek altı, tek tük muskovit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ile çok az miktarda feldspat ve az miktarda kuvars içeren tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Örnek 19. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü kuvars, %10-15'i beyaz ve krem feldspat olup kalanı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü kıtık, tek tükü muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, 5-10'u feldspat, %5 civarı kuvars olup kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar % 55 civarında 8-20 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Çakıl parçacıklar dışındaki iri agregalar tek tük volkanik kayaç parçacığı, az miktarda kuvars ve az miktarda feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla ve keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, yaklaşık % 45 kadar 8-20 mm boyutları arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı, tek tük muskovit, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, az kuvars, %2-3 oranında feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla ve keramik kırığıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örnek 20. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3 civarı tuğla tozu, %25-30'u kuvars olup kalanı feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü kıtık, tek tükü olivin, çok azı muskovit, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3 civarı volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %20-25'i kuvars olup kalanı feldspattır. İri agregalar %20

civarında 8-10 mm çakıl boyutlu tuğla ve keramik kırığı içermektedir. 8 mm elek altı olan iri parçacıkların kalanının azı siyah cüruf parçacığı, azı sarı renkli altere parçacıklar, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u feldspat, %15 civarı kuvars olup kalanı tuğla ve keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %5-10 oranında 8-10 mm çakıl boyutlu tuğla ve keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az sarı renkli altere parçacıklar, yaklaşık %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında kuvars, %30-35 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı feldspattır. Örneğin içeriğinde tuğla tozu çok az miktardadır. Agregaya boyutları tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, feldspat, kuvars ve volkanik kayaç parçacıklarında çok azı 6 mm altı olmak üzere geneli 4 mm elek altı olup diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır.

Örnek 21a. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, tek tükü kıtık, çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i kuvars, %30 civarı krem renkli feldspat olup kalanı pembe ve kırmızı tuğla tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü kıtık, tek tükü olivin, tek tükü biyotit, tek tükü muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı çok azı volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u kuvars, %10 civarı feldspat, %15-20'si krem renkli tüfik parçacıklar olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. 6 mm elek altı olan iri agregaların azı kuvars, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %15 civarı krem renkli tüfik parçacıklar olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, tek tük olivin, çok az muskovit, az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit içeren, 6 mm elek altı, %3-5 oranında kuvars, yaklaşık %10-15 oranında feldspat, %10-15 oranında tüfik parçacık olup kalanı tuğla/keramik tozu (%10-15) ve kırığıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı mevcuttur.

Örnek 21b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü kıtık, çok azı muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i kuvars, %3-5'i beyaz feldspat olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü feldspat ve kütleleri, %2-3'ü kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların, çok azı kuvars ve feldspat olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan ve tek tük kıtık içeren parçacıkları, 2 mm elek altı çok az muskovit ve siyah cüruf parçacığı, az miktarda kuvars ile az

miktarda beyaz feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 21c. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, azı volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u kuvars, %10 civarı beyaz feldspat olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların %3 civarı beyaz renkli feldspat, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Tek tükü 4 mm elek altı olmak üzere geneli 3 mm boyuta kadar olan iri agregaların tek tükü beyaz renkli feldspat, azı volkanik kayaç parçacığı, %3-5'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları, 2 mm elek altı çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %2 civarında volkanik kayaç parçacığı, %3-5 oranında beyaz renkli feldspat, yaklaşık %5-10 oranında kuvars olup kalanı tek tük 4 mm elek altı, geneli 3 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Örnek 21d. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5-10'u kuvars, %5 civarı beyaz feldspat olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kırıntı, tek tükü volkanik kayaç parçacığı, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %10 civarı kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar, az miktarda kuvars ve çok az miktarda feldspat içeren 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları, 2 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5 civarında kuvars ile %2-3 oranında beyaz feldspat olup kalanı 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 22. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, azı siyah cüruf parçacığı, yaklaşık %2 kadarı muskovit, %10 civarı kuvars, %15 civarı krem-beyaz kalanı kırmızı renkli tuğla/keramik tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü camsı kürecikler, tek tükü volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %2 kadarı muskovit, %5 civarı kuvars, yaklaşık %10 kadarı beyaz feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar, 10 civarında (1 adet) %12 mm boyutlu tuğla/keramik kırığı ve 2 mm elek altı tek tük kuvars içeren 6 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %5 civarında (1 adet) 12 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ve 2 mm elek altı tek tük cam kürecikler, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda muskovit, %5 civarında beyaz renkli feldspat, %3 civarında kuvars içeren ilaveli 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 23. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, tek tükü olivin, çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %20 kadarı kuvars, %15-20 oranında pembe ve kırmızı renkli tuğla/keramik tozu olup kalanı krem-beyaz renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü olivin, çok azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı muskovit, azı volkanik kayaç parçacığı, %10 civarı beyaz renkli feldspat, %25-30'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların 2 adedi (%10-15'i) 8-10 mm boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Çakıl parçacıklar dışındaki iri agregaların kalanı tek tük muskovit içeren 8 mm elek altı, az volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında tufik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %5 civarında (2 adet) 8-10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, tek tükü 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altı tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %10 civarında beyaz renkli feldspat, %15 civarında kuvars olup kalanı 8 mm elek altı azı (%2 civarı) toz boyutlu olmak üzere tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 24a. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, azı muskovit, azı tuğla/keramik tozu, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10-15'i kül, %10 civarı kuvars olup kalanı %3-5 oranında beyaz diğerleri krem renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü siyah renkli camsı kürecikler, çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %5-10'u tuğla/keramik kırığı, %5-10'u volkanik kayaç parçacığı, %20-25'i kuvars olup kalanı %3 civarında beyaz diğerleri grimsi krem renkli feldspattır. Çok az miktarda olan iri agregalar 2 mm elek altı, %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı ve %15-20 oranında volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %3 civarındadır. 2 mm elek altı olan agregalar, çok az muskovit, %3-5 oranında tuğla/keramik kırığı, %3-5

oranında volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında kül ve siyah cüruf parçacığı, %15-20 oranında kuvars olup kalanı çeşitli renkte feldspat ve dağılmamış feldspat kütleleridir.

Örnek 24b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı muskovit ve siyah cüruf parçacığı, %10-15'i kuvars, %10-15'i beyaz feldspat kalanı krem, pembe ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü sarı renkli camsı kürecikler, tek tükü biyotit, %3-5'i feldspat, %10-15'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların %20 kadarı (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Çakıl dışındaki iri agregaların kalanı, 1 adeti 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı çok az miktarda feldspat ile %2-3 oranında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları yaklaşık %15 kadar (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları, tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı tek tük sarı renkli camsı kürecikler, tek tük biyotit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %3 civarında beyaz feldspat ve %5 civarında kuvars içeren 8 mm elek altı, %10-15'i toz olan tuğla/keramik kırığıdır. Kuvars ve feldspatlar parçacıkları tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örnek 25a. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, tek tükü olivin, çok azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %3-5'i beyaz feldspat, %10-15'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü turuncumsu sarı renkli camsı kürecikler, çok azı volkanik kayaç parçacığı, çok azı kırmızı demir oksit, %5 civarı feldspat, %10 civarı kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar %15 civarında (2 adet) 10 ve 12 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Çakıl dışındaki iri agregaların kalanı, 2 mm elek altı tek tük feldspat ve %2-3 oranında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %5-8 oranında (2 adet) 10 ve 12 mm çakıl boyutlu tuğla keramik kırığı ilavelidir. Agregaların kalanı tek tük turuncumsu sarı renkli camsı kürecikler, tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az kırmızı demir oksit, çok az muskovit, çok az volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında beyaz renkli feldspat ve %5-8 oranında kuvars içeren tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaların boyutları çakıl boyutlular hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı olup diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır. Örneğin içeriğindeki

kuvars, feldspat ve diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örnek 25b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, tek tükü olivin, çok azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı muskovit, %3-5'i beyaz feldspat, %10-15'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı muskovit, %3-5'i kuvars, %3-5'i feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların %5 kadarı (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik olup kalanı 2 mm elek altı tek tük feldspat ve az miktarda kuvars içeren 8 mm elek altı muskovitli tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregalarının %3 kadarı (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Diğer agregalar 2 mm altı, tek tük turuncumsu sarı renkli camsı kürecikler, tek tük olivin, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, az miktarda beyaz renkli feldspat ve %3 civarında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örneğin içeriğindeki kuvars, feldspat ve muskovitler tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örnek 26a. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü kırıktık, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5 civarı beyaz renkli feldspat, %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı iyi dövülmüş kırıktık, azı volkanik kayaç parçacığı, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar %15 kadar 8-11 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik ilavelidir. Örneğin çakıl parçacıklar hariç kalan iri agregaları, tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacığı, az miktarda beyaz renkli feldspat ile az miktarda kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, yaklaşık %10 kadar 8-11 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, çok az volkanik kayaç parçacığı ile %2-3 oranında feldspat ve %3-5 oranında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örnekte çok az miktarda iyi dövülmüş kırıktık katkı bulunmaktadır.

Örnek 26b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı kırıktık, tek tükü siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5 civarı

beyaz renkli feldspat, %10-15'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, tek tükü bal köpüğü renkli camsı kürecikler, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar %15 kadar 8-13 mm arasında çakıl boyutlu tuğla /keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların kalanının çok azı beyaz renkli feldspat, kuvars ve volkanik kayaç parçacığı olup diğerleri 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, yaklaşık %10 kadar 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla /keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı, tek tük siyah cüruf parçacığı, tek tük bal köpüğü renkli camsı kürecikler, çok az muskovit, çok az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %2 civarında beyaz feldspat ve %3-5 oranında kuvars ile 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örnek 27a. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5-10'u kuvars %15-20'si krem ve beyaz renkli feldspat olup kalanı kırmızı renkli tuğla/keramik feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı siyah cüruf parçacığı, %10 civarında beyaz renkli feldspat, %10 civarında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar %10-15 oranında 8-10 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların çakıllar hariç diğer parçacıkları, tek tük feldspat ve siyah cüruf parçacığı ile çok az miktarda kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %8 civarında 8-10 mm boyutları arasında tuğla/keramik kırığı çakılı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5 civarında feldspat ile %3-5 oranında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Örnek 27b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5 civarı beyaz feldspat, %10 civarı kuvars olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, tek tükü volkanik kayaç parçacığı ve siyah cüruf parçacığı, %5-10'u kuvars, %10 civarı feldspat ve kütleleri olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar yaklaşık %8 kadar 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların çakıllar dışındaki diğer parçacıkları, tek tük tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, az kuvars, %2 civarı beyaz renkli feldspat içeren 8 mm elek altı

tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %3-5 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı, tek tük tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %5 civarında kuvars ve yaklaşık %5 civarında beyaz feldspat içeren, 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örnek 27c. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları çok az miktarda kıtık, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5-10 oranında beyaz feldspat, %5-10 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı siyah cüruf parçacığı, yaklaşık %5'i beyaz renkli feldspat ve dağılmamış feldspat kütleleri, %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar, %10 civarında 8-11 mm arasında çakıl boyutlu tuğla keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların çakıllar hariç diğerleri, çok az miktarda kuvars ve feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %5-10 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %3 civarında kuvars ile %2-3 oranında feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte çok az miktarda iyi dövülmüş kıtık katkı bulunmaktadır.

4.3.5.2.2. CMK alanı asit kaybı ve elek analizi

CMK alanından alınmış olan örneklerin asitle muamele sonrasında reaksiyona girmeyen ve elek analizi ile boyut dağılımlarına ayrılan parçacıklarının stereo mikroskopla yapılan değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1a. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları, tek tük olivin, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, %10 civarında kuvars olup kalanının azı kırmızı diğerleri krem-beyaz renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıklar, tek tük olivin, az muskovit, az siyah cüruf parçacığı, %10 civarında şistik parçacıklar, kumtaşı ve tüfik nitelikte volkanik kayaç parçacıkları, %15 kadar tuğla/keramik kırığı, %15-20 oranında beyaz feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregalar %10-15 oranında (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik

kırığı içermektedir. Çakıllar hariç iri agregaların diğerleri tek tük muskovit, %5 civarında şistik parçacıklar, kumtaşı ve tüfik nitelikte volkanik kayaç parçacıkları, %5 civarında beyaz feldspat ve %20 civarında kuvars olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %5 civarında (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları, tek tük olivin, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %5-8 oranında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar beyaz feldspat ile %30 civarında kuvars ve kuvarsit olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaya boyutları tuğla/keramik kırıklarında çakıl boyutlular hariç 8 mm elek altı, diğer agregalarda 5 mm boyutlu 1 adet tüfik parçacık hariç 4 mm elek altıdır.

Örnek 1b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, %3 kadarı siyah cüruf parçacığı, çok azı kırmızı, kahve ve sarı renkli demir oksit parçacıkları ve tuğla/keramik tozu, %10 civarında kuvars kalanı krem ve beyaz renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü biyotit, tek tük tuğla/keramik kırığı, çok azı demiroksit parçacıkları, %2 civarı siyah cüruf parçacığı, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %15 civarı feldspat olup kalanı kuvarsitir. İri agregalar %10 civarında (1 adeti) 15 mm boyutlu kuvars çakılıdır. Çakıl dışındaki agregaların kalanı 8 mm elek altı tek tük elek altı tuğla/keramik kırığı, az siyah cüruf parçacığı, %5-10 oranında kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında feldspat olup kalanı kuvars ve kuvarsittir.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %5-8 oranında (1 adeti) 15 mm boyutlu kuvars çakılıdır. Örneğin diğer agregaları tek tük biyotit, çok az demir oksit parçacıkları (kırmızı, kahve ve sarı renkli), çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, az siyah cüruf parçacığı, %5 civarında kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında feldspat olup kalanı kuvars ve kuvarsittir. İçerikteki tek tük 2 mm elek altı tuğla kırığı ve tozu üst tabakadan karışmıştır. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç yaklaşık %3 kadarı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altıdır.

Örnek 2. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5-10'u kuvars, %10 kadarı beyaz renkli feldspat olup kalanı kırmızı renkli tuğla feldspatıdır. Örneğin tek tük kıtık içeren 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, çok azı volkanik kayaç parçacığı, %15-20'si beyaz renkli

feldspat, %20-25'i kuvars olup kalanı tuğla kırığıdır. İri agregalar, yaklaşık %35 kadar 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Çakıl dışındaki iri agregaların tek tükü 3 mm olmak üzere 2 mm elek altı tek tük beyaz renkli feldspat ve azı kuvars olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %15-20 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları, tek tükü 3 mm olmak üzere 2 mm elek altı, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5-8 oranında kuvars ve %5-8 oranında beyaz feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örnek 3. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5 civarı kuvars, %5-10'u krem-beyaz renkli feldspat olup kalanı kırmızı, pembe renkli tuğla/keramik tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5-10'u kuvars, %10 kadarı beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların tamamı tuğla/keramik kırığı olup boyutları %20-25 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu diğerleri 8 mm elek altıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregalarının yaklaşık %15 kadarı 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları 1 mm boyuta kadar, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %2-3 oranında kuvars ile %3 civarında beyaz feldspat olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 4a. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %10 civarı kuvars, kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü camsı kürecikler, çok azı siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %10 kadarı kuvars, %10-15'i beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve feldspat kütleleridir. İri agregalar %50 civarında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı olup, kalanı tek tük 2 mm elek altı kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Tuğla/keramik kırıklarının bazıları bol muskovit içermektedir.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %40 civarında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik içermektedir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %2 civarında beyaz feldspat ile %2 civarında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 4b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü olivin, azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %10-15'i kuvars, kalanı krem ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %5 civarı beyaz renkli feldspat, %10-15'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların tamamı tuğla/keramik kırığı olup, %70-75'i 8-18 mm arasında çakıl boyutlu, kalanı 8 mm elek altıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, yaklaşık %65 kadar 8-18 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı tek tükü olivin, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, az beyaz feldspat ile az miktarda kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örnek 5a. Miktar olarak yetersiz olan örneğin asitle muamelesi yapılamamıştır.

Örnek 5b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü muskovit, çok az sarı ve kırmızı renkli demir oksit parçacıkları, azı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü tuğla/keramik tozu, %10 civarı kuvars olup kalanı beyaz renkli feldspattır. Tek tük kıtık içeren 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü olivin, %2 civarı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü tuğla/keramik kırığı, %2 civarı sarı renkli altere parçacıklar, %5 civarın çeşitli renkte kumtaşı, şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacığı, %15-20'si beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvars kumudur. İri agregaların 1 adeti 8 mm elek altı grovak parçacığı, iki adeti 6 mm elek altı kuvars, kalanı 4 mm elek altı %2-3 tuğla kırığı, %5-10 oranında kumtaşı, şistik ve tüfik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvars kumudur.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, tek tük muskovit, tek tük olivin, az siyah cüruf parçacığı, çok az sarı ve kırmızı renkli demir oksit parçacıkları, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %2-3 oranında tuğla/keramik kırığı, %5 civarında grovak, kumtaşı, şistik ve tüfik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında beyaz feldspat olup kalanı kuvarstır. Agregaların boyutları taş kırıklarında 8 mm elek altı olup diğer parçacıklarda tek tük 6 mm elek altı kuvars hariç geneli 4 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örnek 6. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, azı beyaz feldspat, %10 civarı kuvars, kalanı tuğla/keramik tozudur. Tek tük kıtık içeren 125–1000 μ boyutları

arasındaki parçacıkların, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %2-3'ü kuvars, %3-5'i beyaz renkli feldspat kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların 2 adeti 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacığı, az miktarda beyaz renkli feldspat ve az miktarda kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az muskovit ve siyah cüruf parçacığı, %3 civarında beyaz renkli feldspat, %3-5 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların boyutları tuğla/keramik kırıklarında 2 adeti 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Örnek 7.1. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, tek tükü kırıntı, azı muskovit, 5'i tuğla/keramik tozu, %5-10'u siyah cüruf parçacığı, %15-20'si kül renkli feldspat, %25-30'u kuvars olup kalanı beyaz renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, çok azı muskovit, %3 civarı siyah cüruf parçacığı, %5-10'u kül renkli feldspat ve kütleleri, %5 civarı volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u tuğla/keramik kırığı, %10-15'i beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregalar, 8 mm elek altı %15 civarında tuğla/keramik kırığı, 1 adet 6 mm elek altı kuvarsit parçacığı ile 4 mm elek altı %5-10 oranında şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %10 civarında 500 μ elek altı, siyah cüruf parçacığı ve kül ile tek tük kırıntı katkı içermektedir. Asit sonrasında kalan diğer parçacıklar, çok az muskovit, %5 civarında şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacığı, %15 civarında beyaz renkli feldspat, %10 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı azı kuvarsit olan kuvars kumudur. Agregaların boyutları, tuğla/keramik parçacıklarında 8 mm elek altı, diğer agregalarda ise tek tük 6 mm elek altı kuvarsit olmak üzere 4 mm elek altıdır.

Örnek 7.2. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı muskovit, %10-15'i kuvars, %10-15'i beyaz feldspat kalanı tuğla/keramik tozu feldspatıdır. Tek tük kırıntı katkı içeren 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü volkanik kayaç parçacığı, çok azı muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %5-10'u kuvars, %5-10'u beyaz feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar, 6 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında feldspat, %2-3 oranında kuvars, kalanı

tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %5 civarında beyaz feldspat ile %5 civarında kuvars olup kalanı tuğla keramik kırığı ve tozudur. Örneğin agrega boyutları, tuğla/keramik kırığı agregalarında 6 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 6 mm elek altı beyaz feldspat ve volkanik kayaç parçacığı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Örnek 7.3. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü muskovit, %5-10'u siyah cüruf parçacığı, %15-20'si beyaz feldspat, %5-10'u tuğla/keramik tozu feldspatı, %25-30'u kuvars olup kalanı kül renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u beyaz renkli feldspat, %10 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. İri agregaların %3-5'i beyaz feldspat, %5-10'u volkanik kayaç parçacığı, %30 civarı tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları, yaklaşık %10-15 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı ilaveli, %5 civarında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %20 kadar tuğla/keramik kırığı ile çok az muskovit ve %5-10 oranında beyaz feldspat olup kalanı kuvarstır. Agrega boyutları tuğla keramik kırığı ile kumtaşı ve kayaç parçacıklarında 6 mm elek altı diğer parçacıklarda 4 mm elek altıdır.

Örnek 8a. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı muskovit, %10-15'i kuvars, %20-25'i beyaz feldspat kalanı tuğla/keramik tozu feldspatıdır. 125–1000 μ ar boyutları arasındaki tek tük kırıntı içeren parçacıkların, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i kuvars, %20-25'i beyaz feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar, %70 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregalar 4 mm elek altı, tek tük volkanik kayaç parçacığı, az beyaz feldspat ile %2-3 oranında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkların yaklaşık %60 kadarı 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin kalan kısmı, çok az muskovit ve siyah cüruf parçacığı, 4 mm elek altı çok az volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında kuvars ile %3-5 oranında beyaz feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik

kırığı ve tozudur. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örnek 8b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, %10'u siyah cüruf parçacığı, %10-15'i beyaz renkli feldspat, %20 civarı tuğla/keramik tozu feldspatı, %25 civarı kuvars olup kalanı kül renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, tek tükü muskovit, azı şistik nitelikli %5 civarı çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u beyaz renkli feldspat, %5-10 oranında siyah cüruf parçacığı, 20 civarı tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. İri agregalar 1 adeti 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı olmak üzere geneli 4 mm elek altı, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat, %15-20 oranında kuvars, %30-35 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı şistik nitelikli parçacıklardır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları tek tük kıtık ile %20 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı içermektedir. Agregaların kalanı, 1 adeti 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı olmak üzere 4 mm elek altı, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat, %2-3'ü volkanik kalanı şistik nitelikli olmak üzere yaklaşık %10 kadar çeşitli kayaç parçacıkları ile %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup diğerleri kuvarstır.

Örnek 9. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10-15'i kuvars, %20-25'i pembe krem renkli tuğla/keramik tozu kalanı beyaz feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, tek tükü kıtık, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, azı sarı renkli altere parçacıklar, %10 civarı volkanik kayaç parçacığı, %20 civarı tuğla/keramik kırığı, %25-30'u beyaz ve pembemsi krem feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregaların yaklaşık %40 kadarı 8-15 mm arasında çakıl boyutlu olup bunların %20 kadarı (8-10 mm) volkanik kayaç parçacığı, kalanı tuğla/keramik kırığıdır (8-15 mm). Çakıl parçacıklar dışındaki iri agregaların kalanı 8 mm elek altı, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %3-5 oranında beyaz feldspat, yaklaşık %20 kadar volkanik kayaç parçacığı ve %20-25 oranında kuvars içeren tuğla keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %20-25 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu olup bunların %20 kadarı (8-10 mm) volkanik kayaç parçacığı kalanı tuğla/keramik kırığıdır (8-15 mm). Örneğin diğer agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, yaklaşık

%10 civarında volkanik kayaç parçacığı, %15 civarında beyaz renkli feldspat, %20-25 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregada boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç, tuğla/keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacıkları 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise 4 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı mevcuttur.

Örnek 10. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü tuğla/keramik tozu ve %5-10'u kuvars %10 civarı grimsi renkte feldspat olup kalanı beyaz feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, %5-10'u kum taşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, az miktarda siyah cüruf parçacığı, %5-10'u tuğla/keramik kırığı, %15-20'si kuvars olup kalanı beyaz feldspattır. Çok az olan iri agregalar 4 mm elek altı, %5-10 oranında kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, %10-15 oranında kuvars ile %20-25 oranında beyaz feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra az miktarda (yaklaşık %5 kadar) kalan agregaları %2-3 oranında siyah cüruf parçacığı, %3 civarında kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında tuğla/keramik kırığı, %10 civarında kuvars olup kalanı gri ve beyaz renkli feldspattır. Agregada boyutları azı 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır.

Örnek 11a. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü olivin, azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı kırmızı ve sarı renkli feldspat, %40 kadarı kuvars olup kalanı grimsi krem renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların çok azı muskovit, çok azı olivin, %2-3'ü sarı renkli altere parçacıklar, %2-3'ü tuğla/keramik kırığı, %3 civarı kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %3 civarı biyotit, %5 civarı beyaz feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregaların 1 adeti 6 mm elek altı geneli 3 mm boyuta kadar, azı biyotit, çok azı beyaz feldspat, %10 civarı kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, tek tük olivin, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda kadar tuğla/keramik kırığı ve tozu, %2 civarında biyotit, %3-5 oranında kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %8-10 oranında grimsi krem ve beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. Agregada boyutları 1 adet 6 mm elek altı volkanik kayaç parçacığı hariç 4 mm elek altıdır

Örnek 11b. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü olivin, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %15'i kuvars, %15-20'si krem ve beyaz feldspat kalanı tuğla/keramik tozu feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü olivin, çok azı muskovit, azı biyotit, az miktarda camsı küreler, %3-5'i tüfik, şistik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, yaklaşık %5 kadarı beyaz feldspat, %30-35'i tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. İri agregalar tek tük beyaz feldspat, %5 civarında şistik, tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %30-33 oranında kuvars içeren tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları tek tük olivin, az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, %3-5 oranında şistik, tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %5 civarında krem ve beyaz renkli feldspat, %45 civarında kuvars (deniz kumu) olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaya boyutları 4 mm elek altıdır.

Örnek 12. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının, tek tükü olivin, çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %15-20'si kuvars olup kalanının %5-10'u kırmızı diğerleri pembemsi krem ve beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü şeffaf camsı kürecik, azı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, yaklaşık %10 kadarı pembemsi krem ve beyaz feldspat, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %10-15'i şistik, kumtaşı, andezitik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır. İri agregaların %20-25'i 8-12 mm arasında çakıl boyutlu olup bunların yaklaşık %30'u kayaç parçacıkları, kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların kalanı 8 mm elek altı, tek tük muskovit, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat, %15-20 oranında şistik, kumtaşı, tüfik ve andezitik nitelikli olan çeşitli kayaç parçacıkları, %20-25 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları yaklaşık %15 kadar 8-12 mm arasında çakıl boyutlu olup bunların yaklaşık %30'u kayaç parçacıkları kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları, tek tük olivin, çok az muskovit, az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı kırmızı renkli olmak üzere %10-15 oranında pembemsi krem ve beyaz renkli feldspat, %10-15 oranında şistik, kumtaşı, andezitik ve tüfik nitelikli çeşitli kayaç parçacıkları, %30 civarında kuvars ve kuvarsit olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaya boyutları çakıl nitelikliler hariç, tuğla/keramik kırığı ve kayaç parçacıklarında 8 mm elek altı diğer parçacıklarda ise 6 mm elek altıdır. Biyotitli olan

kuvars ve feldspat agregalar tufik kokenlidir.

Örnek 13a. Örneğin asit sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı muskovit, %3 kadarı siyah cüruf parçacığı, %10 civarı kuvars, %10-15'i kül renkli feldspat, kalanı krem ve pembe renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kırık, tek tükü camı kürecikler, çok azı olivin ve muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %10 civarı beyaz renkli feldspat, %10 civarı çoğu şistik olmak üzere tufik ve çeşitli nitelikte volkanik kayaç parçacığı, %30 civarı tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. İri agregaların yaklaşık %25 kadarı 8-11 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların çakıl boyutlular dışındaki kısmı, 4 mm elek altı, %2-3 oranında tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %3 civarında beyaz renkli feldspat, %5 civarında kuvars olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %10-15 oranında 8-11 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları 3 civarında kül katkı, çok az olivin ve muskovit, %10-15 kadar beyaz renkli feldspat, %3-5 oranında şistik ve tufik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaların boyutları çakıl boyutlular hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer agregalarda 4 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırık katkı bulunmaktadır.

Örnek 13b. Örneğin asit sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü kırık, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %2-3'ü sarı ve kırmızı renkli demiroksit, %10'u kuvars, kalanı azı kırmızı ve sarı krem renkli diğerleri beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü biyotit, tek tük camı kürecikler, azı siyah cüruf parçacığı, çok azı tuğla/keramik kırığı, azı sarı renkli altere parçacıklar, %3 civarı çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %20 civarı beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregaların yaklaşık %15 kadarı 8-12 mm arasında çakıl boyutlu parçacık olup bu parçacıklar yaklaşık yarı yarıya kuvarsit ve kumtaşıdır. İri agregaların kalanının, tek tükü siyah cüruf parçacığı, çok azı tuğla/keramik kırığı, %10 civarı kumtaşı ve tufik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacıkları ile %5-8'i beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvars ve kuvarsit parçacıklarıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları yaklaşık %10 kadar 8-12 mm arasında çakıl boyutlu parçacık olup bu parçacıklar yaklaşık yarı yarıya kuvarsit

ve kumtaşıdır. Agregaların kalanı çok az miktarda toz boyutlu sarı ve kırmızı renkli demiroksit ile kil, çok az miktarda tuğla/keramik kırığı ve tozu, az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %5 civarında kumtaşı ve tüfik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, %15 civarında feldspat (azı kırmızı, sarı ve krem renkli kalanı beyaz) kalanı kuvars ve kuvarsit parçacıklarıdır. Örnekte tek tük kırık katkı bulunmaktadır. Agregaların boyutları çakıl boyutlular hariç 8 mm elek altıdır.

Örnek 14. Örneğin asit sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %5-10'u kuvars, %5 kadarı kül renkli, %15 kadarı kırmızı, kalanı krem-beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü siyahımsı kahve ve balköpüğü renkli camsı kürecikler, çok azı olivin, azı biyotit, %3 civarı sarı renkli altere parçacıklar, %3-5'i siyah cüruf parçacığı, %15-20'si tuğla kırığı, %10-15'i beyaz renkli feldspat, yaklaşık %15 kadarı kumtaşı, şistik parçacıklar ile bazaltik ve tüfik nitelikteki çeşitli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır. İri agregalar %3 civarında siyah cüruf parçacığı, %10 kadar beyaz renkli feldspat, %15 civarında oranında kumtaşı, bazaltik ve şistik parçacıklar ile tüfik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, %25 civarında tuğla kırığı, kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları tek tük siyahımsı kahve ve balköpüğü renkli camsı kürecikler, çok az olivin, çok az muskovit, az biyotit, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %3-5 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül %10-15 oranında kumtaşı, bazaltik ve şistik parçacıklar ile tüfik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %20 civarında krem-beyaz feldspat, %20-25 oranında tuğla kırığı olup kalanı kuvarstır. Agregaların boyutları tuğla kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 6 mm elek altıdır. Agregaların yaklaşık %3 kadarı 8 mm elek altı, geneli 4 mm elek altıdır.

4.3.5.2.3. BMK alanı asit kaybı ve elek analizi

BMK alanından alınmış olan örneklerin asitle muamele sonrasında, reaksiyona girmeyen ve elek analizi ile boyut dağılımlarına ayrılan parçacıklarının stereo mikroskopla yapılan değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %30 civarı kuvars olup kalanı koyu renkli tuğla/keramik kırığı feldspattır. 125–

1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %5-8'i tufik parçacık ve çeşitli kayaç parçacıkları, yaklaşık %10 kadarı beyaz feldspat olup kalanı yaklaşık olarak yarı yarıya tuğla/keramik kırığı ile kuvarstır. İri agregalar %5 civarında 10- 14 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların kalanının %3 civarı beyaz renkli feldspat, %5 kadarı tufik parçacık, %20-25'i tuğla/keramik kırığı olup kalanı tufik nitelikli kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %15-20 oranında 10-14 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, %5 kadar beyaz feldspat, yaklaşık %3-5 oranında tufik parçacık ve çeşitli kayaç parçacıkları, yaklaşık %30 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı tufik kuvarstır. Agregaların boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda azı 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Örnek 2. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, tek tükü siyah cüruf parçacığı, %5 civarı beyaz renkli feldspat, %15-20'si kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığı feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların, azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, yaklaşık %5 kadarı tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10 civarı feldspat, %25-30'u tufik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar, %10 civarında (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların kalanının tek tükü siyah cüruf parçacığı, %3 civarı beyaz renkli feldspat, %10 civarı tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %20-25'i tufik kuvars olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları yaklaşık %5 kadar (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Agregaların kalanı çok az siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda muskovit, %5 civarında beyaz renkli feldspat, %5 civarında tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %20-25 oranında tufik nitelikli kuvars olup kalanı tuğla keramik kırığıdır. Agregaların boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır.

Örnek 3. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %15-20'si kuvars, %5-10'u beyaz renkli feldspat, kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %5 kadarı beyaz renkli

feldspat, %5-10'u tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %25 civarı tufik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların yaklaşık %30 kadarı 12 mm.ye kadar çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. İri agregaların kalanının tek tükü muskovit ve siyah cüruf parçacığı, azı beyaz renkli feldspat, %3-5'i tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i tufik kuvars tufik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregalarının %15-20'si 12 mm.ye kadar çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, yaklaşık %3 kadar beyaz renkli feldspat, %3-5 oranında tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %15 civarında tufik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin agrega boyutları tuğla/keramik kırığında çakıl boyutlu parçacıklar hariç 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır.

Örnek 4. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %10-15'i kuvars olup kalanı %20-25 oranında krem-beyaz renkli feldspat diğerleri tuğla/keramik kırığı feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kırıntı, tek tükü siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %20-25'i tufik kuvars, %20-25'i tuğla/keramik kırığı %15 civarı beyaz renkli feldspat, %5-10'u çeşitli nitelikte volkanik kayaç parçacığı olup kalanı puzzolan özellikli andezitik parçacıklardır. İri agregalar %60 civarında 8-20 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların kalan kısmının azı beyaz renkli feldspat, %15-20'si tufik ve çeşitli nitelikte volkanik kayaç parçacığı, %25-30'u tufik kuvars ve kuvarsit olup kalanı 8 mm elek altı tuğla /keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %35 civarında 8-20 mm arasında tuğla/keramik kırığı çakılı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %5-8 oranında beyaz renkli feldspat, %5-8 oranında tufik ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, yaklaşık %10 kadar andezitik nitelikli puzzolan, %15 civarında tufik kuvars ve kuvarsit, kalanı tuğla keramik kırığı ve tozudur. Agrega boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç, tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, andezitik parçacıklarda 1 mm elek altıdır. Örneğin diğer agregalarının boyutları tek tük 8 mm elek altı kuvarsit parçacığı hariç azı 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır. Örneğin içeriğinde tek tük kırıntı katkı mevcuttur.

Örnek 5. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %15 civarında kuvars olup kalanı beyaz

renkli feldspat ile, pembemsi krem ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kurşun parçacıklar, tek tükü sarı renkli altere parçacıklar, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5-10'u tufik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %20-25'i tufik kuvars, %25-30'u tuğla/keramik kırığı olup kalanı beyaz renkli feldspattır. İri agregalar %30-35 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. İri agregaların kalanının tek tükü sarı renkli altere parçacıklar, %10-15'i tufik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %15-20'si beyaz renkli feldspat olup kalanı yaklaşık yarı yarıya tuğla/keramik kırığı ve tufik nitelikli kuvars ile kuvarsit parçacıklarıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %15 kadar 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları tek tük sarı renkli altere parçacıklar, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %5-10 oranında tufik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %20-25 oranında tufik kuvars ve kuvarsit, yaklaşık %20-25 oranında beyaz ve pembemsi krem renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaların boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise 6 mm elek altıdır.

Örnek 6. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı muskovit, %20-25'i kuvars, %5-10'u beyaz renkli feldspat kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10-15'i beyaz renkli feldspat, %20-25'i puzzolan özellikli andezitik parçacık, %20-25'i tuğla/keramik kırığı olup kalanı tufik kuvarstır. İri agregaların %35 kadarı 8-17 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların kalanının %5 civarı beyaz renkli feldspat, %15-20'si 8 mm elek altı tufik kuvars, %30-35'i 6 mm elek altı puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıklarının yaklaşık %20 kadarı 8-17 mm boyutları arasında tuğla/keramik kırığı çakılıdır. Örneğin kalan agregaları çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat, %20-25 oranında tufik kuvars, %20 civarında puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, andezitik parçacıklarda 6 mm elek altı, kuvars ve feldspatlarda ise 4 mm elek altıdır.

Örnek 7. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları az muskovit, %3 civarında siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10 civarında kuvars olup kalanı yarı yarıya beyaz feldspat ile krem pembe ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların çok azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %15-20'si beyaz ve krem renkli feldspat, %20-25'i puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı çeşitli renkte tufik kuvarstır. İri parçacıkların çok azı muskovit, %5 civarı beyaz renkli feldspat, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %25-30'u puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı çeşitli renkte tufik nitelikli kuvars kumdur.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az miktarda muskovit, %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı, %20 civarında beyaz ve krem renkli feldspat, %20-25 oranında puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı çeşitli renkte tufik nitelikli kuvars kumdur. Örneğin agrega boyutlarının geneli 2 mm elek altı olmakla birlikte tuğla/keramik kırığı agregaların tek tükü (1 adet) 6 mm elek altı olmak üzere azı 3 mm boyuta kadardır.

Örnek 8. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü sarı ve kırmızı renkli demiroksit parçacığı, %5 civarı kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatı, %5-10'u kuvars olup kalanı grimsi krem ve beyaz renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların azı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü sarı renkli demiroksit ve kil parçacığı, %3 civarı tuğla/keramik kırığı, %5-8'i volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u kuvars olup kalanı grimsi krem ve beyaz renkli feldspattır. Örneğin çok az miktarda olan iri agregalarının tek tükü (1 adeti) 4 mm elek altı volkanik kayaç parçacığı olup kalanı 2 mm elek altı kuvarstır. Örneğin içeriğinde ot ve tohum kalıntıları mevcuttur.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, az miktarda siyah cüruf parçacığı, %2-3 oranında sarı ve kırmızı renkli demiroksit ve kil parçacıkları, %3 civarında tuğla/keramik kırığı, %3-5 oranında volkanik kayaç parçacıkları, %10-15 oranında kuvars olup kalanı grimsi krem renkli feldspattır. Yaklaşık %10 kadarı 4 mm elek altı boyutta olan örneğin agregalarının geneli 1 mm elek altıdır.

Örnek 9. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %10-15'i kuvars olup kalanı beyaz, krem ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki

parçacıkların çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %2-3'ü kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, %15-20'si krem ve beyaz renkli feldspat, %20-25'i tuğla/keramik kırığı, %20-25'i puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı tüfik kuvarstır. İri agregalar yaklaşık %50 kadar 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların tek tükü beyaz feldspat, %5 civarı metakumtaşı, %25 civarı tüfik kuvars, %30-35'i puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %25-30 oranında 8-15 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, az muskovit, %2-3 oranında kumtaşı ve çeşitli kayaç parçacıkları, %10 civarında feldspat, yaklaşık %20 kadar tüfik kuvars, %15-20 oranında puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, kuvars ve kumtaşı parçacıklarında 6 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır.

Örnek 10. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %10-15'i kuvars olup kalanı yaklaşık yarı yarıya beyaz ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i kuvars, %20-25'i beyaz ve krem renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar %35 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. İri agregaların kalanının tek tükü feldspat, %3-5'i şistik, bazaltik ve tüfik nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %20 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları tek tükü muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %2-3 oranında şistik, bazaltik ve tüfik nitelikli olmak üzere çeşitli kayaç parçacıkları, %5-10 oranında kuvars, yaklaşık %10 kadar feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, feldspatlarda 2 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır.

Örnek 11. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %10 civarı kuvars olup

kalanı beyaz, krem ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, %25 civarı kuvars, %25 civarı beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların çok azı feldspat, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, 35-40'ı tüfik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %2 civarında volkanik kayaç parçacıkları, %20 civarında beyaz ve krem renkli feldspat, %25 civarında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaların boyutları tuğla/keramik kırığında azı 8 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır.

Örnek 12. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %10-15'i kuvars, kalanı beyaz ve krem renkli feldspat ile kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların çok azı muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, %10-15'i puzzolan özellikli andezitik parçacık, %10-15'i beyaz feldspat, %30-35'i tuğla/keramik kırığı olup kalanı tüfik kuvarstır. İri agregalar %65-70 oranında 13-17 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların tek tükü sarı renkli altere parçacıklar, %10-15'i beyaz renkli feldspat, 10-15'i puzzolan özellikli andezitik parçacık, meta kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %30 civarı kuvars olup kalanı tuğla keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %35-40 oranında 13-17 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az sarı renkli altere parçacıklar, %5-10 oranında puzzolan özellikli andezitik parçacık, meta kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %10 kadar beyaz renkli feldspat, %20-25 oranında tüfik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 8 mm elek altı kuvarsit parçacığı hariç 6 mm elek altıdır.

Örnek 13. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %20 civarı kuvars, %5-10'u koyu renkli feldspat olmak üzere kalanı yaklaşık yarı yarıya krem ve beyaz

feldspat ile kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i beyaz feldspat, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, çok azı şistik nitelikli olmak üzere %20-25'i puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı kuvarstır. İri agregalar %3 civarında beyaz feldspat, %15 civarında tuğla/keramik kırığı, %25-30 oranında çeşitli renkte tüfik kuvars olup kalanı %2-3 oranında şistik nitelikli ve puzzolan özellikli andezitik parçacıklardır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %5 civarında feldspat, yaklaşık %15 kadar tuğla/keramik kırığı, %30 civarında azı şistik nitelikli, diğerleri puzzolan özellikli andezitik nitelikli parçacık olup kalanı tüfik kuvarstır. Agregaların boyutları azı 8 mm elek altı olmak üzere 6 mm elek altıdır.

Örnek 14. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı demiroksit parçacıkları, azı muskovit, %3 civarı biyotit ve siyah cüruf parçacığı, %10-15'i kuvars, %3-5'i tuğla feldspatı olup kalanı krem beyaz ve açık kül renkli feldspattır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10 civarı tuğla/keramik kırığı, %15-20'si beyaz ve pembemsi krem renkli feldspat, %15-20'si puzzolan özellikli andezitik parçacık olup kalanı tüfik kuvarstır. İri agregalar yaklaşık %40 kadar (1adet) 12 mm çakıl boyutlu tüfik parçacık (lapilli) içermektedir. İri agregaların kalan kısmının, %5-10'u beyaz renkli feldspat, yaklaşık %15 kadarı azı şistik nitelikli ve çeşitli volkanik kayaç olmak üzere puzzolan özellikli andezitik parçacık, %15-20'si tüfik kuvars olup kalanı çeşitli renkte tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %15 kadar (1 adet) 12 mm çakıl boyutlu tüfik parçacık (lapilli) içermektedir. Agregaların kalanı, çok az demiroksit parçacıkları, çok az biyotit ve siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %10-15 oranında azı şistik nitelikli ve çeşitli volkanik kayaç olmak üzere puzzolan özellikli andezitik parçacık, %15-20 oranında feldspat, yaklaşık %20 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı tüfik kuvarstır. Agregaların boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığı ve kayaç parçacıklarında azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altı diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır.

Örnek 15. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %20-25'i kuvars olup kalanı

grimsi krem ve beyaz renkli feldspat ile kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü muskovit, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %10 civarın beyaz renkli feldspat, %10-15'i tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. İri boyutlu agregalar yaklaşık %35 kadar (2 adet) 12 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların tek tükü sarı renkli altere parçacıklar, %2-3'ü feldspat, yaklaşık %10 kadarı tuğla/keramik kırığı, %10 civarı puzzolanik özellikli andezitik parçacık olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları %15-20 oranında (2 adet) 12 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin kalan agregaları tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az sarı renkli altere parçacıklar, yaklaşık %10 kadar feldspat, %5 civarında puzzolanik özellikli andezitik parçacık, yaklaşık %10 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Örneğin çakıl parçacıklar dışındaki agregalarının boyutları, %5 kadar 4-6 mm arasında kuvars ve kayaç parçacığı olmak üzere 4 mm elek altıdır.

Örnek 16. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı muskovit, %3-5'i siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %15 civarı kuvars olup kalanı beyaz feldspat ve tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki agregaların, çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %5-10'u beyaz renkli feldspat, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %3-5'i kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı yaklaşık yarı yarıya kuvars ve puzzolan özellikli andezitik parçacıklardır. İri agregalar %40 civarında keramik ve kuvarsit çakılı (%25 kadar/ 1 adet 10 mm boyutlu kuvarsit olup kalanı/1 adet 20 mm boyutlu keramik kırığı) içermektedir. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların azı beyaz feldspat, %3-5'i tuğla/keramik kırığı, %5-10'u kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, %35-40'ı kuvars ve kuvarsit olup kalanı puzzolan özellikli andezitik parçacıklardır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları yaklaşık %25 kadar keramik ve kuvarsit (%20-25 oranında 10 mm boyutlu kuvarsit kalanı 20 mm boyutlu keramik kırığı) çakılı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3-5 oranında kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, %5 civarında feldspat, %5-10 oranında tuğla/keramik kırığı, yaklaşık %30 kadar kuvars olup kalanı andezitik parçacıklardır. Agregaların boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç %3 civarında 4-8 mm olmak üzere 4 mm elek altıdır.

Örnek 17. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10 civarı kuvars olup kalanı beyaz ve kırmızı renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125–1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %5-10'u beyaz renkli feldspat, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, yaklaşık %35 kadarı kuvars, %2-3'ü kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, olup kalanı puzzolan özellikli andezitik parçacıklarıdır. İri agregalar yaklaşık %70 kadar 15-18 mm boyutları arasında keramik ve tuğla/keramik çakılıdır. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların %3-5'i beyaz renkli feldspat, %15-20'si tuğla/keramik kırığı, %30-35'i kuvars, %2-3'ü kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı puzzolan özellikli andezitik tuf parçacıklarıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %35 kadar 15-18 mm boyutları arasında tuğla/keramik çakılı ilavelidir. Agregaların kalanı, az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, yaklaşık %10 kadar feldspat, %10 civarı tuğla/keramik kırığı, %20 civarı kuvars olup kalanı az miktarda kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları içeren puzzolan özellikli andezitik parçacıklardır. Agregaların boyutları çakıl boyutlular hariç tek tük 6 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altıdır.

Örnek 18. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü kıtık, azı siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %2-3'ü demiroksit, %10-15'i kuvars olup kalanı azı beyaz renkli feldspat diğerleri tuğla/keramik feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, tek tükü 250 μ dan küçük boyutlu şeffaf camsı kürecikler, tek tükü olivin, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, azı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10 civarı beyaz renkli feldspat, %25 civarı kuvars, kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar %40-45 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Çakıl boyutluların haricindeki iri agregaların çok azı kumtaşı ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, çok azı beyaz renkli feldspat, %2-3'ü kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %35 kadar 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan kısmı, çok az demiroksit, tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, çok az kumtaşı ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %2-3 oranında beyaz renkli feldspat ile yaklaşık %3-5 oranında kuvars içeren tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaların boyutları çakıl nitelikli parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm ele altı, diğer

parçacıklarda tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırık katkı bulunmaktadır.

Örnek 19. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü kırık, azı siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %2-3'ü demiroksit, %10-15'i kuvars olup kalanı azı beyaz renkli olan tuğla/keramik feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü olivin, tek tükü 250 μ dan küçük boyutlu camı kürecikler, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, %10 civarı beyaz renkli feldspat, %30-35'i kuvars, kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar %20-25 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların azı tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, azı beyaz renkli feldspat, %3-5'i kuvars, kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları, %15-20 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan kısmı, tek tük olivin, tek tük camı kürecik, çok az demiroksit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, çok az tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %3-5 oranında beyaz renkli feldspat ile %5-10 oranında kuvars içeren tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregat boyutları çakıl nitelikli parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır. Örneğin içeriğinde tek tük kırık katkı mevcuttur.

Örnek 20. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %2-3'ü demiroksit, %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kırık, tek tükü 500 μ dan küçük boyutlu camı kürecikler, azı siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5-10'u beyaz feldspat, %10 civarı kuvars kalanı tuğla/keramik kırığı ve dağılmamış feldspat kütleleridir. İri agregalar tek tük volkanik kayaç parçacığı ve kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları, tek tük camı kürecikler ile 2 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az siyah cüruf parçacığı, muskovit ve demiroksit, %3-5 oranında beyaz feldspat ile %3-5 oranında kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örnekte tek tük kırık katkı bulunmaktadır.

Örnek 21. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı siyah cüruf parçacığı, %3 civarı sarı, kırmızı renkli demir oksit parçacıkları ve tuğla tozu feldspatı, %10 civarı kuvars olup kalanı krem beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i alterasyon ürünü sarı renkli kil parçacıklar, %3-5'i tüfik parçacıklar, yaklaşık %10-15'i beyaz renkli feldspat, %10 civarı tuğla/keramik kırığı, %20-25'i kumtaşı (meta kumtaşı ve arenit) olup kalanı kuvarstır. İri agregaların yaklaşık %65 kadarı 8-18 mm arasında çakıl boyutlu parçacık ilavelidir (%20'si (1 adet) kumtaşı, %80'i tuğla/keramik kırığıdır). Örneğin çakıllar dışındaki diğer agregaları, 6 mm elek altı %3-5 oranında sarı renkli kil parçacıklar (altere parçacıklar), %3-5 oranında beyaz renkli feldspat, %15 civarında tuğla/keramik kırığı ile 4 mm elek altı %15-20 oranında kuvars, kalanı arenit olan kumtaşı parçacıklarıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları yaklaşık %35 kadar 8-18 mm boyutları arasında çakıl boyutlu parçacık ilavelidir. Çakıl parçacıkların %20'si (1adet) kumtaşı %80'i tuğla/keramik kırığıdır. Çakıl parçacıklar dışındaki agregaların, çok azı siyah cüruf parçacığı, azı demiroksit, %2-3'ü alterasyon ürünü olan sarı renkli kil parçacıklar, çok azı toz boyutlu olmak üzere %5-10'u tuğla/keramik kırığı, %10-15'i beyaz feldspat, yaklaşık %2 kadarı tüfik parçacıklar ile %20 civarında kumtaşı (metakumtaşı ve arenit) olup kalanı kuvarstır. Agregasyon boyutları çakıl boyutlular hariç 6 mm elek altıdır.

Örnek 22. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü olivin, azı siyah cüruf parçacığı, %5-10'u kuvars, %3-5'i sarı ve kırmızı renkli kil ile demir oksit boyamaları olup kalanı krem beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, çok azı siyah cüruf parçacığı, azı volkanik kayaç parçacığı ve andezitik tuf, %2-3'ü alterasyon ürünü olan sarı renkli kil parçacıklar, %25-30'u beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregalar %10 civarında (2 adeti) 9 ve 14 mm çakıl boyutlu kumtaşı ve kuvarsit parçacık içermektedir. İrilerin çakıl boyutlular dışındaki parçacıklarının tek tükü kıtık, 8 mm elek altı %3 civarı sarı renkli altere parçacıklar olan kil, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı olup kalanı kuvars ve kuvarsittir.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %5 civarında (2 adeti) 9 ve 14 mm çakıl boyutlu kumtaşı ve kuvarsit parçacık içermektedir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az demir oksit boyamaları, %2 civarında

kumtaşı, andezitik tuf ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında sarı renkli altere parçacıklar, %15-20 oranında kadar beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. Agregada boyutları, kuvars, kumtaşı ve kayaç parçacıklarında çakıl boyutlular hariç 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 6 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

4.3.5.2.4. SMK alanı asit kaybı ve elek analizi

SMK alanından alınmış olan örneklerin asitle muamele sonrasında, reaksiyona girmeyen ve elek analizi ile boyut dağılımlarına ayrılan parçacıklarının stereo mikroskopla yapılan değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının tek tükü olivin, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %2-3'ü sarı ve kırmızı renkli demiroksit parçacıkları, %3 civarı tuğla/keramik tozu, %10 civarında kuvars olup kalanı krem beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü yuvarlaklaşmış camsı kürecikler, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %5-10'u tuğla/keramik kırığı, %15 civarı beyaz renkli feldspat, %30-35'i şistik parçacıklar, kumtaşı ile tufik ve bazaltik nitelikli volkanik kayaç parçacıklar olup kalanı kuvarstır. İri agregalar, %5 civarında beyaz renkli feldspat, %20 civarında kuvars, %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı kalanı kumtaşı ve şistik parçacıklar içeren tufik ve bazaltik nitelikli volkanik kayaç parçacıklarıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları, tek tükü olivin, tek tük yuvarlaklaşmış camsı kürecikler, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, çok az demiroksit parçacıkları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %15 civarında beyaz renkli feldspat, %15 civarında tuğla/keramik kırığı, yaklaşık %30 kadar kuvars olup kalanı kumtaşı, şistik, bazaltik ve tufik parçacıklardan oluşan kara kumdur. Agregada boyutları tuğla/keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacıklarında 8 mm ele altı olup diğer parçacıklar 6 mm elek altıdır.

Örnek 2. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %2 civarı kül, %5-10'u kuvars, kalanı %5-10'u kırmızı olmak üzere krem beyaz renkli tuğla/keramik feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü yuvarlaklaşmış cam kürecikler,

çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %10 civarı şistik ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %15 civarı feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregalar, %25-30 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ve kumtaşı (yaklaşık %25 kadarı kumtaşı kalanı tuğla/keramik kırığı) içermektedir. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların diğerlerinin çok azı kumtaşı, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %5-10'u beyaz renkli feldspat, yaklaşık %35 kadarı tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvars ve kuvarsittir.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları yaklaşık %20 kadar (%25 kadarı kumtaşı kalanı tuğla/keramik kırığı) 1 adeti 15 mm olmak üzere 10 mm elek altı çakıl boyutlu parçacıklar içermektedir. Örneğin diğer agregaları tek tük yuvarlaklaşmış cam kürecikler, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit içeren %3-5 oranında kumtaşı, şistik parçacık ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında feldspat, %20 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvars ve kuvarsittir.

Örnek 3. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı demiroksit, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %10-15'i kuvars olup kalanı %10-15'i kırmızı diğerleri pembe, krem ve beyaz renkli tuğla /keramik feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü yuvarlaklaşmış camsı kürecikler, tek tükü olivin, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %3-5'i volkanik kayaç parçacığı, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %10-15'i beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregalar, yaklaşık %30 kadar 10-18 mm boyutları arasında tuğla/keramik çakılı ilavelidir. İri agregaların kalan kısmının (8 mm elek altı) %2-3'ü tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %5 civarı beyaz renkli feldspat, %20-25'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları yaklaşık %20 kadar 10-18 mm arası boyutlu tuğla/keramik çakılı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 8 mm elek altı tek tükü yuvarlaklaşmış camsı kürecikler, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit içeren %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı, %10 civarında beyaz feldspat, %30 civarında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığı ile az miktardaki tozudur. Agregaya boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı diğer parçacıklarda ise tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Örnek 4. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu

parçacıklarının %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %2 civarı muskovit, %2-3'ü kırmızı renkli feldspat, %10-15'i kuvars olup kalanı sarımsı krem ve gri renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü muskovit, %10 civarı beyaz renkli feldspat, %10 kadarı dağılmamış krem gri feldspat kütleleri, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, yaklaşık %15 kadarı tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır. İri agregaların %55-60'ı 10-15 mm arasında çakıl boyutlu keramik kırığıdır. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregaların çok azı muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %5-10'u kuvars, %10 civarı tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %40 civarında 10-15 mm boyutları arasında keramik kırığı (bazıları siyah astarlı) ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda muskovit, %5 civarında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında kuvars, %10-15 oranında feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Keramik agregalarının bir kısmı siyah astarlı olan örneğin kuvars ve feldspat parçacıkları biyotitli olup tüfik kökenlidir. Örneğin çakıl boyutlular dışındaki agrega boyutları keramik kırıklarında 8 mm elek altı, kayaç parçacıklarında tek tük 8 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır.

Örnek 5. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıkları %2 civarında muskovit, %3-5 oranında siyah cüruf parçacığı, %5-10 oranında kırmızı renkli feldspat, %10-15 oranında kuvars olup kalanı beyaz, krem ve gri renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, tek tükü olivin, tek tükü muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %2-3'ü sarı renkli altere kil parçacıklar, %3-5'i şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacığı, %3-5'i tuğla/keramik kırığı, yaklaşık %5'i beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregalar %40 kadar (2 adet) 13 ve 15 mm çakıl boyutlu tuğla kırığı ilavelidir. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregalar, 8 mm elek altı, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda beyaz renkli feldspat, %5-10 oranında şistik parçacık ile tüfik volkanik kayaç parçacığı, %20-25 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları yaklaşık %20 kadar (2 adeti) 13 ve 15 mm çakıl boyutlu tuğla kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları tek tük, olivin, çok az muskovit, %2 civarında siyah cüruf parçacığı, %2 civarında sarı renkli altere kil parçacıklar, %3-5 oranında tüfik ve şistik volkanik kayaç parçacığı, %5-10

oranında feldspat, %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır. Örneğin agrega boyutları, çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıkları ve kayaç parçacıkları 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise 6 mm elek altıdır.

Örnek 6. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının, tek tükü demir oksit, çok azı olivin, azı siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3-5'i kuvars olup kalanı beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü tuğla/keramik kırığı, azı olivin, azı biyotit, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, %2-3'ü beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregaların tek tükü tuğla/keramik kırığı, %2-3'ü volkanik kayaç parçacığı, %2-3'ü beyaz renkli feldspat olup kalanı 1 adeti 5 mm boyutlu olmak üzere 3 mm elek altı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıklarının tek tükü tuğla/keramik kırığı, tek tükü demir oksit, çok azı olivin, azı siyah cüruf parçacığı, azı biyotit, %2 civarı volkanik kayaç parçacığı, %5 civarı feldspat olup kalanı kuvarstır. Örneğin agrega boyutları 1 adeti 5 mm boyutlu kuvars hariç 3 mm elek altıdır.

Örnek 7. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %10-15'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığı feldspatıdır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü olivin, çok azı muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, azı volkanik kayaç parçacığı, %2-3'ü beyaz renkli feldspat, %5-10'u kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregaların 2 adeti (%20-25 oranında) 10-12 mm boyutlarında tuğla çakılı olup kalanı 8 mm elek altı az miktarda kuvars, az miktarda beyaz renkli feldspat ve az miktarda volkanik kayaç parçacığı içeren tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %10-15 oranında (2 adeti) 10-12 mm tuğla çakılıdır. Örneğin kalan agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, az miktarda beyaz renkli feldspat, %3-5 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin agregalarının tamamı tuğla/keramik kırığı olup diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır. Örneğin agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

Örnek 8. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %5-10'u kuvars olup

kalanının azı kırmızı renkli diğerleri sarımsı krem ve pembemsi krem renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların azı siyah cüruf parçacığı, %5-10'u beyaz renkli feldspat, %10-15'i tuğla/keramik kırığı, %3-5'i sarı renkli kil olan altere parçacıklar, %25-30'u kumtaşı, grovak, şistik ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı kuvarstır. İri agregalar yaklaşık %40 kadar 10-20 mm arasında çakıl boyutlu, 1 adeti tuf diğerleri tuğla/keramik kırığı olan parçacık ilavelidir. Örneğin çakıl boyutlular dışındaki iri agregalarının %2-3'ü beyaz renkli feldspat, %10-15'i kuvars, %25-30'u kumtaşı, grovak, şistik ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Keramik kırıklarının bir kısmı kırmızı ve siyah astarlıdır (1 adet yaklaşık 3 mm kalınlıkta iki yüzeyi siyah astarlı, 1 adet iç yüzeyi kırmızı dış yüzeyi siyah renk astarlı).

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %25-30 oranında 10-20 mm arasında çakıl boyutlu, 1 adeti tuf diğerleri tuğla ve keramik kırığı olan parçacık ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, az miktarda sarı renkli kil olan altere parçacıklar, %5-10 oranında çok azı kırmızı olmak üzere sarımsı ve pembe krem ile beyaz renkli feldspat, %15-20 oranında kuvars, %20 civarında kumtaşı, grovak, şistik ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin agrega boyutları çakıl nitelikliler hariç 8 mm elek altıdır.

Örnek 9. Örneğin asitle muamele sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %5-10'u kuvars, %3-5'i kırmızı, kalanı pembemsi krem ve gri renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü yeşil renkli parçacık (malahit), %3-5'i beyaz renkli feldspat, %3-5'i tuğla/keramik kırığı, %10 civarı volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır. İri agregalar, %45 civarında 10-22 mm arasında çakıl boyutlu parçacık içermektedir. Çakıl parçacıkların 1 adeti (%5 civarı) 10 mm boyutlu kuvarsit kalanı tuğla/keramik kırığıdır (2 adeti 22x33 mm ve 22x 30 mm boyutlarında diğerleri 10-14 mm boyutları arasında). Çakıl boyutlular dışında kalan iri agregaların %2-3'ü beyaz renkli feldspat, %10 civarı kumtaşı, grovak, şistik ve volkanik kayaç parçacıkları, %30-35'i kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregalarının %30-35'i 10-22 mm boyutları arasında, 1 adeti (%5 civarı) kuvarsit diğerleri tuğla keramik kırığı olan çakıl boyutlu parçacıktır. Örneğin diğer agregaları tek tük malahit, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %5 civarında kırmızı, pembemsi krem, gri ve beyaz renkli feldspat, %5

civarında kumtaşı, grovak, şistik ve volkanik kayaç parçacıkları, %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Örneğin agregaları çakıl boyutlu parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

Örnek 10. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı muskovit, %3 civarı kuvars olup kalanı %5-10 oranında kırmızı renkli diğerleri krem beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, çok azı siyah cüruf parçacığı, %3-5'i kuvars, %25-30'u beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. İri agregalar yaklaşık %30 kadar 9- 13 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik çakılı içermektedir. Örneğin çakıl boyutlular dışındaki iri agregalarının tek tükü tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, çok azı siyah cüruf parçacığı, azı kuvars, %2-3'ü beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %20 civarında 9-13 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, az miktarda kuvars, %15-18 oranında beyaz renkli feldspat olup kalanı tuğla keramik kırığıdır. Tek tük kıtık içeren örneğin agregaları çakıl boyutlular hariç 8 mm elek altıdır.

Örnek 11. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %2-3'ü kül, %10 civarı kuvars olup kalanı azı kırmızı renkli diğerleri krem beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü olivin, çok azı sarı renkli kil olan altere parçacıklar, %2 civarı muskovit, %2-3'ü siyah cüruf parçacığı, %5 civarı beyaz renkli feldspat, %15 civarı kumtaşı, şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacıkları, %10-15 civarı tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. İri agregalar yaklaşık %15 kadar (2 adet) 10 ve 18 mm çakıl boyutlu keramik kırığı içermektedir (1 adet keramik kırığının tek yüzeyi yeşil astarlıdır). Örneğin çakıl dışındaki iri agregalarının çok azı siyah cüruf parçacığı, çok azı sarı renkli kil olan altere parçacıklar, %3-5'i beyaz renkli feldspat, %15 civarı kumtaşı, şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacıkları, %15-20'si kuvars olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları %5-10 oranında (2 adet) 10 ve 18 mm çakıl boyutlu keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları tek tük olivin, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, çok az muskovit ve biyotit, az

miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül, %10 civarında feldspat, %10-15 oranında kumtaşı, şistik ve tufik volkanik kayaç parçacıkları, %30-35 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır.

Örnek 12. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı muskovit, azı siyah cüruf parçacığı, %10 civarı kuvars olup kalanı %3-5 oranında kırmızı diğerleri krem beyaz renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, tek tükü sarı renkli kil olan altere parçacıklar, azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %3-5'i tuğla/keramik kırığı, yaklaşık %10 kadarı kumtaşı ve tufik volkanik kayaç parçacığı, %15 civarı beyaz renkli feldspat olup kalanı kuvarstır. İri agregaların %25-30'u 10-15 mm arasında çakıl boyutludur. Çakıl boyutlu agregaların 1 adeti (%20 civarında) kumtaşı diğerleri tuğla/keramik kırığıdır. Çakıl boyutlular dışında kalan iri agregaların çok azı sarı renkli altere parçacıklar, çok azı siyah cüruf parçacığı %5-10'u kumtaşı ve tufik volkanik kayaç parçacığı, 5-10'u beyaz renkli feldspat, yaklaşık %25 kadarı kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları yaklaşık %15 kadar 10-15 mm arasında, 1 adet (%20 civarında) kumtaşı kalanı tuğla/keramik kırığı olan çakıl boyutlu parçacık ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %10-15 oranında beyaz renkli feldspat, %5-10 oranında kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Agregaların boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır. Tek tük kıtık içeren örneğin kuvars ve feldspatları biyotitli olup tufik kökenlidir.

Örnek 13. Örneğin asitle muamale sonrasında kalan 125 μ 'dan küçük boyutlu parçacıklarının azı siyah cüruf parçacığı, azı muskovit, %10-15'i kuvars, %3-5'i kırmızı renkli kalanı krem ve gri renkli feldspattır. 125-1000 μ boyutları arasındaki parçacıkların tek tükü kıtık, azı siyah cüruf parçacığı, %2 civarı muskovit, %5 civarı beyaz renkli feldspat, %3-5'i tuğla/keramik kırığı, %10-15'i volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır. Ayrıca 2 ve 6 mm uzunluğunda ve yaklaşık 0,4 mm kalınlığında 2 adet, karıştığı düşünülen kurşun kalıntısı mevcuttur. İri agregalar %50 civarında 8-20 mm arasında çakıl boyutludur. Çakıl boyutlu agregaların 1 adeti kuvarsit, 1 adeti tuf parçacığı olup kalanı keramik kırığıdır. Çakıl boyutlular dışındaki iri agregalar %3 civarı beyaz renkli feldspat,

%20-25 oranında tuğla/keramik kırığı, %20 civarında tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan parçacıkları yaklaşık %35 kadar 8-20 mm boyutları arasında 1 adet kuvarsit, 1 adet tuf parçacığı, kalanı keramik kırığı olan çakıl boyutlu parçacık ilavelidir. Agregaların kalanı çok az muskovit, az siyah cüruf parçacığı, %5-10 oranında feldspat, yaklaşık %10 kadar tuğla/keramik kırığı, %10 civarında kumtaşı ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvarstır. Örneğin agregaları çakıl boyutlu parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır. Tek tük kıtık bulunan örneğin içeriğinde 2 ve 6 mm uzunluğunda ve yaklaşık 0,4 mm kalınlığında karıştığı düşünülen 2 adet kurşun kalıntısı tespit edilmiştir.

4.3.6. Petrografik analizler

Petrografik ve mineralojik analiz yöntemleri, harç ve sıva örneklerinin mineral içerikleri ve nitelikleri, katkı içeriği ve nitelikleri, alansal olarak bağlayıcı/agrega oranı, bağlayıcı ile dolgu /katkı malzemelerinin bağlanma özellikleri ve dokusu hakkında bilgi sağlar.

İnce kesitlerin mikroskop ile petrografik ve mineralojik olarak incelenmesi harcın yapı ve dokusunun nitelikleri hakkında bilgi sağlar. Böylece mevcut bağlayıcı-bağlayıcı, bağlayıcı-agrega fazı, bağlayıcı ve agregası tipi ve hatta kısmen karbonatlaşma süreci ve harcın nasıl uygulandığı hakkında bilgi verir. Bu analiz ile harç içeriğindeki katkı ve dolgular hakkında da bilgi sağlanabilir. Mikroskopik analiz, içeriklerin tanımlanması ve oranlarının sayısal olarak belirlenebilmesini sağlayarak fiziksel ve kimyasal inceleme yöntemlerinin arasında yer alır ve her ikisine yardımcı bir yöntemdir. Gözenekler ve çatlakların şekil ve içeriklerinin belirlenmesi harcın mekanik özellikleri ve uygulandığı zamandaki nem içeriği hakkında bilgi verir (Middendorf, 2005).

Ayrıca mikroskopik gözlemlerle, dolgu ya da katkı amacıyla kullanılmış olan malzemeler ile bağlayıcı arasındaki ara faz incelenerek bağlayıcı ile bu malzemeler arasında oluşan reaksiyon ürünü varlığı belirlenebilir. Özellikle puzzolanik malzeme içeren harçlarda bağlayıcı ile bu malzemeler arasındaki tepkime sonucu oluşan arayüz reaksiyon ürünleri izlenebilir (Maravelaki-Kalaitzaki ve diğ., 2003).

Örneklerin kalın ve ince kesitleri hazırlanırken malzemeyi bütün halde temsil edecek nitelikte kütle halinde bir miktar harç/sıva örneği, yüzeyindeki toz ve toprak

uzaklaştırılarak etüvde 105 ± 5 °C'de 2 saat süre ile kurutulur. Kurutulan örnekler kalıplara konularak desikatör içerisinde vakum altında epoksi polimer (Araldit AY 103 - HY 956 kullanılmıştır) emdirilerek donması beklenir. Kesit hazırlama cihazı kullanılarak donmuş örneklerin ince dilimler halinde kesiti alınır. Örnek kesitleri kalın ve ince kesit için epoksi polimer ya da Kanada balzamu ile 2 ayrı lama yapıştırılarak donması beklenir. Yapıştırılan örneklerin kalın kesiti ortalama 1 mm kalınlığa kadar, ince kesit ise 30 µ kalınlığa kadar kesit hazırlama cihazında inceltilerek parlatma cihazında yüzeyi zımparalanarak parlatılır (Güleç, 1992).

Harç ve sıva örneklerinin petrografik ve mineralojik özellikleri kalın kesit üzerinden Nikon SMZ 745T model stereo mikroskopla (tek nikol), ince kesit üzerinden Nikon Eclipse Ci-pol model polarizan mikroskopla (çift nikol) incelenmiştir.

Parlatılmış kalın kesit üzerinden örneklerin dokusu, alansal olarak bağlayıcı-agrega oranları, bağlayıcı-bağlayıcı ve bağlayıcı-agrega fazları ile katkı ve dolgu maddelerinin nitelikleri (renk, boyut, şekil vb) belirlenmiştir. İnce kesitten, minerallerinin kesin olarak tanımlanması, ayrışmaları, yeni mineral oluşumları ile oluşturdukları dokusal özellikleri incelenmiştir. Petrografik ve mineralojik incelemelerde elde edilen sonuçlar kimyasal ve fiziksel analizlerin yorumlanmasına önemli katkı sağlar (Güleç, 1992; Middendorf, 2005; Ersen ve Güleç, 2009).

Tez kapsamında örneklerin yapılmış petrografik ve mineralojik incelemeleri aşağıda ve sonuçların değerlendirilmesi kısmında (Şekil 4.87 - 4.192) sunulmuştur.

4.3.6.1. HMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri

HMK alanından alınmış harç-sıva örneklerinin petrografik analiz değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan ve %3 civarında kireç topakları içeren örnekte %20 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları tek tük grovak nitelikli parçacık ve tek tük 4-5 mm boyutunda olmak üzere az miktarda siyah cüruf parçacığı, %5 civarında kuvars olup kalanı tuğla ve keramik kırığıdır. Az miktarda yaklaşık 500 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı -bağlayıcı fazı ve bağlayıcı -agrega fazı iyidir.

Örnek 2b. Bağlayıcı alanı %20-25 oranında olan örneğin agregaları az miktarda toz

boyutlu siyah cüruf parçacığı, % 10-15 oranında kireçtaşı ve mermer kırığı, yaklaşık %30-35'i koyu griden siyaha kadar, diğerleri beyaz, krem ve açık gri renklerde kuvars olan kara kumu ve kırma taş parçacıklarıdır. Tek tük 250 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 2c. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin agregaları %35 civarında kireçtaşı ve mermer kırığı olup diğerleri kuvars ve feldspat olan kara kumudur. Tek tük 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı oldukça iyidir. Örneğin üst yüzeyinde sarımsı kahve renkli, içeriğinde alt tabaka (2b) ile benzer nitelikte 500 µ elek altı agregaları bulunan, kalınlığı yer yer yaklaşık 1 mm kadar olan izolasyon olduğu düşünülen bir tabaka mevcuttur.

Örnek 3. Bağlayıcı alanı %30-35 oranındaki örneğin 5 mm boyuta kadar olan agregaları az kuvars, %10-15 oranında kireçtaşı kırığı olup kalanı tuğla kırığı ve küldür. 2 mm boyuta kadar bol miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı biraz zayıf olup bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte bir adet kırık boşluğu gözlenmiştir. Örneğin üst yüzeyinde yaklaşık 100 µ'dan 1 mm'ye kadar değişen kalınlıkta, yüzeyi siyah renkte kirlenmiş, beyaz renkli badana tabakası mevcuttur.

Örnek 4. Bağlayıcı alanı %35-40 oranında topaklar halinde kireç olan örneğin agregaya boyut dağılımı iyi değildir. %3 civarında kül katkı içeren örneğin agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, az kuvars, %5 civarında tuğla kırığı olup kalanı 12 mm boyuta kadar kireçtaşı ve mermer kırığıdır. 1 mm boyuta kadar gözenekleri ve agregaya boyut dağılımı iyi olmadığı için 5 mm'ye kadar boşlukları bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı boşluklar hariç iyidir.

Örnek 5. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin agregaları tek tük muskovit ve şistik parçacık, %10 civarında küçük boyutlu kuvars olup kalanı %25 civarında tuğla kırığı ve %30 civarında kireçtaşı kırığıdır. %2 civarında kül içeren ve 1 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 6. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan ve %10 civarında kül içeren örneğin agregaları, az şistik parçacık ve kumtaşı, %5 civarında tuğla/keramik kırığı ile %5 civarında karbonatlı parçacık (kavkı ve kireçtaşı kırığı) olup kalanı çoğunluğu kuvars

olan kumdur. Tek tük kıtık içeren örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı zayıftır.

Örnek 7. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örneğin agregaları, tek tük 6 mm boyuta kadar olmak üzere 4 mm elek altı %15 kadar tuğla kırığı, %20 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve mermer kırığı), kalanı az miktarda kumtaşı, şistik ve volkanik kayaç parçacıkları içeren köşeli kuvars olan kumdur. %15 civarında kül içeren örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı nispeten zayıftır.

Örnek 8. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örneğin agregaları 6 mm boyuta kadar, %5 civarında kuvars, %5-10 oranında kumtaşı, yaklaşık %20 kadar karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve mermer kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. %10-15 oranında kül içeren örneğin bağlayıcı-agrega fazı nispeten zayıf, bağlayıcı-bağlayıcı fazı iyidir.

Örnek 9. Bağlayıcı alanı %35 civarında olan örneğin agregaları 2 mm elek altı, az miktarda kuvars ve %5-10 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) içeren 10 mm boyuta kadar, hemen hemen tamamı farklı nitelikte tuğla ve keramik kırığıdır. Büyük agregaların yanında 3 mm.ye kadar tek tük boşluklar bulunan örnekte az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı boşluklar hariç oldukça iyidir. Örneğin bir kısım gözenekleri içerisinde ikincil kalsit kristallenmeleri gelişmiştir.

Örnek 10. Bağlayıcı alanı %35 civarında olan örneğin agregaları 2 mm elek altı %3 civarında kuvars ile %5 civarında karbonatlı parçacık olup kalanı yaklaşık 8 mm boyuta kadar tuğla ve keramik kırığıdır. Bağlayıcı- bağlayıcı fazı zayıf olan örneğin bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 11. Bağlayıcı alanı %35-40 oranında olan örneğin agregaları %15 civarında tek tük 6 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altı karbonatlı parçacıklar (mermer ve kireçtaşı kırığı), tek tük kayaç parçacığı, %3 civarında kuvars olup kalanı 10 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Tek tük boşluk bulunan örnekte az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 12. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin agregaları, %2-3 oranında

volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında tuğla kırığı, %15-20 oranında kuvars olup kalanı karbonatlı parçacıktır (küfeki, mermer kırığı ve kavkı). Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı iyi olup agregalarda tuğla-bağlayıcı fazı iyi, diğer agregalarda ise zayıftır. Örnek dokusunda bol miktarda 1 mm boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır.

Örnek 13. Az miktarda kireç toprakları bulunan örneğin bağlayıcı alanı %30 civarındadır. Örneğin agregaları, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve az miktarda kuvars, 1 adeti 12 mm olmak üzere %15-20 oranında 1 mm elek altı küfeki kırığı olup diğerleri 10 mm boyuta kadar tuğla ve keramik kırığıdır. Tek tük yaklaşık 2 mm.ye kadar boşlukları olan örnekte az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Boşluklarında ikincil kalsit kristallenmeleri gelişen örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 14. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin agregaları 4 mm boyuta kadar olmakla birlikte çoğunluğu küçük boyutludur. Örneğin agregaları, az miktarda muskovit, %5-8 oranında şistik ve tüfik parçacık, %5-10 oranında karbonatlı parçacık (mermer ve kireçtaşı kırığı) olup kalanı yaklaşık aynı oranda tuğla/ keramik kırığı ile kuvarslı kumdur. 1 mm boyuta kadar az miktarda gözenekleri olan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örneğin mermer kırığı olan agregasının çatlakları arasındaki is birikintisi, yangın geçiren bir yerden alınmış olan mermer parçalarının harçlarda agregası olarak kullanıldığını göstermektedir.

Örnek 15. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin agregaları tuğla ve keramik kırığı ile tüfik nitelikli kara kumdur. Tek tük boşlukları olan örnekte az miktarda gözenek bulunmaktadır. Bağlayıcı-agrega fazı yer yer zayıf olan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı iyidir.

Örnek 16. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin agregaları, %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında kireçtaşı kırığı, 1 adet 9 mm boyutundaki tuğla çakılı hariç 5 mm boyuta kadar %10-15 oranında tuğla ve keramik kırığı olup kalanı bir kısmı biyotitli olan 4 mm elek altı kuvars ile 6 mm boyuta kadar feldspat olan tüfik kara kumdur. Tek tük 4 mm boyuta kadar boşlukları olan örnekte az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenek bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 17. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin agregaları, az miktarda muskovit ve biyotit, %3 civarında küfeki kırığı, %30 civarında 8 mm elek altı tuğla ve keramik kırığıdır. Agregaların kalanı 4 mm elek altı, biyotitli kuvars ile feldspat olan tüfik kumdur. Az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 18. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin agregaları az miktarda 1 mm elek altı kuvars ile %10 civarında karbonatlı parçacık (tek tükü 2 mm elek altı, kalanı toz boyutlu küfeki ve kireçtaşı kırığı) içeren tuğla ve keramik kırığıdır. Az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 19. Bağlayıcı alanı %35 civarında olan örneğin agregaları tek tük kumtaşı, az miktarda kuvars, %5 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup diğerleri tuğla ve keramik kırığıdır. Çok az miktarda 1 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir.

Örnek 20. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin agregaları, az miktarda kireçtaşı kırığı, 1 adeti 8 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı, %2-3 oranında granit parçacıkları, %30-35 oranında 2 mm elek altı beyaz feldspat, kuvars ve şistik parçacıklar olup kalanı tuğla ve keramik kırığıdır. Dolgu amaçlı olan agregalar, %8-10 oranında 8-10 mm boyutları arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Çok az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı oldukça iyidir.

Örnek 21a. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örnekte %2 civarında kireç toprakları bulunmaktadır. Örneğin içeriğinde %20 civarında karbonatlı parçacıklar (tek tük kavkı diğerleri, devon kalker, mermer ve kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin Karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları tek tükü 1 mm.ye kadar olan az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, tek tük tüfik parçacık, tek tük olivin, %2-3 oranında kuvars, kalanı 4 mm.ye kadar çeşitli renklerde (siyah, kırmızı, kahve kırmızı, deve tüyü ve yeşilimsi krem renkte) tuğla/keramik kırığıdır. Bazı keramik kırıklarının kenarlarında ve kesitlerinin orta kısmında pişmeden kaynakları renk farklılıkları gözlenmektedir. Örnekte az miktarda tek tükü 700-750 μ boyuta kadar olmak üzere 300- 350 μ boyuta kadar az

miktarda gözenekler bulunmaktadır. Bir kısım boşluk ve mikro çatlaklarında ikincil kalsit kristallenmesi gözlenen örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer kısmen zayıflamıştır.

Tuğla/keramik agregaların içerisinde çok az muskovit, kuvars, şamot ve siyah cüruf parçacıkları mevcuttur. Bağlayıcı alandaki muskovit ve kuvarların tuğla/keramik kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kesit kenarlarında ve orta kısımlarında pişmeden kaynaklı renk farklılığı olan pişmiş toprak parçacıklarının keramik kırığı olduğu düşünülmektedir.

Örnek 21b. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan ve az miktarda kireç toprakları bulunan örneğin içeriğinde %5 civarında karbonatlı parçacıklar (tek tük kavkı ve mermer kırığı) bulunmaktadır. Karbonatlı parçacıklar dışında örneğin diğer agregaları, tek tük siyah cüruf parçacığı, %2-3 oranında kuvars olup kalanı 6 mm elek altı çeşitli renkte (kırmızı, açık kırmızı, yeşilimsi krem) tuğla/keramik kırığıdır. Tuğla/keramik agregalar 21a ile benzerlik göstermektedir. Mikro çatlaklarda ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiş olan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi, bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıflamış olup bağlayıcıda dökülmeler mevcuttur. 21a ve 21b tabakaları arasında yer yer is birikintisi olmakla birlikte tabaka arası fazlar iyidir. Örnekte tek tükü 500 µ boyuta kadar olmak üzere çok az miktarda 200- 250 µ boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır.

Örnek 21c. Bağlayıcı alanı %35-40 oranında olan ve %3 civarında 3 mm boyuta kadar kireç toprakları kadar bulunan örneğin içeriğinde %20-25 oranında karbonatlı parçacık (tek tük kavkı, mermer ve kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Tek tük kıtık içeren örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %5 civarında kuvars, az miktarda volkanik kayaç parçacığı olup kalanı çeşitli renkte (yeşilimsi krem ve kırmızı) 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin bağlayıcı rengi diğer tabakalara göre daha açık renktedir. Örneğin içeriğinde daha önce karbonatlaşmış, içeriğinde 500 µ elek altı tuğla kırığı ve siyah cüruf parçacıkları bulunan yaklaşık 4 mm boyutunda kireç harcı kütlesi mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıftır. Tek tük 700 µ boyuta kadar olmak üzere az miktarda gözenekleri bulunan örneğin 21b ve 21d tabakaları ile olan fazları iyidir.

Örnek 21d. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan ve %2 civarında 1 mm boyuta kadar kireç toprakları bulunan örneğin içeriğinde %20-25 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı

kırığı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları az siyah cüruf parçacığı, %2-3 oranında kuvars olup kalanı, içerisinde silikatlaşmış karbonat parçacıklar, şamot ve kuvars parçacıkları bulunan çeşitli renkte (kırmızı, kahve kırmızı, devetüyü) tuğla keramik kırığıdır. Kesit kenarlarında ve orta kısımlarında pişmeden kaynaklı renk farklılığı olan pişmiş toprak parçacıklarının keramik kırıkları olduğu düşünülmektedir. Örneğin bağlayıcı agrega fazı oldukça iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı iyidir. Bağlayıcı kısımda oluşmuş olan mikro çatlakların ikincil kalsit kristallenmesi sonucu tekrar kapandığı gözlenmiştir. 2 adet tuğla agreganın etrafında is gözlenmekle birlikte bu agregaların bağlayıcı ile olan fazları iyidir. Pişmiş toprak agregaların bağlayıcı ile olan ara kesitinde kalsitleşme gözlenmiştir. Örnekte çok az miktarda 500 µ boyuta kadar gözeneklilik mevcuttur.

Örnek 22. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde %2 civarında 1 mm boyuta kadar kireç toprakları ve %10-15 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları tek tük siyah cüruf parçacığı, %2-3 oranında kuvars olup kalanı, bir kısmı şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar içeren 6 mm boyuta kadar çeşitli renkte (1 adeti siyah diğerleri kırmızı, kahve kırmızı ve devetüyü) tuğla/keramik kırığıdır. Tek tükü 1 mm boyuta kadar olmak üzere 500 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı agrega ve bağlayıcı bağlayıcı fazı iyidir.

Örnek 23. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örnekte az miktarda kireç toprakları bulunmaktadır. Örneğin agregaları %20 civarında, bir kısmı şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar içeren kırmızı ve kahvemsiz kırmızı renkte tuğla keramik kırığı, 2 adeti yuvarlaklaşmış çakıl olmak üzere 8 mm elek altı %5-8 oranında kuvars olup kalanı karbonatlı parçacıklardır (kavkı). Çok az miktarda 500 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı agrega ve bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıf olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnek 24a. Bağlayıcı alanı %70 civarında olan örneğin içeriğinde %3 civarında 1 mm elek altı siyah cüruf parçacığı, kuvars ve tuğla tozu ile %25-30 oranında 0,5 mm elek altı kireçtaşı kırığı ve az miktarda 2 mm elek altı mermer kırığı bulunmaktadır. Bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin dokusunda spiral şeklinde kalsitleşme olduğu gözlenmiştir. Çatlaklar arasında kül ve siyah cüruf birikintisi olan

örnekte tek tükü 2 mm.ye kadar olmak üzere 1 mm boyuta kadar çok az gözenekler mevcuttur.

Örnek 24b. Bağlayıcı alanı %35 civarında olan örnekte %2-3 oranında karbonatlı parçacıklar ve kireç toprakları bulunmaktadır. %3-5'i kuvars olan örneğin diğer agregaları, bir kısmı kuvars, şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar içeren 4 mm elek altı çeşitli renkte (sarımsı krem, kırmızı ve kahve kırmızı) tuğla/keramik kırığıdır. Tek tük 800 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin çatlaklarının bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi gözlenmiştir. Bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin 24a ile olan ara fazı iyi olup yer yer is birikintisi mevcuttur.

Örnek 25a. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örnekte %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) ve çok az kireç toprakları bulunmaktadır. İçeriğinde tek tük tüfik parçacık, siyah cüruf parçacığı ve az miktarda kuvars bulunan örneğin agregaları, bir kısmı şamot, kuvars, muskovit ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar içeren 8 mm elek altı, çeşitli renkte (sarımsı krem, kırmızı ve kahve kırmızı) tuğla keramik kırığıdır. Örnekte tek tük yaklaşık 1 mm boyuta kadar olmak üzere az miktarda gözenek mevcuttur. Mikro çatlaklarında ve bir kısım gözenğinde ikincil kalsit kristallenmesi gözlenen örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Tabaka ara fazında yer yer boşluk bulunmakla birlikte kirlilik bulunmamaktadır.

Örnek 25b. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örnekte %10 civarında karbonatlı parçacık (devoniyen kalker ve kireçtaşı kırığı) ve az miktarda kireç topağı bulunmaktadır. Çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve %2-3 oranında kuvars bulunan örneğin agregaları, bir kısmı şamot parçacıkları içeren 5 mm elek altı çeşitli renkte (sarımsı devetüyü, kırmızı ve kahve kırmızı) tuğla keramik kırığıdır. Örnekte tek tük yaklaşık 1 mm boyuta kadar çok az miktarda gözenekler bulunmaktadır. Örneğin çatlak ve bir kısım gözenğinde ikincil kalsit kristalleşmesi oluşmuştur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, bağlayıcıda noktasal olarak dökülmeler mevcut olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnek 26a. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örnekte %10-15 oranında karbonatlı parçacık (devoniyen kalker ve kireçtaşı kırığı) ve az kireç topağı bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı ve %2-3

oranında kuvars olup kalanı çeşitli renkte ve nitelikte 8 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin bir kısım tuğla/keramik kırığı agregalarının içerisinde 1 mm elek altı volkanik kayaç parçacıkları şamot ve küçük boyutlu kuvars ile silikatlaşmış karbonatlı parçacıkları bulunmaktadır.

Örnekte yatay olarak gözlenen iki ayrı çatlağın arasındaki boşluk ikincil kalsit kristallenmesi ile tekrar kapanmış olup ilk etapta ayrı tabaka gibi algılanmaktadır. Çatlağın örnek boyunca agregaları kırarak devam etmesi, kırılmanın sarsıntı sonucu olabileceğini düşündürmektedir. Örnekte bir kısmının içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi oluşmuş olan çok az miktarda 800 μ boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Bir kısım tuğla/keramik agregaların bağlayıcı ile olan ara yüzünde kalsit kristallenmesi gelişmiştir. Bu agregaların arayüz reaksiyon ürünü ile çevrelendiği gözlenmiştir. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

Örnek 26b. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örnekte %10 civarında karbonatlı parçacıklar ile çok az miktarda, bir kısmı tamamen ya da kısmen kalsitleşmiş kireç topları mevcuttur. Tek tük kıtık, az miktarda siyah cüruf parçacığı ve %3 civarında kuvars içeren örneğin agregaları 8 mm elek altı çeşitli renkte ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazında noktasal olarak dökülmeler görülse de genelde iyi olup bağlayıcı agrega fazı iyidir. Bir kısım tuğla/keramik agregaların kalsit kristallenmesi ile çevrelendiği gözlenmiştir. Tuğla/keramik agregaların içerisinde küçük boyutlu kuvars, muskovit ve silikatlaşmış karbonat parçacıkları mevcuttur. Örnekte çok az miktarda 700- 800 μ boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Bağlayıcı alandaki ve ikincil kalsit kristallerindeki sarımsı boyamaların sarımsı renkte olan tuğla ve tozlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca örneğin içerisinde beyaz renkli, içeriğinde kuvars, tuf ve siyah cüruf parçacığı agregaları olan farklı nitelikte bir harç kütlesi bulunmaktadır.

Örnek 27a. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örnekte %10 civarında karbonatlı parçacıklar ve yaklaşık %2 kadar kireç topları bulunmaktadır. Örneğin agregaları çeşitli renkte ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Bir kısım tuğla/keramik kırığının içerisinde 3 mm elek altı şamot parçacıkları, 1 mm elek altı kuvars ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. 1 adeti 2 mm olmak üzere çok az miktarda 500 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Örneğin gözeneklerinin bir kısmı içerisinde ikincil aragonit

kristallenmesi (beyaz renkli, iğnemsli lifler şeklinde) gelişmiştir.

Örnek 27b. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örnekte %10 civarında karbonatlı parçacıklar (1 adet 6 mm boyutlu olmak üzere devoniyen kalker) ve az miktarda, bir kısmı tamamen ya da kısmen kalsitleşmiş kireç toprakları bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları, %3-5 oranında kuvars olup kalanı 5 mm boyuta kadar çeşitli renkte ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Bir kısım tuğla/keramik kırığının içerisinde şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı agrega fazı ve bağlayıcı bağlayıcı fazı darbelerden kaynaklı olduğu düşünülen mikro çatlaklara bağlı olarak yer yer nispeten zayıflamış görünmekle birlikte iyidir. Tek tük 700-800 μ boyuta kadar olan gözeneklerin bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi oluşmuştur.

Örnek 27c. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örnekte %10 kadar karbonatlı parçacık ve çok az miktarda, bir kısmı tamamen ya da kısmen kalsitleşmiş kireç toprakları bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları %2-3 oranında kuvars olup kalanı 8 mm elek altı çeşitli renkte ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Bir kısım tuğla/keramik kırığı agregalarının içerisinde şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Tek tükü yaklaşık 2 mm olmak üzere 700-800 μ boyuta kadar olan gözeneklerin kısmında ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur. Örneğin bağlayıcı agrega fazı ve bağlayıcı bağlayıcı fazı darbelerden kaynaklı olduğu düşünülen mikro çatlaklara bağlı olarak yer yer nispeten zayıflamış görünmekle birlikte iyidir.

4.3.6.2. CMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri

CMK alanından alınmış harç-sıva örneklerinin petrografik analiz değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1a. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örneğin içeriğinde 1 mm.den küçük boyutlu, bir kısmı karbonatlaşmış az miktarda kireç toprakları ve %3-5 oranında karbonatlı parçacıklar mevcuttur. Tek tük kıtık, çok az muskovit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı içeren örneğin agregaları 4 mm elek altı %10 kadar şistik parçacıklar, kumtaşı ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %30-35 oranında kuvars ve kuvarsit olup kalanı 1 adedi 8 mm boyutunda olmak üzere 4 mm elek altı tuğla kırığıdır. Çok az

miktarda 600-700 μ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı- agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazında noktasal olarak dökülmeler görülmekle birlikte genelde iyidir. Örneğin bir kısım gözeneklerinde ve tuğla boşluklarında ikincil kalsit kristallenmesi oluşmuştur.

Örnek 1b. Bağlayıcı alanı %25-30 oranında olan örneğin 4 mm boyuta kadar olan agregalar, tek tük siyah cüruf parçacığı, tek tük muskovit, tek tük olivin, çok az miktarda kavkı, %5 civarında bir kısmı yuvarlaklaşmış bordo, yeşilimsi kahve ve siyah renkte kumtaşı ile volkanik kayaç parçacığı olup kalanı çeşitli renkte kuvars ve kuvarsittir. Çok az miktarda 1 mm boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örneğin 1a tabakası ile olan ara fazında kirlilik ve boşluk gözlenmemiş olup aynı dönemde yapıldıkları düşünülmektedir. 1b tabakasına tuğla/keramik kırığı ve tozu ilave edilmemiştir.

Örnek 2. Kesit alanında tespit edilen bağlayıcı alanı %40 civarında olan örneğin içeriğinde %3-5 oranında 3 mm boyuta kadar kireç topakları ve yaklaşık %20 kadar karbonatlı parçacıklar (1 adeti gözeneklerinde is, kenarlarında kül birikintisi olan 4x10 mm boyutlu kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. 3 mm boyuta kadar örneğin agregaları %3-5 kuvars olup kalanı, bir kısmının içerisinde kuvars ve az miktarda silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunan tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte ayrıca yaklaşık 3 mm boyutunda, içerisinde küçük kireç topakları, kül ve tuğla kırığı bulunan farklı harç kütlesi mevcuttur. Çok az miktarda 500-600 μ boyuta kadar gözenekleri olan örnekte çatlamlar gözlenmekle birlikte örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Yer yer gözeneklerinde ikincil kalsit kristalleri gelişmiş olan örnekteki çatlakların bir kısmının örnek alınırken oluştuğu düşünülmektedir.

Örnek 3. Bağlayıcı alanı %35-40 oranında olan örneğin içeriğinde %2 civarında 1 mm.den küçük boyutlu kireç topakları ve %20 kadar karbonatlı parçacık (1 adeti 1x3 mm olmak üzere küçük boyutlu kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Agregaları 8 mm elek altı çeşitli renkte (kırmızı, kahve kırmızı, deve tüyü) ve nitelikte tuğla/keramik kırığı olup bir kısmının içerisinde kuvars, küçük boyutlu şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Az miktarda 700-800 μ boyuta kadar gözenekleri olan örnekte çatlaklar mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer küçük dökülmeler olmakla birlikte iyidir.

Örnek 4a. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde 1 mm.den küçük boyutlu, çok az miktarda kireç topağı ve %3 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin tek tük muskovit ve siyah cüruf parçacığı ile %2 kadar kuvars içeren agregaları 8 mm elek altı çeşitli renk ve nitelikte tuğla /keramik kırığıdır. Tuğla/keramik kırığı agregaların bir kısmının içerisinde kuvars, şamot parçacıkları ile silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Az miktarda 700-800 µ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agreg a fazı iyidir. Örneğin üst tabakası (Örnek 4b) ile arasında boşluk, kül/is birikintisi olmakla birlikte, benzer nitelikteki bu tabakaların yakın dönem üretimleri olduğu düşünülmektedir.

Örnek 4b. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde az miktarda 1 mm.den küçük boyutlu kireç topağı ile %5 civarında kireçtaşı kırığı bulunmaktadır. Çok az miktarda muskovit ve siyah cüruf parçacığı ile az miktarda kuvars içeren örneğin agregalarının 2 adeti 10 mm elek altı, diğerleri 6 mm boyuta kadar çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Tuğla/keramik agregaların bir kısmının içerisinde kuvars ve şamot parçacıkları ile silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örnekte, bir kısmının içerisinde ikincil aragonit (1 gözenekte) ve kalsit kristallenmesi gelişmiş az miktarda 700-800 µ boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agreg a fazı oldukça iyidir.

Örnek 5a. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örneğin içeriğinde az miktarda kireç topakları ve 1 adeti 7x10 mm boyutlu devoniyen kalkeri olmak üzere 1 mm elek altı %3-5 oranında karbonatlı parçacık (kavkı ve kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları 3 mm boyuta kadar tek tük olivin ve muskovit, %5-8 oranında kumtaşı ile şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %30 civarında kuvars olup kalanı 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Homojen dağılmamış olmakla birlikte %2 kadar kül ve siyah cüruf parçacığı içeren örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agreg a fazı iyidir. Örnekte az miktarda 700-800 µ boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Örneğin üst tabakası olan örnek 5b ile olan ara fazı oldukça iyidir. Aralarında boşluk ve kirlilik gözlenmeyen tabakaların arka arkaya yapıldığı düşünülmektedir.

Örnek 5b. Bağlayıcı alanı yaklaşık %30 kadar olan örneğin içeriğinde az miktarda kireç topağı ile %15 civarında karbonatlı parçacık (1 adeti 6 mm elek altı olmak üzere kireçtaşı kırığı ve kavkı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları tek

tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda tuğla/keramik kırığı, %5 civarında kumtaşı, şistik ve tük nitelikli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı kuvarstır. Örnekte, alt tabakası (5a) ile benzer nitelikte, kül katkılı ve katkısız tuğla/keramik kırığı içeren 3 mm boyuta kadar tek tük harç toprakları mevcuttur. Az miktarda 700- 800 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örneğin üst yüzeyinde genelde dökülmüş olmakla birlikte 700-800 μ kalınlığa kadar beyaz renkli, içeriğinde tek tük tuğla tozu ve 1 adet azurit benzeri pigment bulunan badana tabakası mevcuttur. Örnek yüzeyinde boya tabakası bulunmamaktadır.

Örnek 6. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örneğin içeriğinde 2 mm.den küçük boyutlu az miktarda kireç topağı ve %5-10 oranında karbonatlı parçacıklar (1 adeti 4 mm elek altı olmak üzere 1 mm elek altı kireçtaşı) bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları tek tük muskovit, çok az kumtaşı ve volkanik kayaç parçacıkları, %2-3 oranında kuvars olup kalanı 5 mm boyuta kadar çeşitli renkte (kırmızı, kahve kırmızı, sarımsı açık kırmızı, deve tüyü) ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Tuğla/keramik agregaların bir kısmının içerisinde şamot, volkanik kayaç parçacığı, kuvars ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örnekte, bir kısmında ikincil kalsit kristalleri gelişmiş 600-700 μ boyuta kadar çok az miktarda gözenekler mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, örnekte yer yer dökülmeler ve mikro çatlaklar gözlenmekle birlikte iyidir.

Örnek 7.1 Bağlayıcı alanı %35 civarında olan örneğin içeriğinde %10-15 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı, kavkı) bulunmaktadır. Homojen olarak karıştırılmamış olmakla birlikte %10 civarında kül katkı ile %5 kadar siyah cüruf parçacığı içeren örneğin agregaları tek tük muskovit, az miktarda şistik parçacık ve tük nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında (2 adet) 4 mm elek altı grovak kırığı ile %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı içeren 4 mm elek altı kuvarslı kumdur. Az miktarda 500-600 μ boyuta kadar gözenekleri olan ve mikro çatlakları bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekte çatlak ve boşluklarında yer yer ikincil kalsit kristalleri gelişmiştir.

Örnek 7.2. Bağlayıcı alanı %3-5'i topraklar halinde olmak üzere %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde %5-10 oranında karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Tek tük siyah

cüruf parçacığı, tek tük volkanik kayaç parçacığı ve az miktarda kuvars içeren örneğin agregaları 6 mm elek altı kırmızı ve kahve kırmızı renkte tuğla/keramik kırığıdır. Bir kısım tuğla/keramik kırığının içerisinde silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örnek dokusunda tek tük 500-600 μ boyuta kadar gözenekler ve mikro çatlaklar mevcuttur. Bu gözenek ve çatlakların bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiştir. Örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazında noktasal olarak dökülmekle birlikte genelde iyidir.

Örnek 7.3. Bağlayıcı alanı %35 civarında olan örneğin içeriğinde %15 kadar karbonatlı parçacık (kavkı ve kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. %5 civarında kül katkı ve %2 civarında siyah cüruf parçacığı, içeren örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları az miktarda kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, 1 adedi 6 mm olmak üzere 3 mm elek altı tuğla/keramik kırığı olup kalanı 4 mm elek altı kuvarslı kumdur. Tek tük 500-600 μ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, örnekte yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir.

7.1, 7.2 ve 7.3 no.lu örnekler aynı harcın farklı tabakalarıdır. Tabakalar arasında kirlilik veya boşluk gözlenmeyen, tabaka arası fazları iyi olan bu harçların eşzamanlı üretildiği anlaşılmaktadır.

Örnek 8a. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan örneğin içeriğinde %10 kadar karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı ve az miktarda kavkı) ile az miktarda kireç topağı bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregalarının tek tükü muskovit, 1 mm boyuta kadar azı kuvars ve volkanik kayaç parçacığı olup diğerleri, bir kısmının içerisinde şamot, kuvars ve volkanik kayaç parçacığı bulunan 10 mm elek altı, tuğla/keramik kırığıdır. Az miktarda 500-600 μ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnek 8b. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde %20 civarında karbonatlı parçacık (mermer, kireçtaşı kırığı ve kavkı) bulunmaktadır. %10-15 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı içeren örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları, çok az muskovit, %5-8 oranında kumtaşı, şistik ve volkanik kayaç parçacıkları ile %15 civarında 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığı olup kalanı 2 mm boyuta kadar kuvarslı kumdur. Örnekte çok azı yaklaşık 1 mm.ye kadar olmak üzere 600-700 μ boyuta

kadar gözenekler mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, örnekte yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnek 9. Bağlayıcı alanı %20-25 oranında olan örneğin içeriğinde bir kısmı kalsitleşmiş çok az kireç topağı ve %2-3 oranında karbonatlı parçacıklar (kavkı, kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları çok az miktarda muskovit, az miktarda siyah cüruf parçacığı içeren 4 mm elek altı %10 kadar kumtaşı, şistik parçacık ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, 3 mm elek altı %20-25 oranında kuvars kumu olup kalanı 1 adeti 11 mm boyutlu olmak üzere 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Çok az miktarda 500-600 µ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı agrega fazı ve bağlayıcı bağlayıcı fazı oldukça iyidir. Tek tük kırıntı içeren örneğin bir kısım gözenegi içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiştir.

Örnek 10. Bağlayıcı alanı %40 civarında olan örneğin agregaları 1 adet 13 mm boyutlu vake (vişne çürüğü renginde) kumtaşı hariç, az miktarda siyah cüruf parçacığı, %3-5 oranında kuvars ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı karbonatlı (kireçtaşı kırığı) parçacıklardır. 4 mm boyuta kadar bol miktarda boşlukları bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı boşluklar hariç iyidir. Örneğin boşluk kenarları boyunca iç kısma doğru ikincil kalsit kristalleri gelişmiştir.

Örnek 11a. Bağlayıcı alanı yaklaşık %25 kadar olan örneğin içeriğinde %20 civarında karbonatlı parçacıklar (kavkı, kireçtaşı ve mermer kırığı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları tek tük tuğla kırığı, tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı içeren 1 adeti 6 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altı %3 civarında kumtaşı ile şistik parçacık ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları olup kalanı 4 mm elek altı kuvarstır. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. 500-600 µ boyuta kadar olan çok az miktardaki gözeneklerin bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur.

Örnek 11b. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin içeriğinde %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kavkı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları, tek tük siyah cüruf parçacığı içeren 4 mm elek altı %3 civarında kumtaşı, şistik parçacık ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ile %35 civarında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. 400-500 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 12. Bağlayıcı alanı %20-25 oranında olan örneğin içeriğinde çok az miktarda, bir kısmı kalsitleşmiş olan kireç topağı ve az miktarda mermer kırığı bulunmaktadır. Örneğin mermer kırığı dışındaki diğer agregaları tek tük olivin, siyah cüruf parçacığı ve biyotit ile çok az muskovit içeren %25-30 oranında çeşitli renk ve nitelikte 10 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ile 4 mm elek altı %10-15 oranında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvars ve kuvarsittir. Tuğla/keramik agregalarının bir kısmı içerisinde kuvars, volkanik kayaç parçacığı ve şamot bulunan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, örnekte yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir. Örnekte tek tük kıtık parçacıkları mevcuttur.

Örnek 13a. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde %20-25 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı ve az kavkı) bulunmaktadır. Homojen dağılmamış olmakla birlikte %2 civarında kül katkı içeren örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları, %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı ile %10-15 oranında kuvars ve kuvarsit içeren kum olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin bir kısım tuğla/keramik parçacıklarının içerisinde kuvars, şamot, volkanik kayaç parçacıkları ve silikatlaşmış karbonat parçacıklar mevcuttur. 600-700 µ boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, örnekte yer yer dökülmeler görülmekle birlikte genelde iyidir.

Örneğin üst tabakası olan örnek 13b ile arasında kirlilik bulunmayıp tabaka arası fazlar iyidir. Tabakaların arka arkaya eş zamanlı olarak üretildikleri anlaşılmaktadır.

Örnek 13b. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örnekte az miktarda kavkı ve kireçtaşı kırığı bulunmaktadır. Tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit içeren örneğin karbonatlı parçacık dışındaki agregalarının %5 kadarı volkanik kayaç parçacığı olup kalanı kuvars ve kuvarsitten oluşan köşeli kumdur. İçerisinde alt tabakasına (13a) benzer nitelikte 1 ve 2 mm boyutlu 2 harç kütlesi bulunan örnekte az miktarda 500-600 µ boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, örnekte yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnek 14. Bağlayıcı alanı %25 olan örneğin içeriğinde %3-5 oranında kavkı ve %20 civarında kireçtaşı kırığı olan karbonatlı parçacıklar ile çok az miktarda kireç topağı bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları çok az muskovit, az miktarda olivin ile %2-3 oranında siyah cüruf parçacığı içeren 4 mm elek

altı, yaklaşık %10 kadar bazaltik ve şistik parçacıklar, kumtaşı, tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları ile %15 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Örnek dokusunda çok az miktarda 1 mm boyuta kadar olan gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı bazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

4.3.6.3. BMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri

BMK alanından alınmış harç-sıva örneklerinin petrografik analiz değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin içeriğinde çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı bulunmaktadır. Az miktarda küfeki kırığı içeren örnekte tuğla/keramik kırığı yanında bol kuvarslı kara kumu kullanılmıştır. Dokusunda az miktarda küçük boyutlu gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı -agrega fazı iyidir.

Örnek 2. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örnekte %10-15 oranında karbonatlı parçacıklar (mermer tozu) bulunmaktadır. %10 civarında 2 mm elek altı kuvars ve az miktarda kayaç parçacığı içeren örneğin diğer agregaları çeşitli renk ve nitelikte 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin bağlayıcı -bağlayıcı fazı nispeten zayıf olup bağlayıcı -agrega fazı iyidir.

Örnek 3. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde %10-15 oranında mermer ve toz boyutlu kireçtaşı kırığı bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları %5 civarında tufik kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin tuğla/keramik kırığı agregaları içerisinde silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıf olmakla birlikte bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 4. Bağlayıcı alanı çakıl boyutlu parçacıkların bulunmadığı alanlarda daha yüksek olmakla birlikte çakıllı alanlarda %20 civarındadır. Yaklaşık %25-30 oranında tuğla çakılı içeren örneğin diğer agregaları %10-15 oranında kuvars, yaklaşık %15 kadar volkanik kayaç parçacığı olup kalanı ve tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin farklı renk ve nitelikte olan tuğla/keramik çakılı agregalarının içerisinde silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar, kuvars ve volkanik kayaç parçacıkları bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı

bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 5. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin agregaları yaklaşık %5 kadar metakumtaşı ve tüfik parçacık ile %35-40 oranında tüfik kuvars olan kara kumu olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazında ve bir kısım bağlayıcı agrega fazında yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir. Örneğin tuğla/keramik agrega ve bağlayıcı fazı oldukça iyidir.

Örnek 6. Bağlayıcı alanı %20-25 oranında örneğin agregaları %25-30 oranında tuğla kırığı ilaveli bol kuvarslı tüfik nitelikli kara kumudur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı bazı alanlardaki çatlaklar haricinde oldukça iyidir.

Örnek 7. Bağlayıcı alanı %30 civarında olan sıva örneğinin içeriğinde %5-10 oranında karbonatlı parçacık (küfeki ve kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı, kalanı kumtaşı, tüfik kayaç parçacıkları ve kuvars olan kara kumudur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örneğin yüzeyinde boya tabakası bulunmamaktadır.

Örnek 8. Yaklaşık %80 kadarı bağlayıcı olan örnekte %10 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve mermer kırığı) bulunmaktadır. %10 kadar olan örneğin diğer agregaları az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda tuğla/keramik kırığı içeren, %5 civarında kuvars ve %3 civarında tüfik nitelikli kayaç parçacıklarından oluşan kara kumudur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Yüzeyinde boya tabakası bulunmayan örnekte bitki lif ve tohumları bulunmakta olup bunların biyolojik bozulmalardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Örnek 9. Bağlayıcı alanı %25-30 oranında olan örneğin agregaları az miktarda kumtaşı, %5 civarında tüfik parçacık ve %25 civarında tüfik kuvars olup kalanı çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin bağlayıcı agrega fazı oldukça iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, bağlayıcı alanda yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnek 10. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde %10 civarında kireçtaşı ve küfeki taşı kırığı bulunmaktadır. %3 civarında tüfik parçacık, %10 civarında kuvars içeren örneğin diğer agregaları tuğla/keramik kırığıdır. Renk farklılığından

tuğlaların homojen pişmediği ya da atıl tuğlaların dolgu malzemesi olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Örneğin bağlayıcı agrega fazı oldukça iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer çatlaklar görülmekle birlikte nispeten iyidir.

Örnek 11. Örneğin bağlayıcı alanı %25-30 oranındadır. Örneğin agregaları %5-10 oranında kuvars, %15 civarında tuğla/keramik kırığı ile 15-20 oranında kireçtaşı, küfeki ve mermer kırığı olup kalanı kavkıdır. Örnek dokusunda yer yer dökülmeler görülmekle birlikte bağlayıcı bağlayıcı fazı iyi olan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 12. Örneğin bağlayıcı alanı %20-25 oranındadır. Örneğin agregaları, çakıl boyutlular hariç yaklaşık %20 kadar tuğla/keramik kırığı ile %5-10 oranında kumtaşı ve tüfik kayaç parçacıkları içeren tüfik nitelikli kuvarslı kara kumudur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

Örnek 13. Bağlayıcı alanı %25-30 oranında olan örnekte %5-10 oranında kireçtaşı kırığı bulunmaktadır. Örneğin kireçtaşı dışındaki agregaları, %10 civarında tuğla/keramik kırığı ile %25 civarında çeşitli kayaç parçacığı ve %45-50 oranında kuvars içeren kara kumudur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 14. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin içeriğinde %5 civarında kireçtaşı ve kavkı bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları, %35 kadar çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığı olup kalanı %2-3 oranında tüfik parçacık içeren kuvarslı kara kumudur. Çatlakları arasında ikincil kalsit kristallenmesi gözlenen örneğin bağlayıcı bağlayıcı ve bağlayıcı agrega fazı genelde iyidir.

Örnek 15. Bağlayıcı alanı %15-20 oranında olan örneğin içeriğinde %3 civarında kireçtaşı ve mermer çakılı bulunmaktadır. Karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları %2-3 oranında tuğla/keramik kırığı ile %5 civarında kayaç parçacıkları içeren bol kuvarslı tüfik kara kumudur. Örnek dokusunda yer yer dökülmeler görülmekle birlikte bağlayıcı bağlayıcı fazı genelde iyi olan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 16. Bağlayıcı alanı %20 civarında olan örnekte %5-10 oranında mermer ve kireçtaşı kırığı bulunmaktadır. Karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregalar, %5-10 oranında tuğla kırığı olup kalanı tüfik kara kumudur. Dokusunda 200-250 µ boyuta kadar

pitting gözlenen örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 17. Bağlayıcı alanı %20-25 oranında olan örneğin içeriğinde %5-10 oranında mermer ve kireçtaşı kırığı mevcuttur. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları %10 civarında tuğla/keramik kırığı ile kuvars ve kayaç parçacıklarından oluşan tüfuk nitelikli kara kumudur. Bağlayıcı dokusunda 200-250 µ boyutlarında pitting gözlenen örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 18. Bağlayıcı alanı %35-40 oranında olan örneğin içeriğinde %25-30 oranında kireçtaşı kırığı bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları, çok az miktarda muskovit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda volkanik kayaç parçacığı ile %2-3 oranında kuvars içeren, bir kısmı içerisinde volkanik kayaç parçacığı, kuvars ve silikatlaşmış karbonatlı parçacık bulunan 12 mm elek altı tuğla çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Örnek dokusunda 500-600 µ boyuta kadar olan az miktardaki gözeneklerin bir kısmı içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiştir. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı bazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

Örnek 19. Bağlayıcı alanı %35-40 oranında olan örneğin içeriğinde %20-25 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) ile az miktarda kireç toprakları bulunmaktadır. Karbonatlı parçacıklar dışındaki örneğin agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az miktarda muskovit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ile %3-5 oranında kuvars içeren, bir kısmı içerisinde volkanik kayaç parçacığı, kuvars ve silikatlaşmış karbonatlı parçacık bulunan 8 mm elek altı çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Dokusunda 500-600 µ boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

Örnek 20. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde yaklaşık %10 kadar bir kısmı karbonatlaşmış kireç kütleleri ile %10 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacık dışındaki diğer agregaları çok az miktarda siyah cüruf parçacığı içeren 6 mm elek altı, çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Dokusunda 600-700 µ boyuta kadar çok az miktarda gözenekleri bulunan harç örneğinin çatlaklarında ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 21. Bağlayıcı alanı, çakıl boyutlu parçacıklar hariç %25 civarında olan örnekte az miktarda kireç topağı bulunmaktadır. Örneğin agregaları %20-25 oranında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin çakıl boyutlu parçacıklar dışındaki agregaları %5-8 oranında tuğla/keramik kırığı ile az miktarda tüfik kayaç parçacığı içeren kumtaşı ve çeşitli renkte bol kuvars ve kuvarsitten oluşan kumdur. Kum agregaların %3-5'i dere kumu, kalanı tüfik nitelikli kara kumdur. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar ve 1 adet 8 mm elek altı kuvars parçacığı hariç tek tükü 6 mm elek altı, geneli 3 mm elek altıdır. Bağlayıcı agregaya fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, bağlayıcı alanda noktasal olarak dökülmeler görülmekle birlikte genelde iyidir. Örnek dokusunda çok az miktarda yaklaşık 700 µ boyuta kadar gözenekler mevcuttur.

Örnek 22. Örneğin bağlayıcı alanı yaklaşık %20 kadardır. Örneğin agregaları az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda volkanik kayaç parçacığı ile %2-3 oranında sarı renkli altere parçacıklar içeren çeşitli renkte, bir kısmı biyotitli ve sarı kil boyamalı kuvars ve kuvarsitten oluşan tüfik kara kumdur. Agregaya boyutları tek tükü 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altıdır. Çok az miktarda, tek tükü 1 mm.ye kadar olmak üzere 500 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaya fazı oldukça iyidir.

4.3.6.4. SMK alanı petrografik analiz değerlendirmeleri

SMK alanından alınmış harç örneklerinin petrografik analiz değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin içeriğinde az miktarda kireç topağı ile karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları %15-20 oranında 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ile az miktarda şistik, tüfik volkanik kayaç parçacığı içeren bordo, sarımsı yeşil ve gri renkte kumtaşı ile kuvars ve kuvarsitten oluşan kumdur. Tek tük yaklaşık 2 mm boyuta kadar boşlukları ve az miktarda 700-800 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı bazı ve bağlayıcı agregaya fazı iyidir.

Örnek 2. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin içeriğinde çok az miktarda oranında kireç topağı ile %2-3 oranında karbonatlı parçacık (mermer kırığı) bulunmaktadır.

Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az miktarda muskovit ve sarı renkli kil topağı olan altere parçacıklar, %20 civarında 6 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ile 1 adeti 8 mm elek altı olmak üzere tek tük kumtaşı, çok az miktarda tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı içeren 4 mm elek altı kuvarsit ve kuvarstan oluşan kumdur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler görülmekle birlikte genelde iyidir. 700-800 μ boyuta kadar çok az miktarda gözenekleri olan örneğin bir kısım çatlağı içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur.

Örnek 3. Örneğin bağlayıcı alanı %25-30 oranındadır. Agregaları çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit içeren, %2-3'ü kumtaşı ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları ile %20 civarında kuvars ve kuvarsitten oluşan kum olup kalanı, 1 adeti 10 mm boyutlu keramik kırığı olmak üzere 5 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığıdır. Kum agregalar, çok azı 3 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altıdır. Bazı kuvarsit parçacıklarında az miktarda sarımsı kil boyamaları mevcuttur. Tuğla/keramik kırığı agregalarda 250 μ elek altı kuvars, volkanik kayaç ve şamot parçacıklar mevcuttur. Tek tükü 1 mm.ye kadar olmak üzere 700-800 μ boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 4. Bağlayıcı alanı %20 civarında olan örneğin içeriğinde %45 civarında karbonatlı parçacık (dövülmüş kavkı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit içeren, tek tükü 3 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm elek altı %3-5 oranında tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı ile %5 civarında kuvars olup kalanı 6 mm elek altı çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. 500 μ boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

Örnek 5. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin içeriğinde %2-3 oranında karbonatlı parçacık (küfeki kırığı) bulunmaktadır. Alt yüzeyinde, yapı kalıntısından harçla birlikte alınmış küfeki taşı parçası bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları, çok az miktarda muskovit ve %10-15 oranında 3 mm elek altı tuğla/keramik kırığı olup kalanı tufik volkanik kayaç parçacıkları ile kumtaşı içeren kuvarslı kumdur. 1 mm boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı yer yer zayıf olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnek 6. Bağlayıcı alanı %20 civarında olan örneğin içeriğinde %5 civarında 1 mm boyuta kadar karbonatlı parçacık (az kireçtaşı kırığı ve kavkı) ve az miktarda kireç topağı bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları tek tük tuğla kırığı, tek tük olivin, çok az muskovit, az siyah cüruf parçacığı ile %2-3 oranında çeşitli nitelikte volkanik kayaç parçacığı içeren, azı 4 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm elek altı kuvarslı kumdur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı kısmen iyi olup olmakla birlikte genelde zayıf gibidir.

Örnek 7. Bağlayıcı alanı %35 civarında olan örneğin içeriğinde yaklaşık %5 kadar kireç topağı ve %10 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları çok az miktarda muskovit ve siyah cüruf parçacığı, az miktarda volkanik kayaç parçacığı ile %2-3 oranında kuvars içeren 4 mm elek altı çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Bir kısım tuğla keramik kırığı agregaların içerisinde şamot, volkanik kayaç parçacıkları ve kuvars mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı bir kısım kuvarsta zayıf, diğer agregalarda iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı nispeten zayıftır.

Örnek 8. Bağlayıcı alanı 1 adet 20 mm boyutundaki tuğla/keramik kırığı hariç %25 civarında olan örneğin içeriğinde %3-5 oranında tek tükü kavkı olmak üzere mermer kırığı bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları, 2 adet 20 mm ve 8 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı hariç %5-10 oranında tuğla/keramik kırığı ile az muskovit ve %2-3 oranında sarı renkli kil toprakları olan altere parçacıklar içeren kumtaşı, tüfik kayaç parçacıkları ve kuvarstan oluşan kumdur. 3 mm boyuta kadar boşlukları ve 800 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı iyi olup bağlayıcı agrega fazı boşluklar hariç iyidir.

Örnek 9. Örneğin bağlayıcı alanı iri çakıl parçacıklar dışında %20 civarındadır. Agregaları, 20 mm boyutlu keramik hariç %15-20 oranında tuğla/keramik kırığı ile %5 civarında volkanik parçacığı ve kumtaşı içeren kuvarslı kumdur. Dokusunda yer yer dökülmeler olmakla birlikte örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı boşluklar hariç iyidir. Örnekte yaklaşık 1 mm.ye kadar az miktarda gözenekler mevcuttur.

Örnek 10. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin içeriğinde %5 civarında kireç topağı ile %10-15 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin

tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, az kuvars içeren agregaları, 11 mm boyuta kadar çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Bir kısmı tuğla/keramik agregaların içerisinde şamot ve kuvars parçacıkları görülmektedir. Örnekte, tek tükü yaklaşık 400 µ boyuta kadar olmak üzere bir kısmı içerisinde ikincil aragonit kristallenmesi oluşmuş çok az miktarda gözenekler mevcuttur. Mikro çatlakları bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 11. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin içeriğinde %10 civarında karbonatlı parçacık (tek tükü kavkı olmak üzere mermer ve kireçtaşı kırığı) bulunmaktadır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları 12 mm boyutlu keramik/tuğla kırığı hariç %10-15 oranında tuğla keramik kırığı ile çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit içeren kumtaşı, şistik, tüfik ve kuvars, parçacıklardan oluşan kumdur. Yaklaşık 700 µ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnek 12. Örneğin bağlayıcı alanı %25 civarındadır. Örneğin çakıl nitelikli 11 mm boyutlarında, 1 adet tuğla/keramik kırığı ile 1 adet kumtaşı dışındaki agregaları yaklaşık %2 kadar muskovit, %2-3 oranında karbonatlı parçacık, %10 civarında 4 mm elek altı tuğla/keramik kırığı olup kalanı %5 kadar volkanik kayaç parçacıkları içeren kuvars ve kuvarsit olan tüfik kara kumdur. Tek tük yaklaşık 700 µ boyuta kadar olan gözeneklerin bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur. Tek tük kırıntı içeren örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

Örnek 13. Örneğin bağlayıcı alanı %25-30 oranındadır. Çok az siyah cüruf parçacığı ve az muskovit içeren örneğin agregaları, 8-10 mm çakıl boyutlu parçacıklar hariç yaklaşık %10 kadar tuğla/keramik kırığı, %10 civarında karbonatlı parçacık, 1 adeti 4 mm elek altı kırmızı renkli olmak üzere %3-5 oranında kumtaşı ve tüfik parçacıklar içeren kuvarslı tüfik kara kumdur. Örneğin bir kısım çatlaklarında ve gözeneklerinde ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur. Tek tük gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

4.3.7. Fiziksel analizler

Tarihi yapılara yapılacak olan koruma onarım çalışmalarında kullanılacak olan

onarım malzemelerinin özgün malzemede oluşturacağı hasarlar öngörülmalıdır. Dolayısıyla gerekli durumlarda kullanılacak onarım malzemesinin özgünü ile benzer nitelikleri (fiziksel, kimyasal, mekanik vb.) taşınması oldukça önemlidir. Onarım malzemesinin fiziksel özelliklerinin özgün malzeme ile benzerliğinin tespit edilebilmesi için çeşitli deneysel çalışmalar yürütülmelidir.

Harç ve sıva gibi gözenekli yapı malzemelerinin su emme özelliklerini saptamak, malzemedeki hasarları belirlemek ve onarım malzemesinin özgün malzemeye yapacağı etkileri izlemek için yararlıdır (Teutonico, 1988). Tarihi yapılardan alınmış özgün harç ve sıva örneklerinin fiziksel özelliklerinin saptanması, örnekler uygun nitelik ve standart boyutlarda olmadığından her zaman mümkün değildir (Candeias ve diğ., 2004). Fiziksel deneylerde örneklerin, kütlece ve hacimce su emme testleri, yoğunluk, özgül kütle, komposite, porozite özellikleri tespit edilir (TS 699, EN 1936:2006).

Çalışmada, uygun nitelik ve boyutta olan harç örnekleri üzerinde fiziksel özellikler (kütlece ve hacimce su emme oranları, komposite, birim hacim kütlesi ve görünür porozite) yapılan deneysel çalışmalarla tespit edilmiştir (TS EN 1936:2010). Analiz sonuçları tablo ve grafik haline getirilmiştir (Tablo 1; Şekil 4.79- 4.82).

4.3.7.1. Kütlece ve hacimce su emme oranları

Örneklerin hacimce ve kütlece su emme oranları belirlenerek örneklerin su geçirgenliği saptanmıştır. Deney uygulamasında fiziksel analizlerin yapılabileceği uygun nitelik ve boyutta örnekler seçildikten sonra üst yüzeyleri tozlardan ve kirlerden temizlenmiştir. Yüzeyi temizlenen örnekler de-iyonize su içinde bekletilerek içerisindeki suda çözünebilir tuzların uzaklaşması sağlanmıştır.

Harç ve sıva örnekleri kütlesi sabit kalıncaya kadar 105°C'ye kadar etüvde kurutulmuş ve 0,001 hassasiyetli Arşimet terazisinin (AND GF-60 markalı) havada kalan kefesinde tartılarak **kuru ağırlığı (G_k)** belirlenmiştir. Sonrasında 25°C'de terazinin saf su içerisinde kefesinde örnek doygunluğa ulaşınca kadar bekletilerek ağırlığın sabitlendiği değer belirlenmiştir (**su içerisindeki örneğin doygun ağırlığı (G_{ds})**). Örneklerin yoğunluğu Arşimet terazisinin göstergesinden okunarak kaydedilmiştir (**Görünür yoğunluk (Δ_h)**). Sonrasında su içerisindeki beherden çıkarılan örneklerin yüzeyleri hızlı bir şekilde, kurumaya izin vermeden nemli bir bezle silinip terazinin havadaki kefesinde tartılarak veriler kaydedilmiştir (**doygun örneğin havadaki ağırlığı (G_{ah})**) (TS 704, 1979).

Deneyler yapıldıktan sonra harç ve sıva örneklerinin kütlece (**P(m)**) ve hacimce su (**P(V)**) emme değerleri formüller aracılığıyla hesaplanmıştır (Teutonico, 1988; TS 704, 1979; EN 1936:2006; TS 699, 2009; KUDEB, 2009-2011).

$$P(m) = (G_{dh} - G_k) / G_k \times 100 \quad (4.13)$$

$$P(V) = (G_{dh} - G_k) / (G_{dh} - G_{ds}) \times 100 \quad (4.14)$$

$$\Delta_h = G_k / (G_{dh} - G_{ds}) \quad (4.15)$$

$P(m)$ = Kütlece su emme oranı (V/g, %)

$P(V)$ = Hacimce su emme oranı (V/V, %)

G_k = Örneğin kuru haldeki kütlesi (g)

G_{dh} = Doygun haldeki örneğin havadaki kütlesi (g)

G_{ds} = Doygun haldeki örneğin sudaki kütlesi (g)

Δ_h = Görünür yoğunluk / birim hacim kütlesi (g/cm³)

4.3.7.2. Görünür porozite

Harç ve sıva örneklerinin görünür porozite değerlerine, hacimce su emme oranından ya da kütlece su emme ve birim hacim kütesinden hesaplanarak ulaşılır.

Örneğin hacimce su emme oranı, görünen porozite değeriyle aynıdır (EN 1936:2006; TS 699, 2009).

$$P_g = (G_{dh} - G_k) / (G_{dh} - G_{ds}) \times 100 \quad (4.16)$$

$$k = 100 - P_g \quad (4.17)$$

Örneğin birim hacim kütlesi ve kütlece su emme oranından görünen porozite değeri hesaplanabilir (EN 1936:2006; TS 699, 2009).

$$P_g = \Delta_h - P(m) \quad (4.18)$$

P_g = Görünür porozite (V/V, %)

G_k = Örneğin kuru haldeki kütlesi (g)

G_{dh} = Doygun haldeki örneğin havadaki kütlesi (g)

G_{ds} = Doygun haldeki örneğin sudaki kütlesi (g)

Δ_h = Görünür yoğunluk / birim hacim kütlesi (g/cm^3)

$P(m)$ = Kütlece su emme oranı (V/g , %)

k = Komposite (%)

4.3.7.3. Birim hacim kütlesi

Örneğin kuru haldeki kütlesi ve hacmi kullanılarak birim hacim kütlesi hesaplanır (EN 1936:2006; TS 699, 2009).

$$\Delta_h = G_k / V \quad (4.19)$$

Δ_h = Görünür yoğunluk / birim hacim kütlesi (g/cm^3)

G_k = Örneğin kuru haldeki kütlesi (g)

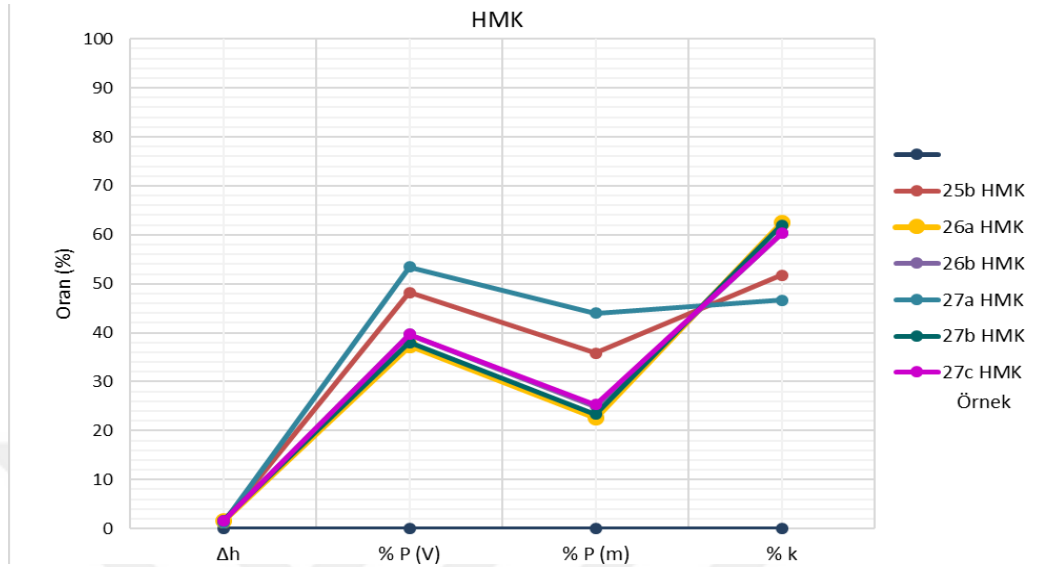
V = Örneğin hacmi

Tablo 1. Örneklerin yoğunluk ve gözenek hacmi değerleri

Örnek	G _k (g)	G _{ds} (g)	G _{dh} (g)	Δ _h (g/cm ³)	% P (V)	% P (m)	% k
2 BMK	33,88	19,92	44,72	1,37	43,71	32,00	56,29
5 BMK	24,30	14,85	32,15	1,40	45,38	32,30	54,62
6 BMK	72,98	43,71	86,66	1,70	31,85	18,74	68,15
7 BMK	8,31	5,10	11,08	1,39	46,32	33,33	53,68
9 BMK	20,17	12,20	23,71	1,75	30,76	17,55	69,24
14 BMK	54,34	32,99	69,44	1,49	41,43	27,79	58,57
18 BMK	18,47	10,83	22,19	1,63	32,75	20,14	67,25
20 BMK	5,62	3,26	8,79	1,02	57,32	56,41	42,68
21 BMK	13,93	8,35	17,65	1,50	40,00	26,70	60,00
22 BMK	20,72	12,30	26,61	1,45	41,16	28,43	58,84
22 HMK	27,16	15,72	39,24	1,15	51,36	44,48	48,64
25b HMK	24,94	15,32	33,89	1,34	48,20	35,89	51,80
26a HMK	37,61	23,33	46,14	1,65	37,40	22,68	62,60
26b HMK	27,79	17,24	34,73	1,59	39,68	24,97	60,32
27a HMK	7,13	4,39	10,27	1,21	53,40	44,04	46,60
27b HMK	38,04	23,58	46,91	1,63	38,02	23,32	61,98
27c HMK	21,07	12,98	26,40	1,57	39,72	25,30	60,28
1b CMK	29,01	16,98	33,86	1,72	28,73	16,72	71,27
2 CMK	27,36	16,22	35,53	1,42	42,31	29,86	57,69
5b CMK	32,26	18,81	39,46	1,56	34,87	22,32	65,13
6 CMK	23,59	14,43	31,48	1,38	46,28	33,45	53,72
9 CMK	23,72	14,66	29,89	1,56	40,51	26,01	59,49
14 CMK	20,86	12,07	22,78	1,95	17,93	9,20	82,07
1 SMK	8,19	4,85	9,83	1,64	32,93	20,02	67,07
6 SMK	30,14	16,16	33,83	1,71	20,88	12,24	79,12
7 SMK	8,22	4,73	11,52	1,21	48,60	40,15	51,40
8 SMK	33,22	20,08	39,03	1,75	30,66	17,49	69,34
10 SMK	34,92	21,28	48,92	1,26	50,65	40,09	49,35
12 SMK	37,37	23,22	47,75	1,52	42,32	27,78	57,68
13 SMK	18,04	10,79	21,34	1,71	31,28	18,29	68,72
G _k : Örneğin kuru haldeki kütlesi G _{ds} : Doygun haldeki örneğin sudaki kütlesi G _{dh} : Doygun haldeki örneğin havadaki kütlesi				Δ _h : Görünür yoğunluk / birim hacim kütlesi P(m) : Kütlece su emme oranı P(V) : Hacimce su emme oranı k : Komposite			

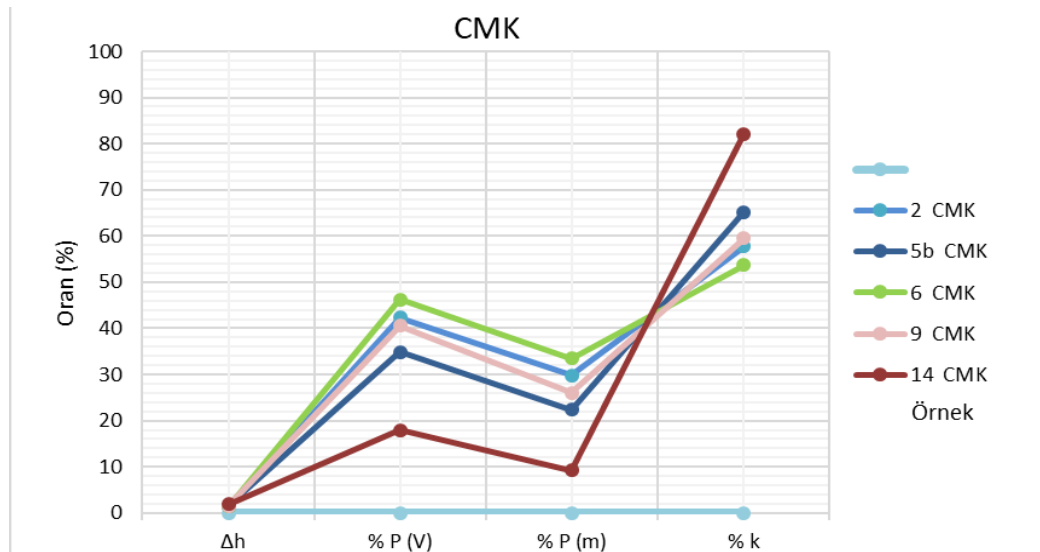
HMK alanında örneklerin poroziteleri %37,40 ile %53,40 değerleri arasında ölçülmüştür. Tuğla/keramik kırığı dolgulu olan bu örneklerin nitelik benzerliklerine paralel bir gruplandırma göstermektedir. Örneklerin porozitelerinin agrega boyutları ve niteliği ile bağlayıcı oranına bağlı olarak geliştiği gözlenmiştir. Örnek 25, 26ab ve 27ab aynı dönem örnekleri olarak değerlendirilmeye birlikte bağlayıcı oranı biraz daha yüksek olan 25b no.lu örnekte porozite diğer çağdaşlarına göre daha yüksek ölçülmüştür. Daha

erken döneme ait olduğu düşünülen ve daha yüksek bağlayıcı oranına sahip olan örnek 27a yine üst tabakaları olan 27b ve 27c tabakalarına göre daha yüksek poroziteye sahiptir.



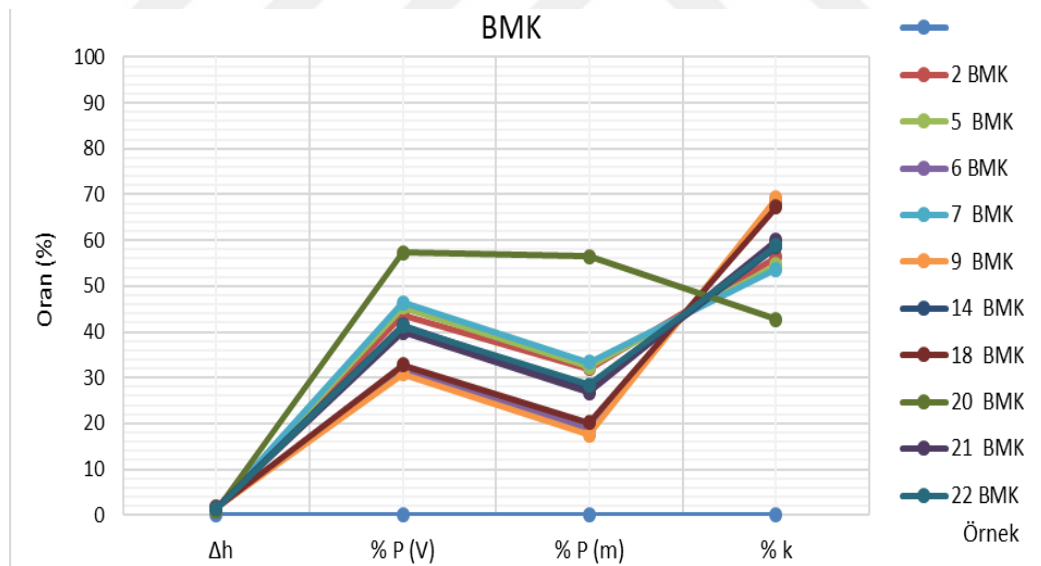
Şekil 4. 79. HMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği

CMK alanında örneklerin poroziteleri %17,93 (örnek 14) ile %46,28 (örnek 6) değerleri arasında ölçülmüştür. En düşük poroziteye sahip olan örneğin portland çimento bağlayıcılı olması, dolgu malzemesi yanında bağlayıcı niteliğinin de malzemenin gözenekliliğinde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Yüksek yoğunlukta olan örneklerde gözeneklilik oranı düşük, kompasiteleri yüksek olarak ölçülmüştür. Örneklerde yapılan ölçümlerde yoğunluk ve gözeneklilik özelliklerinin birbirlerine bağlı olarak ters orantılı geliştiği belirlenmiştir.



Şekil 4. 80. CMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği

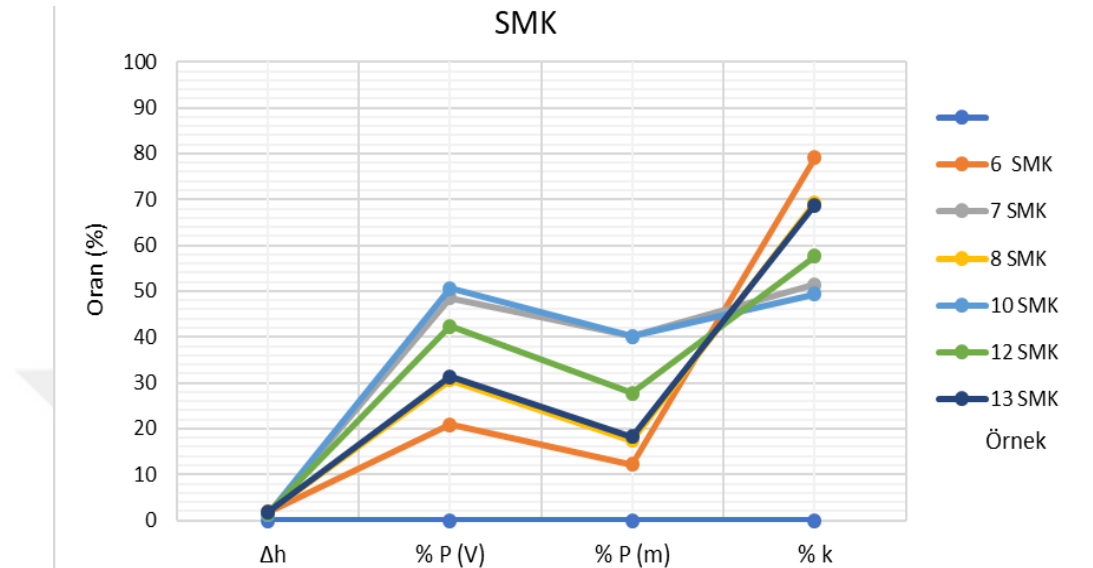
BMK alanında örneklerin porozite değerleri %30,76 ile %57,32 arasında ölçülmüştür. Örnekleri bu analiz sonuçlarına göre 3 gruba ayırmıştır. 1. grup %30,76 ile %32,75 arasında; 2. grup %40 ile %46,32 arasında kümelenmiştir. 3. grup ise %57,32 ile en yüksek porozite değerine sahip olan 20 no.lu Osmanlı Dönemine ait olduğu düşünülen tuğla kırığı agregalı harç örneğidir. Örneklerin poroziteleri örneklerin benzerliklerine göre paralellik göstermekle birlikte çakıl boyutlu parçacıkların denk geldiği örneklerde sapma gözlemiştir. Tuğla/keramik kırığı çakılı içeren 18 no.lu örneğin düşük gözenekliliğe sahip olmasının nedeni çakıl boyutlu bu parçacıkların yüksek derecede pişirilmelerine bağlı olarak sıkı ve küçük gözenekli dokuya sahip olmalarıdır. Kuvars gibi gözeneksiz ve küçük boyutlu agregaların yoğunlukta olduğu sıva örneğinde (örnek 7) ise porozitenin yüksek ölçülmesinin agrega dokudaki ara boşlukların fazlalığıdır. Sonuçlar değerlendirildiğinde gözeneksiz dolgu malzemelerinin küçük boyutlu olması örnek dokusunda ara boşlukların çoğalmasına yol açarak toplam boşlukların artmasına, büyük boyutlu gözeneksiz dolgu maddelerinin ise toplam gözenekliliğin azalmasına yol açtığı belirlenmiştir. Örneklerin gözenekliliğinin bağlayıcı niteliği yanında dolgu ve katkı malzemelerinin tipi ile boyutlarına bağlı olarak geliştiği görülmektedir.



Şekil 4. 81. BMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği

SMK alanında örneklerin poroziteleri %20,88 (örnek 6) ile %50,65 (örnek 10) değerleri arasında ölçülmüştür. En düşük poroziteye sahip olan örneğin bağlayıcısı 19. yüzyıl sonu erken dönem portland çimentosudur (%5-10 kireç ilaveli 100-150 doz portland çimentosu). Ancak en düşük poroziteye sahip olmakla birlikte bazı diğer örneklere nispeten yakın olmasının sebebi ise gözeneksiz ve küçük boyutlu kuvars

agregalarının dokuda yarattığı ara boşluklardır. Yine bu gruptaki örneklerin fiziksel özelliklerini belirten ölçümler değerlendirildiğinde agrega nitelik ve boyutları ile bağlayıcı tipinin belirleyici etkenler olduğu görülmüştür. Gözeneksiz agrega içeren örneklerde örnek yoğunlukları diğerlerinden daha yüksektir.



Şekil 4. 82. SMK alanı fiziksel analiz sonuç değerlendirme grafiği

4.3.8. Mekanik analizler

Tarihi yapıların koruma onarım çalışmalarında malzemelerin basınç dayanımlarının tespiti oldukça önemlidir. Koruma ve onarım çalışmalarında yapıya minimum müdahalede bulunmak temel prensiplerden biridir. Özgün harçların mekanik özelliklerinin bilinmesi, uyumlu onarım harçlarının üretilmesi için gereklidir. Malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan in-situ testler yapıda ciddi hasarlara yol açacağından uygun değildir. Ancak bu yapılardan çoğunlukla gerekli boyutlarda örnek alınamadığından standart mekanik deneyler yapılamamaktadır. Bu yapılardan alınabilen örnekler genellikle küçük boyutlu ve düzensiz şekillidir (Tuncel ve diğ., 2016).

Tarihi yapı malzemesinde örneklerin basınç dayanımı nokta yük deneyi (point-load) ile tespit edilebilir (TS 699, 2009). Bununla birlikte tarihi harç ve sıva örneklerinin uniaksial basınç dayanımları, nokta yük deney sonuçları kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalarda genellikle kayaçlar için kullanılan düzeltme faktörü (K), küçük boyutlu ve daha düşük dayanımlı olan tarihi kireç harcı örnekleri için

de kullanılmıştır. Ancak bu düzeltme faktörü değerleri tarihi harç örnekleri için uygun görülmemektedir (Tuncel ve diğ., 2016).

Deneyin uygulanmasında örnek iki konik uç arasına yerleştirilir ve hidrolik el pompası ile yük uygulanarak kırılır. Uygulanan yük cihazın manometresinden okunarak belirlenir. Sonuçlar örneklerin standart boyutlarda olmamasından dolayı boyut düzeltme faktörü kullanılarak hesaplanır (KUDEB, 2009-2011). Kayaçlar için hesaplanmış sabit K değerleri için standartlar mevcuttur (ASTM, 1995). Ancak kayaçlar, kireç harcına kıyasla daha yüksek dayanıma sahip malzemeler olduğu için, kireç harcı hesaplamalarında kullanılacak sabit K değeri için standart bulunmamakla birlikte öneriler literatürde bulunmaktadır (Tuncel ve diğ., 2016). Bu çalışmada, hesaplamalar için kullanılan formüller konusunda ASTM 2008 ve TS 699'dan yararlanılmış, deney sonuçları tablo ve grafik haline getirilmiştir (Tablo 2; Şekil 4.83- 4.84).

Tez kapsamında çalışılmış olan harç örneklerinin basınç dayanımları aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (ASTM 1995, TS 699, KUDEB 2009-2011, Tuncel ve diğ., 2016).

$$I_s = P/D_e^2 \quad (4.20)$$

$$D_e^2 = 4A/\pi \quad (4.21)$$

$$A = W.D \quad (4.22)$$

I_s = Düzeltilmemiş m-nokta dayanım indeksi

P = Kırılma yükü(N)

D_e = Eşdeğer kalınlık (mm)

A = Yükleme başlıkları arasında kalan düzlemin kesit alanı

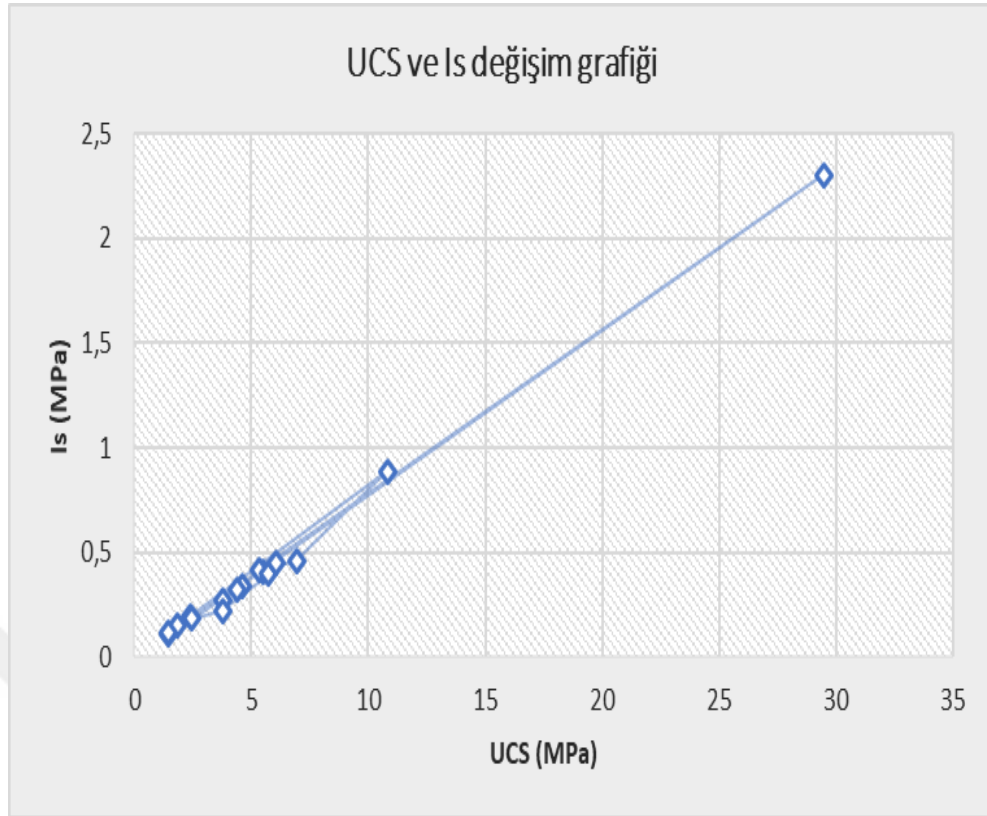
W = Örnek genişliği

D = Örnek yüksekliği

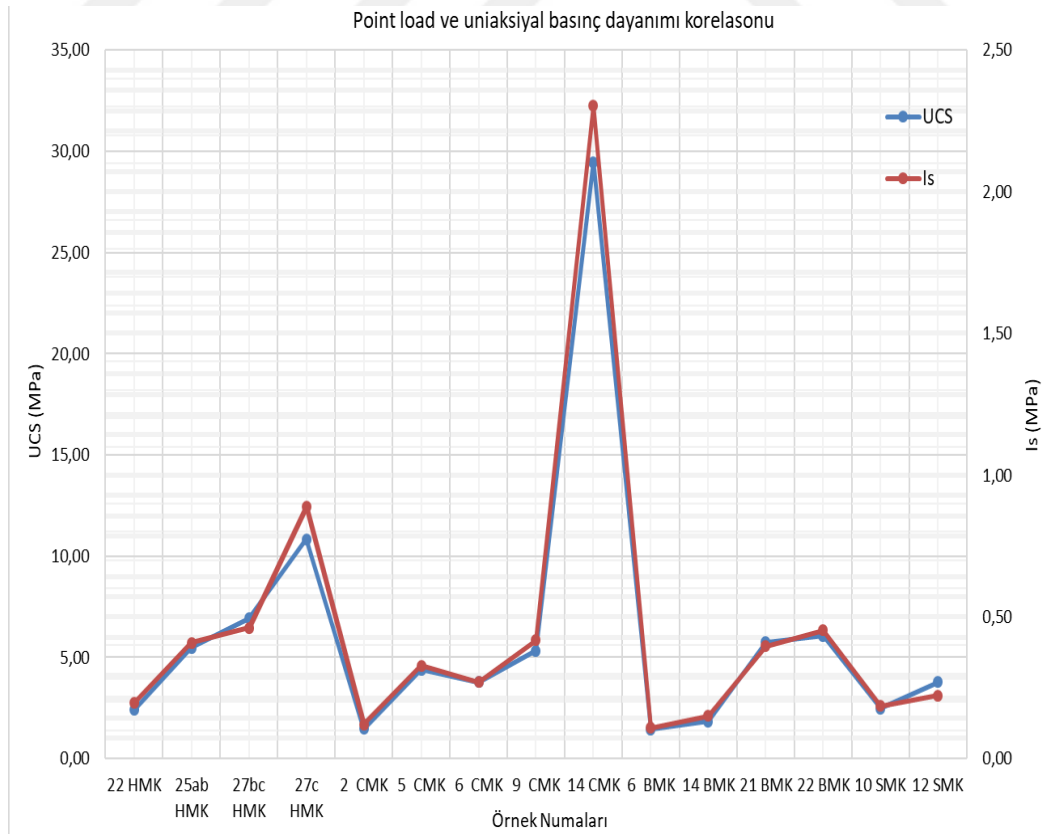
$$USC = I_s \cdot K \quad (4.23)$$

USC = Uniaksiyal basınç dayanımı

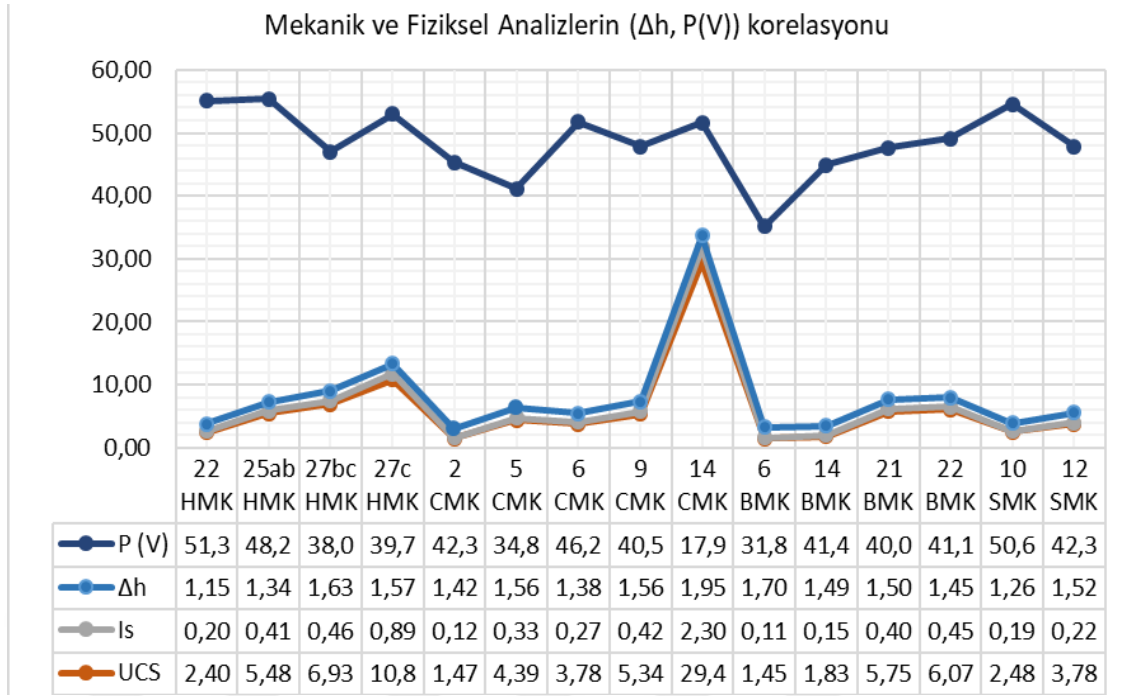
K = Düzeltme faktörü



Şekil 4. 83. I_s ve K sabiti ile hesaplanan UCS değerlerinin birbirlerine göre değişim grafiği



Şekil 4. 84. Örneklerin nokta yükleme testi ile belirlenen tek eksenli ve hesaplanmış uniaksiyal basınç dayanımları grafiği



Şekil 4. 85. Örneklerin nokta yükleme testi ile belirlenen tek eksenli ve hesaplanmış uniaksiyal basınç dayanımları ve fiziksel özelliklerinin (görünür yoğunluk ve hacimce su emme oranı) grafiği

HMK alanına ait yapay hidrolik özellikteki örneklerin fiziksel sonuçları ve mekanik sonuçları birlikte değerlendirildiğinde düşük poroziteye sahip olan örneklerin basınç dayanımlarının daha yüksek çıkmıştır. Yapılan ölçümlerde örneklerin basınç dayanımlarının poroziteleriyle ters orantılı; kompasite ve görünür yoğunlukları ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu tespit, ölçümleri yapılan HMK alanındaki örnekler ile sınırlı kalmıştır. Bu örneklerde agrega olarak tuğla/keramik kırığı kullanılmış olup dolgu ve bağlayıcı malzeme arasındaki puzzolanik reaksiyon sonucunda kalsiyum silikat hidrat ve alüminatlar geliştiği belirlenmiştir. Bu gruptaki örneklerde nokta yük basınç dayanımları 0,20 MPa ile 0,89 MPa arasında değişirken nokta yüklemeyle ilgili olarak hesaplanan Uniaksiyal basınç dayanımları 2,40 MPa ile 10,83 MPa arasında değişmektedir.

CMK alanına ait örneklerin nokta yük basınç dayanımları 0,12 MPa (örnek 2) ile 2,30 Mpa (Örnek 14) arasında değişirken nokta yüklemeyle ilgili olarak hesaplanan uniaksiyal basınç dayanımları 1,47 Mpa (örnek 2) ile 29,47 Mpa (örnek 14) arasında değişmektedir. 20 yy ortalarında üretilmiş olan portland çimento bağlayıcılı harcın en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu görülmüştür. Bu gruptaki örneklerde portland çimento bağlayıcılı örnek dışındaki diğer örneklerin basınç dayanımlarının, harçların agregalara bağlı olarak kazandıkları hidrolik özelliklerle paralel oldukları görülmüştür.

BMK alanına ait örneklerin nokta yük basınç dayanımları 0,11 MPa (örnek 6) ile 0,45 MPa (örnek 22) arasında değişirken nokta yüklemeye bağlı olarak hesaplanan uniaksiyal basınç dayanımları 1,45 MPa (örnek 6) ile 6,07 MPa (örnek 22) arasında değişmektedir. Bu grupta en yüksek basınç dayanımına sahip olan 1-3. yüzyıl ve 3-5. yüzyıl üretimi olan yapay hidrolik harçlardır.

SMK alanına ait örneklerin nokta yük basınç dayanımları 0,19 MPa ile 0,22 MPa arasında değişirken nokta yüklemeye bağlı olarak hesaplanan uniaksiyal basınç dayanımları 2,48 MPa ile 3,78 MPa arasındadır.

4.3.9. İleri analizler

Çalışmada yapılmış olan basit kimyasal, petrografik ve mineralojik, fiziksel ve mekanik analizlere ek olarak seçilmiş örnekler üzerinde ileri analiz teknikleri yürütülmüştür. Bu analiz sonuçları kendi içerisinde tek tek değerlendirilmiş olup basit analiz sonuçları ile birlikte ele alınarak sonuçların yorumlanmasında değerlendirilmiştir.

4.3.9.1. SEM-EDS/EDX analizi

Tarihi harç/sıvaların mikro strüktürel yapıları ve bağlayıcı - agrega ara kesitinde reaksiyon sonucu oluşan ürünler SEM-EDS analizi ile görüntülenerek kimyasal içerikleri belirlenebilir (Tunçoku, 2001; Middendorf ve diğ., 2005). Tarihi harç içeriğindeki agregaların mineralojik niteliklerinin saptanması yanında morfolojik niteliklerinin de belirlenmesi önemlidir. Agregaların morfolojik yapılarının belirlenmesi agregaların kökenleri hakkında güçlü kanıtlar sağlayabilir (Adriano ve diğ., 2008).

Bu çalışmada, basit analiz değerlendirme sonuçlarına göre gruplandırılmış olan harç sıva örneklerini temsilen seçilmiş olan örnekler üzerinde SEM-EDS analizi yürütülmüştür. Harç ve sıva örneklerinin mikro strüktürel yapıları, bağlayıcı, dolgu ve katkı malzemelerinin nitelikleri, kimyasal özellikleri ve dokusal yapıları incelenmiştir.

SEM-EDS (Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive X –Ray Spectroscopy – EDX/EDS) analizi ile harç ve sıva örnekleri gibi malzemelerin bağlayıcı nitelikleri yanında çok küçük boyutlardaki malzemelerin de incelenmesi olanağı elde edilmektedir (KUDEB 2009-2011). SEM, büyük boyutlu tarihi harç örnekleriyle yapılan karakterizasyon teknikleriyle tespit edilmesi güç olabilen degradasyon ve alterasyon ürünleri, mikroorganizma ve katkı maddelerini tespit etmede önemli rol oynar. SEM-EDS

analizi, SEM olanakları kullanılarak yapılan EDS analizi olarak tanımlanabilir (Adriano, 2008). SEM, harç ve sıva örneklerinin yüzeyini yüksek enerjili elektron ışınları ile tarayan bir elektron mikroskobudur. Elektronlar, incelenen malzemenin bileşenleri ile etkileşerek sinyaller oluştururlar. SEM, hem örneğin bileşiminin analizini yapar, hem de sinyalleri algılayarak görüntüleme yapar ve bu sinyaller ile topografik ve kompozisyonel kontrastlar elde edilebilir. EDS ise örneğin kimyasal içeriğini tespit etmek için kullanılan bir tekniktir. Bu teknik, incelenecek örneğin bileşenleri ile örneğe gönderilen ışınların etkileşimi sonucu yayılan X ışınlarının spektroskopik yöntemler ile analizine dayanmaktadır (KUDEB 2009-2011).

SEM-EDS analizi için seçilen örneklerin eşit kalınlıklarda kalın kesitleri hazırlanmıştır. Örnekler stereo mikroskop (Nikon SMZ 745T model) ile incelenip SEM-EDS analizi yapılacak alanlar belirlenmiş ve bu alanlar örnek kesitleri üzerinde işaretlenmiştir. Kesit üzerinde belirlenmiş olan alanların SEM görüntüleri alındıktan sonra bu alanlarda noktasal ve bölgesel taramalar yapılarak bu alanların EDS analizi spektrumları değerlendirilmiştir. Ayrıca bazı örnekler üzerinde EDS analizi yapılmış alanlarda örneklerin element içerikleri mapping yöntemi ile renklendirilerek SEM görüntüsü alınmıştır.

Örneklerin içeriğindeki minerallerin biçimi, boyutları, yerleşim düzeni, kristal yapıları ve katkı maddeleri ve bozunma ürünlerinin yüksek büyütme SEM (Hitachi SU3500 T2 taramalı elektron mikroskobu ile) görüntüleri alınmıştır. Görüntülenen alanların kimyasal içeriği, element ve element oksit olarak EDS (Oxford XACT Elektron Dağılım Spektroskopisi) ile tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin bağlayıcı - agrega arakesitinde reaksiyon sonucu oluşan ürünler ile örnek gözeneklerinde ve çatlaklarında bulunan ikincil oluşumların görüntüleri alınarak kimyasal içerikleri belirlenmiştir (Uğur, 2011).

Örneklerin bağlayıcıların hidrolik veya non-hidrolik niteliğini tespit edebilmek için bağlayıcı alan ile örneklerdeki kireç topakları EDS analizi ile incelenmiştir. Aynı zamanda bağlayıcının kalsitik, dolomitik, aragonitik ya da vateritik nitelikte olup olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca farklı nitelikteki dolgu ve katkı maddelerine noktasal atışlar ve mapping yapılarak bu malzemelerin kimyasal içerikleri, minerolojik ve morfolojik yapıları belirlenmiştir. SEM-EDS analizi sonucunda elde edilen veriler ve görüntüler ekler kısmında sunulmuştur (EK:3).



Şekil 4. 86. SEM-EDS çekim görüntüsü

4.3.9.2. XRD analizi

Harç/sıva örnekleri üzerinde yürütülen kimyasal ve mikroskobik analizlere ek olarak XRD analizi, örneklerin kristal yapıdaki bağlayıcıları ve farklı tipteki agregalarının mineralojik olarak tanımlanmalarının yapılabilmesi için uygun bir yöntemdir. Görsel analiz ile kalitatif analiz sonrası XRD ile bağlayıcı ve agrega tanımlanabilir. Ayrıca bu değerlendirme ince kesitlerin petrografik mikroskopta incelenmesi veya XRD ve petrografi kombinasyonu ile uygulanabilir (Middendorf, 2005).

XRD (X-Ray Diffraction), öğütülerek (<90 μ) toz haline getirilmiş homojen haldeki harç ve sıva örneklerinin bileşiminin kristal yapılarını tanımlayan hızlı bir enstrümental analiz yöntemidir (Ersen ve Güleç, 2009). Cihazın çalışma mekanizması, cihaz tarafından oluşturulan X-ray ışınlarının materyal ile etkileşiminden sonra geri dönen ışınların saptanması, işlenmesi ve sayılmasıdır (Dutrow ve Clark). Başlıca kullanım alanı kristal halindeki malzemenin faz tanımlanmasıdır (Riccardi ve diğ., 1998). Her mineral için özgün bir ışın dizisi mevcuttur ve bu diziden yararlanılarak mineral fazları saptanabilir (Dutrow ve Clark). Diziler, her mineral için ayrı ayrı belirlenip incelenerek mineral fazlarının yarı-kantitatif değerleri saptanır (Riccardi ve diğ., 1998). İçerikler miktarlarına göre temel mineraller, baskın olmamakla birlikte mevcut olanlar, iz olarak bulunanlar, muhtemelen bulunanlar ve saptanmayanlar olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca içerikte bulunabilecek tuz mineralleri saptanabilir. Veriler XRD veritabanı kullanılarak diyagrama dönüştürülür (Middendorf, 2005).

XRD analizi yürütülmüş örnekler içerisinde, üç harç örneğinde (BMK 21, BMK 22 ve SMK 10) vaterit ve bir örnekte aragonit tespit edilmiştir. Kalsiyum karbonatın kalsit, aragonit ve vaterit olmak üzere üç farklı karakteristik özellikteki kristal polimorfa sahip olduğu bilinmektedir. Kalsiyum karbonatın en kararlı haldeki kristalin yapısı kalsit olup kararsız haldeki aragonit ve vaterit, kalsite dönüşmeye meyillidir. Ancak, sıcak su bulunan ortamlarda kalsiyum karbonat aragonit formunda kristallenirken, protein esaslı organik maddelerin, surfaktan ya da polimerlerin bulunduğu durumlarda vaterit kristali kararlı hale gelebilmektedir. Kireç harçlarının içeriğine polimer veya protein esaslı organik katkı maddeleri eklendiği durumlarda kalsiyum karbonat, kalsit yanında vaterit formunda da kristalleşebilmektedir. Yine lağım benzeri atık suların temas ettiği yerlerde vaterit kristalinin stabilizasyonu gerçekleşmektedir. Hamam vb. sıcak suyun kullanıldığı veya atık suların temas etmesi durumlarında da aragonit kristali oluşmaktadır.

4.3.9.3. ICP-ES/MS analizi

Basit analiz sonuçlarının değerlendirilmesine bağlı olarak seçilmiş bir kısım harç ve sıva örneği üzerinde örneklerin kimyasal içeriklerini (metal oksitler, temel elementler, iz elementler) tespit etmek amacıyla ICP-ES/ MS analizi yürütülmüştür. Harç ve sıva örneklerinin majör elementleri ICP-ES, minör elementleri ise ICP/MS analiz yöntemi ile belirlenmiştir.

ICP-ES/MS analizi (Kanada, Bureau Veritas Mineral Laboratories'de yürütülmüştür) yapılmış ve sonuçları aşağıda tablo halinde sunulmuştur. Örneklerin içeriğindeki eser elementler ppm olarak, temel elementler ise % olarak tespit edilmiştir (Tablo 4, 5, 6, 7, 8).

Tablo 5. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı

ELEMENT→ ÖRNEKLER↓	Ba ppm	Ni ppm	Sc ppm	LOI %	Sum %	Be ppm	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm
1 BMK	254	34	6	18,1	99,83	3	8	1,3	7,1	2,4	5,6	30,2	12	238,1	0,3
6 BMK	215	27	4	14,1	99,83	<1	6,1	1,5	5,3	2	6,2	33	15	175,8	0,4
7 BMK	157	26	3	18,5	99,67	3	6,6	1,1	4,3	2,7	5	25,7	33	197,3	0,3
12 BMK	297	38	7	11,7	99,68	2	9,5	1,6	7,6	2,2	5,1	47,6	26	131,5	0,3
16 BMK	228	26	4	14,8	99,63	2	5,2	1,1	4,9	1,8	5,2	49	40	147	0,4
18 BMK	138	35	3	37	99,89	1	4,5	0,6	3,3	0,9	2,3	12,2	8	95,2	<0.1
21 BMK	159	21	4	10,6	99,59	<1	7,9	1,3	6,5	1,6	6,7	28,3	44	68,7	0,4
22 BMK	316	27	1	9,6	99,47	1	2,2	0,7	6,6	1,4	7,6	72,5	63	38,8	0,5
7 HMK	297	22	4	26,2	99,74	<1	6,4	1,7	5,2	1,7	4,3	35	92	267,3	0,2
13 HMK	164	61	8	23,8	99,82	4	10,8	1	8,1	2,1	5,3	22	4	158	0,4
17 HMK	263	22	4	11,3	99,76	<1	7,6	2,3	8,9	2	6,1	37,2	23	288,3	0,4
20 HMK	221	30	4	15,7	99,82	<1	7,1	2,8	8	1,9	5,4	25,9	17	206,2	0,5
27c HMK	246	100	11	15,7	99,8	2	15,9	1,6	11,6	3,4	8,1	45,9	6	203,8	0,5
3 CMK	180	56	6	28,7	99,89	1	8,4	1,6	5,9	2,2	4,9	34	4	172,7	0,3
5b CMK	150	<20	1	20,2	99,72	<1	1,3	0,4	2,6	1,2	2,2	36,6	32	158,1	0,1
12 CMK	270	<20	5	11,6	99,74	<1	6,6	1,1	8,9	3	6,2	32,9	21	268,6	0,5
3 SMK	291	32	4	15,6	99,78	1	5,7	1,5	6,2	2,2	6	80,2	20	134,1	0,5
4 SMK	157	<20	2	36,9	99,8	<1	5	0,6	1,9	0,8	2,2	14,8	5	1034	<0.1
12 SMK	278	29	4	12,8	99,79	1	8,4	1,2	9	1,6	6,3	33	16	302,6	0,4
METOD →	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200
MDL →	1	20	1	-5,1	0,01	1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	1	0,5	0,1

Tablo 6. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı

ELEMENT→ ÖRNEKLER↓	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm
1 BMK	3,3	1,8	55	0,9	91	10,8	12,8	26,5	2,95	11,5	2,25	0,58	2,22	0,35	2,04
6 BMK	3	1,4	48	0,9	72,9	10	12,7	24,6	2,76	10,1	1,97	0,48	1,93	0,31	1,73
7 BMK	3	1,3	45	0,6	110,3	10,7	10,7	25	2,49	9,3	1,98	0,44	1,83	0,33	1,99
12 BMK	4,1	1,8	71	1,6	84,7	11,6	12,8	28,3	2,95	11,4	2,24	0,52	2,25	0,33	1,97
16 BMK	3,3	1,1	40	0,7	71,6	9,7	11,6	22,1	2,47	8,7	1,8	0,37	1,66	0,27	1,58
18 BMK	1,5	1,1	35	0,6	31,7	5,9	6,8	23,7	1,43	5,6	1,03	0,25	1,04	0,16	0,91
21 BMK	2,5	1,2	38	0,7	68,1	10,7	11,6	21,4	2,66	9,7	1,76	0,52	1,84	0,29	1,83
22 BMK	2,9	0,8	14	4,5	48,5	5,6	8,5	21,7	1,76	6,1	1,09	0,29	0,94	0,16	0,94
7 HMK	3,4	1,5	41	0,6	64,5	9,6	12,1	24,4	2,65	10,8	1,82	0,41	1,84	0,27	1,6
13 HMK	5,2	2,2	57	0,8	82,9	13,3	14,5	29,5	3,28	12,8	2,45	0,61	2,39	0,38	2,26
17 HMK	3,3	1,4	53	0,8	75,9	7,7	13,4	25,4	2,57	9,5	1,7	0,5	1,69	0,24	1,43
20 HMK	3,5	1,3	85	1,3	71,2	8,4	10,3	20,7	2,26	9	1,65	0,48	1,67	0,25	1,38
27c HMK	6,7	1,8	82	1,5	122,2	17,7	20,6	40,9	4,5	17,6	3,26	0,83	3,53	0,54	3,25
3 CMK	4,1	2,2	63	0,7	83,4	12,5	12,9	26	2,91	10,7	2,21	0,55	2,32	0,35	2
5b CMK	2,2	1	14	<0,5	41,8	4,2	6,3	11,7	1,31	5,4	0,92	0,22	0,78	0,13	0,78
12 CMK	4,5	1,6	50	0,7	101,4	10,7	54,9	79,9	7,19	21,6	2,89	0,64	2,54	0,33	1,8
3 SMK	5	1,1	34	<0,5	81,4	10,1	16,7	28,7	3,33	12,6	2,19	0,47	2,04	0,31	1,81
4 SMK	2,4	1,4	27	<0,5	34,8	12,9	11,9	27	2,69	11	2,24	0,55	2,46	0,36	2,12
12 SMK	3,2	1,5	42	<0,5	64,2	8,1	11,4	21,8	2,29	8,2	1,65	0,5	1,55	0,24	1,44
METOD →	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200
MDL →	0,2	0,1	8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,3	0,05	0,02	0,05	0,01	0,05

Tablo 7. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı

ELEMENT→ ÖRNEKLE↓	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	TOT/C %	TOT/S %
1 BMK	0,4	1,24	0,18	1,22	0,17	4,09	0,12
6 BMK	0,39	1,04	0,17	1,09	0,17	3,29	0,04
7 BMK	0,37	1,24	0,18	1,17	0,16	4,49	0,07
12 BMK	0,47	1,29	0,19	1,36	0,2	2,15	0,13
16 BMK	0,36	1	0,17	1,17	0,16	3,45	0,06
18 BMK	0,19	0,62	0,09	0,55	0,07	9,33	0,07
21 BMK	0,35	1,13	0,15	1,03	0,15	1,77	0,06
22 BMK	0,18	0,66	0,09	0,72	0,1	1,55	0,1
7 HMK	0,29	0,99	0,14	0,96	0,14	6,51	0,12
13 HMK	0,48	1,36	0,2	1,32	0,2	4,58	0,08
17 HMK	0,29	0,92	0,12	0,87	0,13	2,25	0,06
20 HMK	0,29	0,94	0,12	0,88	0,13	2,91	0,37
27c HMK	0,65	1,85	0,3	1,83	0,3	2,8	0,11
3 CMK	0,46	1,27	0,17	1,17	0,19	7,09	0,07
5b CMK	0,16	0,45	0,07	0,48	0,07	4,55	0,12
12 CMK	0,37	1,16	0,15	1,06	0,16	2,22	0,08
3 SMK	0,4	1,16	0,16	1,15	0,17	3,96	0,04
4 SMK	0,43	1,23	0,17	1	0,13	9,82	0,1
12 SMK	0,29	0,85	0,12	0,8	0,12	2,53	0,07
METOD →	LF200	LF200	LF200	LF200	LF200	TC000	TC000
MDL →	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02

Tablo 8. ICP-MS analiz değerlendirme tablosu devamı

ELEMENT→ ÖRNEKLER↓	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	As ppm	Cd ppm	Sb ppm	Bi ppm	Ag ppm	Au ppb	Hg ppm	Tl ppm	Se ppm
1 BMK	0,9	419,6	54,6	247	31,7	26,6	<0.1	0,5	<0.1	0,8	36,4	0,29	<0.1	<0.5
6 BMK	0,8	560,8	44	342	19,7	12	0,1	0,5	0,1	0,2	18,8	0,18	<0.1	<0.5
7 BMK	0,6	1305,7	89	738	18,6	12,8	<0.1	0,8	<0.1	0,3	10,5	0,09	<0.1	<0.5
12 BMK	0,9	986,4	79,7	573	29,4	51	0,2	0,9	0,2	0,3	16,2	0,07	0,1	<0.5
16 BMK	0,4	1391,1	104,3	794	16,4	17,7	<0.1	0,9	0,1	0,7	16,9	0,13	<0.1	<0.5
18 BMK	0,4	251,3	36,2	144	22,1	9,1	<0.1	0,3	<0.1	0,2	45,2	0,08	<0.1	<0.5
21 BMK	0,4	1631,9	114,2	989	23,6	7,5	0,1	1	<0.1	0,5	6,7	0,04	<0.1	<0.5
22 BMK	0,4	2362	152	1476	12,6	4,8	<0.1	0,9	0,1	0,7	10,6	0,04	0,1	<0.5
7 HMK	0,7	378,7	537,6	215	21,3	15,5	<0.1	0,9	0,3	3,2	32,7	1,88	<0.1	<0.5
13 HMK	0,2	90,2	27,3	64	52,5	15	<0.1	0,3	<0.1	0,1	14,4	0,08	<0.1	<0.5
17 HMK	0,6	630,9	50,8	381	20,7	6,5	<0.1	0,3	<0.1	0,2	13,4	0,05	<0.1	<0.5
20 HMK	0,9	468,2	32,5	285	23,7	9,5	0,2	0,4	<0.1	0,2	2,9	0,01	<0.1	<0.5
27c HMK	0,2	148,4	27,7	105	77,1	12,5	<0.1	0,4	<0.1	0,2	15,8	0,34	<0.1	0,7
3 CMK	0,2	99,3	24,6	67	47,4	11,8	<0.1	0,3	<0.1	0,1	11,9	0,07	<0.1	<0.5
5b CMK	1	903,1	91,8	506	7,8	4,7	<0.1	0,5	<0.1	0,8	30,6	0,07	<0.1	<0.5
12 CMK	0,2	683,2	50,3	410	18,9	10,9	<0.1	0,4	0,1	0,3	14,3	0,05	<0.1	<0.5
3 SMK	0,6	476,6	33,9	291	30,1	12,4	0,1	0,4	0,1	0,2	2,6	0,04	0,1	<0.5
4 SMK	0,3	231,5	25,5	110	12	43,8	<0.1	0,5	0,1	0,2	5,7	0,09	<0.1	0,8
12 SMK	0,1	478,1	32,7	303	21,2	22,2	<0.1	0,5	<0.1	0,2	6	0,05	<0.1	<0.5
METOD →	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200	AQ200
MDL →	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,01	0,1	0,5

4.3.9.4. BET analizi

Bu çalışmada, harç örneklerinin spesifik yüzey alanı, gözenek hacmi ve gözenek boyutu gibi fiziksel özellikleri Azot (N₂) gazının 77 kelvinde adsorblanmasıyla saptanmıştır.

Tez kapsamında çalışılmış harç örneklerinin BET (**B**runauer, **E**mmett, **T**eller) analizi 'Micromeritics Gemini V2.00 Model 2380' cihazı ve yazılım programı kullanılarak belirlenmiştir. Aynı program tarafından BJH (**B**orret, **J**oyner, **H**alenda) yöntemi aracılığıyla örneklerin gözenek boyut dağılımları hesaplanmıştır.

BET (**B**runauer, **E**mmett, **T**eller) analizi gaz veya nitrojen adsorbsiyonu ile yüzey alanı ve gözenek boyut dağılımını direkt olarak ölçen bir yöntemdir. Materyalin BET analizi yapılırken ideal teori ile deneysel uygulama arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların sebepleri deneysel uygulamada gazlardan tamamen arındırılmış bir ortam sağlamanın mümkün olmaması, gaz moleküllerinin kümelenerek çoklu katmanlar oluşturmaları ve tüm gözeneklerin gazla tamamen dolmasının mümkün olmamasıdır. BET analizi Langmuir modelinin bir uzantısıdır. Langmuir modelinde adsorbsiyon sürecinin kinetik özellikleri göz önünde bulundurulur. BET analizi, materyalin adsorbsiyon ölçümlerinin; malzemenin yüzey alanı, gözenek boyut dağılımı, mikrogözenek analizi ve porozite gibi fiziksel özellikleri ile doğrulanmasına dayanır. Teorik olarak gaz moleküllerinin ideal davrandığı, sadece tek bir katman oluşturdukları, yüzeyin her bölgesine eşit ve homojen dağılımlı olduklarını varsayılır. Ayrıca adsorbe moleküller arasında aktivite olmadığı, adsorbe molekülün durağan (hareketsiz), en üst katmanın buhar fazı ile dengede, tüm yüzeylerin adsorbsiyon enerjisinin aynı olduğu ve satürasyon basıncına ulaşıldığında materyalin yüzeyinin tamamen kaplandığı kabul edilmektedir. Gözenekler boyutlarına göre mikropor (0,1-1 nm), mezopor (1-10 nm) ve makropor (10-1000 nm) olarak sınıflandırılmaktadır. Gözenek boyut dağılımları ise BJH (Borret, Joyner, Halenda) metodu ile aynı cihaz kullanılarak hesaplanır (Brame ve Griggs, 2016).

Deney, öğütülmüş toz halindeki katı örneğin tartılması, sıcaklık ve vakum kullanılarak gazlardan, özellikle nemden arındırılması ile başlar. Adsorpsiyon, araştırmacının girmiş olduğu verileri kullanarak cihaz tarafından ölçülür ve ölçümler değerlendirilir (Brame ve Griggs, 2016).

Silva ve diğerlerinin yaptıkları çalışmada, 77 K'de nitrojen adsorbsiyonu ile eski harçların ortalama gözenek yarıçapı ve yüzey alanlarını belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçları eski harçların BET modeli kullanılarak hesaplanan spesifik yüzey alanı ile

fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyonunu hesaplamak için karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre su emme ve basınç dayanımının ortalama gözenek yarıçapı ile artmaktadır. Ancak yüzey alanı ve diğer özellikler arasında açık bir korelasyon gözlemedikleri belirtilmiştir (Silva ve diğ., 2010).

Gözenek boyut ve dağılımları, harç/sıva malzemelerinin niteliği (kireç, hidrolik kireç ve portland çimentosu bağlayıcılı) hakkında bilgiler vermektedir. Bu nedenler BET analizi, karakterizasyon çalışmalarında ve örnek gruplandırma genel analiz sonuçlarını desteklemesi amacıyla kullanılması önerilmektedir. Bunun yanında, gözenek boyut ve dağılımlarının belirlenmesi, yapı malzemelerindeki tuz ya da diğer hareketliliklerin neden olabileceği olası problemler durumunda, malzemelerin alabileceği olası hasarlar konusunda da öngörü yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

Langmuir yüzey alanı arttıkça, harç ve sıvaların çevreden gelebilecek olan gaz ve sıvıyı alması ve geri vermesi artacaktır. Ancak, malzeme içeriğinde kümülatif yığılma olması durumunda küçük gözenekli malzemede desorpsiyon süresi artacağından malzemenin hasar görmesi de artacaktır. Büyük gözenekli malzemede bu daha rahat ve az olacaktır. Dolayısı ile gözenek ölçümleri, olası problemler hakkında bize bilgi sağlamaktadır.

Belirlenmiş olan örneklerin BET analizi ile spesifik yüzey alanı, gözenek hacmi ve gözenek boyutu gibi fiziksel özellikleri belirlenmiş ve sonuçları tablo ve grafik halinde sunulmuştur (Tablo 9; EK: 2).

Tablo 9. BMK alanı BET analiz değerlendirme tablosu

Örnek No	Yüze alanı					Gözenek hacmi			Gözenek boyutu		
	Single point surface area at $p/p^\circ =$ m ² /g	BET Surface Area m ² /g	Langmuir Surface Area m ² /g	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m ² /g	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m ² /g	Single point adsorption total pore volume of pores less than cm ³ /g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
6	0.301204046: 4.8713	5.0133	7.9420	5.729	6.5880	2067.390 Å width at $p/p^\circ =$ 0.990563674: 0.030391	0.030514	0.030473	242.4798	213.041	185.025
7	0.300885992: 15.8545	16.1227	25.1203	15.169	17.5911	2061.325 Å width at $p/p^\circ =$ 0.990535522: 0.043657	0.043574	0.044533	108.3125	114.902	101.263
8	0.300784594: 46.2646	47.2363	73.9904	43.207	51.0376	2072.530 Å width at $p/p^\circ =$ 0.990587401: 0.089090	0.088076	0.092680	75.4417	81.538	72.636
12	0.300506283: 40.1455	40.7990	63.4307	36.575	71.2314	2042.718 Å width at $p/p^\circ =$ 0.990448095: 0.107652	0.106548	0.107652	105.5436	116.526	60.452
18	0.301199493: 8.6847	8.9165	14.0722	10.344	12.4353	2165.946 Å width at $p/p^\circ =$ 0.990998820: 0.063920	0.064072	0.064047	286.7468	247.771	206.018
21	0.300795145: 25.7806	26.3320	41.1742	27.295	19.1843	2217.248 Å width at $p/p^\circ =$ 0.991209864: 0.126918	0.127760	0.126919	192.7968	187.230	264.631
22	0.300993219: 19.7654	20.3116	32.0620	22.512	21.0177	2061.131 Å width at $p/p^\circ =$ 0.990534616: 0.109420	0.109987	0.109421	215.4838	195.429	208.246

4.4. Genel Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İstanbul Arkeoloji Müzesi tarafından, Tarihi Yarımada Sirkeci Bölgesi'nde Marmaray Projesi kapsamında yürütülmüş olan dört ayrı kurtarma kazısı alanındaki farklı kültür katmanlarına ait yapı kalıntılarının harç ve sıva örnekleri üzerinde yürütülmüş genel analizlerin sonuçları birlikte değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda, örneklerin bağlayıcı oran ve tipi ile birlikte dolgu ve katkı amacıyla kullanılmış olan malzemelerin tipi, oranı (ağırlıkça) ve boyutları belirlenmiştir. Harç ve sıva örneklerinin içeriğinde katkı niteliğinde sabunlaşabilir yağ varlığı tespit edilmemiştir. Ancak bir kısım örnekte katkı niteliğinde protein varlığı saptanmış olup tip ve yaklaşık miktarlarının tespiti yapılmamıştır. Varlığı saptanan protein türleri ve yaklaşık miktarları ileri analiz yöntemleri (HPLC, FTIR) ile daha sonra araştırılarak sunulacaktır.

Çalışmada HMK, CMK, BMK ve SMK alanlarından alınmış 70 adet harç ve 6 adet sıva olmak üzere toplam 76 adet / katmanları ile birlikte 93 adet harç-sıva örneği üzerinde yürütülmüş olan genel analizlerin sonuç değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

4.4.1. HMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

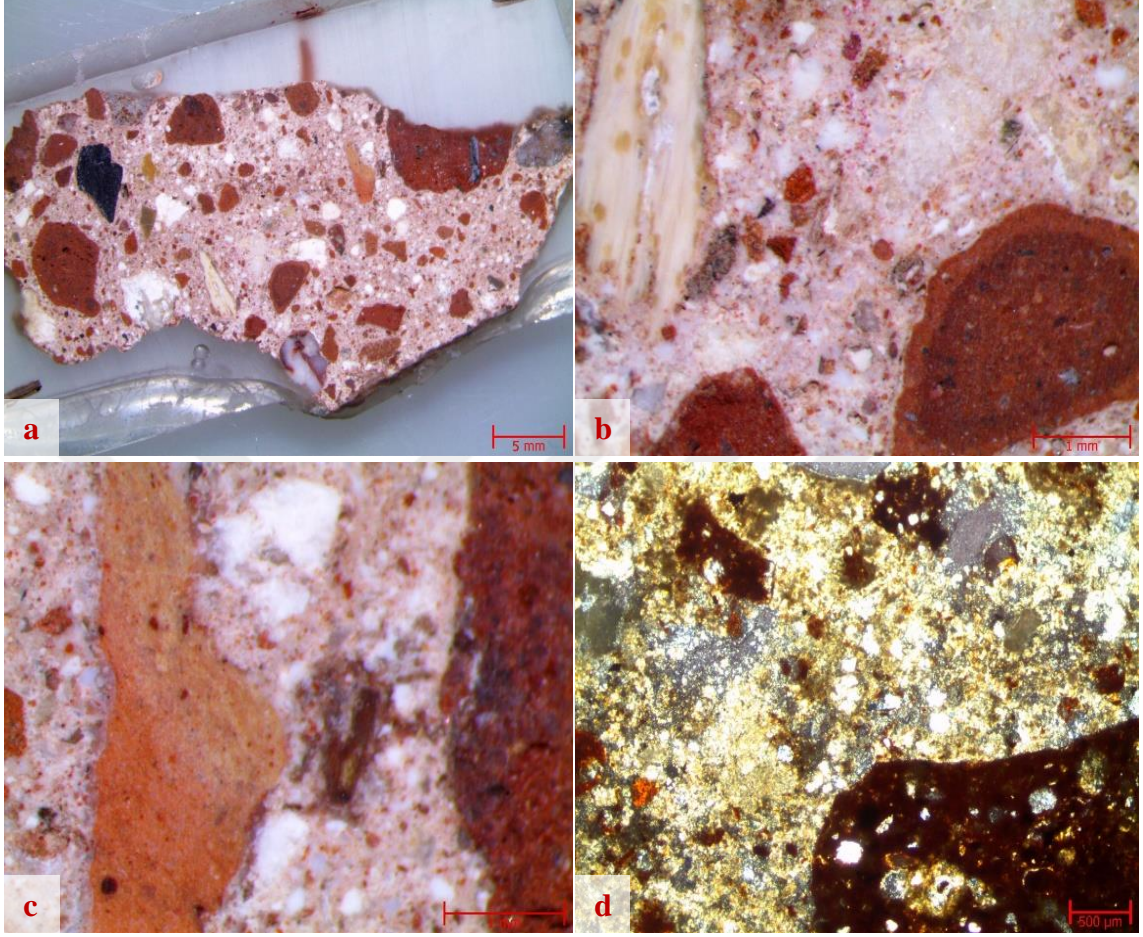
HMK (Batı shaft alanı kazıları/ Hocapaşa'daki havalandırma bacası) alanından 25 adet harç ve 2 adet sıva örneği / katmanları ile birlikte 33 adet harç ve 3 adet sıva olmak üzere toplam 36 adet örnek üzerinde yürütülmüş olan genel analizlerin sonuç değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. HMK, F/4 plan karesinden alınmış, 20 analiz no.lu olan pembe renkli, 4 cm'ye kadar değişen kalınlıktaki oldukça sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava (kaymak kireç) kirecidir.

Örnekte dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları %10-15 oranında 12 mm elek altı çakıl boyutlu tuğla kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az miktarda siyah cüruf parçacığı içeren 6 mm elek altı, %30 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) ile %10 kadar kum (%3 civarında beyaz renkli feldspat, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %3-5 oranında kuvars) içeren, tek tükü 8 mm elek altı, geneli 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Örneğin içeriğindeki kuvars, beyaz renkli feldspat ve volkanik kayaç parçacıklarının tuğla kaynaklı, siyah cüruf parçacıklarının kireç ve tuğla kaynaklı olduğu

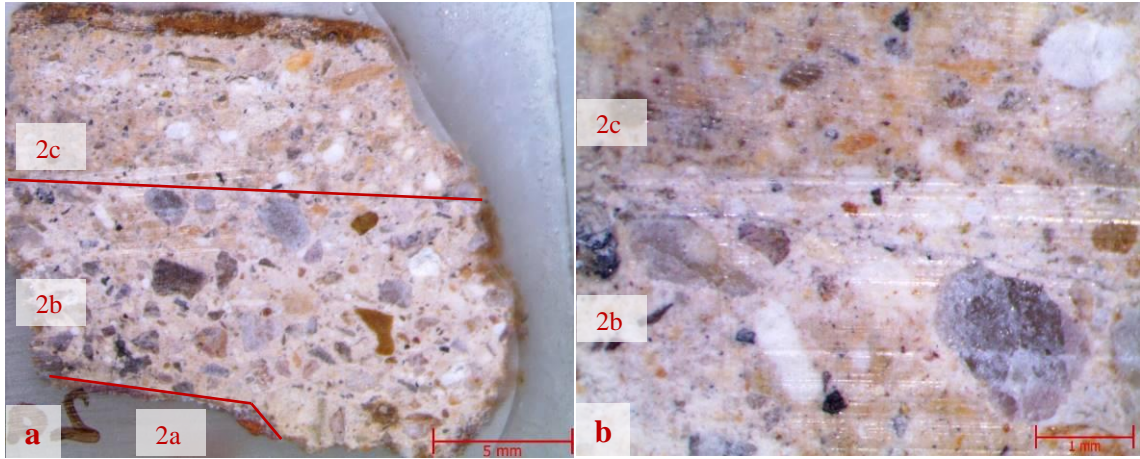
düşünülmektedir. Az miktarda yaklaşık 500 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı -bağlayıcı fazı ve bağlayıcı -agrega fazı iyidir. Örneğin içeriğinde tespit edilmiş olan klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 87. Örnek 1'in kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 2. 2006 yılında, HMK, su deposu içerisinde alınmış 33 analiz no.lu sıva örneği 3 tabakalıdır.

Örnek 2a. 3 tabakalı sıva örneğinin en alt tabakası, açık pembe renkli, tuğla kırığı ve tozu katkılıdır. Kirlilik miktarında olan örnek üzerinde deneysel çalışmalar yürütülememiştir.

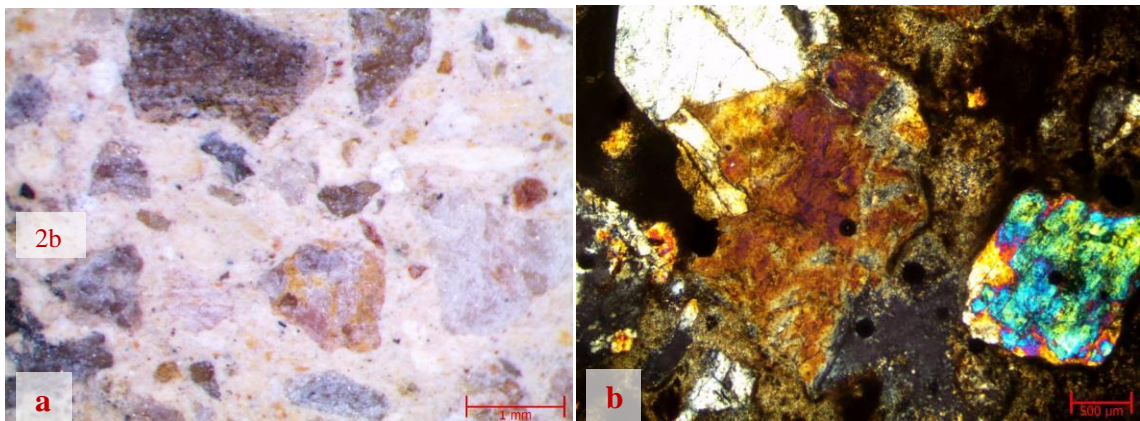


Şekil 4. 88. Örnek 2, kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1 ve tabaka ayrımları; b) 2b ve 2c katmanları detay görüntüsü x4

Örnek 2b. 3 tabakalı sıva örneğinin orta tabakası olan, krem gri renkli 4 mm'den 8 mm'ye kadar değişen kalınlıktaki oldukça sağlam sıva örneğinin bağlayıcı alanı %20-25 oranındadır. Örneğin bağlayıcısı %10-15 oranında kireç ilaveli 100-150 dozlu erken dönem portland çimentosudur (melez harç).

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, tek tük 3 mm olmak üzere 2 mm boyuta kadardır. Çok az siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda sarı renkli camsı kürecik ve sarı renkli kil parçacık (altere parçacıklar) içeren agregalar, %15 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve mermer kırığı) ilave edilmiş az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %25-30 oranında feldspat ve kalanı kuvars olan tüfik nitelikli köşeli kara kumudur.

Tek tük kırıntı içeren ve tek tük 250 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ile bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Görsel analizde örneğin üst yüzeyinde devamlılık göstermemekle birlikte (yer yer), örnek 2c'nin üst yüzeyindeki ile benzer nitelikte, protein esaslı bir izolasyon tabakası mevcuttur. Örneğin içeriğinde tespit edilmiş olan az miktardaki klorür tuzunun bağlayıcı kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

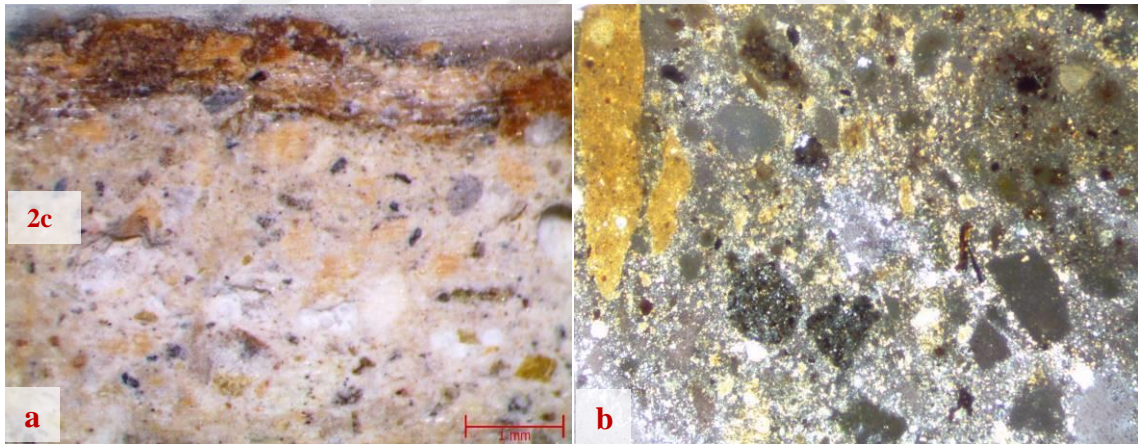


Şekil 4. 89. Örnek 2b, a) kalın kesit stereo mikroskop detay görüntüsü x5; b) ince kesit polarizan mikroskop x4

Örnek 2c. 3 tabakalı sıva örneğinin üst tabakası olan, açık gri renkli 4 mm'den 10 mm'ye kadar değişen kalınlıkta oldukça sağlam sıva örneğinin bağlayıcı alanı %30-35 oranındadır. Örneğin bağlayıcısı %20-25 oranında kireç ilaveli 100-150 dozlu erken dönem portland çimentosudur (melez harç).

Örnekte dolgu amaçlı kullanılan agregaların, çok azı 2 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm boyuta kadardır. Çok az miktarda siyah cüruf parçacığı içeren agregalar, %10-15 oranında feldspat, yaklaşık %35 kadarı kuvars olup kalanı karbonatlı parçacıklardır (kireçtaşı ve mermer kırığı). Agregalar genel olarak değerlendirildiğinde yaklaşık yarı yarıya tüfik nitelikli kara kumu ve karbonatlı parçacıklar kullanılmıştır.

Tek tük yaklaşık 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı çok iyidir. Örneğin içeriğinde tespit edilmiş olan klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı; proteinin ise katkı niteliğinde olduğu düşünülmektedir. Örneğin üst yüzeyinde sarımsı kahve renkli, içeriğinde alt tabaka ile benzer nitelikte 500 µ elek altı agregaları görülen yer yer yaklaşık 1 mm kalınlığa kadar olan izolasyon niteliğinde protein katkılı bir tabaka mevcuttur.



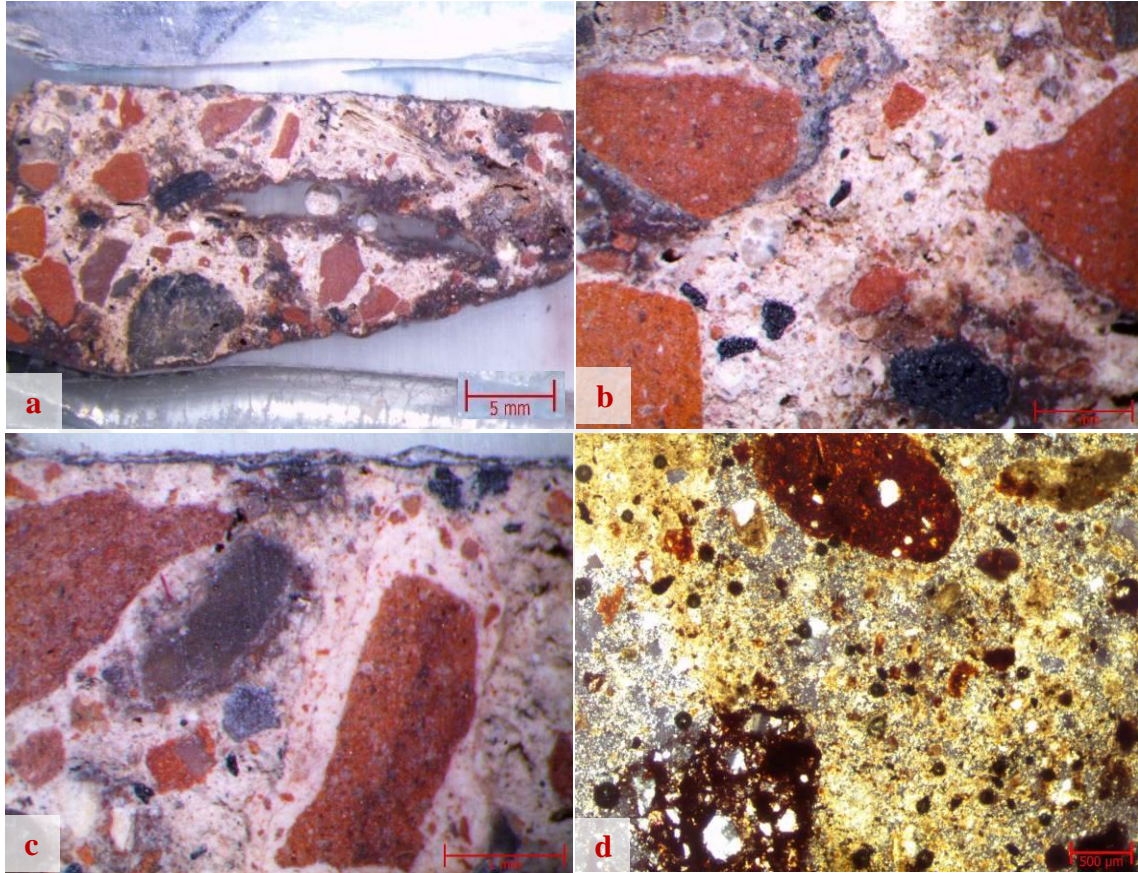
Şekil 4.90. Örnek 2c, a) kalın kesit stereo mikroskop detay görüntüsü x5; b) ince kesit polarizan mikroskop x4

Örnek 3. 04.08.2006 tarihinde HMK, E/4,5 plan karesi, 12.20 m kotundan alınmış pembe renkli, 7 mm'den 13 mm'ye kadar değişen kalınlıkta, zayıf yapıdaki sarnıç sıvasının bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

%2-3 oranında kül katkı ilave edilmiş örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları 2 mm elek altı, %20 civarında karbonatlı parçacık, %10-15 oranında kuvars ve %2 civarında feldspat içeren 6 mm elek altı tuğla kırığı ve tozudur. Örneğin içerisindeki feldspat ve kuvars parçacıkları tuğla kaynaklıdır.

1 adet kırıntı boşluğu ve 2 mm boyuta kadar bol miktarda gözenekleri bulunan

örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı biraz zayıf olup bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örneğin içeriğinde tespit edilmiş olan klorür tuzunun topraktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin üst yüzeyinde yaklaşık 200 μ 'dan 1.5 mm'ye kadar değişen kalınlıkta, yüzeyi siyah renkte kirlenmiş olan beyaz renkli kireç badana tabakası mevcuttur.



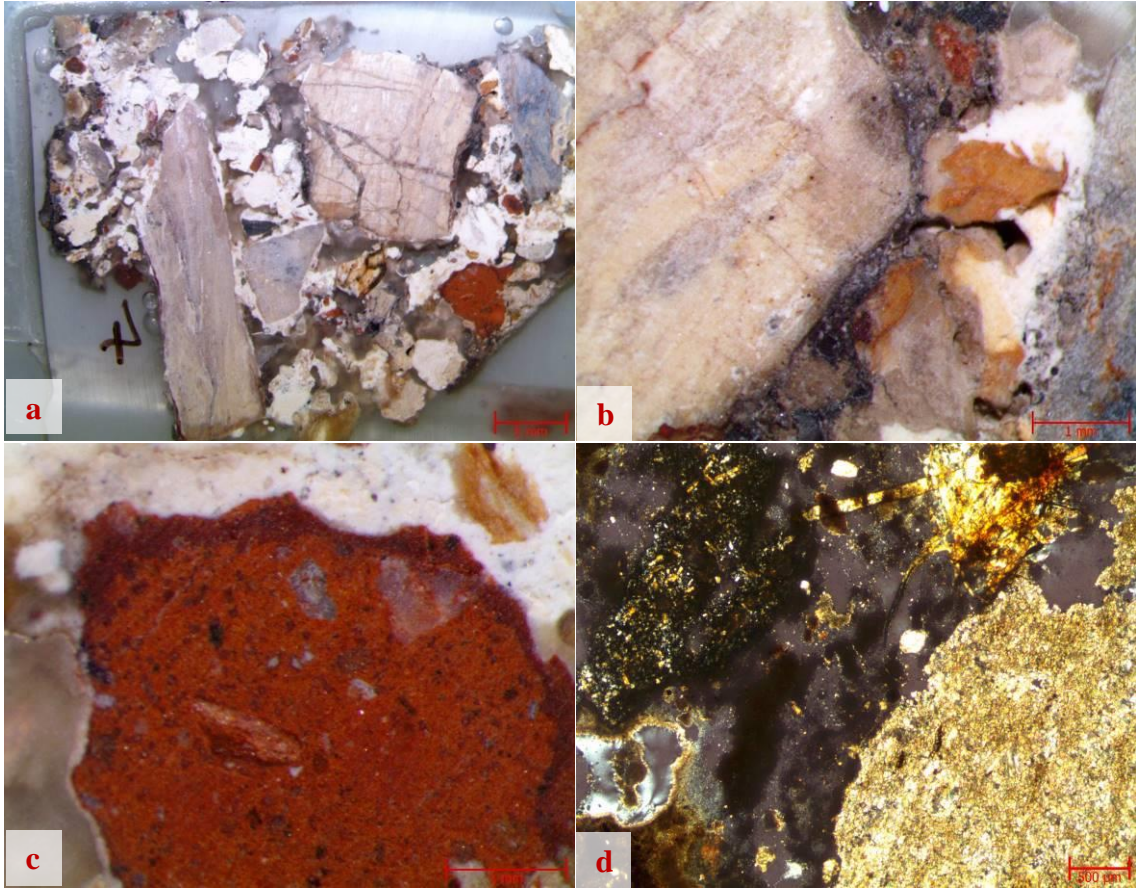
Şekil 4. 91. Örnek 3 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 4. 01.08.2006 tarihinde HMK, 11.80 m kotundan alınmış, gri renkli oldukça sağlam yapıdaki kaba harç örneğinin bağlayıcısı %35-40 oranında topraklar halinde hava kirecidir.

%3-5 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı ilave edilmiş örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, 12 mm boyuta kadar %5-8 oranında (1 adet) 12 mm boyutlu çakıl nitelikli kuvarsit olup diğerleri 8 mm elek altı, %2 civarında kuvars, yaklaşık %5 kadar feldspat, %5-10 oranında tuğla kırığı ve tozu olup kalanı 10 mm elek altı karbonatlı parçacıklardır (mermer ve kireçtaşı kırığı).

1 mm boyuta kadar gözenekleri olan ve agregası boyut dağılımı iyi olmadığı için 5 mm.ye kadar boşlukları bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı boşluklar hariç iyidir. Örneğin içeriğinde tespit edilmiş olan klorür tuzunun topraktan

kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğe yapışık biçimde olan 3x6 cm ebatında ahşap parçasının hatıl kalıntısı olduğu düşünülmektedir

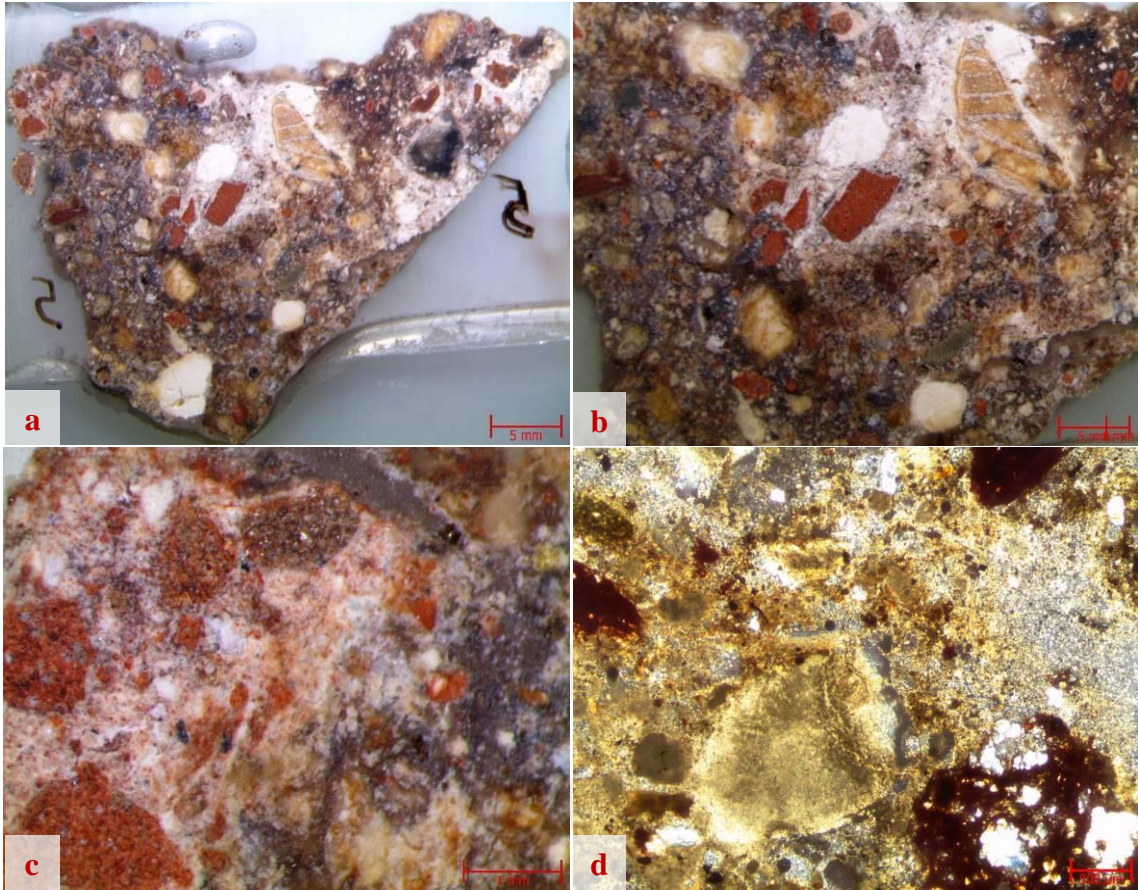


Şekil 4. 92. Örnek 4 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x 5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 5. HMK, F/4, 11.40 m kotundan alınmış, 22 analiz no.lu grimsi pembe renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

%2 civarında kül katkı ilave edilmiş örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %10-15 oranında 8-12 mm tuğla kırığı çakılı ilavelidir. Kalan agregalar, 2 mm elek altı, tek tük volkanik kayaç parçacığı ve muskovit, %3 civarında beyaz renkli feldspat ile %10 civarında kuvarslı kum içeren 6 mm elek altı, %25 civarında az keramik kırığı içeren tuğla kırığı olup kalanı 6 mm elek altı kireçtaşı kırığıdır.

1 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örneğin içeriğinde tespit edilmiş olan kayda değer miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

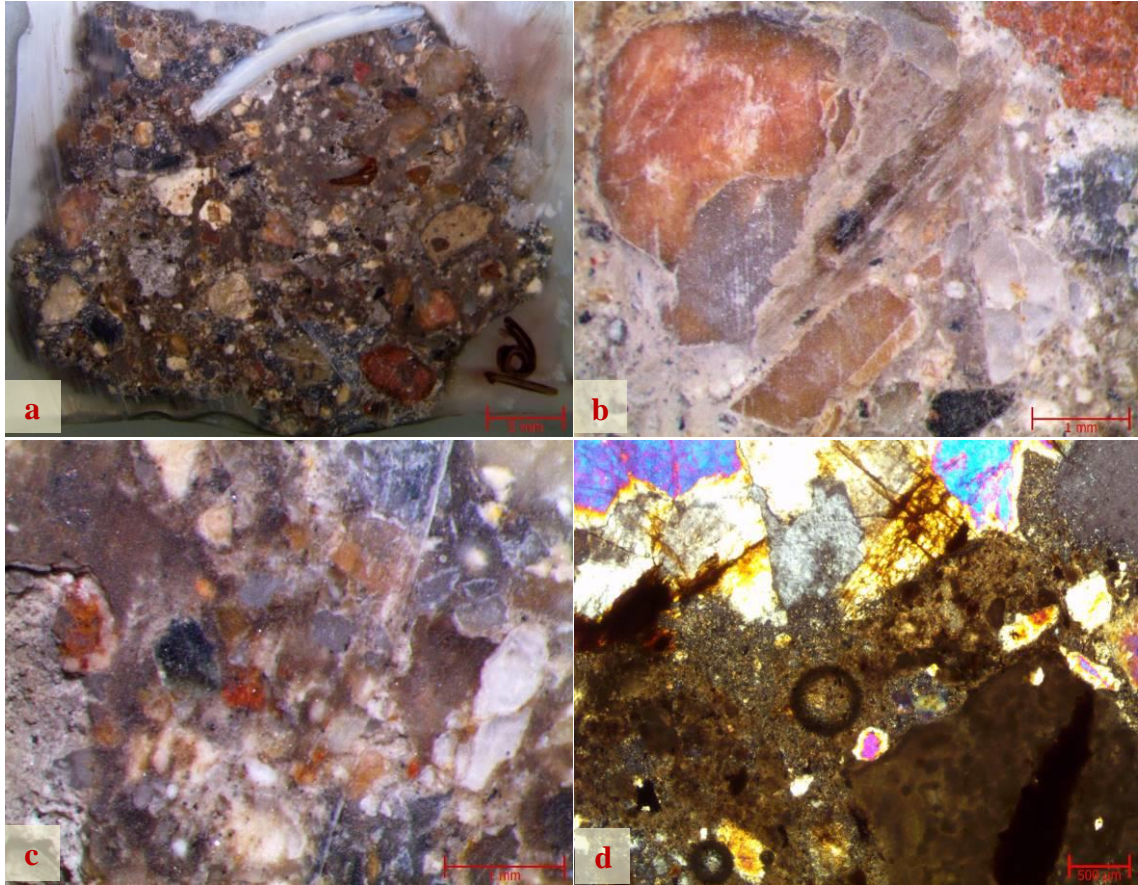


Şekil 4. 93. Örnek 5 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) genel doku görüntüsü x 1; c) detay görüntüsü x 4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 6. HMK, 10 no.lu duvar, 12.90 m kotundan alınmış, 24 analiz no.lu, gri renkli nispeten zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında söndürülmüş hava kirecidir.

%10 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül katkılı olan örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, 1 adet 7 mm boyutlu kuvarsit parçacığı hariç geneli 6 mm elek altı, %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve kavkı), çok azı sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda şistik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, yaklaşık %5 kadar tuğla/keramik kırığı ve tozu, yaklaşık %10 kadar feldspat olup kalanı tüfik nitelikli az miktarda kuvarsit içeren kuvarslı kara kumudur. Örneğin içerisindeki karbonatlı parçacıkların kum kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Görsel değerlendirmede içeriğinde bulunan 2 adet 2,5x3 cm taş kırığı ile 6x4 cm boyutlarındaki taş parçalardan dolayı örneğin moloz örgü harcı olduğu düşünülmektedir.

Tek tük kıtık içeren örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı zayıftır. Örnekte tespit edilmiş olan klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



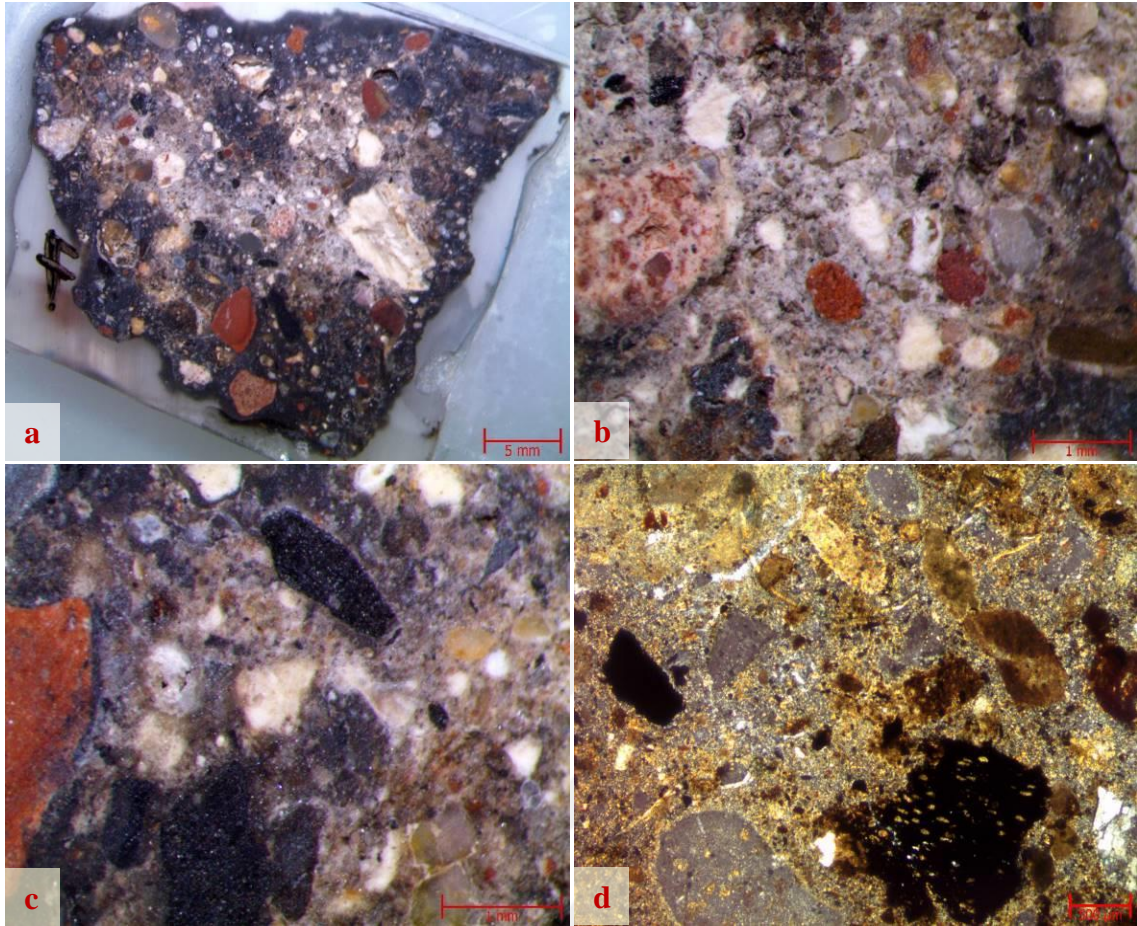
Şekil 4. 94. Örnek 6 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 7. 2006 yılında, HMK, 12.40 m kotundan alınmış 9 analiz no.lu, grimsi toprak renkli nispeten zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir.

%15-20 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül katkılı örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları 6 mm elek altı, çok az miktarda bal köpüğü renginde şeffaf camsı kürecikler, az miktarda volkanik kayaç parçacıkları, %30 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve mermer kırığı), %5-8 oranında feldspat, %15 civarında tuğla kırığı, olup kalanı tüfik nitelikli kuvarstır.

Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı nispeten zayıftır. Örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki klorür tuzunun topraktan; proteinin katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Görsel değerlendirmede içeriğinde bulunan 2 adet 3x4 cm ve 1,5x2 cm boyutlarındaki taş parçalarından dolayı örneğin moloz örgü harcı olduğu düşünülmektedir.

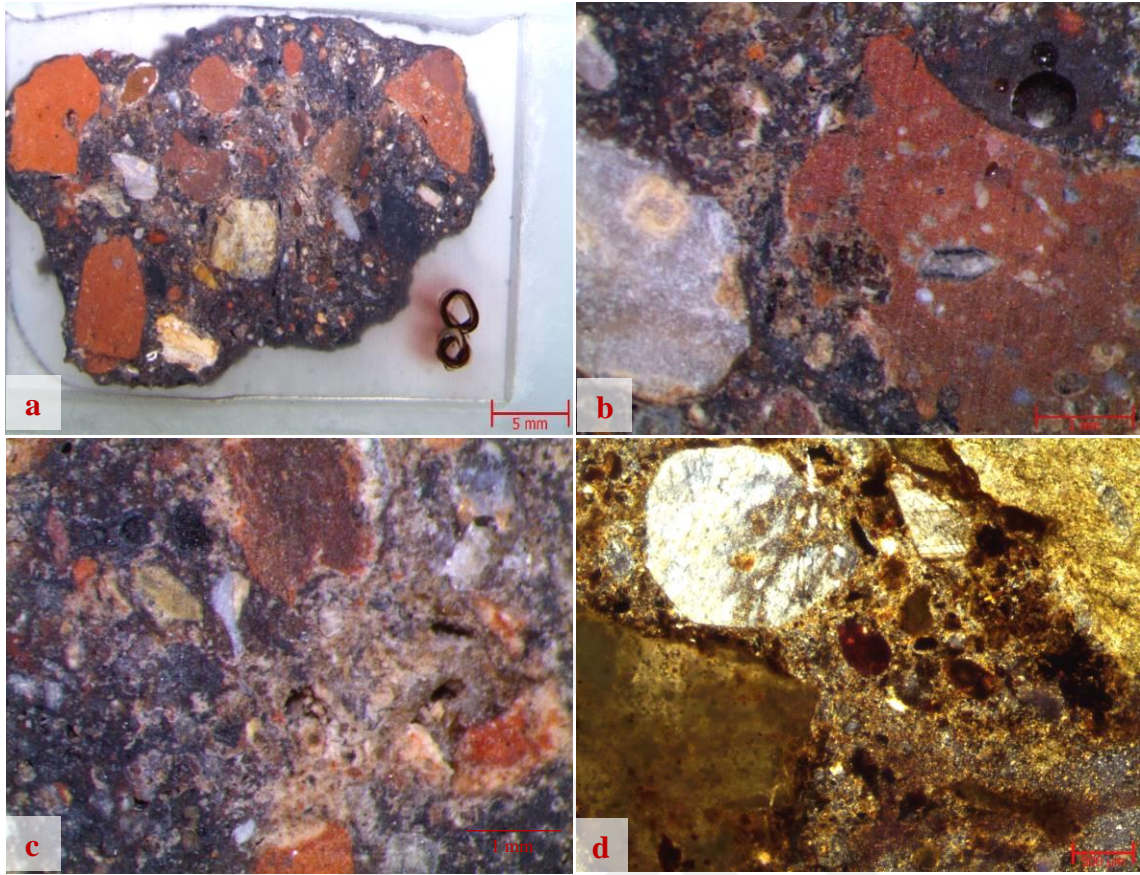


Şekil 4. 95. Örnek 7 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d)ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 8. 2006 yılında, HMK, E/4,5 plan karesi, 12.05 m kotundan alınmış 12 analiz no.lu, grimsi toprak renkli, zayıf harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir.

Yaklaşık %15 kadar kül katkılı olan örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, yaklaşık %10 kadar 8-10 mm boyutları arasında çakıl nitelikli tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 8 mm elek altı, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında kuvars, %10 civarında beyaz renkli feldspat, yaklaşık %30 kadar karbonatlı parçacık (kireçtaşı, mermer kırığı, tek tük kavkı) olup kalanı tuğla/ keramik kırığıdır.

Bağlayıcı-agrega fazı nispeten zayıf olan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden ise kaynaklandığı düşünülmektedir.

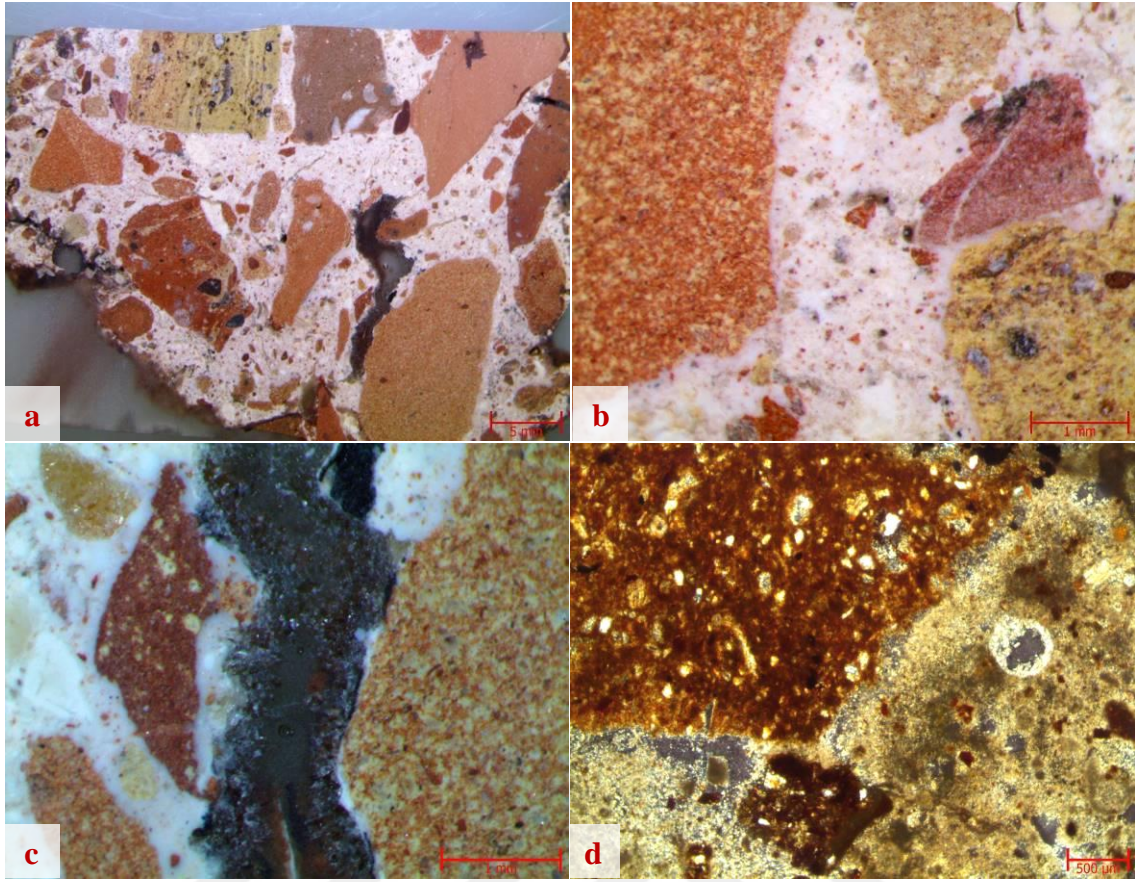


Şekil 4. 96. Örnek 8 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 9. 2007 yılında, HMK, C-D/ 2-3 plan karesi, 5.03 m kotundan alınmış 281 analiz no.lu, pembe renkli, 4-5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, yaklaşık %45 kadar 8-20 mm boyutları arasında çakıl nitelikli tuğla ve keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları, tek tükü 2 mm elek altı olmak üzere 1 mm elek altı, yaklaşık %5-8 oranında beyaz renkli feldspat, %10 civarında karbonatlı parçacık, tek tük siyah cüruf parçacığı ve muskovit ile 2 mm elek altı, çok az miktarda volkanik kayaç parçacığı ve az miktarda kuvars içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır.

Büyük agregalarının yanında tek tük 3 mm.ye kadar boşlukları olan örnekte az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bir kısım gözenekleri içerisinde ikincil kalsit kristallenmeleri gelişmiştir. Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı boşluklar hariç oldukça iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

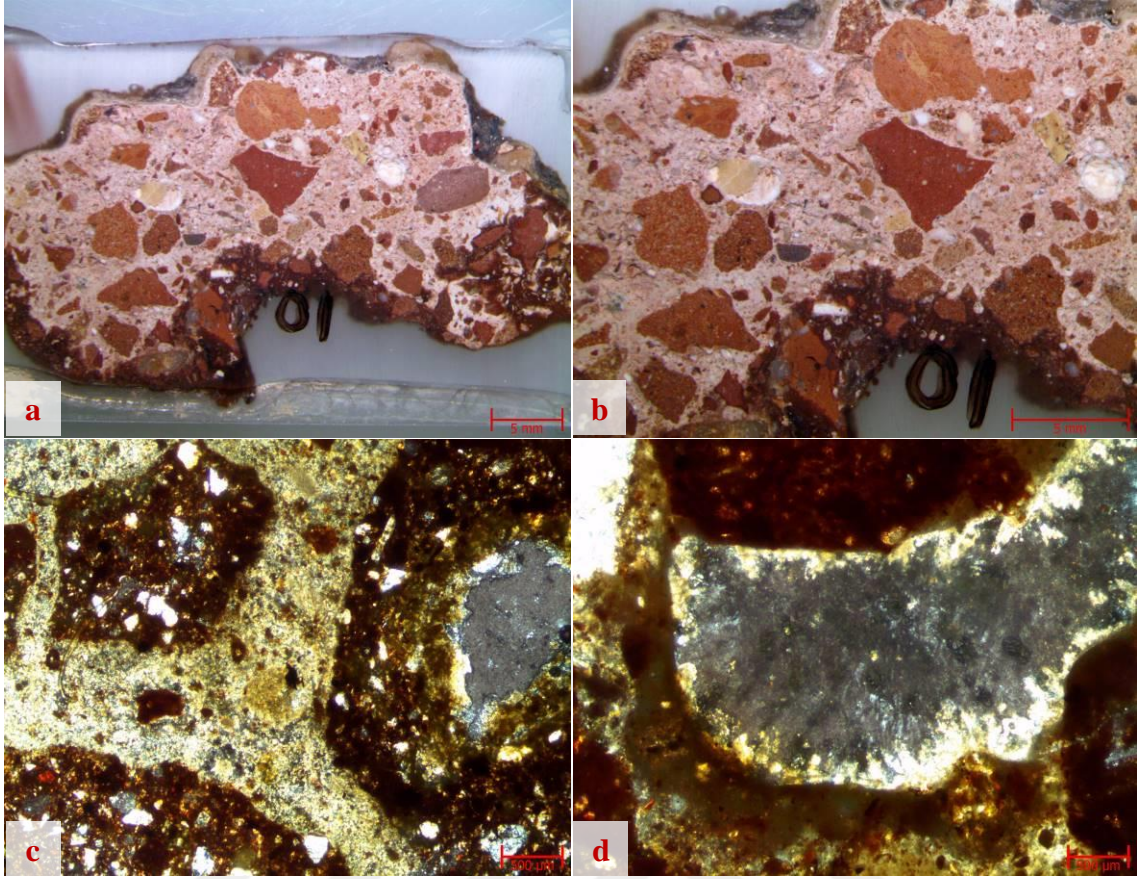


Şekil 4. 97. Örnek 9 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 0,67; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x 5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 10. 25.07.2007 yılında, HMK, E-D/2 plan karesi, 39 no.lu kanal 4.76 m kotundan alınmış 287 analiz no.lu, kahvems pembe renkli, nispeten sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları 2 mm elek altı, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, az miktarda beyaz renkli feldspat, yaklaşık %3 kadar kuvars ile %5-8 oranında civarında karbonatlı parçacık içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örneğin içerisindeki kuvars ve feldspatlar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Bağlayıcı- bağlayıcı fazı zayıf olan örneğin bağlayıcı- agrega fazı iyidir. Örneğin çok az miktarda olan gözeneklerinin bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur. Örnekte tespit edilmiş olan çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

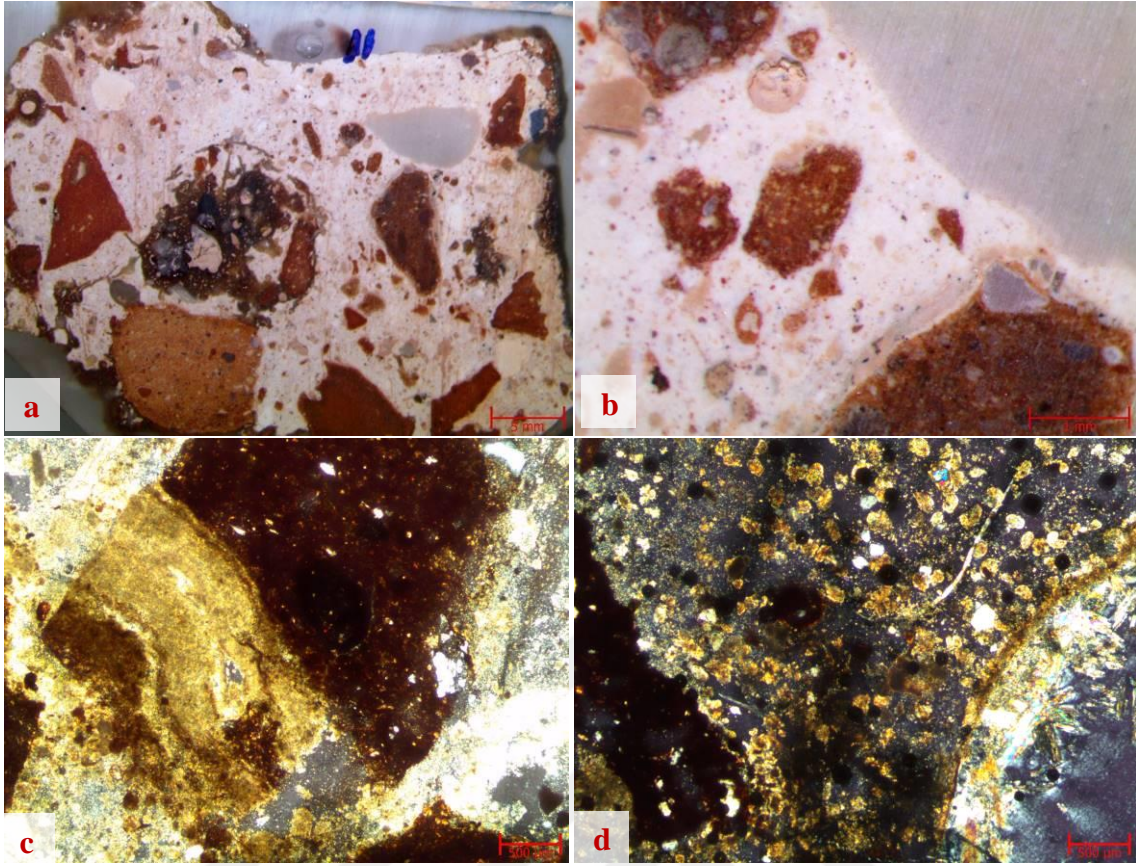


Şekil 4. 98. Örnek 10 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) genel doku görüntüsü x 1; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 11. 21.07.2007 yılında, HMK, E-F/2-3 plan karesi, 47 no.lu duvar 4,48 m kotundan altından alınmış 268 analiz no.lu pembemsi beyaz renkli, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35-40 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %20 civarında 8-15 mm arası tuğla ve keramik kırığı çakılı ilavelidir. Kalan agregalar, tek tük 6 mm elek altı geneli 4 mm elek altı olmak üzere yaklaşık %25 kadar karbonatlı parçacık (mermer ve kireçtaşı kırığı), tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı, tek tük siyah cüruf parçacığı, çok az volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında kuvars, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Tek tük kırıntı katkısı içeren örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları %25 civarında karbonatlı parçacık ilaveli tuğla/keramik kırığı olup içerikteki diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Tek tük boşlukları olan örnekte az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

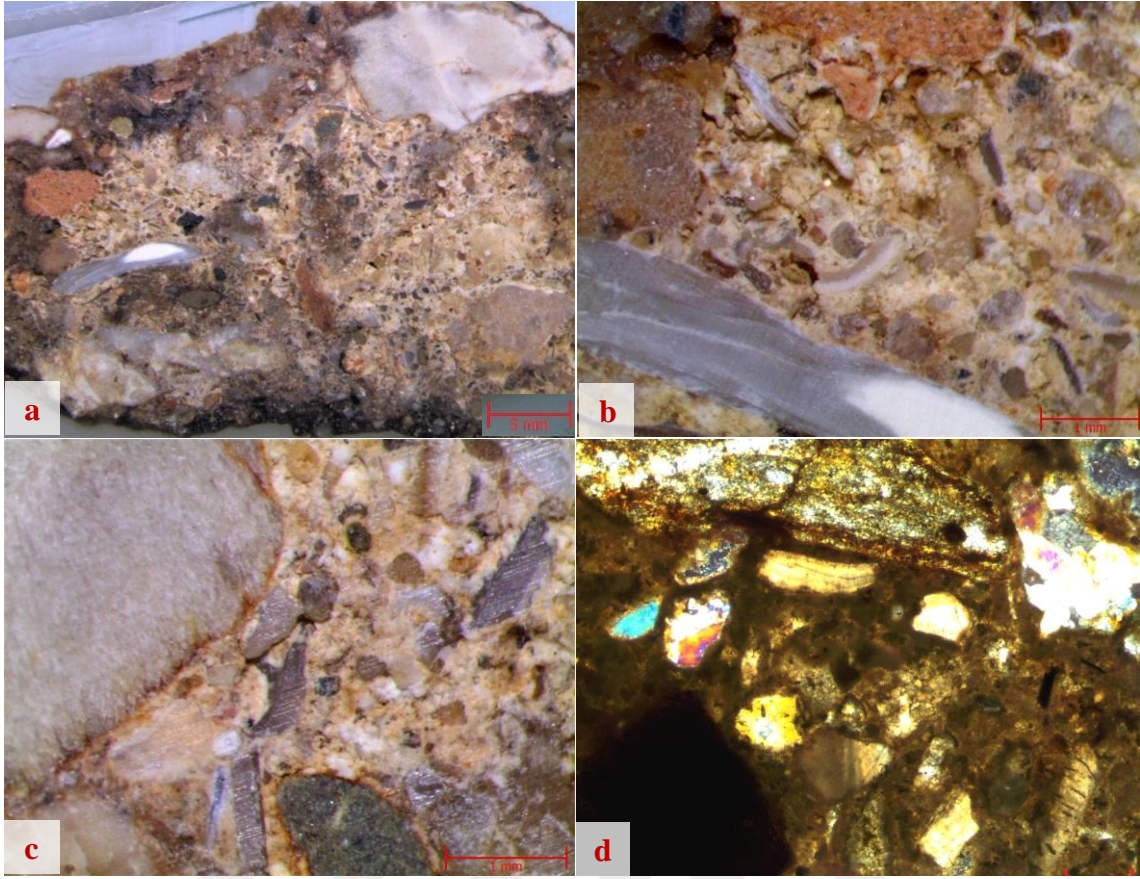


Şekil 4. 99. Örnek 11 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) genel doku görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 12. 25.07.2007 tarihinde, HMK, C/2 plan karesi, 44 no.lu kanalın doğusu, 4.95 m kotundan alınmış, 293 analiz no.lu sarımsı krem renkli, nispeten sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül katkı örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %3-5 oranında tuğla/keramik kırığı ile çok azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altı %2-3 oranında çok azı andezitik nitelikli olmak üzere yuvarlaklaşmış şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları ve 2 mm elek altı, yaklaşık %10 kadar feldspat, %15-20 oranında kuvars olup kalanı 8 mm elek altı, yaklaşık %70 kadar karbonatlı parçacıklardır (küfeki, mermer kırığı ve kavkı). Agrega boyutları azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı iyi olup agregalarda tuğla/keramik bağlayıcı fazı iyi, diğer agregalarda ise zayıftır. Bol miktarda 1 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

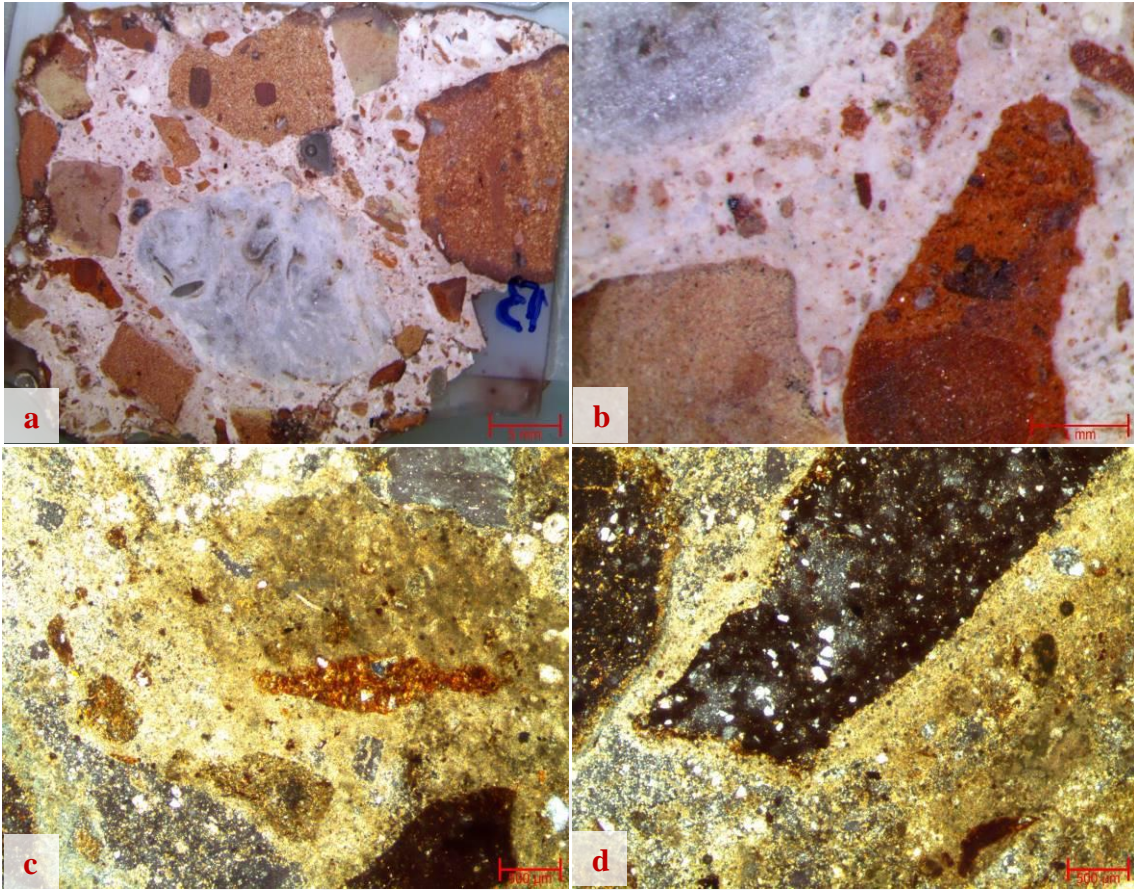


Şekil 4. 100. Örnek 12 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 13. 25.07.2007 tarihinde, HMK, C/4 plan karesi, 52 no.lu duvar 5.14 m kotundan alınmış pembemsi beyaz renkli, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %15 civarında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla ve keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 1 adeti 12 mm olmak üzere yaklaşık %30 civarında 1 mm elek altı karbonatlı parçacık (küfeki taşı kırığı), çok az miktarda muskovit ve siyah cüruf parçacığı, az miktarda kuvars ile %3-5 oranında beyaz feldspat içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer agregaları tuğla/keramik kaynaklıdır.

Tek tük yaklaşık 2 mm boyuta kadar boşlukları olan örneğin az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunmaktadır. Boşluklarında ikincil kalsit kristallenmeleri gelişen örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

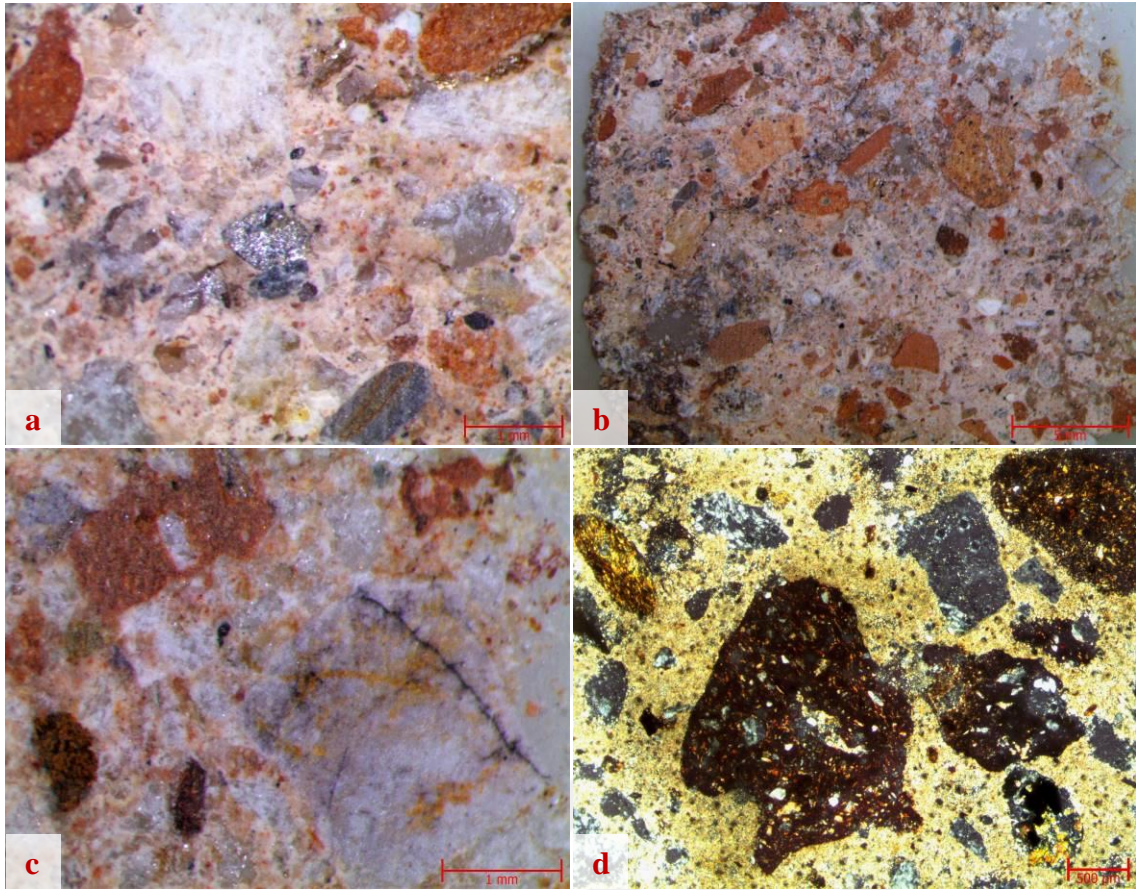


Şekil 4. 101. Örnek 13 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 14. 25.07.2007 tarihinde, HMK, E/3-4 plan karesi, 45 no.lu kanal 4.69 m kotundan alınmış, 339 analiz no.lu pembe renkli, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları yaklaşık %5 kadar (1 adet) 12 mm çakıl boyutlu tüfik parçacık içermektedir. Örneğin kalan agregaları tek tük olivin, tek tük camsı kürecikler, çok az sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül ile az miktarda muskovit içeren, %5-8 oranında şistik ve tüfik volkanik kayaç parçacığı, %10 civarında karbonatlı parçacık (küfeki ve kireçtaşı kırığı), %15 civarında beyaz ve grimsi krem feldspat, yaklaşık %30 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı tüfik kuvars olan kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

1 mm boyuta kadar az miktarda gözenekleri olan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

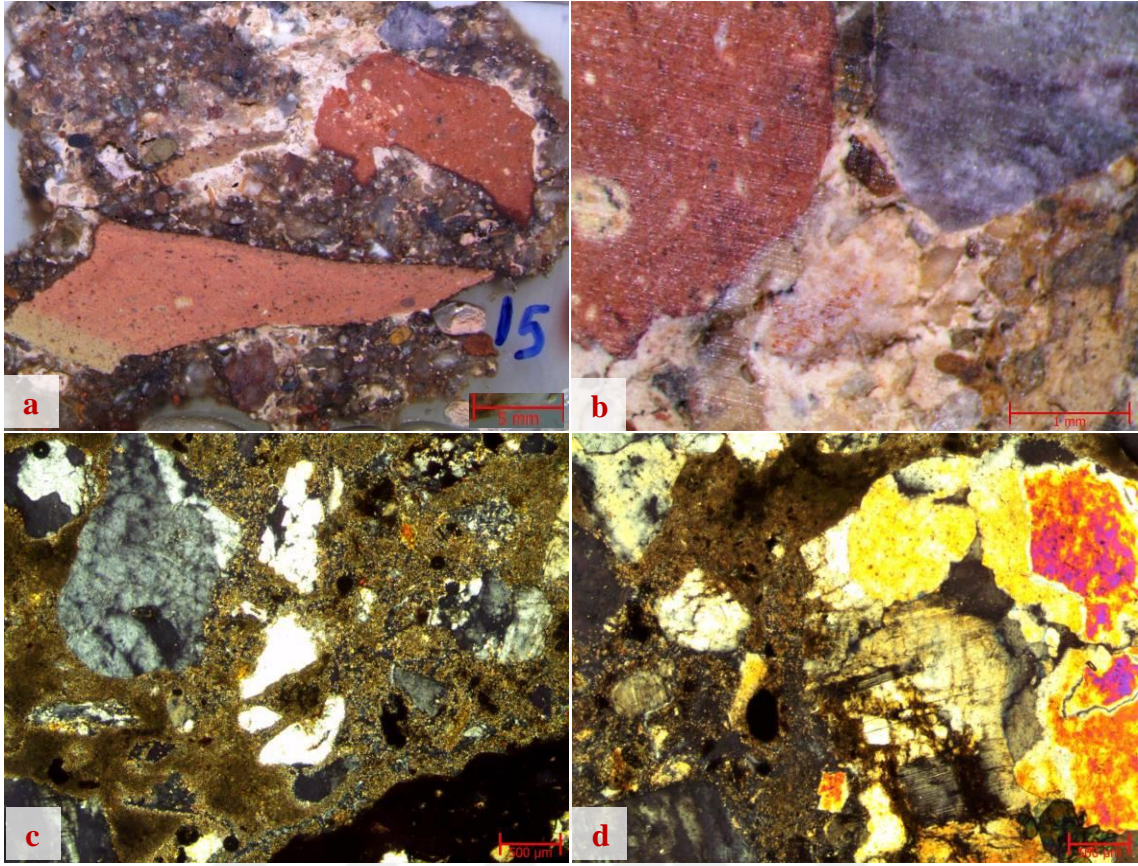


Şekil 4. 102. Örnek 14 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 15. 2007 yılında, HMK, B-C/2 plan karesi, 8 no.lu tuğla döşeme, 4.73 m kotundan alınmış, 272 analiz no.lu pembemsi krem renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları yaklaşık %25-30 oranında 8-15 mm çakıl boyutlu tuğla kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 8 mm elek altı, tek tük camsı kürecikler, çok az sarı renkli altere parçacıklar, çok az miktarda kül ve siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, az miktarda karbonatlı parçacık (kavkı ve kireçtaşı kırığı), %3 civarında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10 civarında tuğla/keramik kırığı, %25 civarında kuvars olup kalanı feldspat olan tüfik kumdur.

Tek tük boşlukları olan örnekte az miktarda gözenek bulunmaktadır. Bağlayıcı-agrega fazı yer yer zayıf olan örnekte ve bağlayıcı-bağlayıcı fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



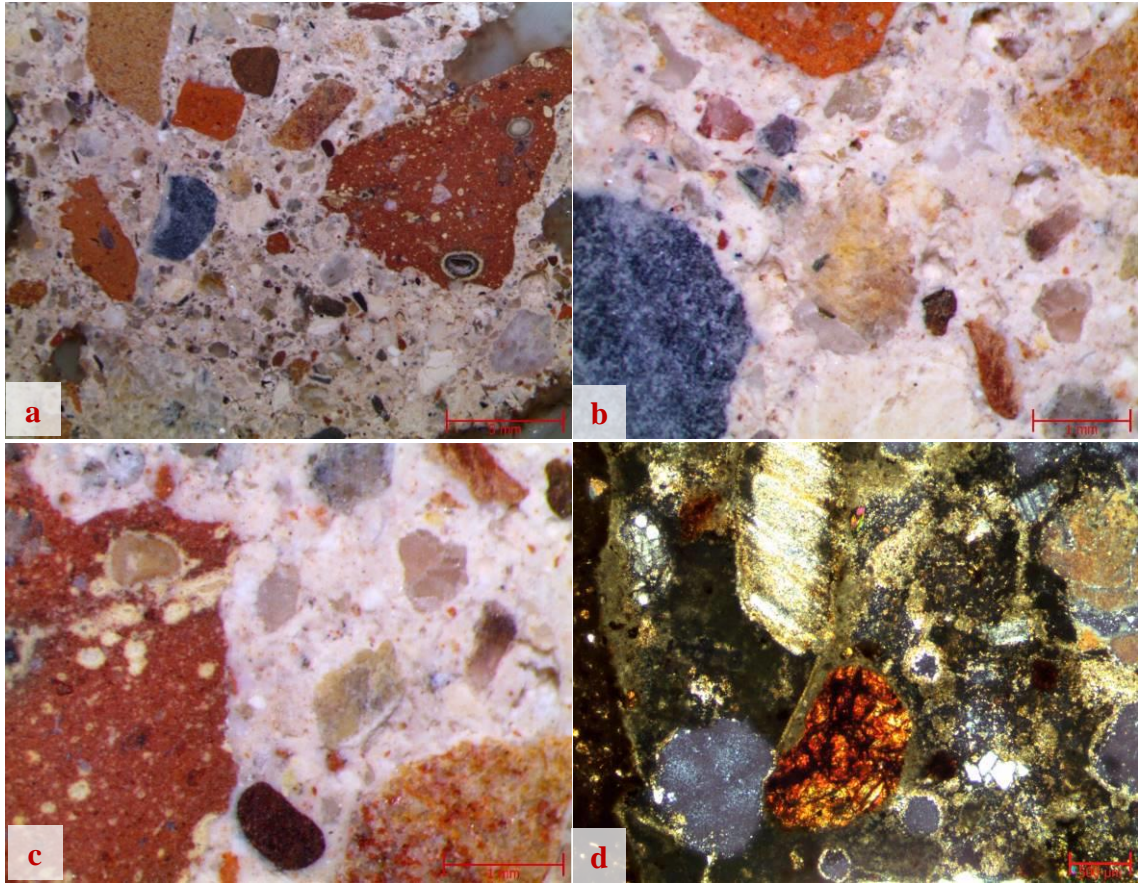
Şekil 4. 103. Örnek 15 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 16. 2007 yılında, HMK' dan alınmış 77 analiz no.lu pembemsi krem renkli, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregalarının yaklaşık %25 kadarı, 8-18 mm arasında çakıl boyutlu keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacığı ilavelidir (%30'u - 2 adet 8-12 mm boyutlarında volkanik kayaç parçacığı ve granit, kalanı (1 adet) 18 mm boyutlu keramik kırığı). 8 mm elek altı (azı 8 mm elek altı geneli 4 mm elek altı) olan agregaların kalanı çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, %3-5 oranında kireçtaşı kırığı, %2-3 oranında azı andezitik olmak üzere tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı, %15 civarında tüfik kuvars olup kalanı feldspattır. Tüfik nitelikli olan kuvars ve feldspat agregaların bir kısmının yüzeyinde biyotit parçacıklar mevcuttur. Karbonatlı parçacıkların bir kısmı tuğla kaynaklı olmakla birlikte büyük kısmı kum kaynaklıdır.

Tek tük 4 mm boyuta kadar boşlukları olan örnekte az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenek bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan kayda değmeyecek miktardaki klorür tuzunun

topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



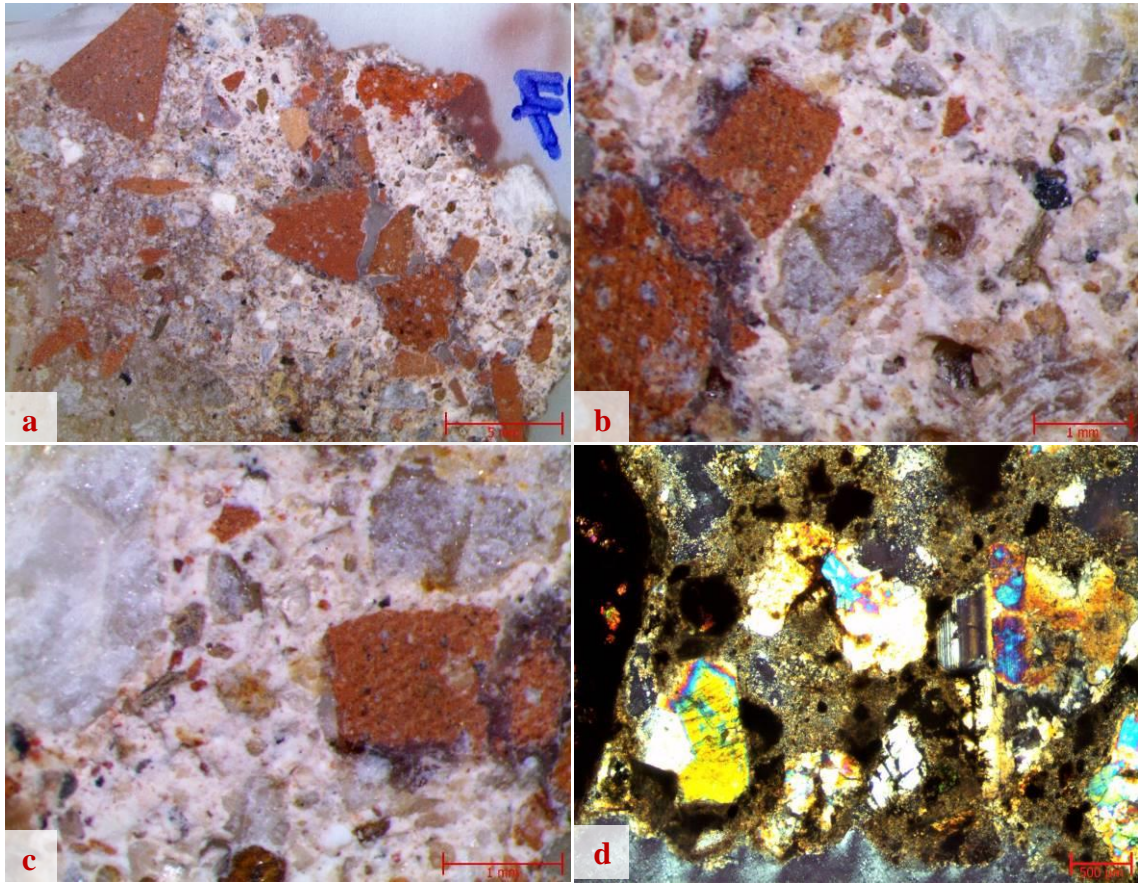
Şekil 4. 104. Örnek 16 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x 4; c) detay görüntüsü x5; d)ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 17. HMK alanından alınmış 73 analiz no.lu pembemsi krem renkli, ortalama 2-2,5 cm kalınlığındaki oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %15 civarında 10-16 mm arasında çakıl boyutlu parçacık ilaveli olup bunların %35 kadarı tüfik parçacık, kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin çakıl boyutlu parçacıklar dışındaki agregaları, tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül, çok az biyotit, çok az sarı renkli altere parçacıklar, %3-5 oranında karbonatlı parçacık (küfeki kırığı), %5 civarında tüfik parçacık, %20 civarında kuvars, %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı (tozu eser miktarda) olup kalanı feldspattır. Örneğin agregaları %15 civarında çakıl parçacık ve %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı ilave edilmiş tüfik kara kumudur. Karbonatlı parçacıkların bir kısmı tuğla kaynaklı olmakla birlikte büyük kısmı kum kaynaklıdır.

Çakıl parçacıklar dışındaki agrega boyutları tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, kum agregalarda ise azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan kayda değmeyecek miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

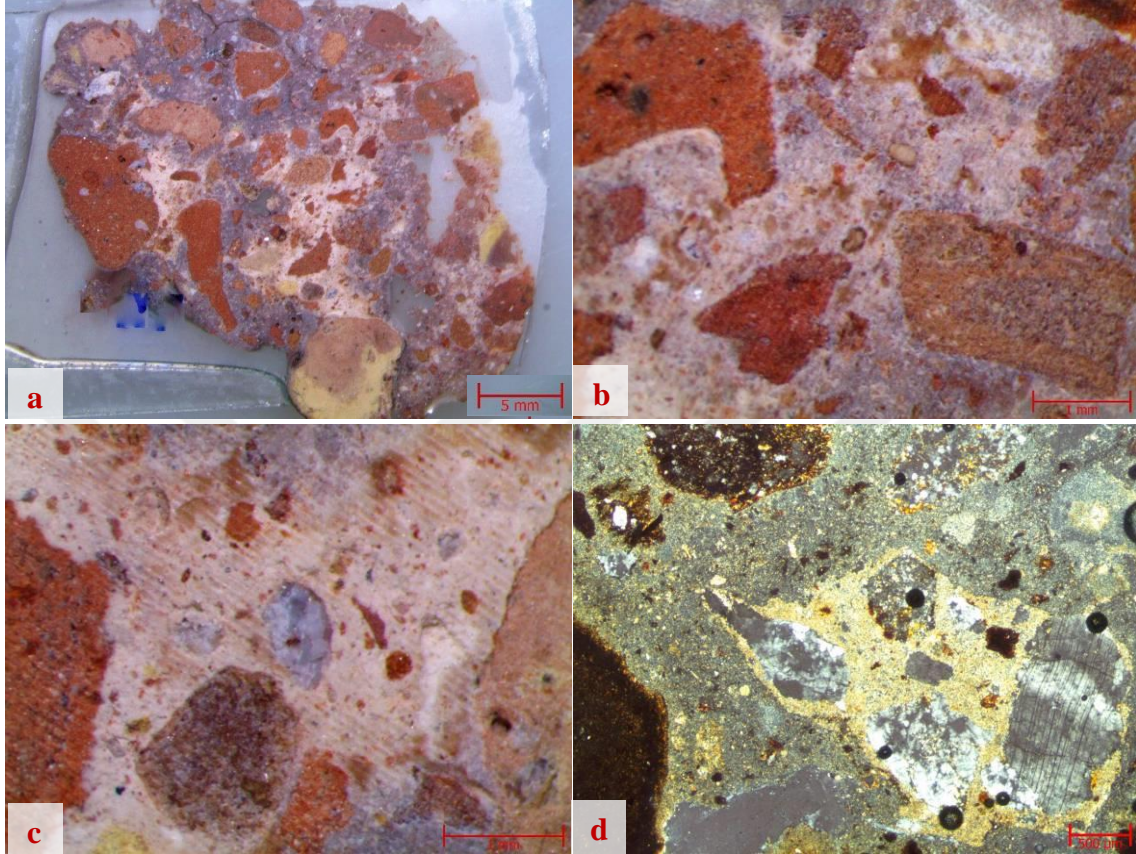


Şekil 4. 105. Örnek 17 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x 1; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 18. 2007 yılında, HMK, C/3 plan karesi, 5.75 m kotundan alınmış 211 analiz no.lu açık pembe renkli, zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları %5-8 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla kırığı ve keramik ilavelidir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı %15 civarında karbonatlı parçacık (toz boyutlu küfeki kırığı ve kireçtaşı kırığı) olup kalanı tek tük muskovit ve çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ile çok az miktarda kuvars ve feldspat içeren 8 mm elek altı, tuğla ve keramik kırığı ile tozudur. Örneğin içerisindeki kuvars, feldspat ve muskovit parçacıkları tuğla/keramik kaynaklıdır.

Az miktarda 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



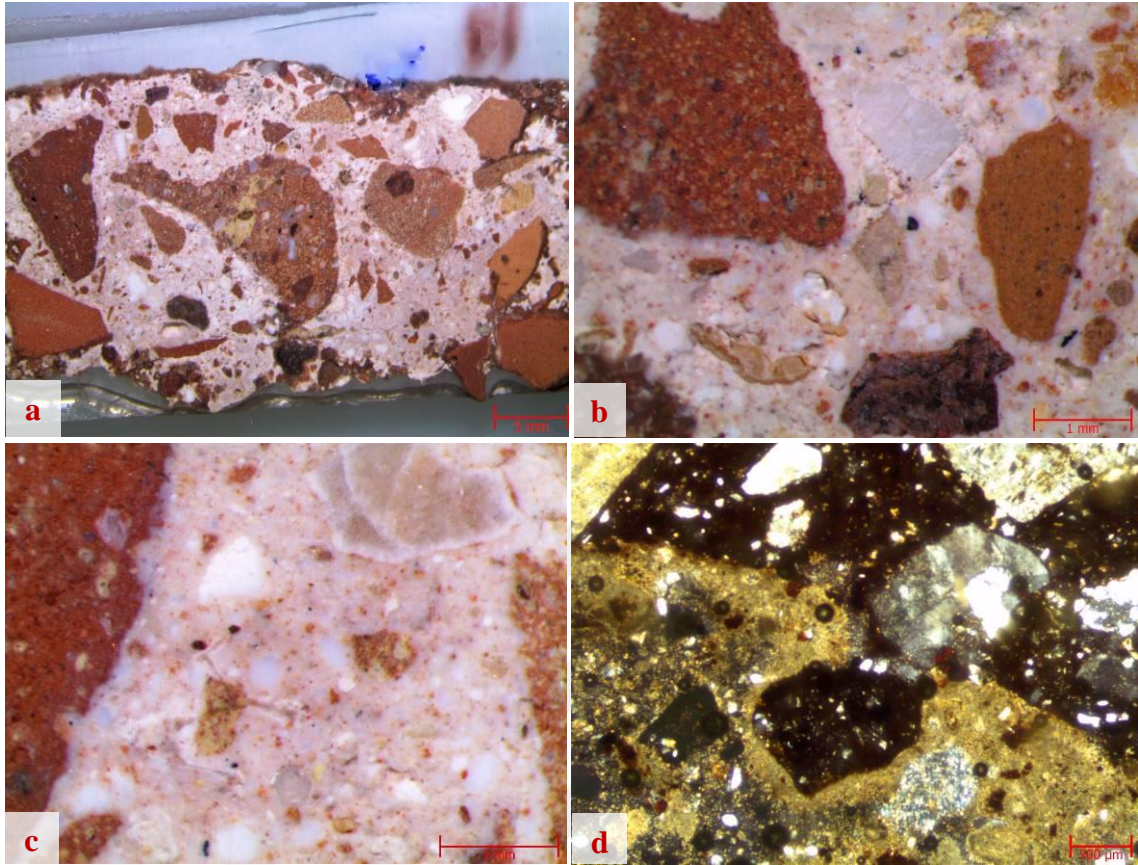
Şekil 4. 106. Örnek 18 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 19. 07.08.2007 tarihinde, HMK, C-D/ 3-4 plan karesi, 62 no.lu duvar, 4.00 m kotundan alınmış 360 analiz no.lu, açık pembemsi renkli oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları %40 civarında 8-20 mm arasında çakıl boyutlu tuğla ve keramik ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, 2 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacığı, tek tük muskovit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda kuvars, %2 civarında feldspat ile %5-10 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla ve keramik kırığıdır. Karbonatlı parçacıklar haricindeki örneğin agregaların tamamı tuğla/keramik kırığı olup diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Çok az miktarda 1 mm boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilmiş olan az miktardaki

klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise katkı niteliğinde olmadığı hayvan kalıntısı benzeri etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

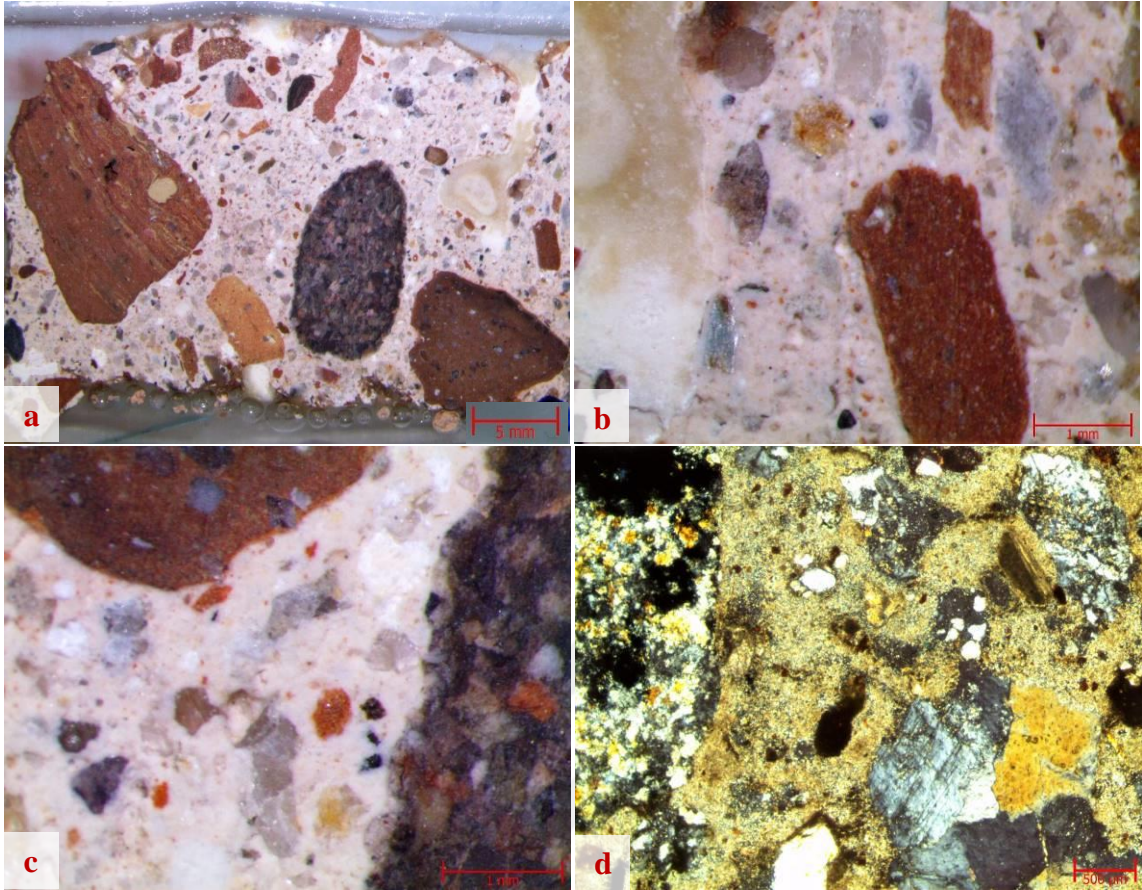


Şekil 4. 107. Örnek 19 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 20. 13.08.2007 tarihinde, D-E/5-6 plan karesi, 9 no.lu tuğla döşeme, 4.60 m kotundan alınmış, 376 analiz no.lu krem renkli, 4 cm.ye kadar değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

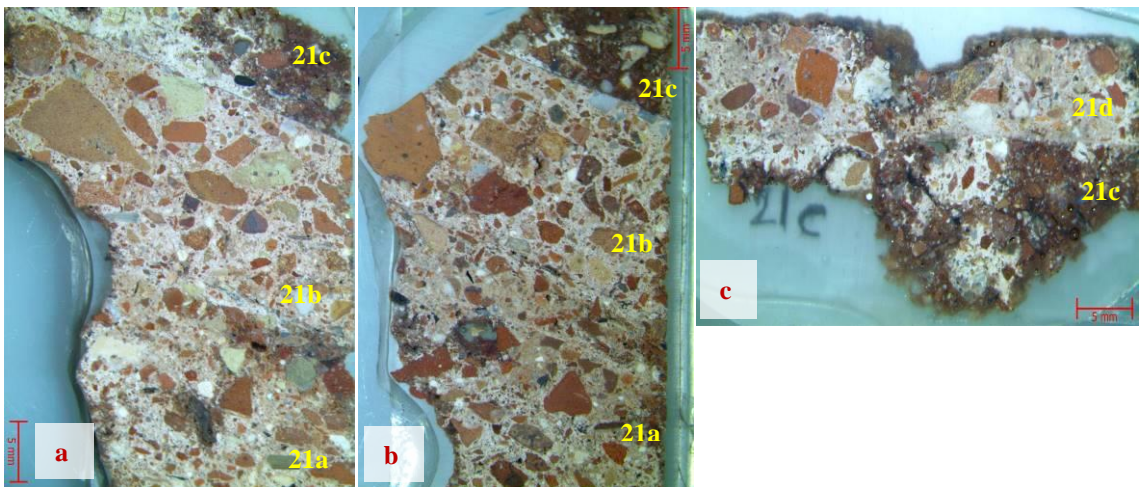
Örneğin dolgu nitelikli agregaları, %5-10 oranında 8-10 mm çakıl boyutlu tuğla ve keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı), %2-3 oranında şistik ve granitik volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında kuvars, %30-35 tuğla ve keramik kırığı (tozu çok az miktarda) olup kalanı feldspattır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Çok az 0,5 mm boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı ve bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak örnekte tespit edilen proteinin katkı niteliğinde olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. 108. Örnek 20 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 21. HMK, F/2 plan karesi, 13 no.lu mekandan alınmış 146 analiz no.lu, 4 katmanlı harç örneğidir. Aralarında kirlilik olmakla birlikte tabaka ara fazları iyi olan örneklerin üst yüzeyleri mala perdahlıdır. Örneğin 21c tabakasının bir kısmı, 21d tabakası ile birlikte ayrılmıştır.

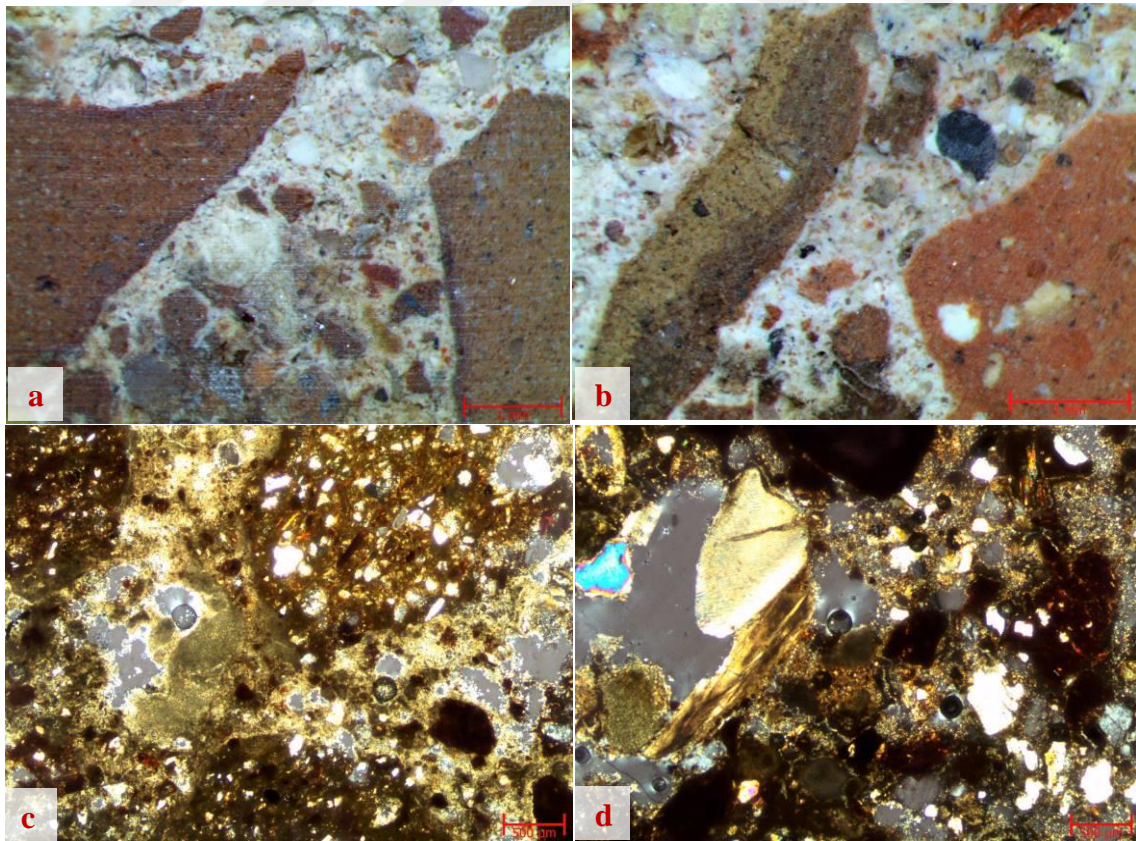


Şekil 4. 109. Örnek 21 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) 21a, 21b ve 21 c tabakaları genel doku görüntüsü x0,67; c) 21c ve 21d tabakaları genel doku görüntüsü x0,67

Örnek 21a. 21 no.lu örneğin en alt tabakasıdır. Pembe renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örnekte %2 civarında kireç topağı mevcuttur. Alt kısmındaki kayıplar hariç mevcut örnek yaklaşık 4 cm kalınlıktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, 2 mm elek altı %30 civarında karbonatlı parçacık (tek tük kavkı kalanı, devoniyen kalker, mermer ve kireçtaşı kırığı) ile 6 mm elek altı, tek tük olivin, çok az muskovit, az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3 civarında kuvars, yaklaşık %10 kadar feldspat, yaklaşık %10 kadar tüfik parçacık olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örnekteki kuvars ve feldspatlar tuğla/keramik kaynaklıdır. Örneğin içeriğinde tek tük kırıntı mevcuttur.

Örnekte tek tükü 700-750 μ olmak üzere 300- 350 μ boyuta kadar az miktarda gözenekler bulunmaktadır. Bir kısım gözenek ve mikro çatlaklarında ikincil kalsit kristallenmesi gözlenen örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer kısmen zayıflamıştır. Bir kısım tuğla/keramik kırığının içerisinde muskovit, kuvars, şamot ve siyah cüruf parçacıkları mevcuttur. Pişmeden kaynaklı, kesit kenarları ve orta kısımlarında renk farklılığı olan pişmiş toprak parçacıklarının keramik kırığı olduğu düşünülmektedir. Örnekte saptanan çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin çevresel kirlilikler ile hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

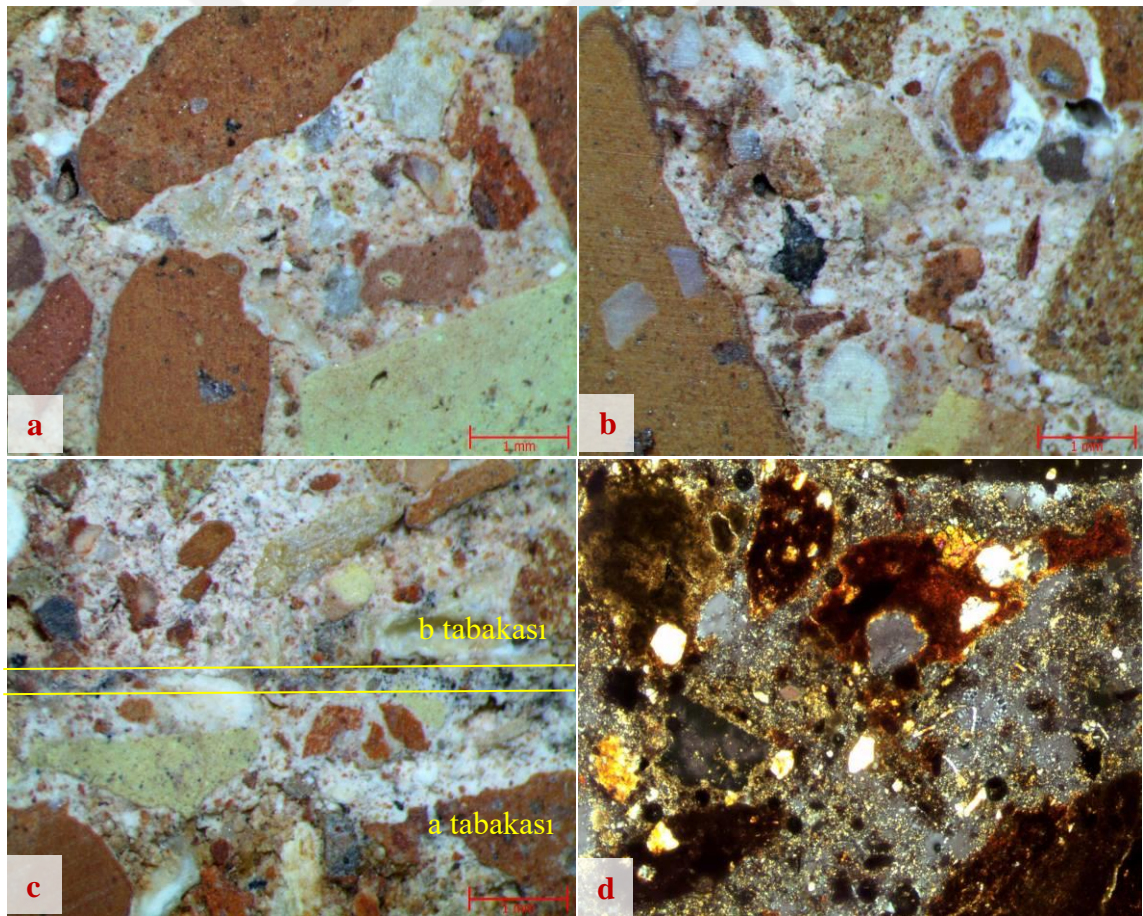


Şekil 4. 110. Örnek 21a kalın kesit stereo mikroskop a) detay görüntüsü x4; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 21b. 21 no.lu 4 katmanlı harç örneğinin alttan 2. tabakasıdır. Alt tabakasına göre daha koyu pembe renkli, 12-18 mm arasında değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örnekte az miktarda kireç topları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, 2 mm elek altı, çok az muskovit ve siyah cüruf parçacığı, az miktarda kuvars, az miktarda beyaz feldspat ile %5-8 oranında karbonatlı parçacık (tek tük kavkı ve mermer kırığı) içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin içeriğinde ince dövülmüş tek tük kırıntı katkı mevcuttur.

Mikro çatlaklarında ikincil kalsit kristallenmesi gözlenen örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi; bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıflamış ve bu kısımlarda dökülmeler olmuştur. 21a ve 21b tabakaları arasında yer yer is birikintisi olmakla birlikte tabaka arası fazlar iyidir. Örnekte tek tükü 500 μ boyuta kadar olmak üzere çok az miktarda 200-250 μ boyutları arasında kadar gözenekler bulunmaktadır. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



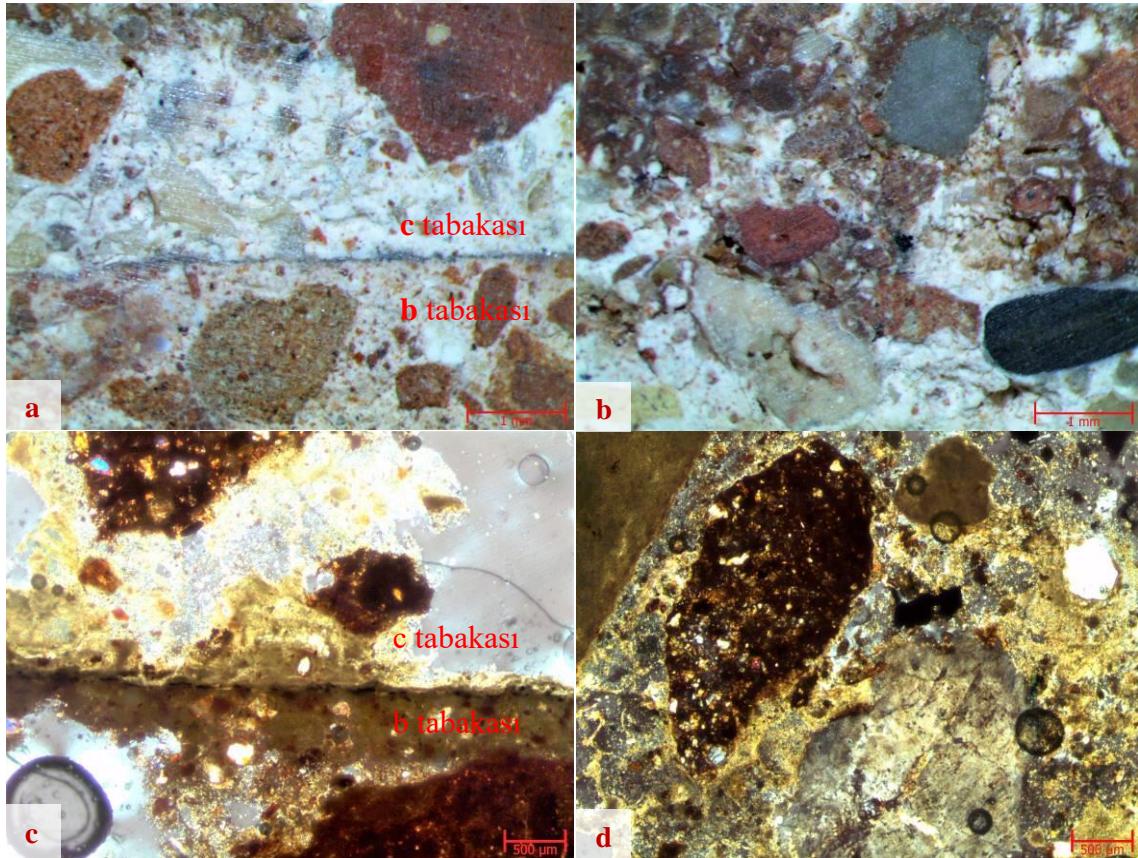
Şekil 4. 111. Örnek 21b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c) 21a ve 21b detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 21c. 21 no.lu örneğin alttan 3. tabakasıdır. Diğer tabakalara göre daha açık pembe renkli ve nispeten daha zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35-40 oranında hava kirecidir. Orta kısmından parçalandığı ve kayıplar olduğu için kalınlığı belirlenemeyen örneğin içeriğinde %3 civarında 3 mm.ye kadar kireç topağı mevcuttur.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, 2 mm elek altı, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında beyaz renkli feldspat, %5 civarında kuvars, %35-40 oranında karbonatlı parçacık (tek tük kavkı, mermer ve kireçtaşı kırığı) olup kalanı tek tük 4 mm elek altı, geneli 3 mm boyuta kadar tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örnekteki kuvars ve feldspat ve kayaç parçacıkları tuğla/keramik kaynaklıdır. Örnekte tek tük kırıntı bulunmaktadır.

Örneğin içeriğinde daha önce karbonatlaşmış olan ve içeriğinde 500 µm elek altı tuğla kırıkları, siyah cüruf parçacıkları bulunan kütle halinde yaklaşık 4 mm ebatlarında kireç harcı kalıntısı mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıftır. Tek tük 700 µm boyuta kadar olmak üzere az miktarda gözenekleri bulunan örneğin 21b ve 21d tabakası ile olan fazları iyidir.

Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin çevresel kirliliklerden ve hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



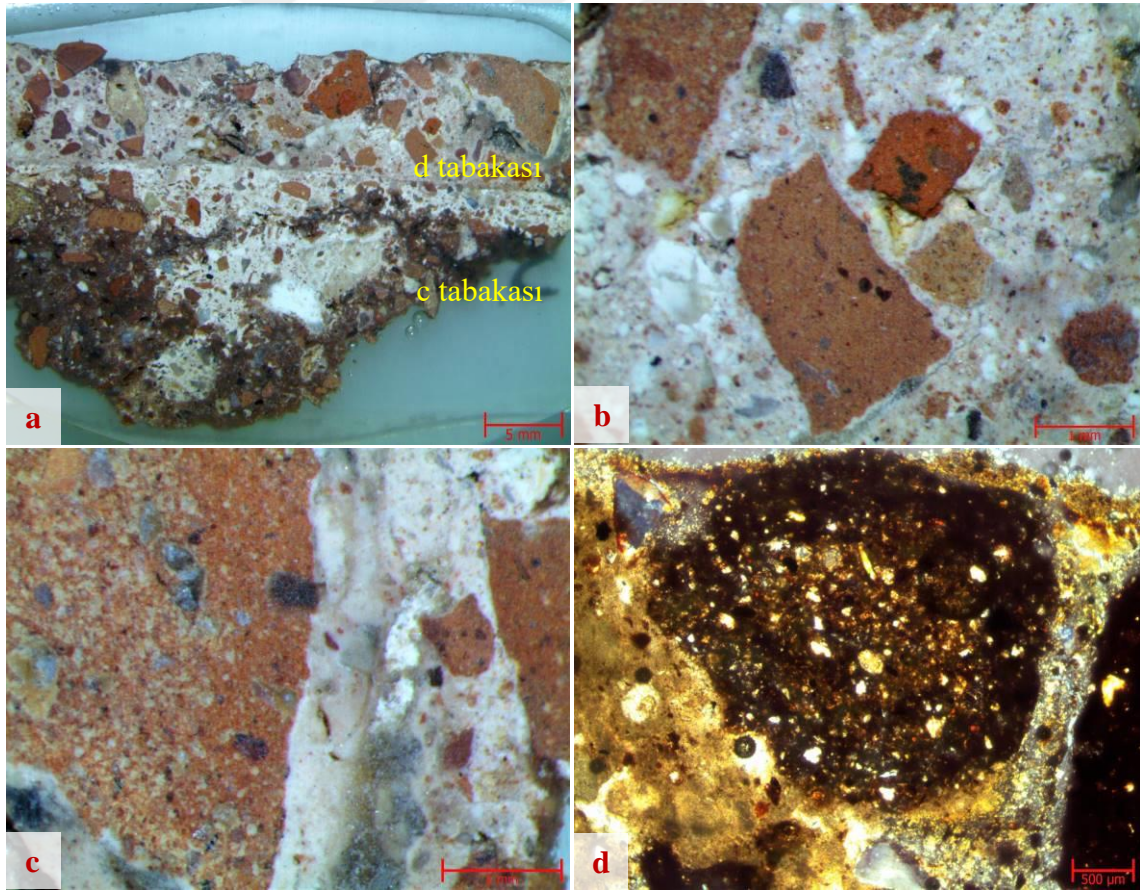
Şekil 4. 112. Örnek 21c kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 21d. 21 no.lu 4 katmanlı harç örneğinin en üst tabakasıdır. Pembe renkli, 7-9 mm arasında değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir. Örnekte %2 civarında 1 mm.ye kadar kireç topakları mevcuttur.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, 2 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, az miktarda beyaz feldspat, %3 civarında kuvars ile %35 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Örneğin bağlayıcı agrega fazı oldukça iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı iyidir. Örneğin mikro çatlaklarının ikincil kalsit kristallenmesi sonucu tekrar kapandığı gözlenmiştir. Tek tük tuğla/keramik parçacıkların etrafında is gözlenmekle birlikte bu agregaların bağlayıcı ile olan fazları iyidir. Özellikle pişmiş toprak agregaların bağlayıcı ile olan ara kesitinde kalsitleşme gözlenmiştir. Örnekte çok az miktarda 500 µ boyuta kadar gözeneklilik mevcuttur.

Örnekte tespit edilen çok az miktardaki proteinin ve hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.

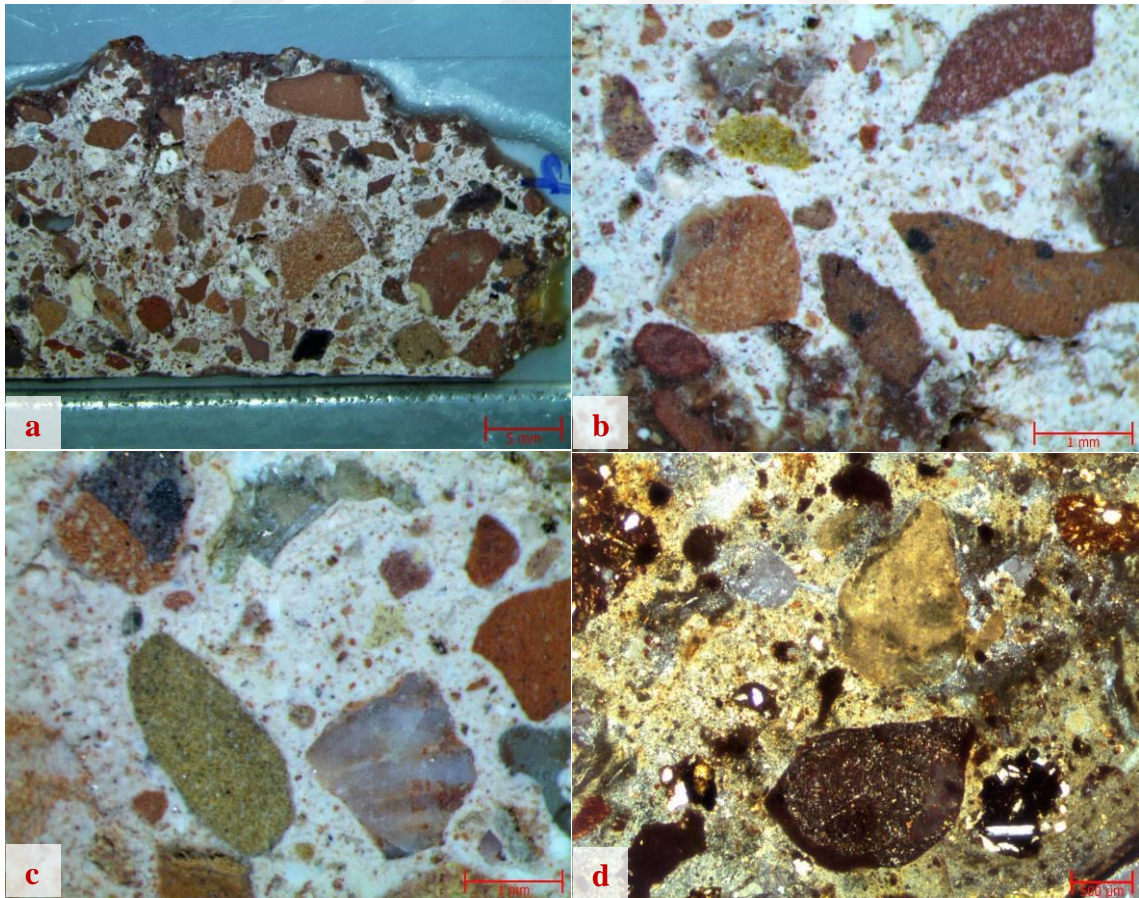


Şekil 4. 113. Örnek 21d kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 22. A/3 plan karesi, 43 no.lu duvardan alınmış 145 analiz no.lu, pembe renkli, 1 cm.den 3,5 cm.ye kadar değişen kalınlıkta sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir. Yüzeyi mala perdahlı olan örnekte %2 civarında 1 mm boyuta kadar kireç topakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %5 civarında (1 adet) 12 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ve 2 mm elek altı, tek tük yuvarlaklaşmış cam kürecikler, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda muskovit, yaklaşık %3-5 kadar beyaz renkli feldspat, %2-3 oranında kuvars ile %20 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekteki kuvars ve volkanik kayaç parçacıkları ve feldspatlar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Tek tükü 1 mm boyuta kadar olmak üzere 500 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı agrega ve bağlayıcı bağlayıcı fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin çevresel kirliliklerden ve hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir



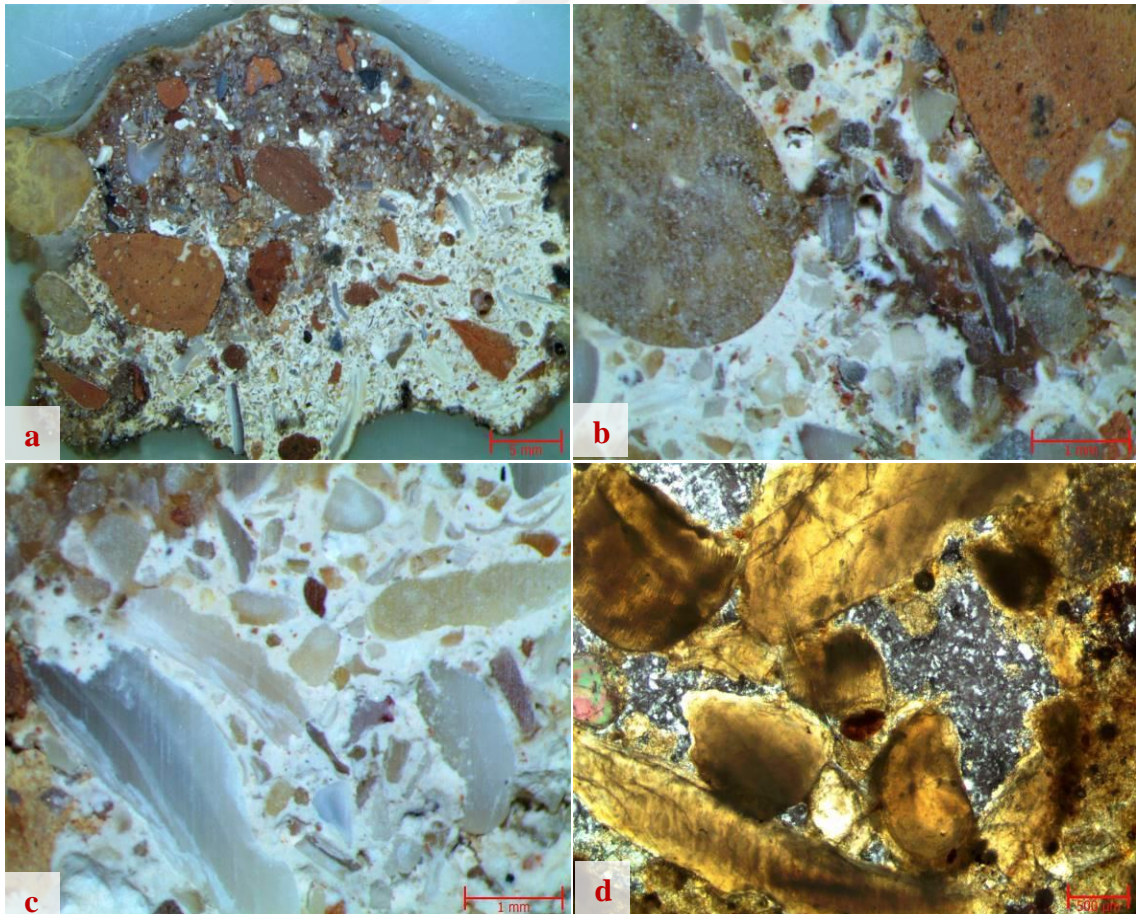
Şekil 4. 114. Örnek 22 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 23. EF/2 plan kare, 38 no.lu duvardan alınmış 158 analiz no.lu, pembemsi krem renkli, kalınlığı belirlenemeyen zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örnekte az miktarda 1 mm boyuta kadar kireç topakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları %2-3 oranında 8-10 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Diğer agregalar, tek tük 4 mm elek altı, geneli 2 mm elek altı tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, çok az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında beyaz renkli feldspat ve %5 civarında kuvars ile 8 mm elek altı yaklaşık %20 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı karbonatlı (kavkı) parçacıklardır.

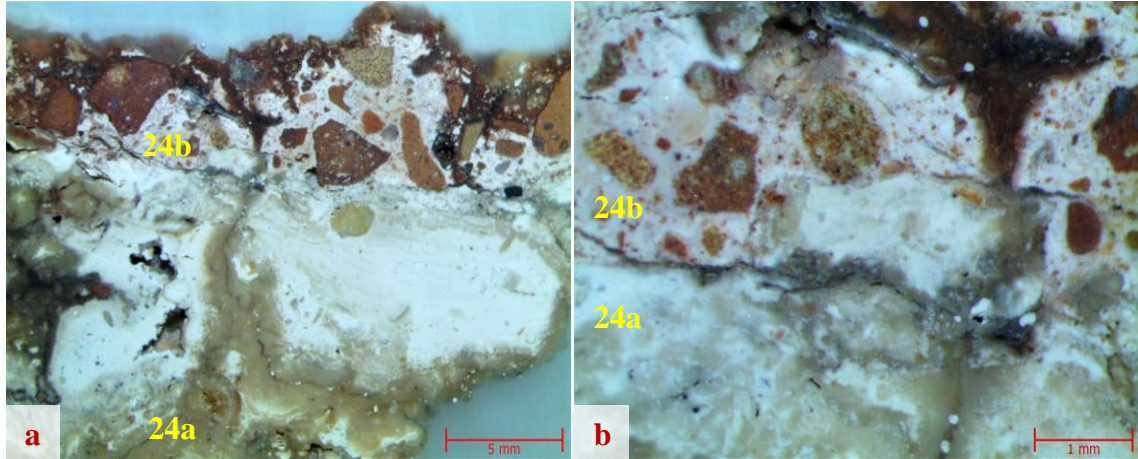
Çok az miktarda 500 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı agrega ve bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıf olmakla birlikte genelde iyidir.

Yüzeyinde yoğun miktarda is bulunan ve tozuyan örneğin yangın geçirdiği ya da çevresinde yanan bir şeye maruz kaldığı ve niteliğinin zayıfladığı düşünülmektedir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 115. Örnek 23 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 24. A/3 plan karesi, 43 no.lu duvardan alınmış 150 analiz no.lu harç örneği 2 tabakalıdır. Ham örneğin mevcut formundan dolayı, belirtilmemiş olmakla birlikte harcın künk benzeri silindirik bir malzemenin etrafından alındığı ve örnek tabakalarının aynı dönemde kısa aralıklarla ard arda üretildiği düşünülmektedir.

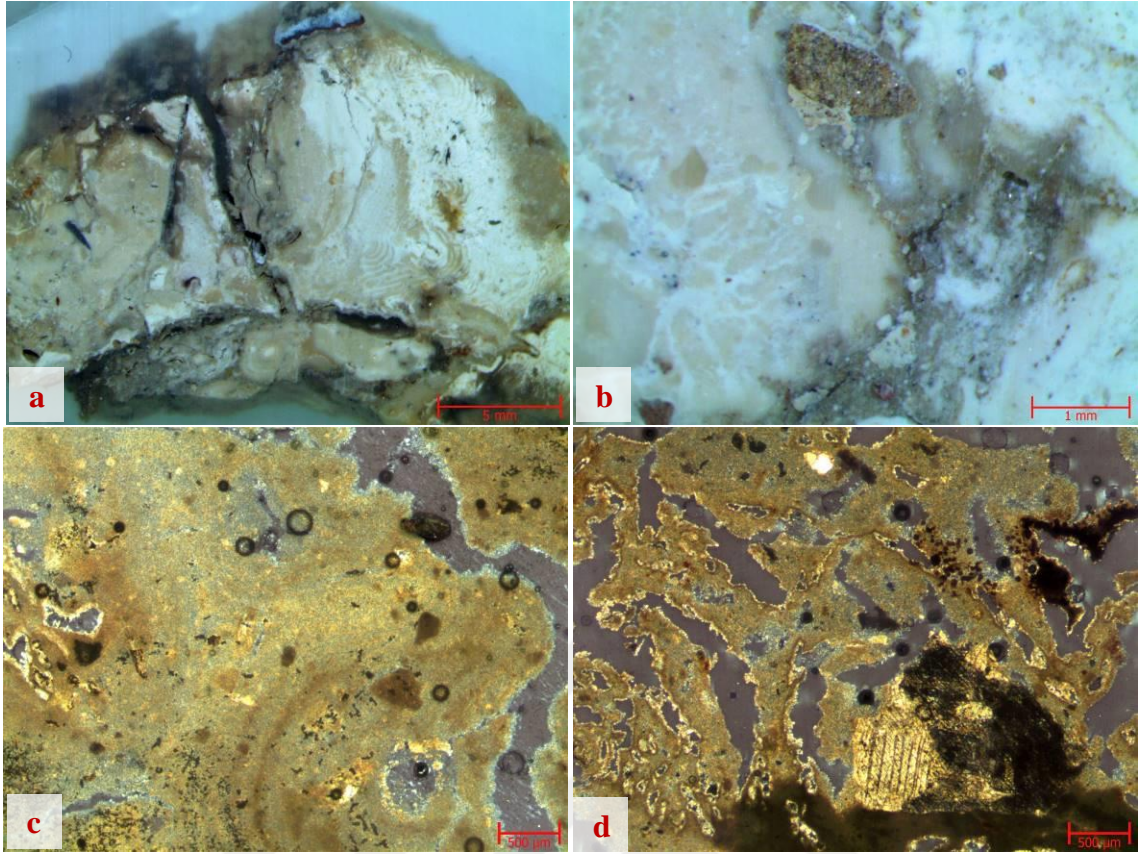


Şekil 4. 116. Örnek 24 kalın kesit stereo mikroskop, a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4

Örnek 24a. 24 no.lu örneğin alt tabakasıdır. Krem beyaz renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %70 civarında kaymak kireçtir. Örnek formundan harcın, silindir şeklinde künk benzeri bir malzemenin etrafını doldurmak amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları tek tük siyah renkli camsı kürecikler, çok az muskovit, çok az miktarda tuğla/keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacığı, az miktarda kül ve siyah cüruf parçacığı, az miktarda kuvars, %3 civarında feldspat ve dağılmamış feldspat kütleleri (%20-25'i grimsi krem renkli ve dağılmamış kütleleri kalanı krem beyaz renkli) ile %2-3 oranında mermer kırığı olup kalanı kireçtaşı kırığı ve tozudur. Agrega boyutları kireç taşlarında tek tük 2 mm elek altı olmak üzere geneli 500 µm elek altı diğer parçacıklarda azı 2 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm elek altıdır.

Örneğin iç kısmında (etrafından alındığı malzemeye temas eden yüzeyi) yaklaşık 1 mm kalınlığında kalker kabuk oluşmuştur. Örnekte 7x5 cm boyutunda kaba dolgu olarak kullanılmış olan tuğla kırığı parçası mevcuttur. Bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyi olan örnek dokusunda spiral şeklinde kalsitleşme olduğu gözlenmiştir. Çatlakları arasında kül ve cüruf birikintisi olan örnekte tek tükü 2 mm.ye kadar olmak üzere 1 mm boyuta kadar çok az gözenekler mevcuttur. Örneğin gözeneklerinde ikincil kalsit kristalleşmesi oluşmuştur. Örneğin içeriğinde tespit edilen proteinin katkı niteliğinde olduğu düşünülmektedir.

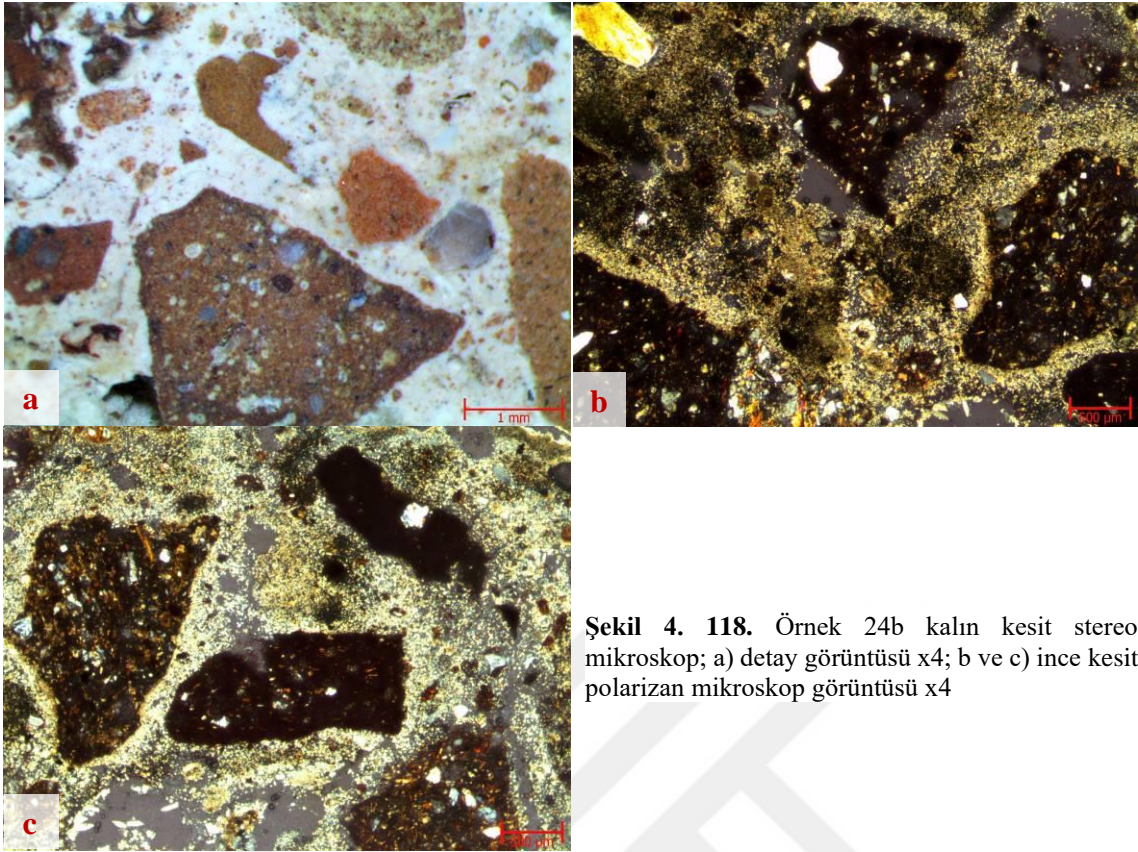


Şekil 4. 117. Örnek 24a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 24b. 24 no.lu örneğin üst tabakasıdır. Pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen çok az miktardaki sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %35 civarında hava kirecidir.

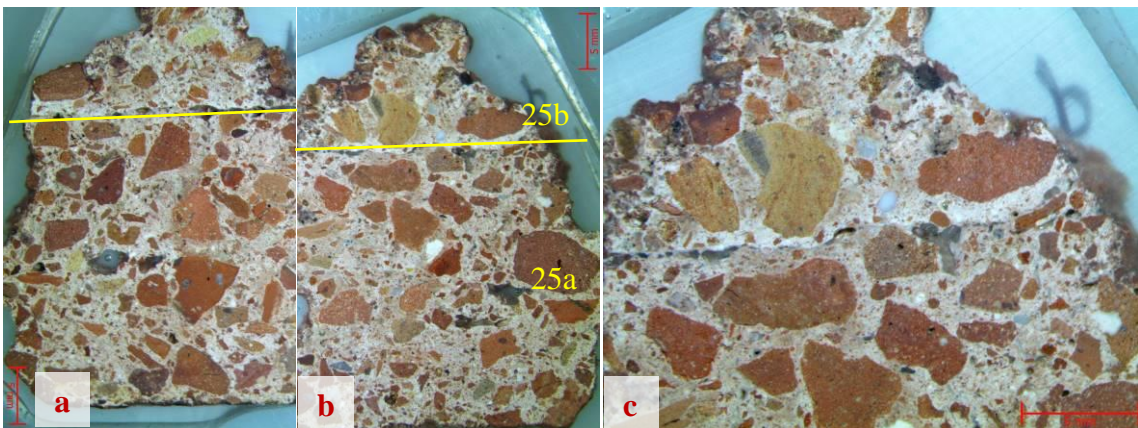
Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, yaklaşık %10-15 oranında (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları, tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı tek tük biyotit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %3 civarında beyaz feldspat ve %5 civarında kuvars, %3-5 oranında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı kırığı ve kireç topakları) içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. İçerikteki kuvars ve feldspatlar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Tek tük 800 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin çatlaklarının bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi gözlenmiştir. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örneğin alt tabakası 24a ile olan ara fazının yer yer çatlak oluşan kısımlarına is/kül benzeri birikinti dolmuş (ıslanma sonucu sürüklenmiş) olmakla birlikte genelde iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 118. Örnek 24b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b ve c) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 25. A/3 plan karesinden alınmış, 159 analiz no.lu 2 tabakalı harç örneğidir. Örnek 25a ve 25b tabakaları arka arkaya eşzamanlı üretilmemiş olmakla birlikte üretim teknolojileri açısından benzer nitelik gösterdiklerinden aynı dönem içerisinde, yakın zaman aralıklarında yapıldığı anlaşılmaktadır. Tabakalar arasında boşluk bulunmakla birlikte ve kirlilik bulunmamaktadır.

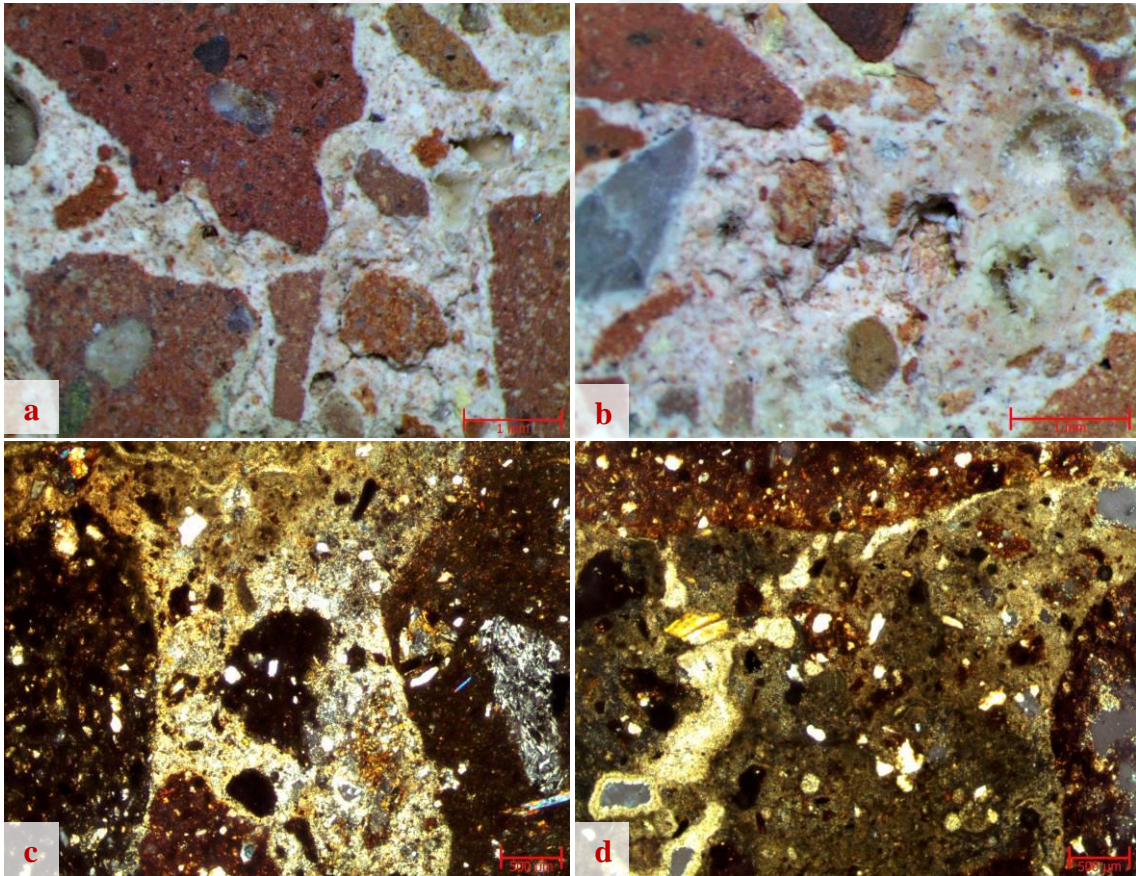


Şekil 4. 119. Örnek 25 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel doku görüntüsü x0,67; c) genel doku görüntüsü x1

Örnek 25a. 25 no.lu örneğin alt tabakasıdır. Pembe renkli, 2-2,5 cm arasında değişen kalınlıktaki oldukça sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %5-8 oranında (2 adet) 10 ve 12 mm boyutlarında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, 2 mm elek altı, tek tükü turuncumsu sarı renkli camsı kürecikler, tek tük olivin, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı kırmızı demir oksit, çok az muskovit, çok az volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında beyaz renkli feldspat, %5-8 oranında kuvars ve %10 civarında kireçtaşı kırığı içeren 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Tuğla /keramik kırığı agregalarının içerisinde şamot, kuvars, muskovit ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar mevcuttur. Kireçtaşı kırığı dışında örneğin içeriğindeki kuvars, feldspat ve diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örnekte tek tük yaklaşık 1 mm boyuta kadar az miktarda gözenek mevcuttur. Mikro çatlaklarında ve bir kısım gözeneginde ikincil kalsit kristallenmesi gelişen örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. İçerikte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



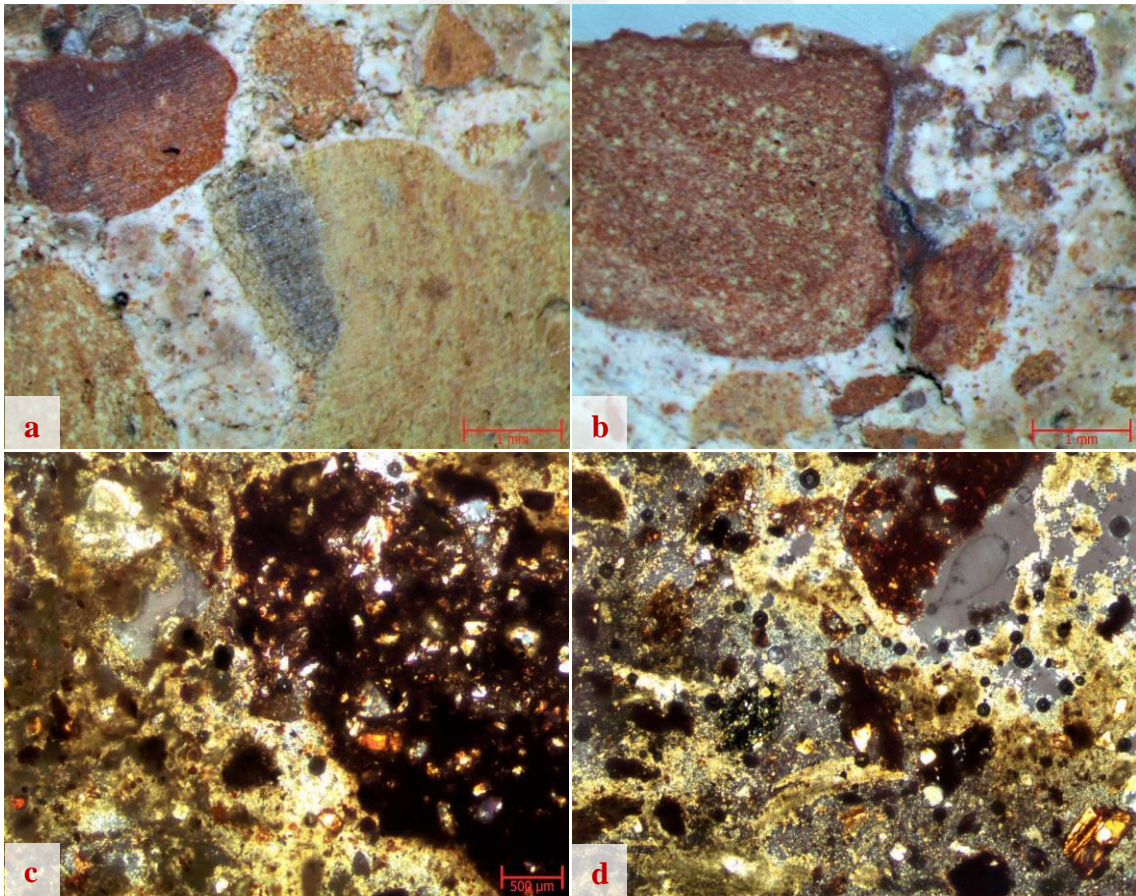
Şekil 4. 120. Örnek 25a kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 25b. 25 no.lu örneğin üst tabakasıdır. Alt tabakadan biraz daha koyu pembe renkli, 2-2,5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı

%30-35 oranında hava kirecidir.

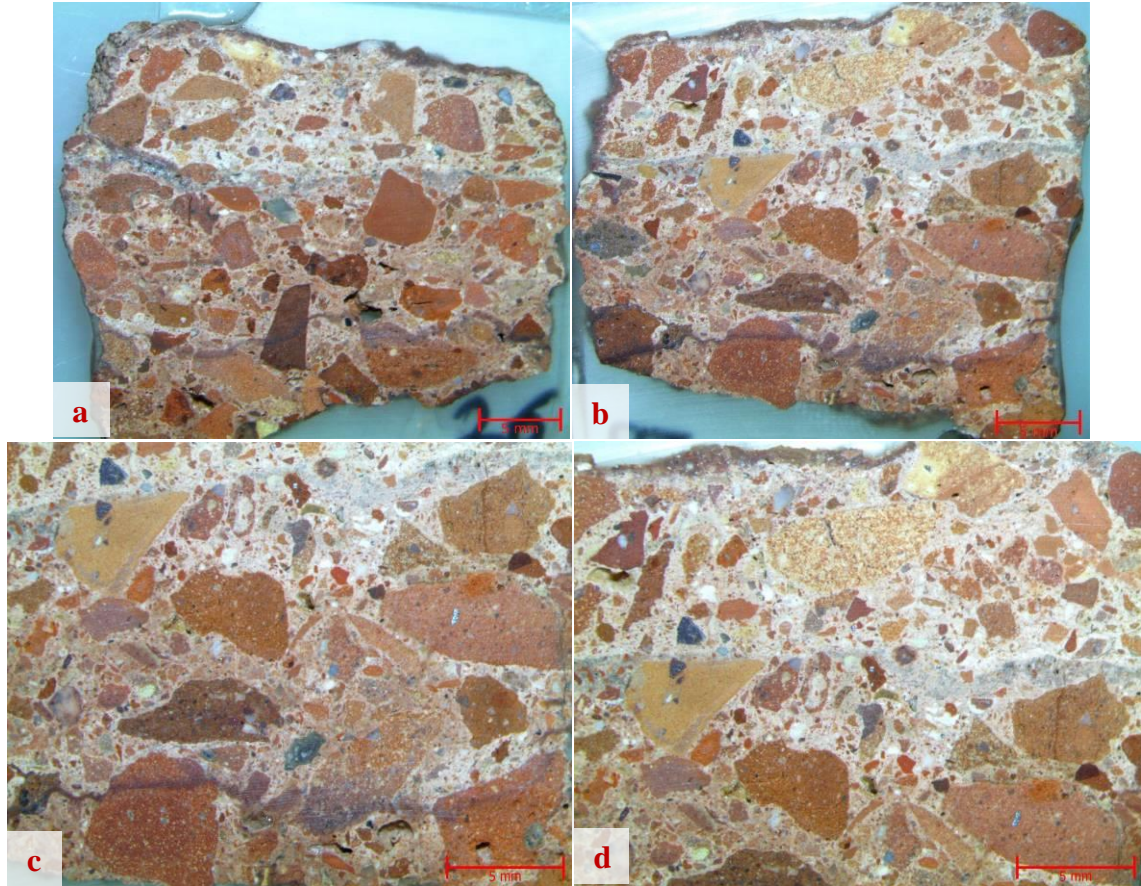
Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %2-3 oranında (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu Tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları, 2 mm altı, tek tük sarı renkli camsı kürecikler, tek tük olivin, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, az miktarda beyaz renkli feldspat, %2-3 oranında kuvars ve %15-20 oranında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı, devoniyen kalker) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örneğin içeriğindeki kuvars, feldspat ve muskovitler tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örnek dokusunda tek tük yaklaşık 1 mm boyuta kadar çok az miktarda gözenekler mevcuttur. Örneğin bir kısım gözeneginde ve çatlağı arasında ikincil kalsit kristalleşmesi gelişmiştir. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda noktasal olarak dökülmeler bulunmakla birlikte genelde iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin çevresel kirliliklerden ve hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 121. Örnek 25b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 26. 13.06.07 tarihinde HMK alanı, E/2 açması (plan kare), sarnıç yapısına ait tuğla döşeme üstü, 5.70 m kotundan alınmış 171 analiz no.lu, 2 tabakalı harç örneğidir.

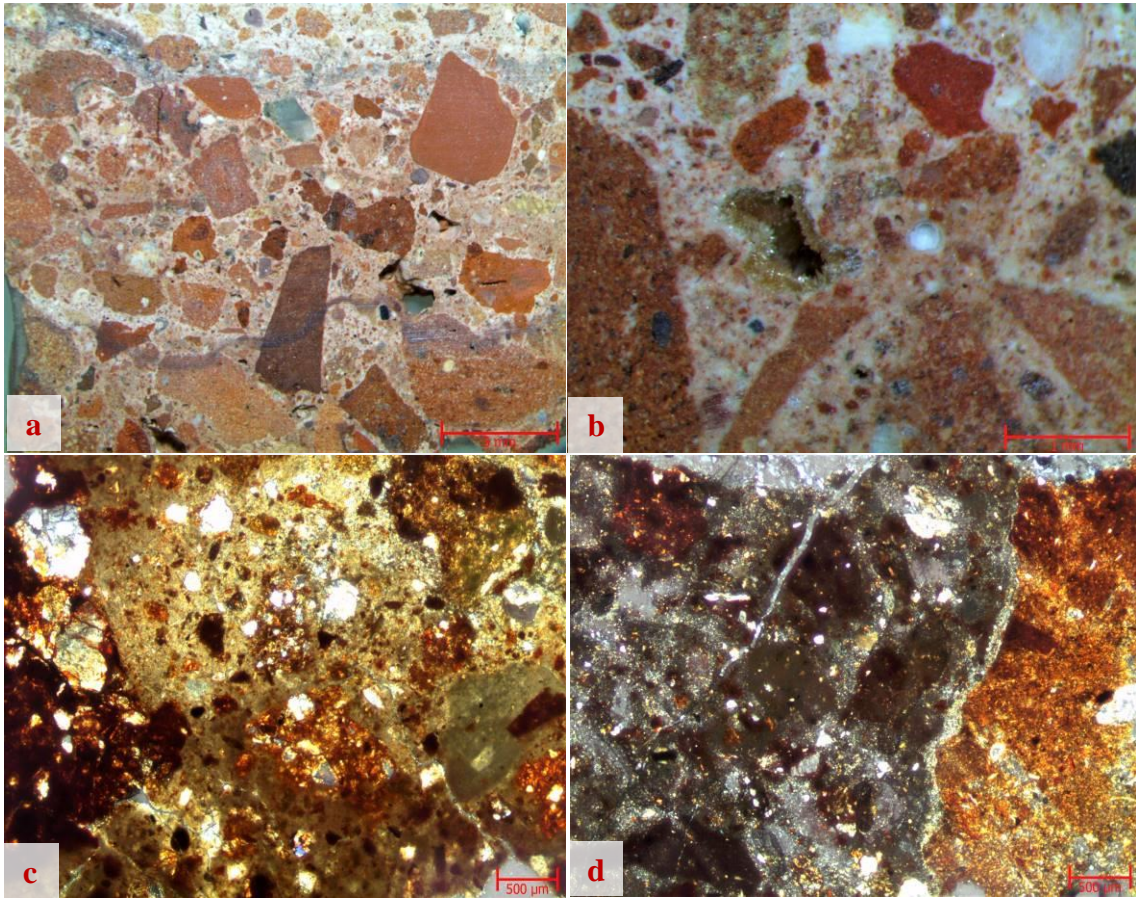


Şekil 4. 122. 26 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel doku görüntüsü x0,67; c ve d) genel doku görüntüsü x1

Örnek 26a. 26 no.lu örneğin alt tabakasıdır. Kırmızımsı pembe renkli, 3 cm'den 4 cm'ye kadar değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örnekte az miktarda kireç topağı bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %5-8 oranında 8-11 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, çok az volkanik kayaç parçacığı, az miktarda beyaz feldspat, %3 civarında kuvars ile %15-20 oranında karbonatlı parçacıklar (devoniyen kalker) olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Çakıl boyutlular hariç, agrega boyutları tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer agregalarda ise tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altıdır. Örneğin karbonatlı agregaları dışındaki diğer parçacıkları tuğla/keramik kırığı kaynaklıdır. Örnekte çok az miktarda iyi dövülmüş kırıntı katkı bulunmaktadır.

Örnekte yatay olarak gözlenen iki ayrı çatlağın arasındaki boşluk ikincil kalsit kristallenmesi ile tekrar kapanmıştır. Çatlağın örnek boyunca agregaları kırarak devam etmesi, kırılmanın sarsıntı sonucu olabileceğini düşündürmektedir. Örneğin çok az miktarda 800 μ boyuta kadar olan gözeneklerinin bir kısmı içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi oluşmuştur. Bir kısım tuğla/keramik agregaların kalsit kristallenmesi ile çevrelendiği gözlenmiştir. Agregalar ile bağlayıcı arasında oluşan puzzolanik aktivite sonucu harcın hidrolik özellik kazandığı ve mukavemetini arttırdığı anlaşılmaktadır. Bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyi olan örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



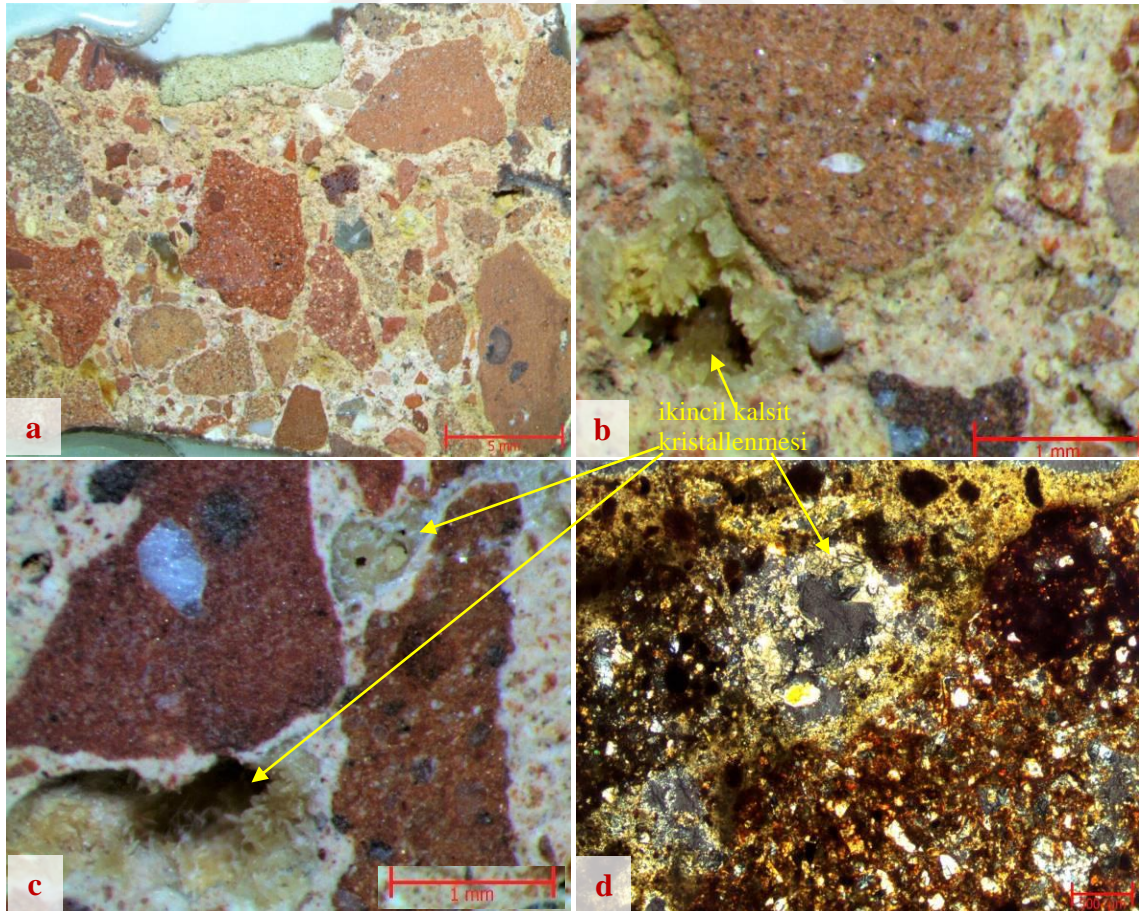
Şekil 4. 123. Örnek 26a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x5; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 26b. 26 no.lu örneğin üst tabakasıdır. Pembe renkli, 1,7-2 cm arasında değişen kalınlıkta oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %8 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları tek tük siyah cüruf parçacığı, tek tük bal köpüğü renkli camsı kürecikler, çok az muskovit, çok az miktarda

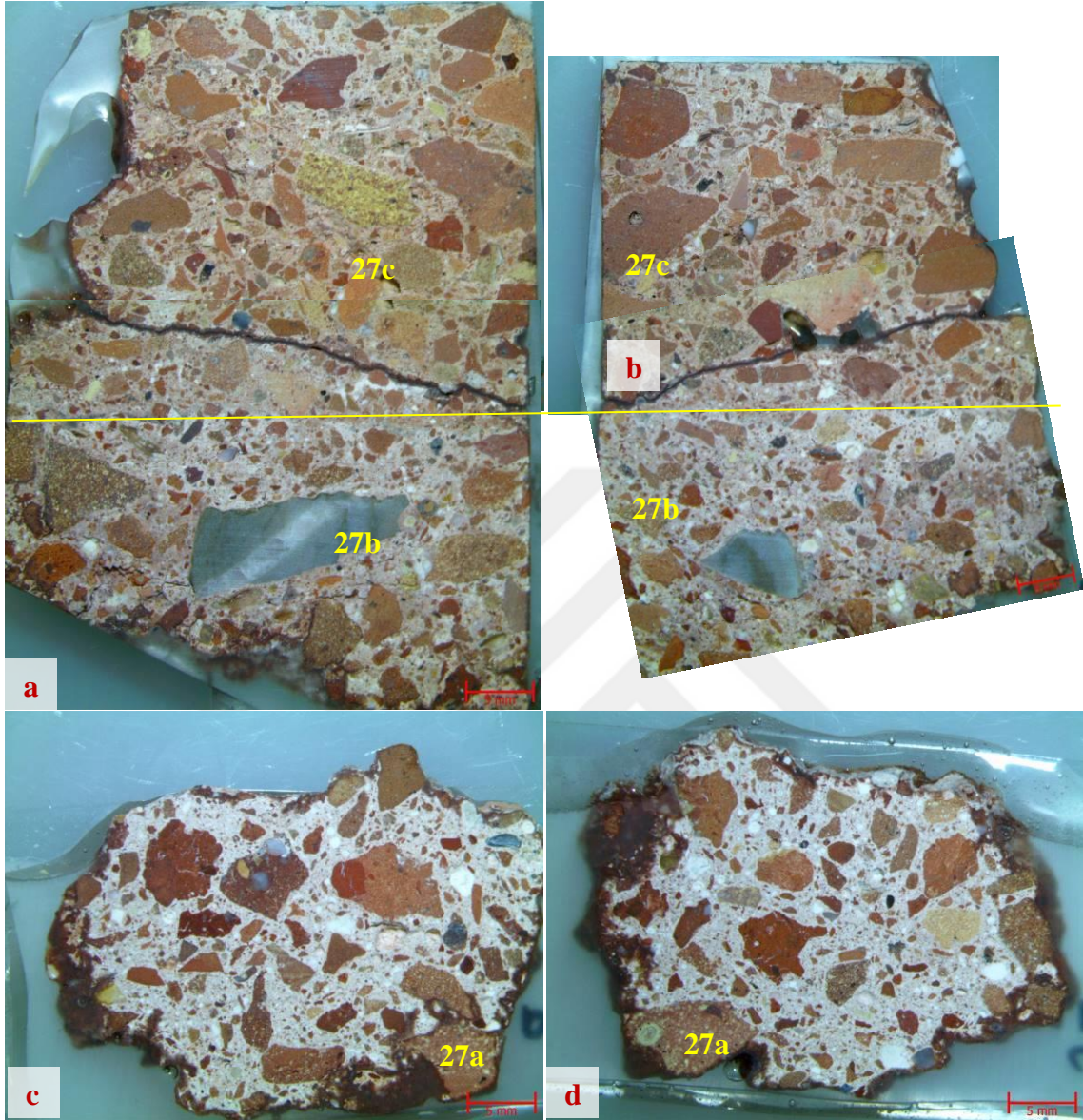
volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %2 kadar beyaz feldspat, %3 civarında kuvars ile %10 civarında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Çakıl boyutlular hariç, agrega boyutları tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer agregalarda ise 2 mm elek altıdır. Karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer parçacıklar tuğla/keramik kırığı kaynaklıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı mevcuttur.

Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda noktasal dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir. Bir kısım tuğla/keramik agregaların kalsit kristallenmesi ile çevrelendiği gözlenmiştir. Ayrıca örneğin bağlayıcı alanındaki bir kısım gözenek ve çatlaklarda sarımtırak renkte ikincil kalsit kristalleşmesi mevcuttur. Bu kalsitleşme sürüklenen bir miktar kille birlikte gerçekleşmiş ve sarımtırak renkte kil boyamalar olmuştur. Örneğin tuğla/keramik agregalarının içerisinde küçük boyutlu kuvars, muskovit ve silikatlaşmış karbonat parçacıkları mevcuttur. Örnekte az miktarda 700- 800 μ boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Ayrıca örnekte kütle halinde, beyaz renkli, içeriğinde kuvars, tuf, siyah cüruf parçacığı olan farklı nitelikte bir harç topağı bulunmaktadır. Örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir



Şekil 4. 124. Örnek 26b kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 27. 13.06.07 tarihinde HMK alanı, D/2 plan karesi, sarnıç yapısının tuğla döşeme üstü 5.71 m kotundan alınmış, 175 analiz no.lu 3 tabakalı harç örneğidir.



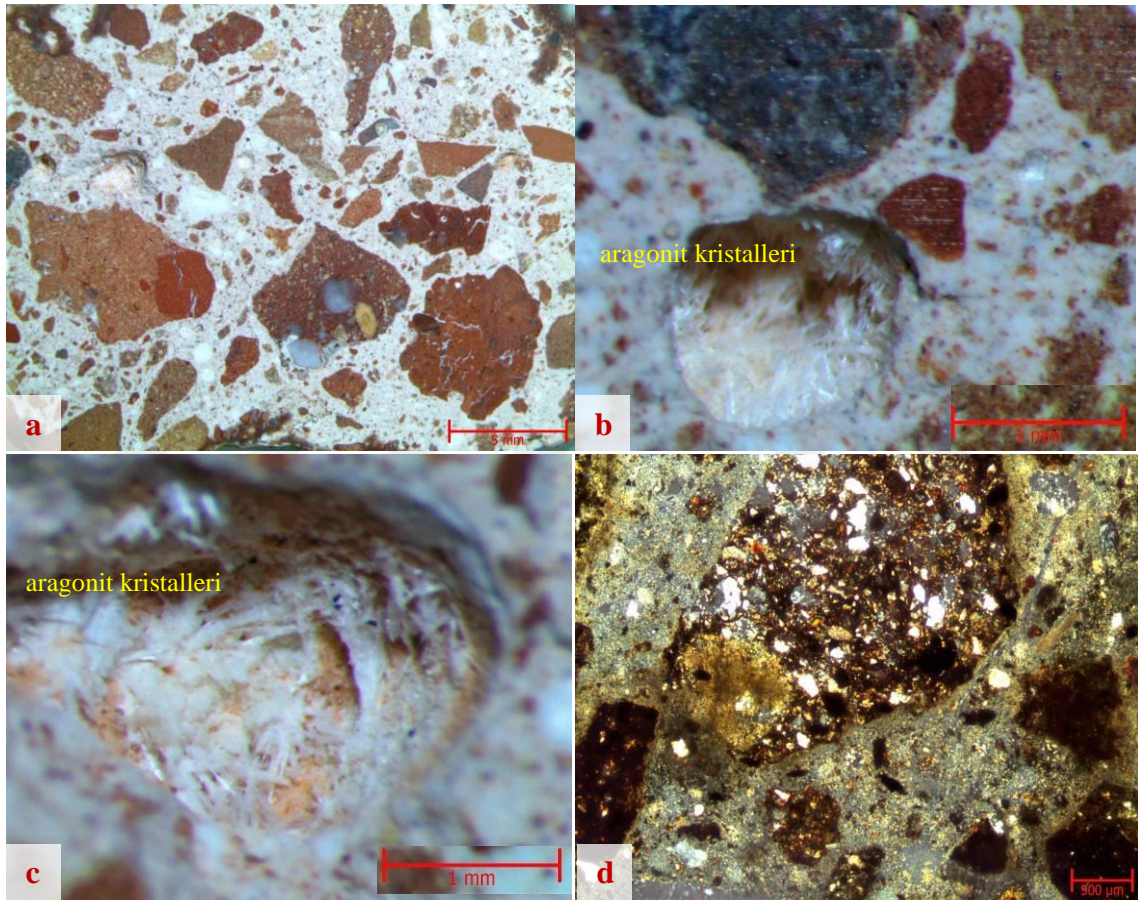
Şekil 4. 125. Örnek 27 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) 27 b ve 27c genel doku görüntüsü x0,67; c ve d) 27a genel doku görüntüsü x0,67

Örnek 27a. 27 no.lu örneğin alt tabakasıdır. Açık pembe renkli, ortalama 3,5 cm kalınlığında olan sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir. Örnekte %2 kadar yaklaşık miktarda kireç topları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, yaklaşık %5-8 oranında 8-10 mm boyutları arasında tuğla/keramik kırığı çakılı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, yaklaşık %5 kadar feldspat, %3 civarında kuvars ile %15 civarında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Çakıl boyutlular hariç örneğin agrega boyutları, tuğla/keramik kırığında 8 mm

elek altı, diğer agregalarda 2 mm elek altıdır. Karbonatlı parçacıklar dışındaki diğer parçacıklar tuğla/keramik kırığı ile kireç kaynaklıdır.

Tuğla/keramik kırığı agregalarının içerisinde 3 mm elek altı şamot parçacıkları 1 mm elek altı kuvars ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. 1 adeti 2 mm olmak üzere çok az miktarda 500 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Örneğin gözeneklerinin bir kısmı içerisinde ikincil aragonit kristallenmesi (beyaz renkli, iğnemsli lifler şeklinde) oluşmuştur. Örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



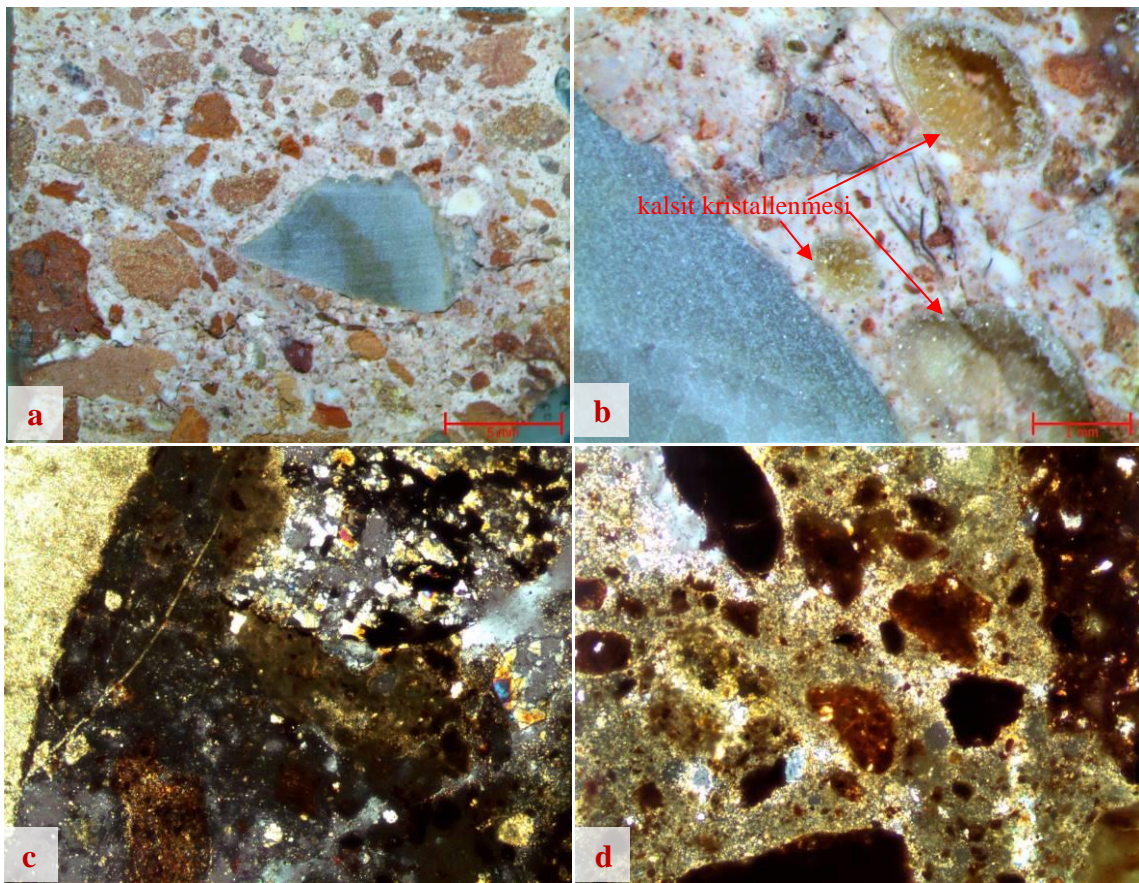
Şekil 4. 126. Örnek 27a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 27b. 27 no.lu örneğin **orta** tabakasıdır. Kırmızımsı pembe renkli, 4-4,5 cm arasında değişen kalınlıktaki oldukça sağlam yapıda olan harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örneğin alt yüzeyinde yaklaşık 45x55 mm ve 12x15 mm boyutlarında devoniyen kalkerli kırıkları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %3 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, 2 mm elek altı, tek tük

tüfük nitelikli volkanik kayaç parçacığı, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %3-5 oranında kuvars ve %3-5 oranında beyaz feldspat ile 8 mm elek altı, %15 civarında karbonatlı parçacıklar (devon kalkerleri) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte tek tük katkı bulunmamaktadır.

Bir kısmı tuğla/keramik kırığı içerisinde şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı agrega fazı ve bağlayıcı bağlayıcı fazı darbelerden kaynaklı olduğu düşünülen mikro çatlaklara bağlı olarak yer yer nispeten zayıflamış görünmekle birlikte iyidir. Tek tük 700-800 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bu gözeneklerin ve kireç topraklarını bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur.



Şekil 4. 127. Örnek 27b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

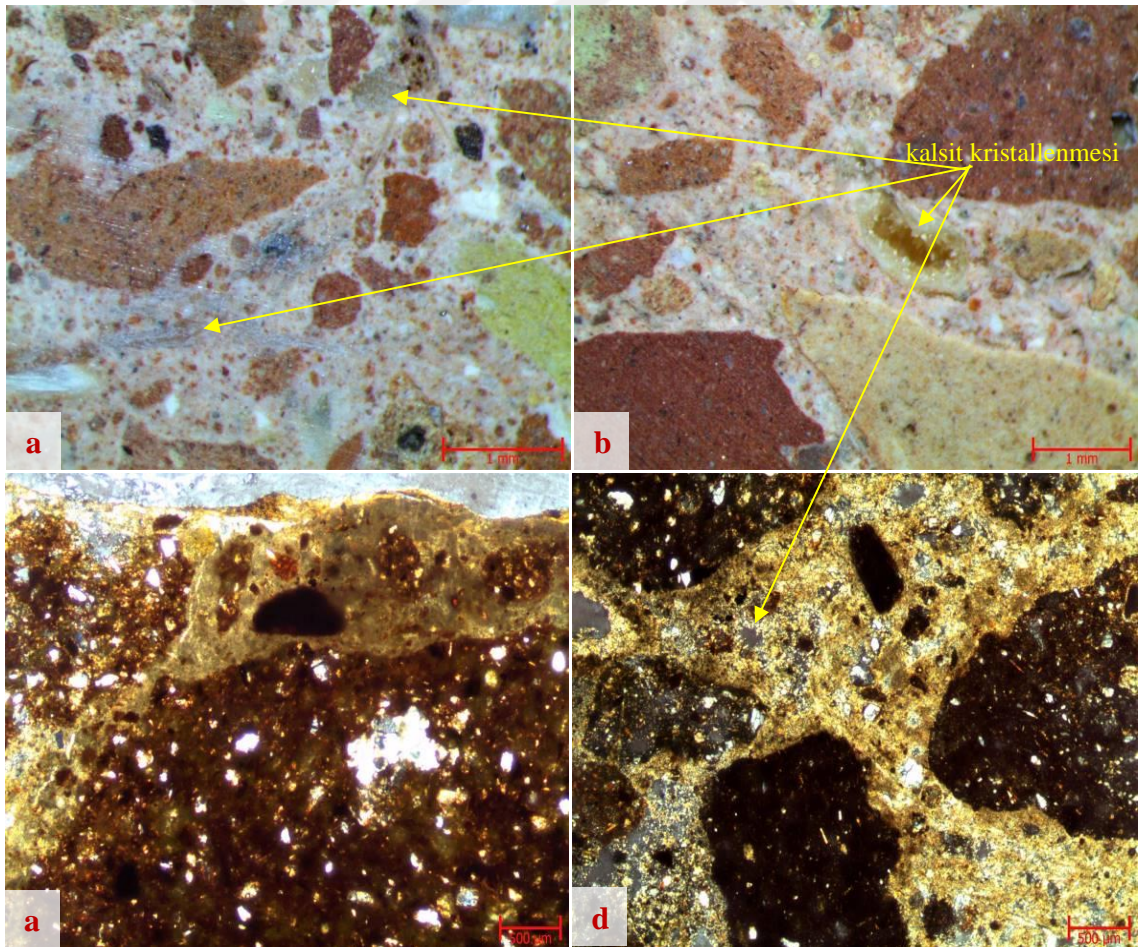
Örnek 27c. 27 no.lu örneğin üst tabakasıdır. Pembe renkli, 2-3,5 cm arasında değişen kalınlıkta olan sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örneğin mala perdeli olan üst yüzeyi üzerinde kir ve is tabakası mevcuttur. Örnekte az miktarda, bir kısmı tamamen ya da kısmen kalsitleşmiş kireç toprakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %5-8 oranında 8-12 mm arasında

çakıl boyutlu tuğla keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, 2 mm elek altı çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %2 civarında feldspat, %2-3 oranında kuvars ile %15 civarında karbonatlı parçacık olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte çok az miktarda iyi dövülmüş kırıntı katkı bulunmaktadır.

Bir kısım tuğla/keramik kırığı agregaların içerisinde şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar mevcuttur. Örnekte, bir kısmının içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiş, tek tük yaklaşık 2 mm.ye kadar olmak üzere 700-800 μ boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı agrega fazı ve bağlayıcı bağlayıcı fazı darbelerden kaynaklı olduğu düşünülen mikro çatlaklara bağlı olarak yer yer nispeten zayıflamış görünmekle birlikte iyidir. Örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örnek boyunca, keramik agregaları ikiye bölerek devam eden ve zamanla içerisinde kirlilik biriken ve ikincil kalsitleşme oluşan çatlağın deprem benzeri bir sarsıntı sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

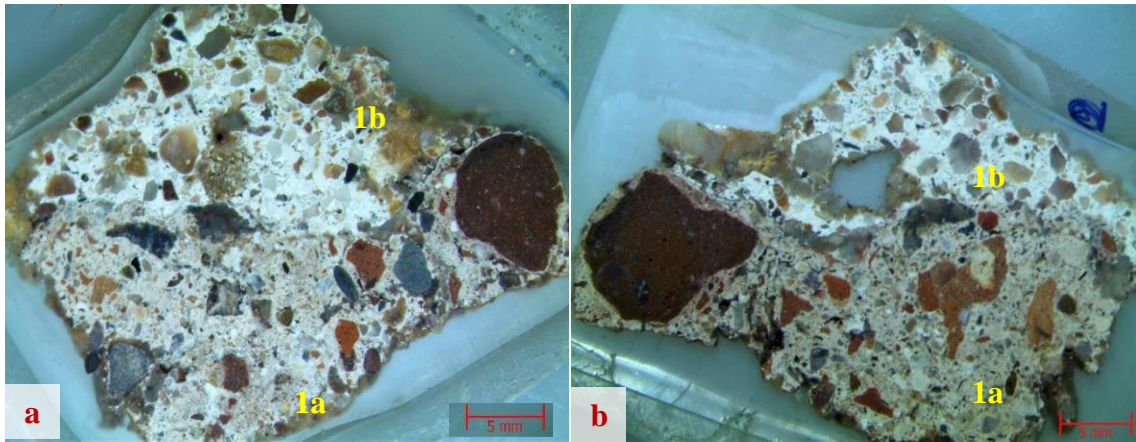


Şekil 4. 128. Örnek 27c kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

4.4.2. CMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

CMK (Güney giriş kazılar/ Cağaloğlu İstasyon girişi) alanından 12 adet harç ve 2 adet sıva / katmanları ile birlikte 19 adet harç ve 3 adet sıva olmak üzere toplam 22 örnek üzerinde yürütülmüş olan genel analizlerin sonuç değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. 12.07.10 tarihinde CMK, C-E/7-1 plan karesi, duvar 22, 18.25 m kotundan alınmış 82 analiz no.lu harç örneği 2 tabakalıdır. Örneğin tabakaları arasında kirlilik bulunmayıp arka arkaya yapıldığı düşünülmektedir.



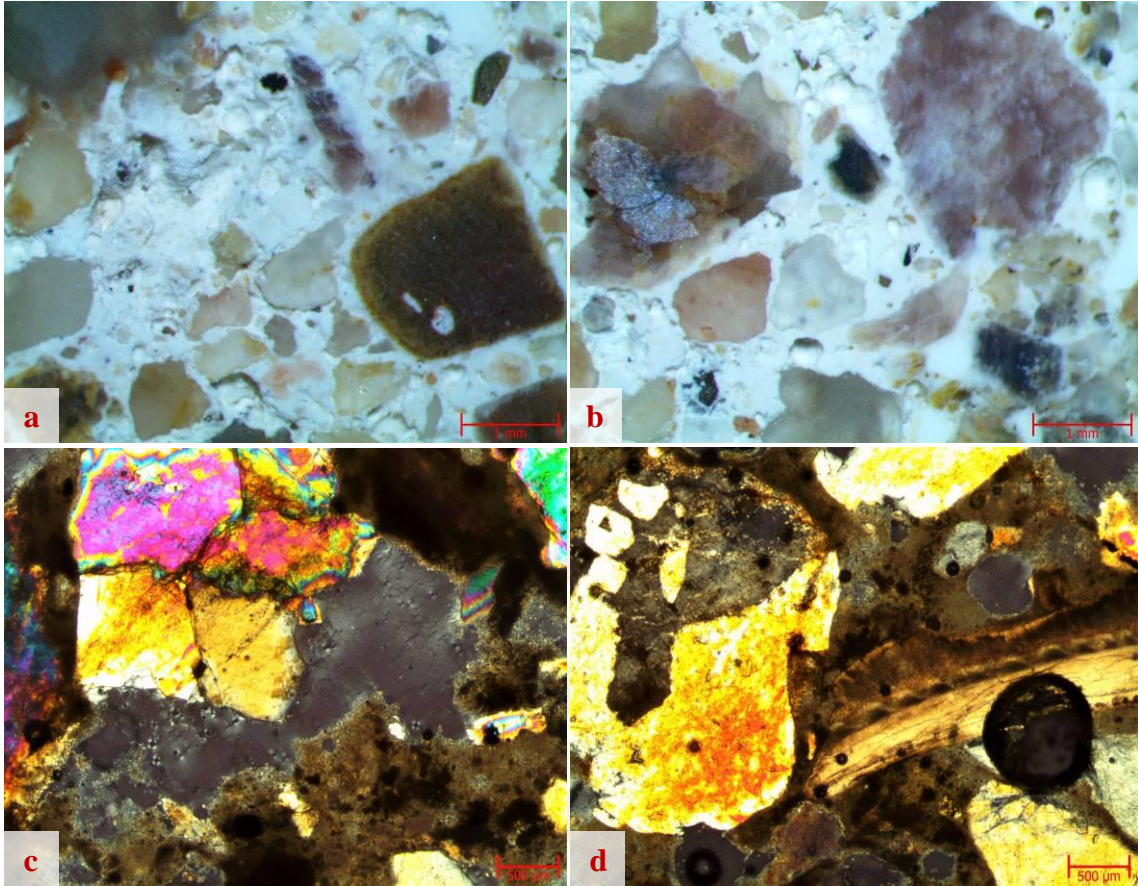
Şekil 4. 129. Örnek 1 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67

Örnek 1a. 1 no.lu örneğin alt tabakasıdır. Kahvems pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen ve içeriğinde bir kısmı kalsitleşmiş az miktarda kireç topağı bulunan sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %5-8 oranında (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları, tek tük olivin, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %5-8 oranında karbonatlı parçacıklar (çok az kavkı ve mermer kırığı), %5 civarında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar beyaz feldspat ile yaklaşık %30 kadar kuvars ve kuvarsit olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur (tozu az miktarda). Agregalar boyutları tuğla/keramik kırığı ve mermer kırığında çakıl boyutlular hariç 8 mm elek altı, diğer agregalarda 1 adet 5 mm boyutlu tüfik parçacık hariç 4 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık bulunmaktadır. Kuvarsları biyotitli, feldspatları muskovit ve biyotitli olan örneğin kumu tüfik kökenlidir.

Örnekte, bir kısmı içerisinde ikincil kalsit kristalleşmesi oluşan çok az miktarda 600-700 μ boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Bağlayıcı- agregalar fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda noktasal olarak dökülmeler görülmekle birlikte genelde

iyidir. Örnekte saptanan çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzlarının topraktan, çevresel kirliliklerden; proteinin hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



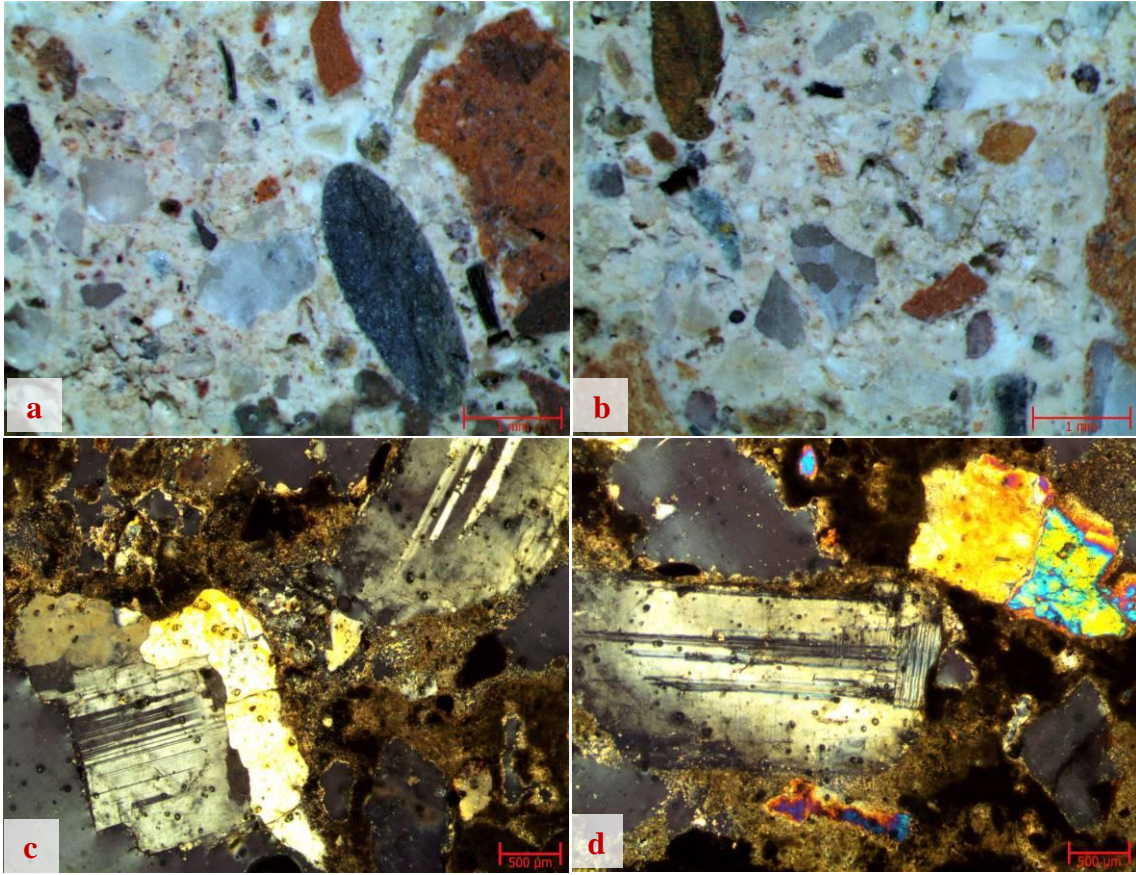
Şekil 4. 130. Örnek 1a kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 1b. 1 no.lu örneğin üst tabakası, krem renkli, 4-5 cm arasında değişen kalınlıktaki sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %25- 30 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %5-8 oranında (1 adeti) 15 mm boyutlu kuvars çakılıdır. Örneğin diğer agregaları tek tük biyotit, çok az demir oksit parçacığı (kırmızı, kahve ve sarı renkli), çok az sarı renkli altere parçacıklar, az siyah cüruf parçacığı, %5 civarında kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında feldspat olup kalanı kuvars ve kuvarsittir. İçerikteki tek tük 2 mm elek altı tuğla kırığı ve çok az tozu üst tabakadan karışmıştır. Agregaların boyutları, çakıl parçacıklar hariç azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altıdır. Çok az miktardaki kavkı ve karbonatlı parçacıklar kum kaynaklıdır.

Çok az miktarda 1 mm boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örneğin 1a tabakası ile olan ara fazında kirlilik ve boşluk bulunmayıp her iki tabaka eş zamanlı üretilmiştir. 1a tabakasına

tuğla/keramik kırığı ve tozu ilave edilmemiştir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzlarının topraktan, çevresel kirliliklerden, proteinin hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



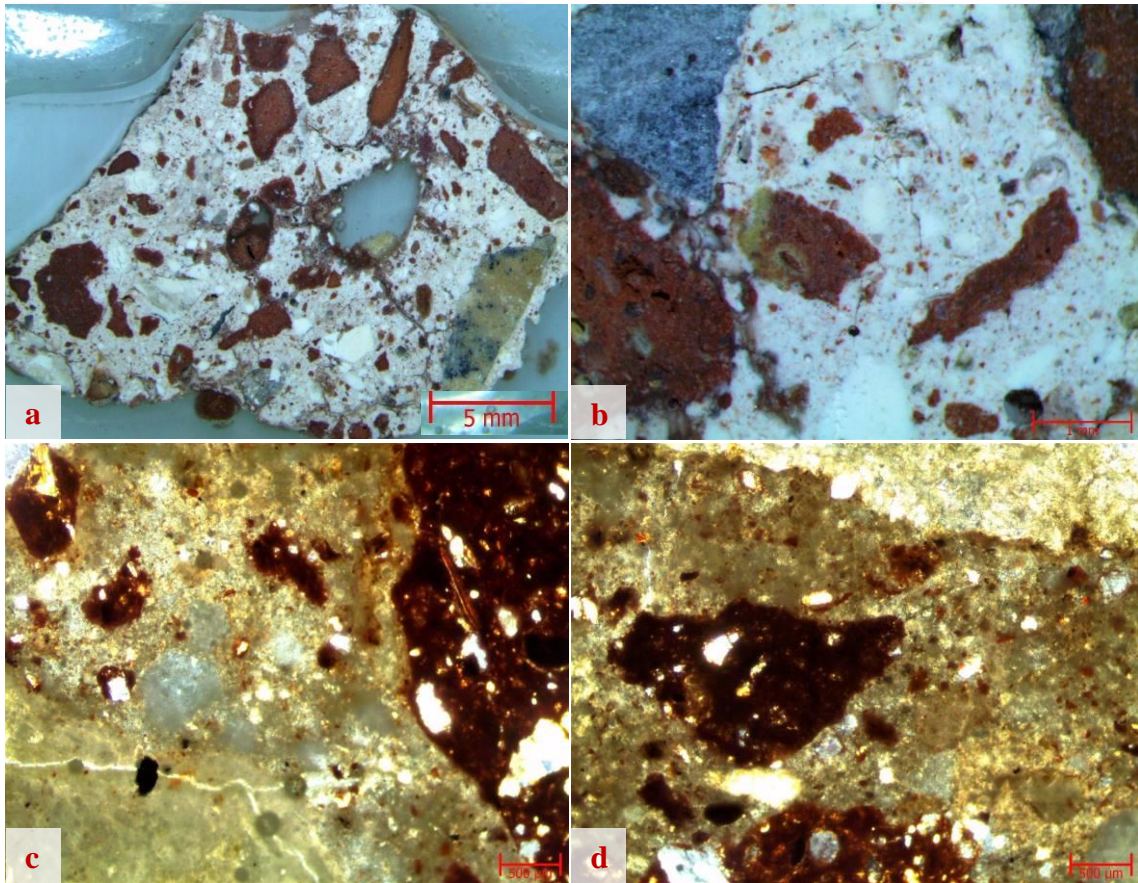
Şekil 4. 131. Örnek 1b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 2. 26.12.09 tarihinde CMK, D-E/7-8 plan karesi, döşeme 5 altı bloğu duvarı, 22.20 m kotundan alınmış 62 analiz no.lu, pembe renkli, 2-3,5 cm arasında değişen kalınlıktaki, oldukça sağlam yapıda olan harç örneğinin bağlayıcısı %40 civarında hava kirecidir. Örneğin içeriğinde 3 mm.ye kadar %3-5 oranında kireç topağı bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %10 civarında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, %3-5 oranında kuvars, %3-5 oranında beyaz feldspat ile %30-35 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örnekte tek tük kırıntı katkısı bulunmaktadır. Agrega boyutları, çakıl boyutlular hariç tuğla/keramik kırıkları 8 mm elek altı, karbonatlı parçacıklarda tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Tuğla/keramik kaynaklı olan diğer parçacıklar ise tek tük 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır.

1 adet 4x10 mm boyutlu kireçtaşı kırığının gözeneklerinde is, kenarlarında kül birikintisi bulunmaktadır. Örnekte yaklaşık 3 mm boyutunda, içerisinde kireç topağı, tuğla kırığı ve kül bulunan harç farklı bir harç kütlesi bulunmaktadır. Örnek dokusunda, bir kısmı içerisinde ikincil kalsit kristalleri gelişmiş çok az miktarda 500-600 μ boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Dokuda ince çatlaklar gözlenmekle birlikte örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekteki çatlakların kazı sırasındaki sarsıntı, darbe ya da örnek alınırken oluştuğu düşünülmektedir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

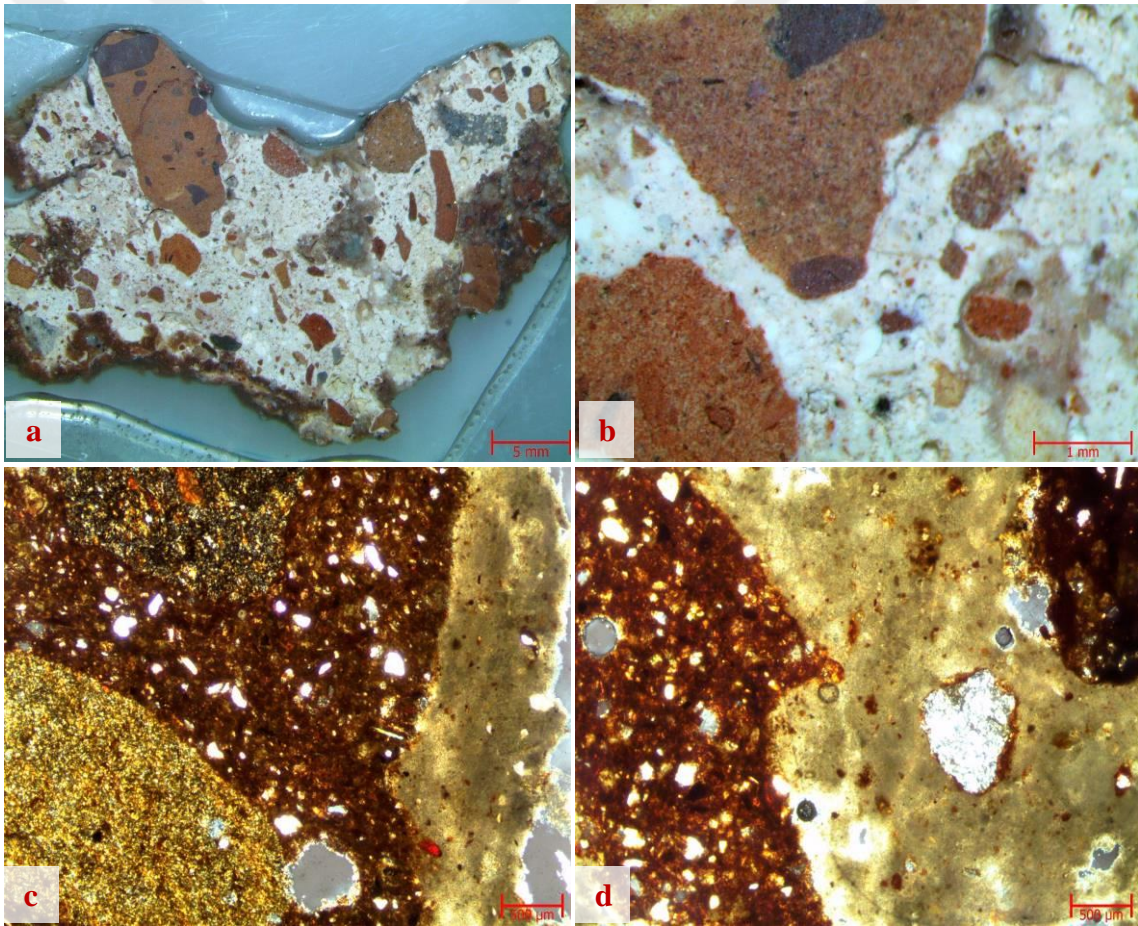


Şekil 4. 132. Örnek 2 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 3. 25.12.09 tarihinde CMK, A-B/8 plan karesi, duvar 20 içi 22.25 kotundan alınmış 58 analiz no.lu, açık pembe renkli sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı 35-40 oranında hava kirecidir. Örnekte %2 civarında 1 mm.den küçük boyutlu kireç topağı mevcuttur.

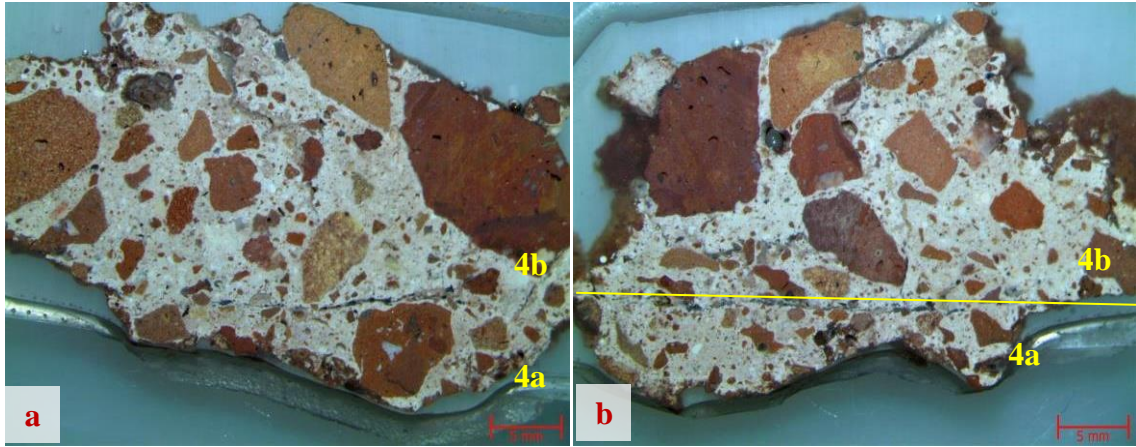
Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregalarının yaklaşık %10 kadar 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Diğer agregalar 1 mm boyuta kadar, çok az siyah cüruf parçacığı ve muskovit, az kuvars, %2 civarında beyaz feldspat ile yaklaşık %35 kadar karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Tuğla/keramik kırığı agregaların bir kısmı içerisinde kuvars, küçük boyutlu şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar yer almaktadır. Az miktarda 700-800 μ boyuta kadar gözenekleri olan örnekte kılcal çatlaklar mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer küçük dökülmeler olmakla birlikte iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin topraktan, çevresel kirlilikler ile hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 133. Örnek 3 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 4. 16.10.10 tarihinde CMK, D/6 plan karesi, duvar 61, 19.70 m kotundan alınmış olan 97 analiz no.lu 2 tabakalı harç örneğidir. Aralarında yer yer boşluklar ve kül, is birikintisi olmakla birlikte her iki tabaka da benzer niteliktedir.

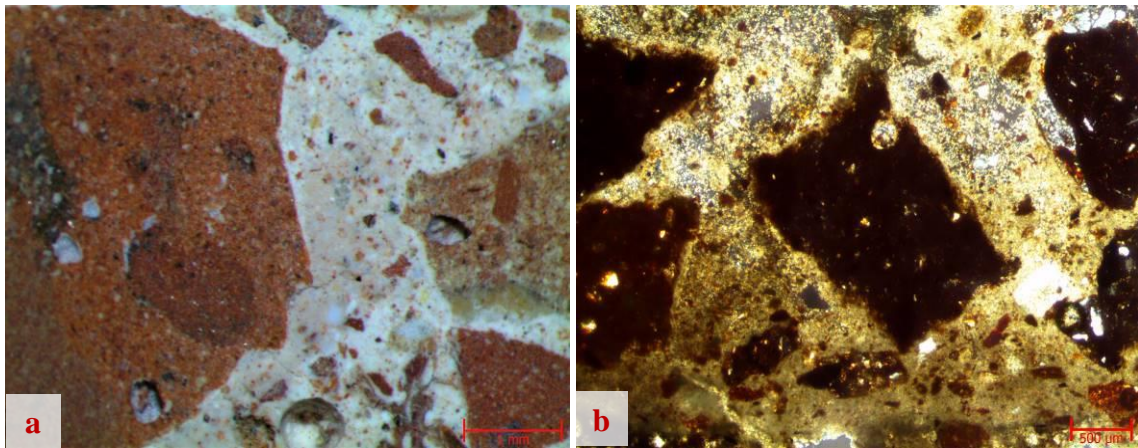


Şekil 4. 134. Örnek 4 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x 0,67

Örnek 4a. 4 no.lu örneğin **alt** tabakasıdır. Üst tabakasına göre daha koyu pembe renkli olan çok az miktardaki sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir. Örnekte çok az miktarda kireç topakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %40 kadar 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik içermektedir. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı, tek tük camsı kürecikler, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %2 civarında feldspat, yaklaşık %2 kadar kuvars ile %3-5 oranında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı kırığı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örneğin agregalarının tamamı tuğla/keramik kırığı olup diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örneğin tuğla/keramik kırığı agregalarının bir kısmı içerisinde kuvars, şamot ile silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar mevcuttur. Az miktarda 700-800 μ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekte saptanan çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

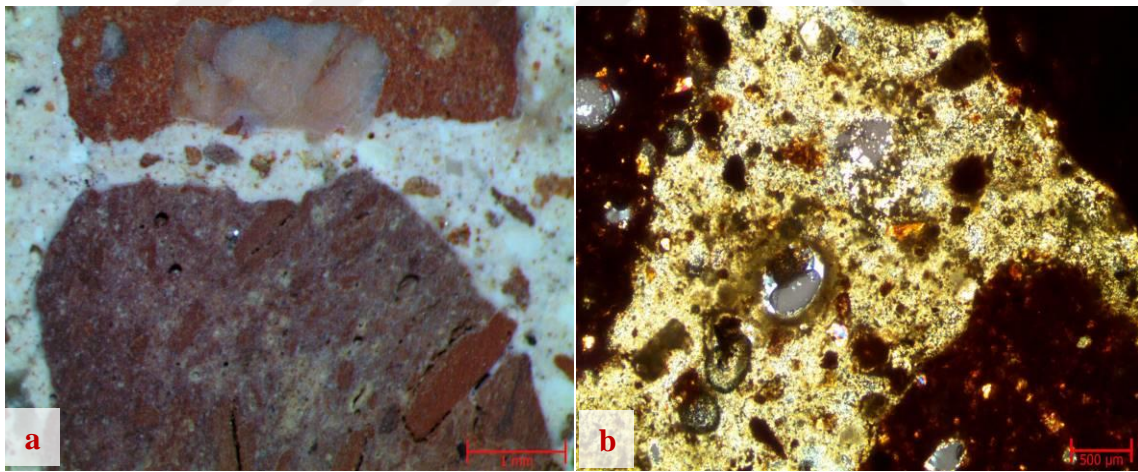


Şekil 4. 135. Örnek 4a kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 4b. 4 no.lu örneğin üst tabakası daha açık pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir. Örnekte az miktarda 1 mm.den küçük boyutlu kireç topağı bulunmaktadır.

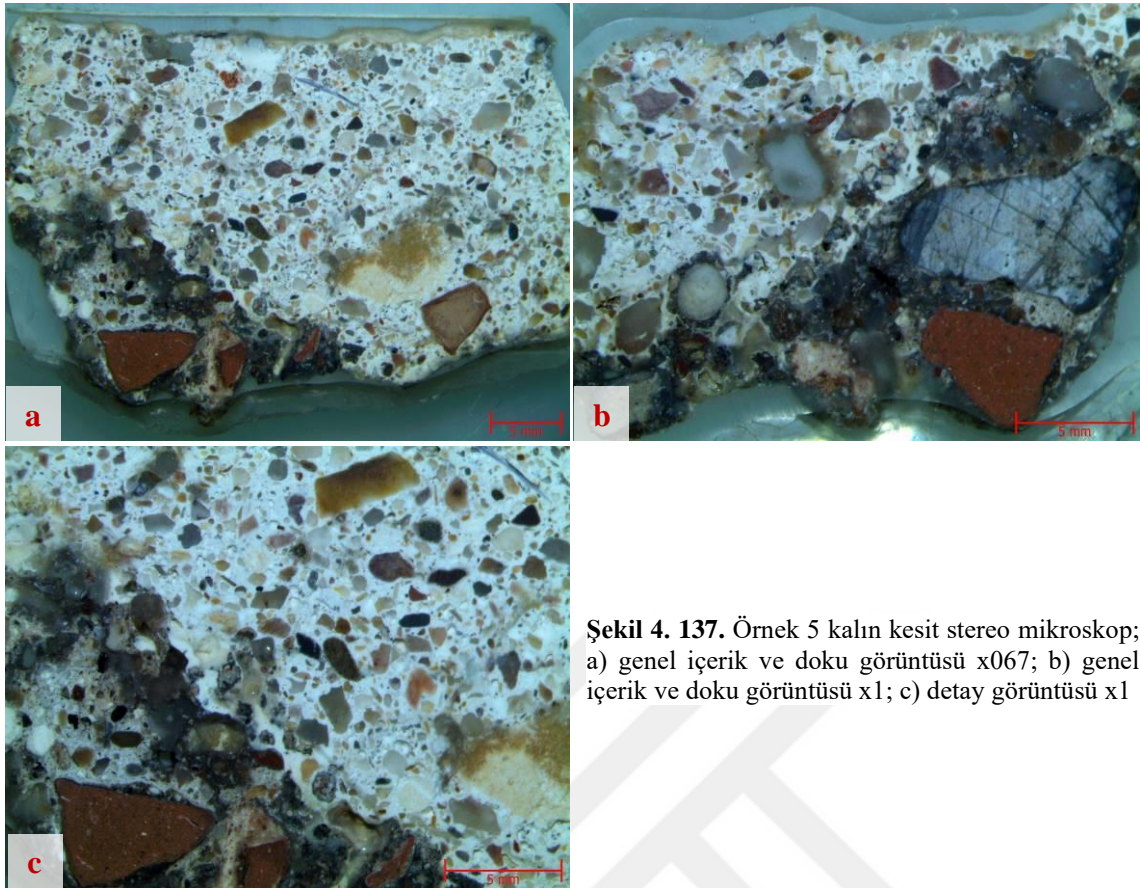
Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregalarının, %60 kadarı 8-18 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları 2 mm elek altı tek tük olivin, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, az beyaz feldspat, az miktarda kuvars ile %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin agregalarının tamamı tuğla/keramik kırığı olup diğer parçacıklar tuğla/keramik ve kireç kaynaklıdır.

Çeşitli renk ve nitelikte olan tuğla/keramik kırığı agregalarının bir kısmı içerisinde kuvars, şamot ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Az miktarda 700-800 µ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bu gözeneklerinin bir kısmında ikincil aragonit ve kalsit kristalleşmesi oluşmuştur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzunun ve proteinin topraktan, çevresel kirlilikler ile hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 136. Örnek 4b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 5. 15.07.10 tarihinde CMK, C-E/3-4 plan karesi, duvar 42, 18.10 m kotundan alınmış 83 analiz no.lu, 2 tabakalı olan sıva örneğidir. Tabakalar arası fazı oldukça iyi olan, arada kirlilik ya da boşluk gözlenemeyen katmanların eş zamanlı arka arkaya üretildiği düşünülmektedir.

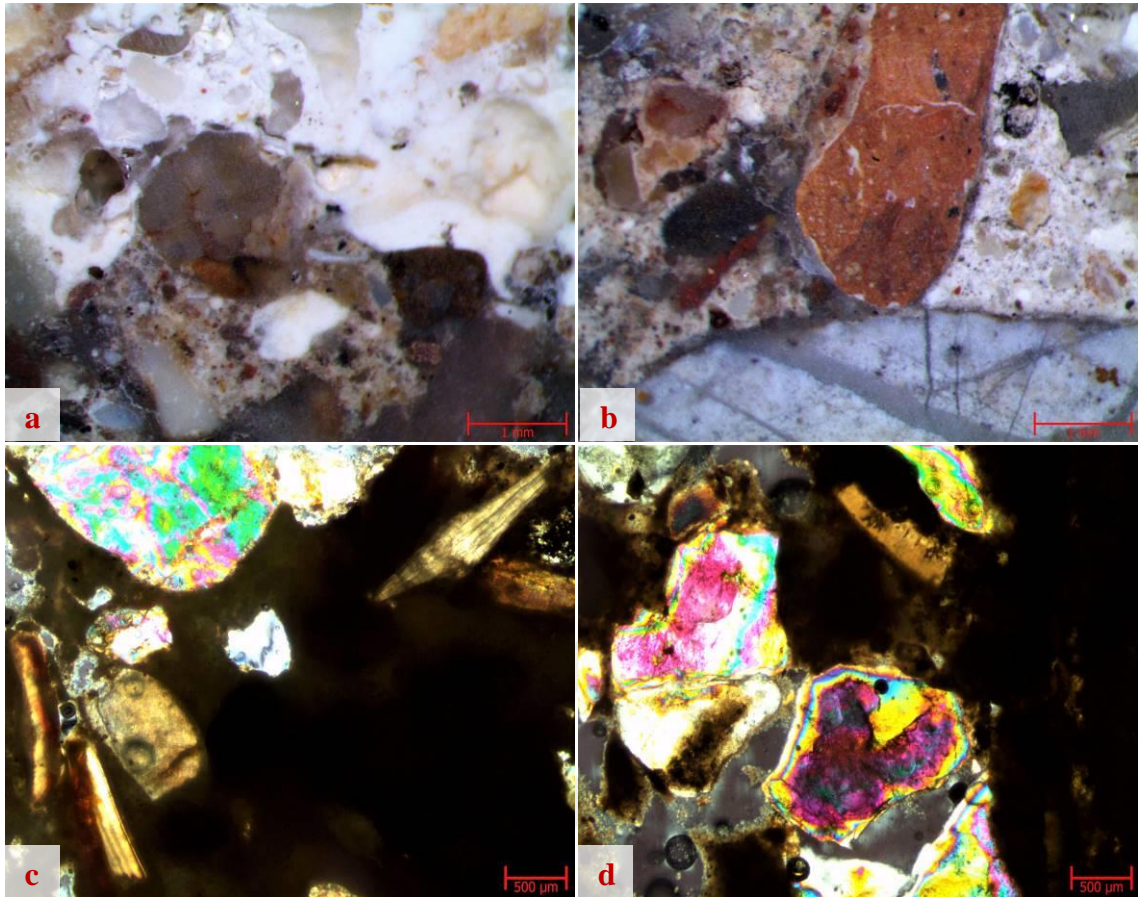


Şekil 4. 137. Örnek 5 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x067; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x1

Örnek 5a. 5 no.lu örneğin alt tabakasıdır. Homojen olarak karıştırılmadığından yer yer koyu gri renkli, yer yer pembe renkli olan ve kalınlığı belirlenemeyen, sağlam yapıdaki kaba sıva örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örnekte az miktarda kireç topakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, tek tük 8 mm elek altı olmak üzere 1 mm elek altı %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı, devon kalker ve kavkı), 3 mm boyuta kadar tek tük olivin, muskovit, %5-8 oranında kumtaşı ile şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %30 civarında kuvars olup kalanı 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte homojen olarak dağılmamış olmakla birlikte yaklaşık %2 kadar kül ve 5 mm boyuta kadar siyah cüruf parçacığı bulunmaktadır. Asitle muamele ve elek analizi yapılamayan az miktardaki örneğin içeriği görsel analiz ve hazırlanmış olan kalın ve ince kesitlerinin değerlendirilmesi sonucunda yapılmıştır.

Az miktarda 700-800 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorüt tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

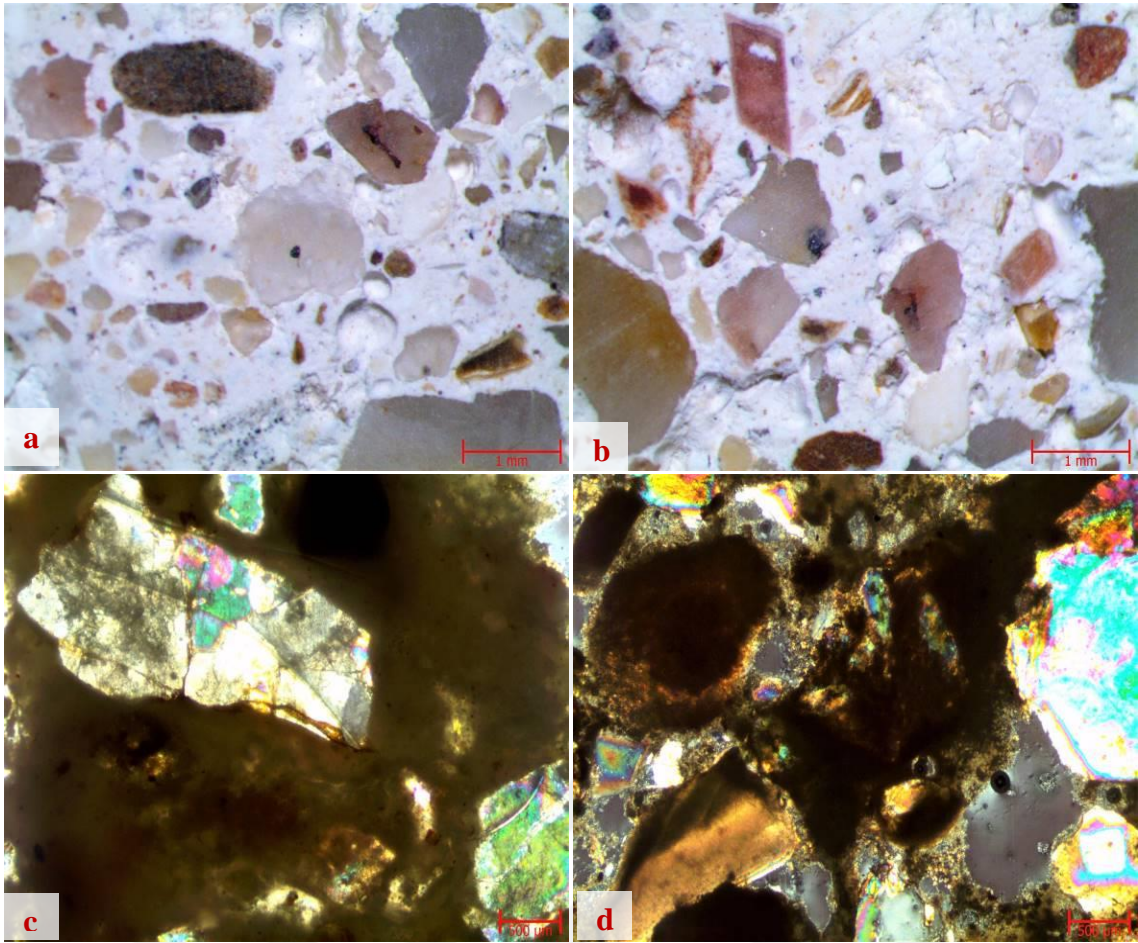


Şekil 4. 138. Örnek 5a kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 5b. 5 no.lu örneğin üst tabakasıdır. Krem renkli, 1,5-2,5 cm arasında değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki sıva örneğinin bağlayıcısı %30 kadar hava kirecidir. Örnekte az miktarda kireç toprakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, tek tük muskovit, tek tük olivin, az siyah cüruf parçacığı, çok az sarı ve kırmızı renkli demir oksit parçacıkları, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %2 civarında tuğla/keramik kırığı, %5 civarında grovak, kumtaşı, şistik, tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %20 civarında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı kırığı ve kavkı), yaklaşık %15 kadar beyaz feldspat olup kalanı kuvarstır. Agregaya boyutları tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örneğin içerisinde alt tabakasına benzer nitelikte, kül katkılı ve katkısız tuğla/keramik kırığı içeren 3 mm boyuta kadar tek tük harç toprakları mevcuttur. Az miktarda 700- 800 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaya fazı iyidir. Örnekte tespit edilen nitrat tuzunun topraktan, çevresel kirliliklerden, hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 139. Örnek 5b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d)ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

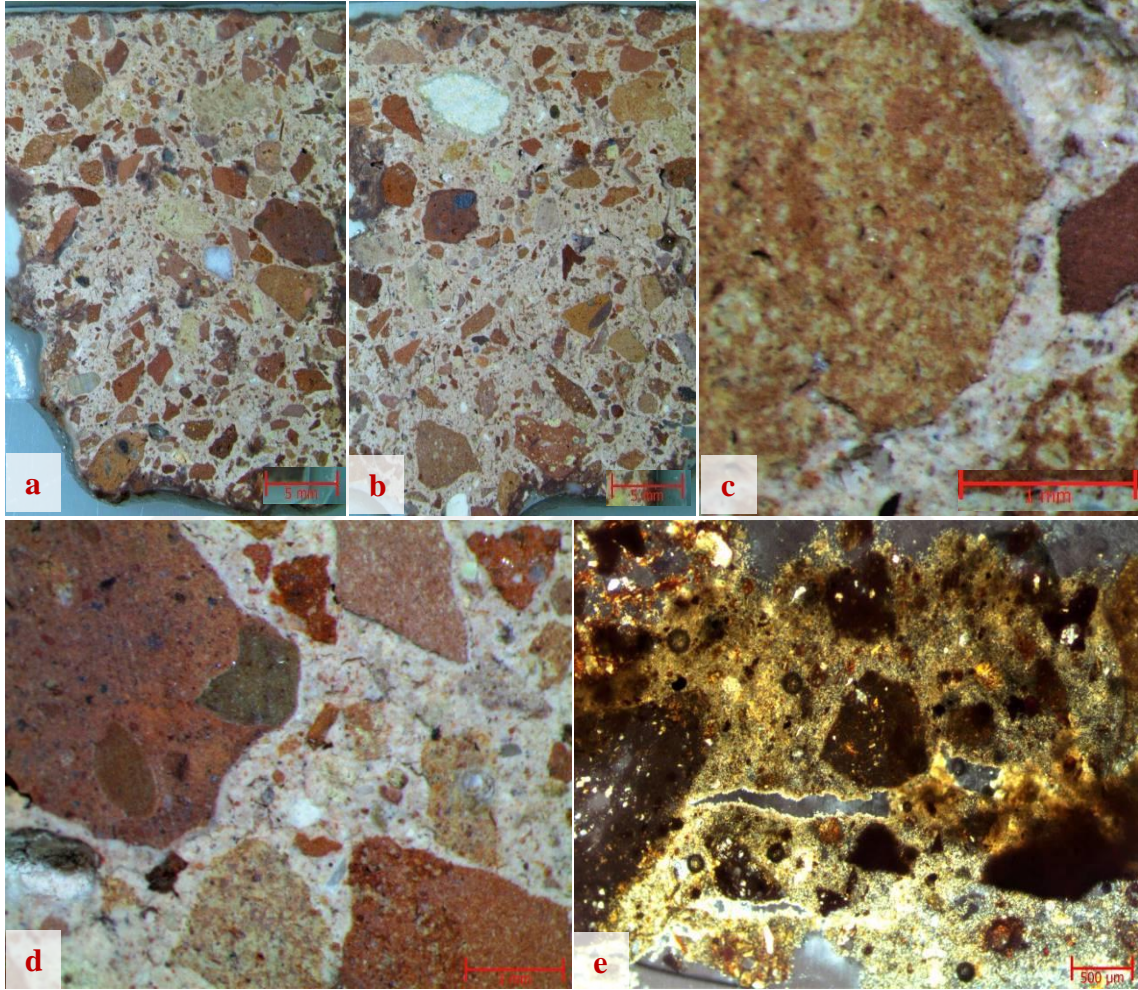
Örnek 6. 18.05.10 tarihinde CMK, D-E/9-10 plan karesi, mekan 1, 18.60 m kotundan alınmış 74 analiz no.lu, pembe renkli, kalınlığı tam olarak belirlenememekte birlikte ortalama 5 cm kalınlığında, sağlam yapıdaki sıva örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örnekte az miktarda 2 mm.den küçük boyutlu kireç topağı bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az muskovit ve siyah cüruf parçacığı, %2-3 oranında beyaz renkli feldspat, %3 civarında kuvars ile %10 civarında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla /keramik kırığıdır. Agregada boyutları tuğla/keramik kırıklarında 2 adeti 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altı, karbonatlı parçacıklarda tek tükü 4 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm elek altı diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Çeşitli renk ve nitelikte olan tuğla/keramik kırığı agregalarının bir kısmının içerisinde şamot, volkanik kayaç parçacığı, kuvars ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar mevcuttur. Örnekte tek tükü 1 mm boyuta kadar olmak üzere 600-700 µ boyuta kadar çok

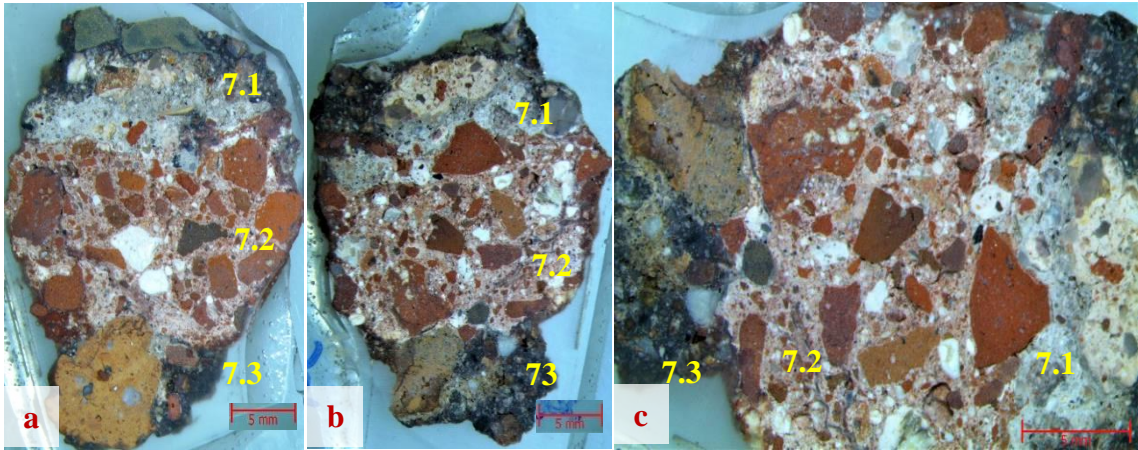
az miktarda gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bir kısım gözeneklerinde ve çatlakları arasında ikincil kalsit kristalleri oluşmuştur. Örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler ve mikro çatlaklar gözlenmekle birlikte iyidir.

Örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin mala perdahlı olan üst yüzeyinde kirlilik bulunmaktadır.



Şekil 4. 140. Örnek 6 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; c) detay görüntüsü x5; d) detay görüntü x4; e) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 7. 03.11.10 tarihinde CMK, D/5 plan karesi, 17.10 m kotundan alınmış 98 analiz no.lu, 3 tabakalı taban döşeme harcı örneğidir. Alt ve üst tabakası kesin olarak belirlenemeyen örneğin tabakalarının arka arkaya eş zamanlı üretildiği düşünülmektedir. Tabakaları arasında kirlilik veya boşluk gözlenmeyen örneğin tabaka arası fazları iyidir.



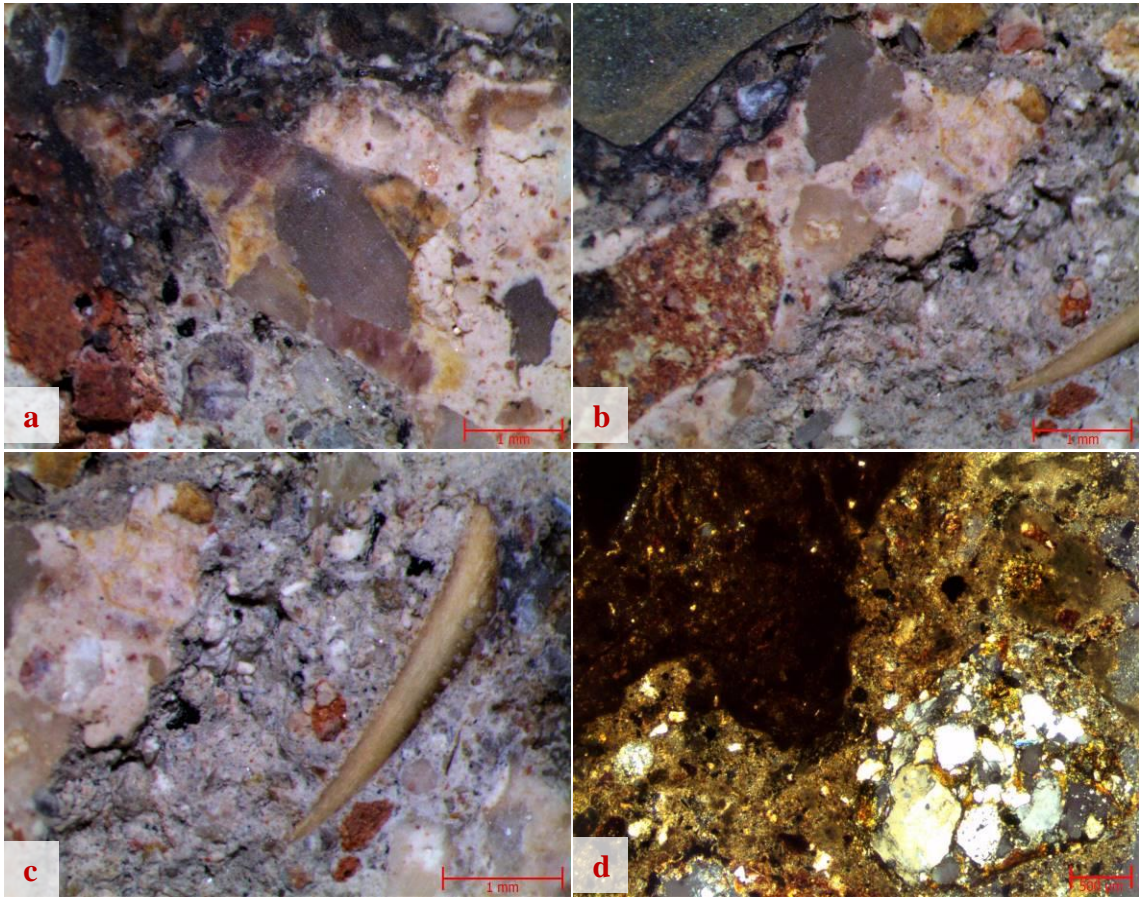
Şekil 4. 141. Örnek 7 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x067; c) genel içerik ve doku görüntüsü x1

Örnek 7.1. 7 no.lu örneğin üst tabakası olduğu düşünülmektedir. Homojen karıştırılmadığından yer yer renk farklılığı gözlenmekle birlikte grimsi kül renkli olan sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35 civarında hava kirecidir. Kalınlığı tam olarak belirlenemeyen harcın kalınlığı mevcut örneğe göre 8-15 mm arasındadır.

Örneğin dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıkları, 500 µ elek altı %5-10 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül ile tek tük kıtık katkı içermektedir. Örneğin diğer parçacıkları ise çok az muskovit, %5-8 oranında tuğla/keramik kırığı ve tozu %5-8 oranında grovak ve şistik parçacıklar ile tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %10-15 oranında beyaz renkli feldspat, yaklaşık %20 kadar karbonatlı parçacıklar (tek tük kavkı ve kemik parçacığı, kireçtaşı kırığı) olup kalanı azı kuvarsit olan kuvars kumudur. Agregat boyutları, tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer agregalarda tek tük 6 mm elek altı olan kuvarsit parçacıkları hariç 4 mm elek altıdır. Ayrıca görsel değerlendirmede 1 adet 12 mm boyutunda grovak kırığı bulunmaktadır.

Mikro çatlakları ve az miktarda 500- 600 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregat fazı iyidir. Örnek dokusunda yer yer ikincil kalsit kristalleşmeleri gelişmiştir.

Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzları ile proteinin topraktan, çevresel kirlilikler ile hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



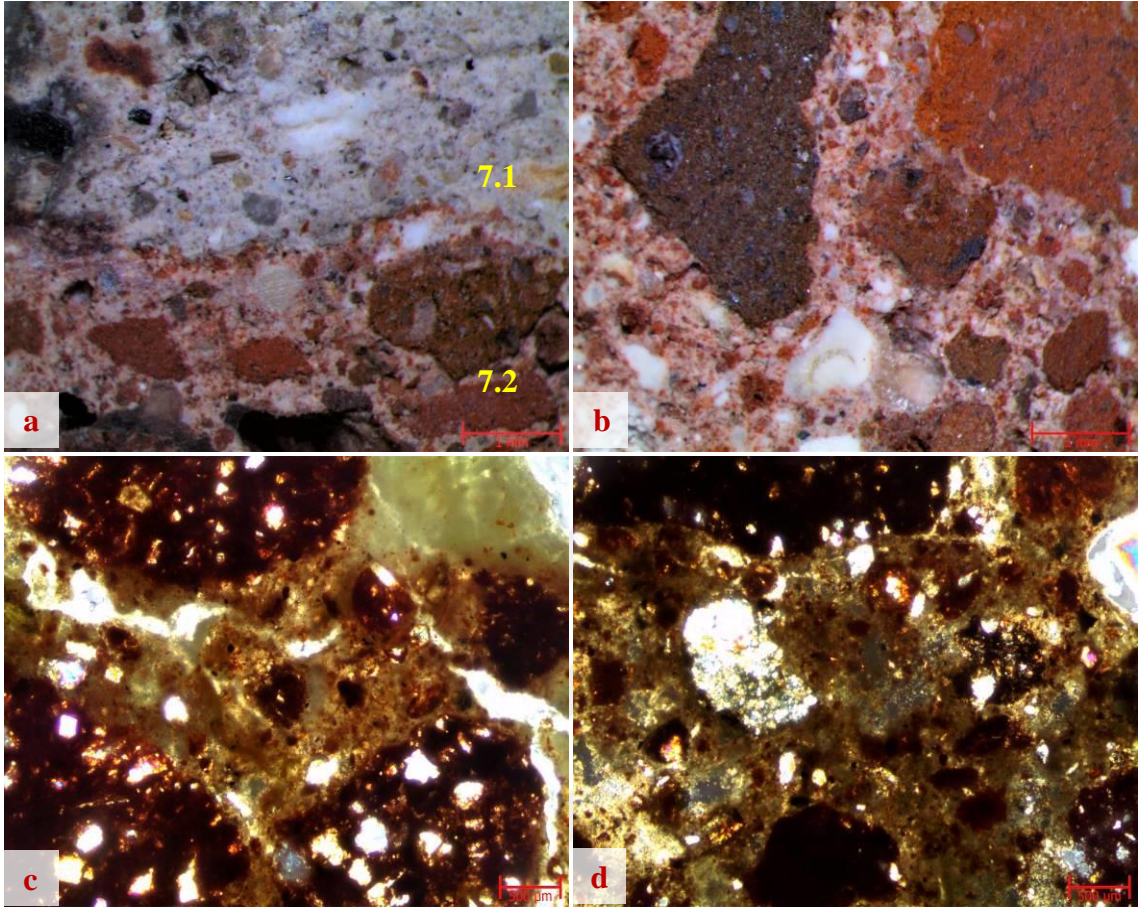
Şekil 4. 142. Örnek 7.1 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 7.2. 7 no.lu örneğin **orta** tabakasıdır. Pembe renkli, 1- 2,5 cm arasında değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %3-5'i topraklar halinde olmak üzere %30-35 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %5 civarında beyaz feldspat, %5 civarında kuvars ile %10 civarında karbonatlı parçacıklar olup kalanı tuğla keramik kırığı ve tozudur. Örneğin agrega boyutları, tuğla/keramik kırığı agregalarında 6 mm elek altı, diğer parçacıklarda tek tük 6 mm elek altı feldspat ve volkanik kayaç parçacığı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Örneğin bir kısım tuğla/keramik kırığı agregalarının içerisinde silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örnek dokusunda mikro çatlaklar ve tek tük 500-600 µ boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Bu gözenek ve çatlakların bir kısmı içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiştir. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, bağlayıcı alanda noktasal dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir.

Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzlarının topraktan, çevresel kirliliklerden ve hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir

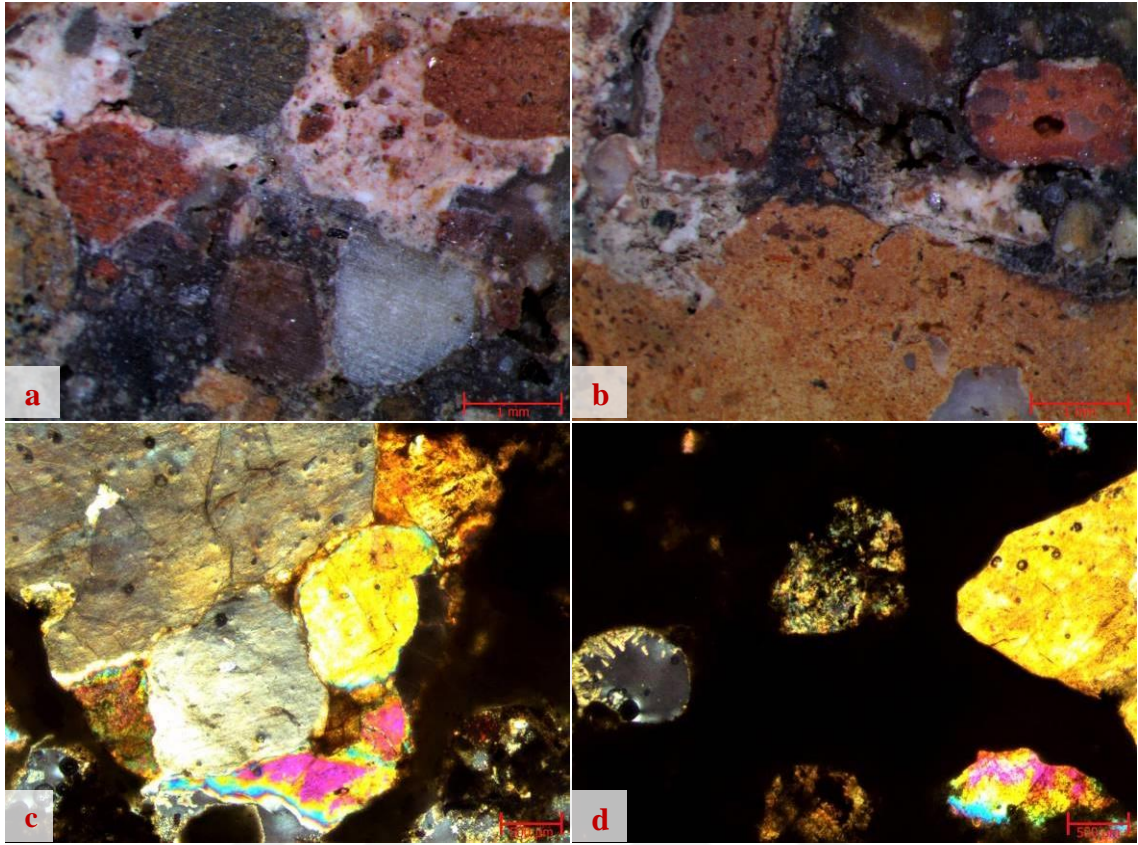


Şekil 4. 143. Örnek 7.2 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 7.3. 7 no.lu örneğin az miktarda olan **alt** tabakasıdır. Koyu toprak renkli, kalınlığı tam olarak belirlenememekle birlikte mevcut örneğe göre 1 cm kalınlığındaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

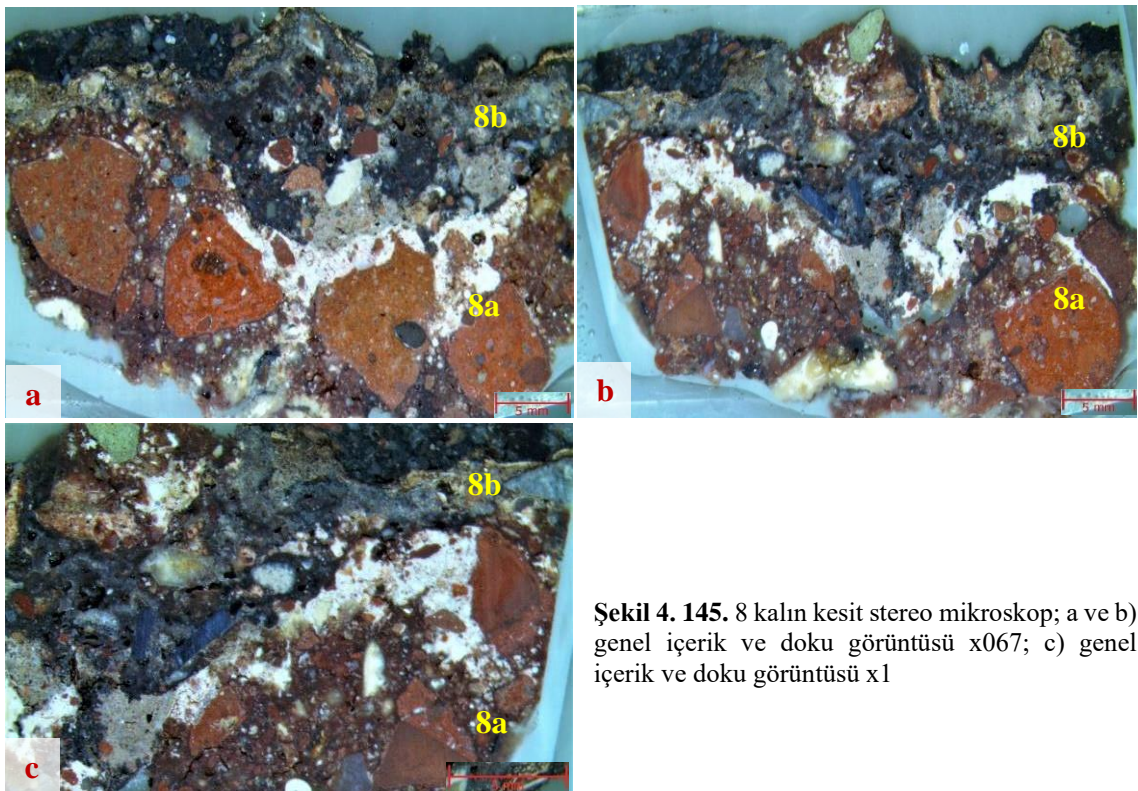
Örneğin dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıkları, yaklaşık %10 kadar siyah cüruf parçacığı ve kül katkı ilavelidir. Örneğin dolgu ve katkı amaçlı diğer parçacıkları çok az muskovit, %5 civarında beyaz feldspat, %3-5 oranında kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar tuğla/keramik kırığı ve tozu ile %20-25 oranında karbonatlı parçacık olup kalanı kuvarstır. Agrega boyutları, tuğla keramik kırığı ile kumtaşı ve kayaç parçacıklarında 6 mm elek altı diğer parçacıklarda 4 mm elek altıdır.

Tek tük 500-600 μ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzlarının topraktan, çevresel kirliliklerden ve hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 144. Örnek 7.3 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 8. 11.02.11 tarihinde CMK, D/2 plan karesi, kanal 43, 16.05 m kotundan alınmış 117 analiz no.lu, 2 tabakalı sağlam harç yapıdaki örneğidir.

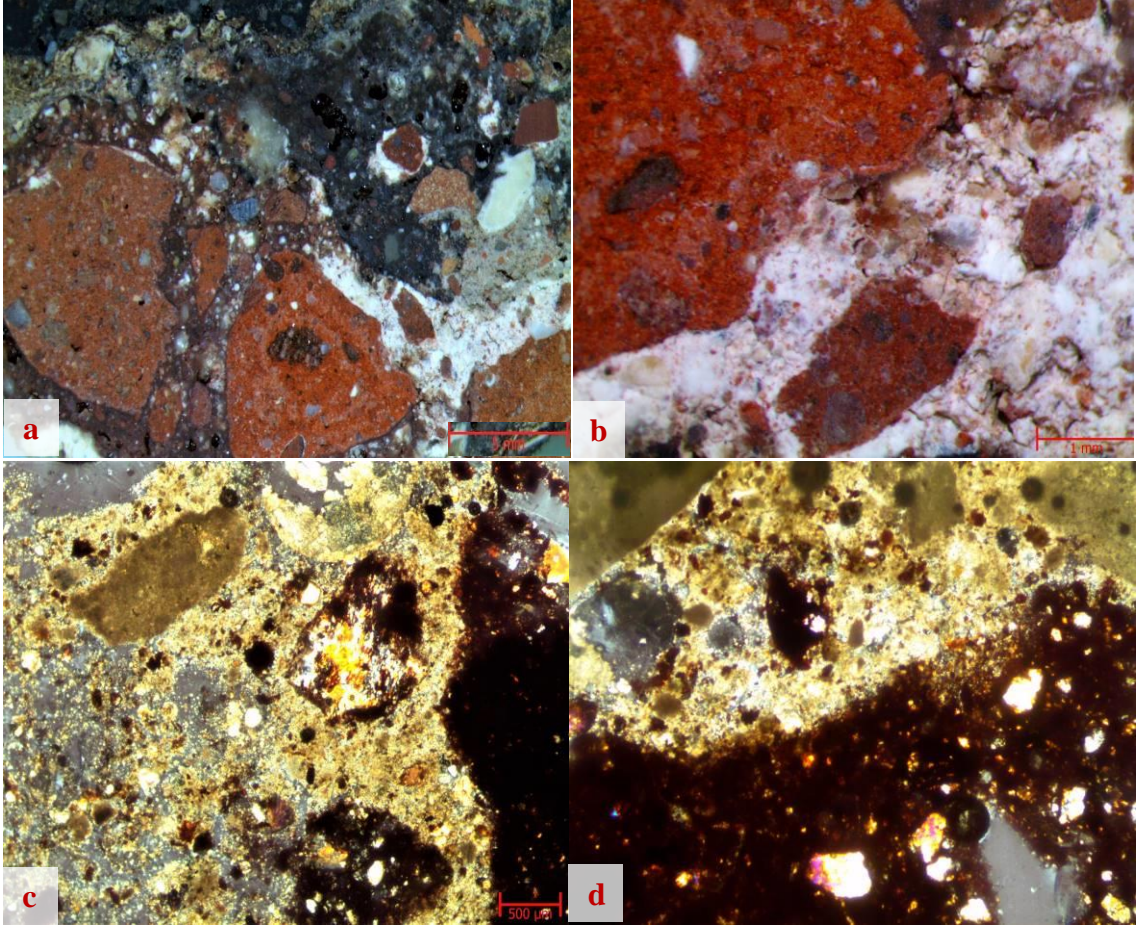


Şekil 4. 145. 8 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x67; c) genel içerik ve doku görüntüsü x1

Örnek 8a. 8 no.lu örneğin **alt** tabakasıdır. Pembe renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir. Örnekte az miktarda kireç topakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları %50 civarı 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları 4 mm elek altı, çok az muskovit ve siyah cüruf parçacığı, çok az volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında kuvars, %3 civarında beyaz feldspat, yaklaşık %15 kadar karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı ve az miktarda kavkı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Örneğin tuğla/keramik kırığı agregalarının içerisinde şamot, kuvars ve volkanik kayaç parçacıkları bulunmaktadır. Örnekte az miktarda 500-600 μ boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler görülmekle birlikte genelde iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan; az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

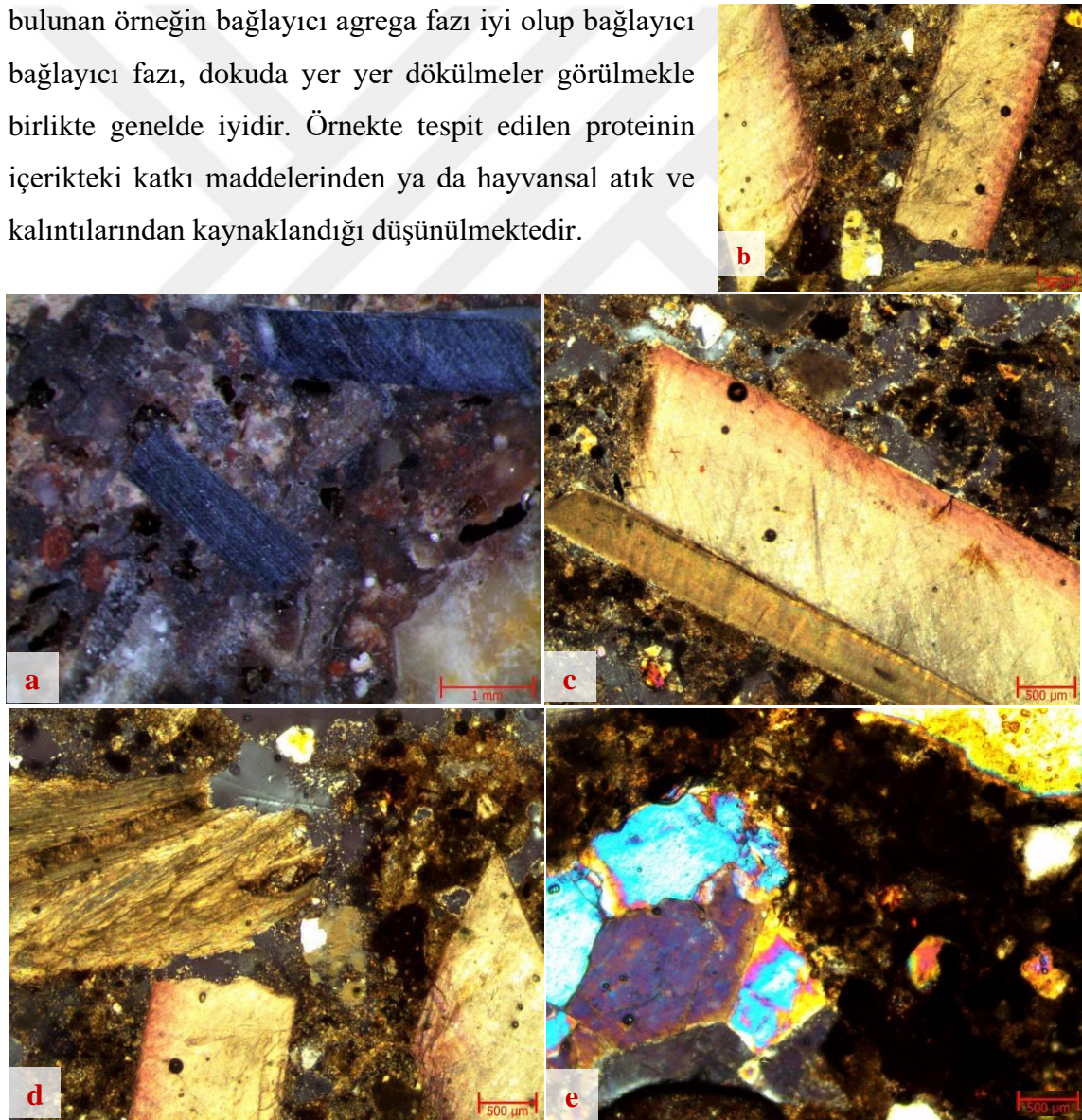


Şekil 4. 146. Örnek 8a kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 8b. 8 no.lu örneğin az miktarda olan üst tabakasıdır. Grimsi toprak renkli, nispeten zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir. Örnekte az miktarda kireç topağı bulunmaktadır.

Örneğin dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıkları, tek tük kırıntı ile %10-15 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı içermektedir. Örneğin kalan parçacıkları, tek tük muskovit, %5-8 oranında azı volkanik kayaç parçacıkları olmak üzere grovak ve şistik parçacıklar, %5 civarında beyaz feldspat, %15 civarında tuğla/keramik kırığı ile %30 civarında karbonatlı parçacıklar (mermer ve kireçtaşı kırığı ve kavkı) olup kalanı kuvarslı kumdur. Agrega boyutları 1 adet 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı hariç 4 mm elek altıdır.

Çok azı 1 mm boyuta kadar olmak üzere 600-700 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı agrega fazı iyi olup bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler görülmekle birlikte genelde iyidir. Örnekte tespit edilen proteinin içerikteki katkı maddelerinden ya da hayvansal atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

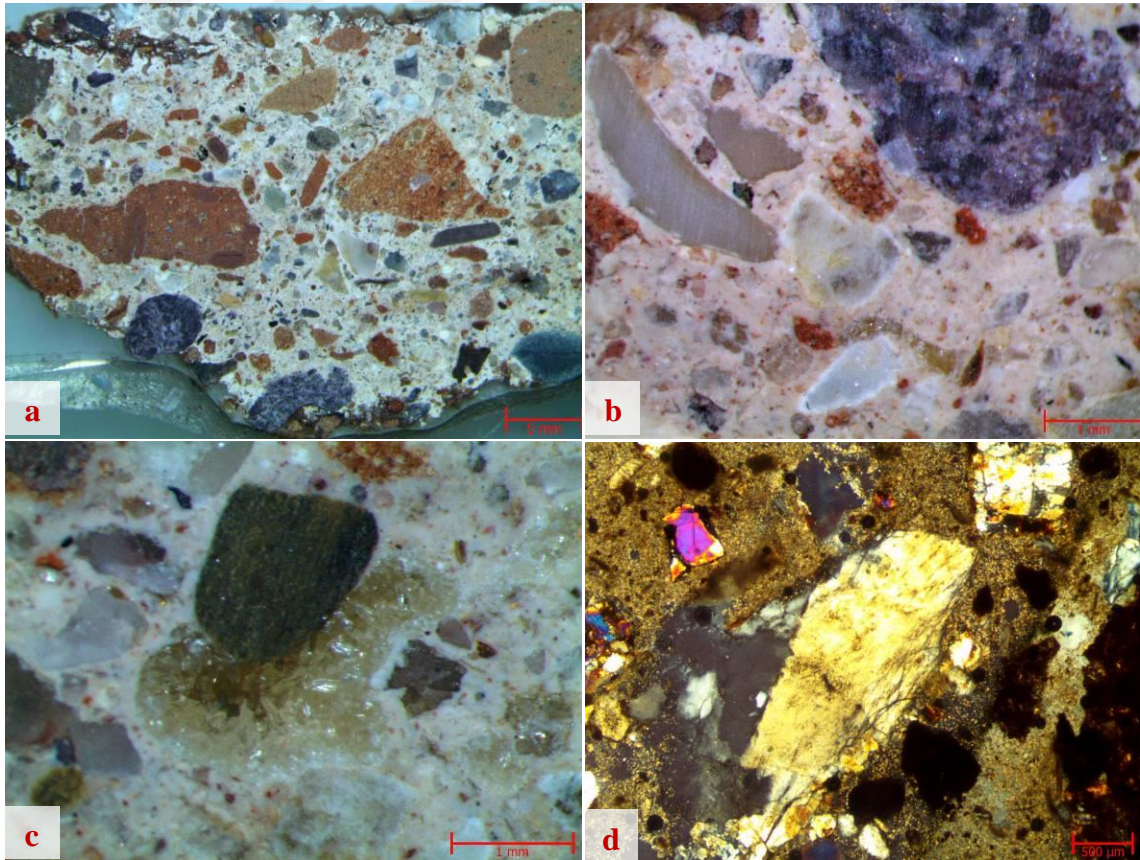


Şekil 4. 147. Örnek 8b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b, c, d ve e) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 9. 21.06.12 tarihinde CMK, C-D/0 plan karesi, duvar 192 içi, 11.55 m kotundan alınmış 263 analiz no.lu, grimsi pembe renkli, ortalama 4 cm kalınlığında, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %20-25 oranında hava kirecidir. Örnekte çok az miktarda kireç topağı bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, %20-25 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu olup bunların %20 kadarı volkanik kayaç parçacığı kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, az sarı renkli altere parçacıklar, %3 civarında karbonatlı parçacıklar (kavkı ve kireçtaşı) %10 civarında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar feldspat, %20-25 oranında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların boyutları, çakıl boyutlular hariç, tuğla/keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 4 mm elek altıdır. Tek tük kıtık katkı içeren örneğin tuğla/keramik kırığı dışındaki agregaları Karadeniz kıyısı tüfik kara kumu olduğu düşünülmektedir.

Çok az miktarda 500-600 μ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı agregaların fazı bağlayıcı bağlayıcı fazı oldukça iyidir. Örneğin bir kısım gözenekleri içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiştir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklanmaktadır.

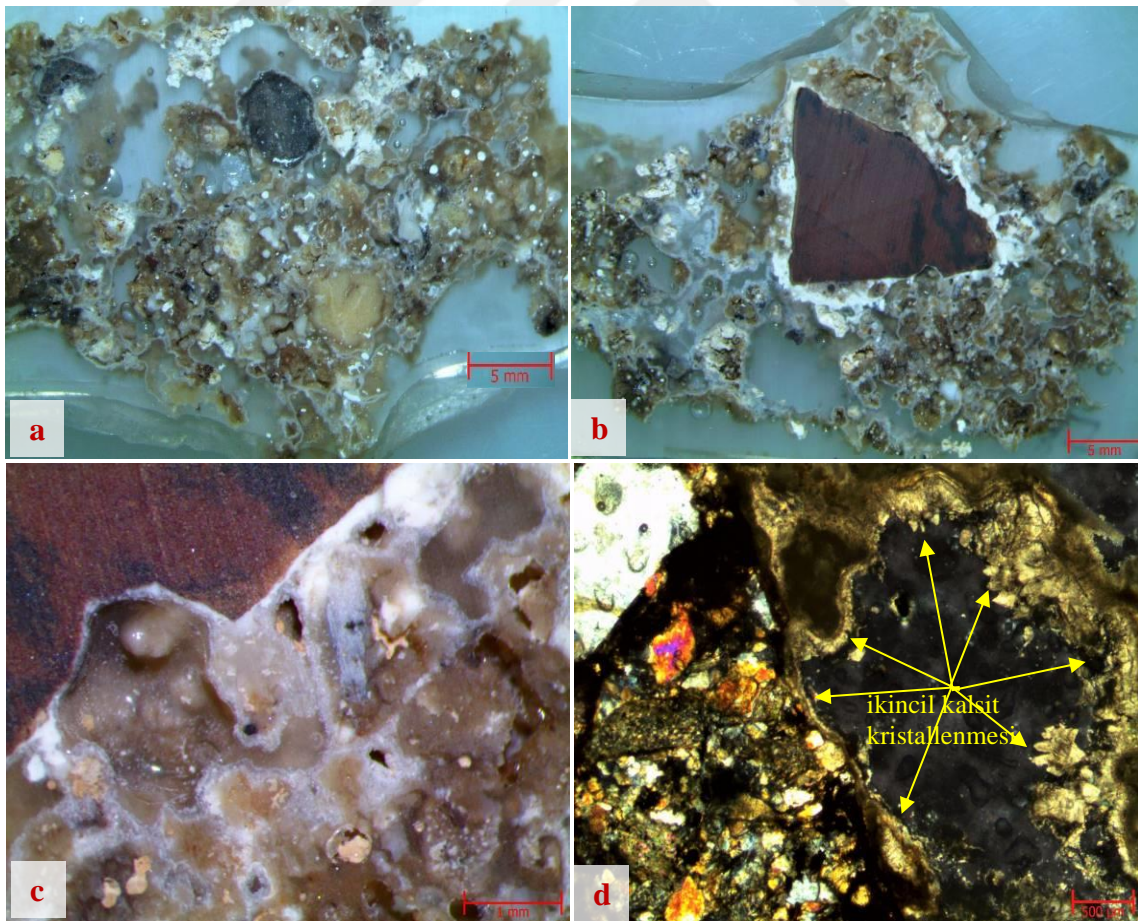


Şekil 4. 148. Örnek 9 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 10. 16.06.12 tarihinde, CMK, C/-3 plan karesi, 9.75 m kotundan alınmış 255 analiz no.lu, krem renkli, kalınlığı belirlenemeyen zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %40 civarında hava kirecidir. Örneğin bağlayıcısı 5 civarında kil içeren kireç taşından üretilmiştir.

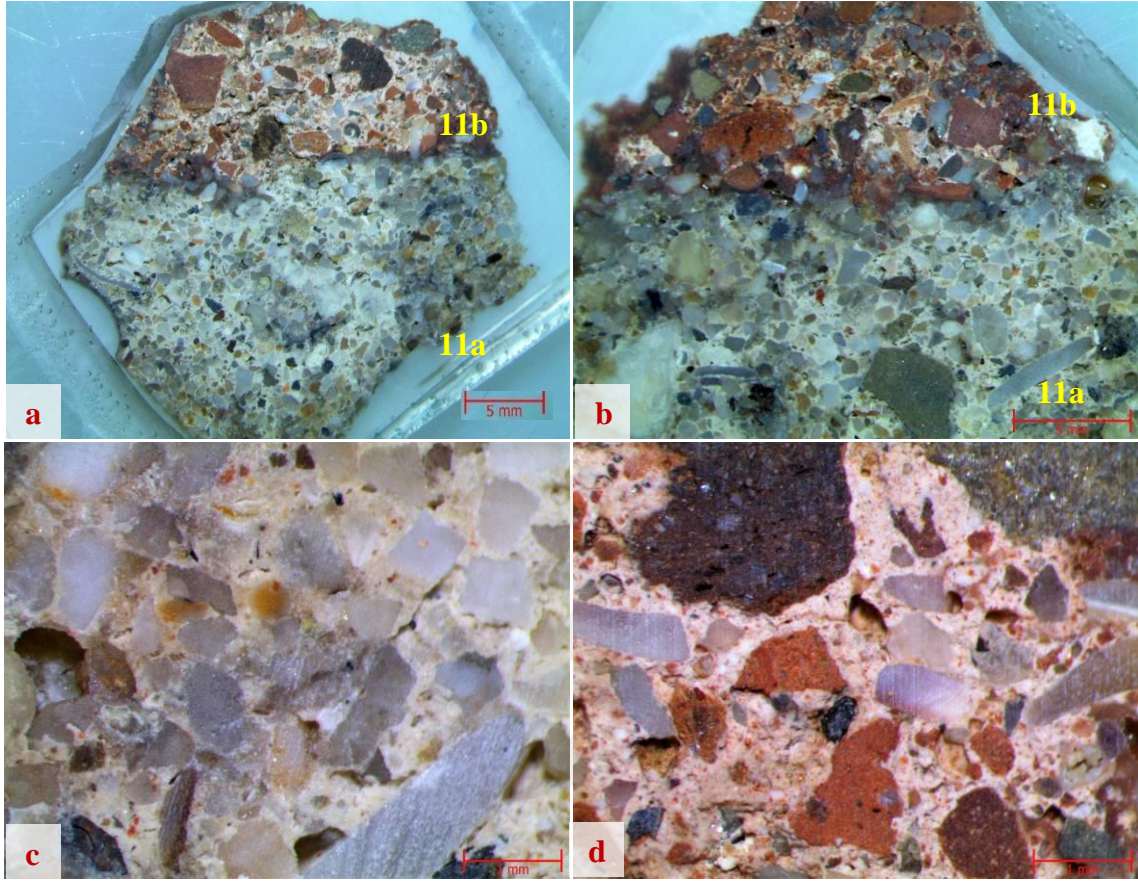
Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, tek tük çakıl boyutlu kumtaşı (1 adet 13 mm boyutlu bordo renkte vake) içermektedir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı ve kül (gri renkli feldspat), çok az miktarda kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, çok az miktarda tuğla/keramik kırığı, çok az miktarda kuvars, yaklaşık %5 kadar beyaz renkli feldspat olup kalanı karbonatlı (kireçtaşı, kavkı) parçacıklardır. Agregaya boyutları, tek tük olan çakıl boyutlular hariç, azı 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır.

4 mm boyuta kadar bol miktarda boşlukları bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaya fazı boşluklar hariç iyidir. Örneğin boşluklarında ikincil kalsit kristalleşmesi oluşmuştur. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki sülfat ile az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. 149. Örnek 10 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 11. 27.02.12 tarihinde CMK, C/2 plan karesi, mozaik taban döşemesi altı, 11.30 m kotundan alınmış 283 analiz no.lu örnek 2 tabakalıdır. Aralarında kirlilik ve boşluk bulunmayan örneğin tabakalarının eşzamanlı, arka arkaya üretildiği düşünülmektedir.



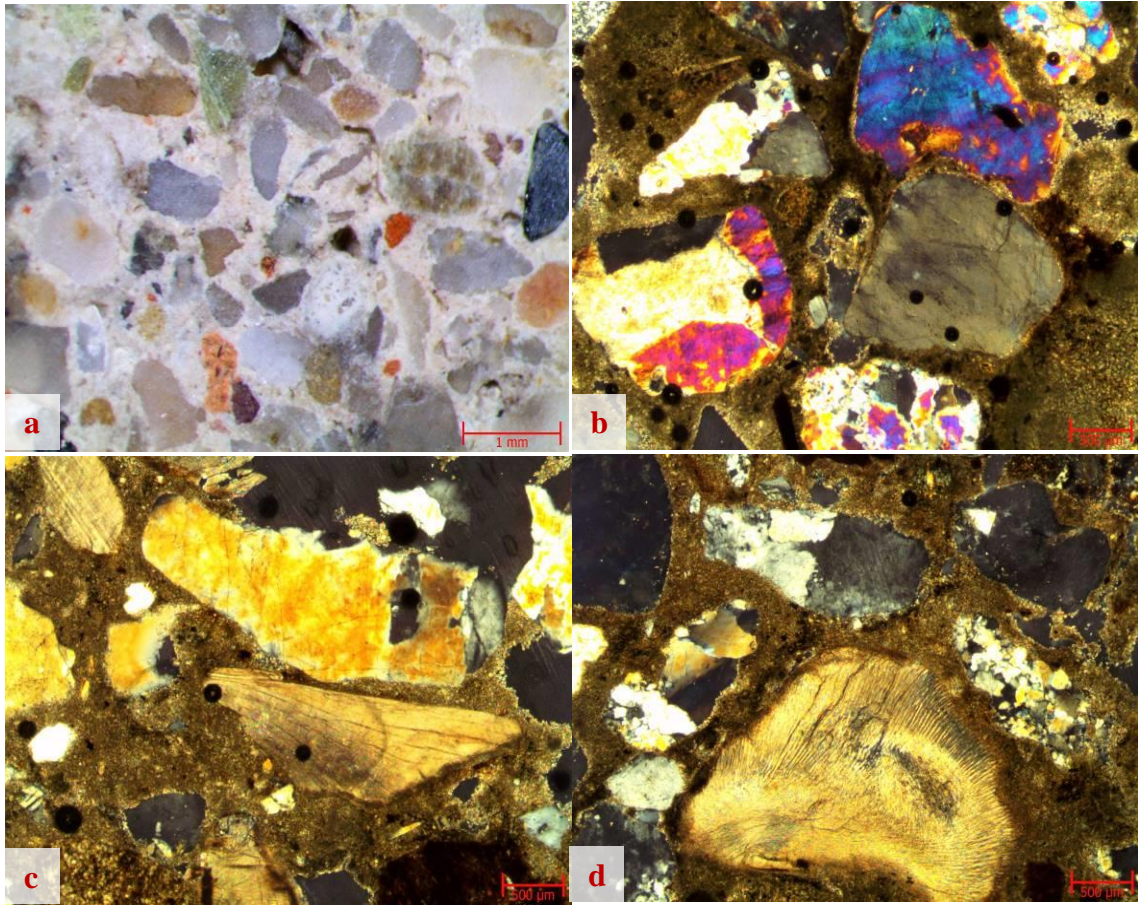
Şekil 4. 150. Örnek 11 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) 11a detay görüntü x4 d) 11b detay görüntü x4

Örnek 11a. 11 no.lu mozaik harcı olan örneğin alt tabakasıdır (*rudus*). Gri krem renkli, nispeten zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı yaklaşık %25 kadar doğal hidrolik kireçtir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, tek tük olivin, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, az tuğla/keramik kırığı ve tozu, %2-3 oranında kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında grimsi krem ve beyaz renkli feldspat içeren %25-30 oranında karbonatlı parçacık (kavkı kireçtaşı ve mermer kırığı) ile kalanı kuvars olan deniz kumudur. Agregaların boyutları, 1 adet 6 mm elek altı volkanik kayaç parçacığı hariç 4 mm elek altıdır.

Bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyi olan örnekte çok az miktarda 500-600 μ boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Gözeneklerin bir kısmında

ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

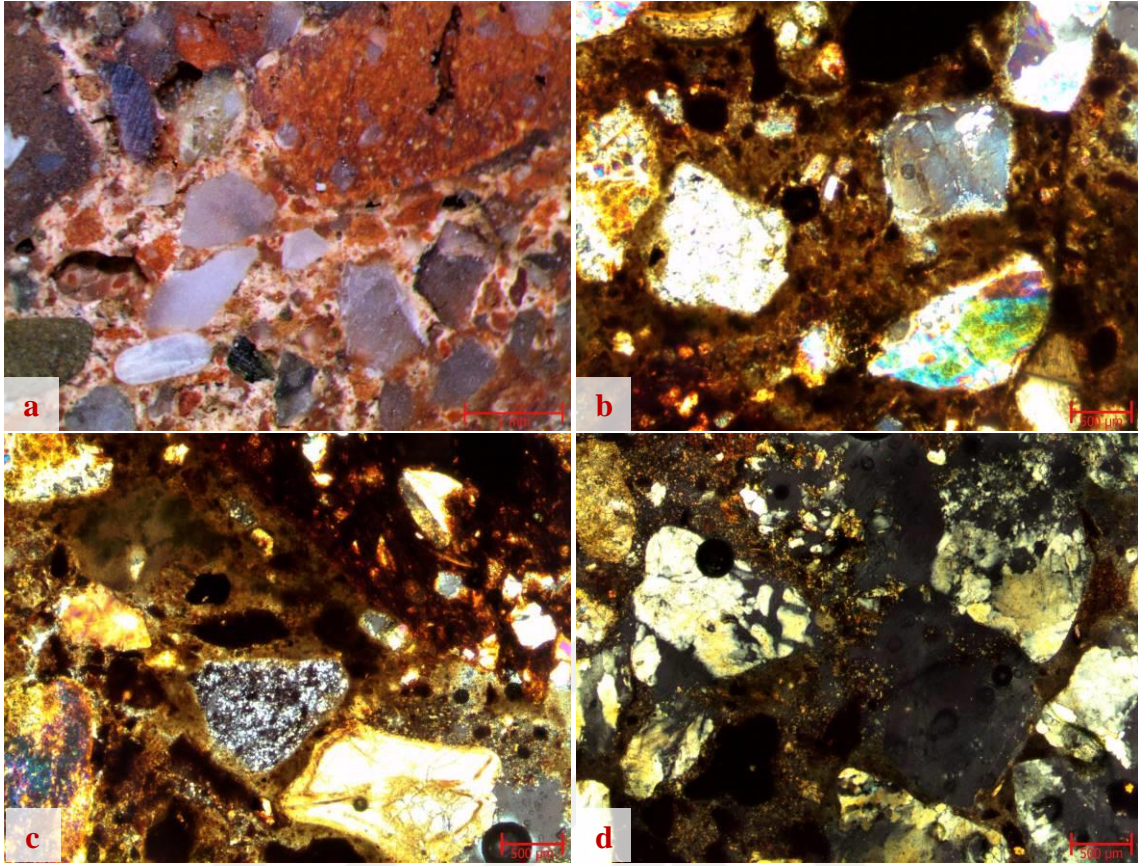


Şekil 4. 151. Örnek 11a kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b, c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 11b. 11 no.lu mozaik harcı olan örneğin üst tabakasıdır (*nucleus*). Pembe renkli, nispeten sağlam yapıda olan harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında doğal hidrolik kireçtir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları tek tük olivin, az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, %3 civarında şistik, tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %3-5 oranında feldspat, %5-10 oranında karbonatlı parçacık (kavkı) ile yaklaşık %40 kadar kuvars (11a benzeri) olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agrega boyutları 4 mm elektir.

400-500 µ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örneğin bir kısım gözeneği içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiştir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzları ile proteinin topraktan, çevresel kirliliklerden ile hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

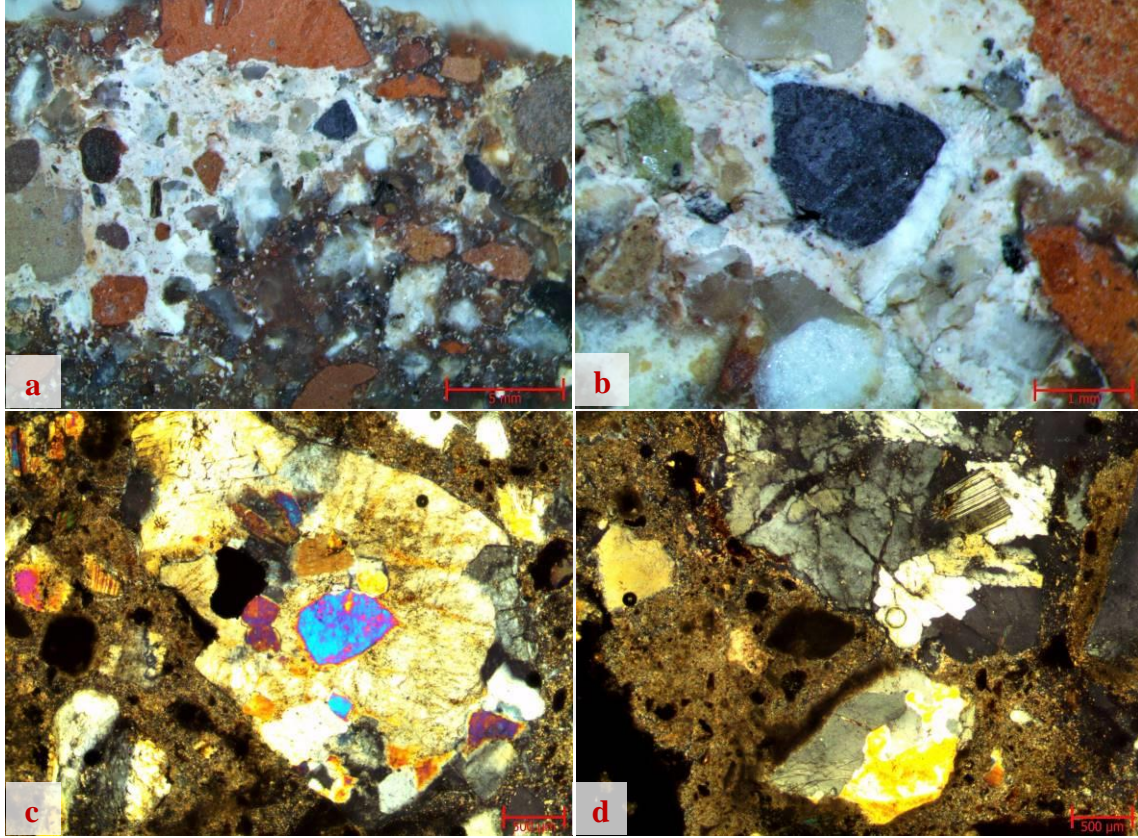


Şekil 4. 152. Örnek 11b kalın kesit stereo mikroskop; a) detay görüntüsü x4; b, c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 12. 16.08.12 tarihinde CMK, C-D/-3 plan karesi, duvar 217 içi, 8.80 m kotundan alınmış 286 analiz no.lu krem pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen, zayıf nitelikteki harç örneğinin bağlayıcısı %20-25 oranında hava kirecidir. Örnekte çok az miktarda, bir kısmı kalsitleşmiş olan kireç topakları mevcuttur.

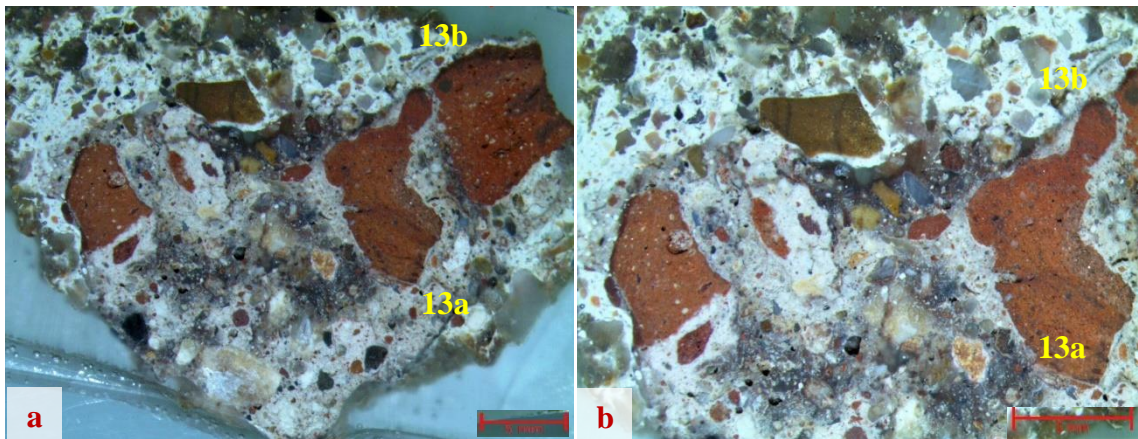
Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, yaklaşık %15 kadar 8- 12 mm arasında çakıl boyutlu olup bunların yaklaşık %30'u kayaç parçacıkları kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların kalanı, tek tük olivin, çok az muskovit, az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, tek tük mermer kırığı, azı kırmızı renkli olmak üzere %10-15 oranında pembemsi krem ve beyaz renkli feldspat, %10-15 oranında kumtaşı, şistik, andezitik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, %30 civarında kuvars ve kuvarsit olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin agregaları, %40 civarında tuğla keramik kırığı ilaveli tüfik nitelikli kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl boyutlular hariç, tuğla/keramik kırığı ve kayaç parçacıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 6 mm elek altıdır. Örneğin çeşitli renk ve nitelikte olan bir kısım tuğla/keramik agregalarının içerisinde kuvars, volkanik kayaç parçacığı ve şamot parçacıkları bulunmaktadır. Bağlayıcı agrega fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler

olmakla birlikte genelde iyidir. Tek tük kıtık içeren örneğin 800 μ boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunmaktadır. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin topraktan, çevresel kirliliklerden ve hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 153. Örnek 12 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 13. 16.08.07 tarihinde CMK, G depo, EF/6 plan karesi, duvar 15 içi (mekan 5), sıra no 17, 23.20 m kotundan alınmış olan harç örneği 2 tabakalıdır. Aralarında kirlilik ve boşluk bulunmayan tabakaların eşzamanlı, arka arkaya üretildiği düşünülmektedir.



Şekil 4. 154. Örnek 13 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1

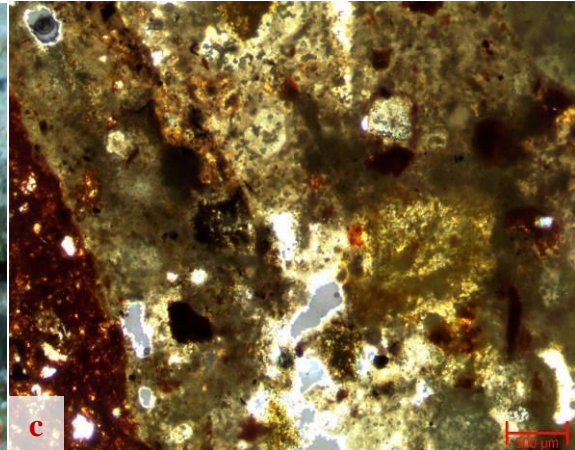
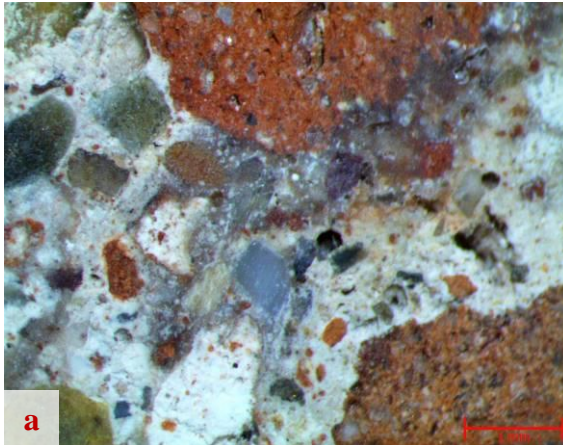
Örnek 13a. 13 no.lu örneğin alt tabakasıdır. Homojen karıştırılmamış, kahvems pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında kadar hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları yaklaşık %10 kadar 8-11 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte tek tük kırıntı ve 2 civarında kül katkı mevcuttur. Örneğin diğer agregaları, tek tük camsı kürecikler, çok az olivin ve muskovit, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat, %2-3 oranında şistik ve tüfik çeşitli volkanik kayac parçacığı, %10-15 oranında kuvars, %35 civarında karbonatlı parçacık (az kavkı, kalanı kireçtaşı kırığı) olup diğerleri tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaların boyutları çakıl boyutlular hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer agregalarda 4 mm elek altıdır.

Örneğin bir kısım tuğla/keramik kırıklarının içerisinde kuvars, şamot, volkanik kayac parçacıkları ve silikatlaşmış karbonat parçacıkları mevcuttur. 600-700 µ boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı agreganın fazı iyi olup bağlayıcı

bağlayıcı fazı, dokuda noktasal olarak dökülmeler görülmekle birlikte genelde iyidir.

Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzları ile proteinin topraktan, çevresel kirliliklerden ve hayvansal atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.

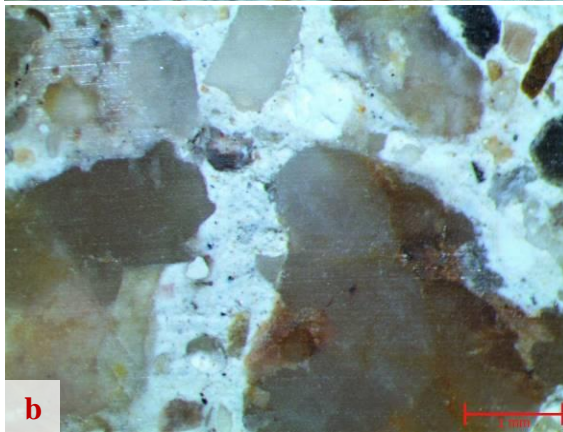
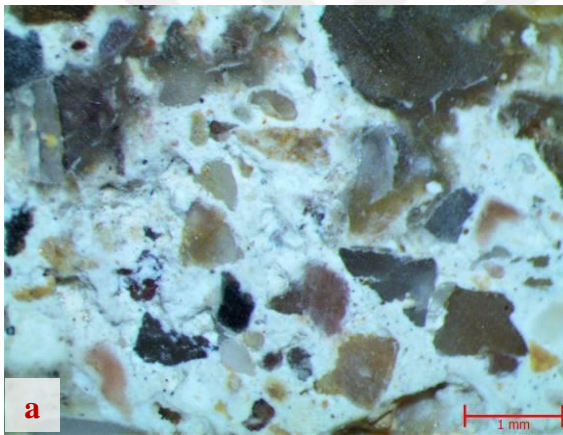


Şekil 4. 155. Örnek 13a kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

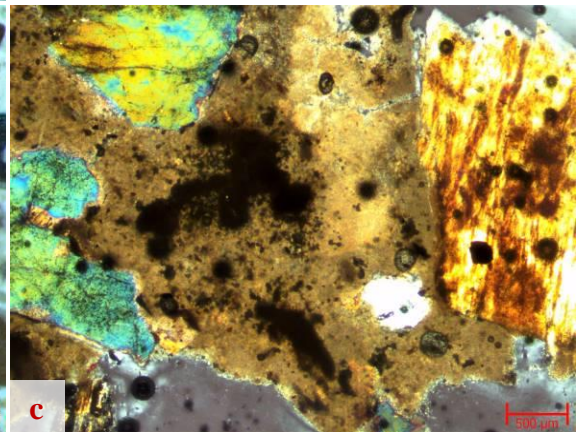
Örnek 13b. 13 no.lu örneğin üst tabakasıdır. Krem renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir. Örnekte az miktarda kireç toprakları bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları, %5-10 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu parçacıklar (yaklaşık yarı yarıya, kuvarsit ve kumtaşı) içermektedir. Agregaların kalanı tek tük camsı kürecikler, çok az miktarda toz boyutlu demiroksit parçacıklar ile tuğla/keramik kırığı ve tozu, az siyah cüruf parçacığı, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, az miktarda karbonatlı parçacık (kavkı ve kireçtaşı kırığı) içeren %5 civarında kumtaşı, çeşitli tüfuk volkanik kayaç parçacıkları, yaklaşık %15 kadar feldspat ile kalanı kuvars ve kuvarsit olan kumdur. Örnekte tek tük kırıntı katkısı bulunmaktadır. Agregaların boyutları çakıl boyutlular hariç 8 mm elek altıdır.

İçerisinde örnek 13a ile benzer nitelikte 1 ve 2 mm boyutlu 2 adet harç kütleli bulunmaktadır. Örnek dokusunda az miktarda 500-600 µ boyuta kadar gözenekler



mevcuttur. Bağlayıcı agregaların fazı iyi olan örneğin bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler olmakla birlikte iyidir. Örnekte saptanan çok az miktardaki nitrat tuzunun çevresel kirlilikler ile hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

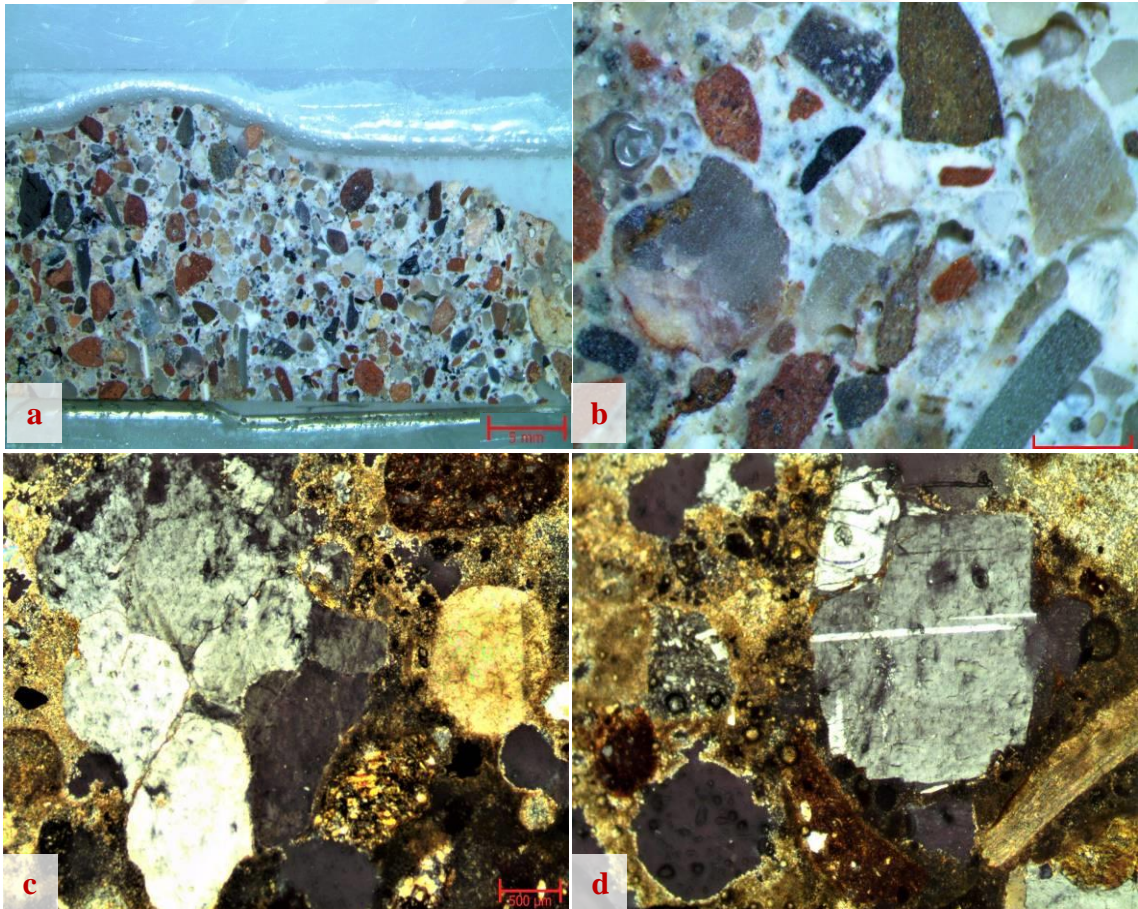


Şekil 4. 156. Örnek 13b kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) detay görüntüsü x4; c) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 14. 19.07.07 tarihinde CMK, G depo, EF/4 plan karesi, mekan 4, (oda 3 içi), 21.51 m kotundan alınmış gri renkli, 4-4,5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam

yapıdaki şap döşeme harcıdır. Bağlayıcı alanı %25 civarında olan örneğin bağlayıcısı, %5-10 oranında kireç ilave edilmiş yaklaşık 150 dozluk portland çimentosudur. Örnekte çok az miktarda kireç topakları mevcuttur. Örneğin alt yüzeyinde kirlilik miktarında pembe renkli harç kalıntısı bulunmaktadır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları çok az olivin, çok az muskovit, az miktarda biyotit, %2-3 oranında çok az kül ve siyah cüruf parçacığı, %10-15 oranında krem-beyaz renkli feldspat, yaklaşık %10 kadar kumtaşı, bazaltik ve şistik parçacıklar ile tüfuk nitelikli çeşitli volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar tuğla kırığı, %30-35 oranında karbonatlı parçacık (%3-5 kavkı kalanı kireçtaşı kırığı) olup kalanı kuvarstır. Agregalar boyutları tuğla kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 6 mm elek altıdır. Agregaların yaklaşık %3 kadarı 4-8 mm elek altı arasında olup geneli 4 mm elek altıdır. Örnek dokusunda, tek tükü içerisinde ikincil aragonit kristalleri gelişmiş çok az miktarda 1 mm boyuta kadar gözenekler bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregalar fazı oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzunun ve proteinin topraktan, çevresel kirliliklerden, hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 157. Örnek 14 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

4.4.3. BMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

BMK (Doğu şaft alanı kazıları / Sirkeci Garı'nın güneyindeki havalandırma bacası) alanından alınmış toplam 20 adet harç ve 2 adet sıva örneği üzerinde yürütülmüş olan genel analizlerin sonuç değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

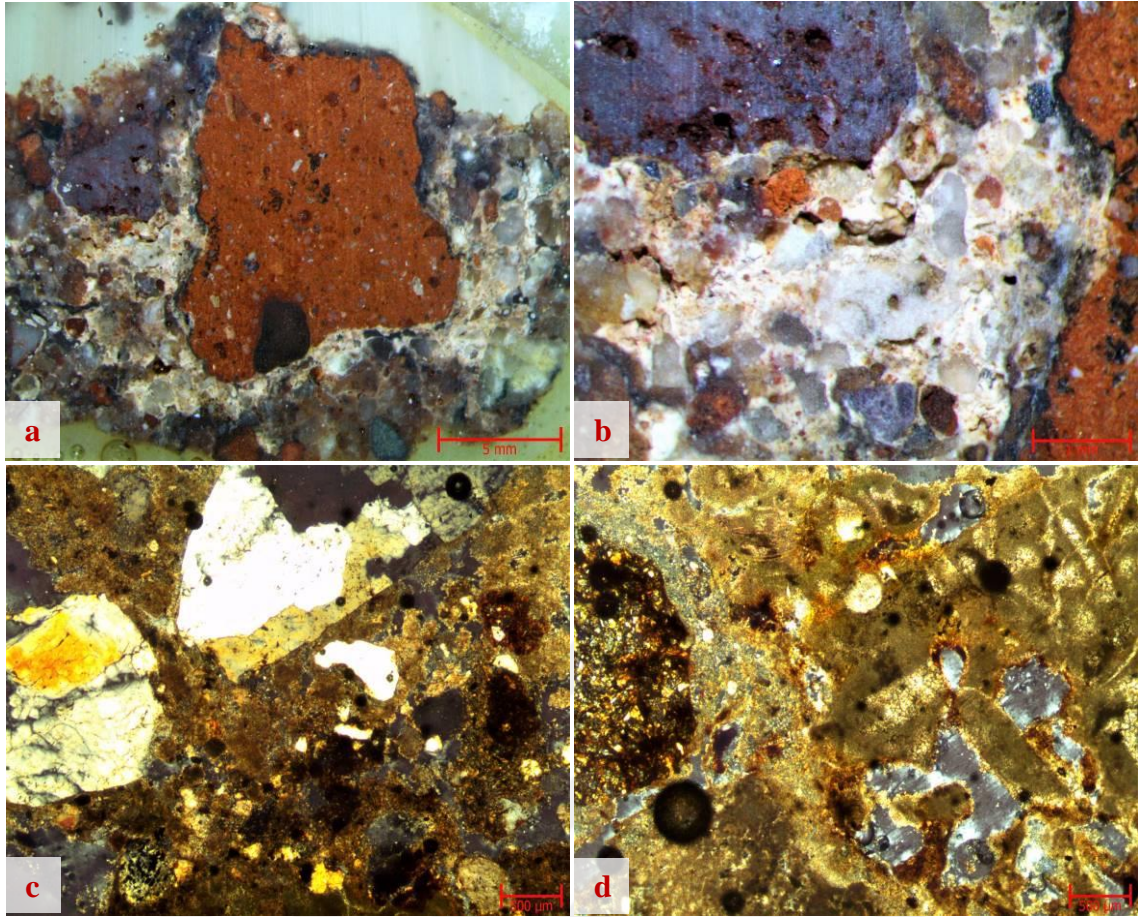
İlk 17 örnek (Örnek 1-17) Doç. Dr. Ahmet GÜLEÇ danışmanlığında 22 Nisan 2010 tarihinde alınmıştır. Bu örnekler, yeniden konumlandırılmak üzere kesilerek kaldırılmış olan 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısına aittir. Bu kazı alanına ait çalışılmış diğer örnekler, İstanbul Arkeoloji Müzesi deposundaki örnekler içerisinde geneli temsil edecek nitelikte seçilerek alınmıştır.

Örneklerin alındığı yerler planlar üzerinde belirlenmiştir (Ek 6: Planlar).

Örnek 1. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı temel duvarı, mermer blok altından alınmış pembe krem renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları, yaklaşık %20 kadar tek tükü 20 mm boyuta kadar olmak üzere 10-14 mm arasında çakıl boyutlu parçacık ilavelidir. Çakıl boyutlu parçacıkların tek tükü taş kırığı (devoniyen kalker) olup kalanı tuğla/keramik (kırmızı ve siyah hamur renkli) kırığıdır. Örneğin diğer agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, az muskovit, az miktarda küfeki kırığı, %5 civarında beyaz feldspat, %3-5 oranında tüfik parçacık ve çeşitli kayaç parçacıkları, yaklaşık %30 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı tüfik kuvarstır. Agregada boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı diğer parçacıklarda azı 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır. Örneğin çakıl parçacıklar dışındaki agregaları yaklaşık %30 kadar tuğla/keramik kırığı ilave edilmiş Kavak tüfü olarak bilinen bol kuvarslı kara kumudur.

Örneğin bağlayıcı -bağlayıcı fazı ve bağlayıcı -agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

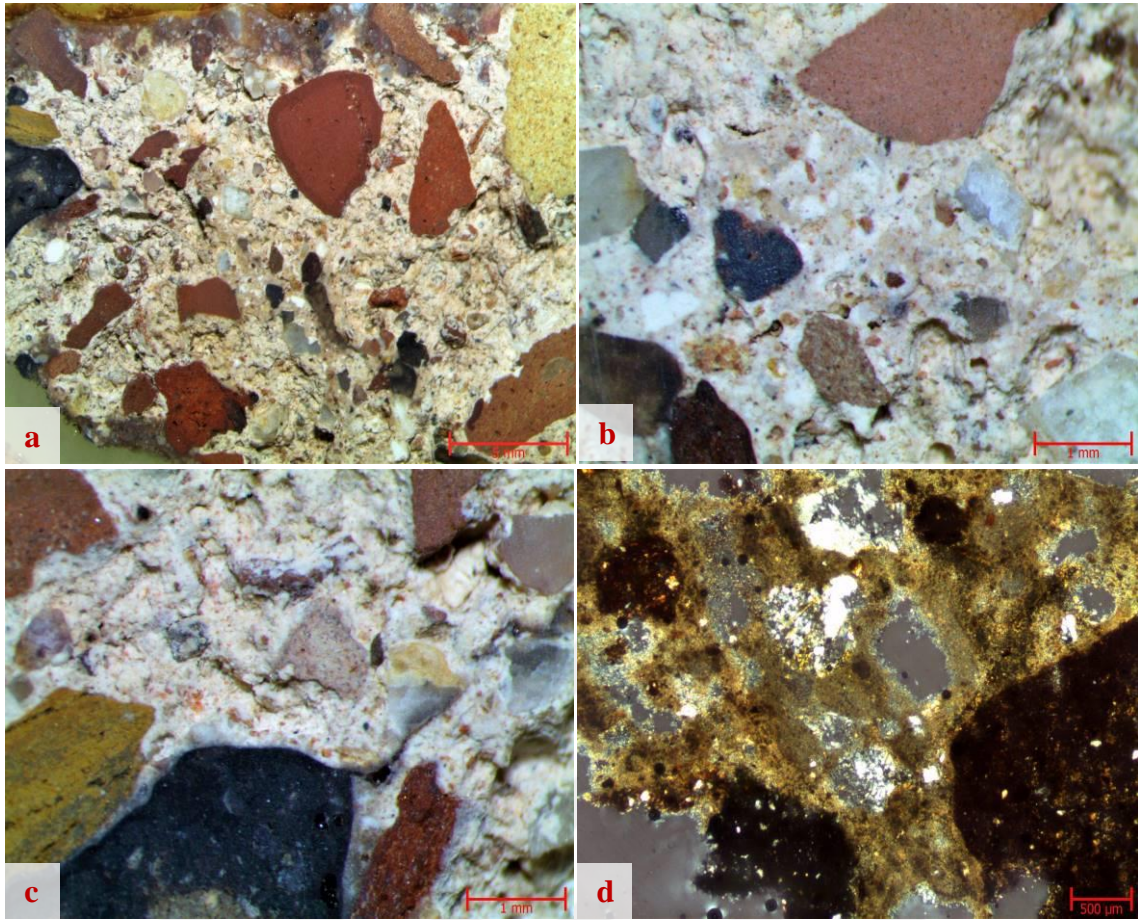


Şekil 4. 158. Örnek 1 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 2. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla döşeme altından alınmış krem pembe renkli, yaklaşık 5 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları %3-5 oranında (1 adet) 10 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, az miktarda muskovit, %5 civarında beyaz renkli feldspat, %5 civarında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında karbonatlı parçacık (mermer kırığı tozu), %15-20 oranında tüfik nitelikli kuvars olup kalanı çeşitli renkte tuğla/keramik kırığıdır. Agregaya boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı-bağlayıcı fazı nispeten zayıf olup bağlayıcı-agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin çevresel kirliliklerden ve hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin bir kısım gözeneğinde ikincil kalsit kristalleri gelişimi gözlenmiştir.

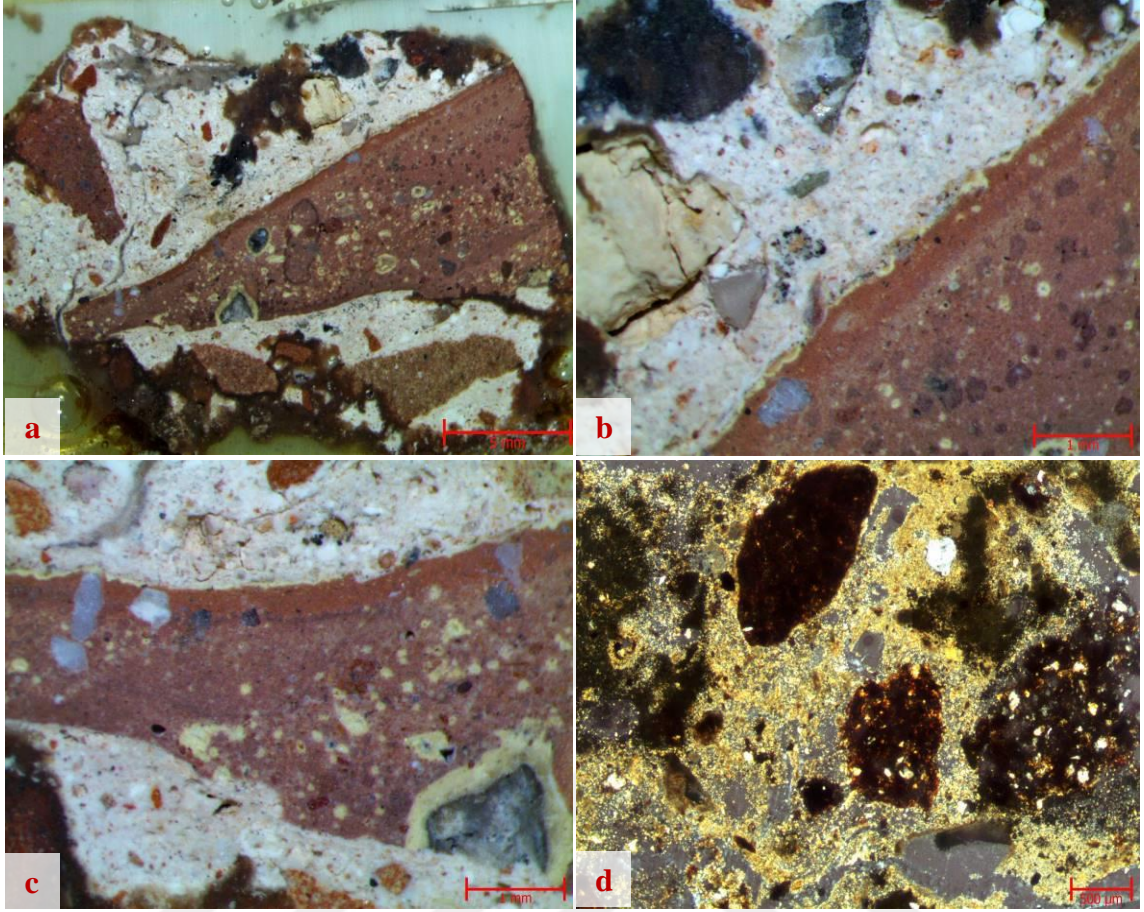


Şekil 4. 159. Örnek 2 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 3. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla duvar örgüden alınmış krem pembe renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları %10-15 oranında 15 mm.ye kadar çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %2-3 oranında beyaz renkli feldspat, %3 civarında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında karbonatlı parçacık (mermer ve kireçtaşı tozu), %10-15 oranında tüfik kuvars olup kalanı çeşitli renkte tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin agregaya boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır. Örneğin bir kısım tuğla/keramik kırığı agregaları içerisinde silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar ve bulunmaktadır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer zayıf olmakla birlikte bağlayıcı agregaya fazı iyidir. Örnekte tespit edilen az miktardaki klorür ve nitrat tuzları ile proteinin topraktan, çevresel kirliliklerden ve hayvansal atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

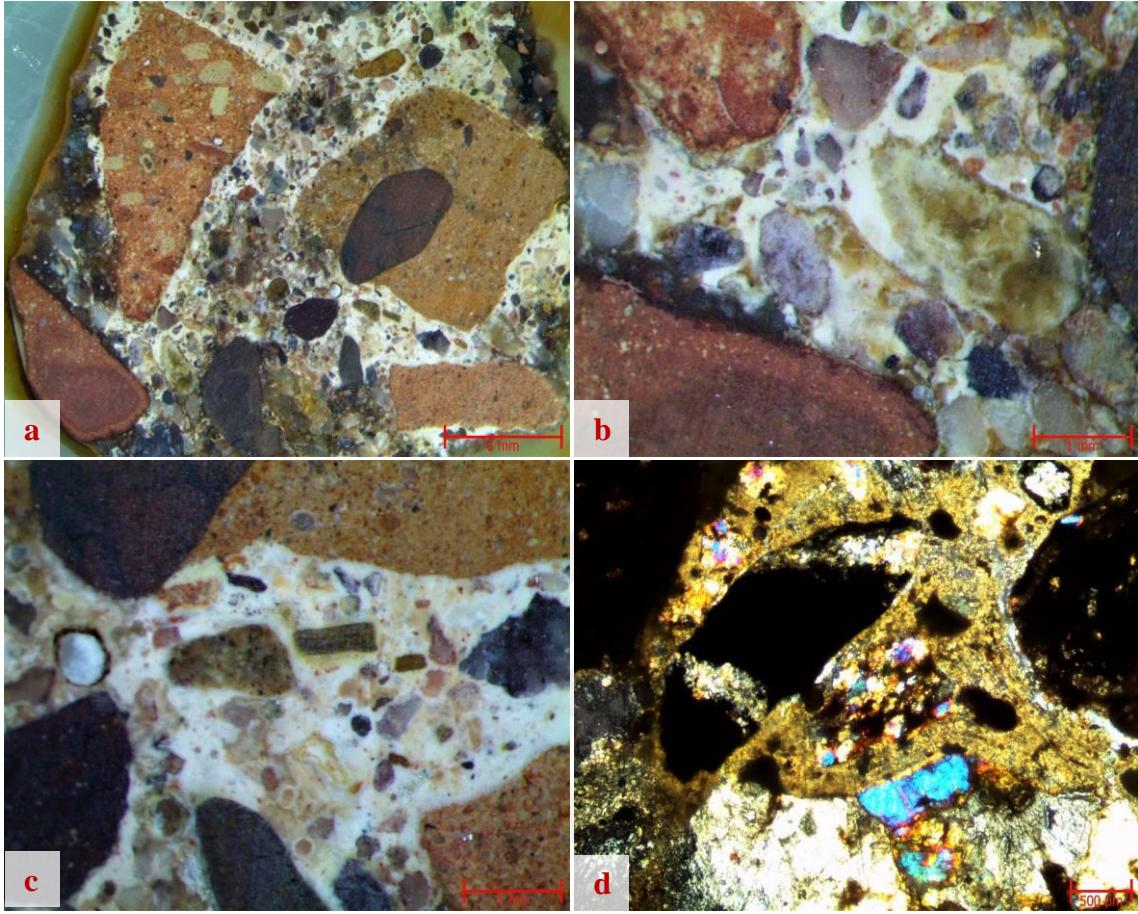


Şekil 4. 160. Örnek 3 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 4. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, temel ile blok taş duvar arasından alınmış pembemsi krem renkli, alınırken parçalanmış sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %20 civarında hava kirecidir.

Örneğin asitle muamele edildikten sonra kalan agregaları, %35 civarında 8-20 mm arasında tuğla/keramik kırığı çakılı ilavelidir. Agregaların kalanı, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %5-8 oranında beyaz renkli feldspat, %5-8 oranında tüfik ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, yaklaşık %10 kadar puzzolanik özellikli andezitik tuf, %15 civarında tüfik kuvars ve kuvarsit olup kalanı tuğla keramik kırığı ve tozudur. Agregat boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç, tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, puzzolanik özellikli andezik tuf parçacıkları 1 mm elek altı, diğer agregalar ise tek tük 8 mm elek altı kuvarsit parçacığı hariç azı 6 mm elek altı geneli 4 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır. Örneğin çeşitli renk ve nitelikte olan tuğla/keramik çakılı agregaları içerisinde silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar, kuvars ve volkanik kayaç parçacıkları bulunmaktadır. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregat fazı

oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



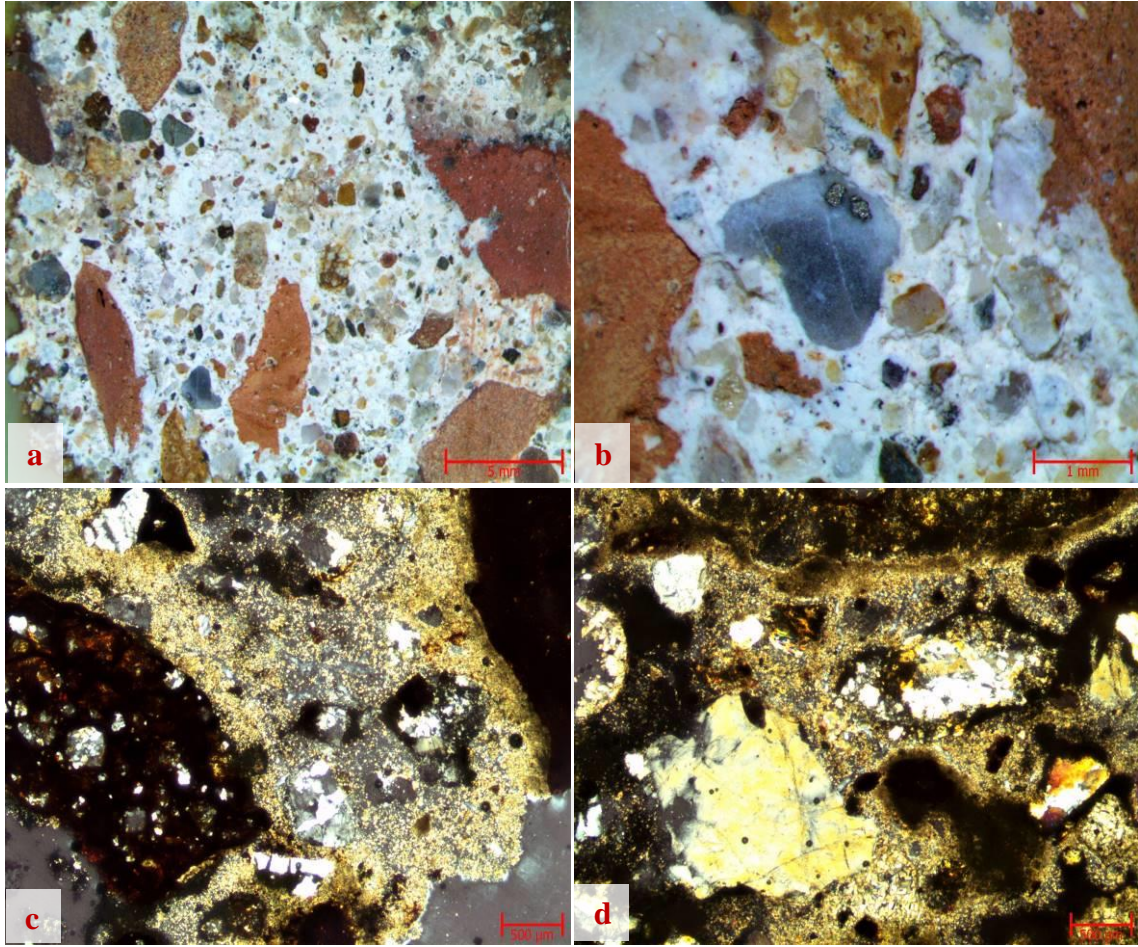
Şekil 4. 161. Örnek 4 kalın kesit stereo mikroskop a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 5. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, sütun kaidesi altından alınmış olan açık pembe renkli, sağlam harç örneğinin bağlayıcısı yaklaşık %25 kadar hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları, yaklaşık %15 kadar 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, tek tükü sarı renkli altere kil parçacıklar, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %5-10 oranında tüfik ve çeşitli nitelikte volkanik kayaç parçacığı, %20-25 oranında tüfik kuvars ve kuvarsit, yaklaşık %20-25 oranında beyaz ve pembemsi krem renkli feldspat olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaların boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise 6 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcının bazı kuvars agregalarıyla olan fazı, dokuda noktasal dökülmeler görülse de genelde iyidir. Örneğin tuğla/keramik - bağlayıcı

fazı oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen 500 μ elek altı kurşun parçacıkların sütunun kaidesinde yer alan kurşunun dökümü sırasında karıştığı düşünülmektedir.



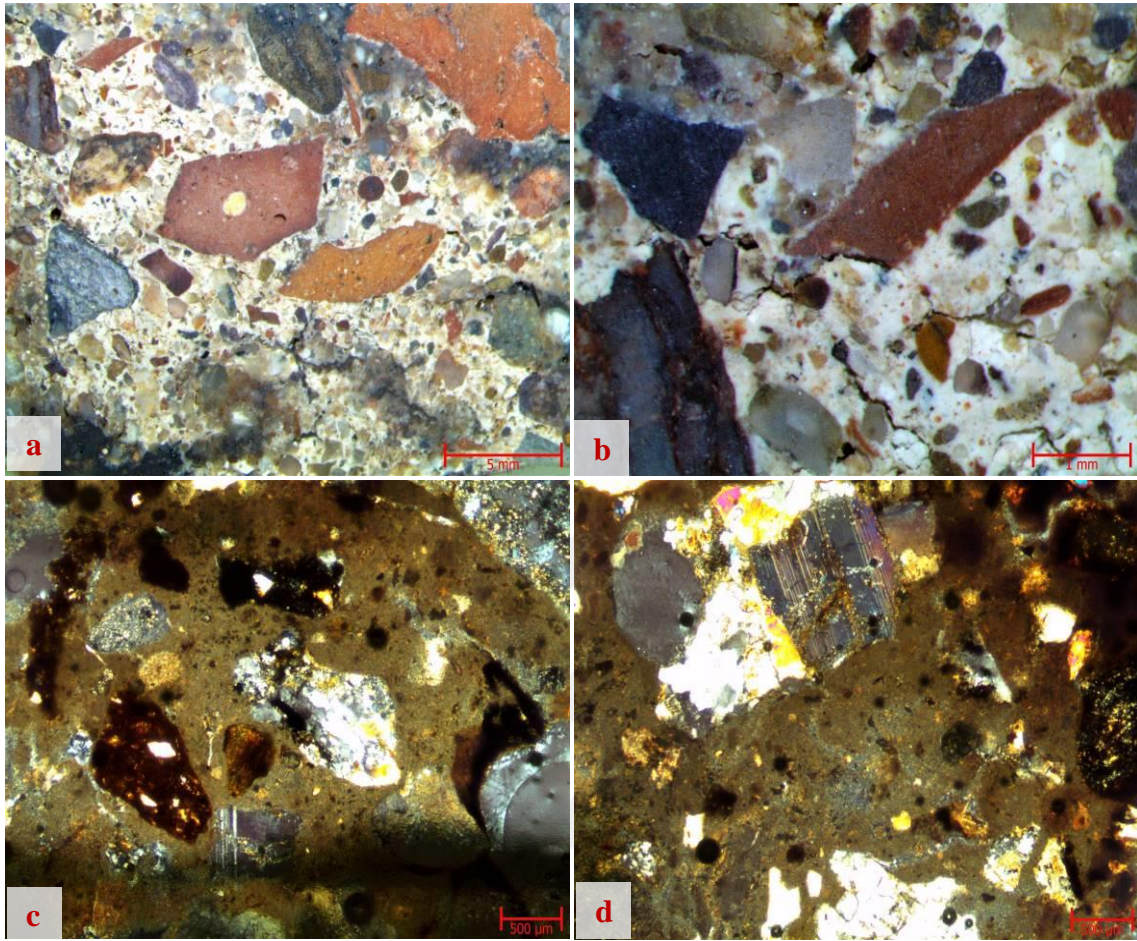
Şekil 4. 162. Örnek 5 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 6. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla duvar örgüden alınmış olan sarımsı krem renkli, 6,5 cm kalınlığında, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %20-25 oranında söndürülmüş hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları, %20 civarında 8-17 mm boyutları arasında tuğla/keramik kırığı çakılı ilavelidir. Örneğin kalan agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok azı muskovit, %5-10 oranında feldspat, %20-25 oranında tüfik kuvars, %20 civarında puzzolan özellikli andezitik tüf olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaları boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, andezitik tüf kırıklarında azı 8 mm elek altı olmak üzere 6 mm elek altı kuvars ve feldspatlar ise 4 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaları bazı alanlardaki çatlaklar haricinde oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun

topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



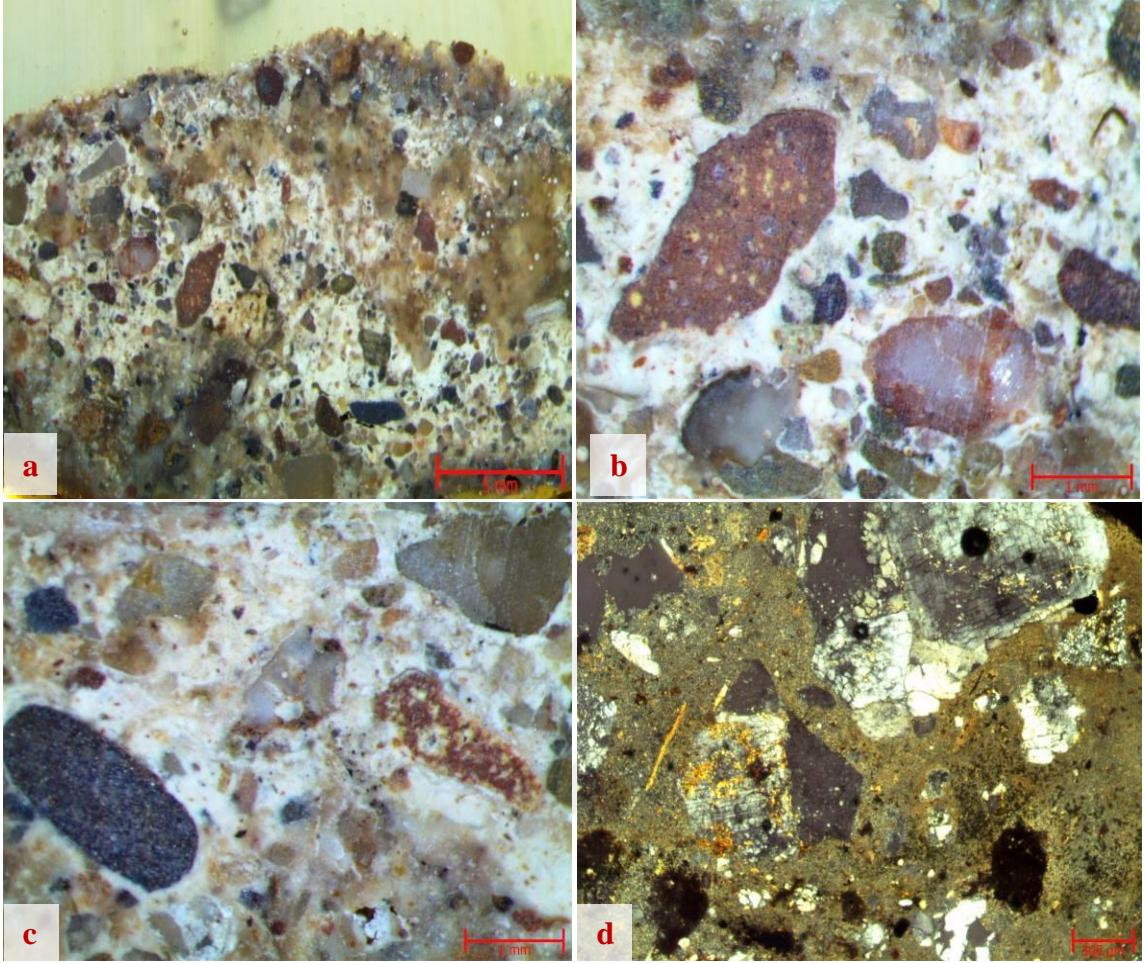
Şekil 4. 163. Örnek 6 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 7. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, duvardan alınmış krem beyaz renkli, 4-10 mm arasında değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki bitim sıvası örneğinin bağlayıcısı %30 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, azı muskovit, %10 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve küfeki kırığı), %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı, %15-20 oranında beyaz ve krem renkli feldspat, %20 civarında puzzolan özellikli andezitik tuf olup kalanı çeşitli renkte tüfik nitelikli kuvars kumdur. Agregada boyutları tuğla keramik kırıklarında tek tükü (1 adet) 6 mm elek altı ve azı 3 mm boyuta kadar olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır.

Üst yüzeyinde boya tabakası bulunmayan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregada fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun

topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

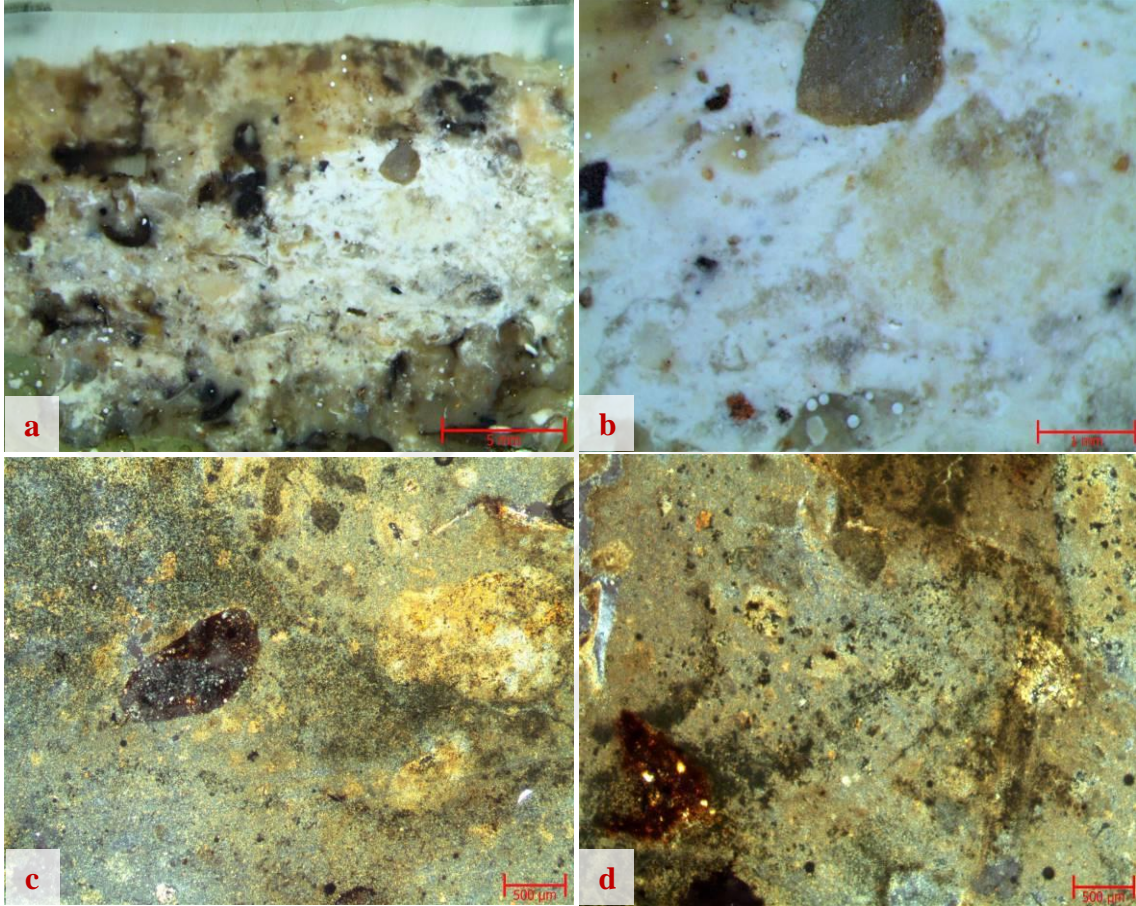


Şekil 4. 164. Örnek 7 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 8. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, duvardan alınmış krem beyaz renkli, 3-15 mm arasında değişen kalınlıktaki sağlam sıva (intonaco) örneğinin bağlayıcısı yaklaşık %80 kadar hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları çok az miktarda siyah cüruf parçacığı, az miktarda sarı ve kırmızı renkli demiroksit ile kil parçacıkları, az miktarda tuğla/keramik kırığı ve tozu, %2-3 oranında volkanik kayaç parçacıkları, %5 civarında kuvars, %35 civarında grimsi krem renkli feldspat olup kalanı karbonatlı parçacıklardır (kireçtaşı ve mermer kırığı). Agrega boyutları, yaklaşık %5 kadarı 4 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm elek altıdır. Görsel analizde 1 adet 8 mm kireçtaşı kırığı karıştığı gözlenmiştir. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir.

Örnekte dokusunda, bitki tohumları ve liflerinin (saman/ot) çürümesi sonucu boşluklar oluşmuştur. Örnek yüzeyinde boya tabakası bulunmamaktadır. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

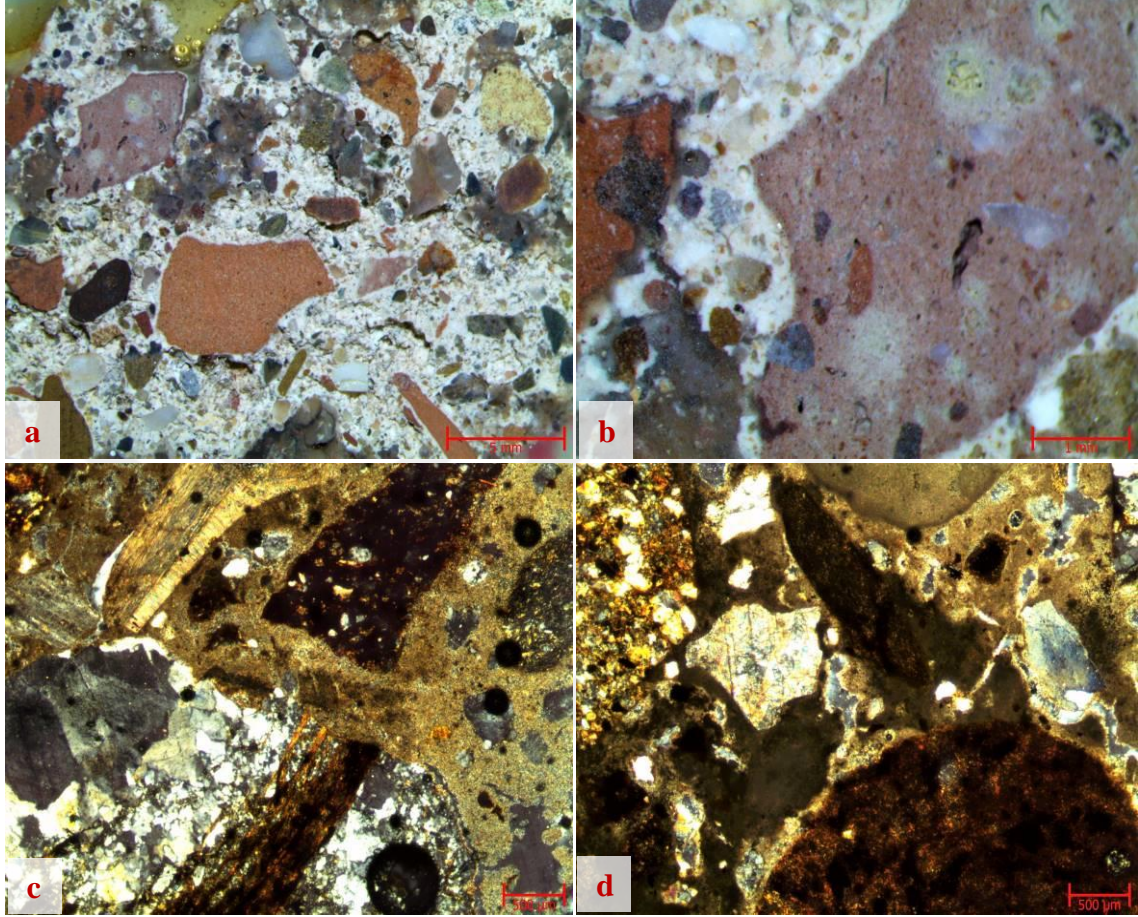


Şekil 4. 165. Örnek 8 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 9. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla duvar örgüden alınmış pembemsi krem renkli, 3-4 cm arasında değişen kalınlıktaki oldukça sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %25-30 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları %25 civarında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Agregaların kalanı çok az siyah cüruf parçacığı, az muskovit, %2 kadar kumtaşı ve çeşitli kayaç parçacıkları, %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) %8-10 oranında beyaz feldspat, yaklaşık %20 kadar tüfik kuvars, %15 civarında puzzolan özellikli andezitik tuf olup kalanı çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığıdır. Agrega boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, kuvars ve kumtaşı parçacıklarda 6 mm elek altı, kalan parçacıklar ise 4 mm elek altıdır.

Bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyi olup bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



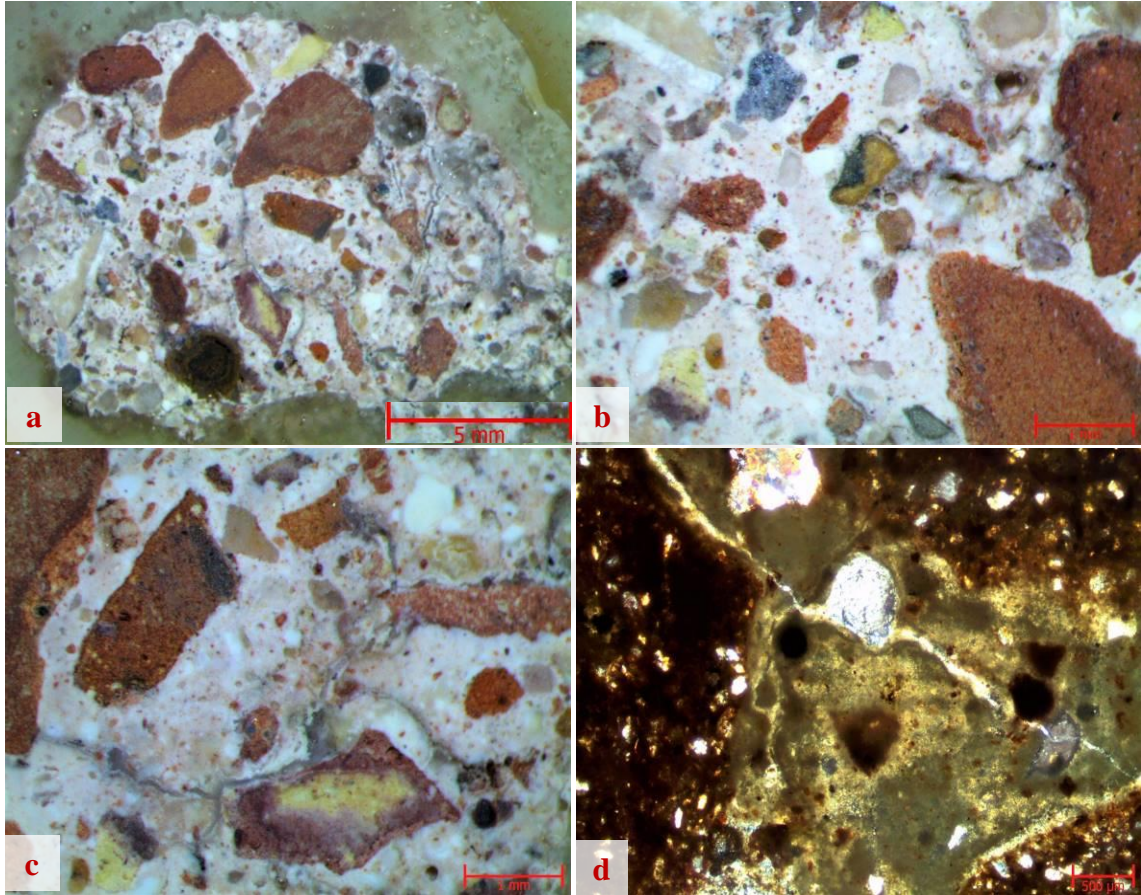
Şekil 4. 166. Örnek 9 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 10. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, moloz taş duvar örgüden alınmış olan pembe renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, yaklaşık %15-20 oranında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları, tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %2 civarında kayaç parçacıkları, yaklaşık %15 kadar karbonatlı parçacık (kireçtaşı, küfeki kırığı), %5-8 oranında kuvars, %8-10 oranında beyaz feldspat olup kalanı tuğla/ keramik kırığıdır. Agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, karbonatlı parçacıklar ve feldspatlar 2 mm elek altı diğer agregalar ise 4 mm elek altıdır. Renk farklılığından

tuğlaların homojen pişmediği ya da atıl tuğlaların dolgu malzemesi olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer çatlaklar bulunmakla birlikte nispeten iyi olup, bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvan atık ve kalıntılarında kaynaklandığı düşünülmektedir.



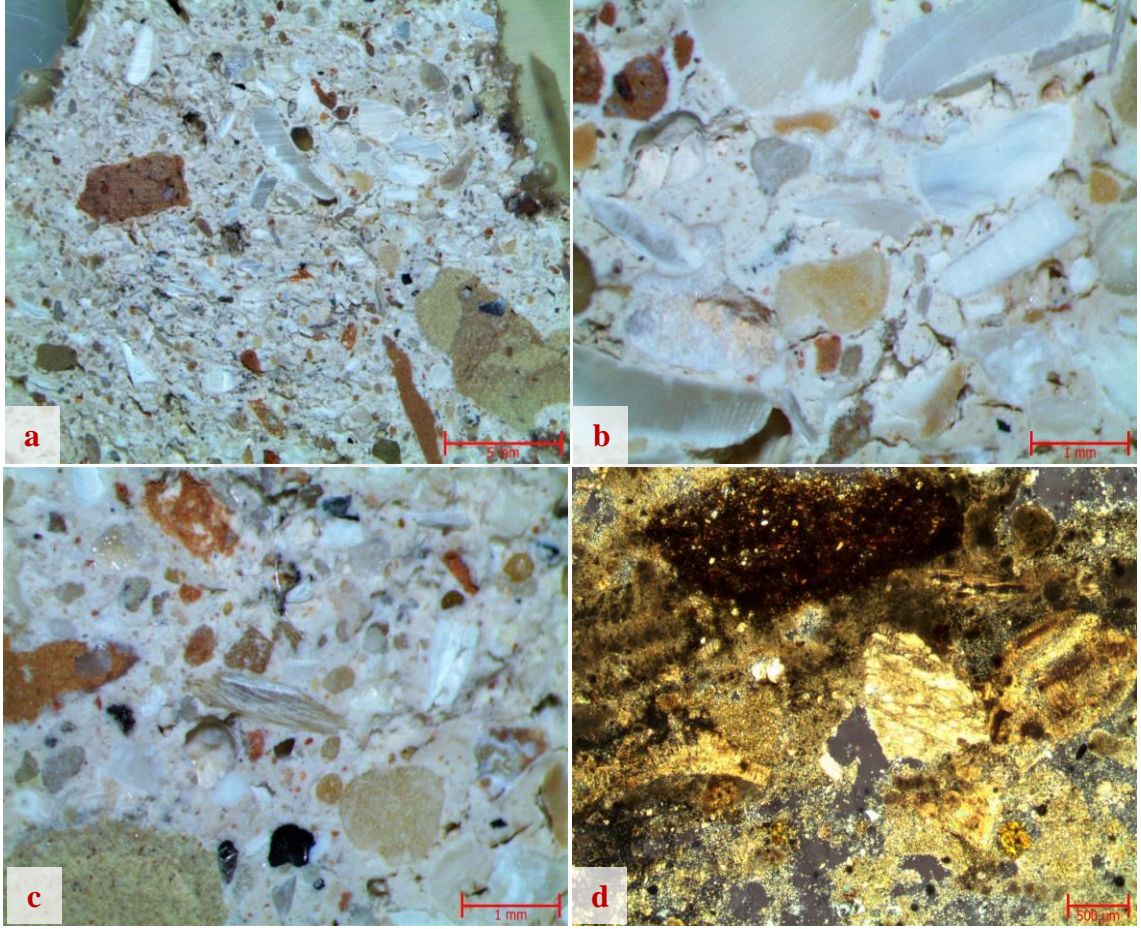
Şekil 4. 167. Örnek 10 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 11. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, zeminden alınmış krem pembe renkli, nispeten sağlam harç örneğinin bağlayıcısı %25-30 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları tek tükü muskovit, çok azı siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda volkanik kayaç parçacıkları, yaklaşık %10 kadar kuvars, %5-10 oranında beyaz ve krem renkli feldspat, %15-20 oranında tuğla/keramik kırığı ve tozu olup kalanı karbonatlı parçacıklardır (%15-20 oranında kireçtaşı, küfeki ve mermer kırığı kalanı kavkı). Kavkı parçacıklarının, küfeki taşı kırığından ya da işliklerden elde edildiği düşünülmektedir. Agregada boyutları, tuğla/keramik kırığında azı 8 mm elek altı

olmak üzere geneli 4 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır. Görsel analizde 2 adet 10 mm boyutlu kireçtaşı kırığı gözlenmiştir.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler olmakla birlikte genelde iyi olup bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örneğin bir kısım gözeneği içerisinde ikincil kalsit kristalleşmeleri mevcuttur. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvansal atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



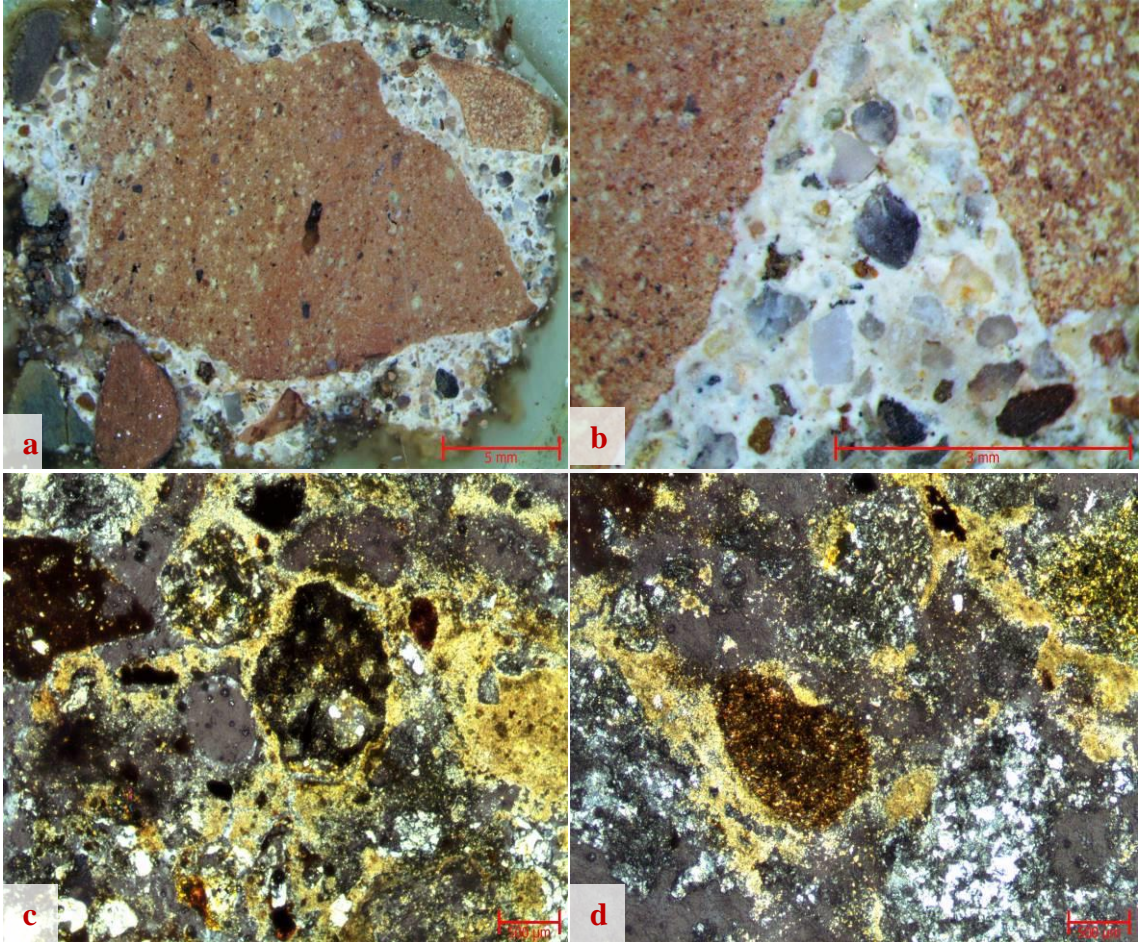
Şekil 4. 168. Örnek 11 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 12. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla duvar örgüden alınmış pembemsi krem renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %20-25 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları %35-40 oranında 13-17 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %5-10 oranında puzzolan özellikli andezitik tüf, çeşitli volkanik kayaç parçacığı ile meta kumtaşı, yaklaşık %10 kadar beyaz renkli feldspat, %20-25 oranında tüfik kuvars olup

kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agrega boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 8 mm elek altı kuvarsit parçacığı hariç 6 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir

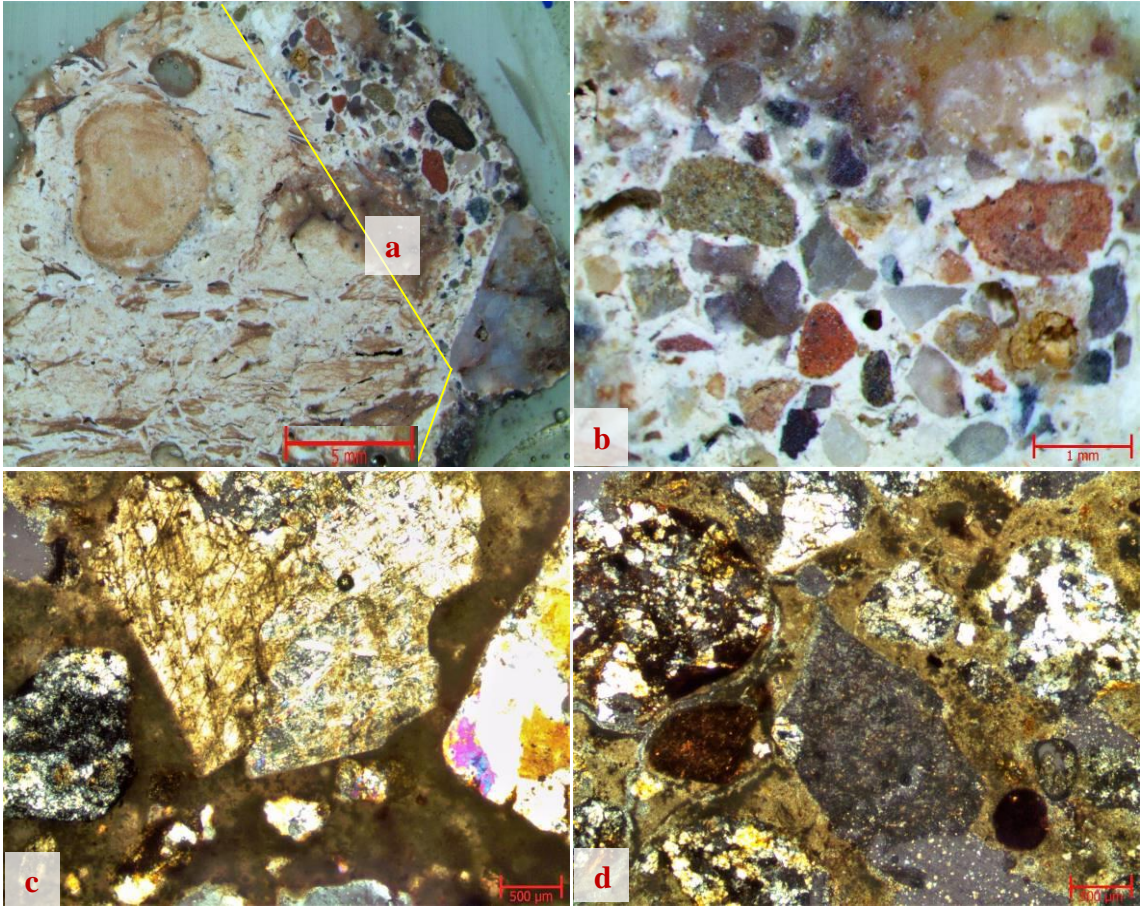


Şekil 4. 169. Örnek 12 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 13. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla duvar örgüden (derz) alınmış krem renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %5 kadar feldspat, %10 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı), %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı, az miktarda şistik parçacık, %25 civarında puzzolan özellikli andezitik tuf olup kalanı tufik nitelikli kuvarstır. Agrega boyutları, azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin alt yüzeyinde duvarda dolgu amacıyla kullanılmış, pembemsi krem renkli pişirilmemiş atık tuğla parçası olduğu düşünülen kısım bulunmaktadır.



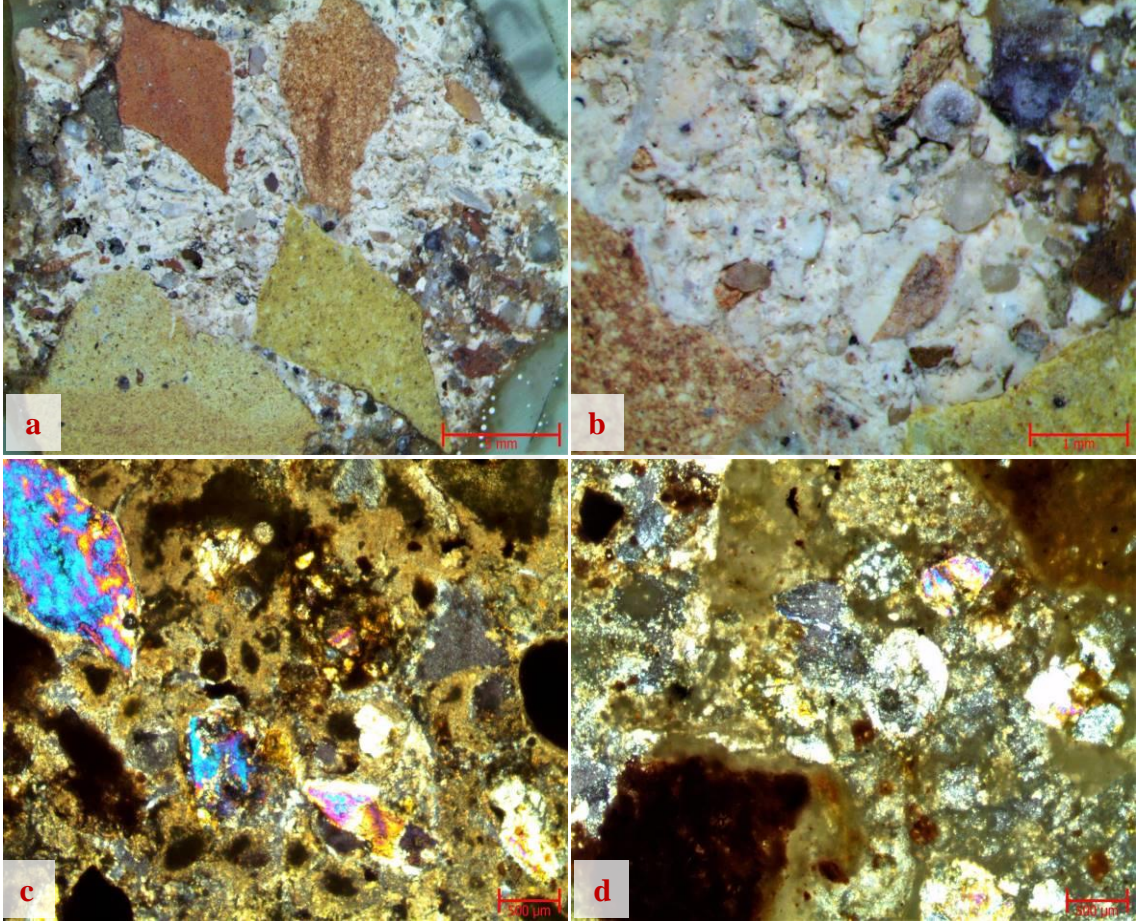
Şekil 4. 170. Örnek 13 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 14. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, blok taşların arasından alınmış pembemsi krem renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, yaklaşık %15 kadar (1adet) 12 mm elek altı çakıl boyutlu tüfik parçacık (lapilli) içermektedir. Agregaların kalanı, çok az demiroksit parçacıkları, az biyotit ve siyah cüruf parçacığı, az muskovit, %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı, küfeki kırığı ve kavkı), %15-20 oranında feldspat, %10 civarında puzzolan özellikli andezitik parçacık ve volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı tüfik kuvarstır. Çakıl boyutlu parçacıklar hariç

örneğin agrega boyutları, azı 8 mm elek altı (tuğla/keramik kırığı ve kayaç parçacıkları) olmak üzere 4 mm elek altıdır.

Örneğin bir kısım çatlağı arasında ikincil kalsit kristalleşmesi oluşmuştur. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı yer yer iyi olmakla birlikte nispeten zayıftır. Bağlayıcı agrega fazı tuğla/keramik agregalarda oldukça iyi, bazı kuvars agregalarda kısmen zayıftır. Örnekte saptanan çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



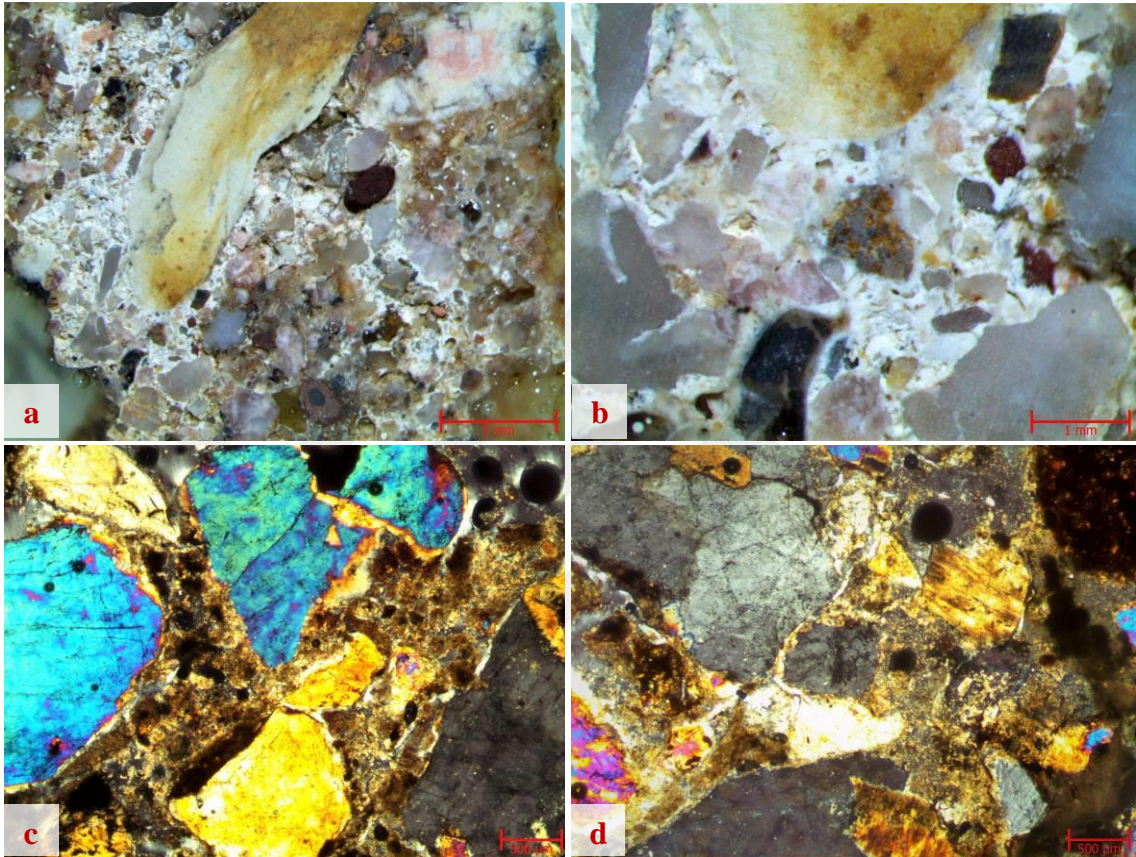
Şekil 4. 171. Örnek 14 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 15. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, moloz taş temel duvar örgüsünden alınmış sarımsı krem renkli, alınırken parçalanmış, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %15-20 hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, %15-20 oranında 12 mm.ye kadar çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Agregaların kalanı, tek tük muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, %3 civarında kireçtaşı kırığı, %5 civarında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %10 kadar feldspat, %10 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı

kuvarstır. Agregada boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç, yaklaşık %5 kadarı 8 mm elek altı (kuvars ve kayaç parçacıkları) kalanı 4 mm elek altıdır.

Bağlayıcı agregada fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler olsa da genelde iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



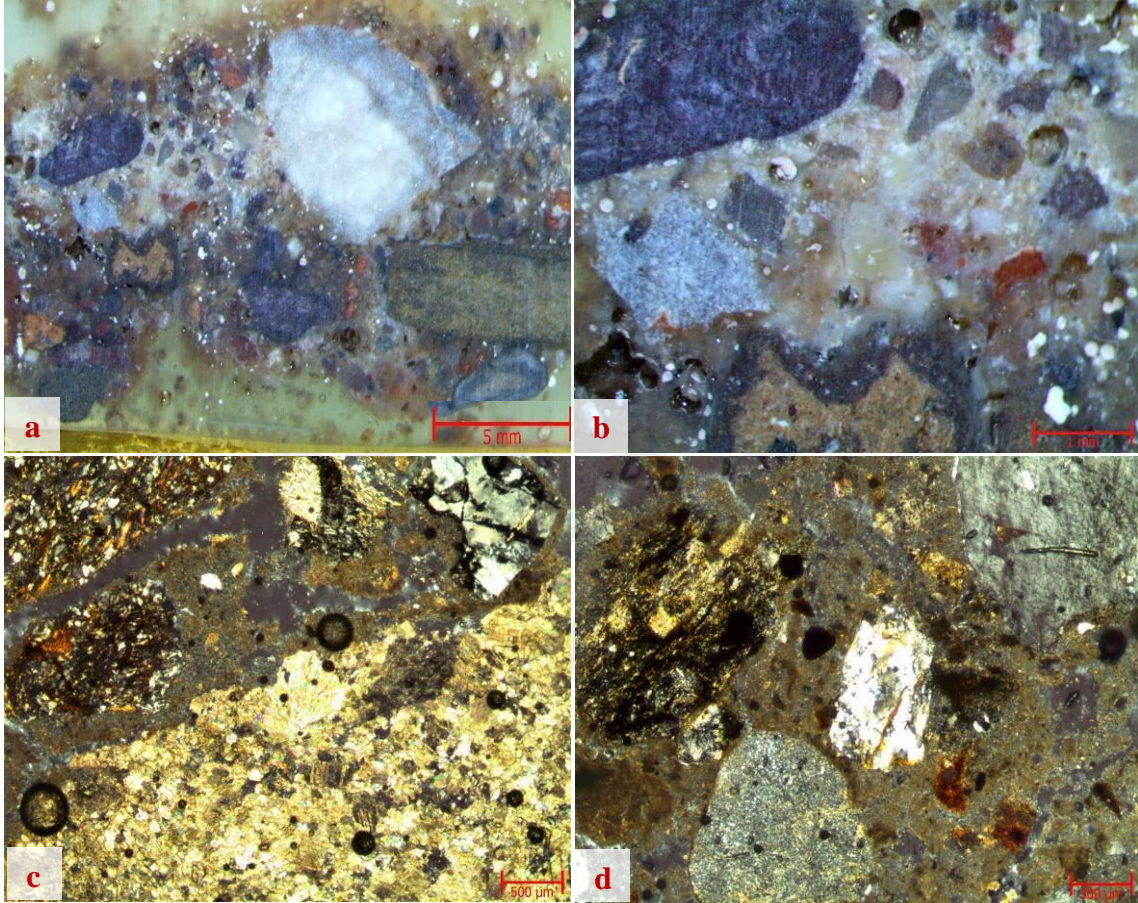
Şekil 4. 172. Örnek 15 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 16. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla taban döşemesi altından alınmış, sarımsı krem renkli, yer yer tozuma ile birlikte sağlam yapıda olan harç örneğinin bağlayıcısı %20 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları, %20-25 oranında keramik ve kuvarsit çakılı (%25 kadarı/1 adet 10 mm boyutlu kuvarsit ve 1 adet 20 mm boyutlu keramik kırığı) içermektedir. Örneğin kalan agregaları, çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3 civarında kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, %5 civarında beyaz feldspat, %10 civarında mermer ve kireçtaşı kırığı, %5-10 oranında tuğla/keramik kırığı, %25 civarında kuvars olup kalanı puzzolanik özellikli andezitik tüf

parçacıklarıdır. Agregat boyutları, çakıl boyutlu parçacıklar hariç %3 civarında 4-8 mm arasında olup kalanı 4 mm elek altıdır.

Bağlayıcı dokuda 200-250 μ boyuta kadar pitting gözlenen örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregat fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

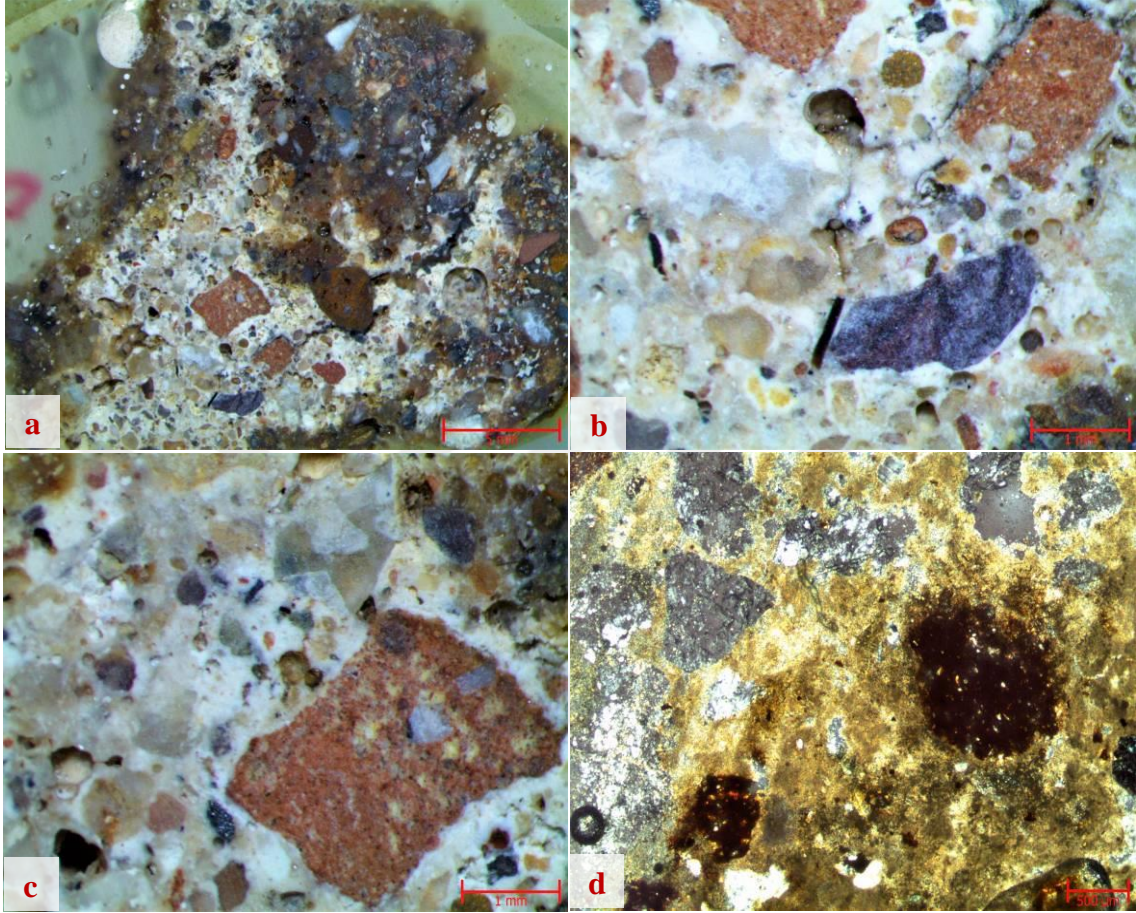


Şekil 4. 173. Örnek 16 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 17. BMK, 5-7. yüzyıl Erken Bizans yapısı, tuğla taban döşemesi altından alınmış sarımsı krem renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %20-25 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, %30-35 oranında 15-18 mm arasında çakıl boyutlu keramik ve tuğla kırığı ilavelidir. Agregaların kalanı, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, az miktarda kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat, %10 civarında mermer ve kireçtaşı kırığı, %10 civarında tuğla/keramik kırığı ve çok az tozu, yaklaşık %20 kadar kuvars olup kalanı puzzolan özellikli andezitik tüf parçacıklarıdır. Agregat boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Bağlayıcı dokuda 200-250 μ boyuta kadar pitting gözlenen örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvan atık ve kalıntılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



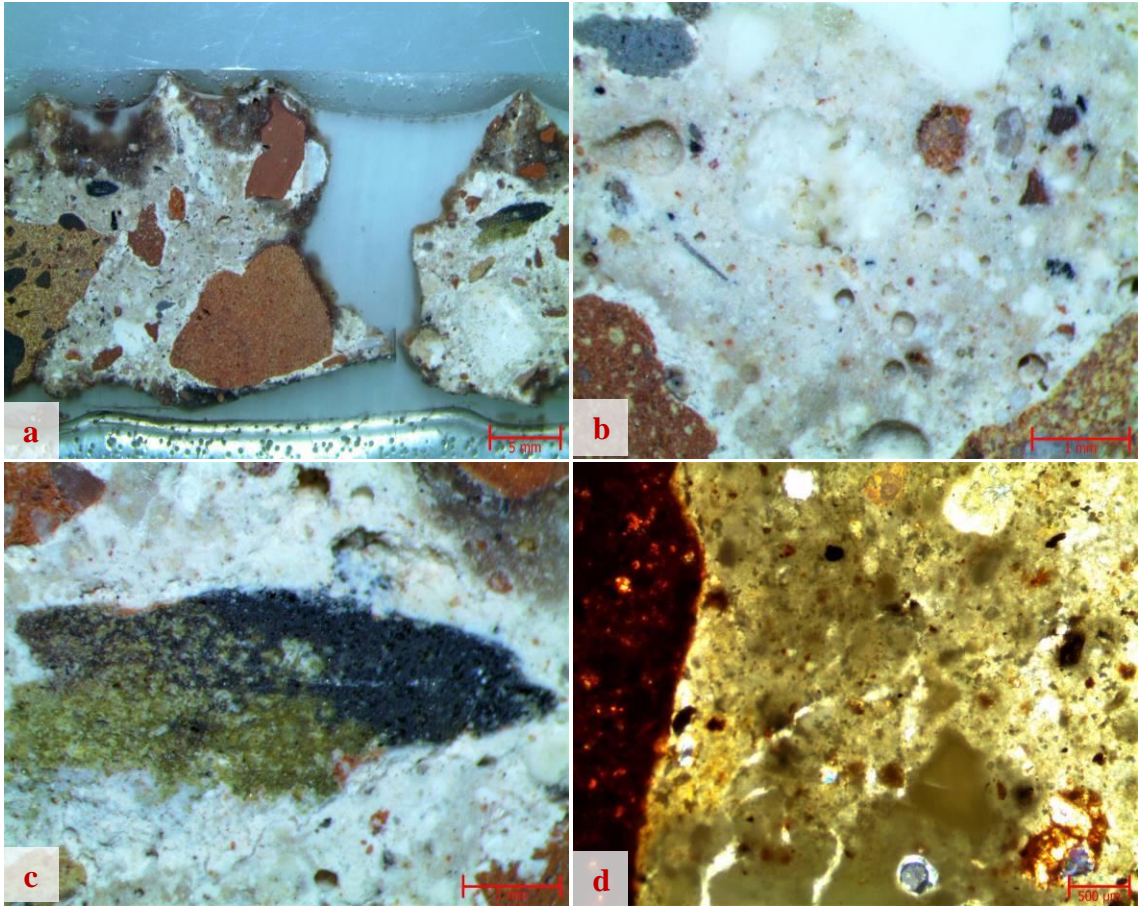
Şekil 4. 174. Örnek 17 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; c) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 18. 20.05.09 tarihinde BMK, G/5 plan karesi, duvar 32, 4.01 m kotundan alınmış 25/A analiz no.lu, krem pembe renkli kalınlığı belirlenemeyen, sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35-40 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları yaklaşık %20 kadar 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin kalan agregaları tek tük olivin, tek tük camsı kürecikler, çok az demiroksit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve muskovit, çok az kumtaşı, bazaltik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, az miktarda beyaz renkli feldspat, %2-3 oranında kuvars ile %30-35 oranında tuğla/keramik kırığı ve tozu olup kalanı karbonatlı parçacıktır (kireçtaşı kırığı). Örnekteki karbonatlı agregalar dışındaki diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır. Agregaya boyutları çakıl

nitelikli parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm ele altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı mevcuttur.

Örneğin çeşitli renk ve nitelikteki bir kısım tuğla/keramik kırığı içerisinde volkanik kayaç parçacığı, kuvars ve silikatslaşmış karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır. Örnek dokusunda, az miktardaki 500-600 μ boyuta kadar olan gözeneklerin bir kısmı içerisinde ikincil kalsit kristallenmesi gelişmiştir. Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir. Bağlayıcı dokuda pitting gözlenen örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



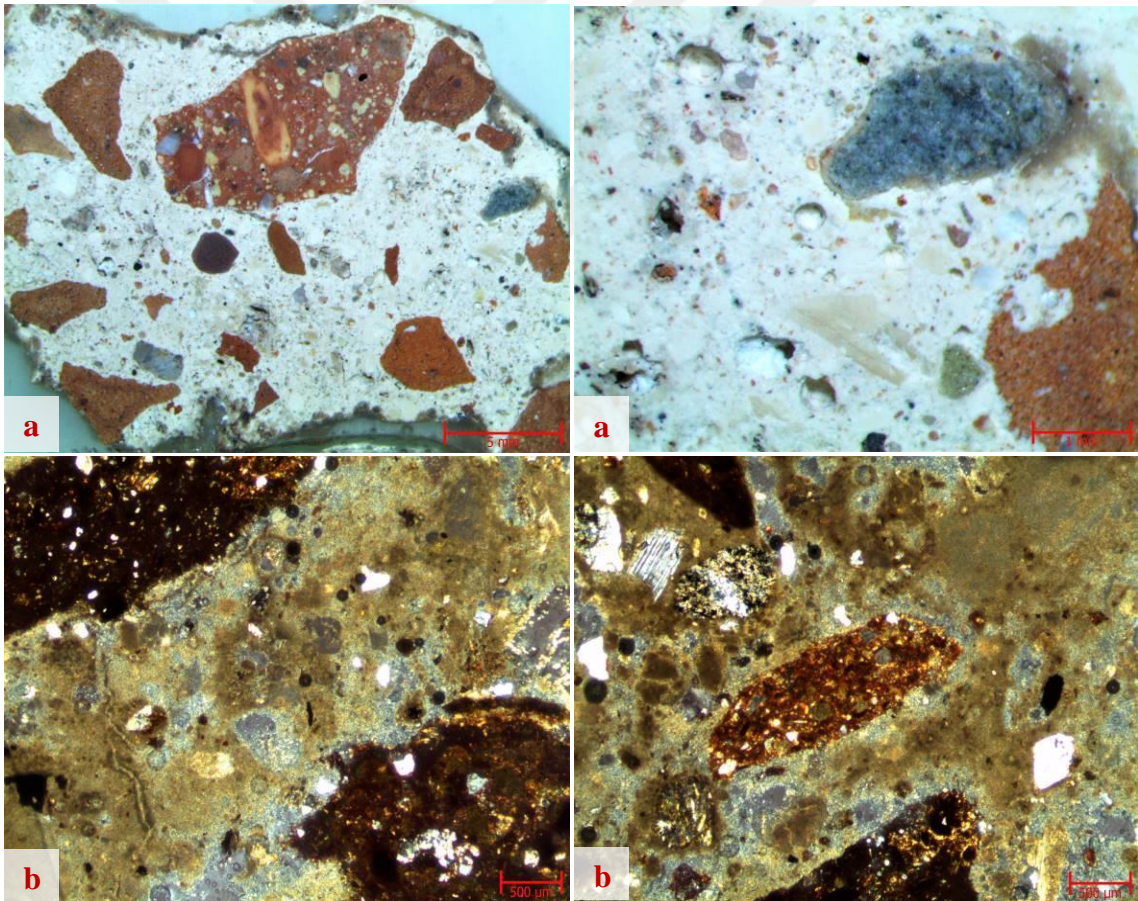
Şekil 4. 175. Örnek 18 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 19. 20.05.09 tarihinde BMK, F/5-6 plan karesi, duvar 41, 4.08 m kotundan alınmış, 22/A analiz no.lu krem pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35-40 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, %10 civarında 8-12 mm arasında

çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Agregaların kalanı, tek tük olivin, tek tük camsı kürecikler, çok az demiroksit, çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, çok az tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında beyaz renkli feldspat, %3-5 oranında kuvars ile %35-40 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaya boyutları, çakıl nitelikli parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığı 8 mm ele altı, diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Örneğin tuğla/keramik kırığı agregalarının bir kısmı içerisinde volkanik kayaç parçacığı, kuvars ve silikatlaşmış karbonatlı parçacıklar mevcuttur. Örneğin bağlayıcı dokusunda pitting oluşumu mevcuttur. 500-600 μ boyuta kadar çok az miktarda gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaya fazı oldukça iyidir. Örnekte saptanan çok az miktardaki klorür ve nitrat tuzları ile proteinin topraktan, çevresel kirlilikler ile hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



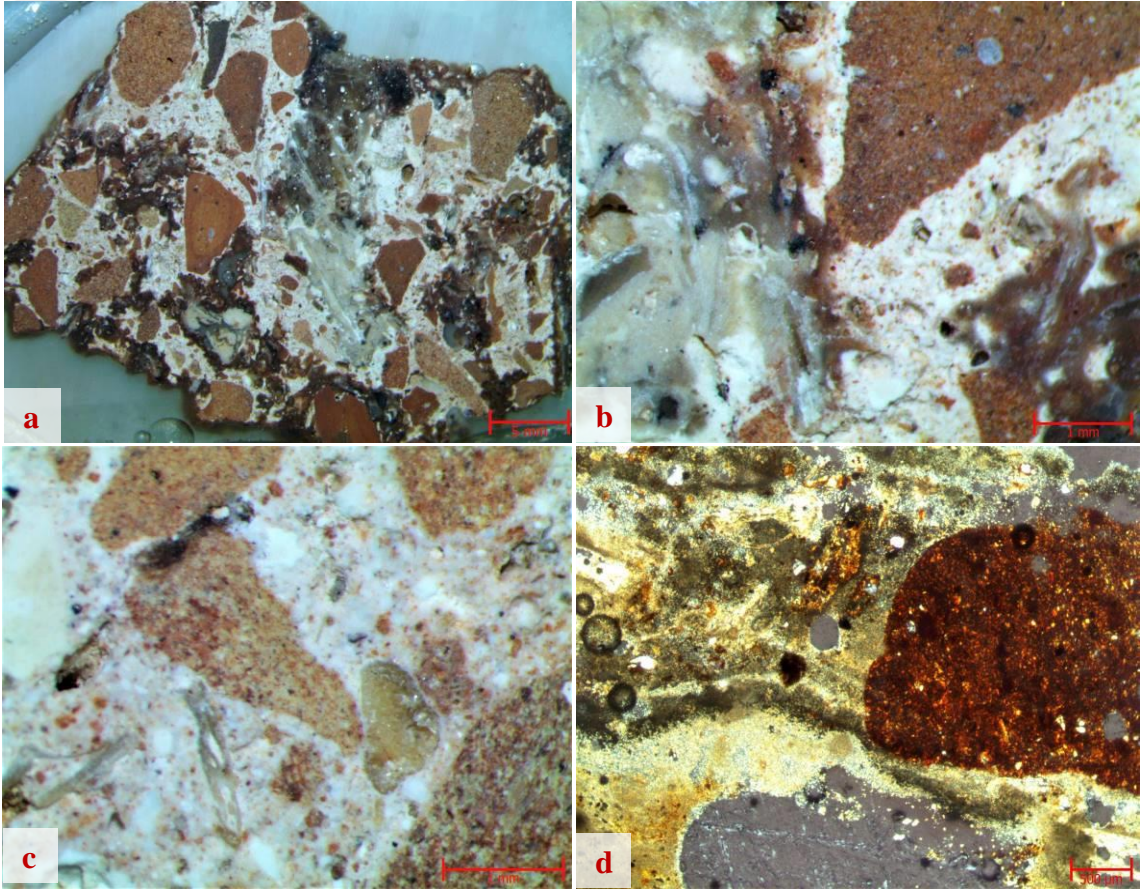
Şekil 4. 176. Örnek 19 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 20. 20.05.09 tarihinde BMK, G/6 plan karesi, duvar 9, 4.62 m kotundan alınmış 26/A analiz no.lu, pembe renkli, ortalama 5 cm kalınlıkta, sağlam yapıdaki harç örneğinin

bağlayıcısı %30-35 oranında hava kirecidir. Örnekte, azı topaklar halinde olmak üzere yaklaşık %10 kadar karbonatlaşmış kaymak kireç kütleleri mevcuttur.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, tek tük volkanik kayaç parçacığı, çok az siyah cüruf parçacığı, muskovit ve demiroksit, %3 civarında beyaz feldspat, %3 civarında kuvars ve %25-30 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve küfeki) olup kalını tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agregaya boyutları tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık mevcuttur.

600-700 μ boyuta kadar çok az miktarda gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaya fazı iyidir. Örneğin bir kısım çatlakları arasında ikincil kalsit kristalleşmesi mevcuttur. Örnekte saptanan çok az nitrat tuzu ile az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



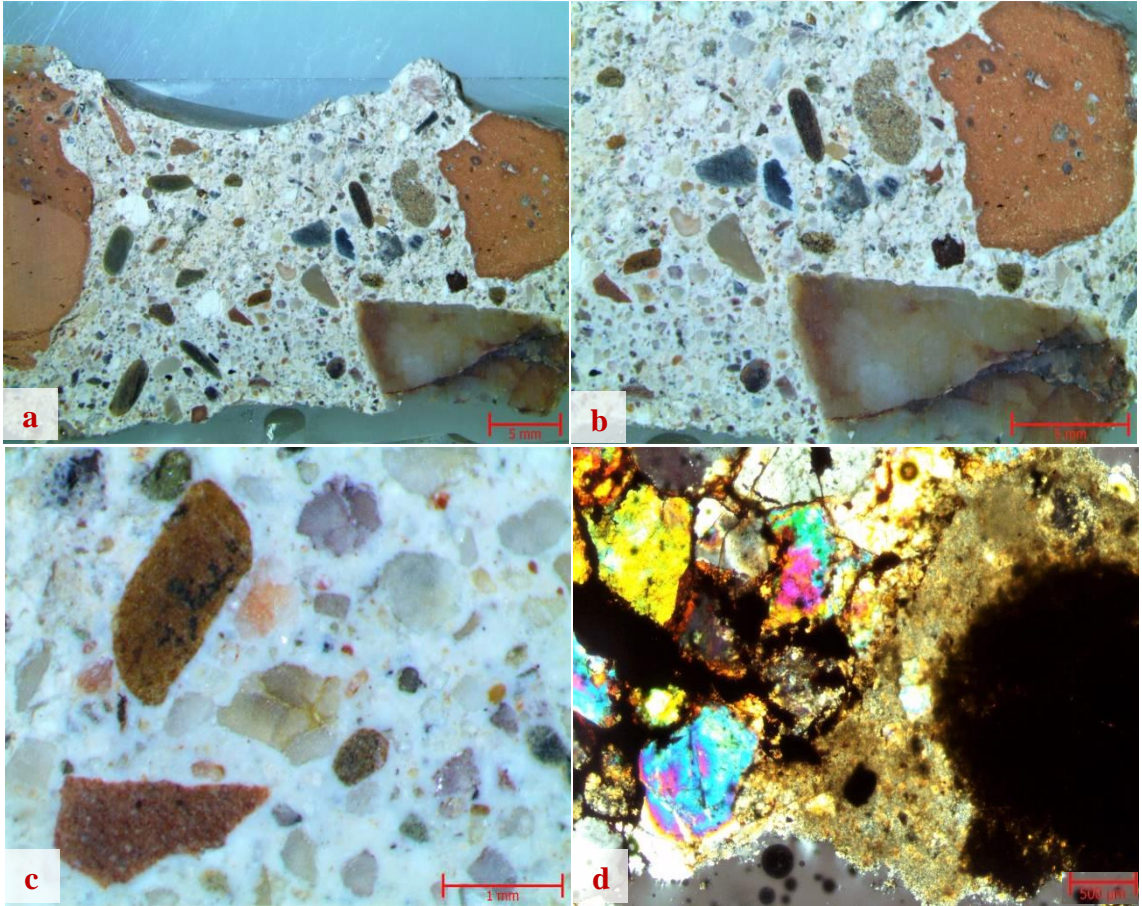
Şekil 4. 177. Örnek 20 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel doku görüntüsü x0,67; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 21. 15.03.11 tarihinde BMK, F-H/1-6 plan karesi, duvar 103 içi, 0.90 m kotundan alınmış, 75 analiz no.lu pembemsi krem renkli, 3-5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, yaklaşık %35 kadar 8-18 mm

arasında çakıl boyutlu parçacık (%20'si (1 adet) kumtaşı, %80'i tuğla/keramik kırığı) içermektedir. Agregaların kalanı, çok az siyah cüruf parçacığı, az demiroksit, %2-3 oranında sarı renkli altere parçacıklar, çok azı toz boyutlu olmak üzere %5-8 oranında tuğla/keramik kırığı, yaklaşık %2 kadar tüfik parçacık, %10-15 oranında beyaz feldspat ile %20 civarında kumtaşı (metakumtaşı ve arenit) olup kalanı çeşitli renkte kuvars ve kuvarsittir. Agregat boyutları, çakıl boyutlular hariç 6 mm elek altıdır. Tuğla/keramik dışındaki agregalar, %3-5 oranında yuvarlaklaşmış yassı dere kumu ilave edilmiş puzzolanik özellikteki tüfik kara kumudur.

Bağlayıcı agregat fazı oldukça iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, bağlayıcı alanda noktasal olarak dökülmeler olmakla birlikte genelde iyidir. Dokuda çok az miktarda yaklaşık 700 µ boyuta kadar gözenekler mevcuttur. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı; proteinin ise katkı niteliğinde olduğu düşünülmektedir.



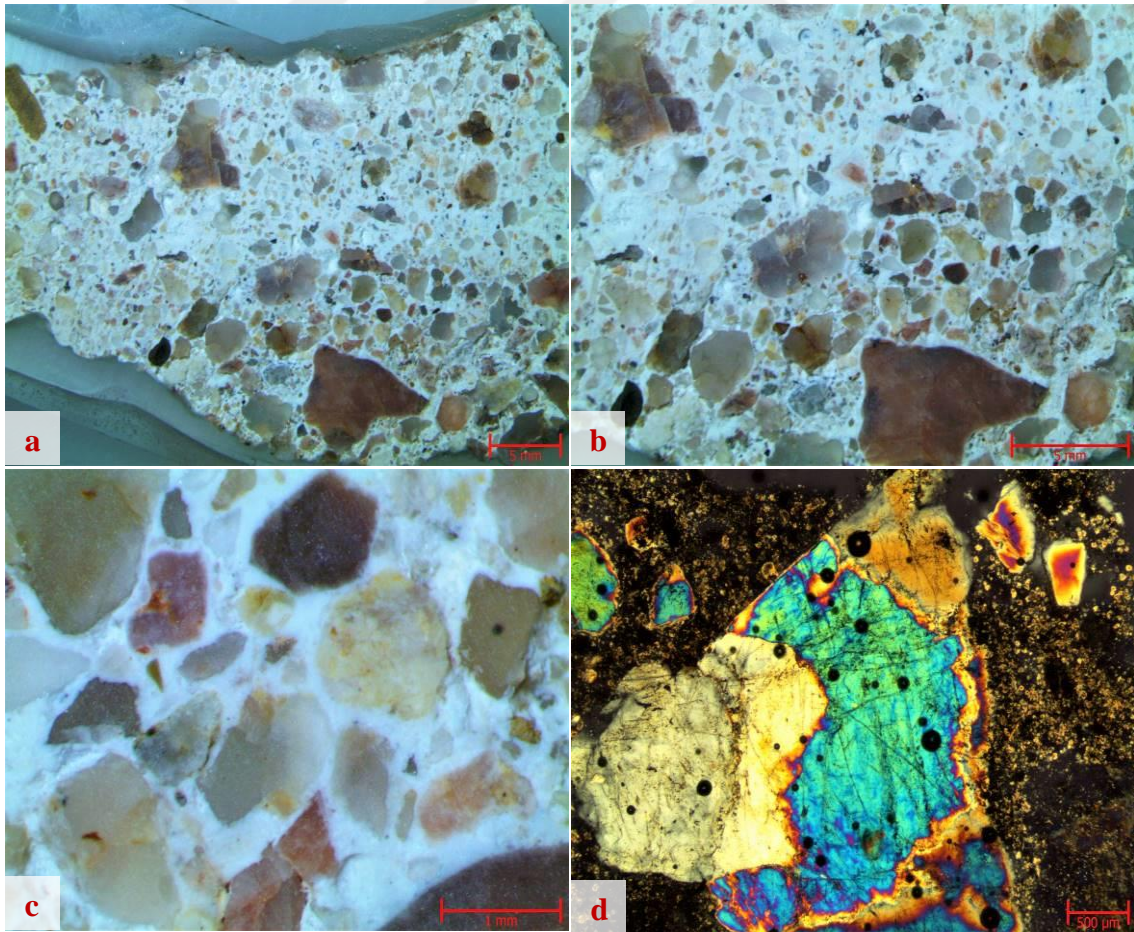
Şekil 4. 178. Örnek 21 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 22. 26.03.11 tarihinde BMK, HI/2-3 plan karesi, mekan 7, duvar 113 içi (batı duvarı), -1.00 m kotundan alınmış, 78 analiz no.lu grimsi krem renkli, 4,5 cm.ye kadar

değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı yaklaşık %20 kadar hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, %5-8 oranında (2 adet) 9-14 mm arasında çakıl boyutlu kumtaşı ve kuvarsit parçacık içermektedir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az miktarda demir oksit, %2 civarında kumtaşı ve çeşitli tüfuk nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında alterasyon ürünü olan sarı renkli kil parçacıklar içeren %15-20 oranında beyaz renkli feldspat ile kalanı kuvars ve kuvarsitten oluşan tüfuk kara kumudur. Agregat boyutları, çakıl boyutlular hariç kuvars, kumtaşı ve kayaç parçacıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 6 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır.

Dokusunda çok az miktarda, tek tükü 1 mm.ye kadar olmak üzere, 500 µ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregat fazı oldukça iyidir. Örnekte saptanan çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden kaynaklandığı; proteinin ise katkı niteliğinde olduğu düşünülmektedir.



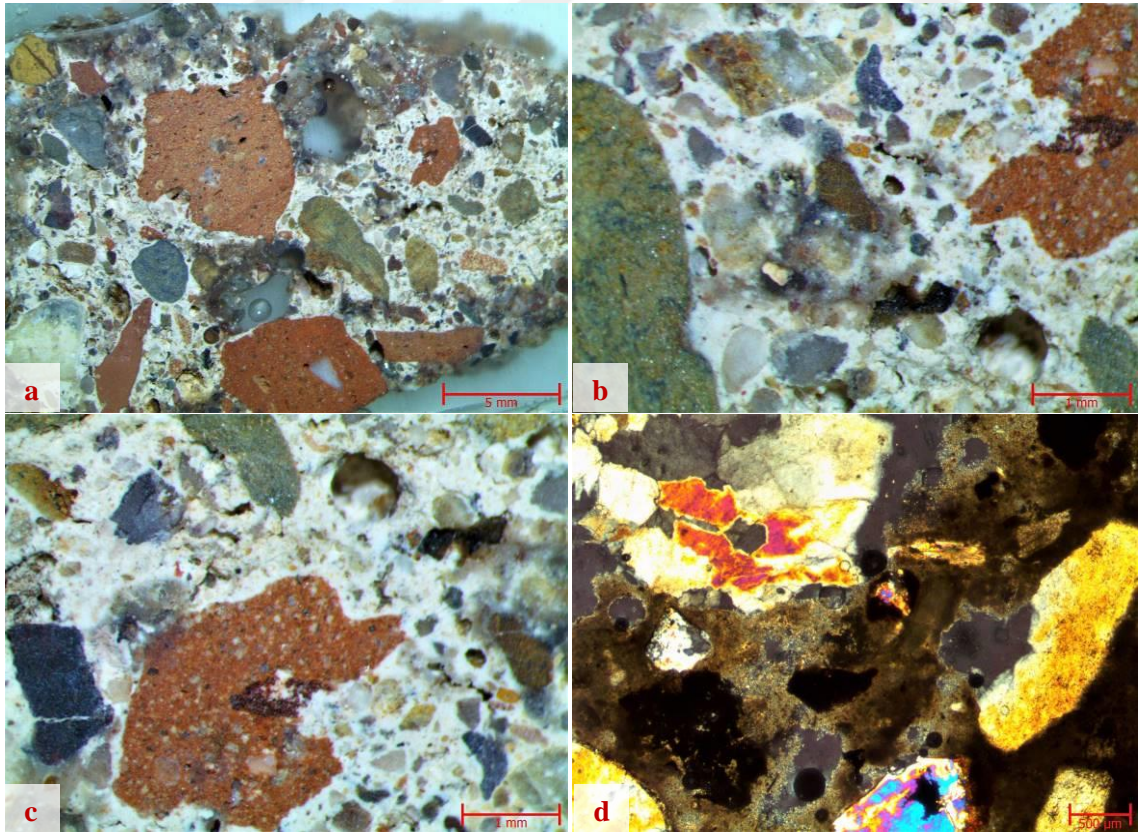
Şekil 4. 179. Örnek 22 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x5; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

4.4.4. SMK alanı genel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

SMK kazı alanından toplam 13 adet harç örneği üzerinde yürütülmüş olan analizlerin genel sonuç değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Örnek 1. 28.08.11 tarihinde SMK-MG, B/1-2 plan karesi, duvar 42, 0.95 m kotundan alınmış 25 analiz no.lu, krem pembe renkli, ortalama 3 cm kalınlığında, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

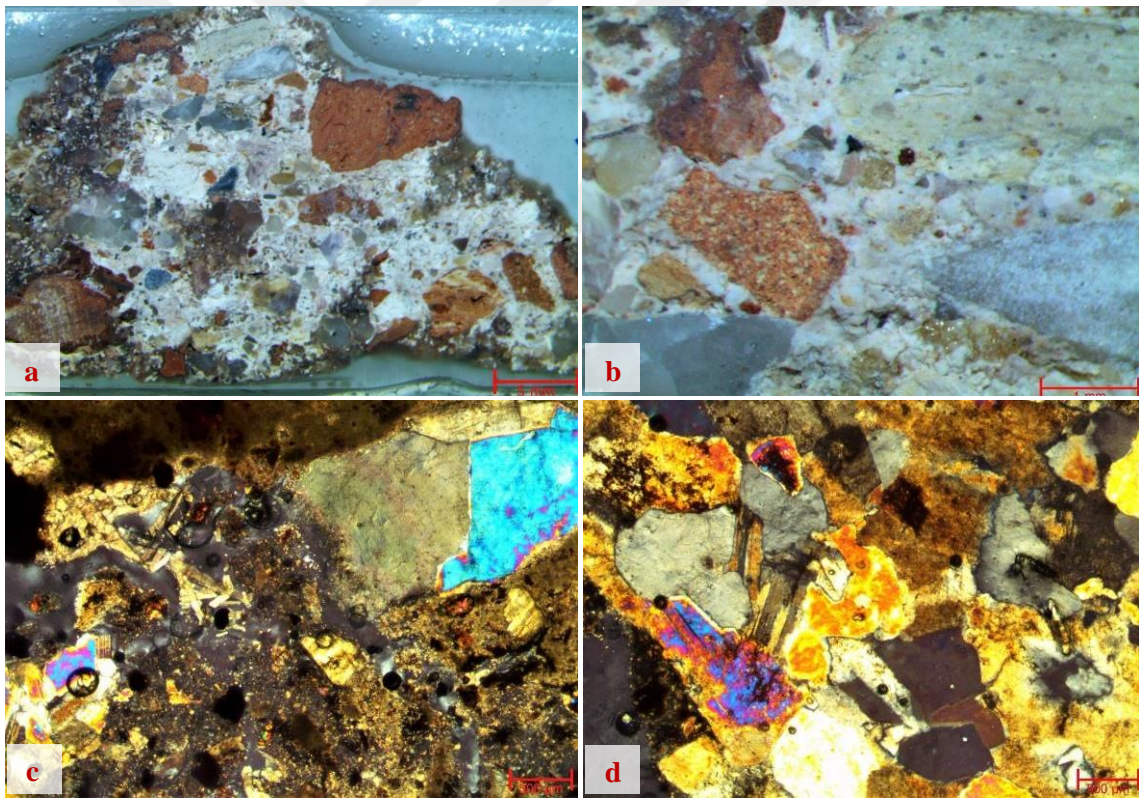
Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları tek tük olivin ve yuvarlaklaşmış camsı kürecikler, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar ve demiroksit parçacıkları, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %15 civarında tuğla/keramik kırığı, %15 civarında feldspat, yaklaşık %30 kadarı kuvars olup kalanı kumtaşı, şistik, bazaltik ve tüfik parçacıklardan oluşan kara kumudur. Agregaya boyutları tuğla/keramik kırığı ve volkanik kayaç parçacıklarda 8 mm elek altı olup diğer parçacıklarda 6 mm elek altıdır. Tek tük yaklaşık 2 mm.ye kadar boşlukları ve az miktarda 700-800 µ boyuta kadar gözeneği olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaya fazı iyidir. Örnekte az miktarda kireç topağı bulunmaktadır. Örnekte saptanan çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 180. Örnek 1 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 2. 07.03.12 tarihinde SMK-MG, C/-1.0 plan karesi, blok mermerlerin altı, -0.70 m kotundan alınmış 42 analiz no.lu, krem pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, yaklaşık %20 kadar (%25 kadarı kumtaşı kalanı tuğla/keramik kırığı) 1 adeti 15 mm olmak üzere 10 mm elek altı çakıl boyutlu parçacıklar içermektedir. Örneğin diğer agregaları çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, %3-5 oranında kumtaşı, şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında feldspat ile %20 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvars ve kuvarsittir. Örnekteki %2-3 oranındaki karbonatlı parçacıklar kum ve tuğla kırığı agregalardan kaynaklanmaktadır. Bağlayıcı agregata fazı iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı, dokuda yer yer dökülmeler olmakla birlikte iyidir. 700-800 μ boyuta kadar çok az miktarda gözenekleri mevcuttur. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

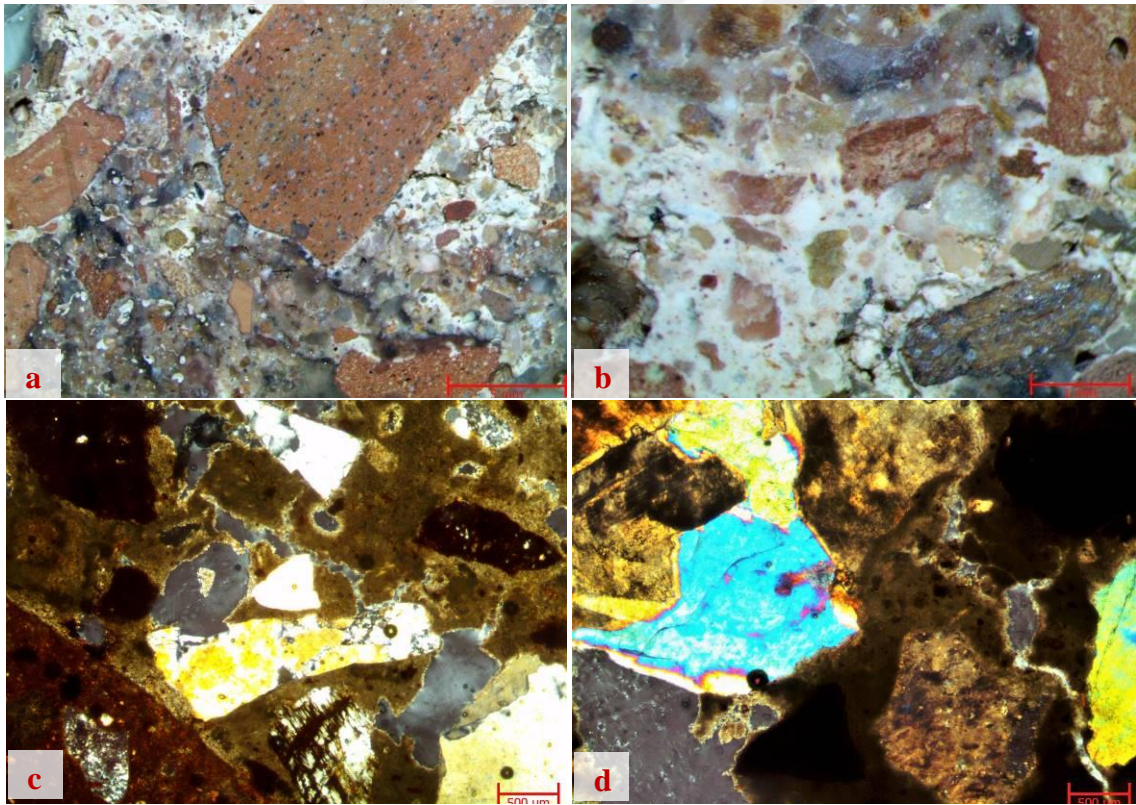


Şekil 4. 181. Örnek 2 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 3. 24.12.11 tarihinde SMK -MG, C/-1-0 plan karesi, duvar 35 içi, 1.20 m kotundan alınmış 13 analiz no.lu, krem pembe renkli, 4-4,5 cm arasında değişen kalınlıkta, oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25-30 oranında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları yaklaşık %20 kadar 10-18 mm arası

boyutlu tuğla/keramik çakılı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları tek tük yuvarlaklaşmış camsı kürecikler, çok az siyah cüruf parçacığı ve biyotit, çok az muskovit, %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında karbonatlı parçacık, yaklaşık %10 kadar beyaz renkli feldspat ile %30 civarında kuvars olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve az miktardaki tozudur. Karbonatlı parçacıklar kum ve tuğla kırığı agregalardan kaynaklanmaktadır. Agregaya boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır. Bazı kuvarsit parçacıklarında çok az miktarda sarımsı kil boyamaları mevcuttur. Örneğin tuğla/keramik kırığı agregalarının bir kısmının içeriğinde 250 µm elek altı kuvars, volkanik kayaç parçacıkları ve şamot bulunmaktadır. Tek tükü 1 mm olmak üzere 700-800 µm boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaya fazı iyidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



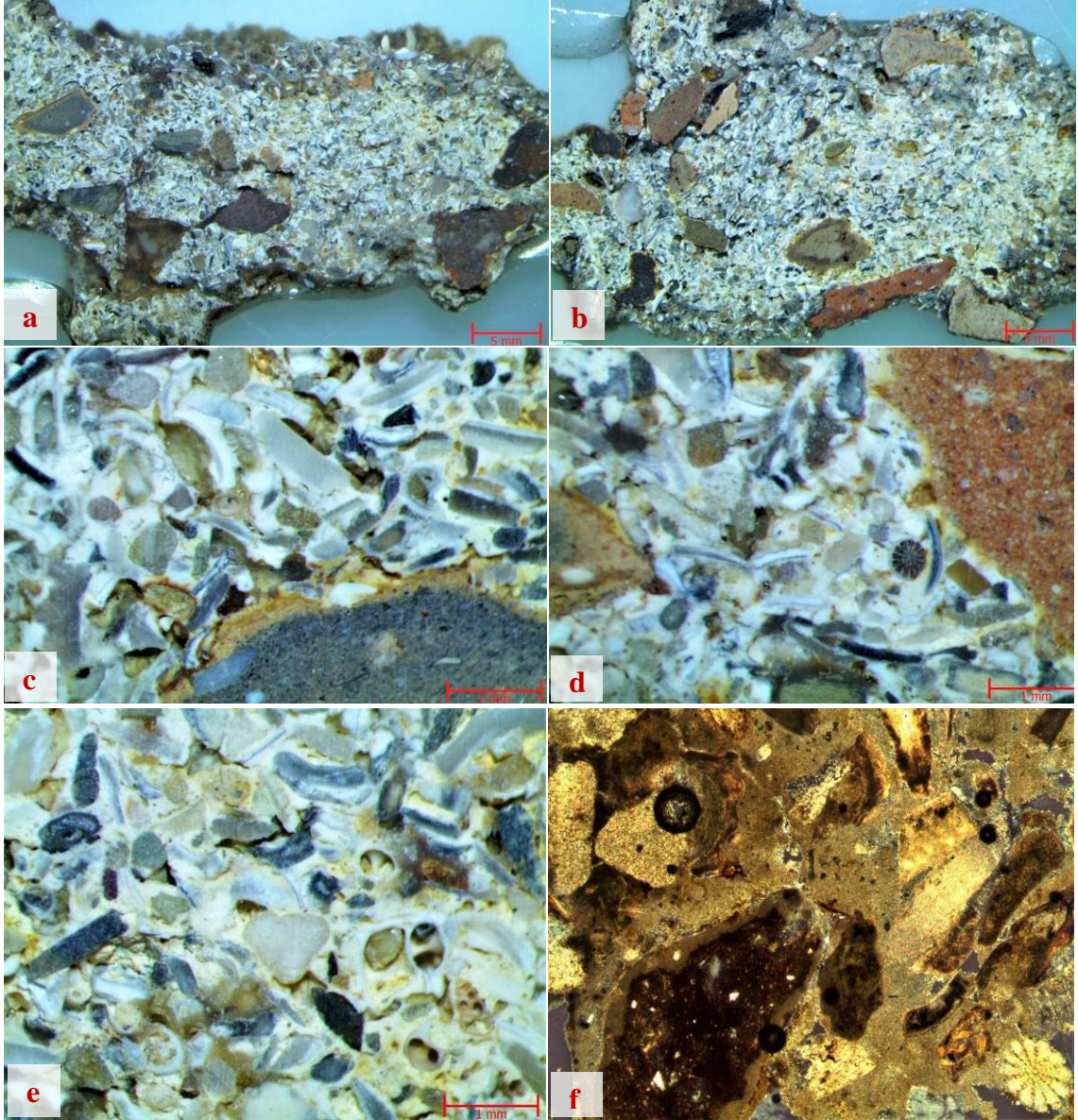
Şekil 4. 182. Örnek 3 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 4. 07.03.12 tarihinde SMK-MG, C/-1.0 plan karesi, blok mermerlerin altı, -1.30 m kotundan alınmış 43 analiz no.lu, krem renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %20 oranında doğal hidrolik kireçtir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregalarının %15-20'si 20 mm boyuta kadar

keramik çakılıdır. Örneğin diğer agregaları, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %2-3 oranında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %5 kadar feldspat, %5 civarında kuvars ile %10 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı dövülmüş kavrıdır. Örneğin çakıl dışındaki agrega boyutları keramik kırıklarında 8 mm elek altı, kayaç parçacıklarında tek tük 8 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır. Ayrıca görsel analizde 1 adeti 15x25 mm boyutlarında ve 6 mm kalınlığında siyah firnisli, olmak üzere 20 mm.ye kadar keramik kırığı ve 12 mm.ye kadar kayaç parçacıkları ile çok az 5 mm.ye kadar yuvarlak çakıllar belirlenmiştir.

500 μ boyuta kadar az miktarda gözeneği bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

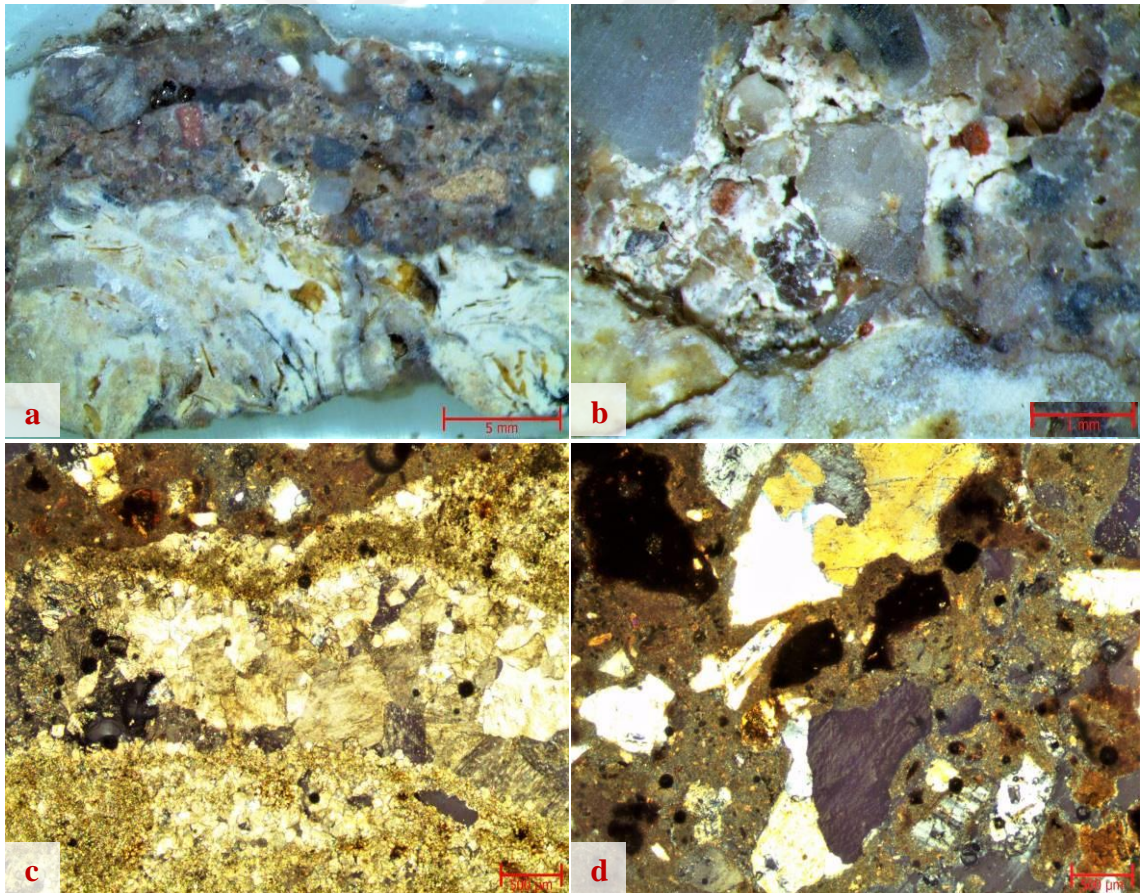


Şekil 4. 183. Örnek 4 kalın kesit stereo mikroskop; a ve b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c, d ve e) detay görüntüsü x4; f) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 5. 25.12.11 tarihinde SMK -MG, B.C/3 plan karesi, duvar içi, -0.15 m kotundan alınmış 21 analiz no.lu, krem pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen, parçalanmış halde nispeten zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları yaklaşık %20 kadar (2 adet) 13 ve 15 mm çakıl boyutlu tuğla kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları tek tük, olivin çok az muskovit, az miktarda siyah cüruf parçacığı, %2 civarında sarı renkli altere parçacıklar, %3 civarında küfeki kırığı, %3-5 oranında tüfik ve şistik volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında feldspat ile %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Tek tük kırık içeren örneğin agrega boyutları, çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik kırıkları ve volkanik kayaç parçacıkları 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise 6 mm elek altıdır.

1 mm.ye kadar az gözeneği olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı yer yer zayıf olmakla birlikte iyidir. Örnekte saptanan çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



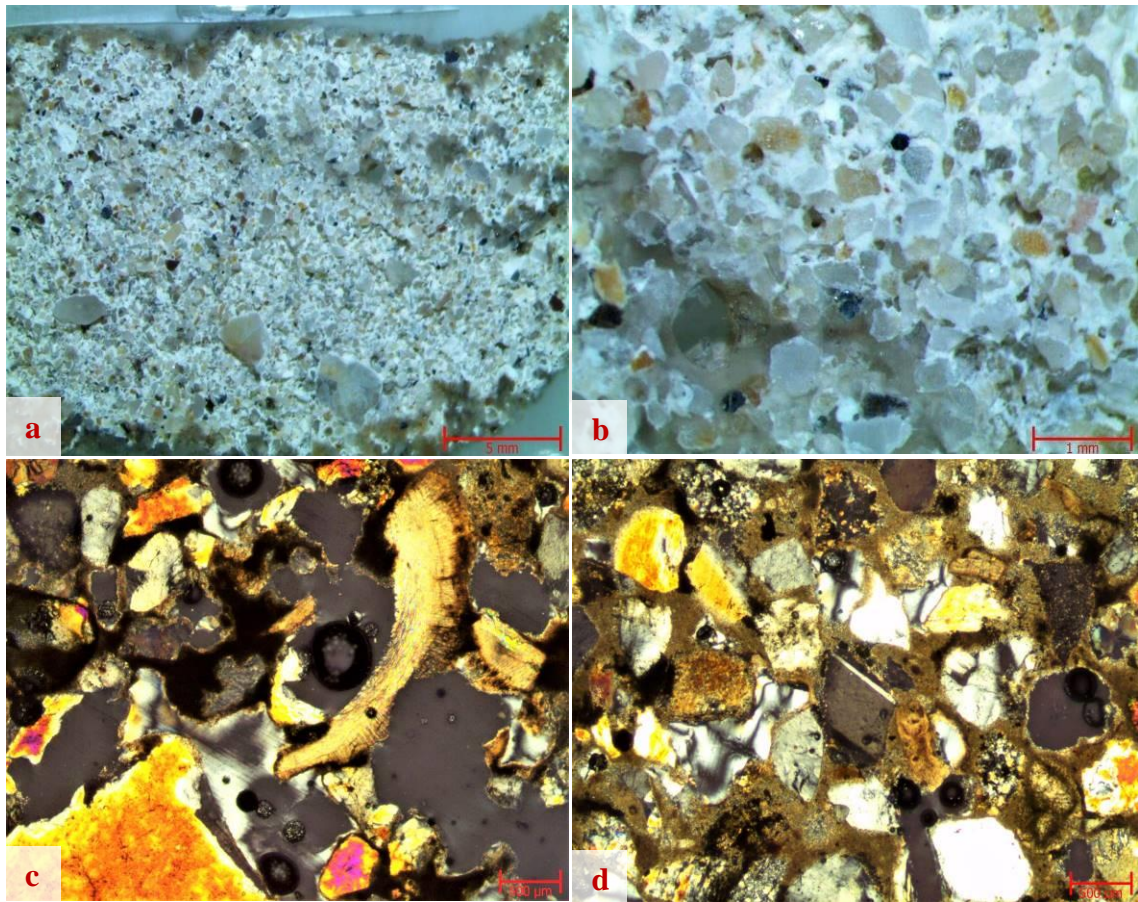
Şekil 4. 184. Örnek 5 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d)ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 6. 2007 SMK, D/4-14 plan karesi, gar duvarı kat üzeri bölüm, 5.40 m kotundan alınmış 13 analiz no.lu, açık gri renkli, 3 cm.ye kadar değişen kalınlıktaki sağlam yapıda

olan harç örneğinin bağlayıcı alanı %20 civarındadır. Melez harç olan örneğin bağlayıcısı %5-10 oranında kireç ilave edilmiş 100-150 doz portland çimentosudur.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları tek tük tuğla/keramik kırığı ve demir oksit parçacığı, çok az olivin, az siyah cüruf parçacığı, %2 civarında biyotit, %2 civarında volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında karbonatlı parçacıklar (kavkı) ile %5 civarında feldspat olup kalanı kuvars kumudur. Agrega boyutları çok azı 5 mm elek altı olmak üzere 3 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı kısmen zayıf olmakla birlikte genelde iyi gibidir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

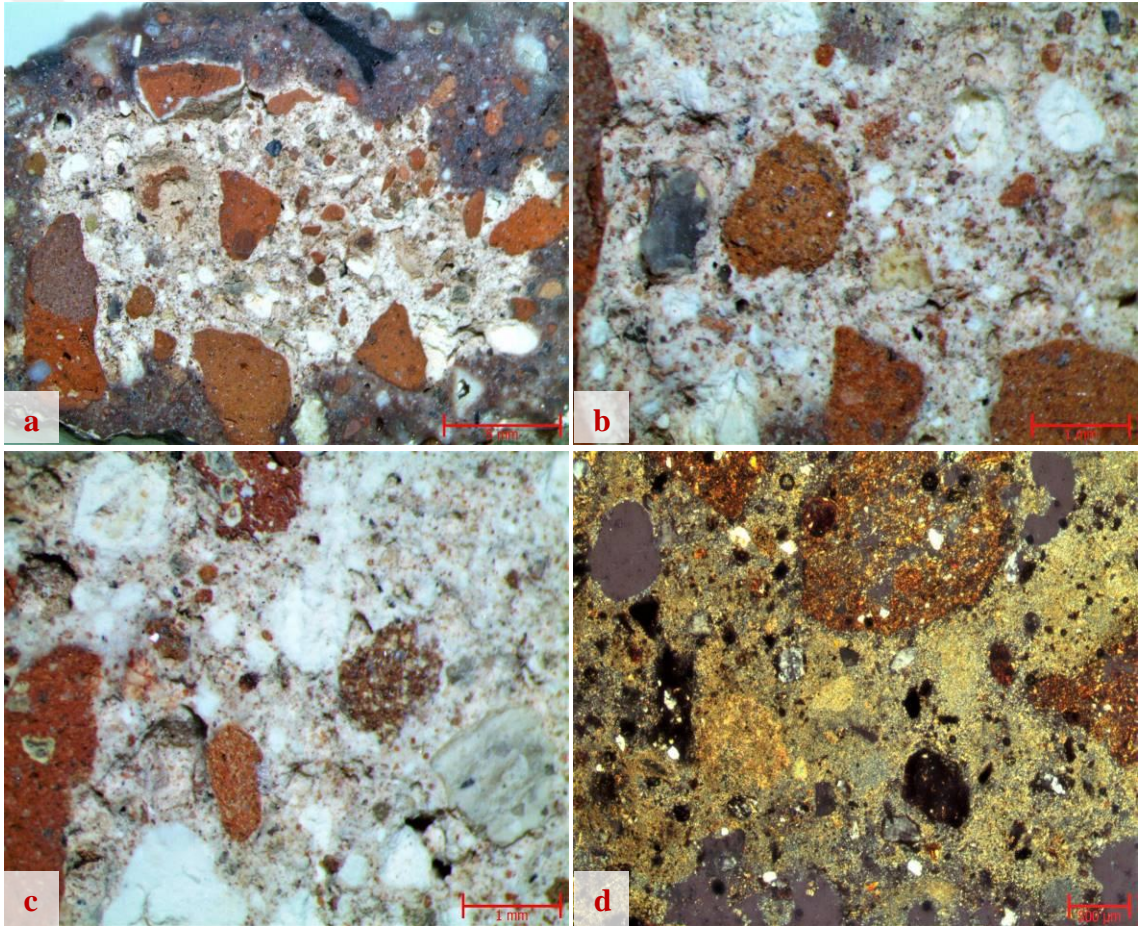


Şekil 4. 185. Örnek 6 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 7. 27.04.07 tarihinde SMK, C/10 açması (plan karesi), kare şeklindeki mekan, 4.47 m kotundan alınmış 8 analiz no.lu, pembe renkli, 4 cm kalınlığında sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %35 civarında hava kirecidir. Örnekte yaklaşık %5 kadar kireç topağı mevcuttur.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregalarının %10 kadarı (2 adeti) 10 ve 12 mm boyutlu tuğla çakılıdır. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, az miktarda beyaz renkli feldspat, %3 civarında kuvars, %15 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin agregalarının tamamı çeşitli renk ve nitelikte tuğla/keramik kırığı olup diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır. Örneğin agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır.

Bir kısım tuğla keramik kırığı agregalarının içerisinde şamot, volkanik kayaç parçacıkları ve kuvars mevcuttur. Bağlayıcı agrega fazı bir kısım kuvarsta zayıf, diğer agregalarda iyi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı nispeten zayıftır. Örnekte saptanan az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

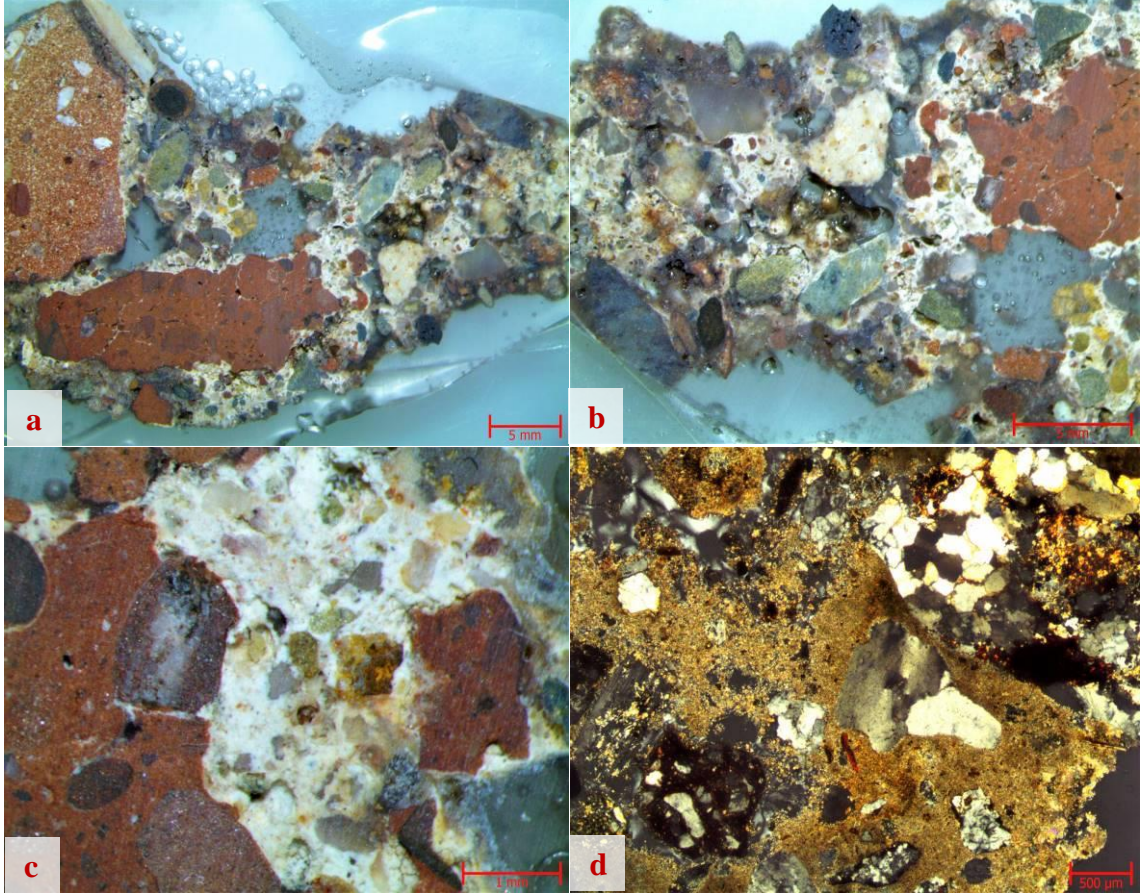


Şekil 4. 186. Örnek 7 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x1; b ve c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 8. 27.10.09 tarihinde SMK, B/13-14 plan karesi, 128 no.lu duvar, -0.66 m kotundan alınmış 172 no.lu, pembemsi krem renkli, kalınlığı belirlenemeyen sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları %25 civarında 10-20 mm arasında çakıl boyutlu, 1 adeti tüfik parçacık olmak üzere tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az muskovit, çok az siyah cüruf parçacığı, az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %5 civarında diğer karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı, tek tük mermer kırığı ve tek tük kavkı) %5-10 oranında feldspat, %15-20 oranında kuvars, %15-20 oranında kumtaşı, grovak, şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Keramik kırıklarının bir kısmı kırmızı ve siyah astarlıdır (1 adet yaklaşık 3 mm kalınlıkta iki yüzeyi siyah astarlı, 1 adet iç yüzeyi kırmızı dış yüzeyi siyah renk astarlı). Karbonatlı parçacıkların kum ve tuğla/keramik içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin agrega boyutları çakıl nitelikliler hariç 8 mm elek altıdır.

3 mm boyuta kadar boşlukları ve 800 μ boyuta kadar gözenekleri bulunan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı iyi olup bağlayıcı agrega fazı, dokuda noktasal dökülmeler görülmekle birlikte iyidir. Örneğin bir kısım boşluk ve çatlak aralarında ikincil kalsit kristallenmesi mevcuttur. Örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

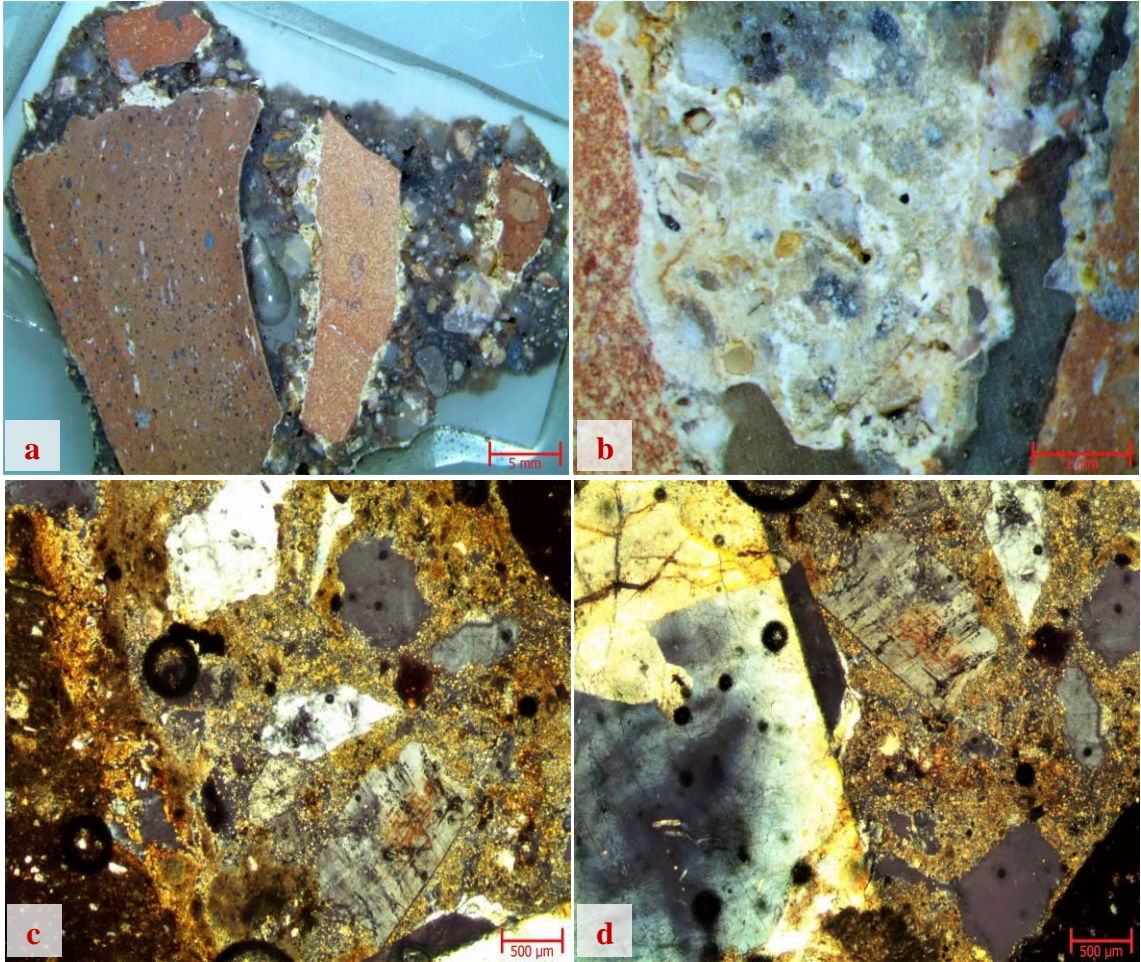


Şekil 4. 187. Örnek 8 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku görüntüsü x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 9. 22.10.09 tarihinde SMK, C-4/6 plan karesi, duvar 181 (ara duvar), -0.07 m kotundan alınmış 114 analiz no.lu, sarımsı krem renkli, nispeten zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %20 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregalarının %30-35'i 10-22 mm arasında çakıl boyutludur. Çakıl parçacıkların 1 adeti (%5 civarı) kuvarsit, diğerleri tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları tek tük malahit, çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, %5 civarında çeşitli renkte feldspat, %5 civarında kumtaşı, grovak, şistik ve volkanik kayaç parçacıkları, %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

Örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı, dokuda yer yer dökülmeler olmakla birlikte boşluklar hariç iyidir. Yaklaşık 1 mm boyuta kadar az miktarda gözenekleri bulunmaktadır. Örnekte tespit edilen az miktardaki nitrat tuzu ile proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

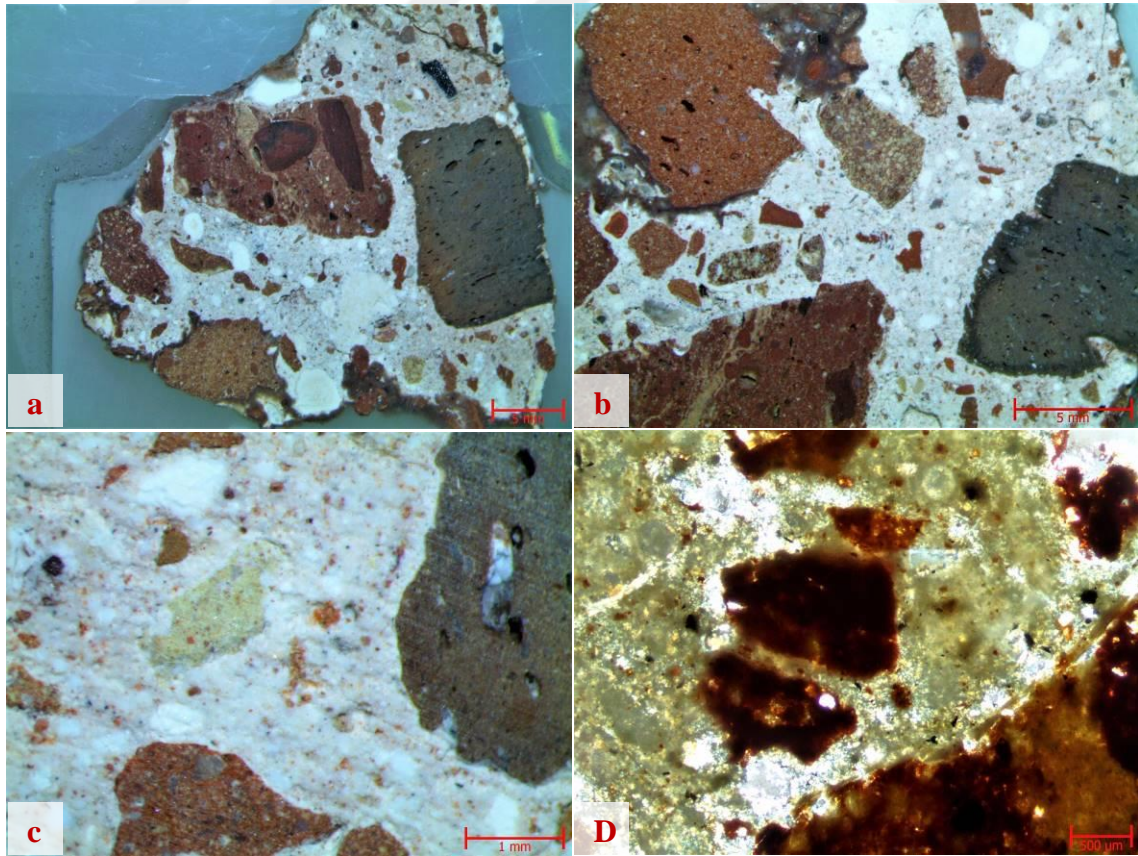


Şekil 4. 188. Örnek 9 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) detay görüntüsü x4; c ve d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 10. 20.10.09 tarihinde SMK, 09 B-C/4-5 plan karesi, duvar 189 (ara duvar), 0.26 m kotundan alınmış 110 analiz no.lu, krem pembe renkli, 4 cm. ye kadar değişen kalınlıkta, sağlam yapıdaki harç örneğinin %30-35 oranında olan bağlayıcısı %5-10 oranında kil içeren kireçtaşıdan üretilmiş zayıf hidrolik özellikli doğal hidrolik kireçtir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregalarının yaklaşık %15 kadarı 9-13 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin diğer agregaları çok az muskovit ve siyah cüruf parçacığı, az miktarda kuvars, %10-15 oranında beyaz renkli feldspat, %25 civarında karbonatlı parçacık olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaların boyutları, çakıllar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tükü 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır. Agregaların boyutlarında çakıllarla birlikte devamlılık vardır. Örnekte tek tük kıtık bulunmaktadır. Çeşitli renk ve nitelikteki tuğla/keramik agregaların bir kısmının içeriğinde şamot ve kuvars parçacıkları mevcuttur.

Dokusunda çok az miktarda yaklaşık 400 μ boyuta kadar gözenekli olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agregaların fazı iyidir. Mikro çatlakları olan örneğin bir kısım gözenekli içeriğinde ikincil aragonit kristallenmesi gelişmiştir. Örnekte tespit edilen çok az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin ise hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

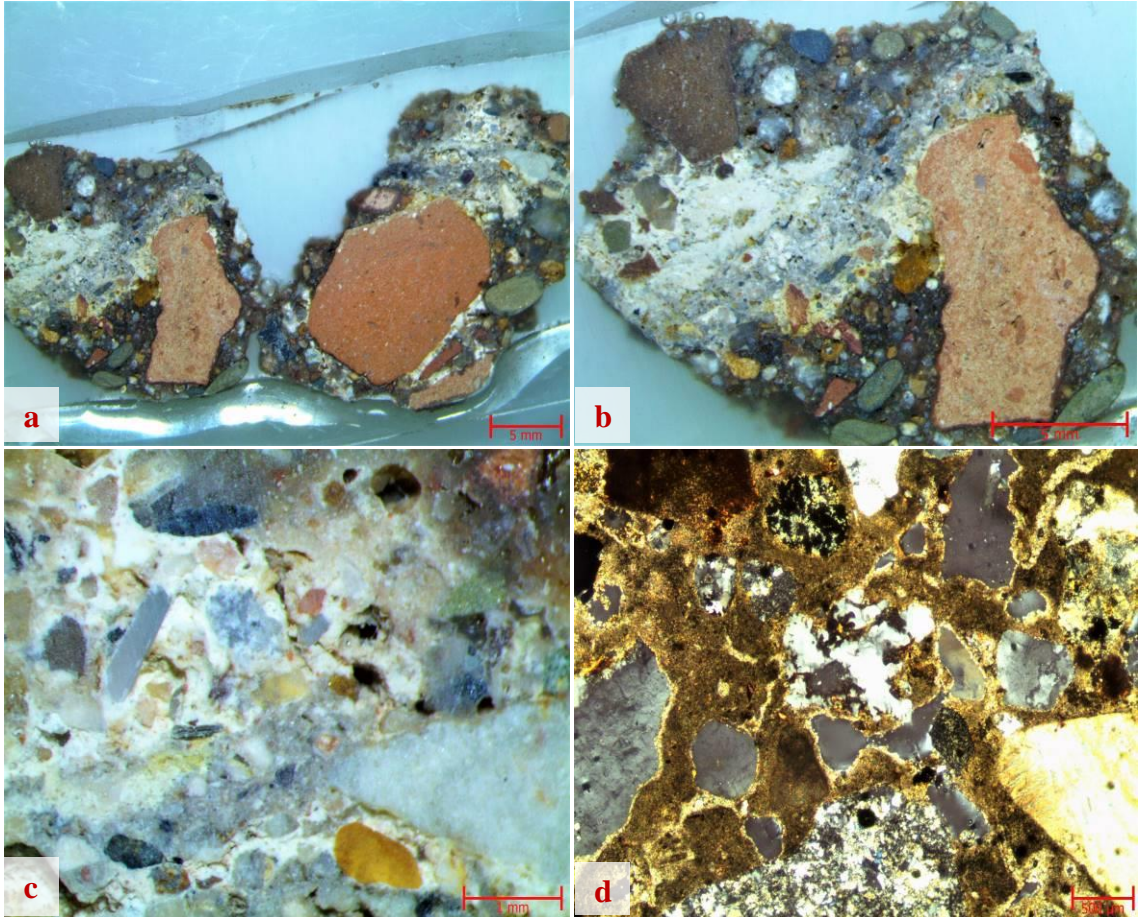


Şekil 4. 189. Örnek 10 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 11. 27.10.09 tarihinde SMK, C/14 plan karesi, 195 no.lu duvar, -0.41 m kotundan alınmış 132 analiz no.lu, krem pembe renkli, kalınlığı belirlenemeyen nispeten zayıf yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları %5-8 oranında (2 adet) 10-18 mm çakıl boyutlu keramik kırığı (1 adetinin tek yüzeyi yeşil astarlıdır) içermektedir. Örneğin diğer agregaları tek tük olivin, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, çok az muskovit ve biyotit, az miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül, yaklaşık %10 kadar feldspat, %10 civarında karbonatlı parçacık (tek tükü kavkı olmak üzere mermer ve kireçtaşı kırığı), %10-15 oranında kumtaşı, şistik ve tufik volkanik kayaç parçacığı ile %30 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır.

Yaklaşık 700 μ boyuta kadar gözenekleri olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

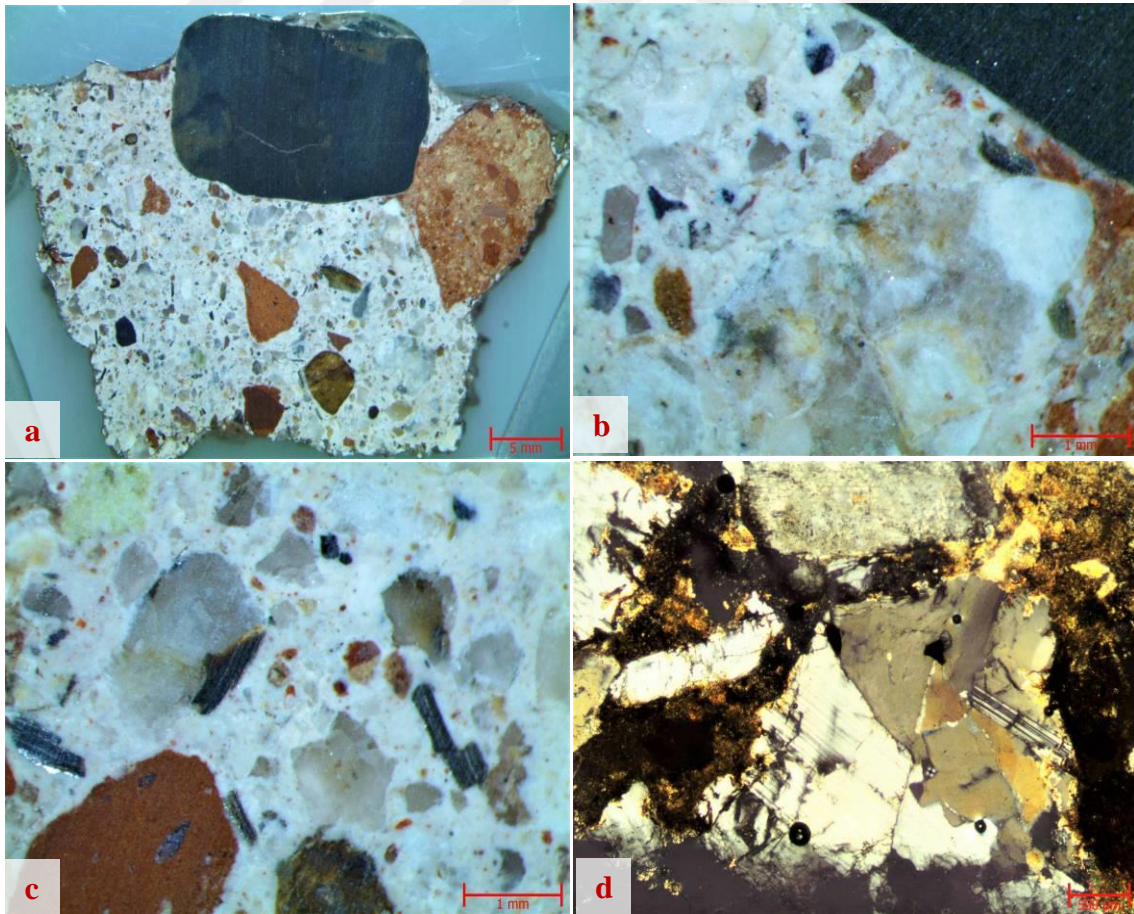


Şekil 4. 190. Örnek 11 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 12. 20.08.09 tarihinde SMK, C-D/6-7 plan karesi, 29 no.lu mekan, -1.68 m kotundan alınmış 101 analiz no.lu, pembemsi gri renkli, yaklaşık 6 cm kalınlığında olan oldukça sağlam yapıdaki harç örneğinin bağlayıcısı %25 civarında hava kirecidir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları yaklaşık %15 kadar 10-15 mm arasında çakıl boyutlu, 1 adeti (%20 civarında) kumtaşı olmak üzere tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları çok az siyah cüruf parçacığı, çok az muskovit, çok az miktarda sarı renkli altere parçacıklar, %3 civarında karbonatlı parçacık, %10-15 oranında beyaz renkli feldspat, %5-8 oranında volkanik kayaç parçacığı ile %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kuvarstır. Örneğin agregaları çakıl boyutlu parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır. Örnekteki kuvars ve feldspatlar biyotitli olup tüfik kökenlidir. Örnekteki %5 kadar karbonatlı parçacık diğer agregaların (kum ve tuğla/keramik) içeriğinden kaynaklanmaktadır. Örneğin tek tük yaklaşık 700 μ boyuta kadar olan gözeneklerinin bir kısmında ikincil kalsit kristalleşmesi mevcuttur. Tek tük kırıntı içeren örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı oldukça iyidir.

Örnekte tespit edilen az miktardaki proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

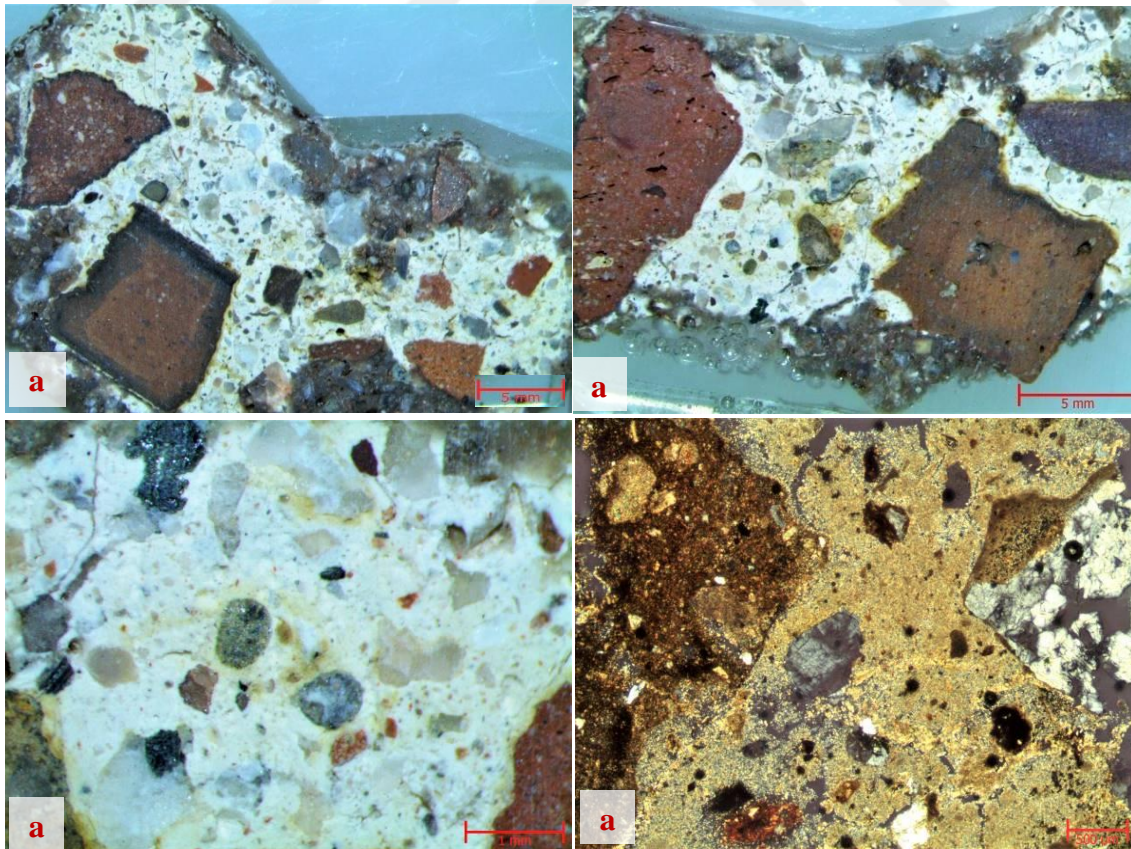


Şekil 4. 191. Örnek 12 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

Örnek 13. 27.10.09 tarihinde SMK, D/5 plan karesi, duvar 130, -0.17 m kotundan alınmış 122 analiz no.lu, sarımsı krem renkli, sağlam yapıdaki harç örneğinin %25-30 oranında olan bağlayıcısı %5 civarında kil içeren kireçtaşından üretilmiş zayıf hidrolik özellikli doğal hidrolik kireçtir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, %30 civarında (yaklaşık %20'si/ 1 adet kuvarsit ve 1 adet tüfik parçacık, kalanı keramik) 8-20 mm arasında çakıl boyutlu kum ve keramik kırığı ilavelidir. Örneğin diğer agregaları çok az muskovit, az siyah cüruf parçacığı, %5-8 oranında feldspat, %5-10 oranında tuğla/keramik kırığı, %5-10 oranında kumtaşı ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve mermer kırığı) olup kalanı tüfik kuvarstır. Tek tük kıtık içeren örneğin agregaları çakıl boyutlular hariç 8 mm elek altıdır. Keramik kırıklarının bir kısmı siyah firnisli olan örneğin içeriğinde ayrıca 2 ve 6 mm uzunluğunda ve yaklaşık 0,4 mm kalınlığında 2 adet kurşun kalıntısı karıştığı belirlenmiştir.

Dokusundaki mikro çatlaklarının ve tek tük olan gözeneklerinin bir kısmında ikincil kalsit kristallenmesi olan örneğin bağlayıcı bağlayıcı fazı ve bağlayıcı agrega fazı iyidir. Örnekte tespit edilen az miktardaki klorür tuzunun topraktan ve çevresel kirliliklerden; proteinin hayvansal atık ve kalıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 192. Örnek 13 kalın kesit stereo mikroskop; a) genel içerik ve doku görüntüsü x0,67; b) genel içerik ve doku x1; c) detay görüntüsü x4; d) ince kesit polarizan mikroskop görüntüsü x4

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

Harç ve sıvaların bağlayıcı, dolgu, yapıştırma, kaplama ve süsleme gibi yapısal işlevlerinin yanında ilgili kişiler tarafından ele alındığında ait oldukları dönemlerin tarihsel, kültürel, sanatsal, malzeme üretim teknolojisi, ticari ve kültürel alışveriş vb özellikleri hakkında veri bankaları oldukları artık bilinmektedir. Dolayısıyla koruma onarım çalışmalarında harç ve sıva malzemelerine, bu özelliklerin farkında olarak yaklaşılmalı ve özgünlükleri korunmalıdır. Yapılacak müdahalelerin boyutları gerektiği kadar olmalı ve kullanılacak onarım malzemesinin özgüne hasar verecek nitelikte olması önlenmelidir. Bunun için özgün malzemenin detaylı bir analizi yapılarak elde edilecek sonuçlar doğrultusunda onarım malzemesi üretilmelidir. Üretilen malzeme belirlenecek aralıklarla testlere tabi tutulup özgünle benzer nitelikte fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklere sahip olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kullanılacak olan onarım malzemesi ancak bu tür çalışmaların sonucunda belirlendiğinde özgünüyle uyumlu çalışması sağlanmış olacaktır. Aksi halde kullanılan yeni malzemenin özgünüyle uyumlu olması ancak tesadüfi olup çoğunlukla hasar verici nitelikte olması kaçınılmazdır. Yapılan araştırmalar ve gözlemler sonucunda mevcut malzemelerin kullanılmasıyla yapılmış olan uygulamalarda bu tür olumsuz sonuçlar ne yazık ki çokça saptanmış ve pek çok veri kaybedilmiştir.

5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada harç ve sıva örnekleri, kızdırma kaybı, petrografik, asit kaybı ve asitle reaksiyona girmeyen agregaların elek analizi ile stereo mikroskop altında görsel analizi sonuçlarına göre 4 ayrı kazı alanına bağlı olarak kendi içerisinde gruplandırılmıştır. Örneklerin ait oldukları dönemler, üretim teknolojileri ve buldukları yerler ile kazı alanlarında tespit edilmiş olan kültür katmanları dikkate alınarak belirlenmiştir.

Gruplandırma yapılırken kazı alanlarının üst kültür katmanlarından alt kültür katmanlarına doğru, son kullanımdan ilk kullanıma varılacak şekilde bir sıralama yapılmıştır. Dönemsel olarak ana gruplara ayrılan örnekler bağlayıcı ile agrega nitelik ve oranlarına bağlı olarak alt gruplara ayrılmış ve onarım önerileri bu doğrultuda yapılmıştır.

HMK kazı alanına ait harç ve sıva örnekleri genel analiz sonuçlarına göre değerlendirilerek 11 ana grup altında sınıflandırılmıştır.

Grup 1

Örnek **2b** ve **2c** no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 1** sıva örneklerinin 19 yüzyıl sonu ile 20. yüzyıl başına ait olduğu düşünülmektedir. Alt kısmında kirlilik miktarında pembe renkli (tuğla kırığı agregalı) harç tabakası (örnek **2a**) bulunan örneklerin onarım amaçlı yapıldığı anlaşılmaktadır. Pembe renkli bu katmanın analizleri miktar yetersizliğinden dolayı yapılamamıştır. Bu grup örneklerde (**2b** ve **2c**) bağlayıcı olarak portland çimentosu ve kaymak kireç kullanılmıştır (melez harç). Örnek **2b** yüzeyinde süreklilik göstermemekle birlikte (yer yer) örnek **2c** benzeri bir izolasyon tabakası mevcuttur. Benzer nitelik taşıyan bu sıvaların (örnek 2b ve 2c) eş zamanlı üretilmediği ancak yakın dönem malzemeleri oldukları düşünülmektedir. Sıva örneğinin alt katmanı 2a tabakası hakkında herhangi bir fikir yürütülememekle birlikte, benzer nitelikteki diğer 2 tabaka bağlayıcı oranına bağlı olarak 2 alt gruba ayrılmaktadır.

1a grubu olarak değerlendirilen ve %20-25 oranında bağlayıcı alanına sahip örnek **2b**, bağlayıcısı %10-15 oranında kireç ve 100-150 dozlu yüksek mukavemetli erken dönem portland çimentosundan oluşan melez harçtır.

Bu örnekte agrega olarak %15 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve mermer kırığı) ilave edilmiş az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %25-30 oranında feldspat içeren kuvarslı tüfik nitelikli köşeli kara kumu kullanılmıştır. Agrega boyutları tek tük 3 mm olmak üzere geneli 2 mm boyuta kadardır. Tek tük kırıntı içeren örneğin üst yüzeyinde protein esaslı bir izolasyon tabakası mevcuttur.

1b grubu olarak değerlendirilen ve %30-35 oranında bağlayıcı alanına sahip örnek **2c**, bağlayıcısı %20-25 oranında kireç ve 100-150 dozlu yüksek mukavemetli erken dönem portland çimentosundan oluşan melez harçtır.

Bu örnekte agrega olarak yaklaşık yarı yarıya karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı ve mermer kırığı) ile %10-15 oranında feldspat içeren kuvarslı tüfik nitelikli köşeli kara kumu kullanılmıştır. Agrega boyutları çok azı 2 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm boyuta kadardır. Üst yüzeyinde alt tabakadaki ile benzer nitelikte protein esaslı bir izolasyon tabakası mevcuttur.

Grup 2

Örnek 4'ün oluşturduğu **Grup 2** harç örneğinin 19. yüzyılın 2. yarısına ait olduğu düşünülmektedir. Moloz kullanılarak üretilmiş olan bu grup harcın bağlayıcısı %35-40 oranında kaymak kireçtir.

%3-5 oranında siyah cüruf ve kül katkı içeren örnekte agrega olarak %5-8 oranında 12 mm boyuta kadar çakıl boyutlu kuvarsit çakılı bulunmaktadır. Örneğin diğer agregaları 8 mm elek altı, az miktarda kuvars, %3-5 oranında feldspat, %5-10 oranında tuğla kırığı ve tozu olup kalanı 10 mm elek altı mermer ve kireçtaşı kırığı olan karbonatlı parçacıklardır.

Grup 3

Grup 3 altında toplanan **3, 5, 6, 7 ve 8** no.lu örneklerin 19. yüzyılın ortaları ya da 2. yarısına ait olduğu düşünülmektedir. Bu grupta yer alan örnekler harç ve sıva olarak 2 alt grupta toplanmıştır. Harç örnekleri (**3b grubu**) ise bağlayıcı oranına bağlı olarak kendi içerisinde 2 alt gruba ayrılmıştır.

3a grubunu oluşturan Örnek 3, %30-35 oranında kaymak kireç bağlayıcılı sarnıç sıvasıdır. Örneğin üst yüzeyinde 1,5 mm.ye kadar değişen kalınlıkta kireç badana tabakası mevcuttur.

%2-3 oranında siyah cüruf ve kül katkı ilave edilmiş örnekte dolgu amaçlı olarak %2 civarında feldspat, %10-15 oranında kuvars, %20 civarında karbonatlı parçacık ile kalanı tuğla kırığı ve tozu olan parçacıklar kullanılmıştır. Agrega boyutları tuğla kırığında 6 mm elek altı diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır.

3ba grubunu oluşturan 5 no.lu harç örneğinde bağlayıcı olarak %30-35 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

%2 civarında siyah cüruf ve kül katkı ilave edilmiş örneğin içeriğinde dolgu amaçlı %10-15 oranında 8-12 mm boyutları arasında tuğla kırığı çakılı kullanıldığı tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları %10 civarında kuvarslı kum içeren 6 mm elek altı, %25 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı karbonatlı parçacıklardır.

3bb grubunu oluşturan 6, 7 ve 8 no.lu harç örneklerinde bağlayıcı olarak %30 civarında kaymak kireç kullanılmıştır.

Çağdaş üretim teknolojilerine sahip bu örneklerin dolgu ve katkı amaçlı olarak kullanılmış içerik oranları değişmekle birlikte benzer niteliktedir. Örneklerin içeriğinde

ortalama %15 civarında (Örnek 6: %10 civarı; Örnek 7: 15-20 oranında; Örnek 8: %15 civarı) siyah cüruf parçacığı ve kül katkı mevcuttur.

Agrega olarak Örnek 6'da, %5 oranında tuğla kırığı, %5-8 oranında karbonatlı parçacık (kavkı ve kireçtaşı kırığı) ile az miktarda şistik parçacıklar ve kuvarsit ile %10 civarında feldspat içeren tüfik nitelikli kuvarşlı kara kumu kullanılmıştır. Agregaya boyutları tek tük 7 mm olmak üzere 6 mm elek altıdır.

Örnek 7'de, %15 oranında tuğla kırığı, %30 civarında karbonatlı parçacık (mermer ve kireçtaşı kırığı) ile az miktarda volkanik kayaç parçacığı ve %5-8 oranında feldspat içeren tüfik nitelikli kuvarşlı kara kumu kullanılmıştır. Agregaya boyutları 6 mm elek altıdır.

Örnek 8'de, az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında kuvars ve %10 civarında feldspat içeren tüfik nitelikli kara kumu, %30 civarında karbonatlı parçacık ile kalanı tuğla kırığı olan parçacıklar kullanılmıştır. Agregaya boyutları, çakıl boyutlular hariç (%10 kadar 10 mm elek altı tuğla kırığı) 8 mm elek altıdır.

Örneklerin görsel değerlendirmelerinde iri taş ve tuğla parçalarının olması (20-40 mm arasında değişen boyutlarda) nedeniyle bu harçların moloz örgü harcı olduğu düşünülmektedir (Örnek 6: 2,5x3 cm taş kırığı ve 6x4 cm boyutlarında taş parçası, Örnek 7: 3x4 cm ve 1,5 x 2 cm boyutlarında iki adet taş kırığı, Örnek 8: 2 adet 3,5x 4 cm ve 5,5 x,4,5 cm boyutlarında tuğla kırığı ya da künk parçası).

Grup 4

22, 25a, 25b, 26a, 26b, 27b ve 27c no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 4** harçlarının 15-16. yüzyıl Erken Osmanlı Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Bu harç örneklerinde bağlayıcı olarak kaymak kireç kullanılmıştır. Dolgu ve katkı malzemesi olarak 8-12 mm çakıl boyutlu ve 8 mm elek altı tuğla/ keramik kırığı ve tozu yanında değişen oran ve boyutlarda karbonatlı parçacıklar kullanılmıştır. Bu gruptaki örnekler bağlayıcı oranına göre 2 alt gruba ayrılmaktadır.

4a Grubunu oluşturan 22, 25a ve 25b no.lu örneklerde bağlayıcı olarak %30-35 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

Bu örnek grubunda ortalama %5 civarında 8-12 mm arasında tuğla/keramik çakılı tespit edilmiştir. Çakıl boyutlu parçacıklar dışında örneklerin dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıkları ortalama %15 civarında (Örnek 22: %20; Örnek 25a: %10; Örnek

25b: %15-20) 2 mm elek altı karbonatlı parçacıklar ile 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Örneklerin içerisindeki 2 mm elek altı tek tük volkanik kayaç parçacıkları, değişen oranlardaki feldspat ve kuvarlar (ortalama %3 civarında feldspat ile %3-5 oranında kuvars) ile çok az miktardaki diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır.

4b Grubunu oluşturan **26a, 26b, 27b** ve **27c** no.lu örneklerde bağlayıcı olarak %30 civarında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneklerin içeriğinde ortalama %5 civarında 8-12 mm arasında tuğla/keramik çakılı belirlenmiştir. Çakıl boyutlu parçacıklar dışında örneklerin dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıkları ortalama %15 civarında (Örnek 26a: %15-20; örnek 26b: %10; Örnek 27b: %15; Örnek 27c: %15) karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı ve devoniyen kalkerli kırığı) olup kalanı altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Agrega boyutları, karbonatlı parçacıklarda Örnek **27b**'deki tek tük 8 mm elek altı devoniyen kalkerli hariç 2 mm elek altıdır. Tuğla/keramik kırığı parçacıklar ise 8 mm elek altıdır.

Örneklerin içerisinde tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altı olan, değişen oranlardaki volkanik kayaç parçacıkları, feldspat ve kuvarlar (tek tük volkanik kayaç parçacığı, ortalama %2-3 oranında feldspat ile %3 civarındaki kuvars) ile çok az miktardaki diğer parçacıklar tuğla/keramik kaynaklıdır.

Örneklerin içeriğinde **26a**'da çok az miktarda diğer örneklerde ise tek tük olmak üzere çok iyi dövülmüş keten kırıntı katkı mevcuttur.

Grup 5

1, 10, 18, 24a ve **24b** no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 5** harçlarının 16-17. yüzyıl Osmanlı Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Bu harç örneklerinde bağlayıcı olarak kaymak kireç kullanılmıştır. Agrega olarak 8-15 mm arasında değişen çakıl boyutlu parçacıklar yanında 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ile değişen oranlarda ve boyutlarda karbonatlı parçacıklar kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bu gruptaki örnekler bağlayıcı oranına bağlı olarak 2 alt gruba ayrılmıştır.

5a grubu içerisinde yer alan **1, 10, 18 ve 24b no.lu** harç örneklerinde bağlayıcı olarak %30-35 oranında kaymak kireç kullanıldığı belirlenmiştir.

Agrega olarak ortalama %10 civarında (Örnek 1: %10; Örnek 18: %5-8; Örnek 24b %10-15) tek tükü 15 mm (örnek 18) boyuta kadar olmak üzere 12 mm elek altı çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilave edilmiştir. Kanal harcı olan 10 no.lu örnekte çakıl

boyutlu parçacıklara rastlanmamıştır. Örneklerde %5 ile %20 arasında değişen oranlarda karbonatlı parçacıklar bulunmaktadır (Örnek 1: %20 civarında 6 mm elek altı; Örnek 10: %5-8 oranında; Örnek 18: %15 civarında 2 mm elek altı; Örnek 24b %3-5 oranında).

Örneklerin çakıl ve karbonatlı parçacıklar dışındaki agregaları 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. Harç örneklerinin içeriğindeki kuvars ve feldspat parçacıkları ile az miktardaki kayaç parçacıkları (örnek 1) tuğla/keramik kaynaklıdır.

5b grubunu oluşturan **24a** no.lu örnekte bağlayıcı olarak %70 civarında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları, toplam %3-5 oranında feldspat, kuvars ve diğer parçacıklar ile %2-3 oranında mermer kırığı olup kalanı kireçtaşı kırığı ve tozudur. Agregaya boyutları kireçtaşlarında tek tük 2 mm elek altı olmak üzere geneli 0.5 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise azı 2 mm elek altı olmak üzere geneli 1 mm elek altıdır.

Grup 6

9, 11, 13, 19 ve **27a** no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 6** harçlarının 11-14. yüzyıllar arası Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir.

Bu grup harç örneklerinde bağlayıcı olarak değişen oranlarda kaymak kireç kullanılmıştır. Agregaya olarak 8-20 mm arasında değişen çakıl boyutlu parçacıklar ve 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığı ile değişen oran ve boyutlarda karbonatlı parçacıklar kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bu grupta yer alan harç örnekleri bağlayıcı oranına bağlı olarak 3 alt gruba ayrılmıştır.

6a grubunu oluşturan **13** no.lu harç örneğinin bağlayıcısı %30 civarında kaymak kireçtir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregaları %15 civarında 8-15 mm arasında tuğla/keramik kırığı çakılı ve 1 adet 12 mm boyutlu küfeki kırığı içermektedir. Örneğin çakıl boyutlu parçacıklar dışındaki agregaları %30 civarında 1 mm elek altı karbonatlı parçacıklar (küfeki ve kireçtaşı kırığı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin içerisindeki 1 mm elek altı az miktardaki kuvars ile %3-5 oranındaki feldspat parçacıklar diğer malzemelerin içeriğinden kaynaklanmaktadır.

6b grubunu oluşturan **9, 19** ve **27a** no.lu harç örneklerinin bağlayıcısı ortalama %30-35 oranında kaymak kireçtir (Örnek 9: %35 civarı; örnek 19: %35 civarı ve 27a: %30-35 oranında).

Bu grup örneklerin dolgu amaçlı kullanılmış parçacıkları değişen oran ve boyutlarda çakıl nitelikli tuğla/keramik kırığı içermektedir. **9** ve **19** no.lu örneklerde %40-45 oranlarında ve 8-20 mm boyutlu, Örnek **27a** no.lu örnekte ise %5-8 oranında 8-10 mm boyutları arasında tuğla/keramik çakılı tespit edilmiştir. Grubun çakıl boyutlu dışındaki agregaları ortalama %10 civarında (Örnek **9**: %10; örnek **19**: 5-10 ve **27a**: %15) 2 mm elek altı karbonatlı parçacık olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/ keramik kırığıdır. Harçların içeriğindeki 2 mm elek altı olan diğer parçacıklar (ortalama çok az kayaç parçacığı, %2-3 oranında kuvars ile %3-5 oranında feldspat) bağlayıcı ve dolgu malzemelerin içeriğinden kaynaklanmaktadır. **19** no.lu örnekte tek tük keten kıtık mevcuttur.

6c grubunu oluşturan **11** no.lu harç örneğinin bağlayıcısı %35-40 oranında kaymak kireçtir.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları %20 civarında 8-15 mm çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin çakıl boyutlu parçacıklar dışındaki diğer agregaları %25 kadar karbonatlı parçacık (mermer ve kireçtaşı kırığı) olup kalanı 8 mm elek altı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin içeriğindeki diğer parçacıklar (çok az volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında kuvars, %5-10 oranında beyaz renkli feldspat) tuğla/keramik ve karbonatlı parçacıklar ile bağlayıcıdan kaynaklanmaktadır.

Agrega boyutları çakıl dolgular hariç karbonatlı parçacıklarda tek tük 6 mm elek altı, geneli 4 mm elek altı; tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altıdır. Diğer parçacıklar ise tek tük 4 mm elek altı olmak üzere 2 mm elek altıdır. Örneğin içeriğinde tek tük keten kıtık mevcuttur.

Grup 7

23 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 7** harcının 13-14. yüzyıllar arası Geç Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Bu grupta bağlayıcı olarak %30 civarında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneğin dolgu malzemesi içeriğinde %2-3 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ve kuvarsit parçacıkları tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları, tek tük 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altı çok az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında beyaz renkli feldspat ve %5 civarında kuvars ile

8 mm elek altı yaklaşık %20 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı karbonatlı (kavki) parçacıklardır.

Grup 8

21a, 21b, 21c, ve **21d** no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 8** harçları (4 tabakalı olan örnek 21) ilk üretim harcı (21a) ile birlikte farklı dönemlerde yapılan yakın zamanlı 3 ayrı onarım katmanını da (21b, 21c, 21d) içermektedir. Bu gruptaki örnekler bağlayıcı oranı ile dönem farklarına bağlı olarak 4 alt grupta toplanmıştır.

İlk üretim olan **21a** no.lu örneğin oluşturduğu **8a grubu** harcında bağlayıcı olarak %30 civarında kaymak kireç kullanılmıştır. Örneğin dolgu amaçlı kullanılan parçacıkları %3 civarında kuvars, yaklaşık %10 kadar feldspat, yaklaşık %10 kadar yüzeyinde gömülü halde biyotit bulunan sarımsı devetüyü renginde tufik parçacıklar ile %30 civarında karbonatlı parçacıklar olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaya boyutları karbonatlı parçacıklarda 2 mm elek altı diğer parçacıklarda 6 mm elek altıdır. Örneğin içeriğinde tek tük kırıntı katkı mevcuttur.

Örnek **21a** ile yakın dönem olmakla birlikte sonraki bir zaman diliminde üretildiği düşünülen **21b** no.lu örneğin oluşturduğu **8b grubu** harcında bağlayıcı olarak %30 civarında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan parçacıkları, az miktarda kuvars, az miktarda beyaz feldspat, %5-8 oranında karbonatlı parçacık olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaya boyutları tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır. Örnekteki kuvars ve feldspat ve kayaç parçacıkları diğer dolgu malzemelerinin içeriğinden ve bağlayıcıdan kaynaklanmaktadır. Örneğin içeriğinde ince dövülmüş tek tük kırıntı katkı mevcuttur.

Dönem onarımı olan **21c** no.lu örneğin oluşturduğu **8c grubu** harcında bağlayıcı olarak %35-40 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneğin dolgu amaçlı kullanılan parçacıkları az miktarda volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında beyaz renkli feldspat, yaklaşık %5 civarında kuvars ile %35-40 oranında karbonatlı parçacık (tek tük kavki, mermer ve kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur.

Agregaya boyutları tuğla/keramik kırıklarında tek tük 4 mm elek altı olmak üzere geneli 3 mm boyuta kadar olup diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Son kullanım onarımı olan **21d** no.lu örneğin oluşturduğu **8d grubu** harcında bağlayıcı olarak %30-35 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneğin dolgu amaçlı parçacıkları tek tük volkanik kayaç parçacığı, az miktarda beyaz feldspat, %3 civarında kuvars ile %35 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregaya boyutları tuğla/keramik kırıklarında 6 mm elek altı olup diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır.

Grup 9

16, 17 ve 20 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 9** harçları, grup 10 ve 11'le yakın olan bir sonraki dönem üretimi olmakla birlikte 5-7. yüzyıl Erken Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Bu grup harçlarda bağlayıcı olarak kaymak kireç kullanılmıştır. Dolgu malzemesi olarak değişen oranlarda tufik nitelikli kuvarslı kara kumu, karbonatlı parçacıklar ile tuğla/keramik kırığı kullanılmıştır. Örnekler bağlayıcı oranına bağlı olarak 2 alt gruba ayrılmıştır.

Çağdaş olan **16** ve **17** no.lu örneklerin oluşturduğu **9a Grubu** harçlarında bağlayıcı olarak %25 civarında kaymak kireç kullanılmıştır. Nitelikleri benzer olan agregaların oransal dağılımında değişiklikler mevcuttur. Örneklerin içeriğine ortalama %20 civarında çakıl boyutlu parçacık ilave edilmiştir.

Örnek **16**'da dolgu malzemesi olarak %25 civarında (%30'u 8-12 mm volkanik kayaç parçacığı ve granit, kalanı 18 mm boyuta kadar keramik kırığı) 8-18 mm boyutları arasında çakıl parçacık tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları %3-5 oranında kireçtaşı kırığı, %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı (tozu eser miktarda) ile %2-3 oranında azı andezitik olmak üzere tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %15 civarında tufik kuvars ve kalanı feldspat olan tufik nitelikli kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Örnek **17**'de dolgu olarak %15 civarında (%35 kadarı tufik parçacık, kalanı tuğla/keramik kırığı) 10-16 mm boyutları arasında çakıl parçacık tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları %3-5 oranında karbonatlı parçacık (küfeki kırığı), %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı (tozu eser miktarda) ile %5 civarında tufik parçacık, %20 civarında kuvars ve kalanı feldspat olan tufik nitelikli kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, kum agregalarda ise azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Tuğla döşeme harcı olan **20** no.lu örneğin oluşturduğu **9b Grubu** harcında bağlayıcı olarak %30-35 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneğin dolgu malzemesinin içeriğinde, %5-10 oranında 8-10 mm çakıl boyutlu tuğla ve keramik kırığı tespit edilmiştir. Çakıl parçacıklar dışındaki agregalar az miktarda karbonatlı parçacık, %30-35 oranında tuğla/keramik kırığı (tozu eser miktarda) ile %2-3 oranında şistik ve granitik volkanik kayaç parçacığı, %15-20 oranında kuvars ve kalanı feldspat olan tüfik nitelikli kara kumudur. Örnekte tek tük kırıntı katkı bulunmaktadır. Agregada boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, kum agregalarda ise çok azı 6 mm boyuta kadar olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Grup 10

12 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 10** harcının Erken Bizans Dönemine ait olduğu düşünülmektedir. Bu grup harç örneği, Grup 11 (Örnek 14 ve 15) ile aynı dönem olmakla birlikte daha sonraki yakın bir zaman diliminde yapıldığı düşünülen ek duvar üretiminde kullanılmıştır. Bu örnekte bağlayıcı olarak %25 civarında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneğin dolgu amacıyla kullanılmış agregaları, %3-5 oranında tuğla/keramik kırığı ile %2-3 oranında yuvarlaklaşmış şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacıkları, yaklaşık %10 kadar feldspat, %15-20 oranında kuvars olup kalanı karbonatlı parçacıklardır (küfeki ve mermer kırığı ile kavkı). Çok az miktarda siyah cüruf parçacığı ve kül katkı içeren örneğin agregada boyutları azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Grup 11

14 ve **15** no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 11** harçlarının 5-7. yüzyıllar arası Erken Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Bu grup harçlarda bağlayıcı olarak %25 civarında kaymak kireç kullanılmıştır.

Çağdaş olan bu örnekler kullanım yerine ve agregada dağılım oranına bağlı olarak 2 alt grupta toplanmıştır.

Kanal harcı olan **14** no.lu örneğin oluşturduğu **11a Grubu** harcının dolgu malzemesi içeriğinde %5 civarında 12 mm. ye kadar çakıl boyutlu parçacık (tuğla kırığı ve tüfik parçacıklar) tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları, %10 civarında karbonatlı parçacık (mermer ve kireçtaşı kırığı), yaklaşık %30 kadar tuğla/keramik kırığı ile %5-8 oranında şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %15 civarında beyaz ve grimsi

krem renkli feldspat ve kalanı kuvars parçacıkları olan tufik kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

Tuğla taban döşeme harcı olan **15** no.lu örneğin oluşturduğu **11b Grubu** harcının dolgu malzemesi içeriğinde %25-30 oranında 8-15 mm çakıl boyutlu tuğla kırığı tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları, %10 civarında tuğla/keramik kırığı ile az miktarda karbonatlı parçacık (kavkı ve kireçtaşı kırığı), %3 civarında tufik nitelikli volkanik kayalık parçacığı, %25 civarında kuvars ve kalanı feldspat parçacıklarından oluşan tufik nitelikli kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

CMK kazı alanına ait harç ve sıva örnekleri genel analiz sonuçlarına göre değerlendirilerek 11 ana grup altında sınıflandırılmıştır.

Grup 1

14 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 1** şap döşeme harcının 20. yüzyılın ilk yarısına ait olduğu düşünülmektedir. Alansal olarak %25 civarında olan örneğin bağlayıcısı %5-10 oranında kireç ilave edilmiş yaklaşık 150 dozluk portland çimentosudur. Örneğin dolgu amaçlı kullanılan parçacıkları, %2-3 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül (çok azı kül) katkı içermektedir. Dolgu malzemesinin diğer parçacıkları yaklaşık %15 kadar tuğla kırığı ve %30-35 oranında karbonatlı parçacık (%3-5 oranında kavkı ve %20 civarında kireçtaşı kırığı) ile yaklaşık %10 kadar kumtaşı, bazaltik, şistik ve tufik nitelikli çeşitli volkanik kayalık parçacıkları, %10-15 oranında feldspat ile kalanı kuvars olan kumdur. Agregalar, %30 civarında kireçtaşı kırığı ve yaklaşık %15 kadar tuğla kırığı ilave edilmiş tufik nitelikli kara kumudur. Agregaya boyutları tuğla kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 6 mm elek altıdır. Agregaya boyutları, %3 civarında 4- 8 mm elek altı arasında olup geneli 4 mm elek altıdır.

Grup 2

1a, 1b, 5a, 5b, 13a ve 13b no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 2** harç ve sıvalarının 19. yüzyıl sonu ile 20. yüzyıl başına ait olduğu düşünülmektedir. Aynı grup içerisinde değerlendirilmekle birlikte **13a** ve **13b** no.lu örneklerin, diğer örneklerden daha sonraki yakın bir zamanda dolgu niteliğinde üretilmiş onarım harçları olduğu düşünülmektedir. Benzer üretim teknolojisine sahip ve 2 katmanlı olan bu grup örneklerde bağlayıcı olarak kaymak kireç kullanılmıştır. Bu gruptaki harç ve sıva örneklerinin tabakaları aynı

dönemde arka arkaya yapılmıştır. İçerikte kullanılan dolgu malzemesi alt ve üst tabakalarda farklılık göstermekte olup alt tabakalarda tüfik nitelikli kara kumu yanında bir miktar kül ile tuğla kırığı tespit edilmiştir. Tuğla kırığı ve kül katkı içermeyen üst tabakalarda, alt tabakadakilere benzer nitelikte tüfik özellikli kara kumu kullanılmıştır. Çağdaş olan bu grup örnekler öncelikle harç ve sıva olarak 2 alt grupta toplanmıştır.

5a ve 5b no.lu örneklerin oluşturduğu **2a Grubu**, iki tabakalı sıva örneği olup bağlayıcısı %30 civarında kaymak kireçtir.

%2 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı içeren 5 no.lu örneğin alt tabakası örnek **5a**'da dolgu malzemesi olarak %5-8 oranında karbonatlı parçacık, %35-40 oranında tüfik nitelikli kara kumu ve kalanı tuğla kırığı olan parçacıklar kullanılmıştır. Agregada boyutları karbonatlı kısımlarda tek tük 8 mm elek altı (devoniyen kalkerli) olmak üzere geneli 1 mm elek altı (az kavkı ve kireçtaşı kırığı), tuğla kırığında 6 mm elek altı ve kum agregalarda ise 4 mm elek altıdır. 5 no.lu örneğin üst tabakası olan örnek **5b**'de dolgu malzemesi olarak %20 civarında karbonatlı parçacıklar (azı kavkı kalanı kireçtaşı kırığı) ile %5 civarında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar feldspat ve kalanı kuvars olan tüfik nitelikli kara kumu kullanılmıştır. Yüzeyi kireç badanalı olan ve tek tük kırıntı katkı bulunan örneğin içeriğine %2 civarında tuğla kırığı karışmıştır. Agregada boyutları tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

1a, 1b, 13a ve 13b no.lu 2 tabakalı örneklerin oluşturduğu **2b Grubu** harçlarında bağlayıcı olarak kaymak kireç kullanılmıştır. Bu grup harç örnekleri, alt ve üst katmanlarında kullanılmış agrega niteliğine bağlı olarak 2 alt gruba ayrılmıştır.

Örneklerin alt tabakaları olan **1a ve 13a** no.lu örneklerin oluşturduğu **2ba Grubu** harçlarında bağlayıcı olarak sırasıyla %30 civarı ve %30-35 oranında kaymak kireç kullanılmıştır. Bu grup harç örneklerinde kullanılan dolgu malzemesi oransal olarak değişmekle birlikte benzer niteliktedir.

1a no.lu örneğin dolgu malzemesi içeriğine %5-8 oranında 10 mm elek altı çakıl boyutlu tuğla kırığı ilave edilmiştir. Örneğin diğer agregaları, %5-8 oranında karbonatlı parçacık (çok az kavkı ve mermer kırığı) ile %5 civarında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar beyaz feldspat ve yaklaşık %30 kadar kuvars ile kuvarsitten oluşan tüfik nitelikli kara kumu olup kalanı tuğla kırığıdır. Örneğin agregada boyutları, çakıl nitelikliler hariç tuğla kırığında 8 mm elek altı, diğer agregalarda ise tek tük 6 mm elek altı olmak üzere 4 mm elek altıdır.

13a no.lu örneğin dolgu malzemesi içeriğine %10 kadar 12 mm elek altı çakıl boyutlu tuğla kırığı ilave edilmiştir. Örneğin diğer agregaları %35 kadar karbonatlı

parçacık (az kavkı ve kireçtaşı kırığı) ile %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında beyaz feldspat ve yaklaşık %10-15 oranında kuvars ile kuvarsitten oluşan tufik nitelikli kara kumu olup kalanı olan tuğla kırığıdır. Ayrıca örneğin içeriğinde %2 civarında siyah cüruf parçacığı ve kül mevcuttur. Örneğin agrega boyutları çakıl boyutlular hariç tuğla kırıklarında 8 mm elek altı, diğer agregalarda ise 4 mm elek altıdır.

Örneklerin üst tabakaları olan **1b ve 13b** no.lu örneklerin oluşturduğu **2bb Grubu** harçlarında bağlayıcı olarak sırasıyla %25-30 oranında ve %25 civarında kaymak kireç kullanılmıştır. Bu grup harç örneklerinde de kullanılan dolgu malzemesi oransal olarak değişmekle birlikte benzer niteliktedir.

1b no.lu örneğin dolgu malzemesi 15 mm boyuta kadar, az miktarda karbonatlı parçacık ile %5-8 oranında kuvars olan çakıl nitelikli parçacık içermektedir. Örneğin diğer agregaları %5 civarında volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %10-15 oranında feldspat ile kalanı kuvars olan tufik nitelikli kara kumudur. Örneğin agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç azı 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altıdır.

13b no.lu örneğin dolgu malzemesi 12 mm elek altı, az miktarda karbonatlı parçacık ile %5-10 oranında kuvars ve kumtaşı olan çakıl nitelikli parçacıklar içermektedir. Örneğin diğer agregaları %5 civarında volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %15 kadar feldspat ile kalanı kuvars olan tufik nitelikli kara kumudur. Örneğin agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

Grup 3

2, 3, 4a, 4b ve 6 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 3** harç ve sıva üretimlerinin 16-17. yüzyıla ait oldukları düşünülmektedir. **6** no.lu örnek sıva örneği olup diğer örnekler harç örneğidir. **2** no.lu örnek aynı grup içerisinde değerlendirilmekle birlikte diğer örneklerden daha sonraki yakın bir zaman üretimi olduğu düşünülmektedir. Benzer üretim teknolojisine sahip bu grup örneklerde bağlayıcı olarak kaymak kireç, dolgu malzemesi olarak ise kireçtaşı ve tuğla kırığı kullanılmıştır. Çağdaş olan bu grup örnekler öncelikle harç ve sıva olarak 2 alt grupta toplanmıştır.

6 no.lu örneğin oluşturduğu **3a Grubu** sıva karışımının bağlayıcısı %30 civarında kaymak kireçtir. Örneğin dolgu amaçlı kullanılan parçacıkları %10 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) ilave edilmiş tuğla kırığı ve tozudur. Tespit edilmiş 2 mm elek altı olan %2-3 oranındaki feldspat ve %3 civarındaki kuvars parçacıkları tuğla kaynaklıdır. Agrega boyutları karbonatlı parçacıklarda tek tük 4 mm elek altı olmak üzere

geneli 1 mm elek altı, tuğla kırıklarında ise tek tük 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altıdır.

2, 3, 4a ve 4b no.lu örneklerin oluşturduğu **3b Grubu** harçları kendi içerisinde 2 alt gruba ayrılmaktadır.

3, 4a ve 4b no.lu harç örnekleri **3ba Grubu** altında değerlendirilmiştir. Bu harçlarda bağlayıcı olarak **3** no.lu örnekte %35-40 oranında; eş zamanlı üretildiği düşünülen 2 tabakalı **4** no.lu örnekte (**4a ve 4b**) ise %30-35 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneklerin agrega nitelikleri benzer olmakla birlikte dağılım oranlarında farklılık mevcuttur. **3** no.lu örneğin dolgu amaçlı kullanılmış agregaları %10 civarında 12 mm elek altı tuğla çakılı içermektedir. Örneğin çakıl boyutlu parçacıkları dışındaki agregaları %35 civarında karbonatlı parçacık ilave edilmiş tuğla kırığıdır. İçerikteki 1 mm elek altı olan %2 civarındaki kuvars ile az miktardaki feldspat tuğla kaynaklıdır. Agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç karbonatlı parçacıklarda tek tük 3 mm.ye kadar olmak üzere geneli 1 mm elek altı, tuğla kırıklarında ise 8 mm elek altıdır.

4a ve 4b no.lu örneklerin dolgu malzemesi içeriğinde sırasıyla yaklaşık %40 ve %60 kadar olmak üzere 18 mm boyuta kadar çakıl boyutlu tuğla kırığı mevcuttur. Örneklerin diğer agregaları ortalama %5 civarında karbonatlı parçacık olup kalanı tuğla kırığıdır. %2 civarında kuvars ile aynı miktarda feldspat parçacıklar tuğla kaynaklıdır. Agrega boyutları tuğla kırıklarında 8 mm elek altı diğer parçacıklarda 2 mm elek altıdır.

3bb Grubunu oluşturan **2** no.lu harç örneğinde bağlayıcı olarak %40 civarında kaymak kireç kullanılmıştır. Örneğin içeriğinde dolgu amacıyla %10 civarında 15 mm boyuta kadar çakıl nitelikli tuğla kırığı tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları %3-5 oranında feldspat, %3-5 oranında kuvars ile %30-35 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla kırığıdır. Örnekteki kuvars ve feldspat parçacıkları tuğla kaynaklıdır. Agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla kırıklarında 8 mm elek altı, karbonatlı parçacıklarda tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır. Tuğla kaynaklı diğer parçacıklar ise tek tük 4 mm elek altı olmak üzere genelde 2 mm elek altıdır.

Grup 4

7 (7.1, 7.2, 7.3 olmak üzere 3 tabakalı) ve **8 (8a ve 8b** olmak üzere 2 tabakalı) no.lu, sırasıyla taban döşemeden ve kanaldan alınmış örneklerin oluşturduğu **Grup 4**

harçlarının 14-15. yüzyıl üretimi oldukları düşünülmektedir. Dolgu malzemesi niteliğine bağlı olarak **8** no.lu örneğin Geç Bizans Dönemi; **7** no.lu örneğin ise Erken Osmanlı Dönemi üretimi olduğu anlaşılmaktadır.

Bağlayıcı olarak değişen oranlarda kaymak kireç kullanıldığı saptanan bu örnek grubu dolgu malzemesi niteliğine göre 2 alt grupta sınıflandırılmıştır.

Taban döşeme harcı olan **7** no.lu 3 tabakalı örneğin **7.3** (alt) ve **7.1** (üst) tabakası ile kanal harcı olan **8** no.lu örneğin üst tabakası (**8b**) **Grup 4a** altında toplanmıştır.

Bu grupta bağlayıcı olarak, örnek **7.1**'de %35 civarında, örnek **7.3** ve **8b**'de %30-35 oranında kaymak kireç kullanıldığı belirlenmiştir. Örneklerde katkı ve dolgu amaçlı kullanılan malzemeler nitelik olarak benzemekle birlikte oransal olarak değişiklik göstermektedir. Örneklerin içeriğinde siyah cüruf parçacığı ve kül katkı mevcuttur.

7.1 no.lu harç örneğinin dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıkları, %5-10 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı, %5-8 oranında tuğla kırığı ve yaklaşık %20 kadar karbonatlı parçacık ile %5-8 oranında grovak, şistik ve volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında feldspat ile kalanı kuvarsit ve kuvarstan oluşan kara kumudur. İçerikte tek tük kırıntı katkı mevcuttur. Agregat boyutları siyah cüruf parçacıkları ve külden 500 µm elek altı, tuğla keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise tek tük 6 mm elek altı kuvarsit parçacıkları hariç 4 mm elek altıdır. Görsel değerlendirmede 1 adet 12 mm boyutunda grovak kırığı bulunmaktadır. **7.3** no.lu örneğin dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıkları yaklaşık %10 kadar siyah cüruf parçacığı ve kül katkı, yaklaşık %15 kadar tuğla/keramik kırığı ve %20-25 oranında karbonatlı parçacık olup kalanı kara kumudur (%3-5 oranında kumtaşı ve volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında beyaz feldspat olup kalanı kuvars). Agregat boyutları tuğla keramik kırığı ile kumtaşı ve volkanik kayaç parçacıklarında 6 mm elek altı olup diğer parçacıklarda 4 mm elek altıdır. Taban harcı olan örnek **7**'nin bütün tabakaları eş zamanlı üretilmiş olmakla birlikte alt ve üst tabakaları (**7.3** ve **7.1**) benzer niteliklidir.

Aynı grupta yer alan ve kanal harcı olan örnek **8b**'de dolgu ve katkı amaçlı kullanılan parçacıklar, %10-15 oranında siyah cüruf parçacığı ve kül katkı, %15 civarında tuğla kırığı, %30 civarında karbonatlı parçacıklar (mermer ve kireçtaşı kırığı ve kavkı) olup kalanı kumdur (%5-8 oranında azı volkanik kayaç parçacıkları olmak üzere grovak ve şistik nitelikli parçacıklar, %5 civarında beyaz feldspat kalanı kuvars). Örnekte tek tük kırıntı katkı mevcuttur. Agregat boyutları 1 adet 6 mm elek altı tuğla/keramik kırığı hariç 4 mm elek altıdır.

Taban döşeme harcı olan 3 tabakalı **7** no.lu örneğin orta tabakası (**7.2**) ile kanal harcı olan **8** no.lu örneğin alt tabakası (**8a**) örnekleri **Grup 4b** altında toplanmıştır. Bu örneklerde bağlayıcı olarak taban döşeme harcında %30-35 oranında, kanal harcında ise %30 civarında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bu grup örneklerde kullanılmış olan katkı ve dolgu malzemesi benzer olmakla birlikte oran olarak değişiklik göstermektedir. Taban döşeme harcında (örnek **7.2**) dolgu malzemesi olarak %5 civarında beyaz feldspat, %5 civarında kuvars ve %10 civarında karbonatlı parçacık ile kalanı tuğla keramik kırığı olan parçacıklar kullanılmıştır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır. Agregat boyutları, tuğla/keramik kırığı agregalarında 6 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 6 mm elek altı beyaz feldspat ve volkanik kayaç parçacığı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır.

Kanal harcı olan örnek **8a**'da dolgu olarak kullanılan parçacıklar %50 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer parçacıkları %2-3 oranında kuvars, %3 civarında beyaz feldspat, yaklaşık %15 kadar karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı kırığı ve az miktarda kavkı) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekte tek tük kıtık katkı bulunmaktadır. Agregat boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda 4 mm elek altıdır.

Grup 5

9 ve **12** no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 5** harçlarının 5-7. Yüzyıl Erken Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. **12** no.lu örneğin kısmen daha erken dönemde üretildiği öngörülmekle birlikte çağdaş oldukları anlaşılmaktadır.

Üretim teknolojileri benzer olan örneklerde bağlayıcı olarak %20-25 oranında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir. Harç örneklerinin içeriğinde kullanılmış dolgu malzemesi oransal ve boyut olarak ufak değişiklikler göstermekle birlikte benzer niteliktedir.

9 no.lu örnekte %20-25 oranında 8-15 mm arasında çakıl boyutlu parçacık (yaklaşık %20 kadarı 8-10 mm arasında volkanik kayaç parçacığı, kalanı 8-15 mm boyutları arasında tuğla/keramik kırığıdır) tespit edilmiştir. Örneğin diğer agregaları, %3 civarında karbonatlı parçacıklar (kavkı ve kireçtaşı kırığı), %25 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı %10 civarında volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %15 kadar beyaz renkli feldspat ile %20-25 oranında kuvars içeren puzzolanik özelliğe sahip tufik nitelikli kara kumudur. Agregat boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç, tuğla/keramik kırığı ve

volkanik kayaç parçacıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise 4 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı tespit edilmiştir.

12 no.lu örnekte dolgu malzemesi olarak yaklaşık %15 kadar 8- 12 mm arasında çakıl boyutlu parçacıklar (yaklaşık %30 kadarı kayaç parçacıkları, kalanı tuğla/keramik kırığı) mevcuttur. Örneğin diğer parçacıkları tek tük karbonatlı parçacık (mermer kırığı), yaklaşık %30 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı %10-15 oranında feldspat, %10-15 oranında kumtaşı, şistik, tufik ve andezitik parçacıklarından oluşan volkanik kayaç parçacığı ile %30 civarında kuvars ve kuvarsit içeren tufik nitelikli kara kumdur. Agregat boyutları, çakıl boyutlular hariç tuğla/keramik kırığı ve kayaç parçacıklarında 8 mm elek altı diğer parçacıklarda 6 mm elek altıdır.

Grup 6

11 no.lu 2 tabakalı (örnek **11a ve 11b**) örneğin oluşturduğu **Grup 6** mozaik döşeme harcının 3-5. yy'la ait olduğu düşünülmektedir. Aynı alandaki yapı duvarlarından alınmış harçların (**örnek 9 ve 12**) sonraki döneme ait olduğu değerlendirildiğinde taban döşemelerinin bir önceki dönemden kaldığı ve korunduğu anlaşılmaktadır. Örnekler birlikte ele alındığında onarım ya da ilaveler (**örnek 9 ve 12**) yapıldığı anlaşılmaktadır. Örneğin tabakaları (11a ve 11b) arka arkaya eş zamanlı olarak üretilmiştir. Örnekte *tessellatum* tabakası bulunmadığından herhangi bir değerlendirme yapılamamıştır.

2 tabakalı mozaik döşeme harcının her iki katmanında da bağlayıcı olarak %25 civarında doğal hidrolik kireç kullanılmıştır. Dolgu malzemesi olarak örneğin **alt tabakası** (*rudus*/ kaba harç) olan örnek **11a**'da %2-3 oranında kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında feldspat, %25-30 oranında karbonatlı parçacık (kavkı, kireçtaşı ve mermer kırığı) ve kalanı kuvars olan deniz kumu kullanılmıştır. Agregat boyutları 1 adet 6 mm elek altı volkanik kayaç parçacığı hariç 4 mm elek altıdır.

Örneğin **üst tabakası** (*nucleus*/ince harç) örnek **11b**'nin dolgu malzemesi %3 civarında tufik, şistik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ve kumtaşı, %3-5 oranında feldspat, %5-10 oranında karbonatlı parçacık (kavkı) ile yaklaşık %40 kadar kuvars içeren deniz kumu olup kalanı tuğla/keramik kırığı ve tozudur. 4 mm elek altı olan agregatlar %40-45 oranında tuğla/keramik kırığı eklenmiş deniz kumdur.

Grup 7

10 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 7** harcının 5.yy civarı Erken Bizans

Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir.

Bu grupta bağlayıcı olarak kullanılan %40 civarındaki kirecin yaklaşık %5 kadar kil içeren kireçtaşıdan üretildiği tespit edilmiştir. Dolgu malzemesi içeriğinde tek tük 13 mm boyuta kadar çakıl boyutlu kumtaşı mevcuttur. Örneğin diğer agregaları çok az miktarda kumtaşı ve çeşitli volkanik kayaç parçacıkları, çok az miktarda tuğla/keramik kırığı, çok az miktarda kuvars, yaklaşık %5 kadar feldspat olup kalanı karbonatlı (kireçtaşı, kavkı) parçacıklardır. Agregaya boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç azı 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır.

BMK kazı alanına ait harç ve sıva örnekleri genel analiz sonuçlarına göre değerlendirilerek 7 ana grup altında sınıflandırılmıştır.

Grup 1

20 no.lu harç örneğinin oluşturduğu **Grup 1**'in Osmanlı Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir.

Duvardan alınmış olan bu grup harçta bağlayıcı olarak %30-35 oranında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir. Çakıl boyutlu parçacık içermeyen örneğin dolgu malzemesi %25-30 oranında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve küfeki) kırığı ilave edilmiş tuğla kırığı ve tozudur. İçerikteki diğer parçacıklar tuğla yapımında kullanılan parçacıklardan kaynaklanmaktadır. Agregaya boyutları tuğla kırığında 8 mm elek altı diğer parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır.

Grup 2

18 ve **19** no.lu harç örneklerinin oluşturduğu **Grup 2** harçlarının Geç Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir.

Duvardan alınmış olan bu grup harç örneklerinde bağlayıcı olarak %35-40 oranında kaymak kireç kullanılmıştır. Örneklerin dolgu malzemesi içeriğinde sırasıyla yaklaşık %20 kadar 8-15 mm arasında ve %10 civarında 8-12 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilave edildiği tespit edilmiştir. Çakıl boyutlu parçacıklar dışında bu grup harçlarda kullanılan agregaları ortalama %40 civarında (sırasıyla %45 civarında ve %35-40 oranında) karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örneğin içeriğindeki az miktardaki diğer parçacıklar (kuvars, kayaç parçacıkları vb) tuğla/keramik kaynaklıdır. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik

kırıklarında 8 mm elek altı, karbonatlı parçacıklarda ise sırasıyla 4 mm ve 2 mm elek altıdır.

Grup 3, Grup 4 ve Grup 5 kapsamında yer alan örnekler, Doğu Şaft kazı alanındaki 5-7. yüzyıllar arasına tarihlendirilmiş olan ve tekrar konumlandırılmak üzere kesilerek kaldırılmış Erken Bizans Dönemi yapısına ait harç ve sıva örnekleridir.

Örnek yerleri ve dolgu malzemesi niteliğine bağlı olarak **Grup 3 ve Grup 4** harç ve sıvaları değerlendirildiğinde, yapıda birbirine yakın 2 ayrı kullanım dönemi tespit edilmiştir. **Grup 5**'i oluşturan sıva örneğinin ise daha sonraki dönemlerde yapılan onarım sıvası olduğu düşünülmektedir.

Örnekler kullanım dönemlerine göre ana gruplar halinde, bağlayıcı oranı ile agrega niteliği ve boyut dağılımına bağlı olarak alt gruplar halinde sınıflandırılmıştır. Bütün harç ve sıva örneklerinde bağlayıcı olarak değişen oranlarda kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir.

Grup 3

Yapının 1. kullanım dönemine ait olan bu grup harç örnekleri 2 alt grupta toplanmaktadır.

2, 3, 10 ve 11 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 3a** yapının zemininde ve bazı dış duvar örgülerinin yapımında kullanılmış olan harç örnekleridir. Bu gruptaki örnekler bağlayıcı oranı ve dolgu oranına bağlı olarak 2 alt sınıfa ayrılmıştır.

2, 3 ve 10 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 3aa** harçlarında bağlayıcı olarak %30-35 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

Örneklerin dolgu malzemesi içeriğinde tespit edilmiş olan 8-12 mm boyutları arasındaki çakıl tuğla/keramik kırığı oranı, taban döşeme altı harcı olan **2** no.lu örnekte %3-5 oranda; dış duvar tuğla örgü harcı olan **3** no.lu örnekte %10-15 oranında, moloz örgü harcı olan **10** no.lu örnekte ise %15-20 oranındadır. Kullanıldığı yere bağlı olarak harcın içeriğindeki çakıl oranının değiştiği görülmektedir. Çakıl boyutlu parçacıklar dışındaki agregalar, **2** no.lu örnekte yaklaşık %30 kadar tufik özellikli kara kumu kullanılmışken diğer iki örnekte bu oran yaklaşık %20 kadardır. Örneklerin kalan diğer agregaları ise ortalama %15-20 oranında karbonatlı parçacık ile %45-50 oranında tuğla/keramik kırığıdır. Agrega boyutları çakıl parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, kara kumunda 4 mm elek altı olup karbonatlı parçacıklarda ise 2 mm elek altıdır.

Zemin döşeme harcı olan **11** no.lu örneğinin oluşturduğu **Grup 3ab** harcında bağlayıcı olarak %25-30 oranında kaymak kireç kullanılmıştır. Bu grup harçtaki dolgu malzemesi, %15 civarında kum, %15 20 oranında tuğla keramik kırığı olup kalanı karbonatlı parçacıklardır (%15-20 oranında kireçtaşı, küfeki ve mermer kırığı olup kalanı kavkıdır). Agregaya boyutları tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise 2 mm elek altıdır. Görsel analizde %3-5 oranında 10 mm boyuta kadar kireçtaşı kırığı tespit edilmiştir.

1, 5, 12, 14 ve 15 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 3b** yapının zemin ampatmanlarında, blok taşlar arasında ve sütun altlarında kullanılmış olan harç örnekleridir. Bu grup bağlayıcı oranına bağlı olarak 2 alt sınıfa ayrılmaktadır.

Grup 3ba'yı oluşturan örnek **1, 5 ve 14** no.lu harçlarda bağlayıcı olarak %25 civarında; örnek **4 ve 12** harçlarında ise %20-25 oranında kaymak kireç kullanılmıştır.

Bu grup örneklerde dolgu amacıyla kullanılmış agregalar %15 civarı ile %35-40 oranları arasında değişen miktarlarda çakıl boyutlu parçacık içermektedir (örnek **1**'de %20 civarında, örnek **5 ve 14**'te %15 civarında, **4 ve 12** no.lu örneklerde ise sırasıyla %35 civarı ile %35-40 oranında). 8-20 mm arasında değişen çakıl parçacıklar **1 ve 14** no.lu örneklerde tek tük taş kırığı ve tüfik parçacık olmak üzere geneli tuğla/keramik kırığıdır. Çakıl boyutlu parçacıklar dışında kullanılan agregalar **1 ve 5** no.lu örneklerde sırasıyla yaklaşık %30 kadar ve %25-30 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kavak tütü olarak bilinen bol kuvarslı kara kumudur. **4 ve 12** no.lu örneklerde %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı kavak tütü olarak bilinen bol kuvarslı kara kumudur. **14** no.lu örnekte ise %5-8 oranında karbonatlı parçacık, yaklaşık %20 kadar tuğla/keramik kırığı olup kalanı kavak tütü olarak bilinen bol kuvarslı kara kumudur. Agregaya boyutları tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı, kum agregalarda ise 6 mm elek altıdır. **14** no.lu örnekte agregaların azı 8 mm elek altı olup geneli 4 mm elek altıdır.

Moloz taş temel duvar örgüsünden alınmış **15 no.lu** örneğin oluşturduğu **Grup 3bb** harcında bağlayıcı olarak %15-20 oranında kaymak kireç kullanılmıştır. Bu grup harçta dolgu malzemesi olarak kullanılan kısım %15-20 oranında 12 mm.ye kadar çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Örneğin çakıl boyutlular dışındaki diğer agregaları %3 civarında kireçtaşı kırığı, %10 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı tüfik özellikli bol kuvarslı kara kumudur. Çakıl parçacıklar dışında yaklaşık %5 kadar 8 mm elek altı kuvars ve kayaç parçacıkları içeren agregaların geneli 4 mm elek altıdır.

Grup 4

Yapının 2. kullanım dönemine ait olan bu grup harç örnekleri, duvar örgüsü, zemin ve sıvalarda kullanılan karışımlardır. Bu gruptaki örnekler (örnek **6, 7, 9, 13, 16 ve 17**) bağlayıcı ve agrega dağılım oranlarına bağlı olarak 2 ana alt gruba ayrılmaktadır. Zemin harçlarında hem 1. kullanım hem de 2. kullanım dönemi harçlarına rastlanılmıştır. Buna bağlı olarak zeminde de kısmen onarım yapıldığı anlaşılmaktadır.

6 ve 9 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 4a** grubu tuğla duvar örgü harçlarında bağlayıcı olarak sırasıyla %20-25 ve %25-30 oranında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bu grupta dolgu amaçlı kullanılan agregalar örnek sırasına göre %20 ve %25 civarında 8-17 mm arasında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilavelidir. Çakıl boyutlular dışındaki agregalar, **6** no.lu örnekte %25-30 oranında tuğla/keramik kırığı kalanı puzzolanik özellikli tüfik kara kumu; **9** no.lu örnekte %5-8 oranında karbonatlı parçacık, %25-30 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı puzzolanik özellikli tüfik kara kumudur. Agrega boyutları çakıl boyutlular hariç tuğla/keramik kırıklarında 8 mm elek altı diğer agregalar ise 6 mm elek altıdır.

7, 13, 16 ve 17 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 4b** örnekleri kendi içerisinde kullanım amaçlarına bağlı olarak 2 alt sınıfa ayrılmaktadır.

Sıva olarak kullanılmış olan **7 no.lu** örneğin oluşturduğu **Grup 4ba**'da bağlayıcı olarak %30 civarında kaymak kireç kullanılmıştır. Örnekte dolgu amacıyla kullanılmış agregalar, %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı, %10 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı ve küfeki kırığı) olup kalanı puzzolanik özellikli tüfik kara kumudur. Agrega boyutları tuğla/keramik kırığında tek tük 6 mm elek altı, azı 3 mm elek altı olan üzere agregaların geneli 2 mm elek altıdır.

13, 16 ve 17 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 4bb** harçlarında bağlayıcı olarak ortalama %20-25 oranında kaymak kireç kullanılmıştır. Dolgu malzemesi olarak tuğla duvar örgü harcı olan **13** no.lu örnekte çakıl boyutlu parçacık tespit edilmezken taban döşeme altı harcı olan **16 ve 17** no.lu örneklerde sırasıyla %20-25 ve %30-35 oranında çakıl boyutlu tuğla/keramik kırığı ilave edilmiştir. Örneklerin çakıl boyutlu parçacıklar dışında kalan agregaları ortalama %10 civarında karbonatlı parçacık içerirken diğer agrega oranlarında ufak değişiklikler görülmektedir. **13** no.lu örnekte %10-15 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı puzzolanik özellikli tüfik kara kumu, **16** no.lu örnekte

%5-10 tuğla/keramik kırığı olup kalanı puzzolanik özellikli tüfik kara kumu, **17** no.lu örnekte ise %10 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı puzzolanik özellikli tüfik kara kumudur. Örneklerin çakıl parçacıklar dışındaki agregaları ortalama %10 civarında karbonatlı parçacık, %10 civarında tuğla/keramik kırığı olup kalanı puzzolanik özellikli tüfik kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl nitelikliler hariç **13** no.lu örnekte 8 mm elek altı; **16** no.lu örnekte %3 kadar 8-4 mm arasında olup kalanı 4 mm elek altı, **17** no.lu ise tek tük 6 mm elek altı olup geneli 4 mm altıdır.

Grup 5

8 no.lu örneğinin oluşturduğu **Grup 5** sıva karışımında bağlayıcı olarak yaklaşık %80 kadar bekletilmiş ve kısmen karbonatlaştırılmış kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir. Dolgu malzemesi olarak da az miktarda tuğla/keramik kırığı ve tozu, yaklaşık %10 kadar karbonatlı parçacık ile %10 kadar puzzolanik malzeme kullanıldığı tespit edilmiştir. Örnekte biyolojik bozulmalardan kaynaklı dolgu malzemesi ile karışık kirlilikler mevcuttur. Agregaya boyutları yaklaşık %5 kadar 4 mm elek altı olup kalanı 1 mm elek altıdır.

Grup 6

21 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 6** harcının 3-5. yüzyıllar arasına ait olduğu düşünülmektedir.

Duvarдан alınmış olan bu grup harçta bağlayıcı olarak %25 civarında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir. Dolgu malzemesi olarak kullanılan agregalar yaklaşık %35 kadar 8-18 mm arasında çakıl boyutlu parçacık ilavelidir (%20'si (1adet) kumtaşı, %80'i tuğla/keramik kırığı). Örneğin diğer agregaları %5-8 oranında tuğla/keramik kırığı ve %3-5 oranında yuvarlaklaşmış yassı dere çakılı olup kalanı puzzolanik özellikli bol kuvarslı tüfik kara kumudur (yaklaşık %2 kadar tüfik parçacık, %2-3 oranında sarı renkli altere parçacık, %10-15 oranında beyaz feldspat ile %20 civarında kumtaşı (metakumtaşı ve arenit) olup kalanı çeşitli renkte kuvars ve kuvarsitt). Agregaya boyutları çakıl boyutlular hariç tek tükü 6 mm elek altı olmak geneli 4 mm elek altıdır.

Grup 7

22 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 7** harcının 1-3. yüzyıllar arası Roma Dönemine ait olduğu düşünülmektedir.

Duvarдан alınmış olan bu grup harçta bağlayıcı olarak yaklaşık %20 kadar kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir. Dolgu malzemesi olarak kullanılan agregalar %5-8 oranında (2 adet) 9-14 mm boyutlarında, az köşeli kumtaşı ve kuvarsit çakılı olan parçacık ilavelidir. Çakıl boyutlu parçacıklar dışındaki agregalar puzzolanik özellikli bol kuvarşlı tüfik kara kumudur (%2 civarında kumtaşı ve çeşitli tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %2-3 oranında alterasyon ürünü olan sarı renkli kil parçacıklar, %15-20 oranında beyaz renkli feldspat ile kalanı kuvars ve kuvarsit). Agregalar çakıl boyutlular hariç %2 civarında 8 mm elek altı olmak üzere geneli 6 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırık katkı bulunmaktadır.

SMK kazı alanına ait harç örnekleri genel analiz sonuçlarına göre değerlendirilerek 7 ana grup altında sınıflandırılmıştır. Diğer alanlarda yapıldığı gibi gruplandırmada sıralama, üst kültür katmanlarından alt kültür katmanlarına doğru olacak şekilde yapılmıştır.

Grup 1

Gar (11 Şubat 1888 temeli atılan Sirkeci Garı, 3 Mayıs 1890 tarihinde tamamlanmıştır (Girgin, 2007)) duvarından alınmış, **Grup 1** olarak değerlendirilen 6 no.lu sıva örneğinin 19. yüzyıl sonlarına ait olduğu düşünülmektedir Alansal olarak %20 civarında olan örneğin bağlayıcısı %5-10 kireç ilaveli 100-150 doz portland çimentosu olan melez harçtır. Bu grupta dolgu malzemesi olarak %2 civarında biyotit, %2 civarında volkanik kayaç parçacığı, %5 civarında karbonatlı parçacık (kavkı) ve %5 civarında feldspat ile kalanı kuvars olan parçacıklardan oluşan kara kumu kullanılmıştır.

Grup 2

7 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 2** harcının 16- 17. yüzyıl Osmanlı Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir.

Bağlayıcısı %35 civarında kaymak kireç olan örneğin dolgu amaçlı kullanılan parçacıklarının yaklaşık %10 kadarı (2 adet) 10-12 mm boyutlarında tuğla kırığı çakılıdır. Örneğin diğer agregaları %15 civarında karbonatlı parçacık (kireçtaşı kırığı) olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Örnekteki diğer parçacıkların (çok az miktarda tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, az feldspat, %3 civarında kuvars) tuğla kaynaklı olduğu

düşünülmektedir. Agregada boyutları çakıl parçacıklar hariç karbonatlı parçacıklarda 4 mm elek altı tuğla/keramik kırıklarında ise 8 mm elek altıdır.

Grup 3

10 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 3** harcının 13-14. yüzyıl dolaylarına ait olduğu düşünülmektedir. Bağlayıcı alanı %30-35 oranında olan örneğin bağlayıcısı %5-10 oranında kil içeren kireçtaşından üretilmiş zayıf hidrolik özellikli doğal hidrolik kireçtir. Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregalarının %15 kadarı 9-13 mm boyutları arasında tuğla/keramik kırığı çakılıdır. Örneğin diğer agregaları az miktarda kuvars, %10-15 oranında beyaz renkli feldspat ile %25 civarında karbonatlı parçacık olup kalanı tuğla keramik kırığıdır. Agregada boyutları çakıllar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tükü 4 mm elek altı olmak üzere geneli 2 mm elek altıdır. Agregada boyutlarında çakıllarla birlikte devamlılık vardır. Örnekte tek tük kıtık mevcuttur.

Grup 4

1, 5, 8, 9 ve 11 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 4** harçlarının 5-7. yüzyıl Erken Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Bu grup harç örnekleri, BMK doğu şaft alanındaki 5-7. yüzyıl yapı kalıntısının 2. kullanım dönemi harçları ile benzerlik göstermektedir.

Harç örneklerinde bağlayıcı olarak bir örnekte (örnek **9**) %20 civarında diğer örneklerde (**1, 5, 8 ve 11**) %25 civarında kaymak kireç kullanılmıştır. Üretim teknolojisi açısından değerlendirildiğinde çağdaş olan bu harç örneklerinde dolgu malzemesi olarak değişen oranlarda tuğla/keramik kırığı ve tüfik nitelikli kara kumu kullanıldığı tespit edilmiştir.

1 no.lu örnekte dolgu malzemesi olarak %15 civarında tuğla/keramik kırığı ile %15 civarında feldspat, yaklaşık %30 kadar kuvars ve kalanı kumtaşı, şistik, bazaltik ve tüfik parçacıklardan oluşan tüfik nitelikli kara kumu kullanılmıştır. Agregada boyutları kuvars ve feldspat parçacıklarında 6 mm elek altı, diğer agregalarda ise 8 mm elek altıdır.

5 no.lu örnekte dolgu malzemesi olarak kullanılan parçacıkların yaklaşık %20 kadarı 15 mm boyuta kadar çakıl nitelikli tuğla kırığıdır. Örneğin diğer parçacıkları %3 civarında küfeki kırığı, %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı olup kalanı %2 civarında sarı renkli alterasyon ürünü olan kil parçacıklar içeren %3-5 oranında tüfik ve şistik volkanik kayaç parçacığı, %5-10 oranında feldspat ile kalanı kuvars olan tüfik özellikli

kara kumudur. Agregada boyutları çakıl boyutlular hariç tuğla/keramik kırıkları ve volkanik kayaç parçacıkları 8 mm elek altı, diğer parçacıklar ise 6 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı tespit edilmiştir.

8 no.lu örnekte dolgu malzemesi olarak kullanılan agregalar %25 civarında 10-20 mm boyutları arasında çakıl nitelikli parçacık (1 adeti tuf diğerleri tuğla ve keramik kırığı) ilavelidir. Örneğin diğer parçacıkları %5 civarında karbonatlı parçacıklar (kireçtaşı ve tek tük mermer kırığı, tek tük kavkı) ile %2 civarında sarı renkli alterasyon ürünü olan kil parçacıklar, %5-10 oranında feldspat, %15-20 oranında kuvars ve %15-20 oranında kumtaşı, grovak, şistik ve tufik nitelikli volkanik kayaç parçacığından oluşan tufik nitelikli kara kumu olup kalanı tuğla/keramik kırığıdır. Agregada boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

9 no.lu örnekte dolgu malzemesi olarak kullanılan agregalar %30-35 oranında 10-22 mm arasında çakıl boyutlu parçacık (1 adeti (%5 civarı) kuvarsit, diğerleri tuğla/keramik kırığı) ilavelidir. Örneğin diğer agregaları %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı ile %5 civarında kumtaşı, grovak, şistik ve volkanik kayaç parçacıkları, %5 civarında feldspat ve kalanı kuvars olan parçacıklardan oluşan tufik nitelikli kara kumudur. Agregada boyutları çakıl nitelikli parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

11 no.lu örnekte dolgu malzemesi olarak kullanılan parçacıklar %5-8 oranında (2 adet) 10-18 mm çakıl boyutlu keramik kırığı içermektedir. Örneğin diğer agregaları %10 civarında karbonatlı parçacık (tek tükü kavkı, kalanı mermer ve kireçtaşı kırığı) ve %30 civarında tuğla/keramik kırığı ile çok az miktarda sarı renkli alterasyon ürünü olan kil parçacıklar içeren %10-15 oranında kumtaşı, şistik ve tufik volkanik kayaç parçacığı, yaklaşık %10 kadar feldspat ve kalanı kuvars olan parçacıklardan oluşan tufik nitelikli kara kumudur. Agregada boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır.

Grup 5

2 ve 3 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 5** harçlarının Grup 4'ten önceki üretim olduğu öngörülmekle birlikte yine 5. yüzyıl sonrasına tarihlendirilmiştir. Bu grup harç örnekleri, BMK doğu şaft alanındaki 5-7. yüzyıl yapı kalıntısının 1. kullanım dönemi harçları ile benzerlik göstermektedir.

Kullanıldığı yere bağlı olarak bağlayıcı ve dolgu oranları değişmekle birlikte benzer nitelikte olan bu iki örnek çağdaş üretim teknolojisine sahiptir. Bu grupta bağlayıcı

olarak, döşeme altı harcı olan **2** no.lu örnekte %25 civarında; duvar harcı olan **3** no.lu örnekte ise %25-30 oranında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir.

Döşeme altı harçlarında (**2** no.lu örnek) dolgu malzemesi olarak kullanılan parçacıkların yaklaşık %20 kadarı (%25 kadarı kumtaşı kalanı tuğla/keramik kırığı) çakıl boyutludur. Çakıl boyutları 1 adeti 15 mm olmak üzere 10 mm elek altıdır. Örneğin diğer agregaları %20 civarında tuğla/keramik kırığı ile %3-5 oranında kumtaşı, şistik ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %10-15 oranında feldspat ve kalanı kuvars ve kuvarsit parçacıklarından oluşan tüfik nitelikli kara kumudur. Ayrıca, örnekte kum ve tuğla kırığı agregalardan kaynaklanan %2-3 oranında karbonatlı parçacık mevcuttur. Agregaya boyutları 8 mm elek altıdır.

Duvar harçlarında (örnek **3**) dolgu malzemesi olarak kullanılan parçacıkların yaklaşık %20 kadarı 10-18 mm boyutları arasında tuğla/keramik çakılıdır. Örneğin diğer agregaları %2-3 oranında volkanik kayaç parçacığı, %3 civarında karbonatlı parçacık, yaklaşık %10 kadar feldspat ile %30 civarında kuvars parçacıklarından oluşan tüfik nitelikli kara kumu olup kalanı azı toz boyutlu olmak üzere tuğla/keramik kırığıdır. Agregaya boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç tuğla/keramik kırığında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır.

Grup 6

12 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 6** harcının Erken Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Taban döşeme harcı olan bu örnekte bağlayıcı olarak %25 civarında kaymak kireç kullanıldığı tespit edilmiştir.

Örnekte dolgu malzemesi olarak kullanılan agregaların yaklaşık %15 kadarı 10-15 mm arasında çakıl boyutlu parçacıktır (1 adet/ %20 civarında kumtaşı, kalanı tuğla/keramik kırığı). Örneğin diğer agregaları %20-25 oranında tuğla/keramik kırığı ile çok az alterasyon ürünü sarı renkli kil parçacıklar, %3 civarında karbonatlı parçacıklar, %10-15 oranında beyaz renkli feldspat, %5-8 oranında volkanik kayaç parçacığı ve kalanı kuvars olan parçacıklardan oluşan tüfik nitelikli kara kumudur. Agregaya boyutları çakıl nitelikli parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır. Örnekte tek tük kırıntı katkı saptanmıştır.

Grup 7

4 ve 13 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 7** harçlarının 4-5. yüzyıl Erken Bizans Dönemi'ne ait olduğu düşünülmektedir. Bu grupta yer alan harç örneklerinde bağlayıcı

olarak zayıf hidrolik özellikli doğal hidrolik kireç kullanıldığı tespit edilmiştir. Üretim teknolojisi açısından çağdaş olan bu harç örnekleri değişen bağlayıcı ve dolgu malzemesi oranlarına bağlı olarak 2 alt grupta toplanmıştır.

Döşeme altından alınmış olan **4 no.lu** örneğin oluşturduğu **Grup 7a** harcının bağlayıcı oranı %20 civarındadır. Bu grupta dolgu malzemesi olarak kullanılan parçacıkların %15-20'si 20 mm boyuta kadar çakıl nitelikli keramik kırığı ve 12 mm boyuta kadar tek tük grovak kırığıdır. Dolgu parçacıklarının diğerleri %2-3 oranında tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı, %5 kadar feldspat, %5 civarında kuvars ile %10 civarında keramik kırığı olup kalanı ince dövülmüş kavkıdır. Agregaya boyutları çakıl boyutlu parçacıklar hariç keramik kırıklarında 8 mm elek altı, diğer parçacıklarda ise tek tük 6 mm elek altı olmak üzere geneli 4 mm elek altıdır. Kavkı parçacıklar dövülmüş olup 500 µm elek altıdır.

Duvarından alınmış olan **13 no.lu** örneğin oluşturduğu **Grup 7b** harcının bağlayıcı oranı %25-30 oranındadır. Bu grupta dolgu malzemesi olarak kullanılan parçacıklar %30 civarında (yaklaşık %80'i keramik kırığı, kalanı 1 adet kuvarsit ve 1 adet tuf parçacığı) 8-20 mm boyutları arasında çakıl niteliklidir. Agregaların diğerleri %5-10 oranında tuğla/keramik kırığı ve yaklaşık %15 kadar karbonatlı parçacık ile %5-8 oranında feldspat, %5-10 oranında kumtaşı ve tüfik nitelikli volkanik kayaç parçacığı ile kalanı kuvars olan parçacıklardan oluşan tüfik nitelikli kara kumdur. Agregaya boyutları çakıl parçacıklar hariç 8 mm elek altıdır. Örnekte tek tük katkı mevcuttur.

Genel analiz sonuçlarının yukarıda yapılmış değerlendirmeleri yanında nitelik ve miktar olarak yeterli olan örneklerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerde örneklerin basınç dayanımlarının poroziteleriyle ters orantılı; kompozite ve görünür yoğunlukları ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu tespit, ölçümleri yapılan HMK alanındaki örnekler ile sınırlı kalmıştır. Bu örneklerde agregaya olarak tuğla/keramik kırığı kullanılmış olup dolgu ve bağlayıcı malzeme arasındaki puzzolanik reaksiyon sonucunda kalsiyum silikat hidrat ve alüminatlar geliştiği belirlenmiştir.

Örneklerin fiziksel özelliklerini gösteren ölçümler değerlendirildiğinde agregaya nitelik ve boyutları ile bağlayıcı tipinin belirleyici etkenler olduğu görülmüştür. Sonuçlar değerlendirildiğinde gözeneksin dolgu malzemelerinin küçük boyutlu olması örnek dokusunda ara boşlukların çoğalmasına yol açarak toplam boşlukların artmasına, büyük boyutlu gözeneksiz dolgu maddelerinin ise toplam gözenekliliğin azalmasına yol açtığı

belirlenmiştir. Örneklerin gözenekliliğinin bağlayıcı niteliği yanında dolgu ve katkı malzemelerinin tipi ile boyutlarına bağlı olarak geliştiği saptanmıştır. Portland çimento bağlayıcılı harcın en düşük poroziteye ve en yüksek basınç dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir. Aradaki fark, onarımlarda neden portland çimento bağlayıcılı harçların kullanılmaması gerektiğini ve özgün malzemeye yapacağı hasarı açıkça göstermektedir.

Mekanik deneylerde, örneklerin nokta yükleme testi ile belirlenen tek eksenli basınç dayanım değerleri kullanılarak uniaksiyal basınç dayanımları belirlenmiştir. Sonuçlar grafik haline getirildiğinde, nokta yükleme testi ile belirlenen tek eksenli basınç dayanım değerleri ve hesaplanmış uniaksiyal basınç dayanım değerleri arasında bir korelasyon olduğu açık şekilde gözlenmiştir. Bu sonuç, her zaman yeteri miktarda ve nitelikte örnek alınamayacak olan özgün malzemenin uniaksiyal basınç dayanımlarının belirlenmesinde ve buna uygun özellikte onarım malzemesi geliştirilmesinde önemlidir.

Mekanik deneylerde, portland çimento bağlayıcılı örnek dışındaki diğer örneklerin basınç dayanımlarının, harçların içeriklerine bağlı olarak kazandıkları hidrolik özelliklerle paralel oldukları görülmüştür.

Çalışmada yapılmış olan basit kimyasal, petrografik ve mineralojik, fiziksel ve mekanik analizlere ek olarak seçilmiş örnekler üzerinde ileri analiz teknikleri yürütülmüştür. Bu analiz sonuçları kendi içerisinde tek tek değerlendirilmiş ve ekler kısmında sunulmuştur. Basit analiz sonuçları ile ileri analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde bu analizlerin birbirini desteklediği görülmektedir.

SEM-EDS analizi ile harç ve sıva örneklerinin mikro strüktürel yapıları, bağlayıcı, dolgu ve katkı malzemelerinin nitelikleri, kimyasal özellikleri ve dokusal yapıları belirlenmiştir. SEM-EDS sonuçları, stereo mikroskop ve polarizan mikroskopla yapılmış olan petrografik değerlendirmeleri desteklemiştir. Stereo mikroskop ve polarizan mikroskop ile de gözlemlenen, örneklerin bağlayıcı-agrega arakesitinde reaksiyon sonucu oluşan ürünler ile örnek gözeneklerinde ve çatlaklarında bulunan ikincil oluşumların görüntüleri alınarak kimyasal içerikleri belirlenmiştir.

XRD analizi ile örneklerin kristal yapıdaki bağlayıcıları ile agregalarının mineralojik tanımlanmaları yapılmıştır. XRD sonuçları stereo mikroskop ve polarizan mikroskop ile yapılan petrografik değerlendirmeleri desteklemiştir. XRD analizi yürütülmüş örnekler içerisinde, üç harç örneğinde (BMK 21, BMK 22 ve SMK 10) vaterit ve bir örnekte aragonit tespit edilmiştir. Bazı örneklerde basit spot testler sonucunda katkı niteliğinde protein varlığı tespit edilmiştir. Bu örneklerde XRD analizi ile vaterit

mineralinin tespit edilmiş olması bu proteinin katkı niteliğinde olduğunu desteklemektedir. Ancak sonucun kesinleştirilmesi, proteinin tipi ve yaklaşık miktarının tespiti için HPLC analizi yürütülmelidir.

Harç ve sıva örneklerinin majör elementleri ICP-ES, minör elementleri ise ICP/MS analiz yöntemi ile belirlenmiştir. Bu analiz sonuçları, basit analizler sonucunda yapılmış olan örnek gruplandırmalarını desteklemektedir. Analiz için örneklerin pirinç havanda dövülerek toz haline getirilmesi sonucunda içeriğe, örneklerin agregalarının sertliğine bağlı olarak artan oranda bir miktar kalay ve çinko elementlerinin karıştığı düşünülmektedir.

BET analizi ile örneklerin spesifik yüzey alanı, gözenek hacmi ve gözenek boyutu gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Gözenek boyut ve dağılımları, harç/sıva malzemelerinin niteliği hakkında bilgiler vermektedir. Bu nedenler BET analizi, karakterizasyon çalışmalarında ve örnek gruplandırmada genel analiz sonuçlarını desteklemesi amacıyla kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca gözenek boyut ve dağılımlarının belirlenmesi, yapı malzemelerindeki tuz ya da diğer hareketliliklerin neden olabileceği olası problemlerli durumlarda, malzemelerin alabileceği olası hasarlar konusunda da öngörü yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

Langmuir yüzey alanı arttıkça, harç ve sıvaların çevreden gelebilecek olan gaz ve sıvıyı alması ve geri vermesi artacaktır. Ancak, malzeme içeriğinde kümülatif yığılma olması durumunda küçük gözenekli malzemede desorpsiyon süresi artacağından malzemenin hasar görmesi de artacaktır. Büyük gözenekli malzemede bu daha rahat ve az olacaktır. Sonuç olarak gözenek ölçümleri, olası problemler hakkında bize bilgi sağlamaktadır. Bu analiz sadece BMK alanındaki bir kısım örnek üzerinde yürütülmüştür.

5.2. Öneriler

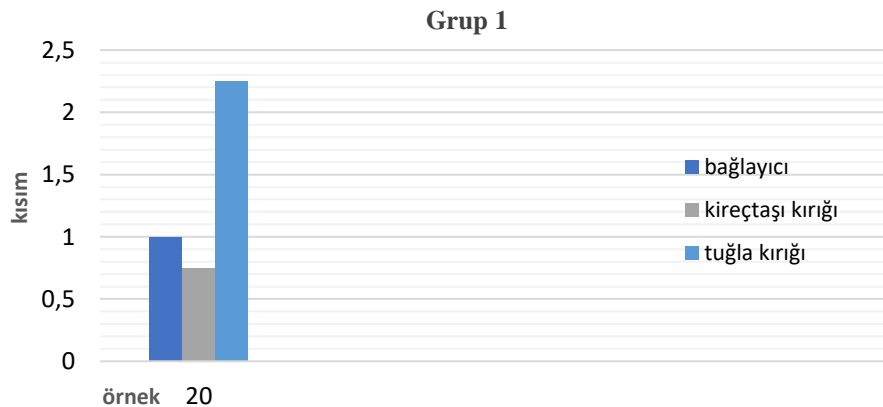
Yürütülmüş olan deneysel çalışmaların sonuçları değerlendirilerek Sirkeci Bölgesi'ndeki dört ayrı kurtarma kazısı alanından alınmış farklı dönemlere ait harç-sıvaların üretim teknolojileri belirlenmiştir. Üretim teknolojilerinin belirlenmesi, onarımlarda kullanılacak özgünü ile benzer nitelikte harç-sıva karışımlarının belirlenmesi için gereklidir. HMK, CMK, BMK ve SMK alanındaki farklı dönemlere ait harç ve sıva malzemelerinin karakterizasyon çalışmaları sonucunda ait oldukları dönemlerin malzeme üretim teknolojileri belirlenmiş ve literatüre katkı olarak sunulmuştur. Geç Roma Döneminden 20. yüzyılın ilk yarısına kadar farklı dönemlerin harç üretim teknolojisi

gelişimi mevcut örneklerin karakterizasyonu sonucunda belirlenmiştir. Literatüre yapılmış bu katkıların yanında çalışmanın temel amacı olan, BMK Doğu Şaft alanından tekrar konumlandırılmak üzere kesilerek kaldırılmış 5-7. yüzyıllar arasına tarihlendirilmiş yapının tekrar ayağa kaldırılmasında kullanılacak harç ve sıva karışımlarının bağlayıcı ve agrega nitelikleri, oranları ve boyut dağılımları belirlenmiştir. Ancak, aşağıda sunulmuş (Grup 3, Grup 4 ve Grup 5) bu öneri karışımlarının kullanılmadan önce laboratuvar ortamında üretilerek belli periyotlarla testlere tabi tutularak uygunluğunun tespiti gereklidir.

BMK alanındaki Erken Dönem Bizans yapısının yanında, farklı kültür katmanlarından çıkarılmış olan diğer harç örnekleri için de onarım karışımları belirlenmiştir. Gruplandırma üst kültür katmanlarından alt kültür katmanlarına doğru olacak şekilde yapılmıştır. Mevcut harç ve sıva örneklerinin karakterizasyonu sonucunda belirlenmiş gruplar için yapılmış karışım önerileri aşağıda sunulmuştur. Buna bağlı olarak Osmanlı Dönemine ait örneklerin onarım önerisi karışımı Grup 1 altında; Geç Bizans Dönemine ait örneklerin onarım önerisi karışımı Grup 2 altında; 5-7. yüzyıl Erken Bizans Dönemi yapısına ait örneklerin onarım öneri karışımları Grup 3, Grup 4 ve Grup 5 altında; 3-5. yüzyıllar arasına ait olduğu düşünülen örneğin onarım önerisi karışımı Grup 6 altında; 1-3. yüzyıllar arası, Roma Dönemine ait olduğu düşünülen örneğin onarım önerisi karışımı Grup 7 altında sunulmuştur.

Grup 1

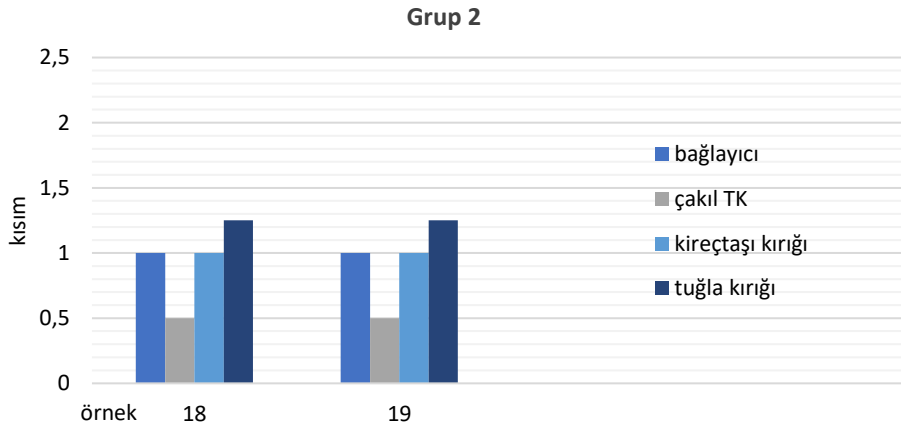
Bu grup (20 no.lu örnek) harçların kullanılmış olduğu yerlerde onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş non-hidrolik (kaymak kireç) kireç (%50 ± 2 sulu) ile 2 mm elek altı 0,75 kısım kireçtaşı kırığı ve 8 mm elek altı 2,25 kısım tuğla kırığı ve tozu kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 5. 1. Grup 1 onarım harcı öneri oranları

Grup 2

Bu grup (**18 ve 19 no.lu** örnek) harçların kullanılmış olduğu yerlerde onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (%50 ± 2 sulu) ile %0,50 kısım 8-12 mm boyutları arasında tuğla kırığı (TK) çakılı, 1 kısım 2 mm elek altı kireçtaşı kırığı ve 1,25 kısım 8 mm elek altı tuğla kırığı kullanılması uygun görülmektedir.



Şekil 5. 2. Grup 2 onarım harcı öneri oranları

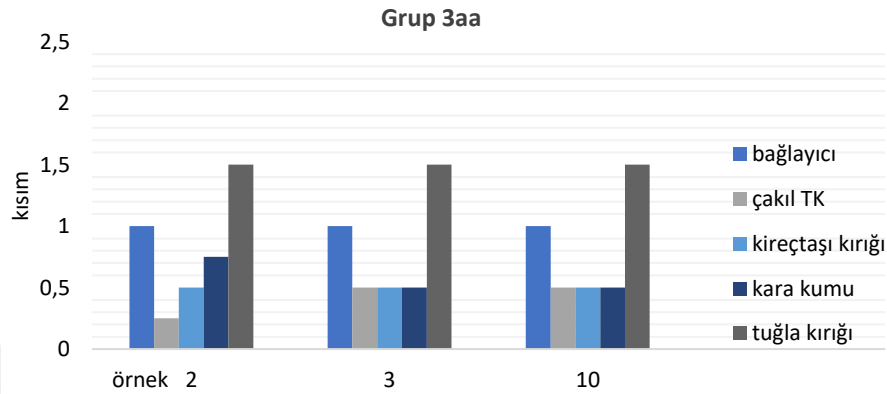
BMK alanındaki ve 5-7. yüzyıllar arasına tarihlendirilmiş olan Erken Bizans Dönemine ait yapıda iki farklı kullanım dönemi tespit edilmiştir. Yapıda ilk kullanım harç örnekleri bazı dış duvarlar, zemin ve zemin ampatmanlarında, blok taşların arası ile sütun altlarında tespit edilmiştir. Yapıdaki ikinci kullanım harç ve sıva örneklerine duvar örgü harçlarında, sıvalarda ve zeminde rastlanmıştır. Zeminden alınmış örneklerde hem ilk kullanım dönemi hem de ikinci kullanım dönemi harçları tespit edilmiştir. Bu yapıya ait örneklerin onarım öneri karışımları Grup 3, Grup 4 ve Grup 5 altında aşağıda verilmiştir.

Grup 3

Yapının 1. kullanım dönemine ait olan bu grup harç örnekleri 2 alt grupta toplanmıştır. **2, 3, 10 ve 11** no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 3a** yapının zemininde ve bazı dış duvar örgülerinin yapımında kullanılmış olan harç örnekleridir. Bu grup, bağlayıcı ve dolgu oranına bağlı olarak 2 alt sınıfa ayrılmaktadır. Onarım harcı önerileri bu alt sınıflara uygun olarak aşağıda sunulmuştur.

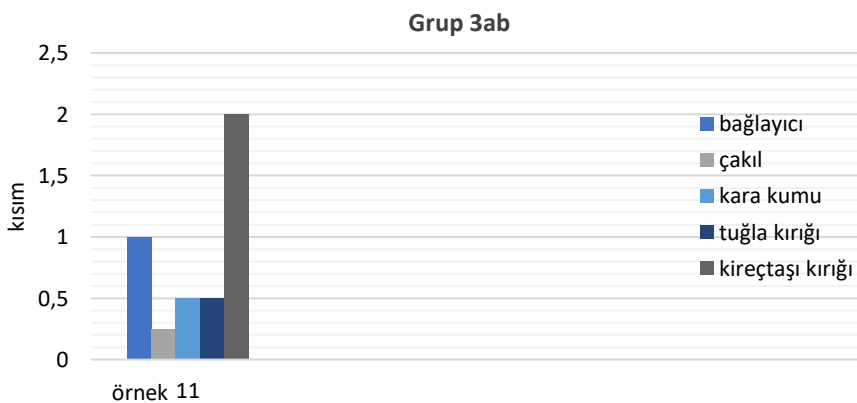
2, 3 ve 10 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 3aa** yapının zemininde ve bazı dış duvar örgülerinin yapımında kullanılmış olan harç örnekleridir. Bu gruptaki harçların kullanılmış olduğu yerlerde onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve

bekletilmiş kaymak kireç (%50 ± 2 sulu) ile taban döşeme altı zemin harçlarında (**örnek 2**) 0,25 kısım, dış duvar tuğla örgü ve moloz duvar örgü harcında (**örnek 3 ve 10**) 0,50 kısım 8-12 mm boyutları arasında tuğla çakılı ilave edilmelidir. Çakıl dışındaki diğer agregalar 2 mm elek altı 0,50 kısım kireçtaşı kırığı, 8 mm elek altı 1,50 kısım tuğla kırığı ile döşeme harçlarında 4 mm elek altı 0,75 kısım diğer harçlarda 0,50 kısım puzzolanik özellikli tufik kara kumu karışımının kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 5. 3. Grup 3aa onarım harcı öneri oranları

11 no.lu örneğin oluşturduğu **Grup 3ab** harcının kullanılmış olduğu alanlarda onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (%50 ± 2 sulu) ile 8-10 mm boyutları arasında 0,25 kısım kireçtaşı kırığı çakılı, 8 mm elek altı 0,50 kısım tuğla kırığı, 4 mm elek altı 0,50 kısım tufik nitelikli bol kuvarslı kara kumu ile 2 mm elek altı 2 kısım kireçtaşı kırığı karışımının kullanılması uygun görülmüştür.

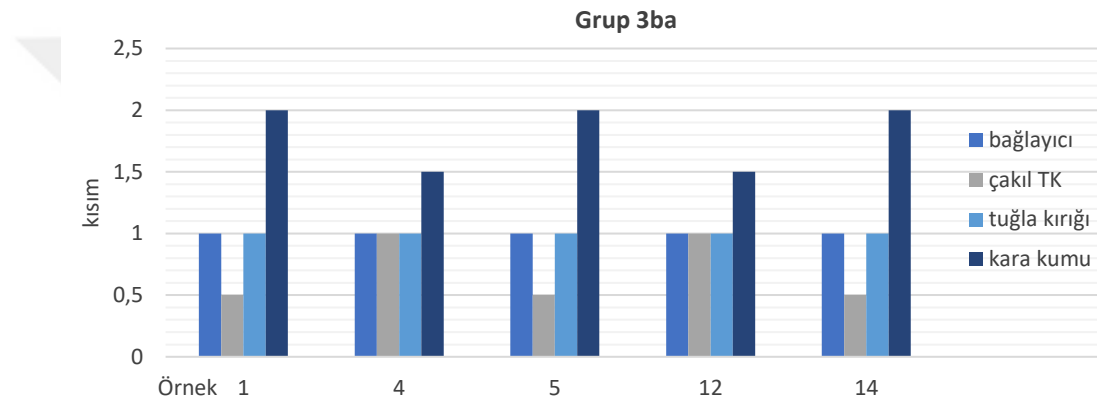


Şekil 5. 4. Grup 3ab onarım harcı öneri oranları

1, 4, 5, 12, 14 ve 15 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 3b** yapının zemin ampattanlarında, blok taşlar arasında ve sütun altlarında kullanılmış olan harç

örnekleridir. Bu gruptaki harç örnekleri bağlayıcı oranına bağlı olarak 2 alt sınıfa ayrılmış ve onarım harcı karışımları bu alt sınıflara göre aşağıda sunulmuştur.

Grup 3ba'yı oluşturan **örnek 1, 4, 5, 12 ve 14** no.lu harçların kullanılmış olduğu alanlarda onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (%50 ± 2 sulu) ile örnek **1, 5 ve 14** no.lu harçların bulunduğu alanlarda 8-12 mm arasında 0,50 kısım tuğla kırığı çakılı ile 8 mm elek altı 1 kısım tuğla kırığı ve 6 mm elek altı 2 kısım tüfik özellikli bol kuvarslı kara kumu karışımının; **4 ve 12** no.lu harçların kullanıldığı alanlarda 1 kısım 8-12 mm arasında tuğla kırığı çakılı ile 8 mm elek altı 1 kısım tuğla kırığı ve 6 mm elek altı 1,50 kısım tüfik özellikli bol kuvarslı kara kumu karışımının kullanılması uygun görülmektedir.



Şekil 5. 5. Grup 3ba onarım harcı öneri oranları

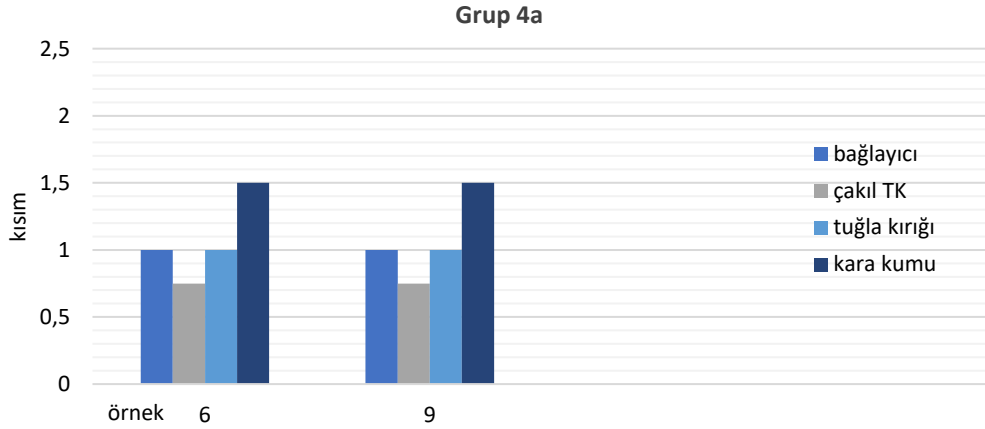
Grup 3bb'yi oluşturan **15** no.lu harcın kullanıldığı alanlarda onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (%50 ± 2 sulu) ile 8-12 mm boyutları arasında 0,75 kısım tuğla kırığı çakılı, 6 mm elek altı 0,50 kısım tuğla kırığı ile 6 mm elek altı 2,50 kısım tüfik özellikli bol kuvarslı kara kumu karışımının kullanılması uygun görülmektedir.



Şekil 5. 6. Grup 3bb onarım harcı öneri oranları

Grup 4

Yapının 2. kullanım dönemine ait, tuğla duvar örgü harcı olan **6 ve 9 no.lu** örneklerin oluşturduğu **Grup 4a** grubu harçlarının kullanıldığı alanlarda onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (%50 ± 2 sulu) ile 8-12 mm arasında 0,75 kısım tuğla kırığı çakılı, 8 mm elek altı 1 kısım tuğla kırığı ve 6 mm elek altı 1,50 kısım tüfik özellikli kara kumu karışımının kullanılması uygun görülmektedir.



Şekil 5. 7. Grup 4a onarım harcı öneri oranları

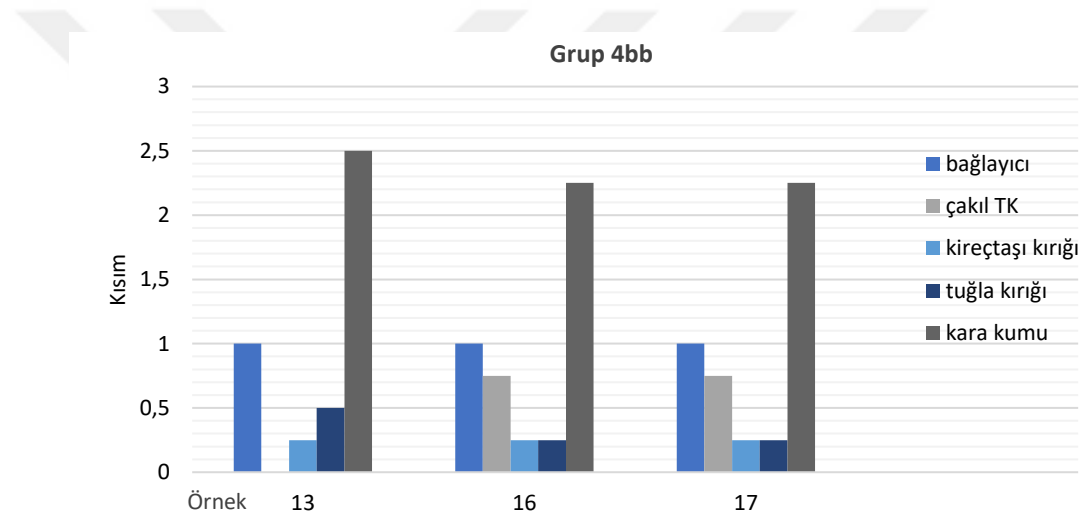
7, 13, 16 ve 17 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 4b** örnekleri kendi içerisinde kullanım amaçlarına bağlı olarak 2 alt sınıfa ayrılmaktadır.

Sıva olarak kullanılmış **7 no.lu** örneğin oluşturduğu **Grup 4ba**'nın kullanıldığı alanlarda onarım karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (%50 ± 2 sulu) ile 2 mm elek altı 0,25 kısım kireçtaşı kırığı, 0,50 kısım tuğla kırığı ve 2,25 kısım puzzolanik özellikli tüfik kara kumu kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 5. 8. Grup 4ba onarım harcı öneri oranları

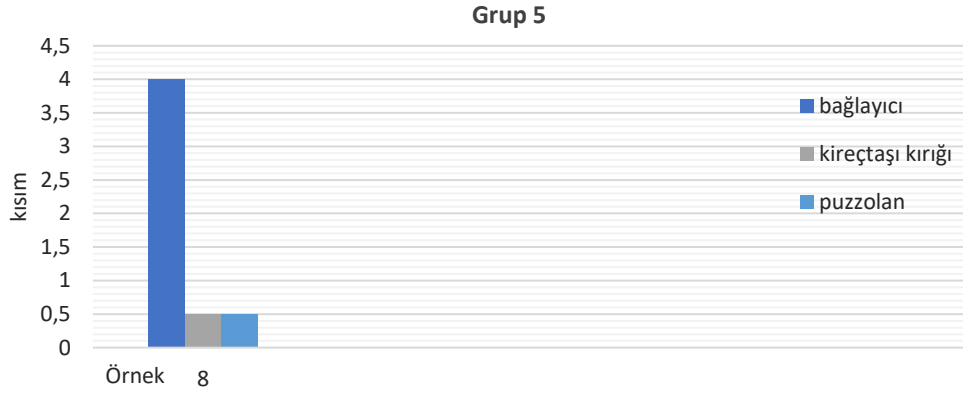
13, 16 ve 17 no.lu örneklerin oluşturduğu **Grup 4bb** harçlarının kullanılmış olduğu alanlarda onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (50 ± 2 sulu) ile; taban döşeme altı harcı olan **16 ve 17 no.lu** örneklerde dolgu malzemesi olarak 0,75 kısım 8-12 mm arasında tuğla kırığı çakılı, 4 mm elek altı 0,25 kısım kireçtaşı kırığı, 6 mm elek altı 0,25 kısım tuğla kırığı, 4 mm elek altı 2,25 kısım puzzolanik özellikli tüfik kara kumu karışımının kullanılması uygun görülmüştür. Duvar örgü harcı olan ve çakıl parçacık içermeyen **13 no.lu** harcın kullanım alanlarında ise harç karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç (50 ± 2 sulu) ile; 4 mm elek altı 0,25 kısım kireçtaşı kırığı, 8 mm elek altı 0,50 kısım tuğla kırığı ile 4 mm elek altı 2,50 kısım puzzolanik özellikli tüfik kara kumu karışımının kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 5. 9. Grup 4bb onarım harcı öneri oranları

Grup 5

Yapının 2. kullanım dönemi harç ve sıvalarından sonraki bir zaman diliminde onarım amacıyla üretilmiş 8 no.lu sıva örneğinin oluşturduğu **Grup 5**'in bulunduğu alanlarda onarım karışımı olarak; 4 kısım bekletilmiş ve kısmen karbonatlaştırılmış kaymak kireç ile dolgu malzemesi olarak 1 mm elek altı 0,5 kısım karbonatlı parçacık ile 0,5 kısım puzzolan karışımının kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 5. 10. Grup 5 onarım harcı öneri oranları

Grup 6

Duvardan alınmış olan **21** no.lu örneğin oluşturduğu, 3-5. yüzyıllar arasına tarihlenen **Grup 6** harcının bulunduğu alanlarda onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç ($\%50 \pm 2$ sulu) ile 8-12 mm boyutları arasında 1,25 kısım çakıl boyutlu parçacık ($\%25$ 'i köşeli taş çakıl, $\%80$ 'i tuğla kırığı), 6 mm elek altı 0,25 kısım tuğla kırığı, 1 mm elek altı 0,50 kısım beyaz renkli puzzolan ve 6 mm elek altı 1,50 kısım bol kuvarslı tüfik kara kumu karışımı kullanılması uygun görülmüştür.



Şekil 5. 11. Grup 6 onarım harcı öneri oranları

Grup 7

Duvardan alınmış olan **22** no.lu örneğin oluşturduğu, 1-3. yüzyıllar arasına tarihlenen **Grup 7** harcının bulunduğu alanlarda onarım harcı karışımı olarak; 1 kısım söndürülmüş ve bekletilmiş kaymak kireç ($\%50 \pm 2$ sulu) ile 8-12 mm arasında 0,25 kısım köşeli çakıl boyutlu parçacık, 1 mm elek altı 0,75 kısım beyaz renkli puzzolan ve 6 mm elek altı 3 kısım tüfik özellikli bol kuvarslı kara kumu karışımı kullanılması uygun görülmektedir.



Şekil 5. 12. Grup 7 onarım harcı öneri oranları

Yukarıda onarım amaçlı belirlenmiş harç-sıva karışımlarının kullanılmadan önce laboratuvar ortamında üretilerek belli periyotlarla testlere tabi tutulup özgün malzeme ile uyumluluğunun tespiti gereklidir.

Onarımlarda kullanılacak bütün harç ve sıva karışımlarının hazırlanmasında harç suyu olarak, bol suda bekletilmiş kirecin berrak (doğru kalsiyum hidroksit çözeltisi) suyu kullanılmalıdır. Belirlenmiş ve uygunluğu tespit edilmiş harç ve sıva karışımlarının kullanılması durumunda, yapının özgün malzemesi ile onarım malzemesi benzer özelliklere sahip olduğundan uyumlu halde çalışacaktır. Onarım malzemesinin özgün malzemeye yapacağı fiziksel ve mekanik baskılar önlenmiş olacaktır. Malzeme üretim teknolojisi değiştirilmeyen yapının sağlıklı halde geleceğe aktarılması sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acun. S., Gürdal E., 2003, Yenilenebilir Bir Malzeme: Kerpiç ve Alçılı Kerpiç, TMH- Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 427- 2003/5.
- Acun-Özgünler, S., A., Ersen, A., Güleç, A., 2010, Yedikule Kara Surları'nda Kullanılan, Erken Bizans Dönemi Harçlarının Karakterizasyonu Üzerine Bir Araştırma, Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi, İBB KUDEB, İstanbul, Sayı 5, s., 31-39.
- Adriano, P., Santos Silva A., Veiga, M.R., Mirão, J. and Candeias, A.E., 2008, The importance of SEM-EDS analysis in the study of old mortars, *Microscopy and Microanalysis Research* 14 (supp 3), pp. 57-60.
- Adriano, P., Santos Silva A., Veiga, R., Mirão, J. and Candeias, A.E., 2009, Microscopic Characterisation of Old Mortars from the Santa Maria Church in Evora, *Materials Characterization*, pp. 610-620.
- Akbulut, E. A., 2006, Tarihi Yapıların Onarımında Kullanılacak Harçların Seçimine Yönelik Bir Öneri, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programı, İstanbul, s. 13-14.
- Akman, M.S., 1990, Yapı Malzemeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası, s. 3-4, 7-8, 122.
- Akman, M.S., 2003, Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi, TMH- Türkiye Mühendislik Haberleri, İstanbul, Sayı 426, s. 30-36.
- Alvaro, C., Frangipane, M., Liberotti, G., Quaresima, R., Volpe, R., 2008, Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry, 13th – 16th, May 2008, Siena, Italy, pp. 651-656.
- Artel, T.: 1969, Yapı Malzemesi, İlavesile 2.baskıyı hazırlayan Gündüz Dibağ, Osman Yalçın Matbaası, İstanbul, s. 139-143, 167-172., 227.
- Ashurst, J. And Dimes, F.G., 1990, Conservation of Building and Decorative Stone, Volume 2, Butterworth – Heinemann, London, pp. 88-93.
- Ashurst, J., 1984, Mortars, Plaster and Renders in Conservation, Ecclesiastical Architects'and Surveyors', Association, London.
- Ashurst, J., Ashurst, N., 1990, Mortars, Plasters and Renders, Practical Building Conservation, English Heritage Technical Handbook, Vol. 3, Gower Technical Press, pp. 7, 27-35.
- ASTM D 5731-95, 1995, Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock.
- Avdan, H. B., 1997, Alçı Taşının Mineralojisi, Alçı Çeşitleri, Fazların Oluşumu ve Analizi, II. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, 02-03 Mayıs.

- Balksten, K., 2007, Traditional Lime Mortar and Plaster- Reconstruction with Emphasis on Durability, Thesis for Degree of Doctor of Technology, Research School NMK- Natural Materials within Environmental and Conservation Techniques, Department of Chemical and Biological Engineering, Göteborg, Sweden.
- Balksten, K., 2010, Understanding Historic Mortars and Their Variations- a Condition for Performing with Traditional Materials, 2nd Conference on Historic Mortars- HMC 2010 and RILEM TC 203- RHM Final Workshop, RILEM Publications SARL, pp. 11-18.
- Baturayoğlu-Yöneş, N., 2008, 19. Yüzyıl Sonu ve 20. Yüzyıl Başı Yapı Cephelerinde Kullanılan Yapay Taşların Mimarlık ve Koruma Bilimi Açısından Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. S. 5,6.
- Beningfield, Neil, 2003, Masonry mortars, Advanced Concrete Technology, Processes, Vol. 4, Part 7, ed. by. John Newman, Ban Seng Choo, pp. 7/1-7/2 1-23.
- Biçer-Şimşir, B., Griffin, I., Palazzo-Bertholon, B., Rainer, L., 2009, Lime-based injection grouts for the conservation of architectural surfaces, Studies in Conservation 55(Supplement-1): 3-17.
- Borelli, E., 1999, Porosity, Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials, ARC Laboratory Handbook, Vol. 2/99, ICCROM, S.p.A., Rome.
- Borelli, E., 1999, Salts, Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials, ARC Laboratory Handbook, Vol. 3/99, ICCROM, S.p.A., Rome.
- Borelli, E., 1999, Binders, Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials, ARC Laboratory Handbook, Vol. 4, ICCROM, Rome, p. 3, 4,5.
- Böke, H., Akkurt, S., İpekoğlu, B., 2004, Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri, Yapı 269, s. 90-95.
- Boynton, R.S., 1980, Chemistry and Technology of Lime and Limestone, 2 nd Edition, John Willey&Sons, New York.
- Brame, J., Griggs C., 2016, Surface Area Analysis Using the Brunauer-Emmett-Teller (BET) Method, ERDC/EL SR-16-3.
- Candeias, A.E., Nogueira, P., Mirão, j., Silva, A.S., Veiga, R., Gil Casal, M., Ribeiro, I., Seruya, A.I., 2004, Characterization of ancient mortars: present methodology and future perspectives, Workshop on Chemistry in conservation of Cultural Heritage: present and Future perspective.
- Ciach, T. D., and Penkala, B., 1984, Methods of Investigation for Mortars from the Ancient and Early- Mediaeval Buildings, 7th Triennial Meeting, ICOM Committee for Conservation, Copenhagen, 10- 14 September, 84.10.5- 84.10.7.

- Charola, A.E., Dupas, M., Sheryll, R.P., Freund, G.F., 1984, Characterization of Ancient Mortars: Chemical and Instrumental Methods, Scientific Methodologies Applied to Works of Art, Proceedings of the Symposium, Florence, Italy, p. 28-33, 228.
- Charola, A.E., Henriques, Fernando M.A., 1999, Hydraulicity in Lime Mortars Revisited, PRO 12: Proceedings of the International RILEM Workshop, Historic Mortars: and Tests, Edited by., P. Bartos, C. Groot and J.J. Hughes, Paisley, Scotland, pp. 95-104.
- Cliver, E. B., 1974, Tests for the Analysis of Mortar Samples, Bulletin of the Association for Preservation Technology, Vol. 6, No: 1, Published by: Association for Preservation Technology International (APT), pp. 68-73.
- Cowper, A.D., 2015 (first Published in 1927), Lime and Lime Mortars, Published by Donhead Publishing Ltd 1998, Published 2015 by Routledge, New York, USA. p. 3.
- Çayırılı, H., 1996, Alçıtaşı ve Türkiye Alçıtaşı Yatakları, I. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, 04-05 Kasım.
- Çiçek, T., 1999, Kireç ve Kullanımı, 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 14- 15 Ekim, İzmir.
- Davis, R. E., 1950, A Review of Pozzolanic Materials and Their Use in Concretes, Symposium on Use of Pozzolanic Materials in Mortars and Concretes, American Society for Testing Materials, Printed in Baltimore, Md., pp. 3-15.
- Davey, N., 1961, A History of Building Materials, Phoenix House, London, pp. 86-128.
- Dede, Y., 1997, Aşıklı Höyük Kerpiç Yapılarının, Korunması Üzerine Çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi, T.C., İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Prehistorya Anabilim Dalı, İstanbul, s. 47-51.
- Debes, G., 1949, Kagir, Beton, Betonarme, Kireç ve Çimentolar, Harçlar-Beton, Cilt I, Çev. Akil Muhtar Şuvak, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, s. 16-42.
- Denker, Asuman, 2007, Sultanahmet Eski Cezaevi Bahçesinde (Büyük Saray Bölgesi) Ortaya Çıkarılan İki Antik Kuyu, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 16. Müze Çalışmaları ve Kurtarma Kazıları Sempozyumu, 25-27 Nisan 2007, Marmaris, Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Basımevi, Ankara-2008, s. 61-80.
- Dönmez, Ş., 2017, Thrakion mu? Byzantion mu? İstanbul'un (Tarihi Yarımada) Erken Dönemleri Hakkında Yeni Görüşler, Bir Eğitim ve Restorasyon Öyküsü, Şeyh Süleyman Mescidi (Türkiye-İtalya Ortak Restorasyon Yaklaşımı, Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları- No:126, Baskı yeri/yılı İstanbul- 2017, s. 32-47.
- Dürüşken, Ç., 2017, Mimarlık Üzerine Vitruvius, 1. Basım, Alfa Basım Yayım Dağıtım San. Ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, s. 72, 73.

- Eckel, Edwin C., 1922, *Cements, Limes and Plasters, Their Materials, Manufacture and Properties*, Second Edition Revised and Partly Rewritten, New York, John Wiley & Sons, Inc., London: Chapman & Hall, Limited, p, 8-10.
- Elert, K., Rodriguez-Navarro, C., Pardo, E. S., Hansen, E., and Cazalla, O., 2002, *Lime Mortars for the Conservation of Historic Buildings*, *Studies in Conservation*, 47 (1), pp 62-75.
- EN 1936: 2006: E, *Natural stone test methods – Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity*.
- Erdoğan, M., 1997, *Türkiye Alçıtaşı Yatakları, II. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, Türkiye Alçı Üreticileri Derneği*, 02-03 Mayıs.
- Eriç, M., 2010, *Yapı Fiziği ve Malzemesi*, 3. Basım, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Ersen, A., 2010, *Cesare Brandi (1906-1988) ve Restorasyon Teorisi*, *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, İBB KUDEB, İstanbul, ISSN 1309-7016, Sayı 7, s. 3-11.
- Ersen, A. 2009, *Mimari Korumada Otantiklik ve Bütünleme Sorunu*, *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, İBB KUDEB, İstanbul, Sayı 1, s. 8-15.
- Ersen, A. ve Güleç, A., 2009, *Basit ve İleri Analiz Yöntemleri ile Tarihi Harçların Analizi*, *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, İBB KUDEB, İstanbul, Sayı 3, s. 65-73.
- Ersen, A., Güleç, A., Alkan, N., Kudde, E., 2009, *Konservasyon Raporunun Önemi, İçeriği ve Hazırlanma Adımları*, *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, İBB KUDEB, İstanbul, Sayı 2, s. 3-19.
- Feilden, B. M., 2003, *Conservation of Historic Buildings*, Third Edition, Architectural Press, s. 72.
- Frangipane, M., 1997, *Arslantepe-Malatya: External Factors and Local Components in the Development of an Early State Society*, *Fundamental Issues in Archaeology, Emergence and Change in Early Urban Societies*, Edited by Linda Manzanilla, New York, pp. 43-58.
- Frangipane M., 2012, *Arslantepe- Malatya: A Prehistoric and Early Historic Center in Eastern Anatolia*, pp. 968- 992.
- Freely, John; Çakmak, S. Ahmet; 2005, *İstanbul'un Bizans Anıtları*, Çeviren F. Gülru Tanman, Yapı Kredi Yayınları, 1. Baskı, İstanbul, s., 25
- Genestar, C., Pons, C., Más, A., 2006, *Analytical Characterisation of Ancient Mortars from the Archaeological Roman City of Pollentia (Balearic Islands, Spain)*, *Analytica Chimica Acta*, Vol. 557, Issues 1-2, p. 373-379.

- Genestar, C., Pons, C., March, J. G., and Sanz, D., 2015, Historical Mortars from the Fortified Upper Town of Eivissa (Balearic Islands, Spain), *International Journal of Architectural Heritage*, 9:3, 201-213.
- Girgin, Ç., 2007, Sirkeci’de sürdürülen kazı çalışmalarından elde edilen sonuçlar, *Gün Işığında İstanbul’un 8000 Yılı: Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*, Ed., Arzu Karamani Pekin, Vehbi Koç vakfı Yayınları, İstanbul, s. 96- 106.
- Güleç A. and Ersen A., 1998, Characterization of Ancient Mortars: Evaluation of Simple and Sophisticated Methods, *Journal of Architectural Conservation*, Vol. 4, N.1, p. 56-67.
- Güleç, A., 1992, Bazı Tarihi Anıt Harç ve Sıvalarının İncelenmesi Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güleç, A., Acun, S., Ersen, A., 2005, A Characterization Method for the 5th- Century Traditional Mortars in the Land Walls of Constantinople, *Yedikule, Studies in Conservation*, Vol. 50, n. 4, p. 295-306.
- Güleç, A., 2009, Basit ve İleri Analiz Yöntemleri ile Tarihi Harçların Analizi, *Koruma Sempozyumu, Taşınmaz Kültür Varlıklarını Tespit ve Belgeleme Yöntemleri*, Mersin Üniversitesi Restorasyon ve Koruma Merkezi, Mersin, s. 115-127.
- Güleç, A., 2012, Nuruosmaniye Camii’ne Ait Malzemelerin Nitelik ve Problemlerinin Analizi, *Vakıf Restorasyon Yıllığı*, Sayı: 5, s., 59-75.
- Gürdal E., 1996, Alçıtaşı ve alçıtaşından Üretilen Malzemeler, *I. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri*, 04-05 Kasım.
- Grosvenor, E., A., 2014: Constantinople, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul, p. 8, 13,14.
- Huntington, W. C., 1965, *Building Construction Materials and Types of Construction*, Third Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydney, pp. 68,69.
- Işık, B., Türkiye’de Kerpiç Yapı Kültürü ve Alçı ile Stabilize edilen Kerpiç, *Alker Yapılar*, 2000, III. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, ALÇIDER, 01-02 Kasım, İstanbul, s., 1- 26.
- İpekçi Aydın, C., Aköz, F., 2010, Ceramic and Mould Gypsum Properties Used for Forming Ceramics, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Phd Review Paper, Sigma 28, s. 249-258.
- Jedrzejewska, H., 1960, Old Mortars in Poland: A New Method of Investigation, *Studies in Conservation*, Vol. 5, No: 4 pp. :132-138.
- Jedrzejewska, H., 1967, Investigation of Ancient Mortars, *Archaeological Chemistry*, University of Pennsylvania Pres, Philadelphia, pp. 147-166.

- Jedrzejewska, H.,1981, Ancient Mortars as Criterion in Analysis of Old Architecture, Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings, ICCROM, Rome, pp. 311-329.
- Jung. W. N., 1953, Technology of Mortars, Osnovy Technologii Wiazucznych, Moskova.
- Kafesçioğlu, R., Toydemir, N., Gürdal, E., Özüer B., 1980, Yapı Malzemesi Olarak Kerpiçin Alçı ile Stabilizasyonu, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Mühendislik Araştırma Grubu, Proje No: 505, Ağustos, İstanbul, s. 92-94.
- Karagöz, Ş., 2007, Marmaray- Üsküdar Kazılarında Ortaya Çıkarılan On İkinci ve On Üçüncü Yüzyıl Yapısı, 1. Uluslararası Sevgi Gönül Bizans Araştırmaları Sempozyumu, Bildiriler, 25-28 Haziran İstanbul, s. 413-423.
- Karakaya Çelik, M., 2006, Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri, Bizim Büro Basımevi Yayın Dağ. San. Tic. Ltd. Şti., Ankara.
- Kılınçkale, F. M., 1996, Çeşitli Puzolanların Puzolanik Aktivitesi ve Bu Puzolanlarla Üretilen Harçların Dayanımı, İMO Teknik Dergi, yazı 91, s. 1217-1229.
- Kızıltan, Zeynep, 2014, Marmaray-Metro Projesi Kurtarma Kazıları: Yenikapı-Sirkeci ve Üsküdar İstasyonları Arkeoloji Çalışmaları ve İstanbul'un 8 Bin Yılı, Hayalden Gerçeğe Bir İstanbul Öyküsü Marmaray, Gama Holding, Ankara, s. 54-76.
- Koçu, N.,1997, Konya Çevresindeki Volkanik Tüflerin Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi ve Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koçu N., Korkmaz S. Z., 2004, Kerpiç Malzeme ile Üretilen Yapılarda Deprem Etkilerinin Tespiti, TMMOB. Mimarlar Odası İstanbul Büyükşehir Şubesi, 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, 6-8 Ekim, İstanbul, s. 52-62.
- Konta, J., 1995, Clay and man: Clay raw Materials in the service of man, Applied Clay Science 10, p. 275-335.
- Kozlu, H. H., 2010, Kayseri Yöresindeki Tarihi Harçların Karakterizasyonu ve Onarım Harçlarının Özellikleri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. s. 11,12.
- Kuban, D., 2016, Sanat, Mimarlık, Toplum Kültürü Üzerine Makaleler, Doğan Kuban Yazıları Antolojisi, 2. Cilt, Boyut Yayıncılık, İstanbul, s. 97-112, 293-296, 344.
- Kuban, Doğan, 2017, İstanbul- Bir Kent Tarihi-Bizantion Konstantinopolis, İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 3. Basım, İstanbul, s.5-6, 8-10, 141.
- KUDEB, 2009-2011, Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları, s. 56-64, 68-70, 76-79, 82-93.

- Kuniholm, Ian Peter, Pearson, Charlotte L., ve Wazny, Tomasz, 2014, Yenikapı ile Diğer Marmaray Proje Alanlarında Dendrokronoloji Araştırmaları, Hayalden Gerçeğe Bir İstanbul Öyküsü Marmaray, Gama Holding, Ankara, s. 154-159.
- Malayoğlu U., Akar A., 1995, Killerin Sınıflandırılmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranılan Kriterlerin İrdelenmesi, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22 Nisan 1995, İzmir, s. 125-133.
- Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakalos, A., Moropoulou, A., 2003, Physico-chemical study of Cretan ancient mortars, Cement and Concrete Research 33, pp. 651-661.
- Massaza, F., Pezzuoli, M., 1981, Some Teachings of Roman Concrete, Symposium on Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings, Roma, s. 219-245.
- Massazza, F., 1989, Puzolanlar, Puzolanlı Çimentolar ve Kullanım Alanları, Seminer, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara, s. 154-160.
- Matero, Frank. G., 1995, A Programme for the Conservation of Architectural Plasters in Earthen Ruins in the American Southwest: Fort Union National Monument, New Mexico, USA, Conservation and Management of Archeological Sites, Vol.1 Issue 1, pp. 5- 24.
- Mellaart, J., 2003, Çatalhöyük: Anadolu'da Bir Neolitik Kent, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- Mertens, G., Madau, P., Durinck, D., Blanpain, B. And Elsen, J., 2007, Quantitative Mineralogical Analysis of Hydraulic Limes By X-Ray Diffraction, Cement and Concrete Research, 37, pp. 1524-1530.
- Middendorf, B., Hughes, J.J., Callebaut, K., Baronio, G., and Papayianni, I., 2005, Investigative methods for characterisation of historic mortars- Part 1: Mineralogical characterisation, RILEM TC 167-COM: 'Characterisation of Old Mortars with Respect to their Repair', Materials and Structures, 38, pp. 761-769.
- Middendorf, B., Hughes, J.J., Callebaut, K., Baronio, G., and Papayianni, I., 2005, Investigative methods for characterisation of historic mortars - Part 2: Chemical Characterisation, RILEM TC 167-COM: 'Characterisation of Old Mortars with Respect to their Repair, Materials and Structures, 38, pp. 771-780.
- Millingen, A., 1899, Byzantine Constantinople The Walls of the City and Adjoining Historical Sites, London.
- Moir, G., 2003, Cements, Advanced Concrete Technology, Constituent Materials, Vol. 3, Part 1, Ed. by. John Newman, Ban Seng Choo, pp. 1/3- 1/4 3-45.
- Moropoulou, A., Bakolas, A., Michailidis, P., Chronopoulos, M. and Spanos, Ch., 1995, Traditional Technologies in Crete Providing Mortars with Effective Mechanical

- Properties, Transactions on the Built Environment, Vol. 15, WIT Press, pp. 151-161.
- Moropoulou, A., Bakolas, A., Anagnostopoulou, S., 2005, Composite Materials in ancient Structures, Cement&Concrete Composites 27, pp. 295-300.
- Müller-Wiener, W., 2016, İstanbul'un Tarihsel Topografyası, 17. Yüzyıl Başlarına Kadar Byzantion- Konstantinopolis- İstanbul, Çeviren: Ülker Sayın, Yapı Kredi Yayınları, 4. Baskı, s. 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 58.
- Naumann, R., 1998, Eski Anadolu Mimarlığı, Türk tarih Kurumu Yayınları, Ankara.
- Nicol, Donald M., 2016, Bizans'ın Son Yüzyılları 1261- 1453, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Çeviren Bilge Umar, 1. Basım, İstanbul, s., 436, 455.
- Norwich, John Julius, 2013, Bizans-1- Erken Dönem (MS 323-802), Kabalcı Yayınevi, 1. Baskı, İstanbul, s. 56
- Norwich, John Julius, 2013, Bizans-3- Gerileme ve Çöküş Dönemi (MS 1082-1453), Kabalcı Yayınevi, 1. Baskı, İstanbul, s. 165, 167, 169, 194, 197, 369.
- Oates, J. A. H., 2008, Lime and Limestone: Chemistry and Technology, Production and Uses, Publish by John Wiley& Sons, pp. 3,4.
- Ousterhout, R., 2008, Master Builders of Byzantium, University of Pennsylvania Museum of Archaeology & Anthropology, pp., 133-139.
- Ostrogorsky, Georg, 2015, Bizans Devleti Tarihi, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Tarih Kurumu Yayınları, X. Dizi- Sa. 7⁷, 8. Baskı (Tıpkıbasım), Çeviri Prof. Dr. Fikret Işıltan, Ankara, s. 95, 96, 151, 205, 385, 386, 391, 392, 415, 417, 420.
- Özbaşaran, M., Cutting M., 2007, Orta Anadolu'da Neolitiğin Ortaya Çıkışı ve Gelişimi (Aşıklı Höyük-Çatalhöyük), 12000 Yıl Önce Uygarlığın Anadolu'dan Avrupa'ya Yolculuğunun Başlangıcı, Neolitik Dönem, Yapı Kredi Kültür Sanat Yayınları, s. 55-62.
- Pavía, S., Fitzgerald, B. And Howard R., 2005, Evaluation of Properties of Magnesian Lime Mortar, Structural Studies, Repair and Maintenance of Heritage Architecture IX, Malta, Vol. 83, WIT Transactions on the Built Environment, C.A. Brebbia and Torpiano eds. WIT Press, pp. 375-384.
- Polat- Pekmezci, I., Ersen A., 2010, Malzeme Analizleri Işığında Boğaziçi'ndeki 19. yy Sonu-20. yy Başı Yapı Temelleri ve Kalıntıları Üzerine Bir Araştırma, Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi, İBB KUDEB, İstanbul, Sayı 5, s., 70-77.
- Polat- Pekmezci, I., 2012, Çukurova Bölgesindeki (Kilikya) Bazı tarihi Yapılarda Kullanılan Harçların Karakterizasyonu ve Onarım Harçları İçin Öneriler,

Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Restorasyon Programı.

- Postacıoğlu, 1986, Beton, Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Teknik Kitaplar Yayınevi, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, Beton, Cilt 1, İstanbul.
- Rezaei, D., 2007, Büyük Selçuklu'dan Günümüze İntikal Eden Mimari Gelenek ve Bunların Günümüz Restorasyonlarında Kullanımı, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık, Doktora Tezi, s. 38-39, Ankara.
- Riccardi, M.P., Duminuco, P., Tomasi, C., Ferloni, P., 1998, Thermal, Microscopic and X-ray Diffraction Studies on Some Ancient Mortars, *Thermochimica Acta* 321, pp. 207-214.
- Rodriguez-Navarro, C., Hansen, E., and Ginell, W. S., 1998, Calcium Hydroxide Crystal Evolution upon Aging of Lime Putty, *Journal of the American Ceramic Society*, Vol. 81, Issue 11, pp. 3032- 3034.
- Russalan, A. H. A., Sharkawi, A. M., Abd-Elnaby, S., F., M., 2018, Performance of Modified Lime Mortars for Conservation of Ancient Buildings, 2nd International Conference on Innovative Building Materials, Cairo, Egypt, pp. 1-17.
- Sazcı, H., 2001, Seramikte Kullanılan Killerin Tanımı, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, s. 28-42.
- Sharpe, R., Cork, G., Gypsum and Anhydrite, *Industrial Minerals & Rocks, Commodities, Markets, and Uses*, Ed. by J. E Kogel., N. C. Trivedi, J. M. Barker, S.T. Krukowski, 7 th edition, Published by Society for Mining, Metalurgy, and Exploration, Inc. (SME), pp. 519-540.
- Sickels, L.B., 1981, Organik vs Synthetics, Mortars, Cement and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings, *ICCROM, Rome*, s. 25-52.
- Sickels, L.B., 1991, Organik additives in Mortars, *Architectural Research*, 8, Edinburgh, s. 7-20.
- Silva, A. S., Adriano, P., Magalhães, A., Pires, J., Carvalho, A., Cruz, A. J., Mirão, J., and Candeias, A., 2010, Characterization of Historical Mortars From Alentejo's Religious Buildings, *International Journal of Architectural Heritage*, 4:2, 138-154.
- Stewart, j. and Moore, J., 1982, Chemical Techniques of Historic Mortar Analysis, *Bulletin of Association for Preservation Technology*, Vol. 14, No: 1, Published by: Association for Preservation Technology International (APT), pp. 11-16.
- Stewiğ, Reinhard, 1964, Bizans- Konstantinopolis- İstanbul "Dünya Şehri" Problemi bakımından Bir Araştırma, Çeviren: Ruhi Turfan, M. Şevki Yazman, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Aşkın Basımevi, İstanbul 1965, s.14,16.

- Swallow, P., Carrington, D., 1995, Limes and Lime Mortar- Part one Journal of Architectural Conservation, Vol. 1 Issue 3, pp. 7-25.
- Swenson, E. G., Sereda, P. J., 1968, Mechanism of the Carbonation Shrinkage of Lime and Hydrated Cement, *Society of Chemical Industry*, Reprinted from Journal of Applied Chemistry, Vol. 18, No 4, pp. 11-117.
- Tankut, G., 2005, Doğal ve Tarihi Çevrenin Korunması: Sorunlar ve Olası Çözümler, PLANLAMA- TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını, Journal of the Chamber of City Planners, Union of Chambers of Turkish Engineers and Architects, ISSN 1300-7319, Sayı:31, s. 9-12.
- Teutonico, J.M., 1988, A Laboratory Manuel for Architectural Conservators, ICCROM, Rome, pp. 35-37, 113-115.
- Tabasso, M.,L. And Sammuri, P., 1984, Evaluation of Mortars for Use in Conservation from the Standpoint of the release of soluble Salts, 7th Triennial Meeting, ICOM Committee for Conservation, Copenhagen, 10- 14 September, 84.10.8- 84.10.11.
- Torraca, G., 1982, Porous Building Materials, Materials Science for Architectural Conservation, ICCROM, 2nd edition, Rome Italy.
- Totten, J.G., 1838, Essays on Hydraulic and Common Mortars and on Lime-Burning, Translated from the French of Gen. Treussart, M. Petot, and M. Courtois, With Brief Observations on Common Mortars, Hydraulic Mortars and Concretes, and An Account of Some Experiments Made Therewith at Fort Adams, New Port Harbour, R.I. from 1825 to 1838, Lt. Col. of Engineers and Brevet Col. U.S. Army., Philadelphia.
- TS 699, Doğal Yapı Taşları – İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri, ICS 91.100.01;91.100.15, Mart 2009.
- TS 704, 1979, Harman Tuğlası (Duvarlar İçin), Ankara.
- TSE-EN 1936: 2010, Doğal Taşlar- Deney Yöntemleri- Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini, Ankara.
- Tuncel E.Y., Pekmezci I.P., Pekmezci B.Y., 2016, Utilization of partially destructive test methods on mechanical properties of historical lime mortars, Structural Analysis of Historical Constructions, pp. 1415-1418.
- Tunçoku, S.S., 2001, Characterization of Masonry Mortars Used in some Anatolian Seljuk Monuments in Konya, Beyşehir and Akşehir, Yayınlanmamış Doktora Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Restorasyon Programı, Ankara, s. 5.
- Uğur, T., 2011, Perge Antik Kentine Ait Mozaik Harçlarının Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Anabilim Dalı, İstanbul.

- Uğur, T., 2011, The Characterization of Mosaic Mortars of Perge Antiquae City, Cultural Heritage İstanbul 2011, Proceedings, 5th International Congress on “Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin”, Vol. III, Diagnostics and Restoration (2nd Part), November, İstanbul, Turkey, p., 16-22.
- Uğur, T., Güleç, A., 2014, Harç, Sıva ve Diğer Kompozit Malzemelerde Kullanılan Bağlayıcılar ve Özellikleri, Restorasyon Konservasyon Çalışmaları Dergisi, İBB KUDEB, Sayı 17, 2014 Özel Sayısı, ISSN 1309-7016, İstanbul, s. 77-91.
- Ulusoy Binan, D., Güler, K., Çobancaoğlu, T., 2017, Anadolu’da Geleneksel Kerpiç Mimari Miras ve Koruma Sorunları, Yaşamın Her Karesinde Toprak, İstanbul Aydın Üniversitesi, E- ISBN: 978-605-4303-80-9, s. 160-185.
- Van Balen, K., Papayianni, I., Van Hees, R., Binda, L. And Waldum, A., 2005, RILEM TC 167-COM: Characterisation of Old Mortars with Respect to Their Repair, Introduction to Requirements for and Functions and Properties of Repair Mortars, Materials and Structures 38, pp. 781-785.
- Van Hees, R.P.J., Binda, L., Papayianni, I., Toumbakari, E., 2004, RILEM TC 167-COM: Characterisation of Old Mortars with Respect to Their Repair, Characterisation and Damage Analysis of Old Mortars, Materials and Structures/ Matériaux et Constructions, Vol. 37, pp. 644-648.
- Vasiliev, Alexander A, 2017, Bizans İmparatorluğu Tarihi, Çeviri, Tevabil Alkaç, Alfa Yayınları, 2. Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti., İstanbul, s. 74,75,76,77, 568
- Vicat, L.,J., 1837, Mortar and Cement, pp. 21-27
- Vitruvius, 2005, Mimarlık Üzerine On Kitap, Vitruvius, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, Çev. Suna Güven, 4. Baskı, İstanbul.
- Yavuz, Mehmet Fatih, 2014, Byzantion- Byzas’tan Constantinus’a Antik İstanbul- Antik Edebi Kaynaklar, İstanbul Araştırmaları Enstitüsü yayınları no 24, 1. Baskı, İstanbul, s. 370, 371, 379, 391, 392, 393, 412, 415, 448, 463, 469.
- Zongjin, L., 2011, Advanced Concrete Technology, John Wilwy&Sons, Inc., pp.1-3.

İNTERNET KAYNAKLARI

- Ashurst, J., 1997, The Technology and Use of Hydraulic Lime, <https://www.buildingconservation.com/articles/hydraulic/hydraulic.htm> (Erişim tarihi: 25.07.2019).
- Convention Concerning the Protection of The World Cultural and Natural Heritage, 1972, UNESCO, Adopted by the General Conference at Its Seventeenth Session, Paris, 16 November. <https://whc.unesco.org/archive/convention-en.pdf>

Dutrow, B.L., Clark, C.M., 2019, X-Ray Powder Diffraction, https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/XRD.html (Erişim tarihi: 12.07.2019).

The Nara Document on Authenticity, 1994, <https://www.icomos.org/charters/nara-e.pdf>.
Erişim tarihi: Ağustos 2018.



25a	-	-	-	±	83	0,48	+	-
25b	-	-	-	±	69	0,40	+	-
26 a	-	-	-	±	92	053	+	-
26b	-	-	-	+	96	0,56	+	-
27a	-	-	-	+	90	0,52	+	-
27b	-	-	-	±	88	0,51	±	-
27c	±	-	-	+	100	0,58	+	-
CMK alanı								
Örnek No	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ ⁼	NO ₃ ⁻	İletkenlik (µs)	Tuz (%)	Protein	Yağ
1a	+	-	-	+	122	0,71	-	-
1b	+	-	-	+	147	0,85	-	-
2	+	-	-	-	155	0,90	+	-
3	-	-	-	+	77	0,45	+	-
4a	+	-	-	-	67	0,39	+	-
4b	-	-	-	+	77	0,45	+	-
5a	++	-	-	+	148	0,86	+	-
5b	-	-	-	++	270	1,56	-	-
6	-	-	-	-	92	0,53	+	-
7.1	+	-	-	+	205	1,19	+	-
7.2	++	±		++	282	1,63	-	-
7.3	?	?	?	?	?	?	?	?
8a	+	-	-	±	76	0,44	±	-
8b	±	-	-	±	66	0,38	+	-
9	+	-	-	±	65	0,38	-	-
10	++	+	-	±	283	1,64	-	-
11a	-	-	-	±	54	0,31	+	-
11b	+	-	-	+	62	0,36	+	-
12	±	-	-	+	68	68	+	-
13a	±	-	-	+	156	0,90	-	-
13b	+	-	-	+	75	0,43	±	-
14	±	-	-	+	127	0,74	+	-
BMK alanı								
Örnek No	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ ⁼	NO ₃ ⁻	İletkenlik (µs)	Tuz (%)	Protein	Yağ
1	+	-	-	-	128	0,74	+	-
2	±	-	-	+	132	0,76	±	-

3	+	-	-	+	207	1,20	+	-
4	+	-	-	-	144	0,83	-	-
5	-	-	-	-	147	0,85	-	-
6	-	-	-	-	144	0,83	+	-
7	-	-	-	±	148	0,86	+	-
8	-	-	-	-	162	0,94	++	-
9	++	-	-	+	222	1,29	+	-
10	±	-	-	+	177	1,02	+	-
11	±	-	-	-	150	0,87	+	-
12	-	-	-	+	164	0,95	-	-
13	+++	-	-	+	326	1,89	-	-
14	±	-	-	-	194	1,12	-	-
15	-	-	-	-	143	0,83	+	-
16	-	-	-	-	150	0,87	+	-
17	-	-	-	+	144	0,83	+	-
18	-	-	-	+	86	0,50	+	-
19	+	-	-	+	94	0,54	+	-
20	-	-	-	+	76	0,44	+	-
21	+	-	-	-	129	0,75	+	-
22	+	-	-	-	143	0,83	+	-
SMK alanı								
Örnek No	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ ⁼	NO ₃ ⁻	İletkenlik (µs)	Tuz (%)	Protein	Yağ
1	±	-	-	±	53	0,31	+	-
2	±	-	-	±	57	0,33	+	-
3	-	-	-	-	59	0,34	+	-
4	-	±	-	±	106	0,61	+	-
5	-	-	-	-	81	0,47	+	-
6	-	-	-	+	80	0,46	+	-
7	-	±	-	±	120	0,69	+	-
8	-	±	-	-	90	0,52	+	-
9	-	-	-	+	100	0,58	+	-
10	+	±	-	-	164	0,95	+	-
11	-	±	-	±	98	0,57	+	-
12	-	-	-	±	105	0,61	+	-
13	-	-	-	+	178	1,03	+	-

Tablo 11. HMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)				Asitte (%)		Elekte Kalan (%)										Agrega (%)			
	Nem	550 °C	CaCO ₃	CO ₂ /H ₂ O	Kalan	Kayıp	8000µ	5600µ	4000µ	2000µ	1000µ	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	<125µ	125 - 1000µ	>1000µ	
1	24,49	7,22	43,57	0,78	43,65	56,35	16,56	3,07	5,86	9,30	6,60	5,30	4,56	17,86	15,91	14,98	30,88	27,72	41,40	
2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2b	15,55	5,37	11,75	0,33	61,93	38,07	0,00	0,00	0,00	8,83	18,17	16,81	22,41	23,09	6,45	4,24	10,70	62,31	26,99	
2c	9,09	4,57	23,10	1,12	29,52	70,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16	1,16	39,31	32,95	12,72	12,72	25,43	73,41	1,16	
3	1,38	4,86	35,09	11,17	50,83	49,17	0,00	16,53	12,29	18,36	8,90	3,25	5,23	6,78	12,43	16,24	28,67	15,25	56,07	
4	13,73	5,82	62,43	2,00	14,54	85,46	27,01	16,33	1,44	5,28	2,76	2,52	3,12	7,80	13,33	20,41	33,73	13,45	52,82	
5	15,03	7,56	49,22	1,44	35,53	64,47	23,48	5,27	3,09	12,14	6,64	4,12	4,47	12,26	12,71	15,81	28,52	20,85	50,63	
6	7,88	4,41	31,61	1,76	62,01	37,99	0,00	3,39	8,60	18,25	16,68	10,22	16,48	17,94	4,17	4,28	8,45	44,63	46,92	
7	15,58	5,55	42,73	1,21	46,58	53,42	0,00	0,00	6,81	9,55	16,41	15,77	15,83	13,80	9,78	12,05	21,83	45,40	32,77	
8	14,80	5,33	44,75	1,33	48,43	51,57	13,43	13,51	5,92	9,16	4,58	4,90	7,35	8,77	12,72	19,67	32,39	21,01	46,60	
9	22,78	3,76	46,82	0,90	55,76	44,24	50,27	10,69	6,62	4,97	1,96	1,10	10,85	6,23	3,95	3,37	7,32	18,17	74,51	
10	12,49	2,74	21,85	0,77	57,77	42,23	0,00	10,47	11,20	19,87	16,03	1,72	12,02	12,76	8,91	7,03	15,94	26,49	57,56	

11	22,52	6,85	44,40	0,87	46,67	53,33	27,26	11,35	7,57	1,22	2,18	1,99	18,99	15,27	7,44	6,74	14,18	36,24	49,58
12	1,53	2,07	70,31	20,20	22,16	77,84	0,00	10,70	3,57	6,42	8,20	18,89	24,96	13,90	5,53	7,84	13,37	57,75	28,88
13	18,77	2,34	43,09	1,01	47,03	52,97	21,29	12,29	6,74	7,92	8,46	2,59	16,33	6,85	9,16	8,36	17,52	25,77	56,71
14	12,63	2,06	18,08	0,63	64,61	35,39	5,04	1,61	2,83	7,40	14,95	20,37	24,96	11,49	5,82	5,54	11,36	56,81	31,82
15	1,37	1,63	29,42	9,43	72,03	27,97	28,37	5,29	2,67	9,81	15,35	17,09	11,81	5,34	2,00	2,28	4,27	34,24	61,48
16	12,31	2,63	20,80	0,74	68,61	31,39	26,05	3,10	4,32	10,68	15,71	18,86	12,91	4,54	2,12	1,70	3,82	36,31	59,86
17	2,26	2,16	24,02	4,68	70,01	29,99	17,11	8,90	4,30	9,52	15,87	15,61	16,17	8,41	2,64	1,47	4,11	40,19	55,70
18	2,52	3,15	36,82	6,43	53,92	46,08	7,98	21,36	17,23	18,01	9,65	3,40	6,36	3,74	7,03	5,24	12,27	13,50	74,23
19	27,99	3,47	49,32	0,78	56,76	43,24	44,58	15,08	6,58	7,87	5,49	3,14	5,46	5,16	3,84	2,81	6,65	13,76	79,60
20	15,30	4,34	20,23	0,58	64,27	35,73	8,69	9,22	5,04	8,88	10,97	21,95	19,29	9,93	3,71	2,33	6,03	51,16	42,80
21a	4,98	3,69	36,47	3,23	46,07	53,93	0,00	0,00	7,18	16,75	19,75	12,12	9,35	12,27	12,04	10,55	22,59	33,73	43,68
21b	4,17	2,26	30,45	3,22	62,25	37,75	0,00	8,20	10,88	21,10	16,40	9,33	8,28	7,22	9,01	9,58	18,59	24,84	56,57
21c	2,53	3,13	49,94	8,68	35,86	64,14	0,00	0,00	0,00	11,11	14,44	12,22	14,07	10,37	17,04	20,74	37,78	36,67	25,56
21d	5,60	4,29	40,16	3,20	41,93	58,07	0,00	0,00	18,24	21,96	11,49	6,08	7,43	8,45	11,49	14,86	26,35	21,96	51,69
22	11,48	3,07	36,29	1,39	51,16	48,84	6,20	2,32	10,45	18,44	14,57	12,34	10,99	8,23	6,78	9,68	16,46	31,56	51,98
23	8,84	2,08	73,90	3,68	21,07	78,93	6,76	10,63	7,54	17,58	8,31	8,79	14,01	13,43	7,15	5,80	12,95	36,23	50,82

24 a	1,66	2,67	89,72	23,73	3,27	96,73	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14	7,10	14,79	18,93	13,02	42,01	55,03	40,83	4,14
24b	2,87	3,54	33,60	5,15	62,03	37,97	14,55	27,58	5,45	13,64	10,30	3,64	3,33	4,85	3,94	12,73	16,67	11,82	71,52
25a	14,75	3,11	29,80	0,89	59,04	40,96	6,79	10,21	10,54	10,08	5,34	8,70	10,61	9,49	10,08	18,18	28,26	28,79	42,95
25b	12,27	3,30	29,12	1,04	55,93	44,07	3,48	12,46	13,45	19,47	12,88	9,09	8,98	6,82	5,57	7,80	13,37	24,89	61,74
26a	5,54	2,87	22,96	1,82	55,66	44,34	8,53	6,95	10,88	17,34	11,78	8,44	11,51	9,30	6,95	8,31	15,26	29,26	55,49
26b	1,58	2,69	23,18	6,46	60,32	39,68	9,32	9,38	15,69	17,17	12,48	8,06	5,32	5,62	7,19	9,77	16,96	19,00	64,04
27a	3,35	5,74	22,03	2,90	56,21	43,79	8,07	4,45	14,18	24,64	14,18	4,76	6,52	4,55	12,63	6,00	18,63	15,84	65,53
27b	7,28	5,42	16,43	1,00	55,63	44,37	3,95	10,05	9,77	16,21	10,92	12,23	12,66	8,74	6,85	8,62	15,46	33,63	50,90
27c	6,22	2,79	25,35	1,79	59,06	40,94	7,48	19,68	14,10	17,07	10,05	6,23	6,15	6,19	5,90	7,16	13,06	18,57	68,37

Tablo 12. CMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)				Asitle (%)		Elekte Kalan (%)										Agrega (%)		
	Nem	550 °C	CaCO ₃	CO ₂ /H ₂ O	Kalan	Kayıp	8000µ	5600µ	4000µ	2000µ	1000µ	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	<125 µ	125-1000 µ	>1000 µ
1a	1,37	2,69	30,77	9,90	63,40	36,60	6,35	16,77	5,63	8,86	14,01	15,93	15,57	8,14	2,87	5,87	8,74	39,64	51,62
1b	1,41	1,86	28,96	9,13	68,98	31,02	7,32	2,82	2,57	21,65	26,12	20,24	9,75	5,66	2,11	1,76	3,87	35,65	60,47
2	20,16	6,71	41,56	0,91	39,19	60,81	17,50	8,62	12,82	9,21	3,07	2,21	4,20	10,45	15,40	16,53	31,93	16,86	51,21
3	2,38	3,38	57,18	10,50	37,31	62,69	14,96	8,33	13,07	17,51	10,67	7,13	5,14	8,13	5,64	9,43	15,06	20,40	64,54
4a	4,74	3,65	31,56	2,93	62,58	37,42	41,87	19,08	6,70	6,53	6,58	3,43	4,05	3,10	5,35	3,32	8,67	10,58	80,75
4b	2,40	3,85	45,31	8,32	59,60	40,40	65,32	10,25	6,11	6,50	1,97	1,48	1,08	0,99	2,86	3,45	6,31	3,55	90,15
5a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5b	2,77	4,43	34,01	5,40	53,98	46,02	0,00	2,10	2,16	8,98	27,25	22,99	21,41	6,71	3,79	4,61	8,40	51,11	40,49
6	3,62	4,50	22,18	2,70	59,00	41,00	0,00	2,03	4,34	4,62	18,31	21,00	16,45	8,12	7,46	17,68	25,13	45,57	29,30
7.1	2,17	5,72	37,10	7,54	52,58	47,42	0,00	9,07	6,67	11,11	11,67	12,04	13,15	10,19	8,33	17,78	26,11	35,37	38,52
7.2	8,34	4,52	29,06	1,53	55,70	44,30	0,00	0,00	14,02	24,61	15,12	8,46	7,11	7,75	10,01	12,92	22,93	23,32	53,75
7.3	-	-	-	-	48,51	51,49	0,00	0,00	27,19	10,53	8,77	11,40	11,40	4,39	1,75	24,56	26,32	27,19	46,49

8a	12,24	4,20	42,04	1,51	58,34	41,66	59,82	12,12	2,12	5,90	3,20	2,57	2,75	3,87	4,14	3,51	7,66	9,19	83,15
8b	-	-	-	-	45,37	54,63	0,00	0,00	6,09	7,83	2,61	13,04	20,87	13,04	19,13	17,39	36,52	46,96	16,52
9	3,97	2,06	19,50	2,17	75,14	24,86	23,84	4,12	6,22	12,02	14,01	16,33	13,15	5,23	2,77	2,30	5,07	34,72	60,22
10	1,29	3,37	83,36	28,37	4,26	95,74	0,00	0,00	0,00	6,99	0,70	1,40	9,09	13,29	17,48	51,05	68,53	23,78	7,69
11a	0,71	1,04	39,68	24,55	53,79	46,21	0,00	0,00	2,96	3,38	11,13	54,65	14,93	5,92	2,96	4,08	7,04	75,49	17,46
11b	-	-	-	-	67,05	32,95	0,00	0,00	0,00	18,90	14,43	34,02	11,68	7,22	4,47	9,28	13,75	52,92	33,33
12	4,36	1,63	19,70	1,99	76,04	23,96	14,36	8,08	4,80	14,12	20,12	17,45	8,73	4,32	3,71	4,30	8,02	30,50	61,48
13a	1,24	3,20	57,02	4,91	41,47	58,53	13,55	13,81	9,29	9,03	8,90	10,19	10,84	10,71	8,13	5,55	13,68	31,74	54,58
13b	1,66	3,28	18,50	21,21	74,20	25,80	8,40	5,96	2,98	17,08	25,55	19,40	10,85	4,58	3,20	2,01	5,20	34,83	59,97
14	4,20	4,45	30,25	3,17	51,95	48,05	0,00	0,65	2,70	14,93	27,42	21,67	10,74	7,35	8,26	6,28	14,55	39,76	45,70

Tablo 13. BMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)				Asitte (%)		Elekte Kalan (%)										Agrega (%)		
	Nem	550 °C	CaCO ₃	CO ₂ /H ₂ O	Kalan	Kayıp	8000µ	5600µ	4000µ	2000µ	1000µ	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	<125 µ	125 - 1000 µ	>1000µ
1	0,72	1,74	24,03	11,71	73,53	26,47	18,38	4,65	5,04	9,61	14,15	18,38	14,57	5,92	4,69	4,61	9,30	38,87	51,83
2	2,32	2,30	32,37	6,15	55,43	44,57	4,90	10,03	9,66	12,26	8,92	12,04	21,55	8,77	5,20	6,69	11,89	42,35	45,77
3	1,95	3,85	37,21	8,44	54,16	45,84	16,76	12,43	5,86	11,87	10,24	11,26	16,05	6,47	4,58	4,48	9,07	33,77	57,16
4	1,25	1,29	15,52	5,55	79,88	20,12	36,65	4,01	3,73	6,34	8,50	2,29	14,23	15,16	6,26	2,85	9,10	31,68	59,22
5	3,55	1,61	20,03	2,50	75,07	24,93	15,73	1,99	5,72	9,45	13,93	12,50	19,40	11,57	5,97	3,73	9,70	43,47	46,83
6	0,32	2,09	22,08	30,75	75,59	24,41	21,31	9,51	4,42	10,55	14,16	15,60	14,53	5,16	2,29	2,47	4,76	35,29	59,96
7	0,44	2,74	33,00	33,81	58,74	41,26	0,00	0,00	0,46	3,27	7,99	22,22	43,91	13,85	4,72	3,58	8,30	79,98	11,72
8	0,94	6,11	78,42	36,73	8,67	91,33	0,00	0,00	0,00	3,30	1,10	2,20	34,07	25,27	17,58	16,48	34,07	61,54	4,40
9	0,77	3,67	25,45	14,58	66,24	33,76	27,97	3,80	7,01	8,88	8,29	9,57	17,11	10,80	3,48	3,10	6,58	37,49	55,94
10	0,93	3,65	32,61	15,54	57,25	42,75	22,09	9,73	5,08	14,02	9,03	7,89	15,07	8,06	4,65	4,38	9,03	31,03	59,95
11	9,96	3,00	59,28	2,62	23,93	76,07	0,00	5,44	3,30	4,27	4,47	7,57	37,09	20,58	8,54	8,74	17,28	65,24	17,48
12	2,20	2,10	15,45	3,9	75,51	24,49	38,47	5,22	1,72	6,16	4,86	9,37	19,86	6,52	3,20	4,62	7,82	35,74	56,43

13	1,13	2,60	35,72	17,28	62,90	37,10	0,00	5,76	1,38	9,06	11,52	23,50	35,94	8,91	2,00	1,92	3,92	68,36	27,73
14	0,45	4,12	35,56	34,97	67,16	32,84	15,64	6,33	2,15	6,81	8,54	14,03	25,67	10,63	4,00	6,21	10,21	50,33	39,46
15	0,43	1,98	14,14	14,75	78,24	21,76	18,52	2,91	1,88	12,31	17,20	16,02	16,40	7,10	2,96	4,70	7,66	39,52	52,82
16	0,25	2,07	23,11	41,48	71,71	28,29	24,35	2,61	0,87	15,03	15,65	18,76	13,91	4,78	1,74	2,30	4,04	37,45	58,51
17	0,36	2,59	29,42	36,49	69,57	30,43	35,66	0,00	0,65	7,34	7,48	11,87	21,85	8,36	3,28	3,51	6,79	42,08	51,13
18	1,16	2,57	73,33	27,78	32,86	67,14	35,33	24,31	10,19	9,92	2,48	2,55	2,13	3,10	3,72	6,27	9,99	7,78	82,23
19	1,86	2,31	62,87	14,89	37,76	62,24	17,34	22,95	23,18	12,20	2,69	2,30	2,61	3,68	6,91	6,14	13,05	8,60	78,36
20	2,70	3,18	46,26	7,58	47,49	52,51	0,00	8,97	11,46	27,09	12,76	5,67	6,10	6,54	8,03	13,39	21,42	18,31	60,27
21	1,76	2,15	14,51	3,64	72,82	27,18	34,22	0,00	3,57	7,71	7,19	11,25	16,24	11,56	4,57	3,67	8,25	39,05	52,70
22	1,88	2,30	14,35	3,35	81,50	18,50	6,31	2,32	5,26	17,94	22,66	19,65	14,85	5,98	2,41	2,63	5,04	40,47	54,49

Tablo 14. SMK Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizi Değerlendirme Tablosu

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)				Asitte Kalan (%)		Elekte Kalan (%)										Agrega (%)		
	Nem	550 °C	CaCO ₃	CO ₂ /H ₂ O	Kalan	Kayıp	8000µ	5600µ	4000µ	2000µ	1000µ	500µ	250µ	125µ	63µ	<63µ	<125 µ	125-1000µ	>1000µ
1	1,24	2,14	22,93	8,20	73,43	26,57	0,00	6,36	13,28	14,69	18,07	16,54	13,96	8,69	3,22	5,19	8,41	39,20	52,39
2	2,47	1,39	20,87	3,73	71,58	28,42	18,85	5,63	6,88	19,20	15,68	8,96	9,02	7,31	2,92	5,55	8,48	25,29	66,23
3	1,14	1,90	25,82	9,98	68,10	31,90	19,15	11,79	3,95	15,67	14,76	14,54	11,31	3,88	1,61	3,33	4,94	29,73	65,32
4	0,84	2,29	77,79	40,80	32,50	67,50	41,96	15,17	6,09	4,40	4,68	5,27	9,19	5,03	3,22	4,99	8,21	19,49	72,30
5	0,79	2,18	26,07	14,61	69,79	30,21	20,30	5,30	2,08	9,02	14,89	22,65	9,70	7,39	3,37	5,30	8,67	39,73	51,59
6	0,36	1,38	24,20	29,53	71,49	28,51	0,00	0,00	1,06	1,10	2,62	10,25	65,90	15,90	1,70	1,47	3,17	92,05	4,78
7	3,74	3,82	48,96	7,22	50,53	49,47	12,85	12,75	11,97	13,27	5,72	7,39	9,42	9,21	8,58	8,84	17,43	26,01	56,56
8	0,80	1,89	29,00	15,97	69,52	30,48	27,30	4,41	8,83	13,16	13,57	11,91	10,06	5,58	2,54	2,64	5,18	27,54	67,27
9	0,81	1,46	14,29	7,79	78,46	21,54	33,66	6,23	3,67	14,06	16,13	10,66	7,81	3,57	2,27	1,92	4,19	22,04	73,76
10	7,52	7,46	35,97	2,16	50,06	49,94	21,78	21,47	13,87	9,57	6,75	5,03	3,99	3,87	7,55	6,13	13,68	12,88	73,44
11	1,46	2,49	18,29	5,51	62,74	37,26	6,85	8,19	3,40	13,16	20,04	18,69	15,75	6,26	3,30	4,36	7,66	40,71	51,64
12	3,41	2,52	24,43	3,25	69,95	30,05	14,32	4,42	4,44	10,63	16,99	21,16	17,39	5,66	2,82	2,17	4,99	44,21	50,80
13	1,41	2,23	34,06	10,60	60,58	39,42	35,72	6,10	3,77	9,50	14,21	12,58	8,24	3,65	3,08	3,14	6,22	24,47	69,30

Tablo 15. Örneklerin alındığı yer ve genel durum değerlendirme tablosu

Örnek No	Planda yer alan ve Arkeoloji Müzesi tarafından verilen Örnek Analiz Numarası	Alındığı Yer ve Plan Kare	Renk/Durum- Nitelik
HMK 1	20	F/4	Pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 2a	33	Su deposu içi	Açık pembe renkli/ kirlilik miktarında
HMK 2b	33	Su deposu içi	Krem gri/ oldukça sağlam- sıva
HMK 2c	33	Su deposu içi	Açık gri/ oldukça sağlam- sıva
HMK 3	10	E/4,5/ Sarnıç / ▼12.20 m	Pembe/ zayıf- Sıva
HMK 4	3	▼11.80 m	Gri / oldukça sağlam- harç
HMK 5	22	F/4/ ▼11.40 m	Grimsi pembe/ sağlam- harç
HMK 6	24	10 no.lu duvar/ ▼12.90 m	Gri/ zayıf- harç
HMK 7	9	▼12.40 m	Grimsi toprak/ nispeten zayıf- harç
HMK 8	12	E/ 4,5/ ▼12.05 m	Grimsi toprak/ zayıf- harç
HMK 9	281	C-D /2-3/ ▼5.03 m	Pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 10	287	E-D/2 39 no.lu kanal/ ▼4.76 m	Kahvemi pembe/ nispeten sağlam- harç
HMK 11	268	E-F/ 2-3/ ▼4.48 m 47 no.lu duvar altı	Pembemsi beyaz/ oldukça sağlam- harç
HMK 12	293	C/2- Ek duvar/ ▼4.95 m 44 no.lu kanalın doğusu	Sarımsı krem/ nispeten sağlam- harç
HMK 13	274	C/4 / ▼5.14 m 52 no.lu duvar	Pembemsi beyaz/ oldukça sağlam- harç
HMK 14	339	E/3-4/ ▼4.69 m 45 no.lu kanal	Pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 15	272	B-C/2 / ▼4.73 m 8 no'lu tuğla döşeme/	Pembemsi krem/ sağlam- harç
HMK 16	77	-	Pembemsi krem/ oldukça sağlam- harç
HMK 17	73	-	Pembemsi krem/ oldukça sağlam- harç
HMK 18	211	C/3/ ▼5.75 m- Hypocaust	Açık pembe/nispeten zayıf- harç
HMK 19	360	C-D /3-4/ ▼4.00 m 62 no.lu duvar	Açık pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 20	376	D-E /5-6/ ▼4.60 m 9 no.lu tuğla döşeme	Krem renkli/ oldukça sağlam- harç
HMK 21a	146	F/2 - 13 no.lu mekan	Pembe/ sağlam- harç
HMK 21b	146	F/2 - 13 no.lu mekan	Koyu pembe/ sağlam- harç
HMK 21c	146	F/2 - 13 no.lu mekan	Açık pembe/ nispeten zayıf
HMK 21d	146	F/2 - 13 no.lu mekan	Pembe/ sağlam- harç
HMK 22	145	A/3- 43 no.lu duvar	Pembe/ sağlam- harç

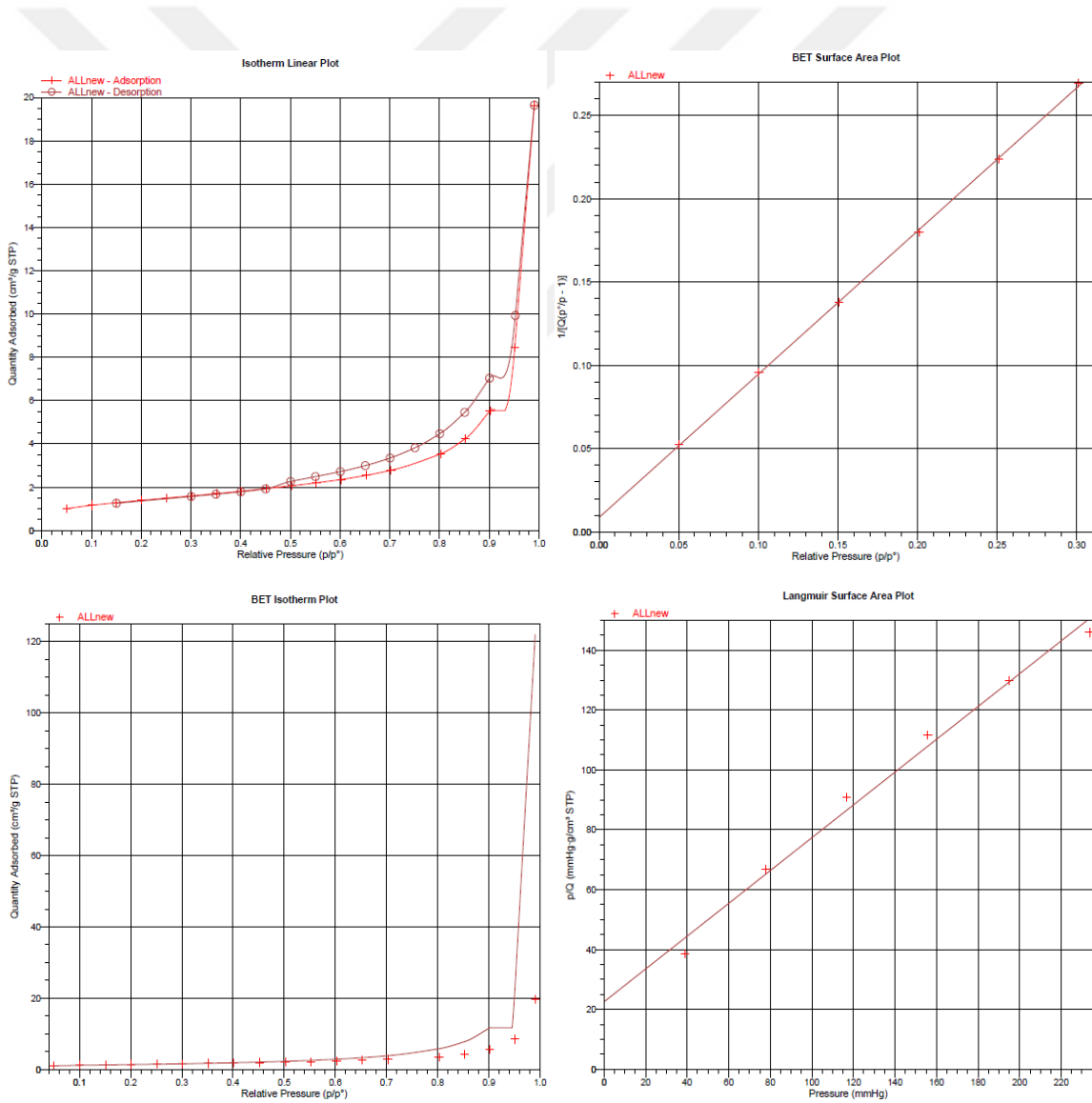
HMK 23	158	EF/2 - 38 no.lu duvar	Pembemsi krem/ zayıf- harç
HMK 24a	150	A/3 - 43 no.lu duvar	Krem beyaz/ sağlam- harç
HMK 24b	150	A/3 - 43 no.lu duvar	Pembe/ sağlam- harç
HMK 25a	159	A/3	Pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 25b	159	A/3	Pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 26a	171	E/2 - Sarnıç, tuğla döşeme Üstü/ ▼ 5.70 m	Kırmızımsı pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 26b	171	E/2 - Sarnıç, tuğla döşeme Üstü/ ▼ 5.70 m	Pembe/ sağlam- harç
HMK 27a	175	D/2 - Sarnıç, tuğla döşeme üstü/ ▼5,71 m	Açık pembe/ sağlam- harç
HMK 27b	175	D/2 - Sarnıç, tuğla döşeme üstü/ ▼5,71 m	Kırmızımsı pembe/ oldukça sağlam- harç
HMK 27c	175	D/2 - Sarnıç, tuğla döşeme üstü/ ▼5,71 m	Pembe/ sağlam- harç
CMK 1a	82	C-E/7-1/ duvar 22 ▼18.25 m	Kahvemsi pembe/ sağlam- harç
CMK 1b	82	C-E/7-1/ duvar 22 ▼18.25 m	Krem/ sağlam- harç
CMK 2	62	D-E/7-8/ Döşeme 5 Altı bloğu duvarı/ ▼22.20 m	Pembe/ oldukça sağlam- harç
CMK 3	58	A-B/8- Duvar 20 içi ▼22.25 m	Pembe/ sağlam- harç
CMK 4a	97	D/6- Duvar 61/ ▼19,70 m	Koyu pembe/ sağlam- harç
CMK 4b	97	D/6- Duvar 61/ ▼19,70 m	Açık pembe/ sağlam- harç
CMK 5a	83	C-E/3-4 - duvar 42 ▼18.10 m	Gri/ sağlam- sıva
CMK 5b	83	C-E/3-4 - duvar 42 ▼18.10 m	Krem renkli/ sağlam- sıva
CMK 6	74	D-E/9-10 - mekan 1 ▼18.60 m	Pembe/ sağlam- sıva
CMK 7.1	98	D/5 – taban döşeme ▼17.10 m	Gri kül/ sağlam- harç
CMK 7.2	98	D/5 – taban döşeme ▼17.10 m	Pembe/ sağlam- harç
CMK 7.3	98	D/5 – taban döşeme ▼17.10 m	Grimsi toprak/ nispeten zayıf- harç
CMK 8a	117	D/2 -kanal 43/ ▼16,05 m	Pembe/ sağlam- harç
CMK 8b	117	D/2 -kanal 43/ ▼16,05 m	Grimsi toprak/ nispeten zayıf- harç
CMK 9	263	C-D/0 - Duvar 192 içi/ ▼11.55 m	Grimsi pembe/ sağlam- harç
CMK 10	255	C/-3/ ▼ 9.75m	Krem renkli/ zayıf- harç
CMK 11a	283	C/2 - mozaik döşeme altı/ ▼11.30 m	Gri krem/ nispeten zayıf- harç
CMK 11b	283	C/2 - mozaik döşeme altı/ ▼11.30 m	Pembe/ nispeten sağlam- harç
CMK 12	286	C-D/-3 - Duvar 217 içi ▼8.80 m	Krem pembe/ nispeten zayıf- harç

CMK 13a	-	EF/6 - G Depo, duvar 15 içi (mekan 5), Sıra No: 17 ▼23.20 m	Kahvemsî pembe/sağlam- harç
CMK 13b	-	EF/6 - G Depo, duvar 15 içi (mekan 5), Sıra No: 17 ▼23.20 m	Krem /sağlam- harç
CMK 14	-	EF/4 - G Depo, Mekan 4 (oda 3 içi), şap döşeme/ ▼21.51 m	Gri/ oldukça sağlam- harç
BMK 1	1	5-7. yy yapısı	Pembe krem/sağlam- harç
BMK 2	2	5-7. yy yapısı	Krem pembe /sağlam- harç
BMK 3	3	5-7. yy yapısı/ tuğla duvar örgüsü	Krem pembe /sağlam- harç
BMK 4	4	5-7. yy yapısı/ temel ile blok taş duvar arası	Pembemsi krem/sağlam- harç
BMK 5	5	5-7. yy yapısı/ sütun kaidesi altı	Açık pembe/ sağlam- harç
BMK 6	6	5-7. yy yapısı/ tuğla duvar örgüsü	Sarımsı krem/sağlam- harç
BMK 7	7	5-7. yy yapısı/ duvar	Krem beyaz/ sağlam- sıva
BMK 8	8	5-7. yy yapısı/duvar	Krem beyaz/ sağlam- sıva
BMK 9	9	5-7. yy yapısı/ tuğla duvar örgüsü	Pembemsi krem/ oldukça sağlam- harç
BMK 10	10	5-7. yy yapısı/ moloz taş duvar örgüsü	Pembe/ sağlam- harç
BMK 11	11	5-7. yy yapısı	Krem pembe/ nispeten sağlam- harç
BMK 12	12	5-7. yy yapısı/ tuğla duvar örgüsü	Pembemsi krem/ sağlam- harç
BMK 13	13	5-7. yy yapısı/ tuğla duvar örgüsü	Grimsi krem/ sağlam- harç
BMK 14	14	5-7. yy yapısı/ blok taşlar arasından	Pembemsi krem/ sağlam- harç
BMK 15	15	5-7. yy yapısı/ moloz taş istinat duvarı temel örgüsü	Sarımsı krem/ sağlam- harç
BMK 16	16	5-7. yy yapısı/ tuğla taban döşeme	Sarımsı krem/ sağlam- harç
BMK 17	17	5-7. yy yapısı tuğla taban döşeme	Sarımsı krem/ sağlam- harç
BMK 18	25/A	G/5 - duvar 32/ ▼4.01 m	Krem pembe/ sağlam- harç
BMK 19	22/A	F/5-6 - duvar 41/ ▼4.08 m	Krem pembe/ sağlam- harç
BMK 20	26/A	G/6 - Duvar 9/ ▼4.62 m	Pembe/ sağlam- harç
BMK 21	75	F-H/1-6 - duvar 103 içi ▼ 0.90 m	Pembemsi krem/ oldukça sağlam- harç
BMK 22	78	HI/2-3- Mekan 7, duvar 113 içi (batı duvarı)/ ▼ -1.00 m	Grimsi krem/ oldukça sağlam- harç
SMK 1	25	SMK-MG B/1-2 - duvar 42/ ▼0.95 m	Pembe / oldukça sağlam- harç
SMK 2	42	SMK-MG C/-1,0 - blok mermerlerin altı/ ▼ -0.70 m	Krem pembe/ sağlam- harç
SMK 3	13	SMK/MG C/-1-0 - duvar 35 içi/ ▼1.20m	Krem pembe/ oldukça sağlam- harç

SMK 4	43	SMK/MG C/-1,0 - blok mermerlerin altı/ ▼-1.30	Krem pembe/ sağlam- harç
SMK 5	21	SMK/MG B-C/3 - duvar 39 içi/ ▼0.15 m	Krem pembe/ nispeten zayıf- harç
SMK 6	13	D/4-14 - Gar duvarı ▼5,40 m kot üzeri	Açık gri/ sağlam- harç
SMK 7	8	C/10 - kare şeklindeki mekan/ ▼4.47 m	Pembe/ sağlam- harç
SMK 8	128	B/13-14 - duvar 172/ ▼-0.66 m	Pembemsi krem/ sağlam- harç
SMK 9	114	C-4/6 - duvar 181 (ara duvar)/ ▼ - 0.07 m	Sarımsı krem/ nispeten zayıf- harç
SMK 10	110	B-C/4-5 - duvar 189 (ara duvar)/ ▼0.26 m	Krem pembe/ sağlam- harç
SMK 11	132	C/14 - duvar 195/ ▼-0.41 m	Krem pembe/ nispeten zayıf- harç
SMK 12	101	C-D/6-7 - mekan 29/ b▼-1.68 m	Pembemsi gri/ oldukça sağlam- harç
SMK 13	122	D/5 - duvar 130/ ▼ 0.17 m	Sarımsı krem/ sağlam- harç

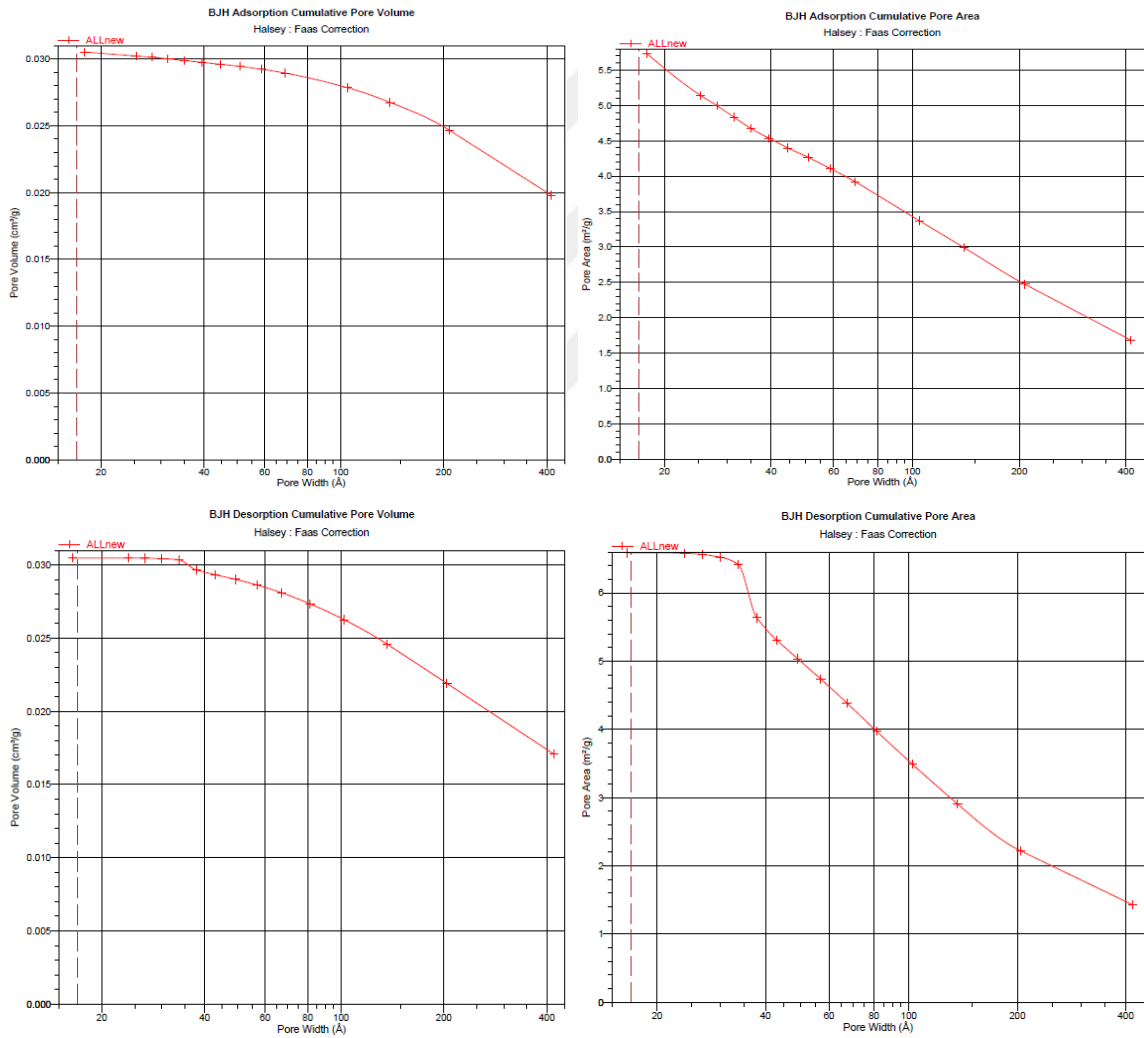
EK-2. BET Analizi

Örnek No	Yüzey Alanı				
	Single point surface area at $p/p^0 = 0.301204046$:	BET Surface Area	Langmuir Surface Area	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width
	m^2/g	m^2/g	m^2/g	m^2/g	m^2/g
6	4.8713	5.0133	7.9420	5.729	6.5880



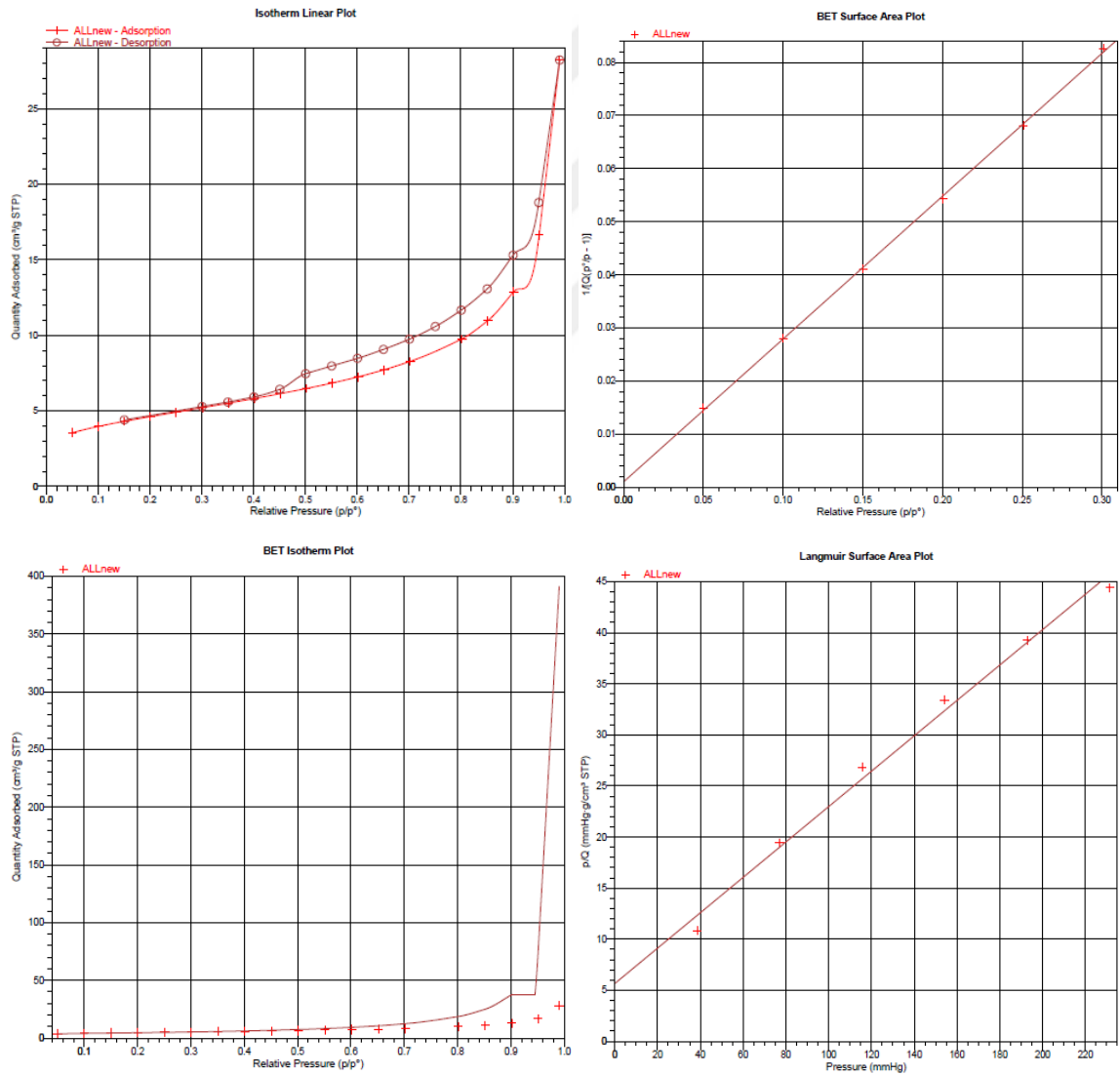
Şekil E(EK)2. 1. Örnek 6, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri

Örnek No	Gözenek Hacmi			Gözenek Boyutu		
	Single point adsorption total pore volume of pores less than 2067.390 Å width at $p/p^0 = 0.990563674$: cm ³ /g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
6	0.030391	0.030514	0.030473	242.4798	213.041	185.025



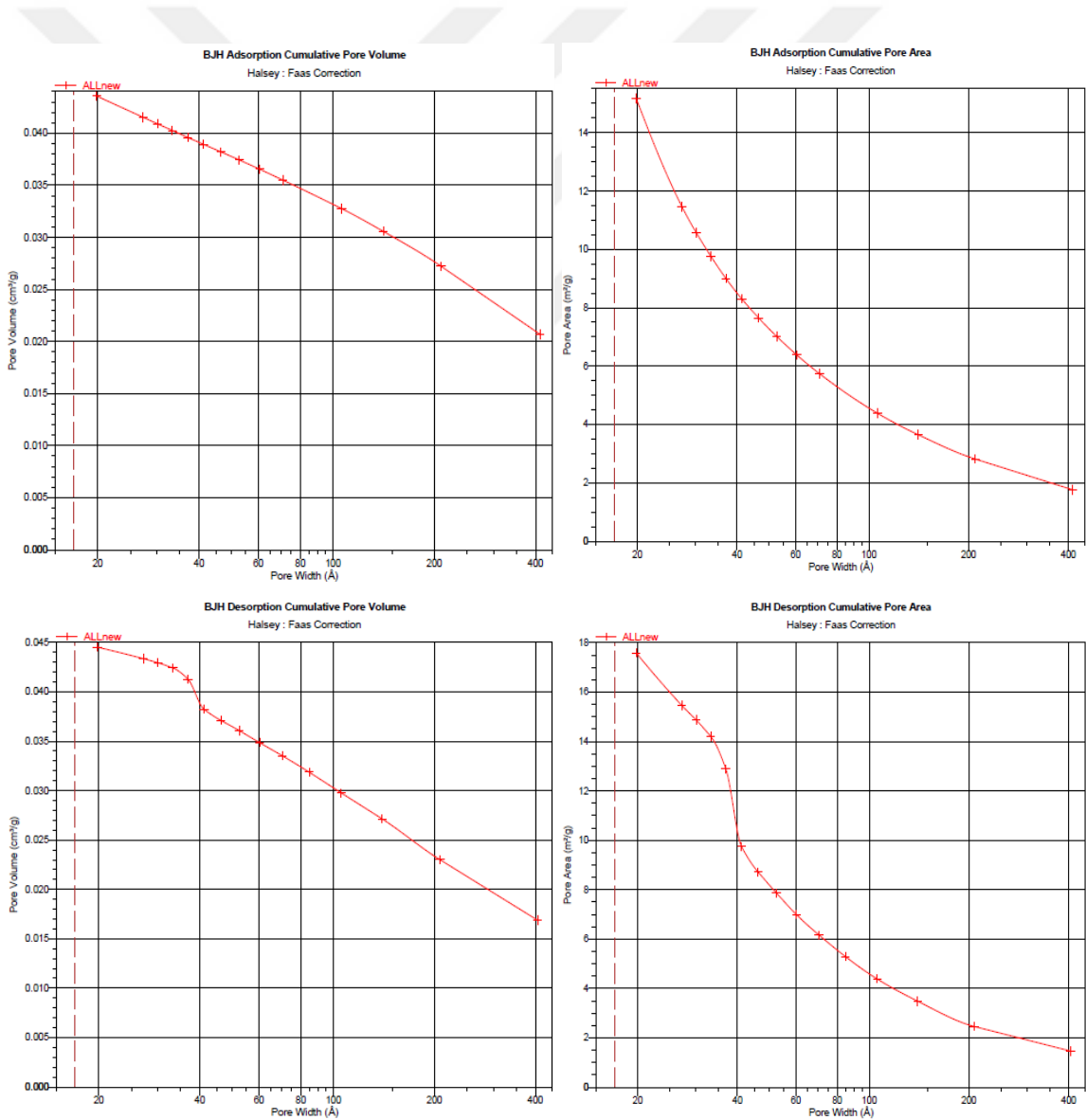
Şekil E2. 2. Örnek 6, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri

Örnek No	Yüzey Alanı				
	Single point surface area at $p/p^\circ = 0.300885992$ m ² /g	BET Surface Area m ² /g	Langmuir Surface Area m ² /g	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m ² /g	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m ² /g
7	15.8545	16.1227	25.1203	15.169	17.5911



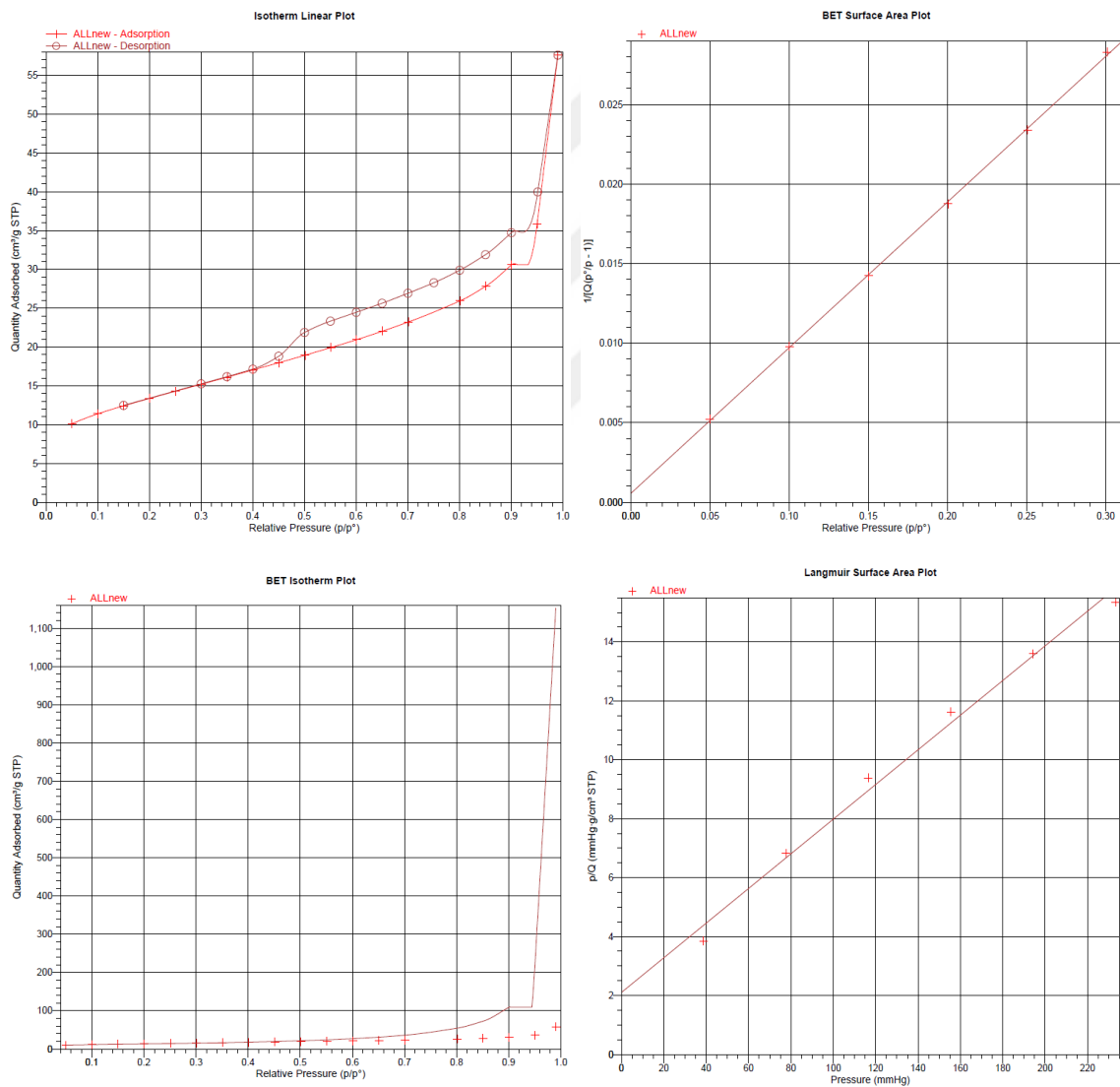
Şekil E2. 3. Örnek 7, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri

Örnek No	Gözenek Hacmi			Gözenek boyutu		
	Single point adsorption total pore volume of pores less than 2061.325 Å width at $p/p^{\circ} = 0.990535522$ cm ³ /g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
7	0.043657	0.043574	0.044533	108.3125	114.902	101.263



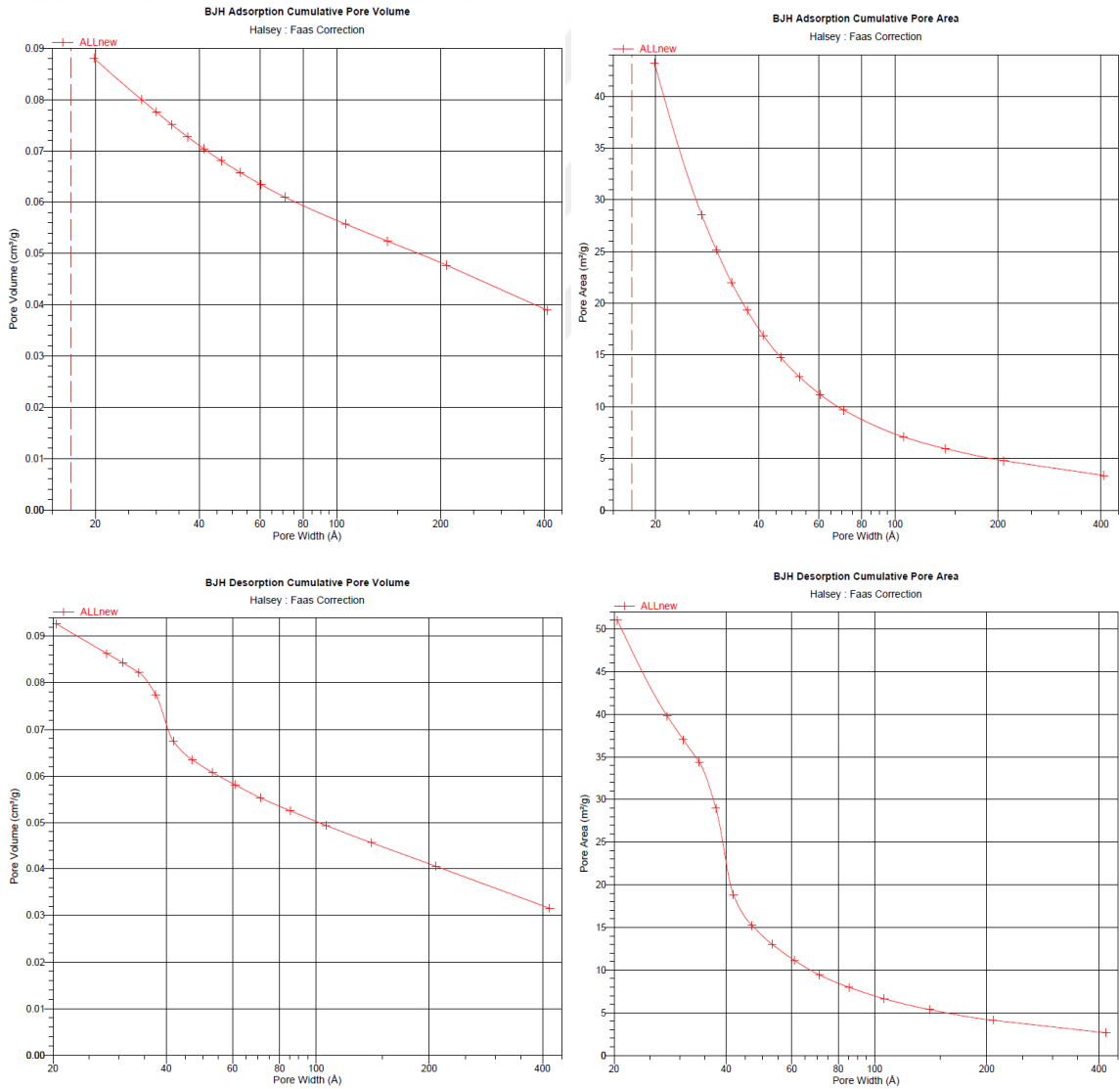
Şekil E2. 4. Örnek 7, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri

Yüzey Alanı					
Örnek No	Single point surface area at $p/p^\circ = 0.300784594$	BET Surface Area	Langmuir Surface Area	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width
	m^2/g	m^2/g	m^2/g	m^2/g	m^2/g
8	46.2646	47.2363	73.9904	43.207	51.0376



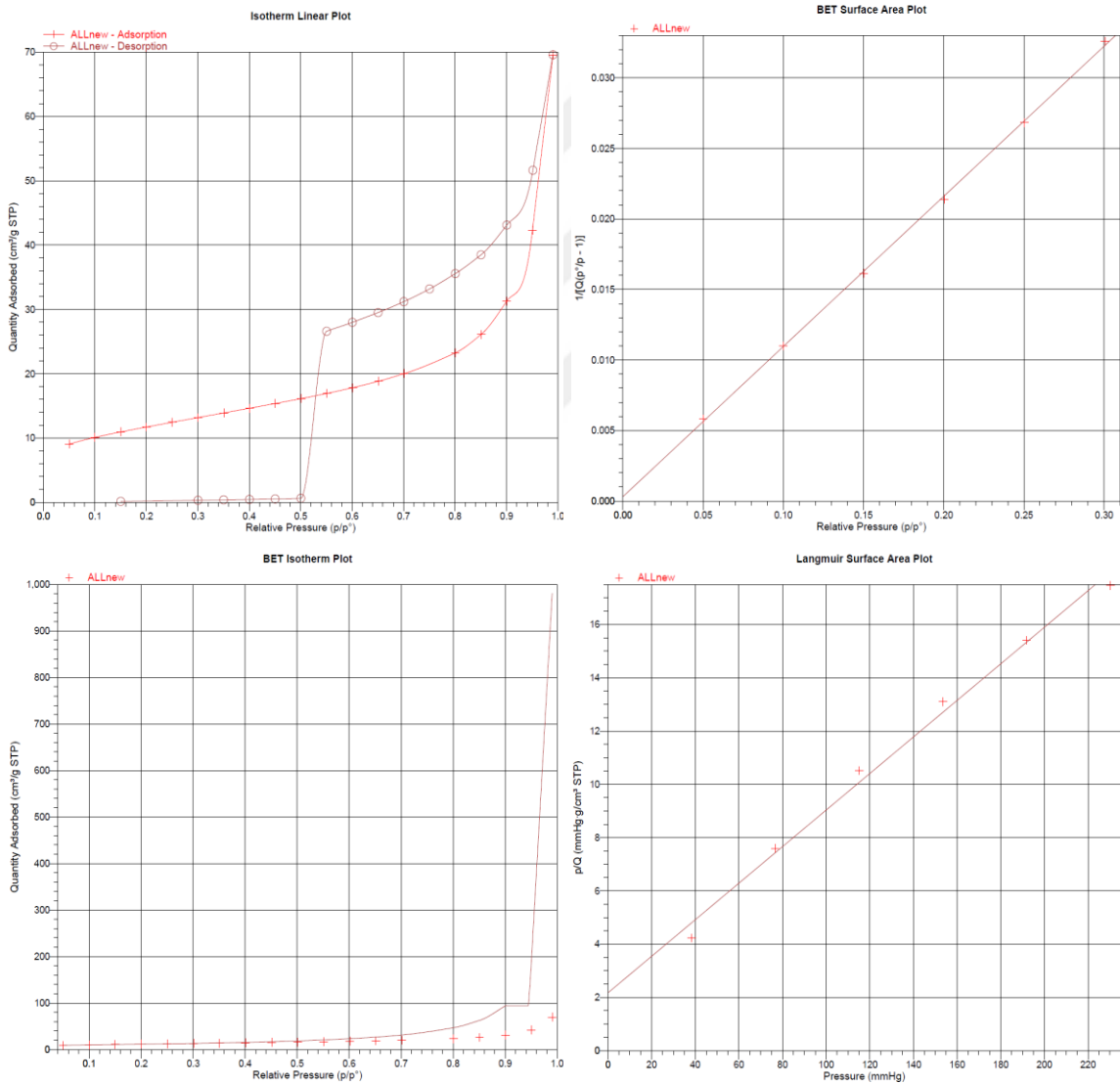
Şekil E2. 5. Örnek 8, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri

Örnek No	Gözenek Hacmi			Gözenek Boyutu		
	Single point adsorption total pore volume of pores less than 2072.530 Å width at $p/p^0=0.990587401$ cm ³ /g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
8	0.089090	0.088076	0.092680	75.4417	81.538	72.636



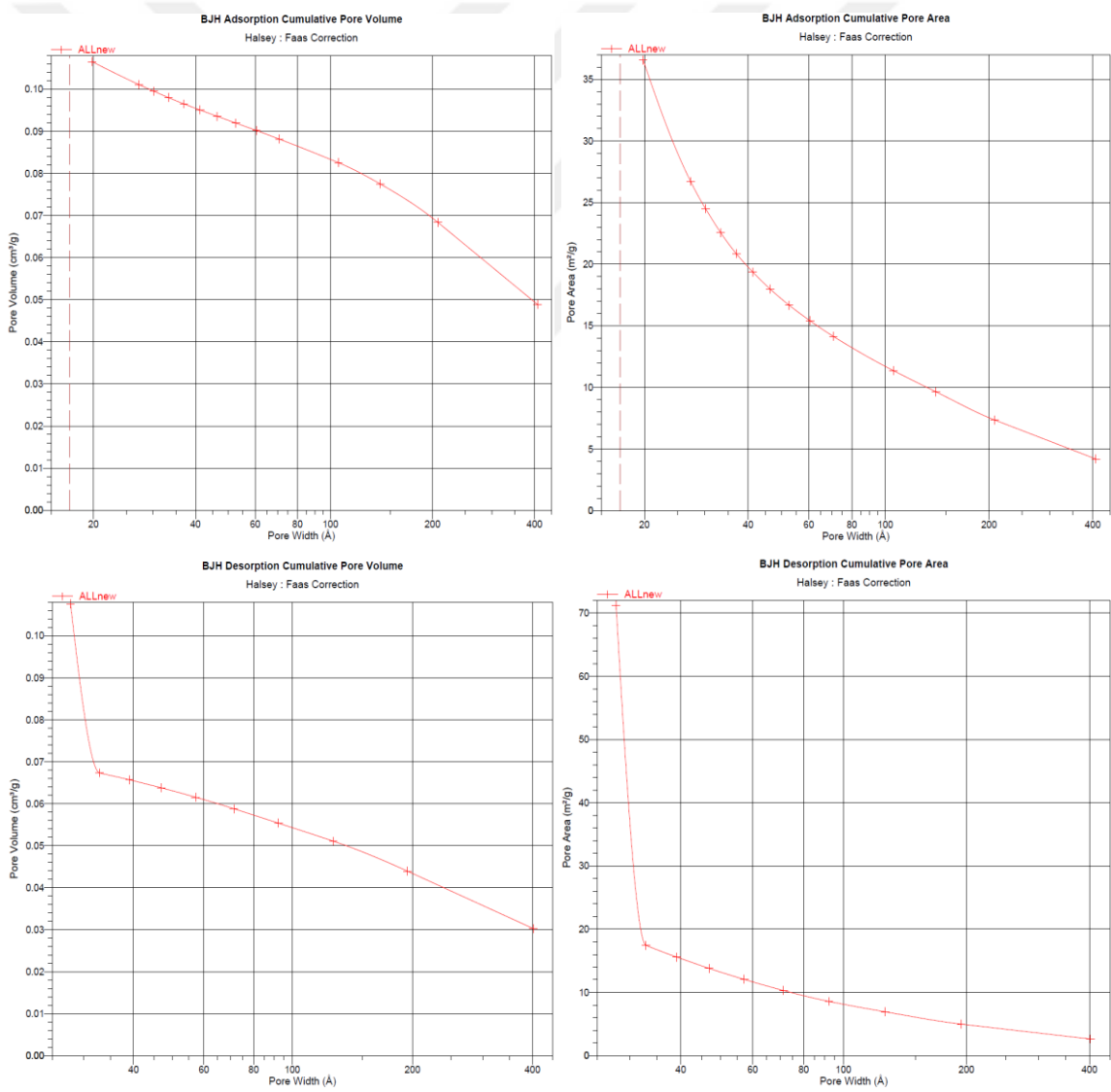
Şekil E2. 6. Örnek 8, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri

Örnek No	Yüzey Alanı				
	Single point surface area at $p/p^\circ = 0.300506283$	BET Surface Area	Langmuir Surface Area	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width
	m ² /g	m ² /g	m ² /g	m ² /g	m ² /g
12	40.1455	40.7990	63.4307	36.575	71.2314



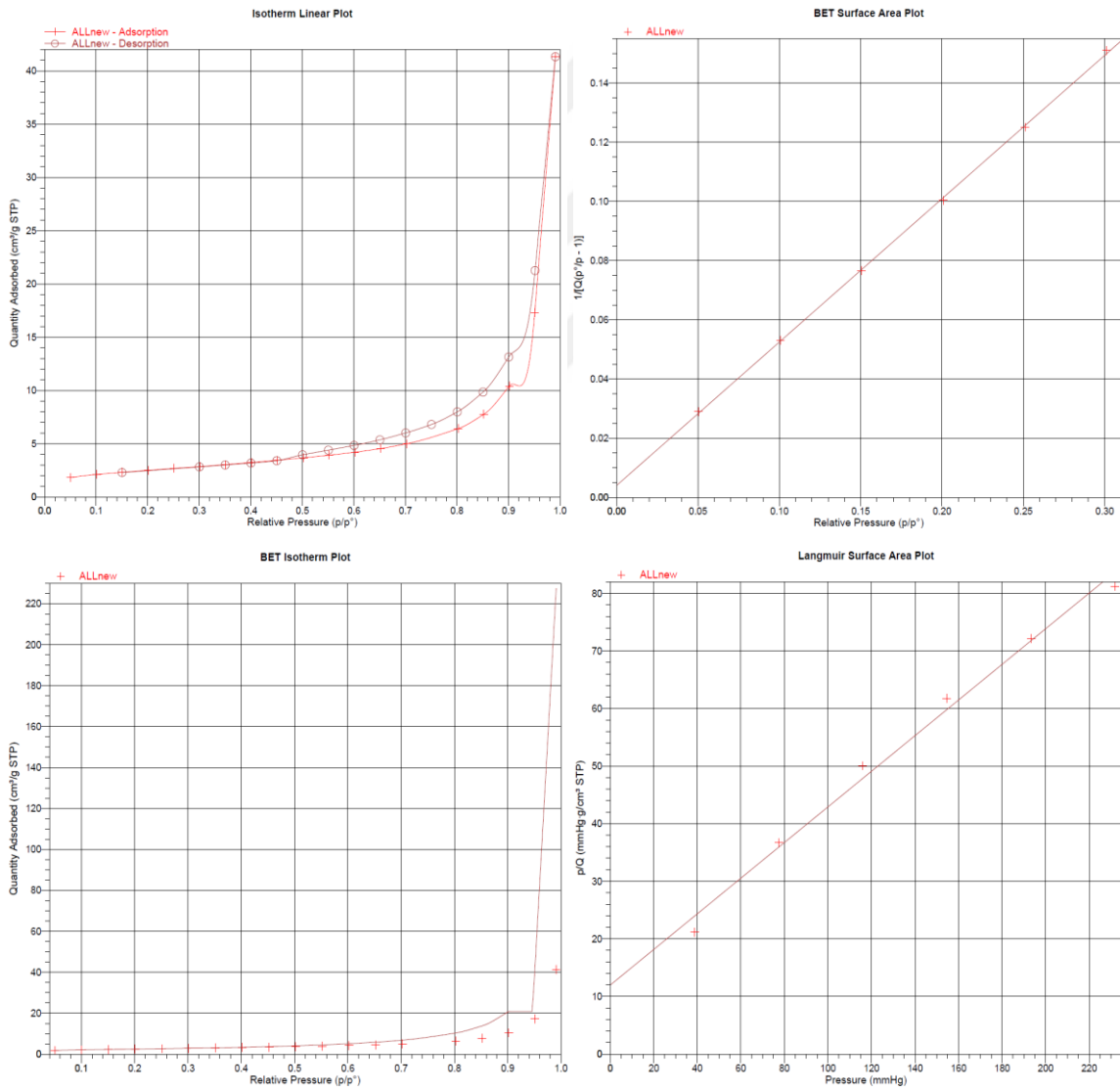
Şekil E2. 7. Örnek 12, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri

Örnek No	Gözenek Hacmi			Gözenek boyutu		
	Single point adsorption total pore volume of pores less than 2042.718 Å width at $p/p^0 = 0.990448095$ cm ³ /g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
12	0.107652	0.106548	0.107652	105.5436	116.526	60.452



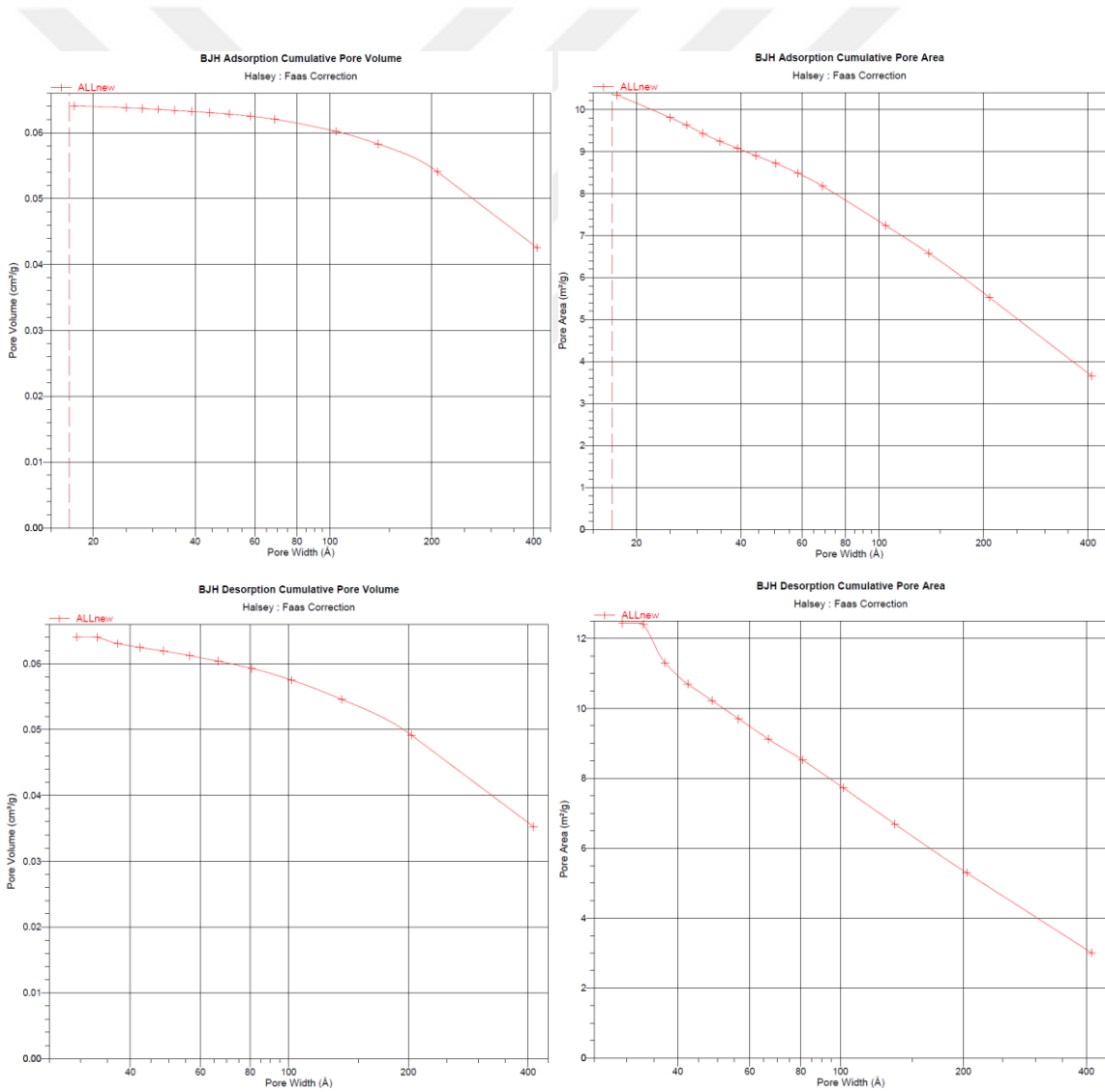
Şekil E2. 8. Örnek 12, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri

Örnek No	Yüzey Alanı				
	Single point surface area at $p/p^{\circ} = 0.301199493$: m^2/g	BET Surface Area m^2/g	Langmuir Surface Area m^2/g	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m^2/g	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m^2/g
18	8.6847	8.9165	14.0722	10.344	12.4353



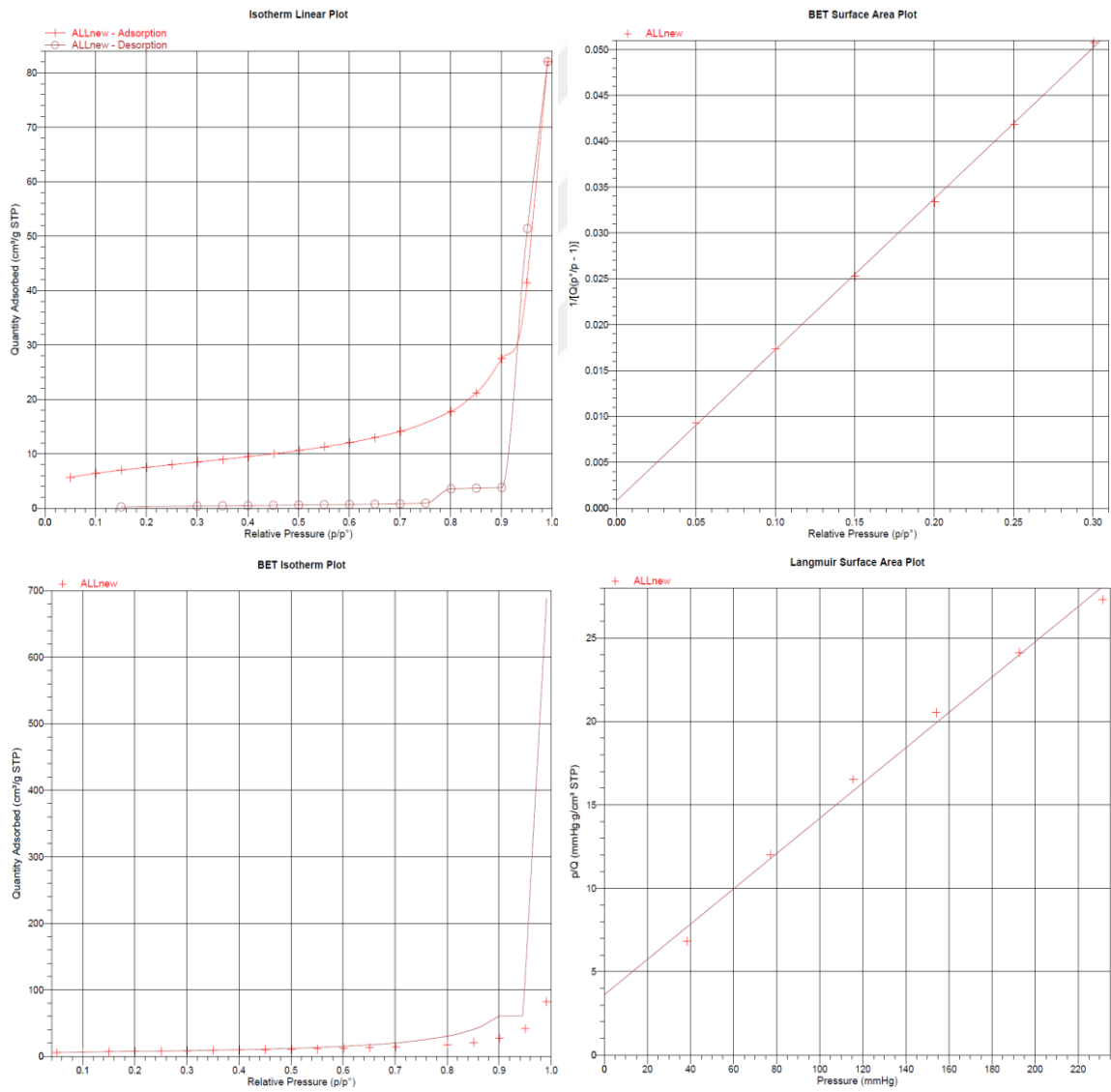
Şekil E2. 9. Örnek 18, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri

Örnek No	Gözenek Hacmi			Gözenek boyutu		
	Single point adsorption total pore volume of pores less than 2165.946 Å width at $p/p^0 = 0.990998820$: cm^3/g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm^3/g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm^3/g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
18	0.063920	0.064072	0.064047	286.7468	247.771	206.018



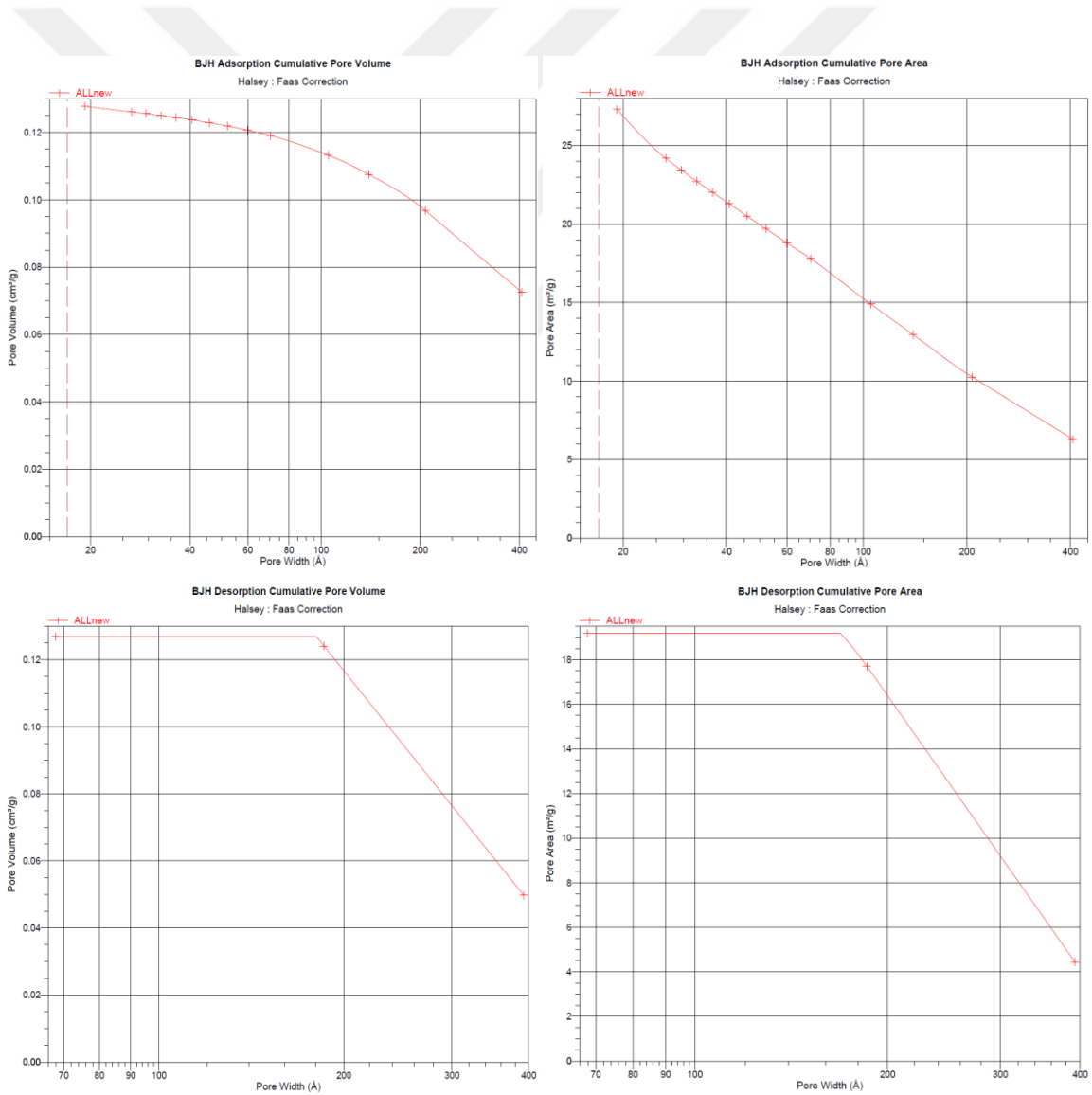
Şekil E2. 10. Örnek 18, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri

Örnek No	Yüzey Alanı				
	Single point surface area at $p/p^{\circ} = 0.300795145$: m^2/g	BET Surface Area m^2/g	Langmuir Surface Area m^2/g	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m^2/g	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width m^2/g
21	25.7806	26.3320	41.1742	27.295	19.1843



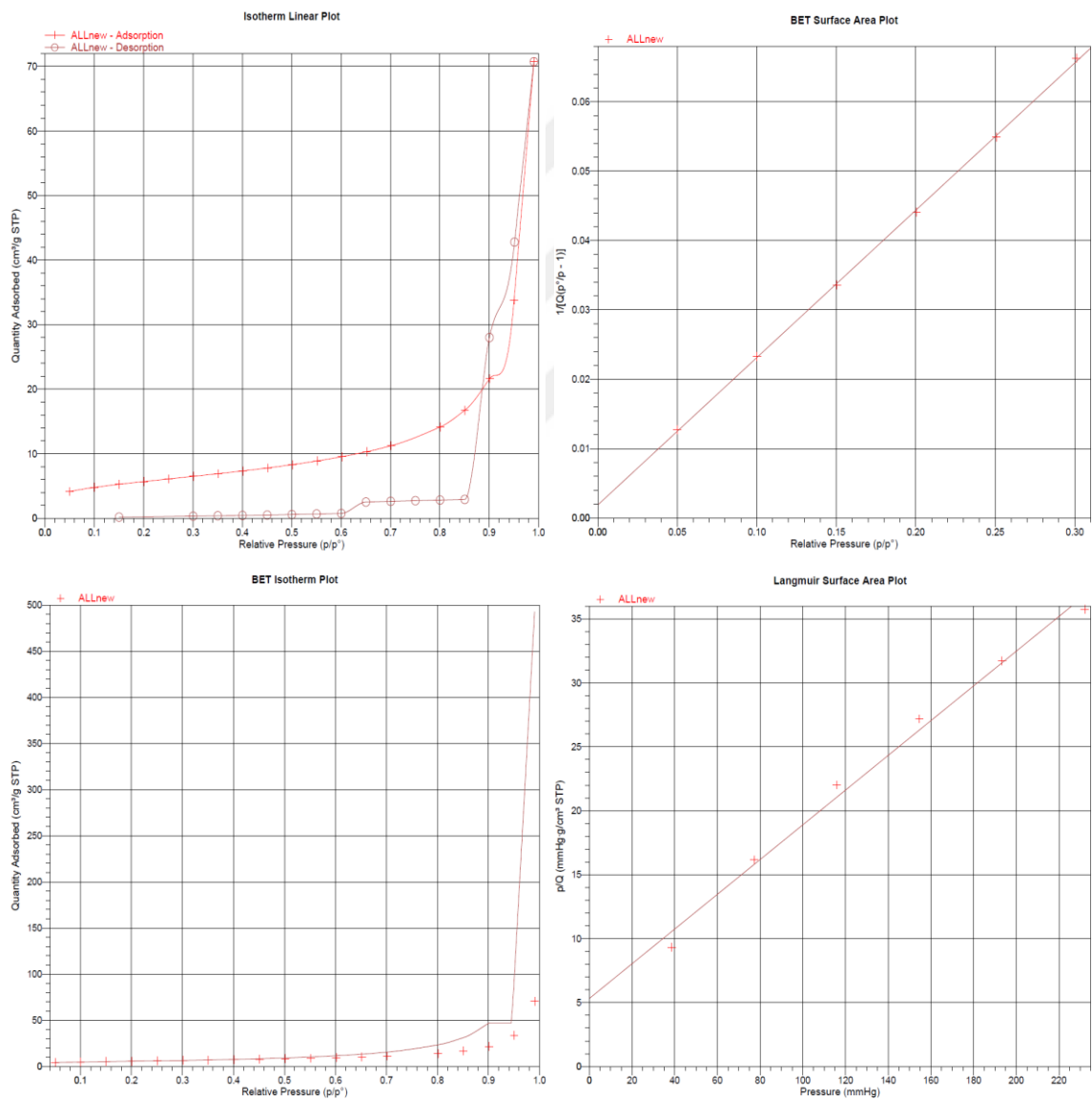
Şekil E2. 11. Örnek 21, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri

Örnek No	Gözenek Hacmi			Gözenek boyutu		
	Single point adsorption total pore volume of pores less than 2217.248 Å width at $p/p^0 = 0.991209864$: cm ³ /g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
21	0.126918	0.127760	0.126919	192.7968	187.230	264.631



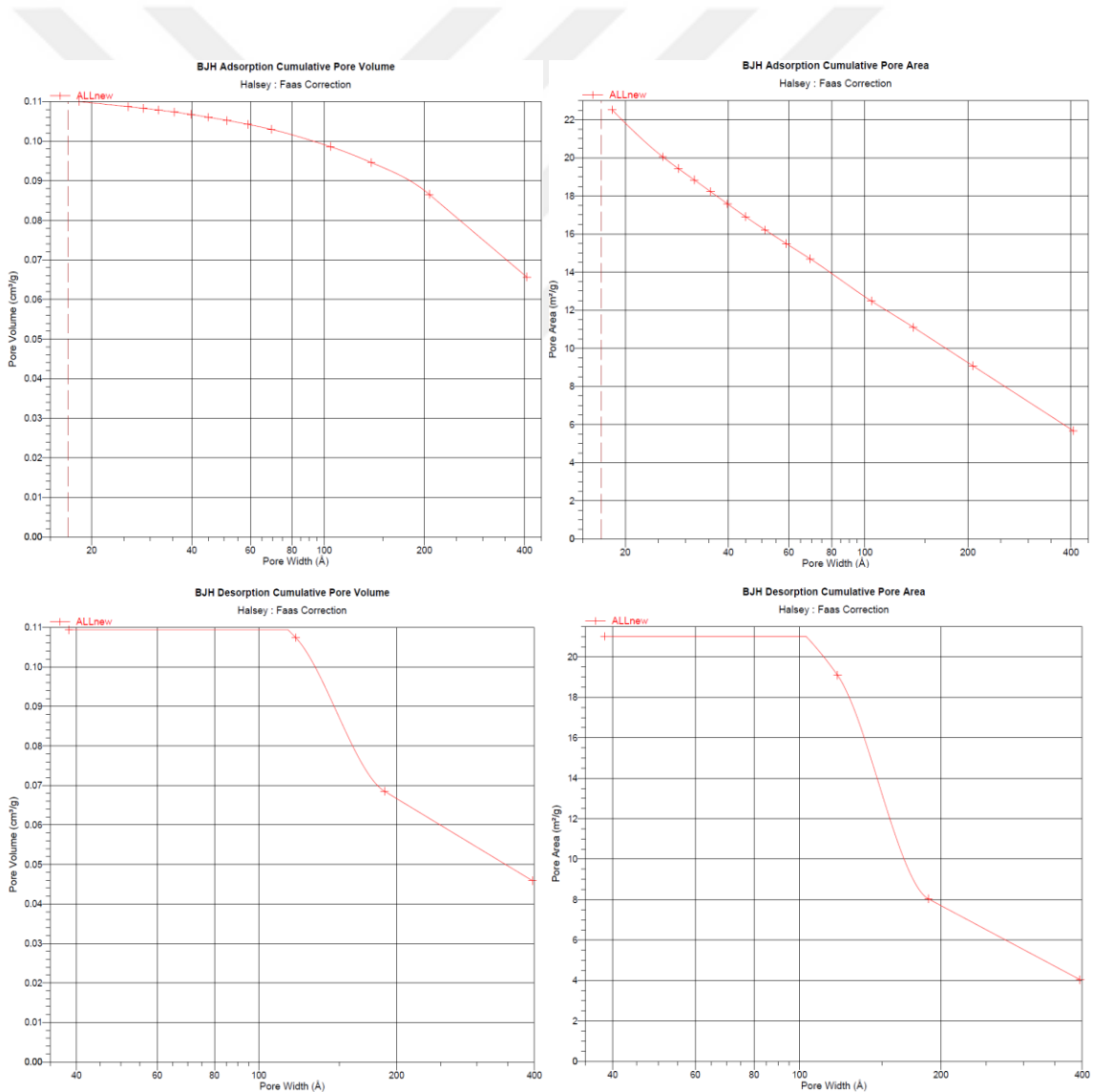
Şekil E2. 12. Örnek 21, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile

Örnek No	Yüzey Alanı				
	Single point surface area at $p/p^\circ = 0.300993219$:	BET Surface Area	Langmuir Surface Area	BJH Adsorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width	BJH Desorption cumulative surface area of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width
	m ² /g	m ² /g	m ² /g	m ² /g	m ² /g
22	19.7654	20.3116	32.0620	22.512	21.0177



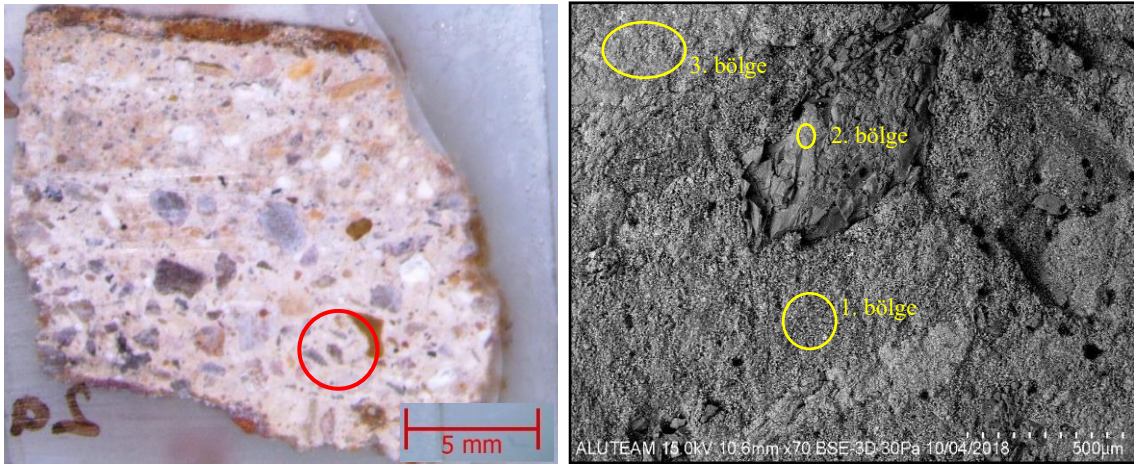
Şekil E2. 13. Örnek 22, BET Analizi yüzey alanı ve gözenek değerleri ile grafikleri

Örnek No	Gözenek Hacmi			Gözenek boyutu		
	Single point adsorption total pore volume of pores less than 2061.131 Å width at $p/p^{\circ} = 0.990534616$: cm ³ /g	BJH Adsorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	BJH Desorption cumulative volume of pores between 17.000 Å and 3000.000 Å width cm ³ /g	Adsorption average pore width (4V/A by BET) Å	BJH Adsorption average pore width (4V/A) Å	BJH Desorption average pore width (4V/A) Å
22	0.109420	0.109987	0.109421	215.4838	195.429	208.246

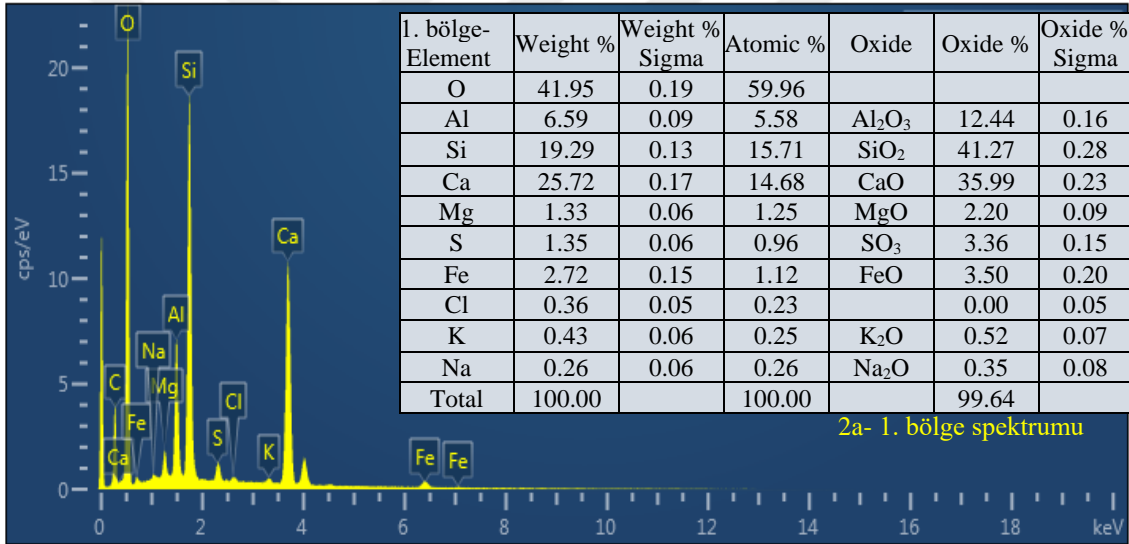


Şekil E2. 14. Örnek 22, gözenek hacmi ve boyut değerleri ile BJH grafikleri

EK-3. SEM-EDS Analizi

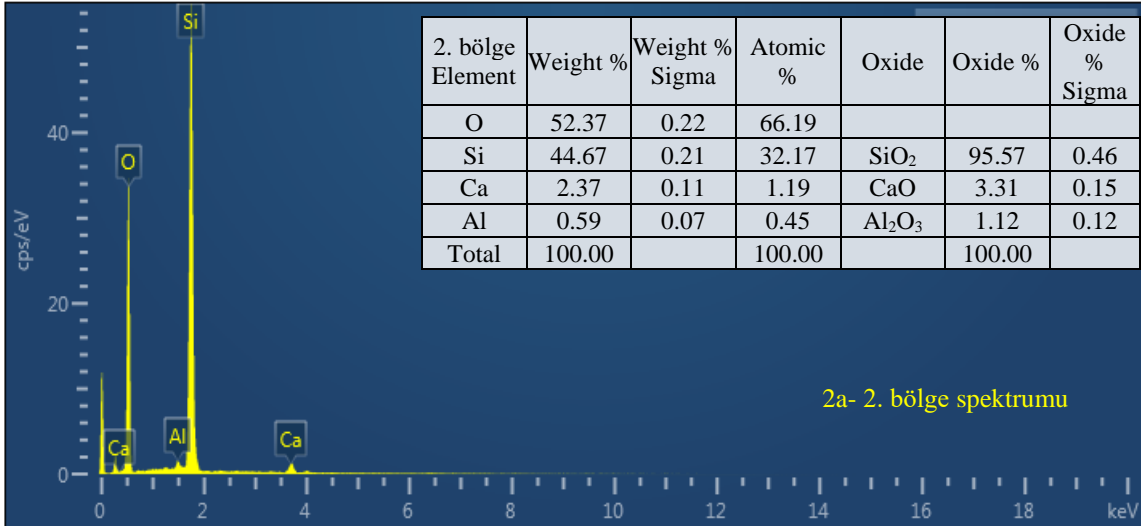


Şekil E(EK)3.1. HMK Örnek 2a'nın SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop görüntüsü ve içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü



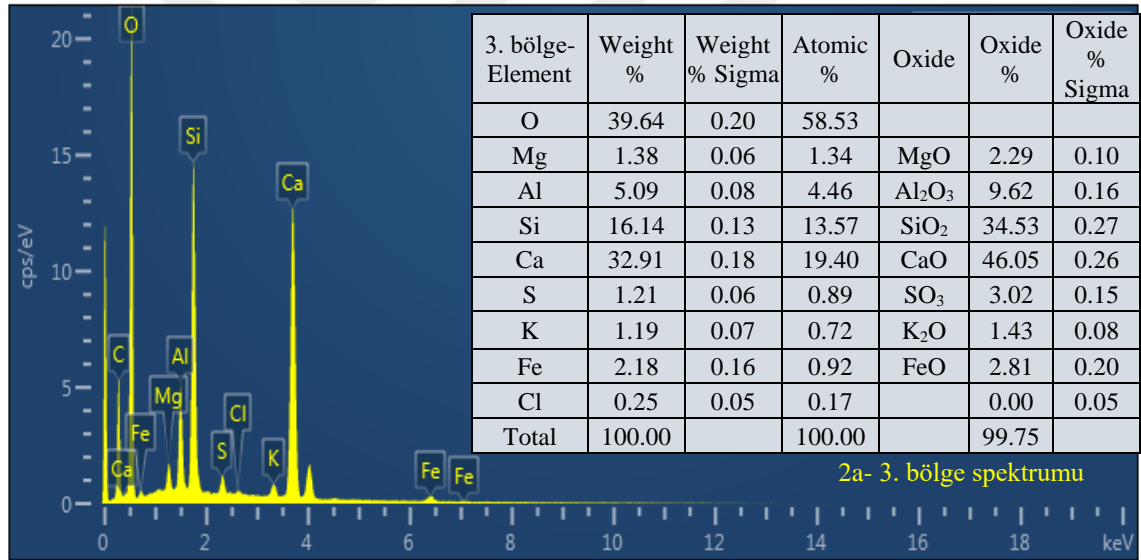
Şekil E3. 2. HMK Örnek 2a,1. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin bağlayıcı alanı içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum, demir, kükürt, magnezyum ve çok daha az miktarda potasyum, sodyum ve klorür tuzları tespit edilmiştir.



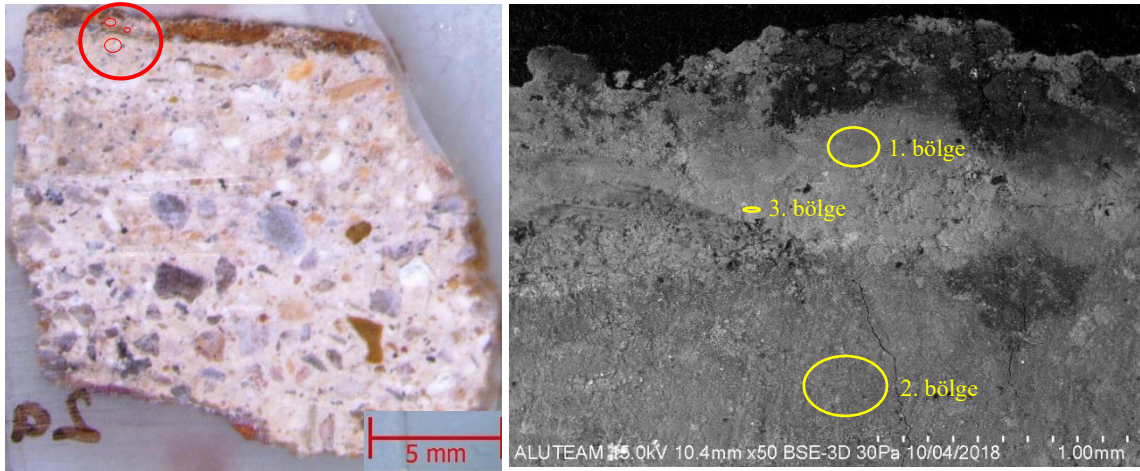
Şekil E3. 3. HMK Örnek 2a, 2. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu

Agrega içeriğinde (2. bölge) yüksek oranda silisyum ve daha az miktarda kalsiyum ve alüminyum elementi tespit edilmiştir.

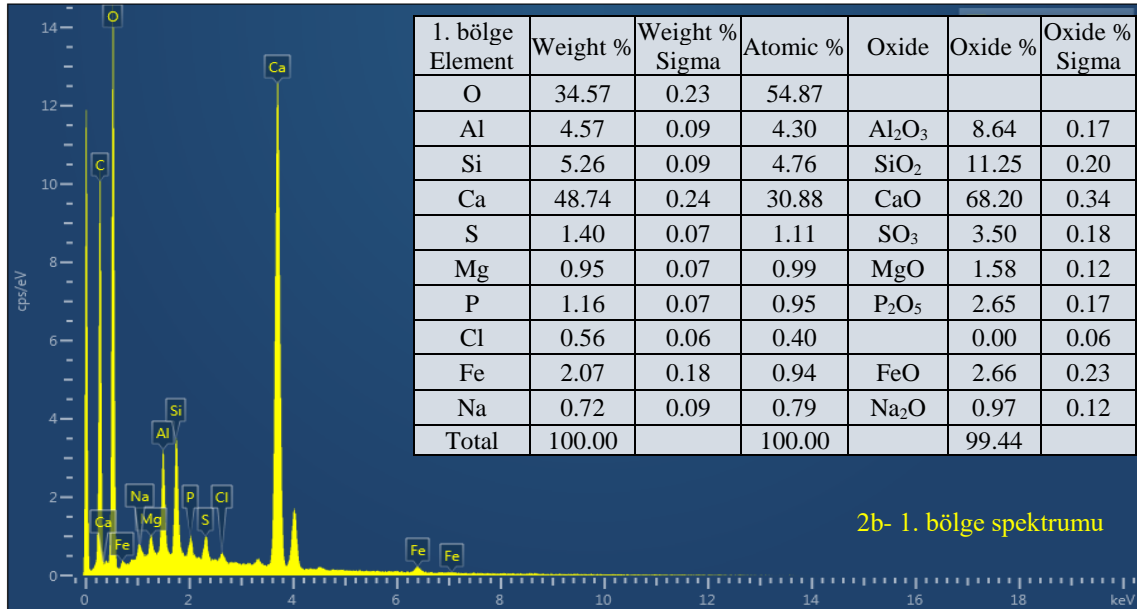


Şekil E3. 4. HMK Örnek 2a, 3. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin bağlayıcı alanı içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum, silisyum, elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda magnezyum, kükürt, demir ve potasyum tespit edilmiştir. Eser miktarda klorür tuzu bulunmaktadır.

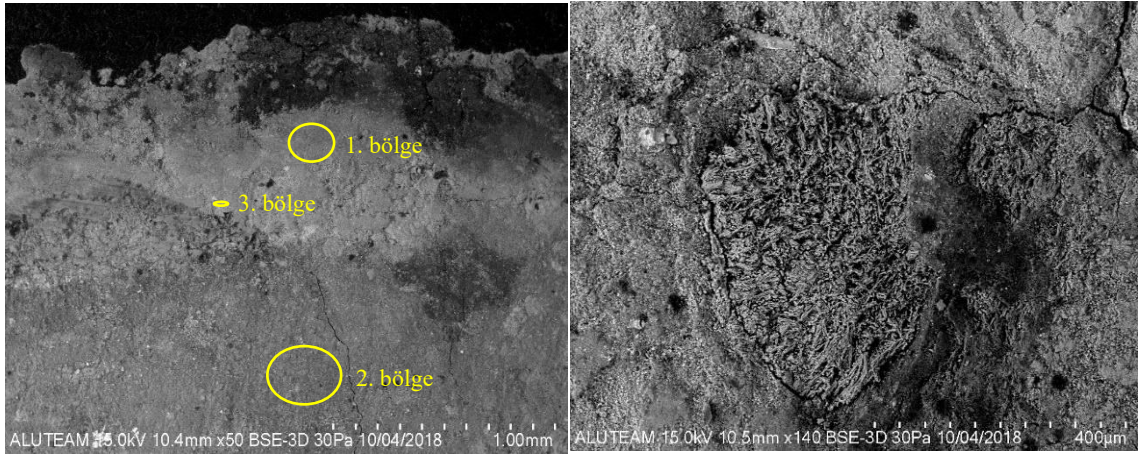


Şekil E3. 5. HMK Örnek 2b'nin SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop görüntüsü ve içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü

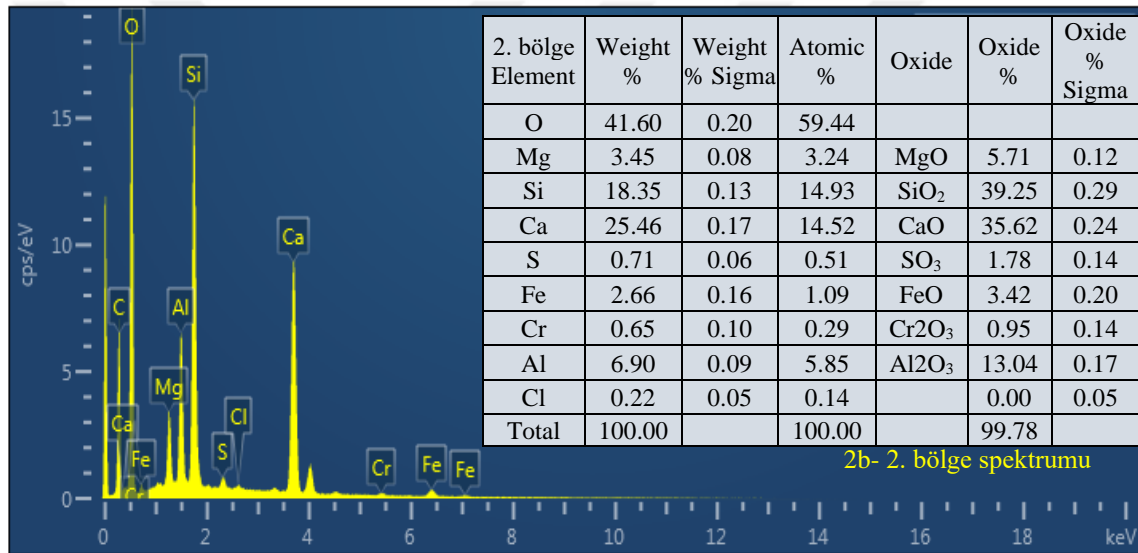


Şekil E3. 6. HMK Örnek 2b, 1. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin astar tabakasının (izolasyon) bağlayıcı alanı içeriğinde yüksek oranda kalsiyum elementi yanında daha az oranda silisyum, alüminyum ile daha az oranda kükürt, demir, fosfor ve magnezyum elementleri ile çok az miktarda sodyum ve klorür tespit edilmiştir. Bu tabakada bağlayıcı olarak doğal hidrolik kireç kullanıldığı (NHL 3) CaO, SiO₂, Al₂O₃ oranlarından tespit edilmiştir. Bağlayıcının yaklaşık %20 oranında kil içeren kireçtaşından üretildiği anlaşılmaktadır. Diğer az miktardaki oksitler bağlayıcı ve agrega kaynaklıdır. Çok az miktarda sodyum klorür tuzu içeren örnekte tespit edilmiş olan kükürt ise örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.

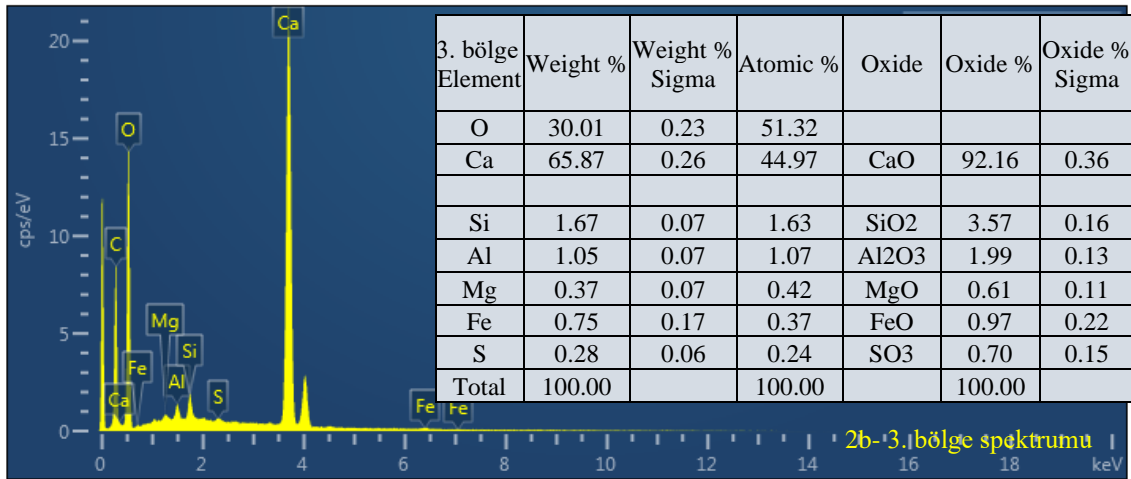


Şekil E3. 7. HMK Örnek 2b'nin SEM-EDS analizi yapılan alanın içerisindeki bölgeler ile 2. Bölge SEM detay görüntüleri



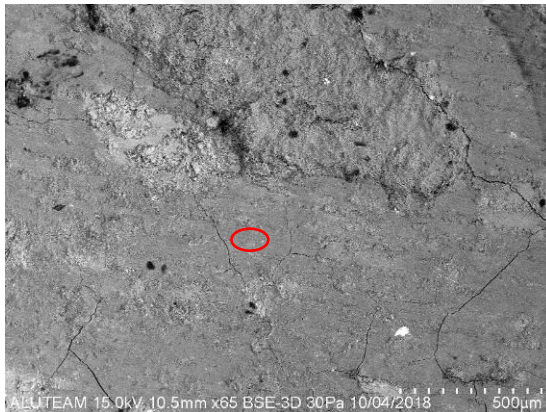
Şekil E3. 8. HMK Örnek 2b, 2. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin bağlayıcı alanı içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda demir, kükürt ve krom elementleri ile çok az miktarda klorür edilmiştir.

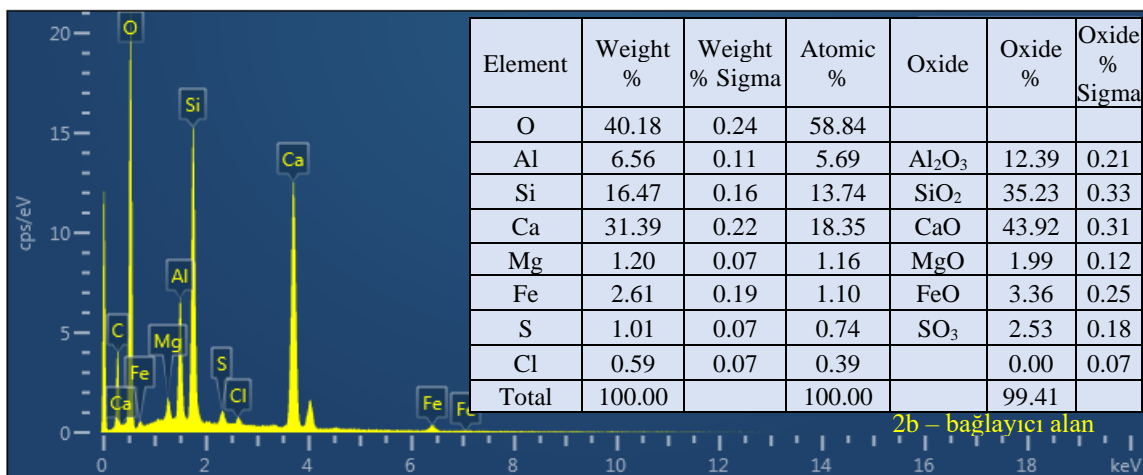


Şekil E3. 9. HMK Örnek 2b, 3. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu

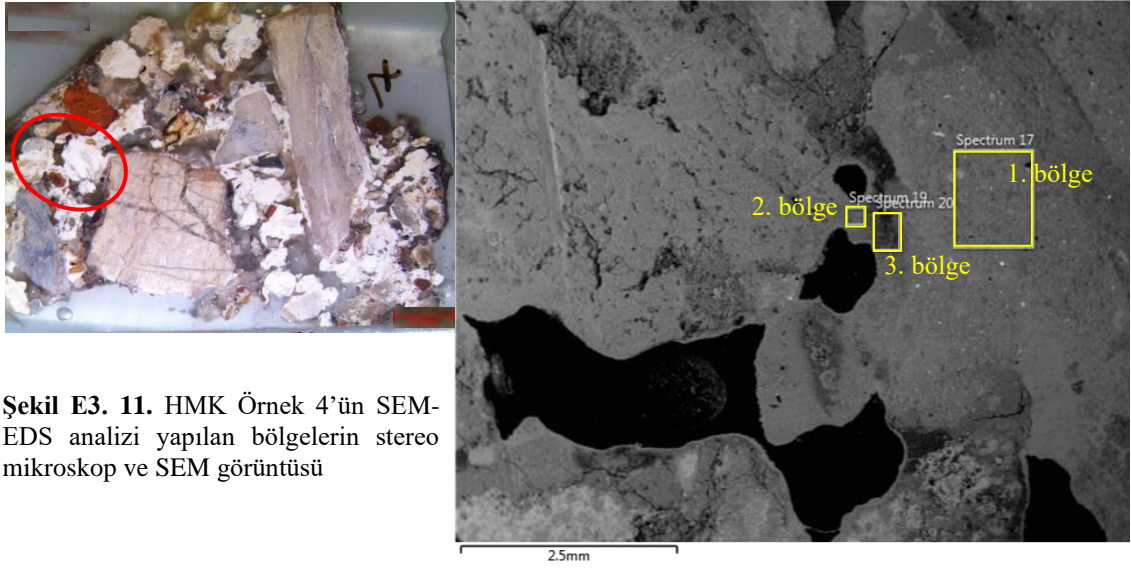
Astar tabakası, kireçtaşı kırığı agregasının içerisinde yüksek miktarda kalsiyum yanında silisyum, alüminyum, demir, kükürt, magnezyum elementleri tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.



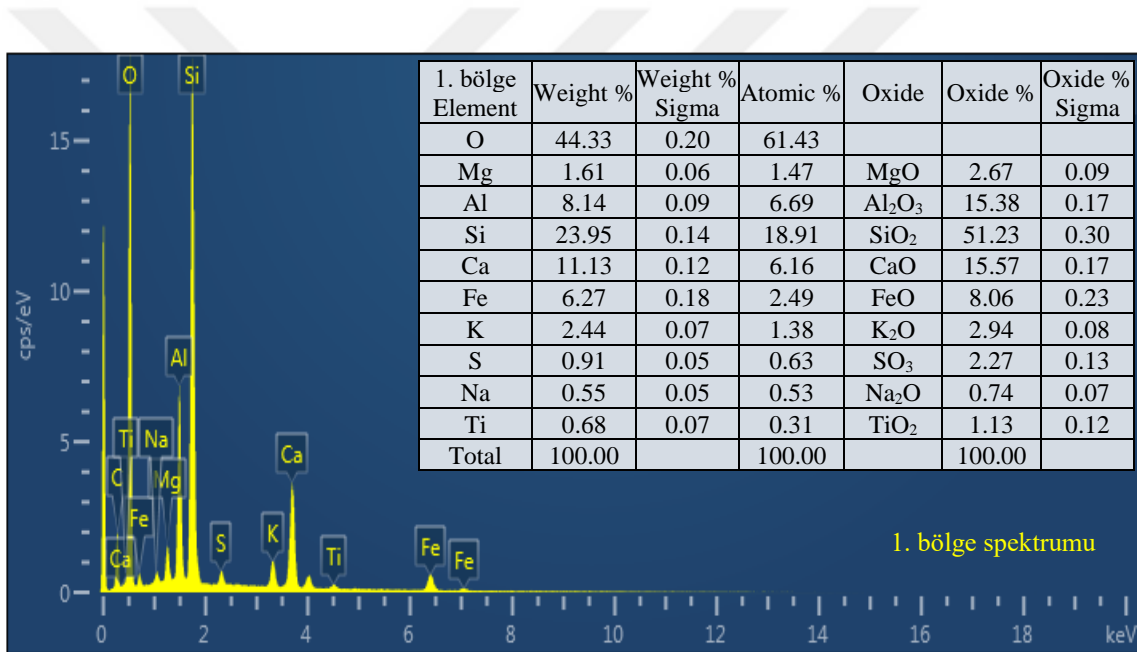
Şekil E3. 10. HMK Örnek 2b bağlayıcı alan SEM görüntüsü ve EDS grafiği ve tablosu



Örneğin bağlayıcı alanı içerisinde yüksek oranda kalsiyum ve silisyum elementi yanında daha az oranda, alüminyum ile çok daha az oranda demir, kükürt ve magnezyum elementleri ile çok az miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir.

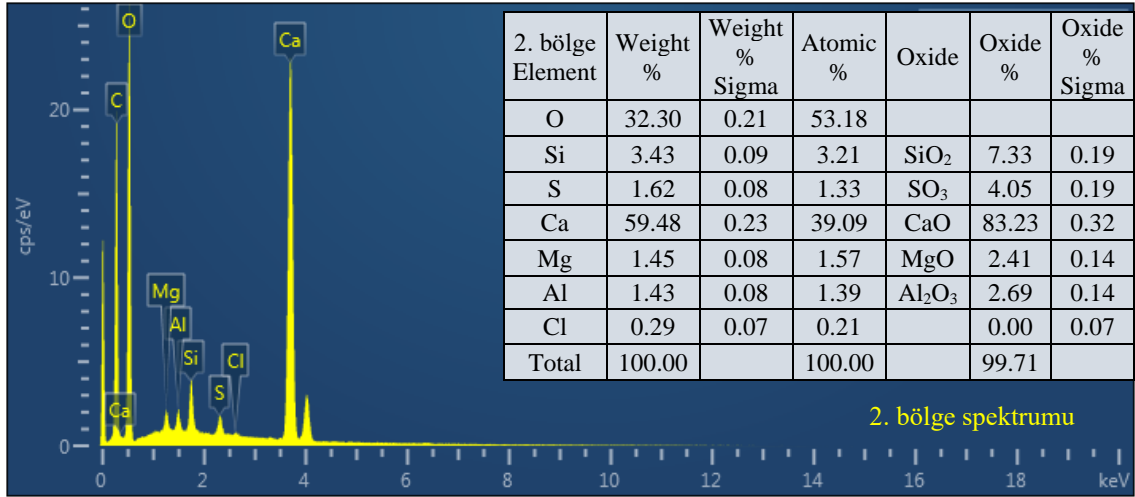


Şekil E3. 11. HMK Örnek 4'ün SEM-EDS analizi yapılan bölgelerin stereo mikroskop ve SEM görüntüsü



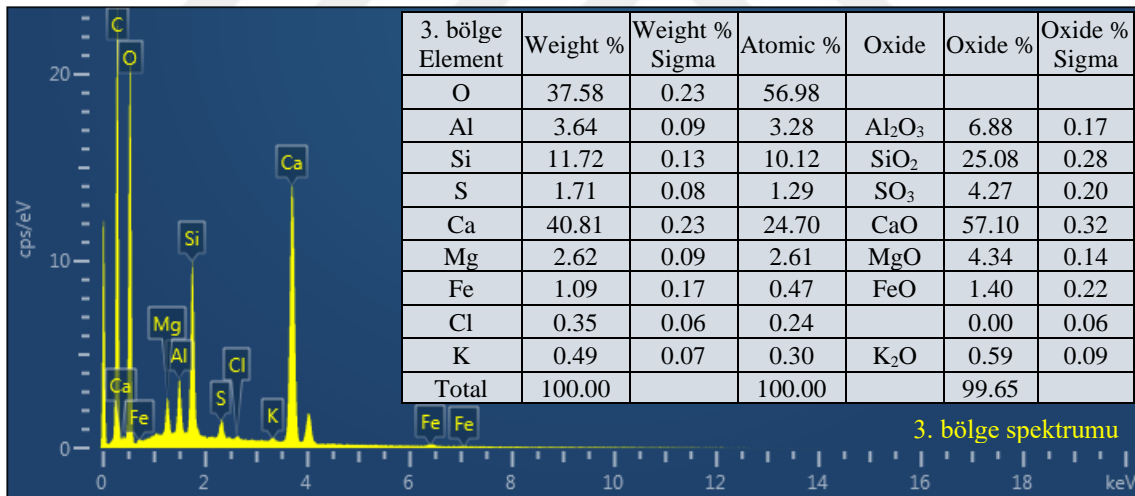
Şekil E3. 12. HMK Örnek 4, 1. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (1. bölge) yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum, elementleri yanında daha az miktarda demir, potasyum, magnezyum, kükürt ve çok daha az miktarda titanyum ve sodyum tespit edilmiştir.



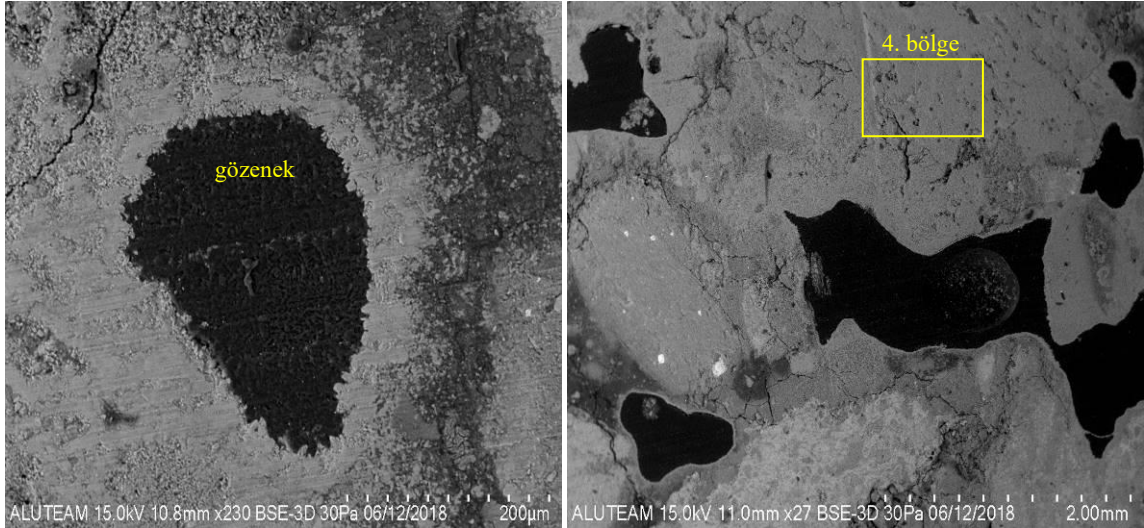
Şekil E3. 13. HMK Örnek 4, 2. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (2. bölge) yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum, kükürt, alüminyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt, örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.

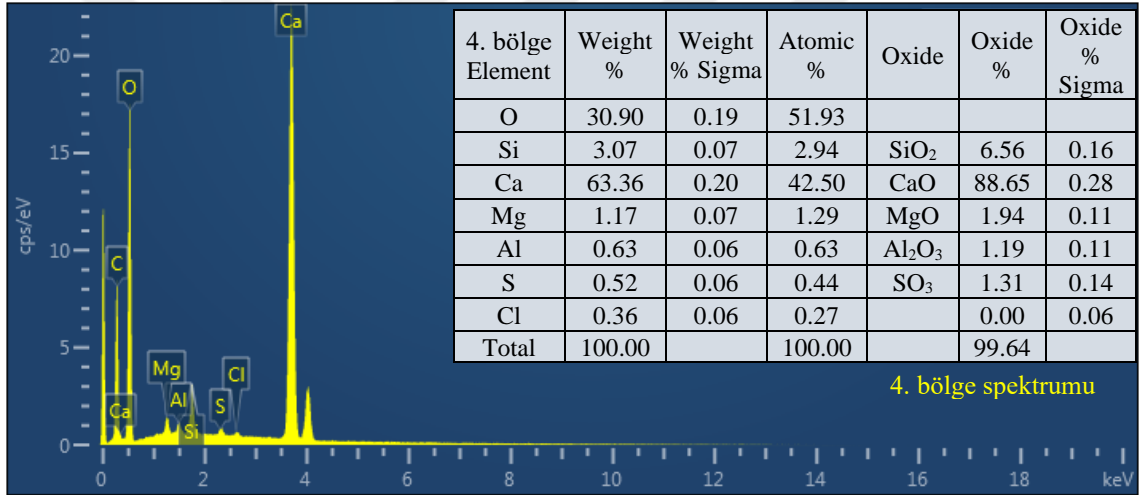


Şekil E3. 14. HMK Örnek 4, 3. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (3.bölge) yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum, elementleri yanında daha az miktarda alüminyum, magnezyum, kükürt ve çok daha az miktarda demir ve potasyum ile çok az miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt varlığı örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.

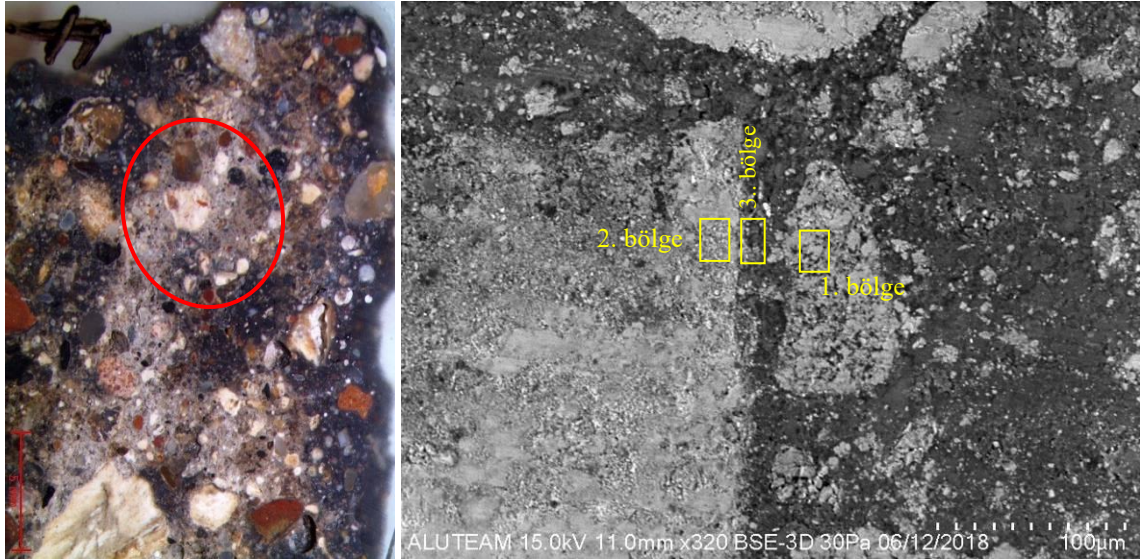


Şekil E3. 15. HMK Örnek 4, gözenek ve 4. bölge SEM görüntüsü

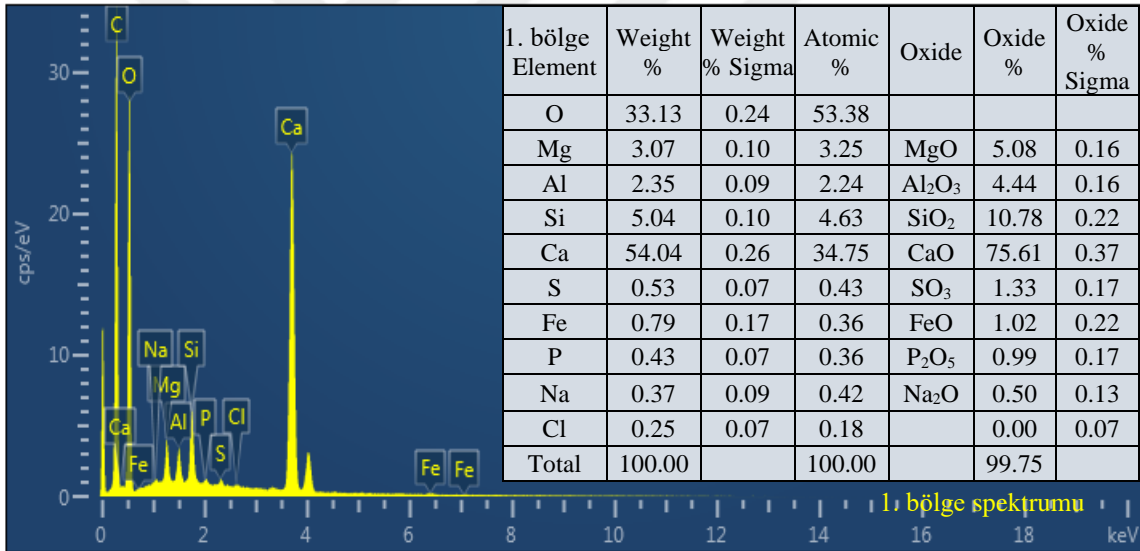


Şekil E3. 16. HMK Örnek 4, 4. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (4. bölge) yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum, alüminyum, magnezyum ve kükürt ile çok az miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt varlığı örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.

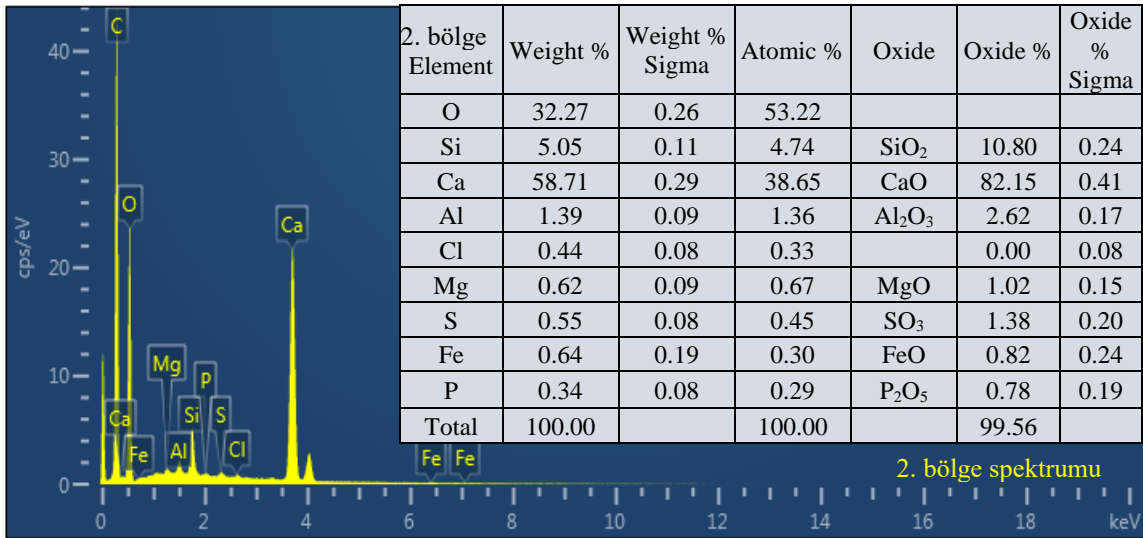


Şekil E3. 17. HMK Örnek 7'nin SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop ve içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü



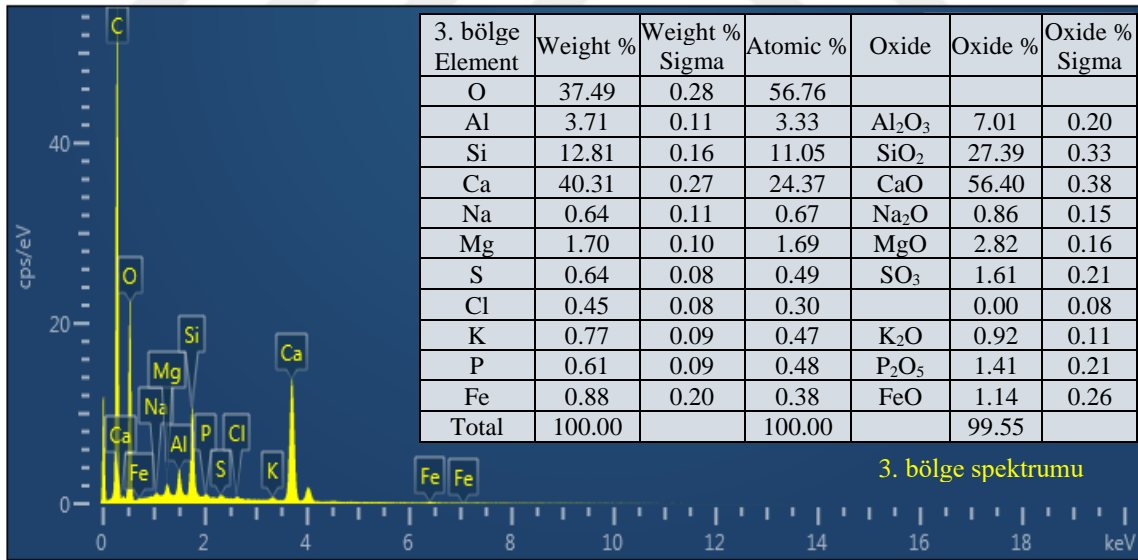
Şekil E3. 18. HMK Örnek 7, 1 bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (1. bölge) yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum, magnezyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda kükürt demir, fosfor, sodyum ve klorür tuzu tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt varlığı örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.



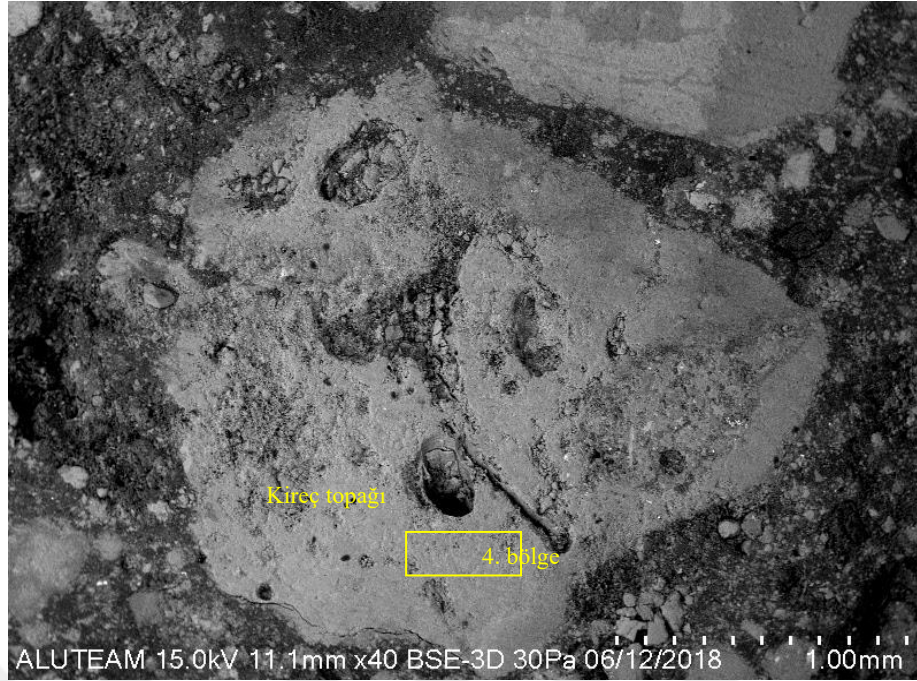
Şekil E3. 19. HMK Örnek 7, 2 bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (2. bölge) yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda magnezyum, kükürt demir, fosfor ve klorür tuzu tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt varlığı örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.

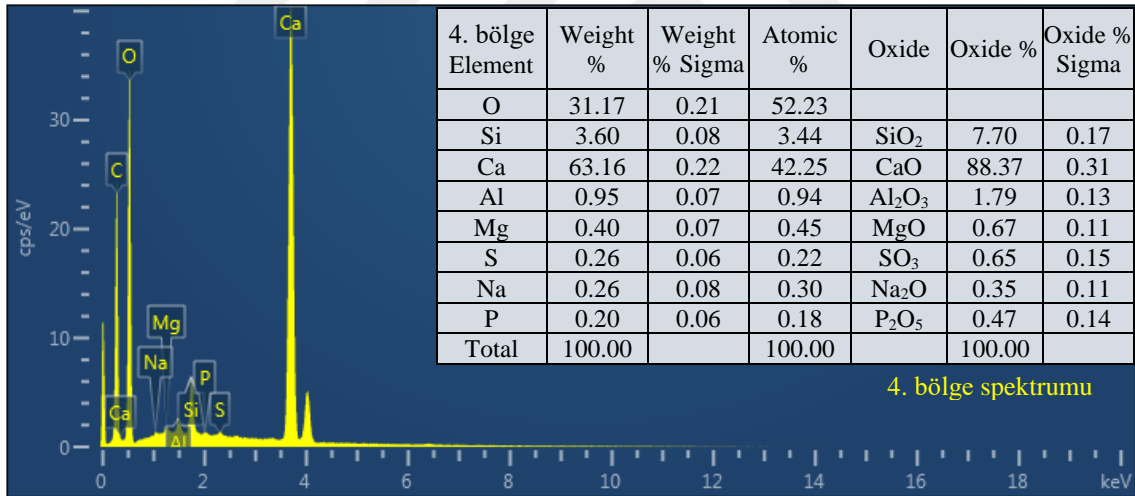


Şekil E3. 20. HMK Örnek 7, 3 bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (3. bölge) yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda magnezyum, kükürt, fosfor, demir, potasyum, sodyum ve klorür tuzu tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt varlığı örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.

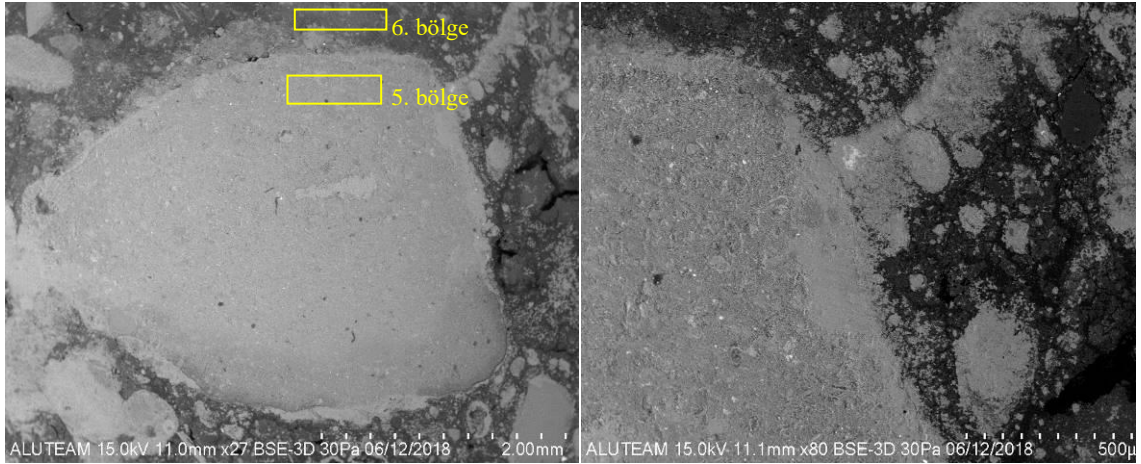


Şekil E3. 21. HMK Örnek 7, kireç topağı SEM görüntüsü

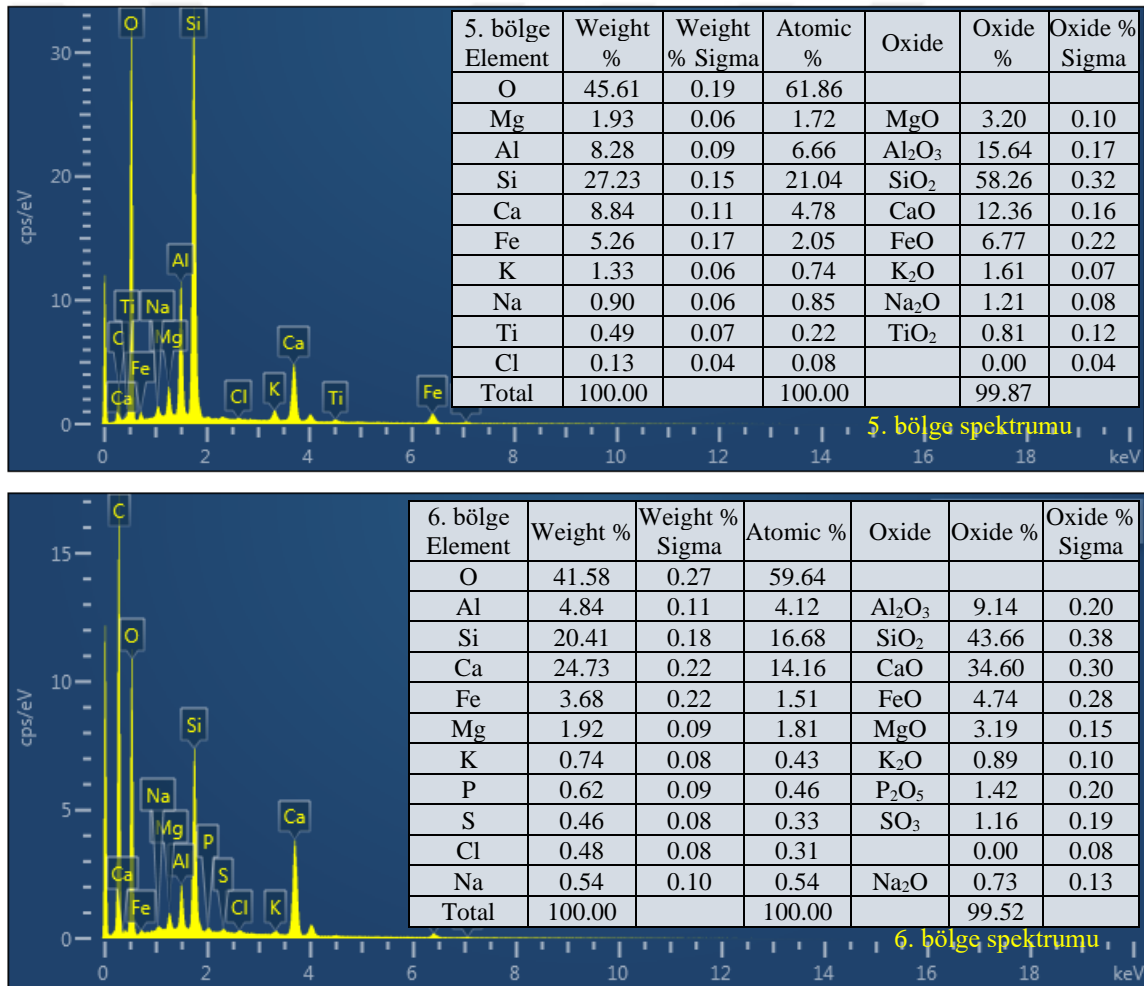


Şekil E3. 22. HMK Örnek 7, 4. Bölge'nin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (4. bölge) yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum ile çok daha az miktarda alüminyum, magnezyum, kükürt, fosfor, sodyum tespit edilmiştir. Tespit edilen kükürt varlığı örneğin kesite yapıştırıldığı epoksi polimerden kaynaklanmaktadır.



Şekil E3. 23. HMK Örnek 7, tuğla kırığı ve bağlayıcı alan SEM görüntüsü ve EDS analizi yapılan bölgeler

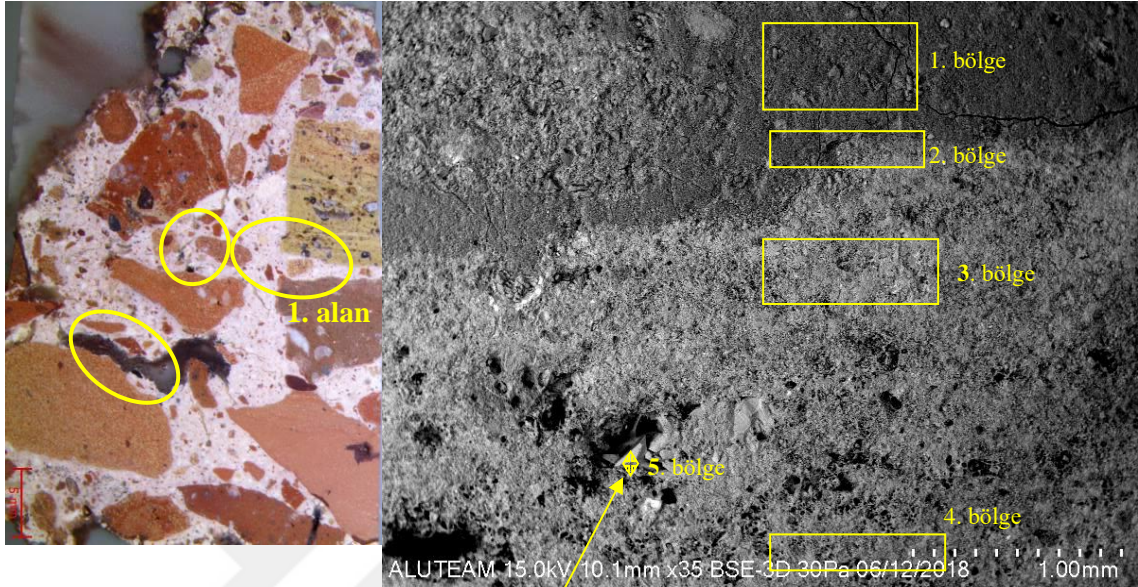


Şekil E3. 24. HMK Örnek 7, 5. ve 6. bölgelerin EDS grafiği ve tablosu

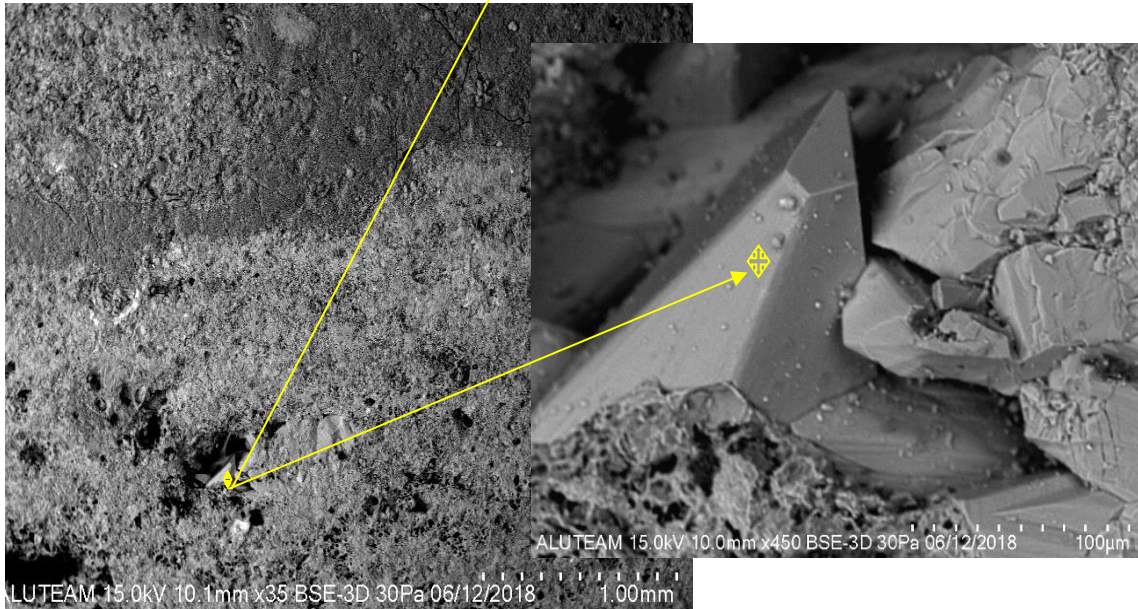
Örneğin tuğla kırığı içeriğinde (5. bölge) yüksek miktarda silisyum ve daha az miktarda alüminyum, kalsiyum, demir ve magnezyum elementleri ile çok daha az miktarda potasyum, sodyum ve titanyum tespit edilmiştir.

Örneğin bağlayıcı alan içeriğinde (6. bölge) yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum elementleri ile daha az miktarda alüminyum, demir, magnezyum ve çok daha az miktarda fosfor, kükürt, potasyum ve sodyum tespit edilmiştir.

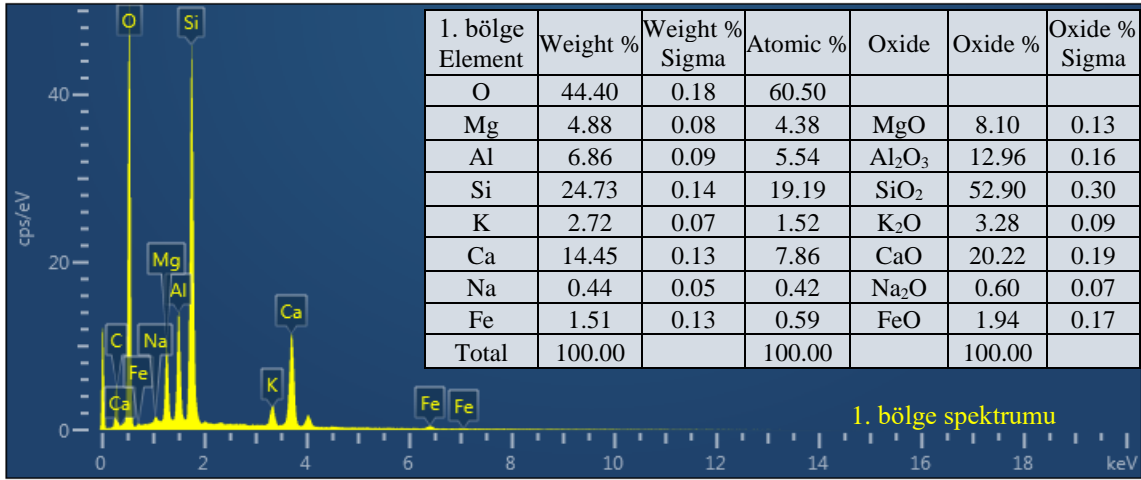
Örnekte eser miktarda klorür tuzu mevcuttur.



Şekil E3. 25. HMK Örnek 9'un SEM-EDS analizi yapılan alanlarının stereo mikroskop görüntüsü ve 1. alan içerisindeki bölgelerin SEM görüntüsü

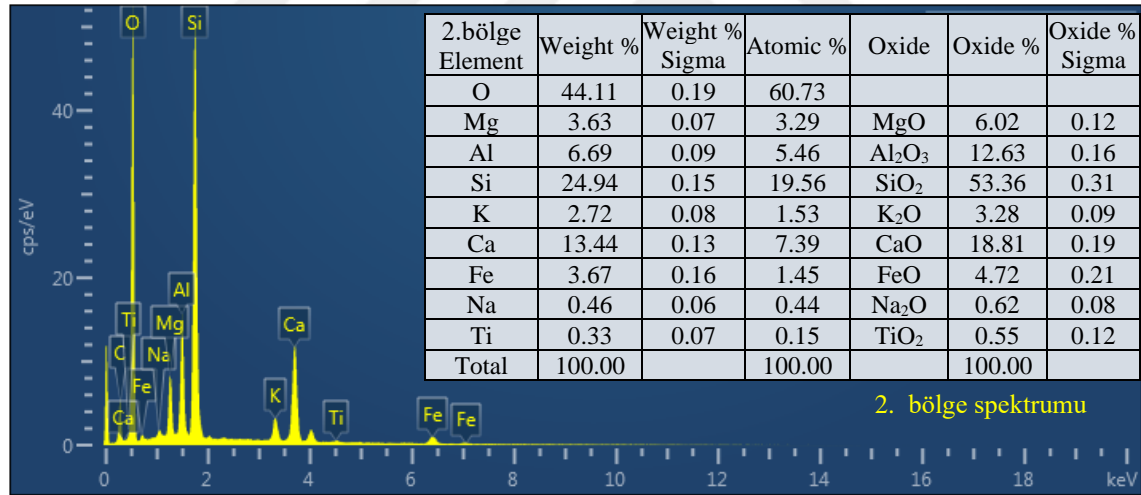


Şekil E3. 26. HMK Örnek 9, SEM-EDS analizi yapılan noktasal alanın (1. alan 5. bölge) SEM görüntüsü ve detayı



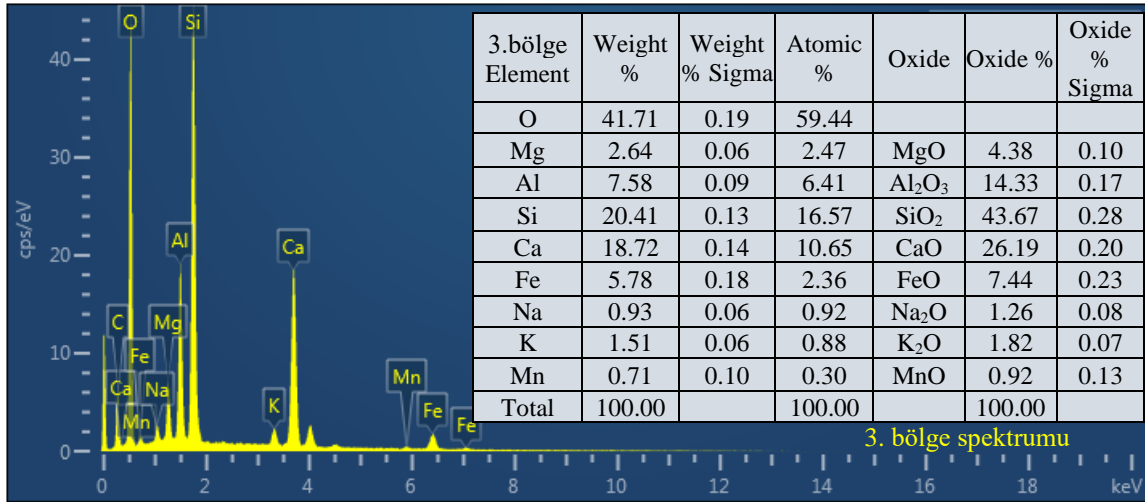
Şekil E3. 27. HMK Örnek 9, 1. alan 1. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (1. bölge) yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum ile daha az miktarda alüminyum, magnezyum ve potasyum elementleri yanında çok daha az miktarda demir ve sodyum tespit edilmiştir.



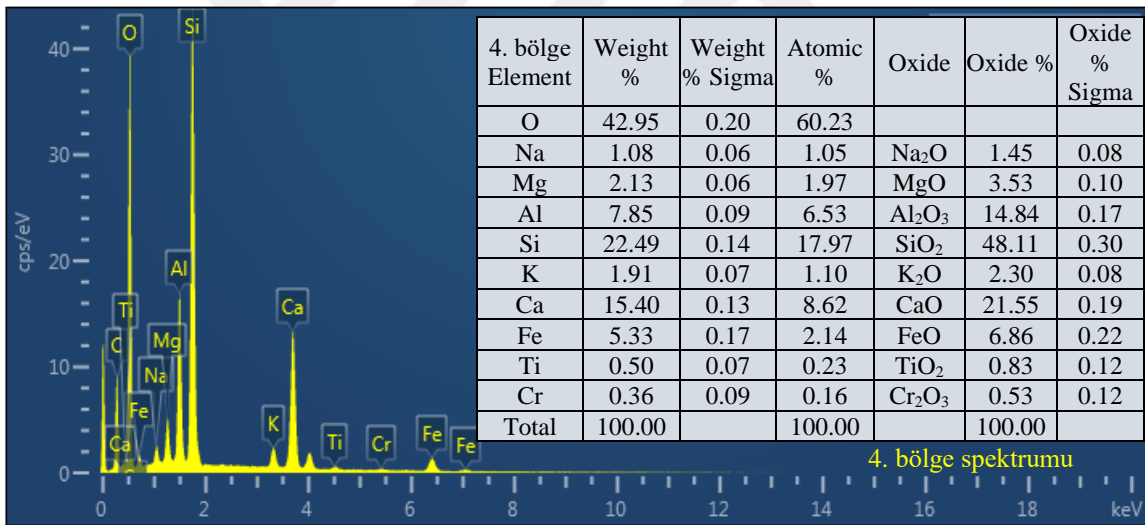
Şekil E3. 28. HMK Örnek 9, 1. alan, 2. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (2. bölge) yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum ile daha az miktarda alüminyum, magnezyum, demir ve potasyum elementleri yanında çok daha az miktarda sodyum ve titanyum tespit edilmiştir.



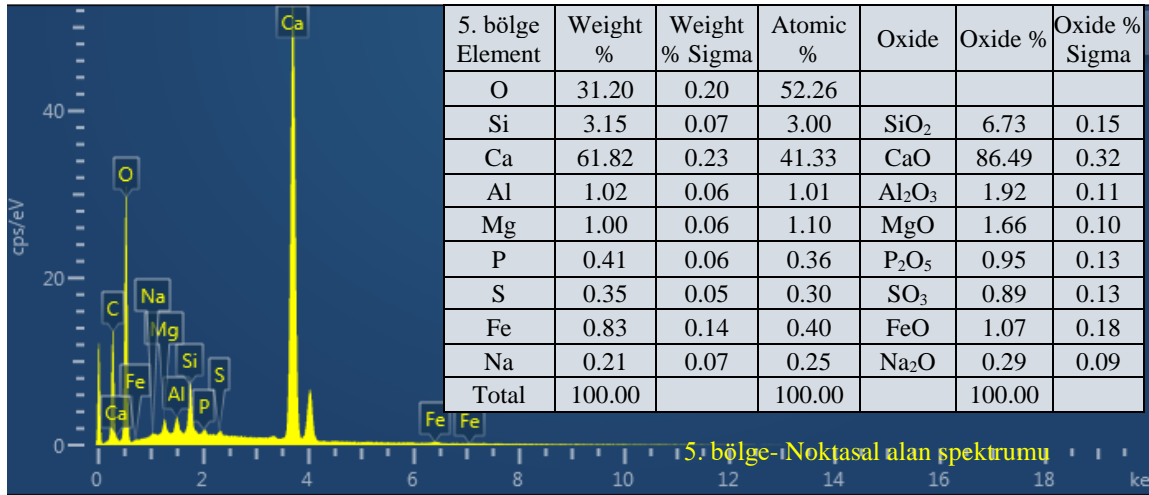
Şekil E3. 29. HMK Örnek 9, 1. alan 3. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (3. bölge) yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum ile daha az miktarda demir ve magnezyum elementleri yanında çok daha az miktarda potasyum, sodyum ve mangan tespit edilmiştir.



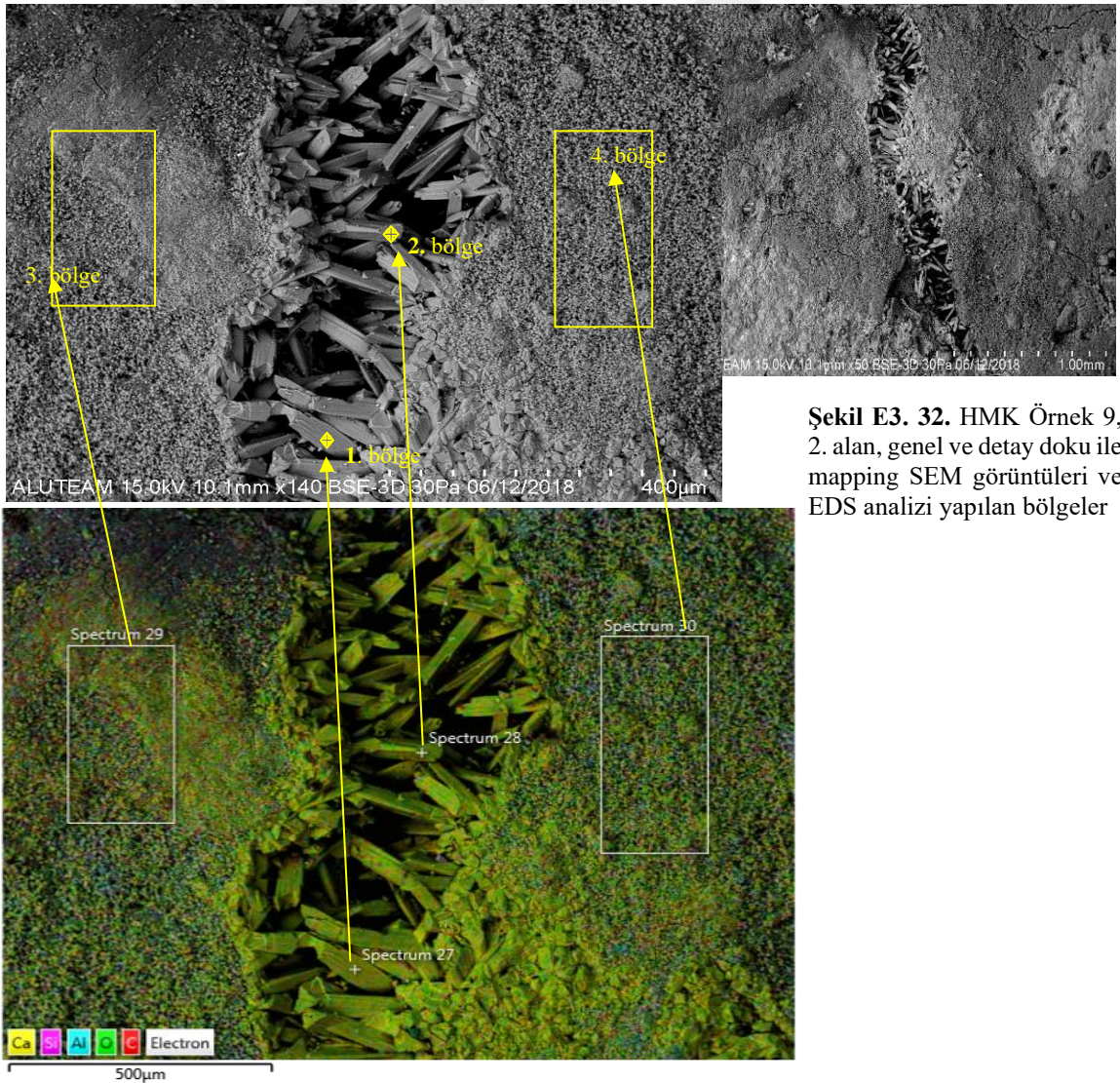
Şekil E3. 30. HMK Örnek 9, 1. alan 4. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

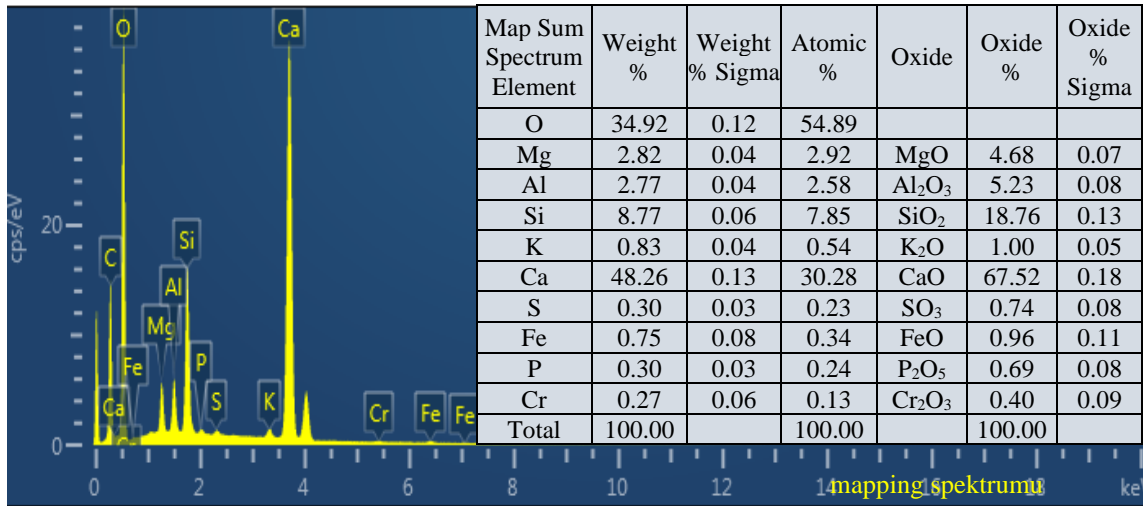
Örneğin içeriğinde (4. bölge) yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum ile daha az miktarda demir, magnezyum ve potasyum elementleri yanında çok daha az miktarda sodyum, titanyum ve krom tespit edilmiştir.



Şekil E3. 31. HMK Örnek 9, 1. alan 5. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin içeriğinde (5. bölge) yüksek miktarda kalsiyum yanında daha az miktarda silisyum ile çok daha az miktarda alüminyum, magnezyum, demir, fosfor, kükürt ve sodyum, tespit edilmiştir.

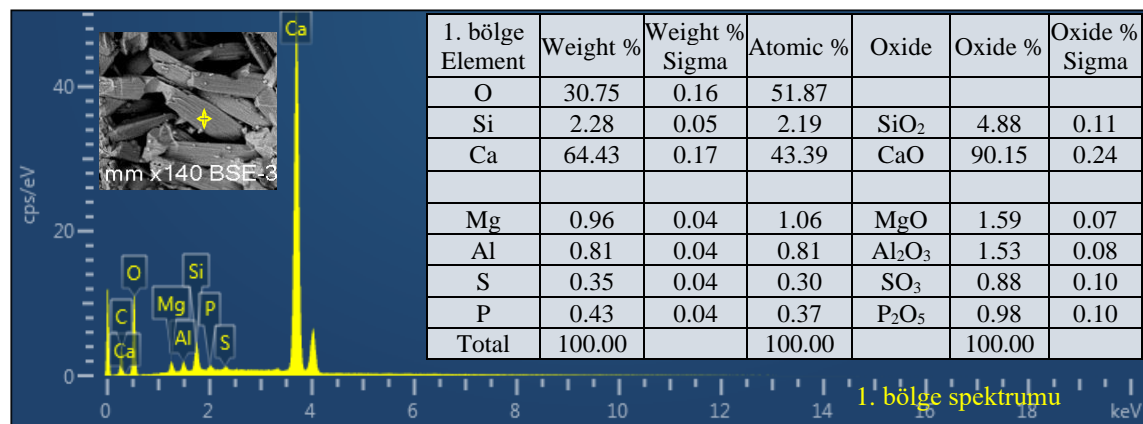




Şekil E3. 33. HMK Örnek 9, 2 alan, mapping yapılan kısmın EDS grafiği ve tablosu

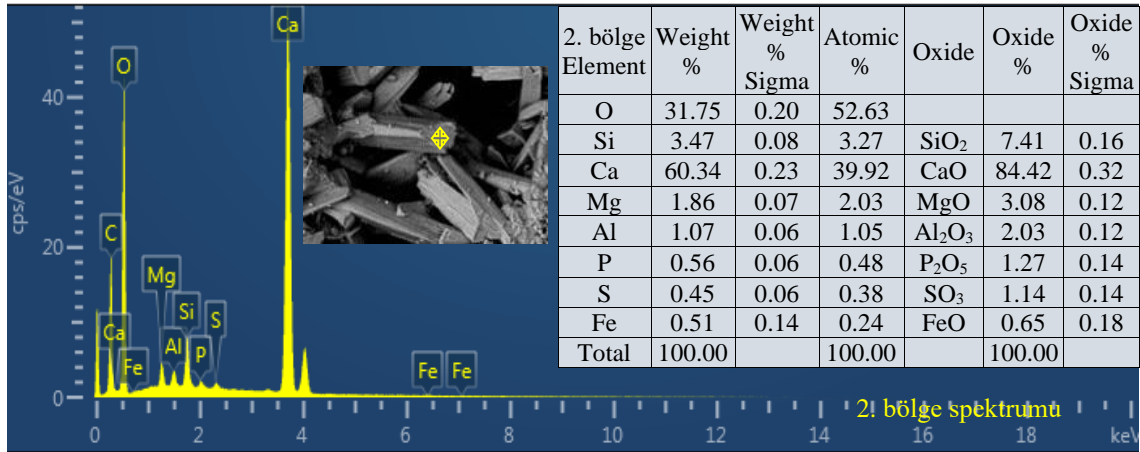
Örneğin mapping yapılan alanının içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda potasyum, demir, kükürt, fosfor ve krom tespit edilmiştir.

Örnek dokusunda meydana gelmiş olan çatlak içerisinde çift taraflı gelişen ikincil kalsit kristallenmeleri görüntülenmiş ve içerikleri belirlenmiştir. Çatlak kesitlerinde birbirlerine karşılıklı olarak gelişen bu kristallenmelerin örnek dokusunda zamanla iyileşme yaptığı gözlenmiştir.



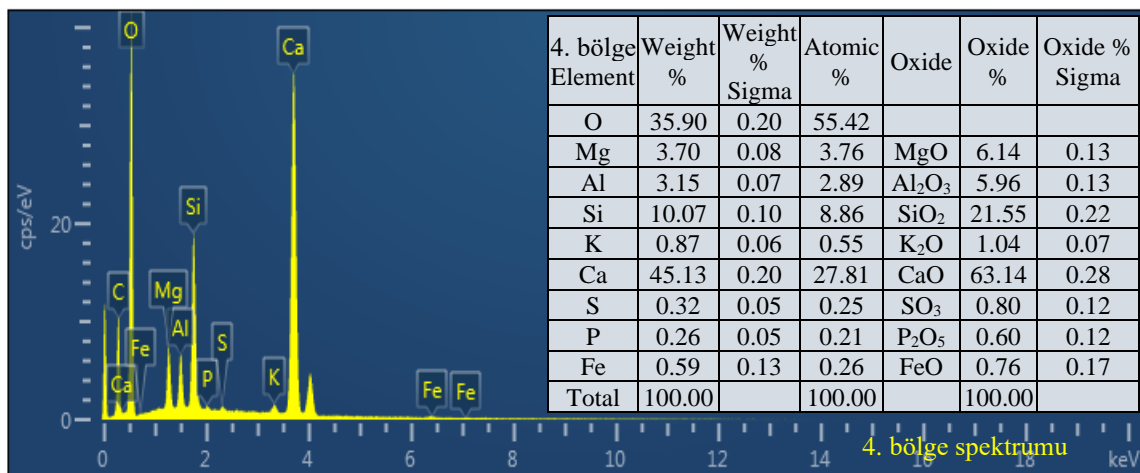
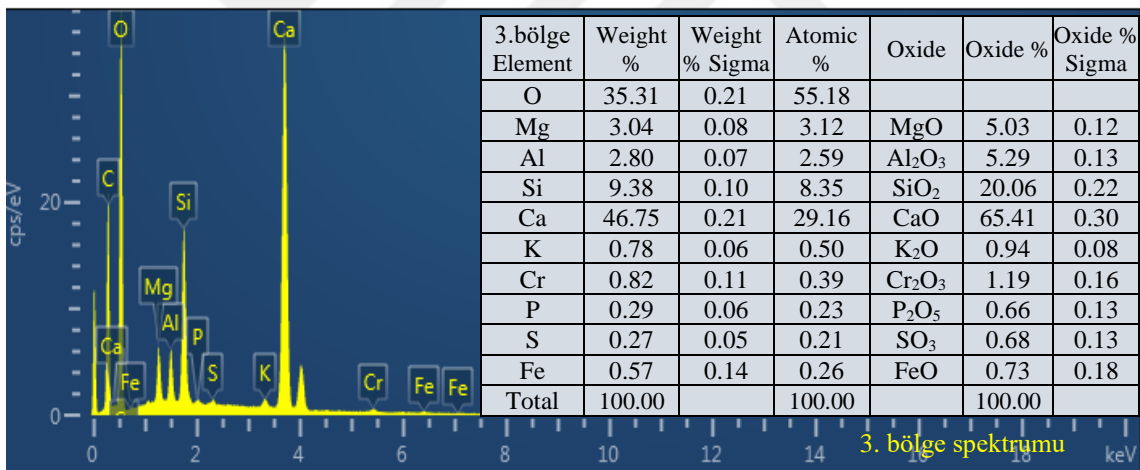
Şekil E3. 34. HMK Örnek 9, 2. alan 1. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin ikincil kalsit kristallerinin noktasal olarak taranan içeriğinde (1. bölge) yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum, magnezyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda fosfor ve kükürt tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı yapıştırma amacıyla kullanılmış olan epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 35. HMK Örnek 9, 2. alan 2. bölgenin EDS grafiği ve tablosu

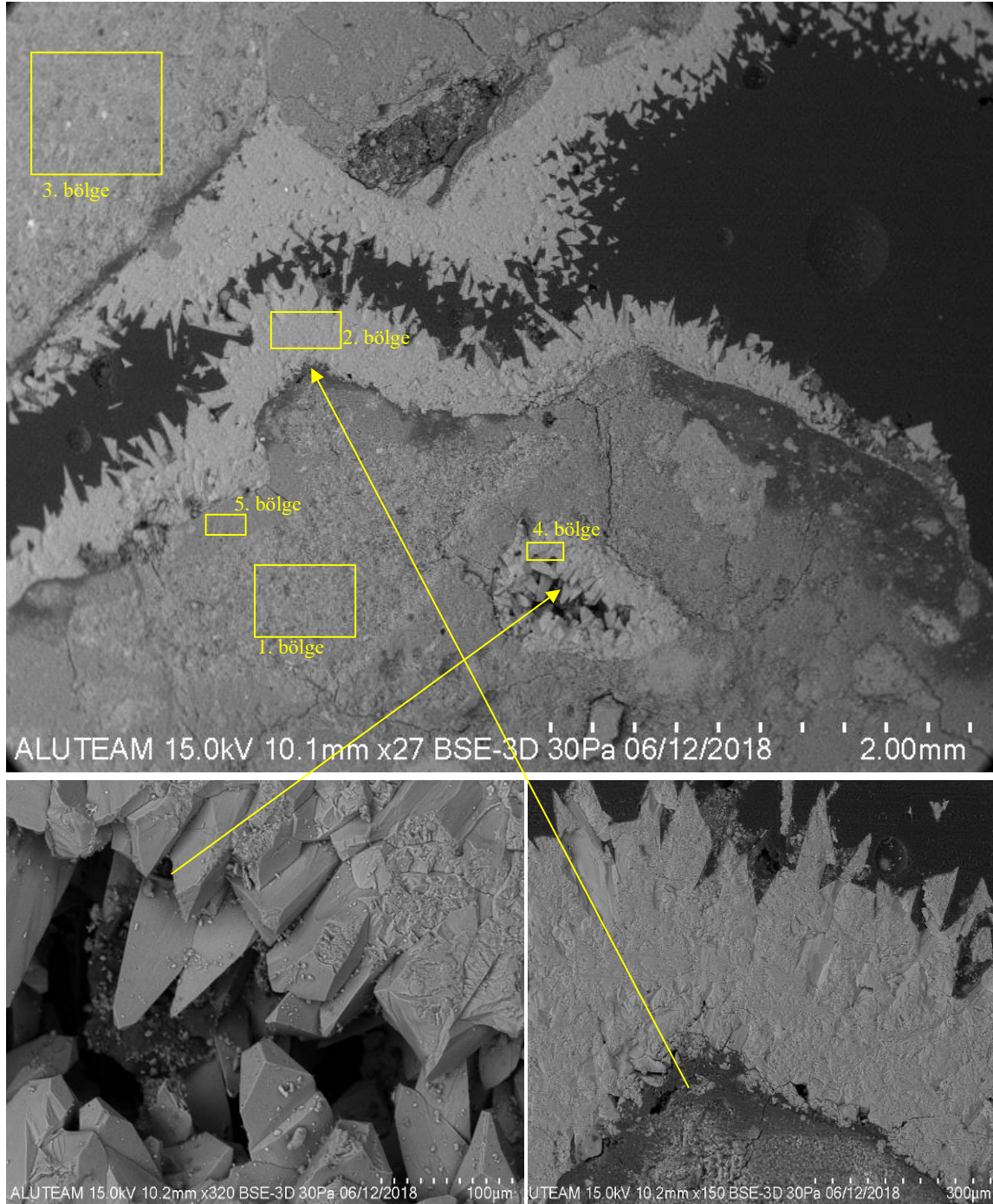
Örneğin ikincil kalsit kristallerinin noktasal olarak taranan içeriğinde (2. bölge) yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum, magnezyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda fosfor, kükürt ve demir tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı yapıştırma amacıyla kullanılmış olan epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 36. HMK Örnek 9, 2. alan 3. ve 4. bölge EDS grafiği ve tablosu

Örneğin 2. alan, 3. bölgesinin taranan içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda krom, potasyum, demir, kükürt ve fosfor tespit edilmiştir.

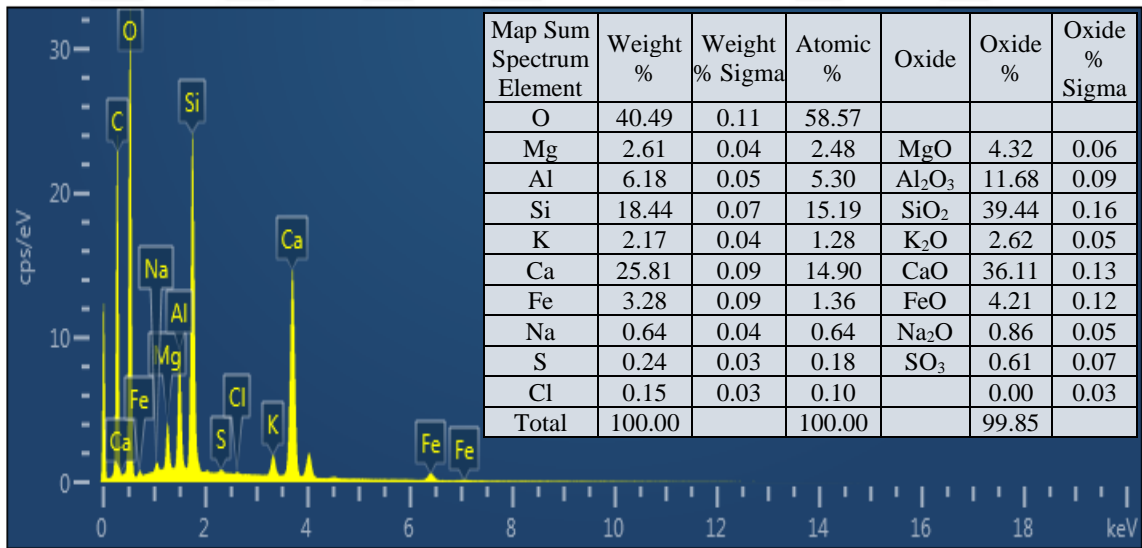
Örneğin 2. alan, 4. bölgesinin taranan içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda magnezyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda potasyum, kükürt, demir ve fosfor tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı yapıştırma amacıyla kullanılmış olan epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 37. HMK Örnek 9, 3. alan genel ve detay SEM görüntüleri ile EDS analizi yapılan bölgeler

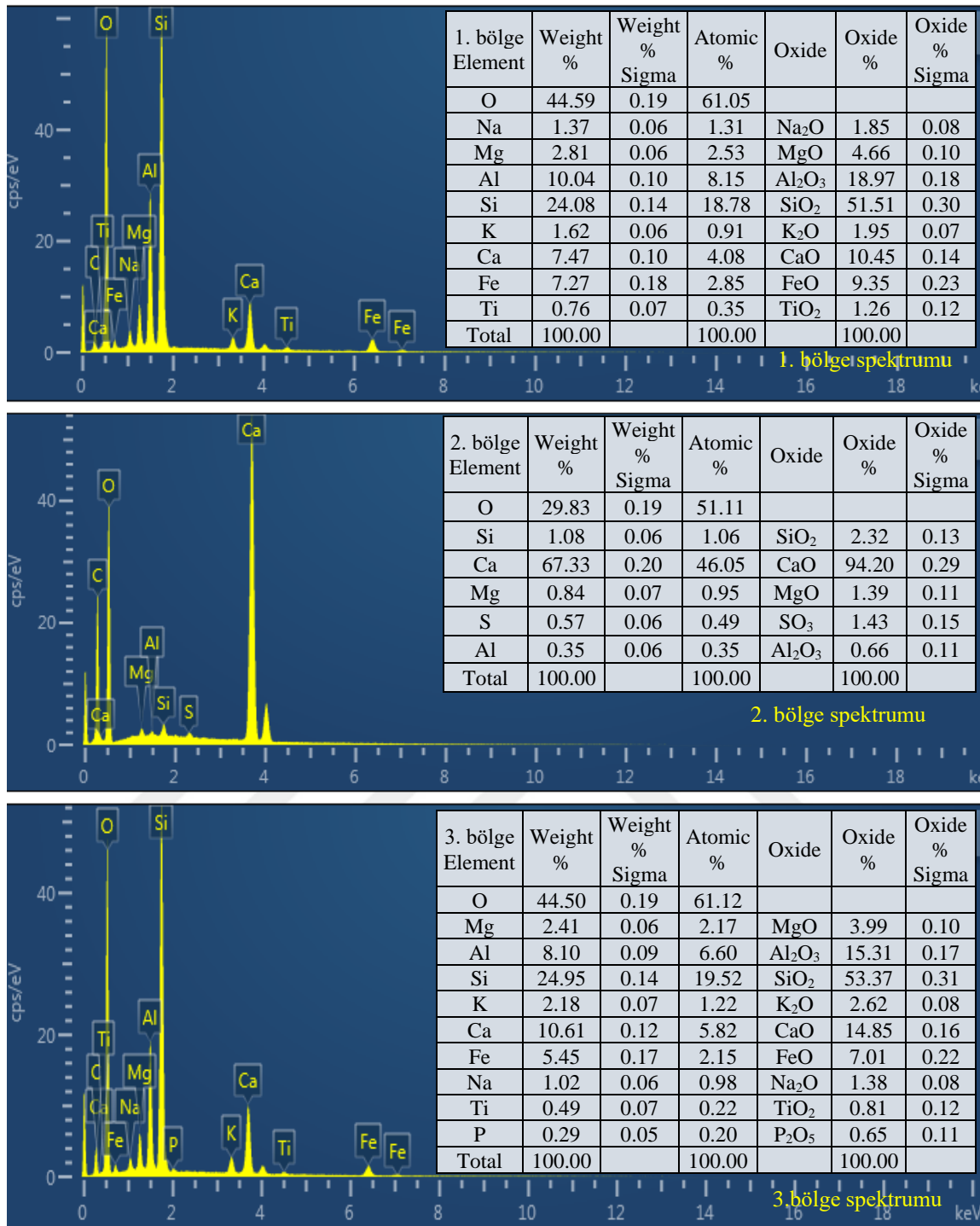


Şekil E3. 38. HMK Örnek 9, 3. alan mapping SEM görüntüsü ve EDS analizi yapılan bölgeler



Şekil E3. 39. HMK Örnek 9, 3. alan mapping EDS grafiği ve tablosu

Örneğin mapping yapılan 3. alanın içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda magnezyum, demir ve potasyum ile çok daha az miktarda sodyum, kükürt tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı yapıştırma amacıyla kullanılmış olan epoksi polimer kaynaklıdır.



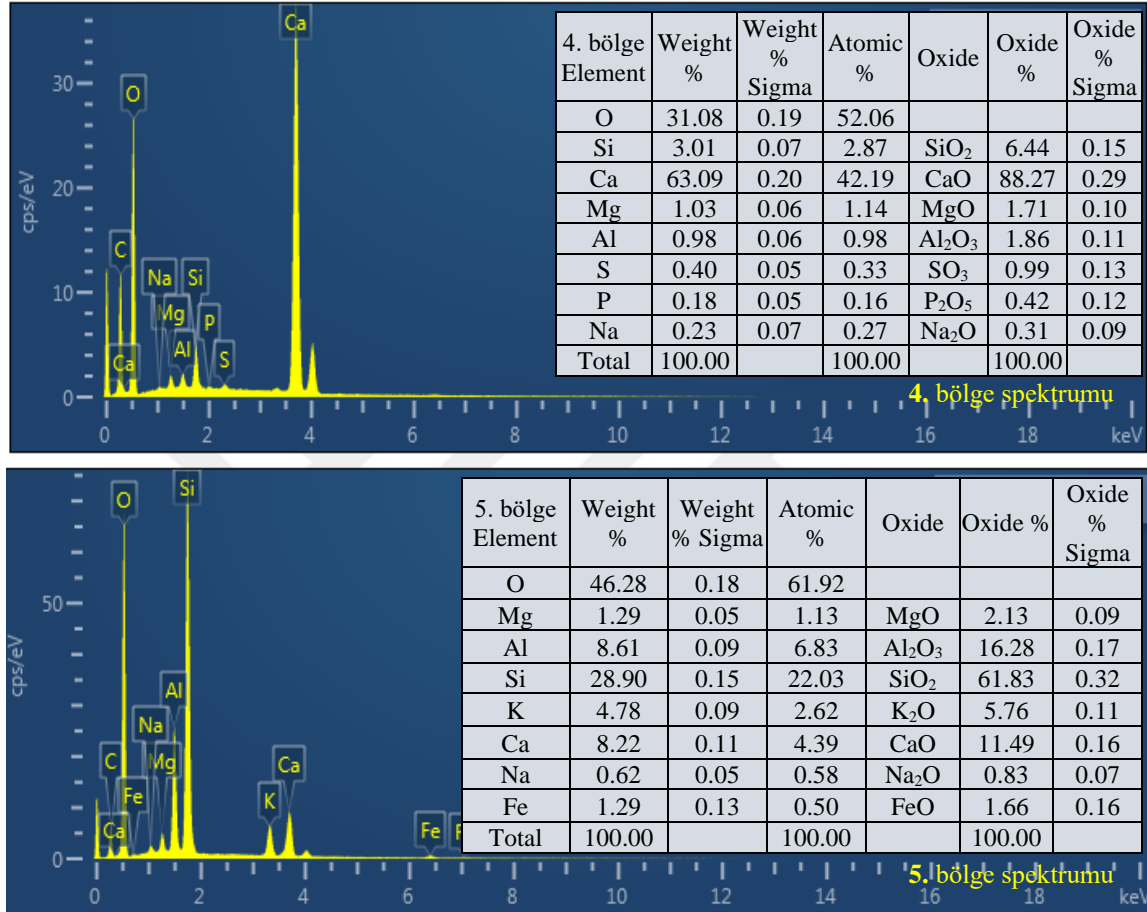
Şekil E3. 40. HMK Örnek 9, 3. alan 1, 2 ve 3 bölgelerin EDS grafiği ve tablosu

Örneğin 3. alan, 1. bölgesinin (tuğla/keramik agregası) içeriğinde yüksek miktarda silisyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda kalsiyum, demir ve magnezyum ile çok daha az miktarda potasyum, sodyum ve titanyum tespit edilmiştir.

Örneğin 3. alan, 2. bölgesi olan ikincil kalsit kristallenmelerinin taranan içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında çok daha az miktarda silisyum, magnezyum,

kükürt ve alüminyum tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı yapıştırma amacıyla kullanılmış olan epoksi polimer kaynaklıdır.

Örneğin 3. alan, 3. bölgesinin içeriğinde yüksek miktarda silisyum, alüminyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda demir, magnezyum ve potasyum ile çok daha az miktarda sodyum, titanyum ve fosfor tespit edilmiştir.

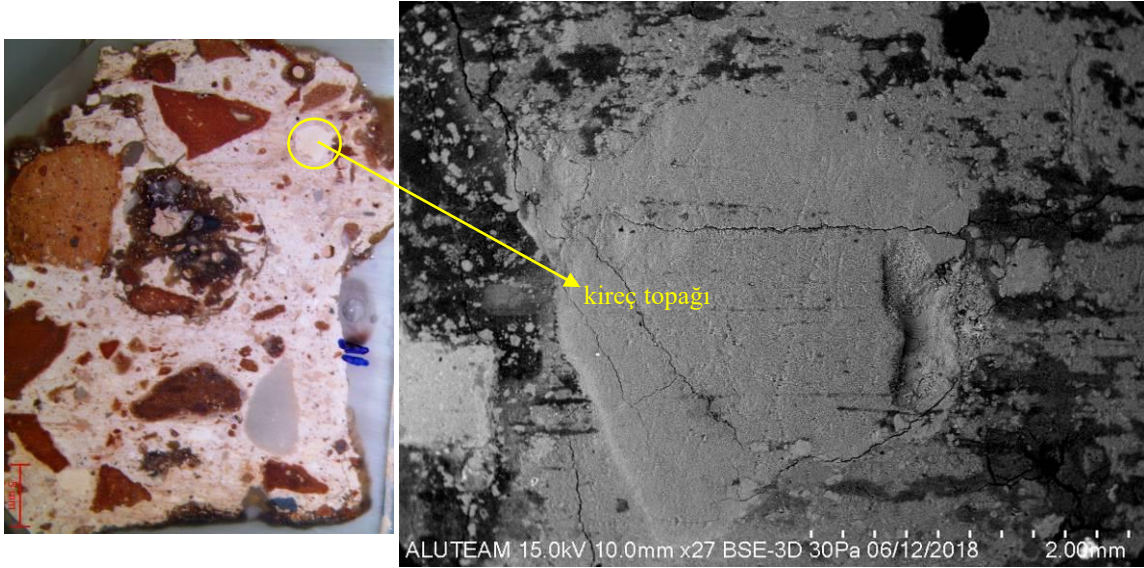


Şekil E3. 41. HMK Örnek 9, 3. alan 4 ve 5. bölgelerin EDS grafiği ve tablosu

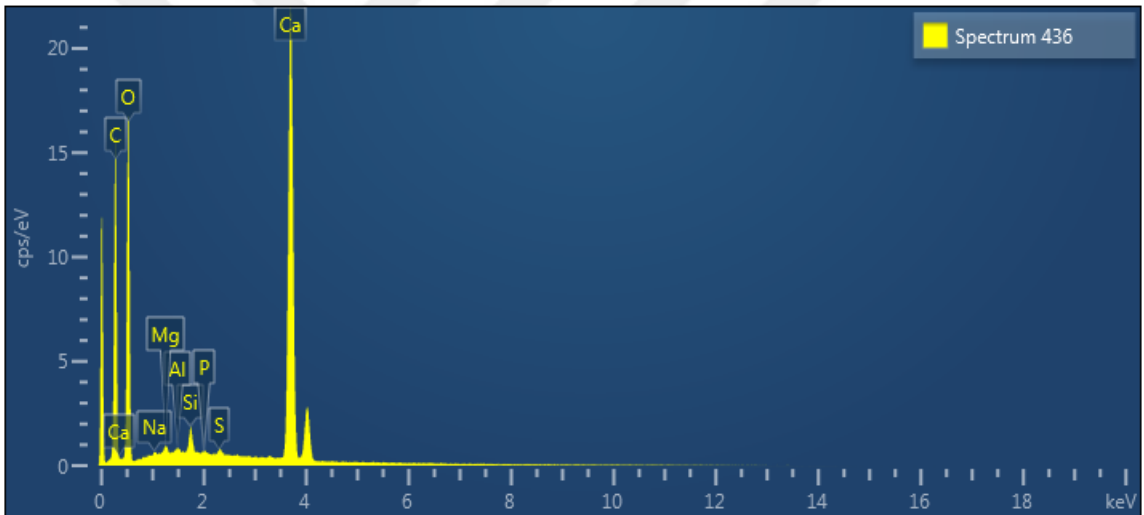
Örneğin 3. alan, 4. bölgesinin kalsit kristalleri gelişen kireç topağı içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum ile çok daha az miktarda alüminyum, magnezyum, kükürt, fosfor ve sodyum tespit edilmiştir.

Örneğin 3. alan, 5. bölgesinin içeriğinde yüksek miktarda silisyum, alüminyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda potasyum, magnezyum, demir ve sodyum tespit edilmiştir.

Örnekteki kükürt varlığı yapıştırma amacıyla kullanılmış olan epoksi polimer kaynaklıdır.

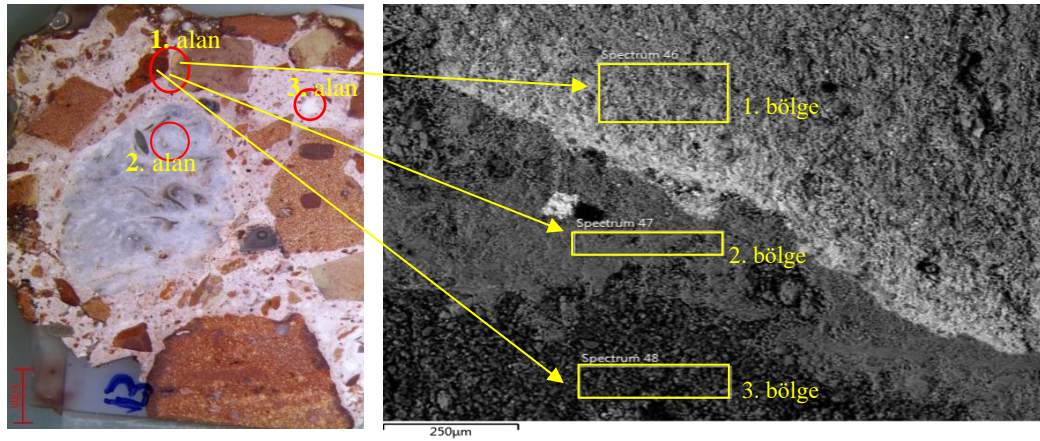


Şekil E3. 42. HMK Örnek 11 SEM-EDS analizi yapılan alanın stereo mikroskop ve SEM görüntüsü

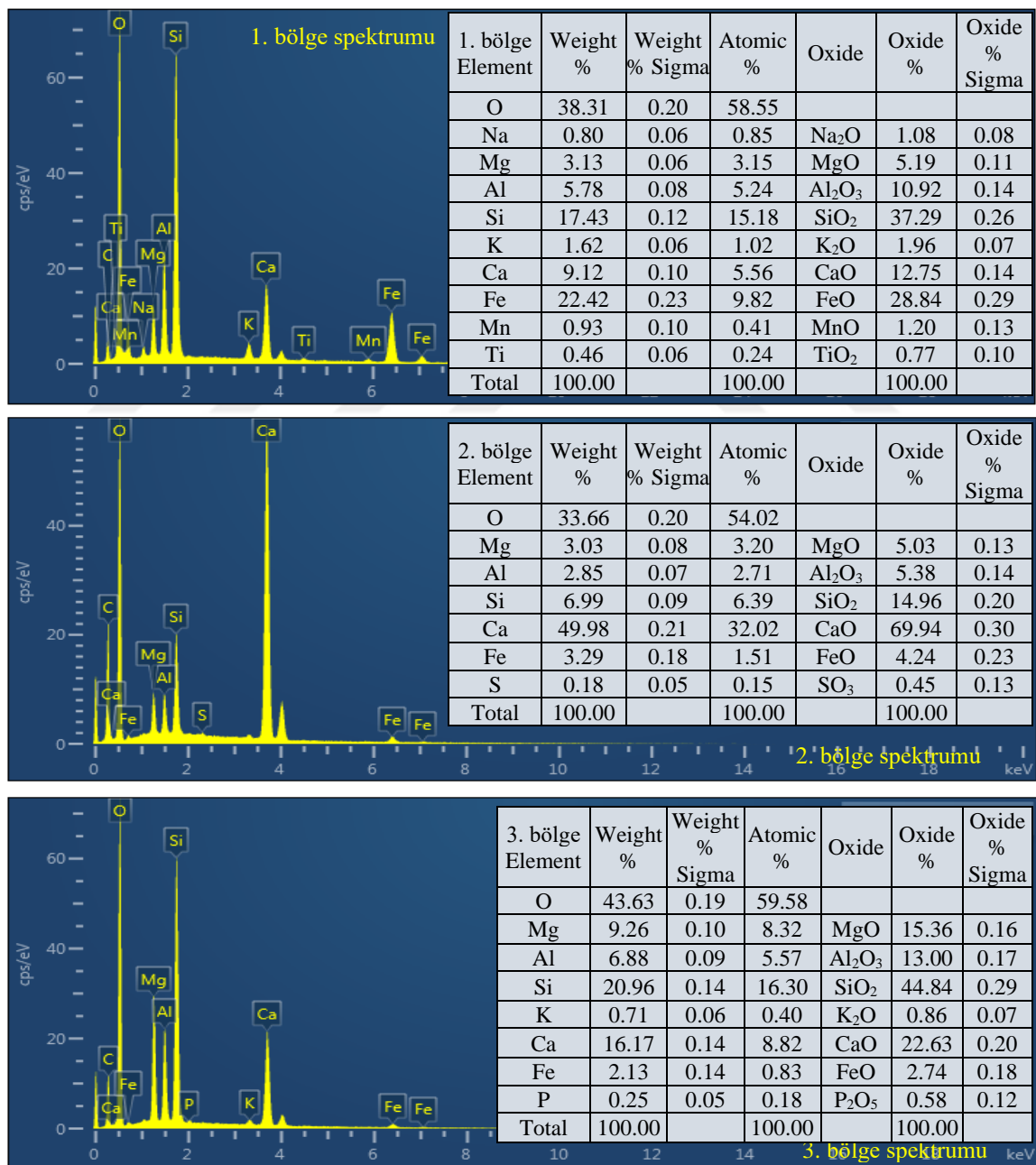


Şekil E3. 43. HMK Örnek 11, EDS grafiği ve tablosu

Örneğin kireç topağı içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında çok daha az miktarda silisyum, kükürt, magnezyum, alüminyum, fosfor ve sodyum tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı yapıştırma amacıyla kullanılmış olan epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 44. HMK Örnek 13, stereo mikroskop ve 1 alan EDS analizi yapılan bölgelerin SEM görüntüsü

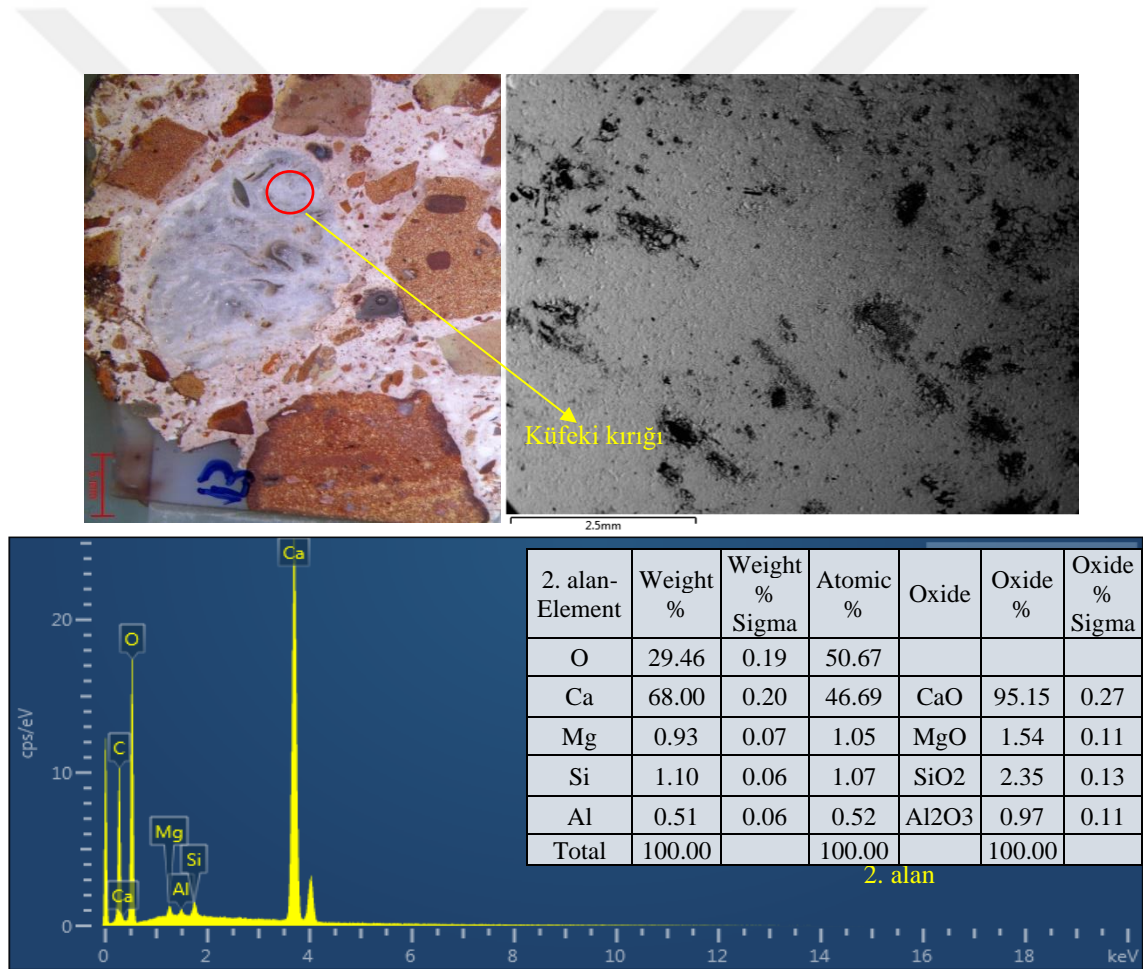


Şekil E3. 45. HMK Örnek 13, 1 alan 1, 2 ve 3. bölge EDS grafiği ve tablosu

Örneğin 1. alan, 1. bölgesinin (tuğla/keramik agregası) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, demir, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda magnezyum ile çok daha az miktarda potasyum, mangan, sodyum ve titanyum tespit edilmiştir.

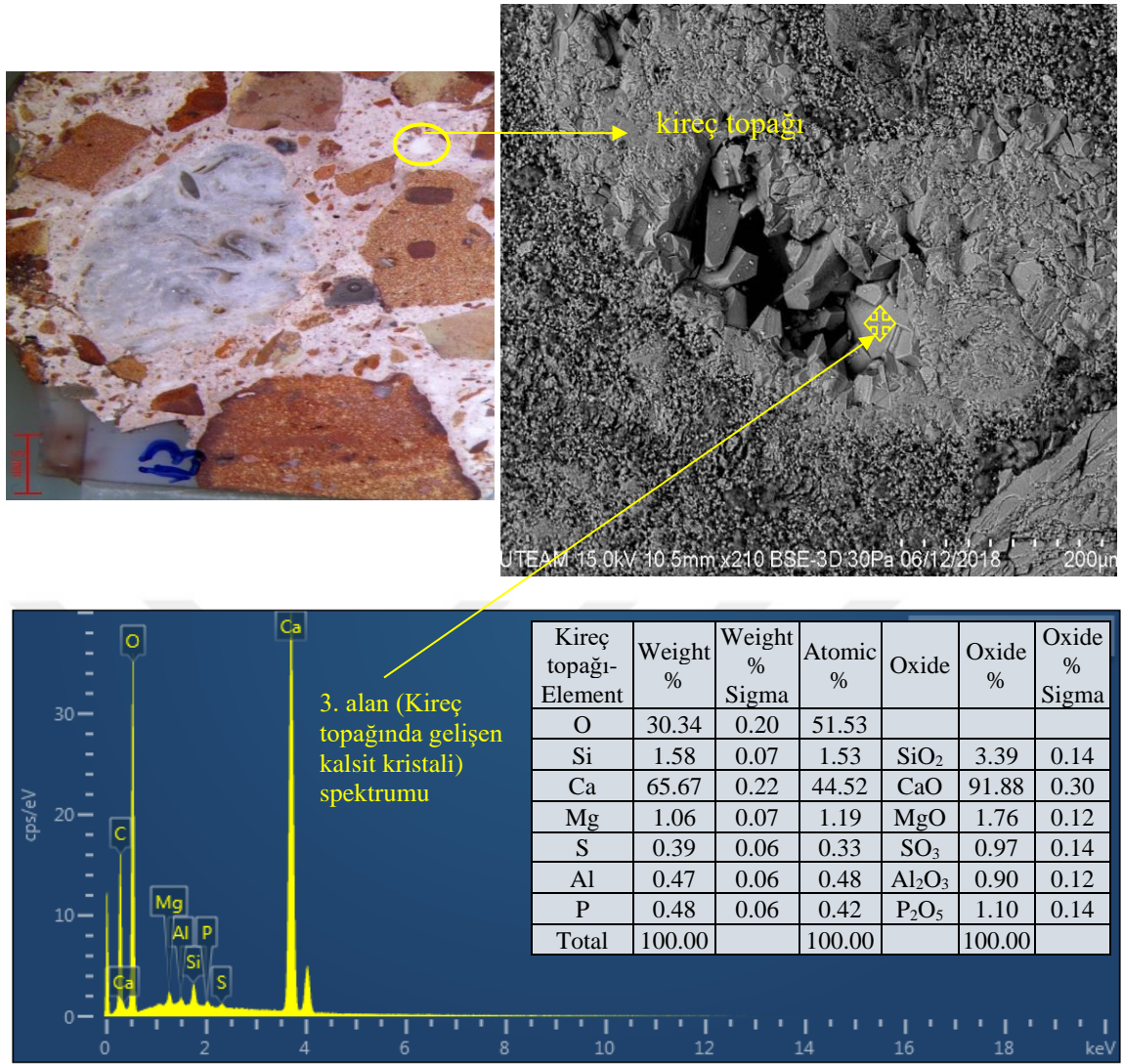
Örneğin 1. alan, 2. bölgesinin (iki tuğla/keramik arasındaki bağlayıcı/ara faz) içeriğinde yüksek oranda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum, demir, magnezyum ile çok az miktarda epoksi polimer kaynaklı kükürt tespit edilmiştir.

Örneğin 1. alan, 3. bölgesinin (tuğla/keramik agregası) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum, magnezyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir ile çok daha az miktarda potasyum ve fosfor tespit edilmiştir.



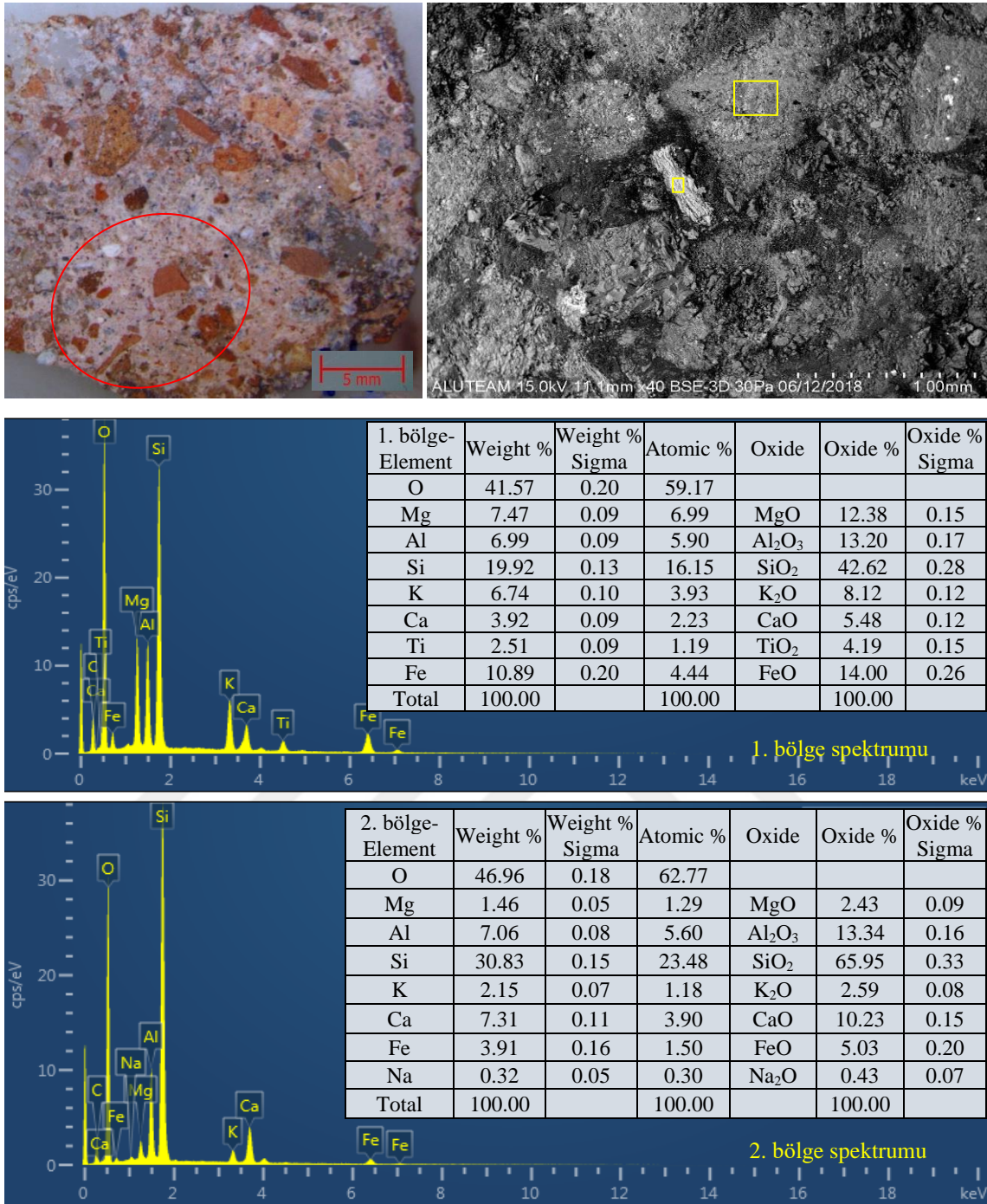
Şekil E3. 46. HMK Örnek 13, 2 alanın stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu

Örneğin 2. alanının (küfeki kırığı) içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum yanında çok daha az miktarda silisyum, magnezyum ve alüminyum tespit edilmiştir.



Şekil E3. 47. HMK Örnek 13, 3 alanın stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu

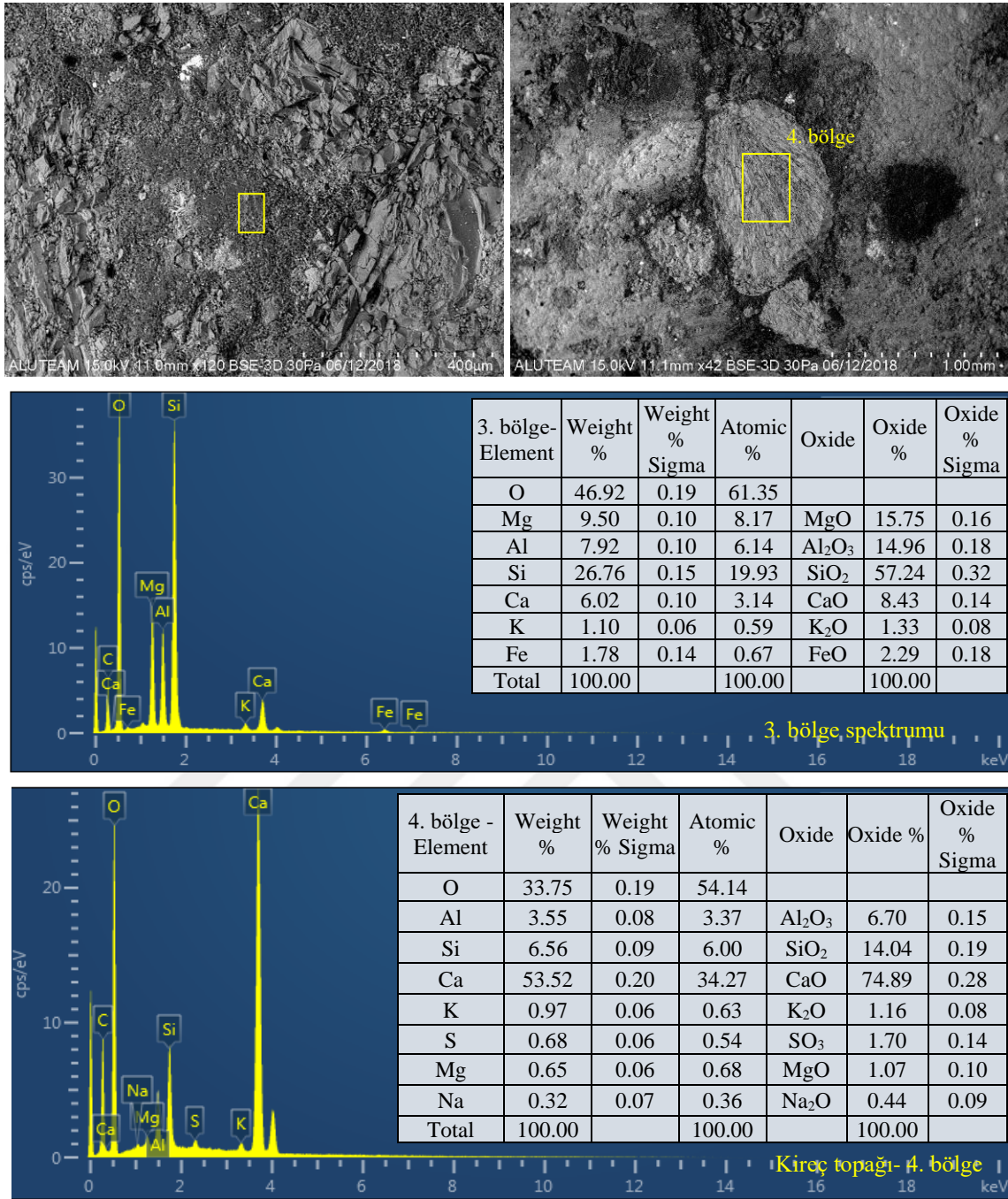
Örneğin SEM EDS analizi yapılmış 3. alanında yer alan kireç topağında gelişen kalsit kristalinin içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında çok daha az miktarda silisyum, magnezyum, fosfor, alüminyum ve epoksi polimer kaynaklı kükürt tespit edilmiştir.



Şekil E3. 48. HMK Örnek 14, stereo mikroskop ile 1. ve 2. bölgenin SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu

Örneğin SEM EDS analizi yapılmış 1. bölgesinin (muskovit) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, demir, alüminyum ve magnezyum elementleri yanında daha az miktarda potasyum, kalsiyum ve titanyum tespit edilmiştir

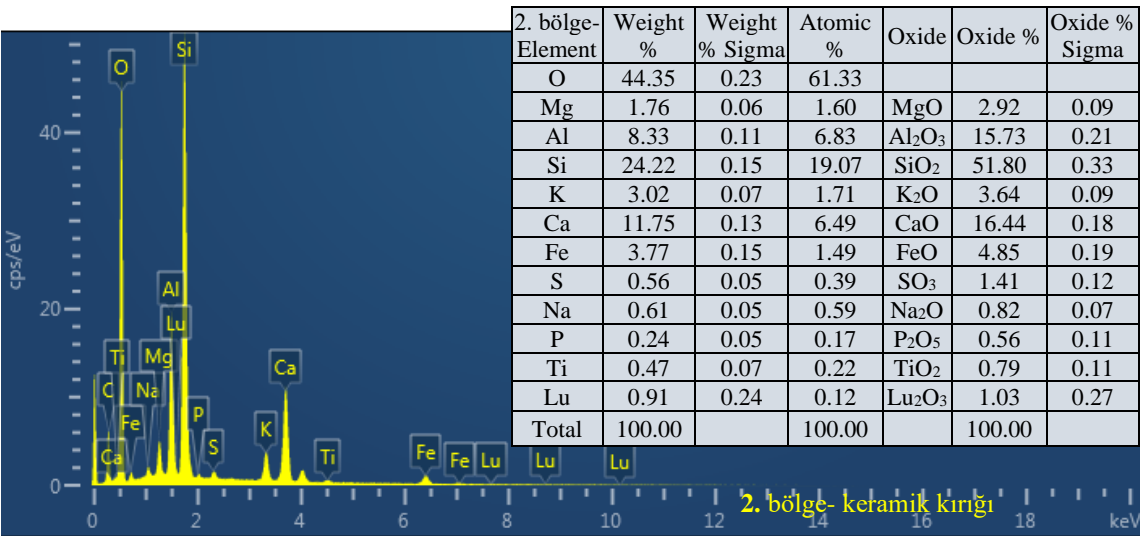
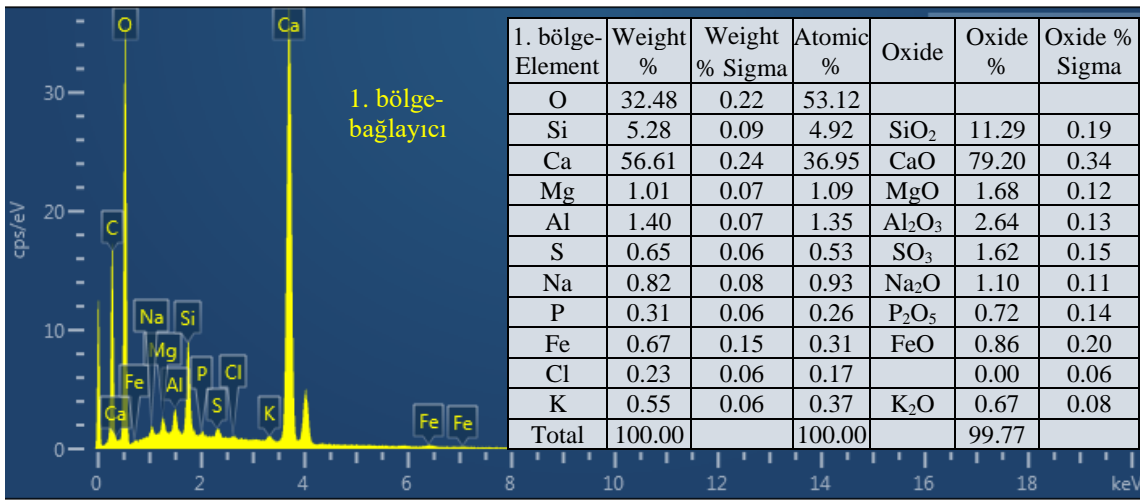
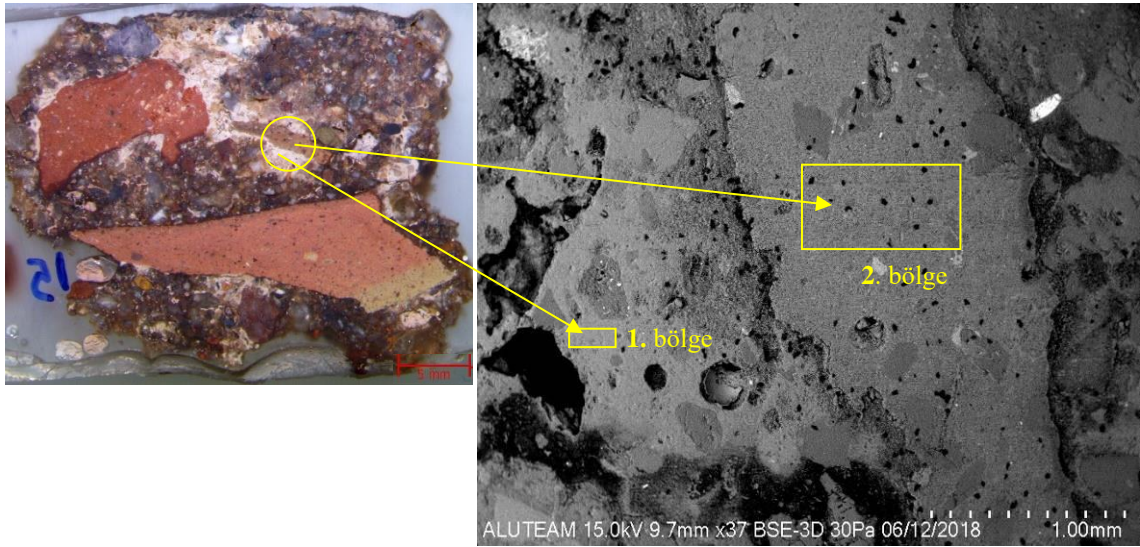
Örneğin 2. bölgesinin (tuğla/keramik) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, alüminyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda demir, potasyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda sodyum tespit edilmiştir.



Şekil E3. 49. HMK Örnek 14, 3. ve 4. bölgenin SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu

Örneğin 3. bölgesinin (tuğla/keramik) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, magnezyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda kalsiyum ve demir ile çok daha az miktarda potasyum tespit edilmiştir.

Örneğin 4. bölgesinin (kireç topağı) içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda kükürt, potasyum, magnezyum ve sodyum tespit edilmiştir. Örnekte tespit edilmiş olan kükürt epoksi polimer kaynaklıdır.

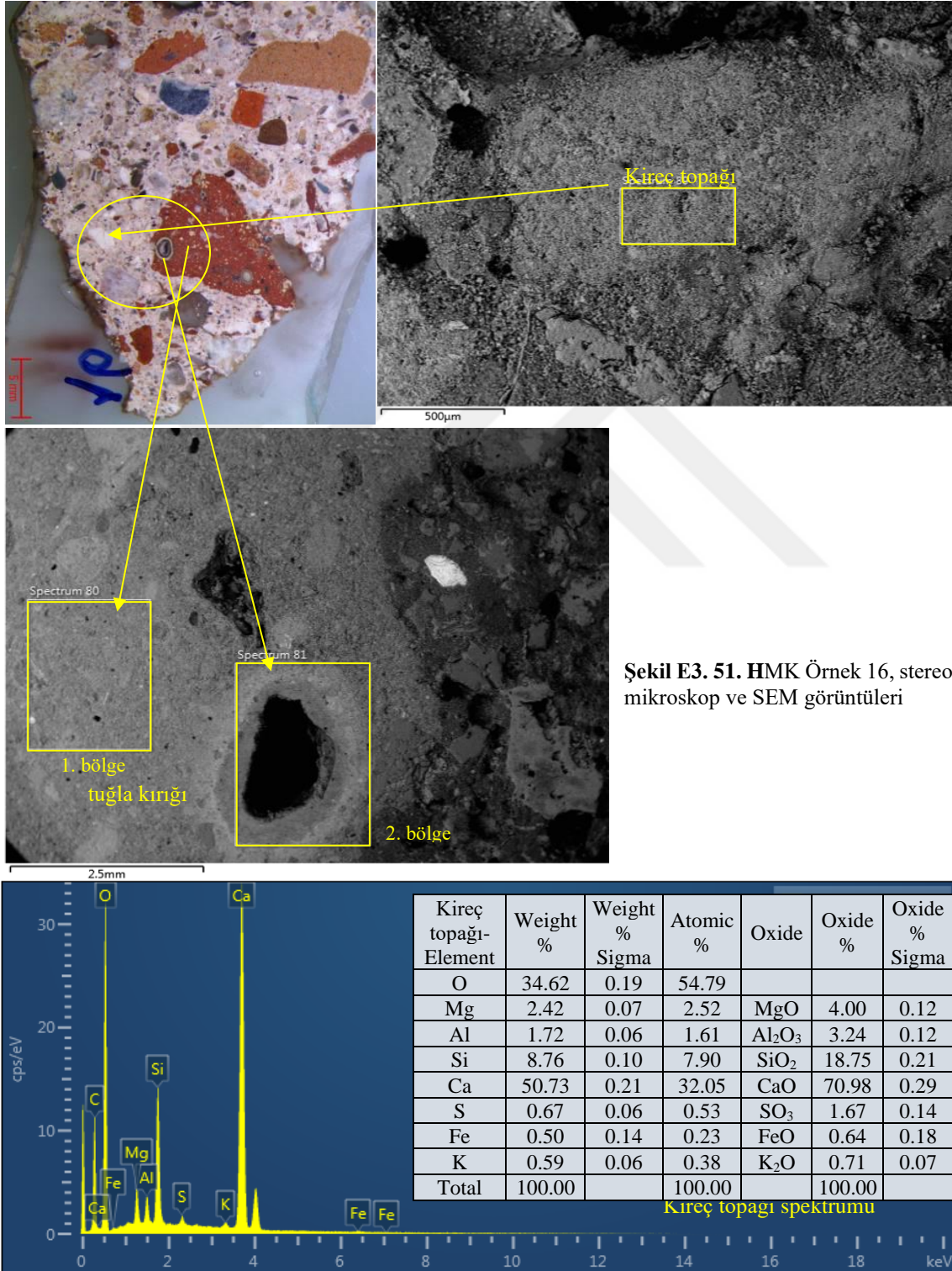


Şekil E3. 50. HMK Örnek 15, 1. ve 2. bölgelerinin stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafiği ve tablosu

Örneğin 1. bölgesinin (bağlayıcı) içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda magnezyum, kükürt,

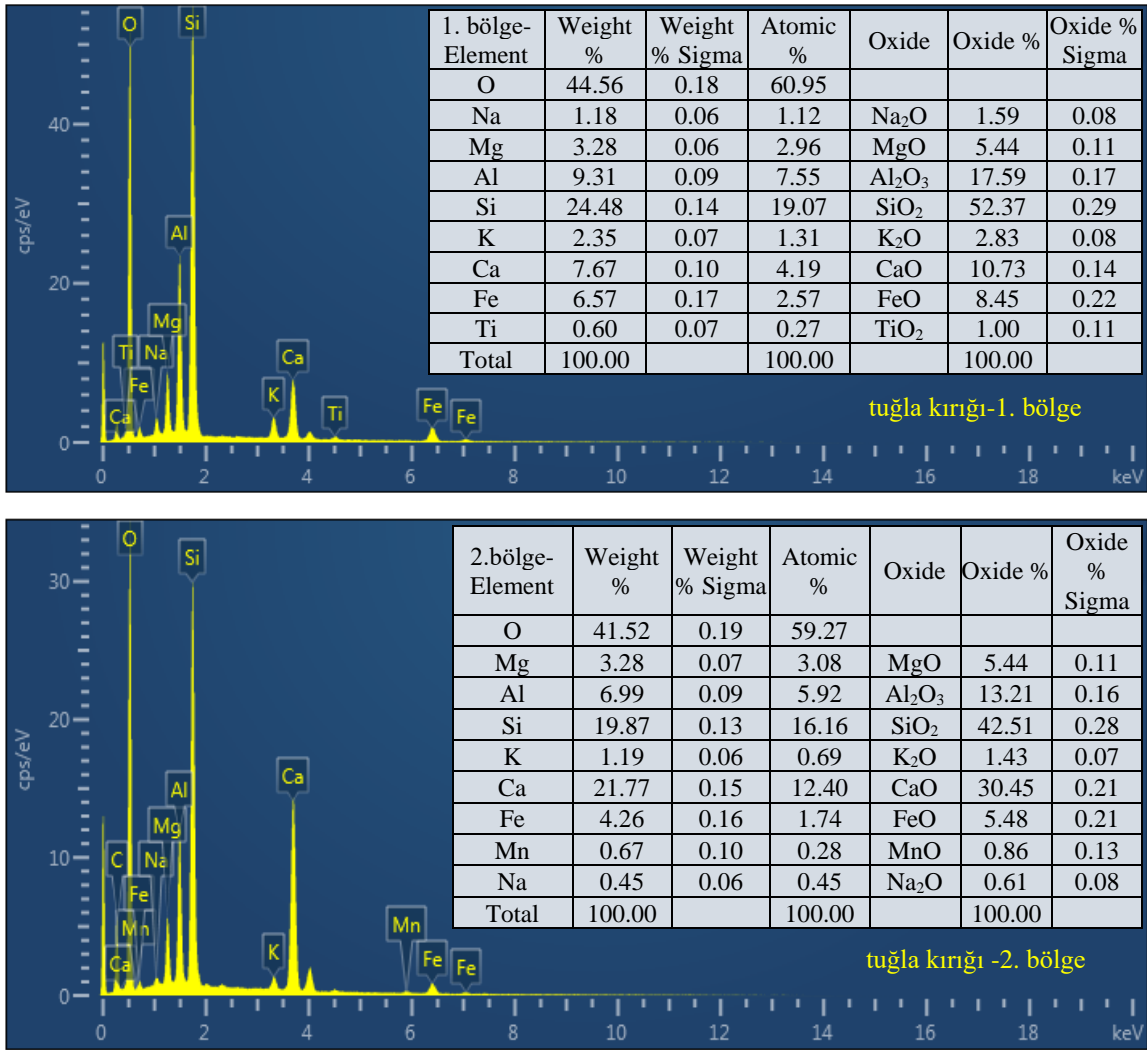
sodyum, demir, fosfor ve potasyum ile klorür tuzu tespit edilmiştir.

Örneğin 2. bölgesinin (keramik kırığı) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir, potasyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda kükürt, lutesyum, sodyum, titanyum ve fosfor tespit edilmiştir. Örnekte tespit edilmiş olan kükürt epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 51. HMK Örnek 16, stereo mikroskop ve SEM görüntüleri

Şekil E3. 52. HMK Örnek 16, kireç topağı EDS grafiği ve tablosu

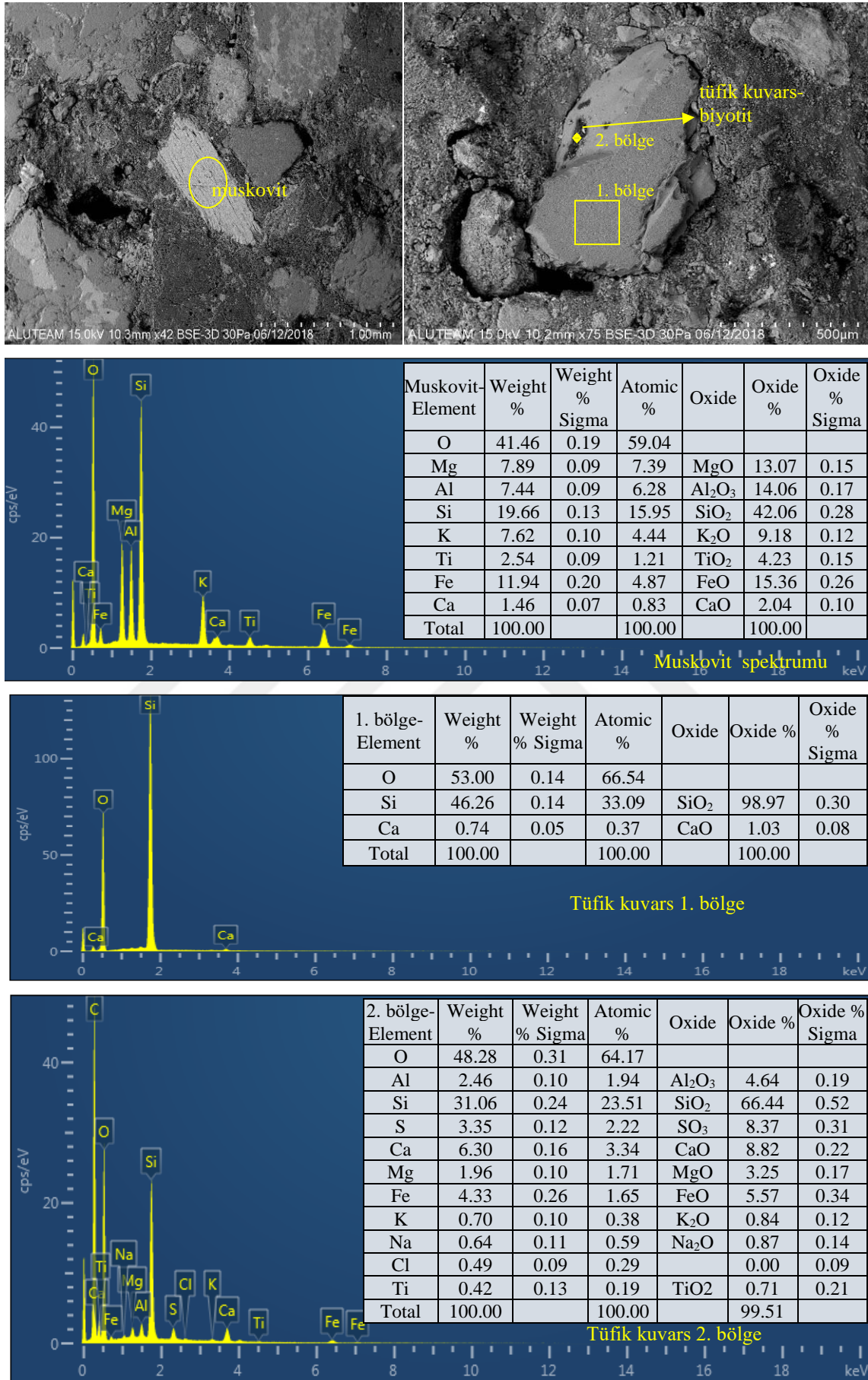


Şekil E3. 53. HMK Örnek 16, tuğla kırığı EDS grafik ve tablosu

Örneğin kireç topağı içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda magnezyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda kükürt, potasyum, sodyum ve demir tespit edilmiştir. Örnekte tespit edilmiş olan kükürt epoksi polimer kaynaklıdır.

Örneğin tuğla agregasının 1. bölgesinin içeriğinde yüksek miktarda silisyum, alüminyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda demir, magnezyum ve potasyum ile çok daha az miktarda sodyum ve titanyum tespit edilmiştir.

Örneğin tuğla agregasının 2. bölgesinin (kalsiyum karbonatlı parçacığın kısmen silikatlaşarak yol açtığı gözenek) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir ve magnezyum ile çok daha az miktarda potasyum, mangan ve sodyum tespit edilmiştir.

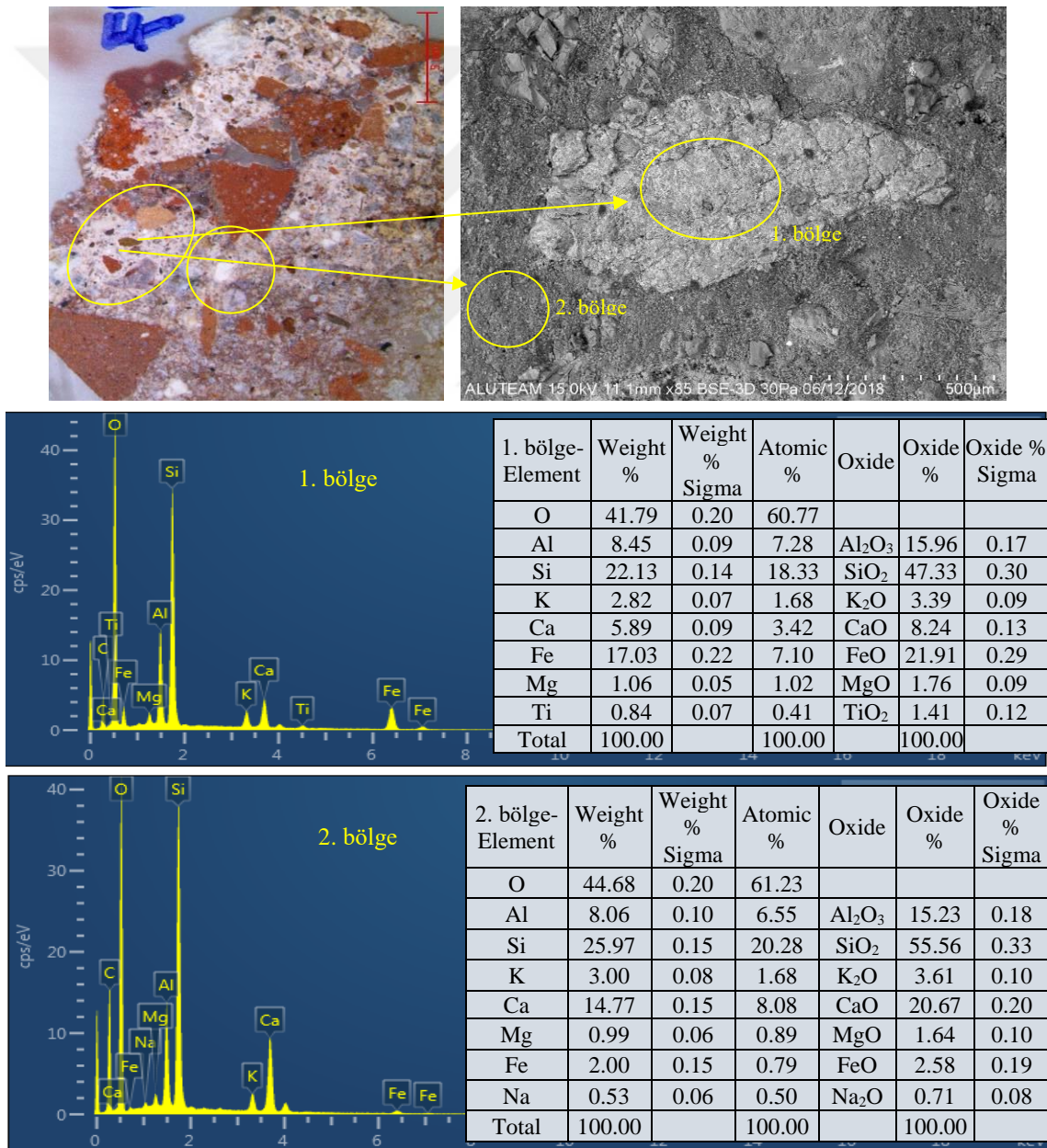


Şekil E3. 54. HMK Örnek 16, agrega SEM görüntüleri ile EDS grafiği ve tablosu

Örneğin agregasının (muskovit) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, demir, alüminyum ve magnezyum elementleri yanında daha az miktarda potasyum, titanyum, kükürt ve kalsiyum tespit edilmiştir.

Örneğin agregasının (tüfik kuvars- 1. bölge) içeriğinde yüksek miktarda silisyum elementi yanında çok daha az miktarda kalsiyum tespit edilmiştir.

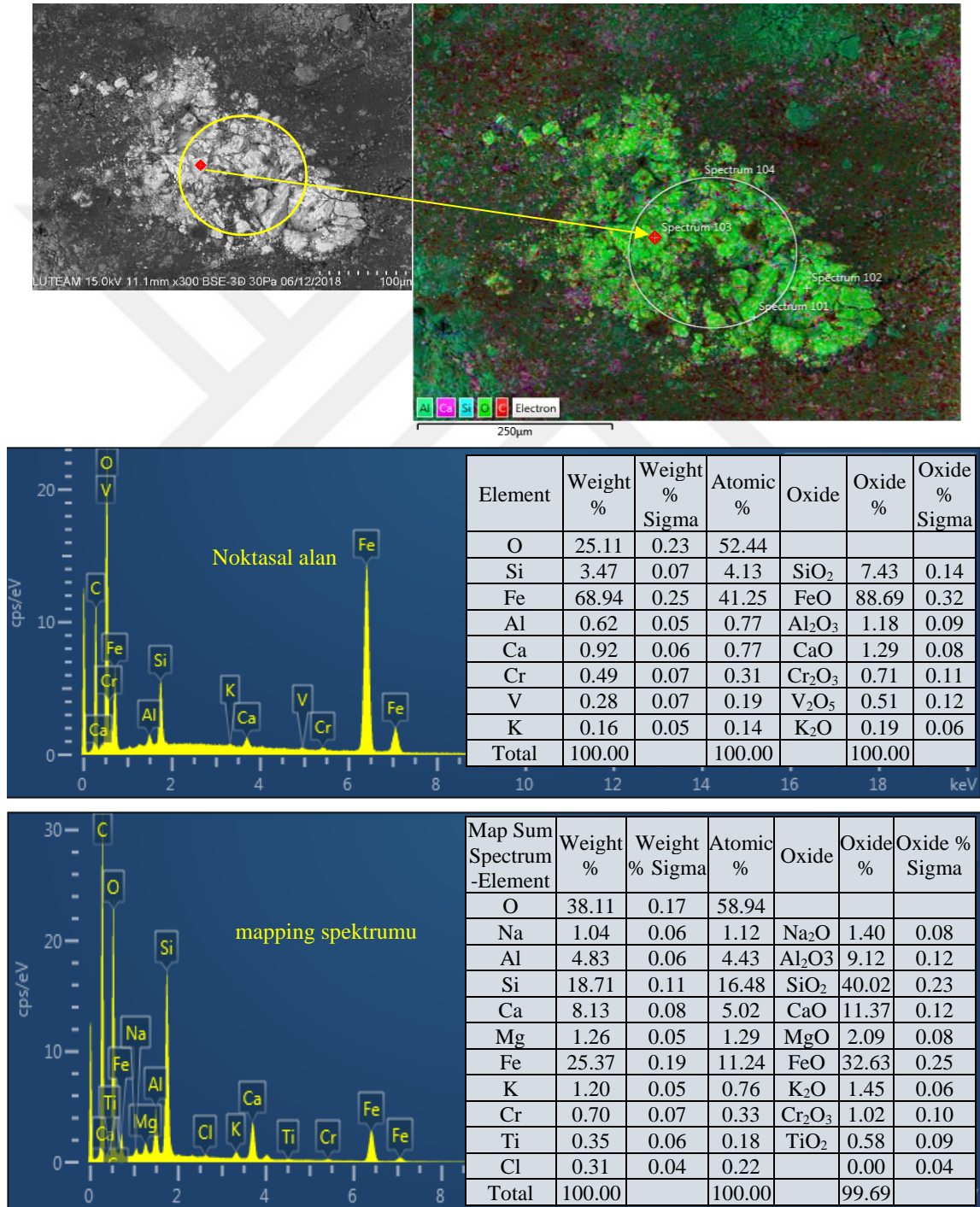
Örneğin tüfik kuvars agregasının içerisindeki biyotit parçacığının (2. bölge) içeriğinde yüksek miktarda silisyum elementi yanında daha az miktarda kalsiyum, kükürt, demir, alüminyum, magnezyum ile çok daha az miktarda sodyum, potasyum ve titanyum ile klorür tuzu tespit edilmiştir. Örnekte tespit edilmiş olan kükürt epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 55. HMK Örnek 17, stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

Örneğin 1. bölgesinin (tuğla kırığı) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, demir ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda kalsiyum ve potasyum ile çok daha az miktarda magnezyum ve titanyum tespit edilmiştir.

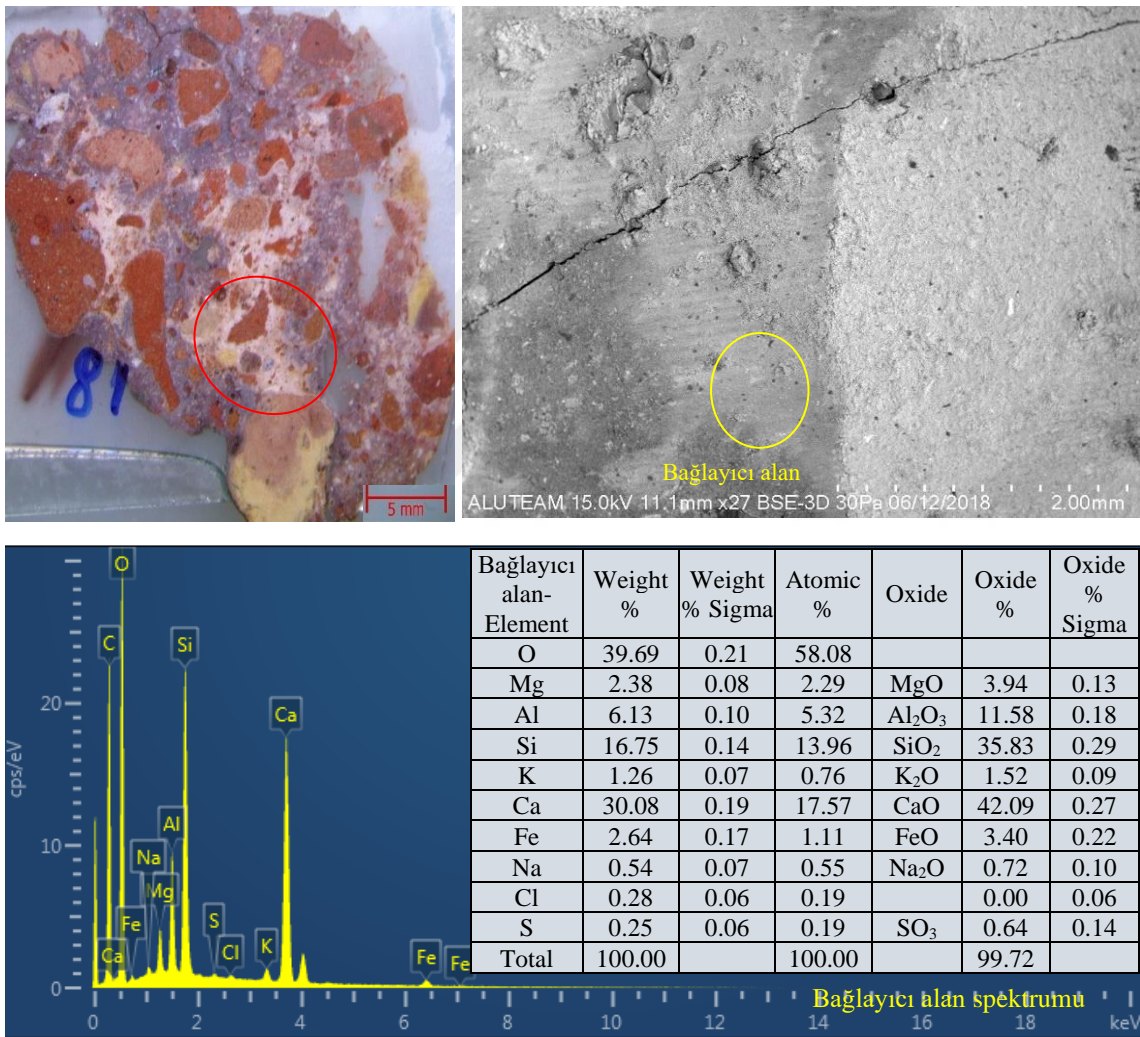
Örneğin 2. bölgesinin (bağlayıcı alan) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda potasyum ve demir ile çok daha az miktarda magnezyum ve sodyum tespit edilmiştir.



Şekil E3. 56. HMK Örnek 17, analizi yapılan noktasal alan ile mapping yapılan alanın SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

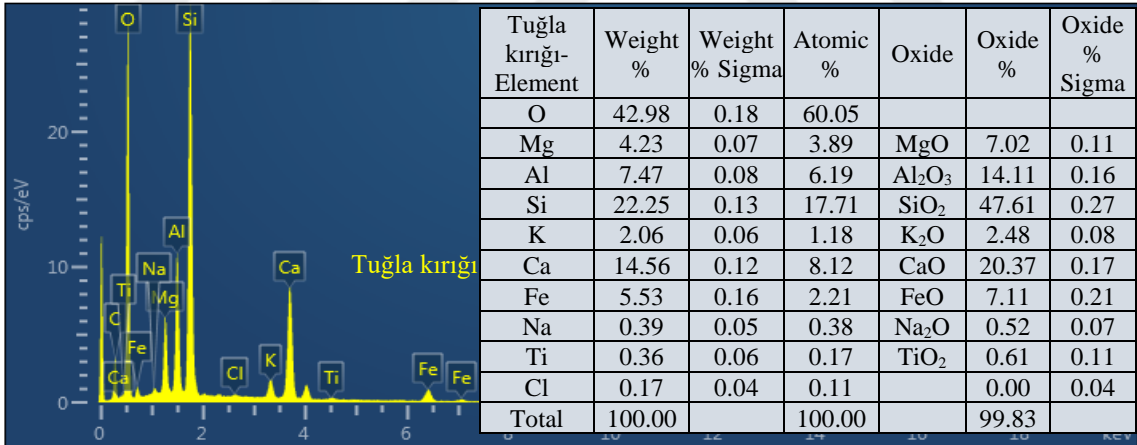
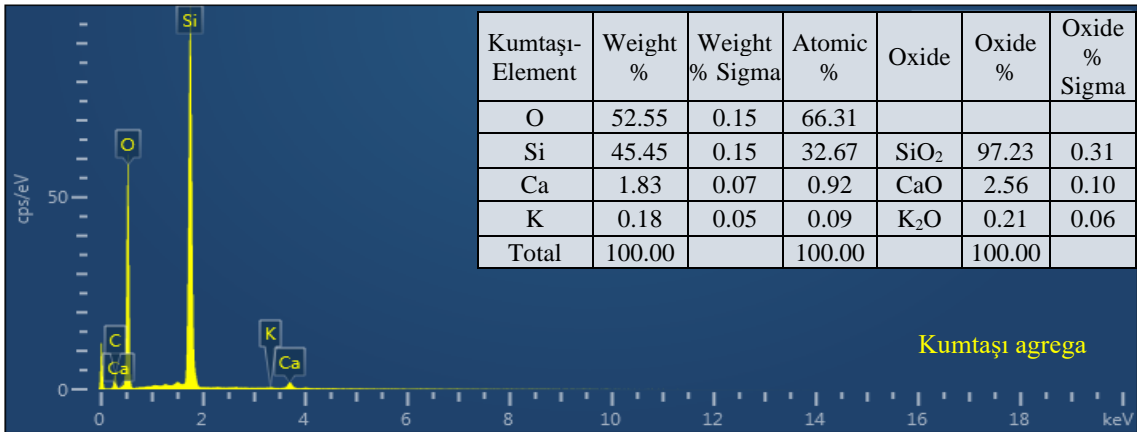
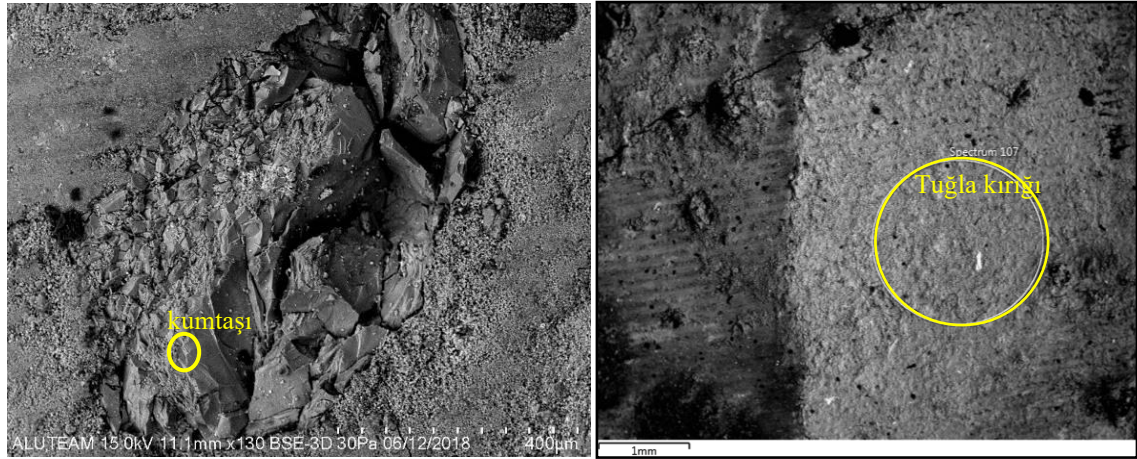
Örneğin dolgu amaçlı kullanılmış olan agregasının (arkoz) analizi yapılmış olan noktasal alanın içeriğinde yüksek miktarda demir elementi yanında daha az miktarda silisyum ile çok daha az miktarda kalsiyum, alüminyum, krom, vanadyum ve potasyum tespit edilmiştir.

Örneğin mapping yapılmış olan alanının içeriğinde ise yüksek miktarda silisyum, demir ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda potasyum, sodyum, krom, titanyum ve eser miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir.



Şekil E3. 57. HMK Örnek 18, stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile bağlayıcı alan EDS grafik ve tablosu

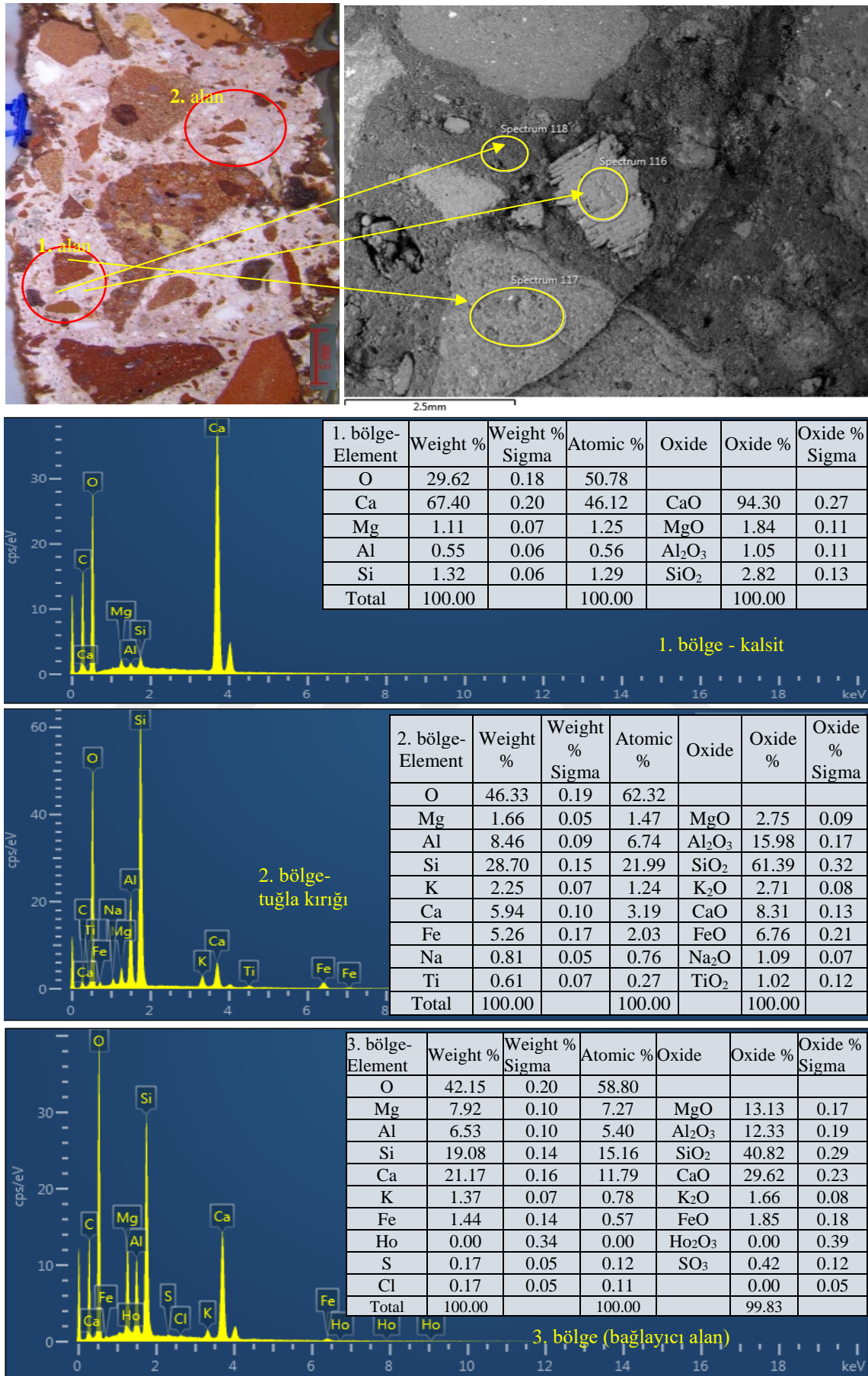
Örneğin bağlayıcı alanının içeriğinde ise yüksek miktarda kalsiyum, silisyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda magnezyum ve demir ile çok daha az miktarda potasyum, sodyum, kükürt ve eser miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir. Örnekte tespit edilmiş olan kükürt epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 58. HMK Örnek 18, analizi yapılan bölgelerin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

Örneğin kumtaşı agregasının içeriğinde ise yüksek miktarda silisyum elementi yanında çok daha az miktarda kalsiyum ile potasyum edilmiştir.

Örneğin tuğla kırığı agregasının içeriğinde ise yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir, magnezyum ve potasyum ile çok daha az miktarda titanyum, sodyum ve eser miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir.

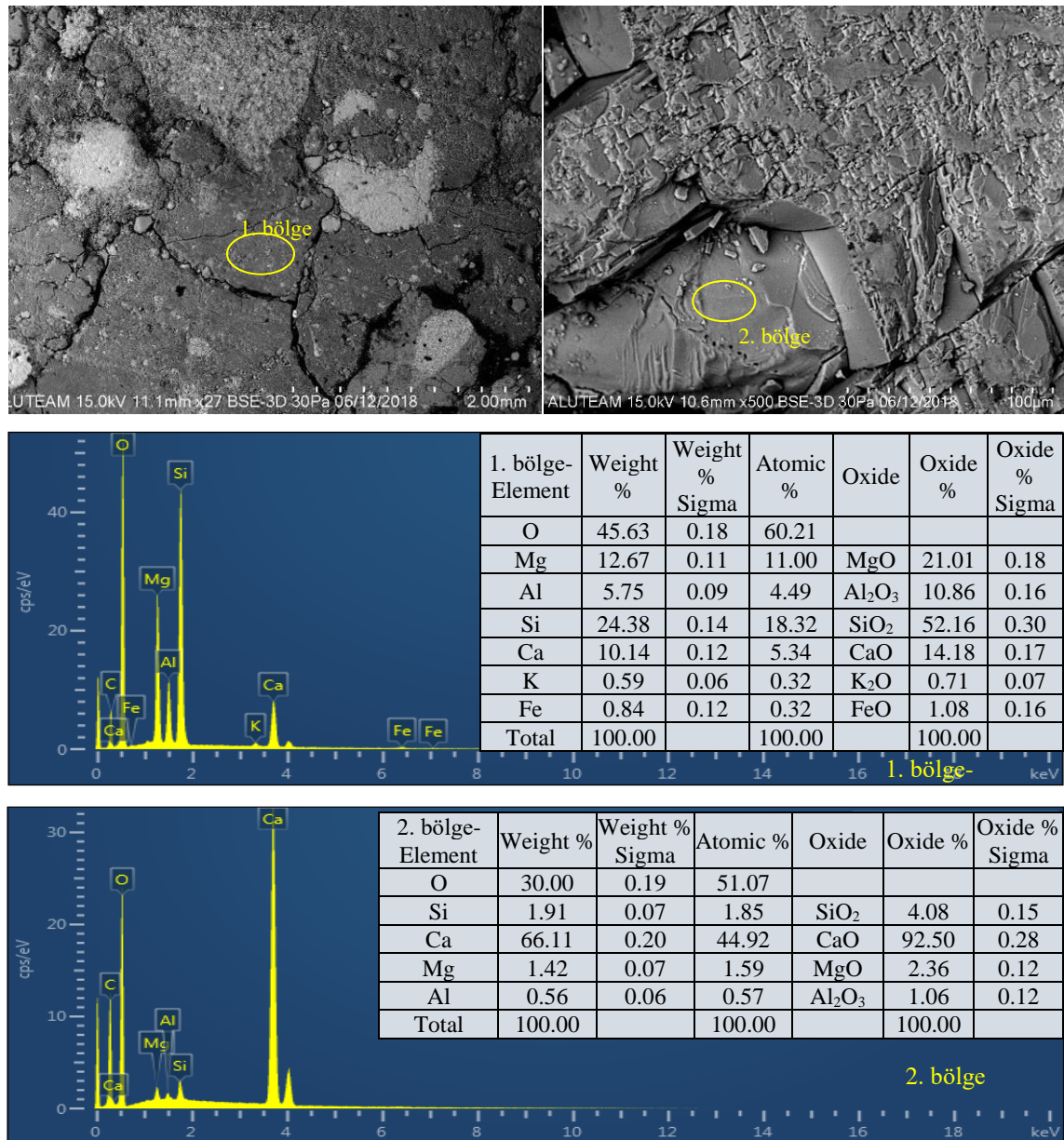


Şekil E3. 59. HMK Örnek 19, stereo mikroskop ve 1 alandan analiz edilen bölgelerin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

Örneğin 1. alan 1. bölgesinin (kalsit) içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum yanında çok daha az miktarda silisyum, magnezyum ve alüminyum elementleri tespit edilmiştir.

Örneğin 1. alan 2. bölgesinin (tuğla kırığı) içeriğinde yüksek miktarda silisyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda kalsiyum, demir, magnezyum ve potasyum ile çok daha az miktarda sodyum ve titanyum tespit edilmiştir.

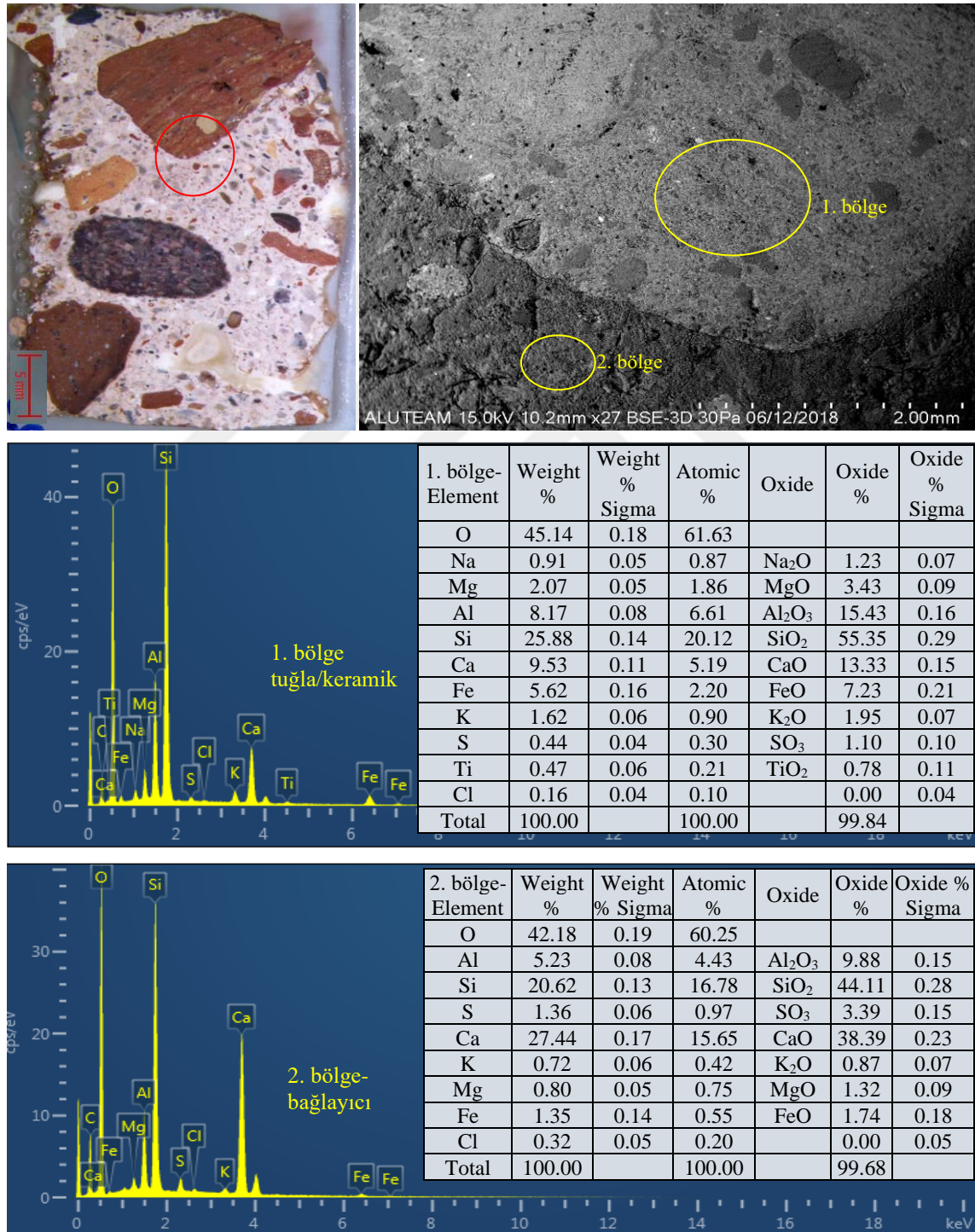
Örneğin 1. alan 3. bölgesinin (bağlayıcı alan) içeriğinde, yüksek miktarda silisyum, kalsiyum, magnezyum ve alüminyum elementleri yanında çok daha az miktarda demir, potasyum, kükürt ve eser miktarda holmiyum tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 60. HMK Örnek 19, 2 alandan analiz edilen bölgelerin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

Örneğin 2. alan 1. bölgesinin (bağlayıcı alan) içeriğinde, yüksek miktarda silisyum, magnezyum, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında çok daha az miktarda demir ve potasyum tespit edilmiştir.

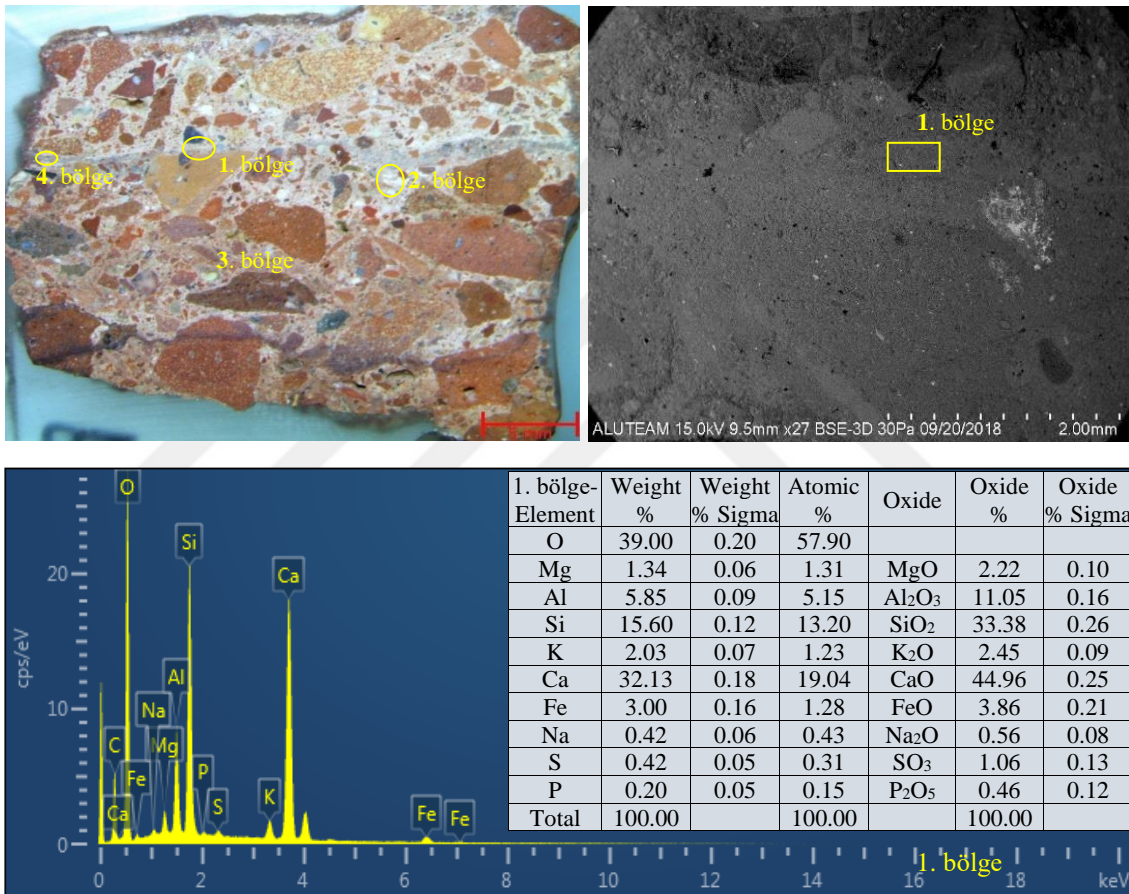
Örneğin 2. alan 2. bölgesinin (kalsit kristali) içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum yanında daha az miktarda silisyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda alüminyum tespit edilmiştir.



Şekil E3. 61. HMK Örnek 20, analiz edilen bölgelerin stereo mikroskop ve SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

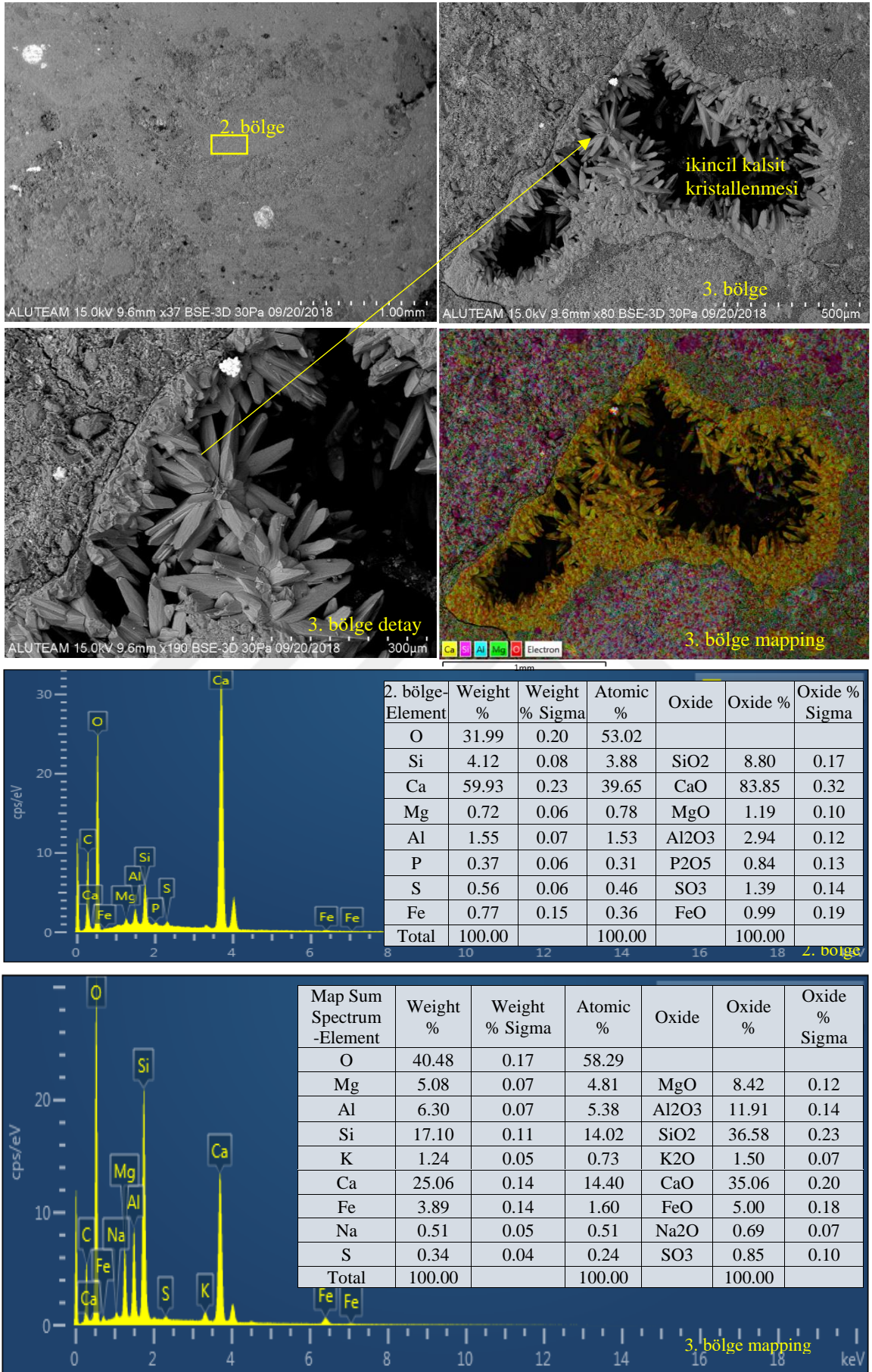
Örneğin 1 bölgesinin (tuğla/keramik) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, alüminyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda demir ve magnezyum ile çok daha az miktarda potasyum, sodyum, kükürt ve titanyum tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.

Örneğin 2. bölgesinin (bağlayıcı alan) içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum yanında daha az miktarda alüminyum ve kükürt ile çok daha az miktarda demir, magnezyum ve potasyum elementleri yanında ve eser miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 62. HMK Örnek 26a, analiz edilen bölgelerin stereo mikroskop görüntüsü ve 1. bölgenin SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

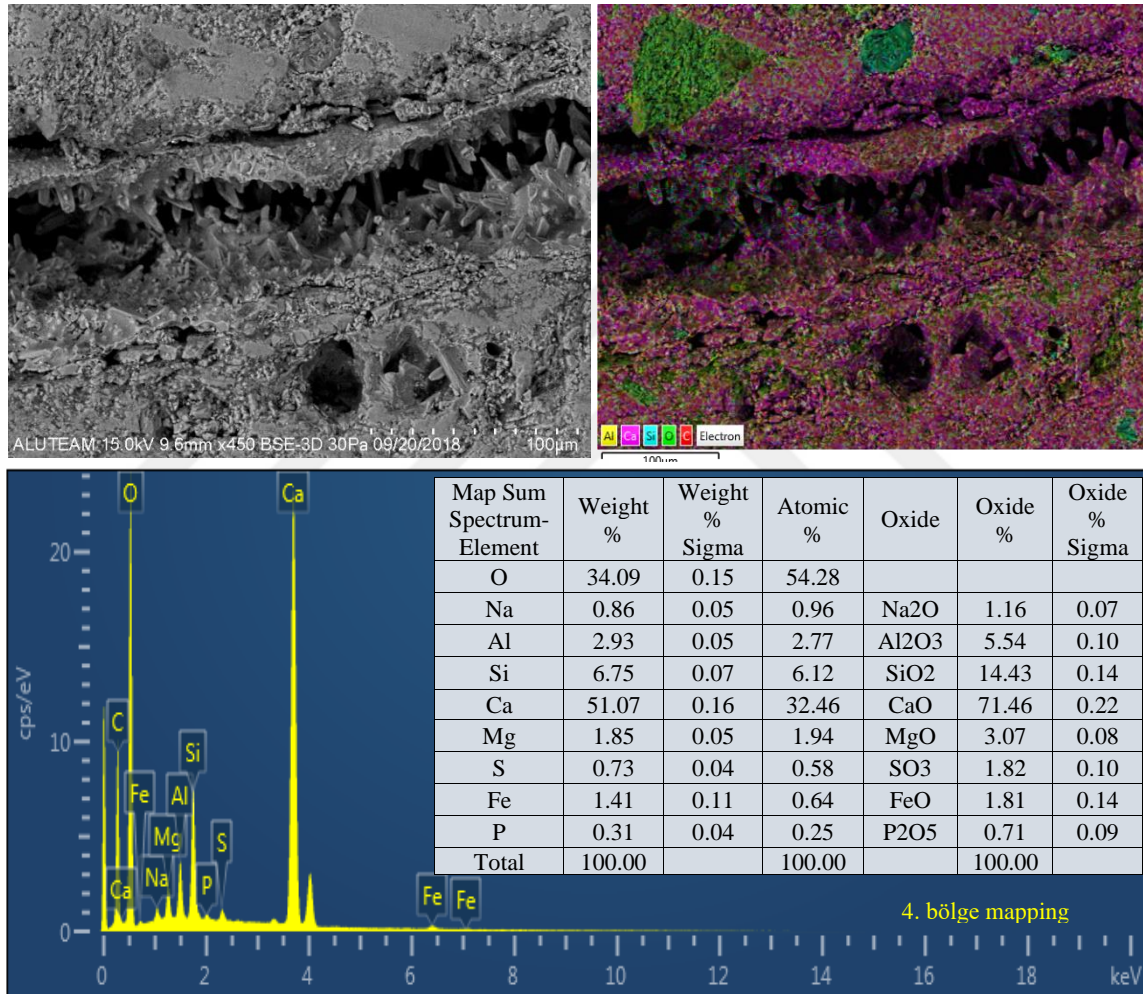
Örneğin 1. bölgesinin (bağlayıcı alan) içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum, silisyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir, potasyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda kükürt, sodyum ve fosfor edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 63. HMK Örnek 26a, 2. ve 3. bölge SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları

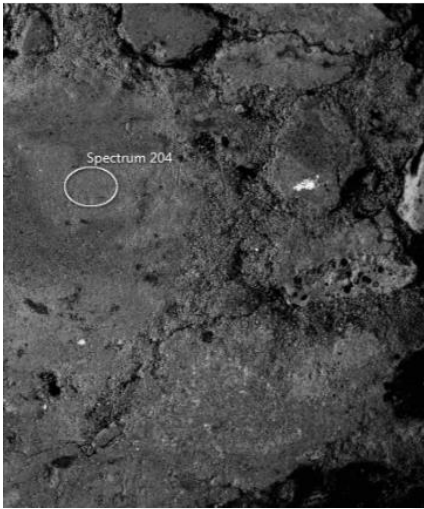
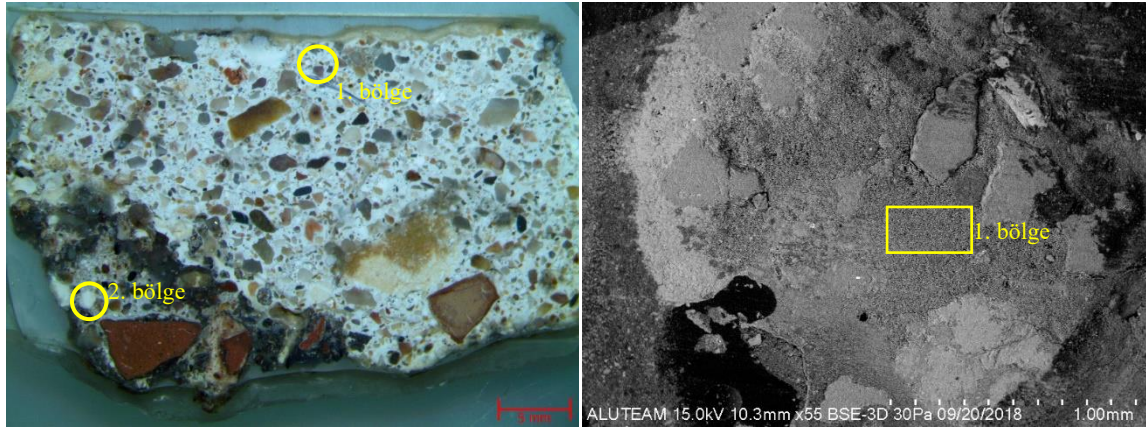
Örneğin 2. bölgesinin (kireç topağı) içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum elementi yanında daha az miktarda silisyum ve alüminyum ile çok daha az miktarda kükürt, magnezyum, demir ve fosfor edilmiştir.

Örneğin mapping yapılan 3. bölgesinin içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum elementi yanında daha az miktarda magnezyum ve demir ile çok daha az miktarda potasyum, kükürt ve sodyum tespit edilmiştir. Örnekte ikincil kalsit kristallenmesi olduğu görülmektedir. İçerikteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.

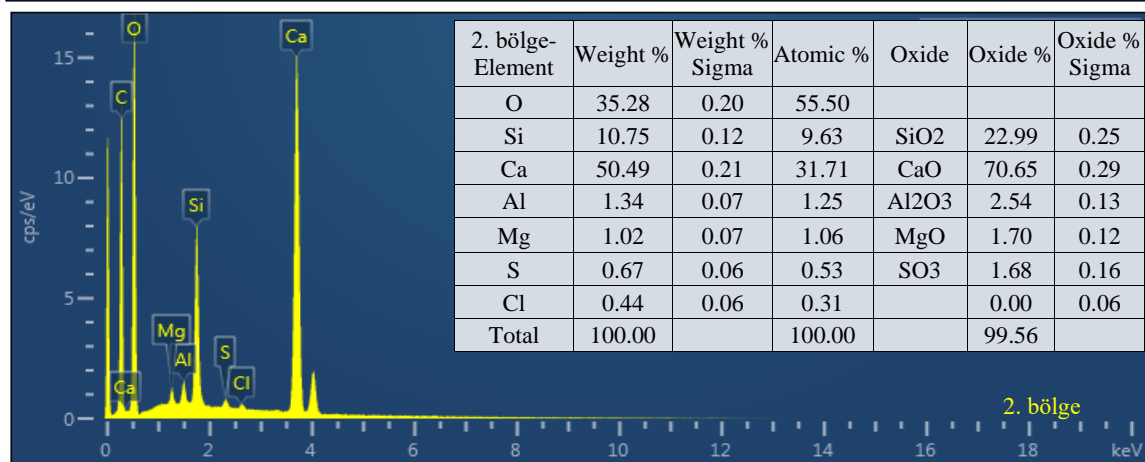
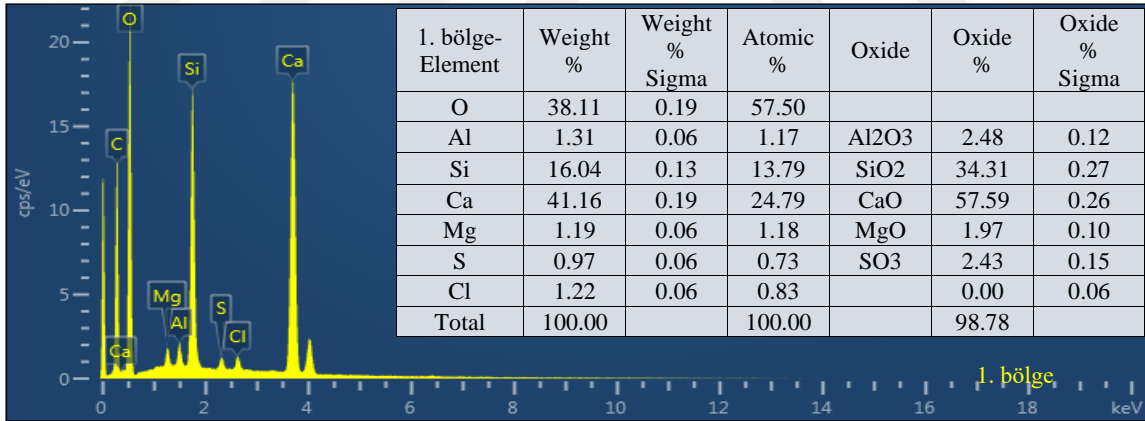


Şekil E3. 64. HMK Örnek 26a, 4. bölge SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tablosu

Örneğin mapping yapılan 4. bölgesinin içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ve magnezyum ile çok daha az miktarda kükürt, demir, sodyum ve fosfor tespit edilmiştir. Örnekte oluşan çatlakın zaman içerisinde gelişen ikincil kalsit kristalleri ile kapanmakta olduğu görülmektedir. Örnekteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.



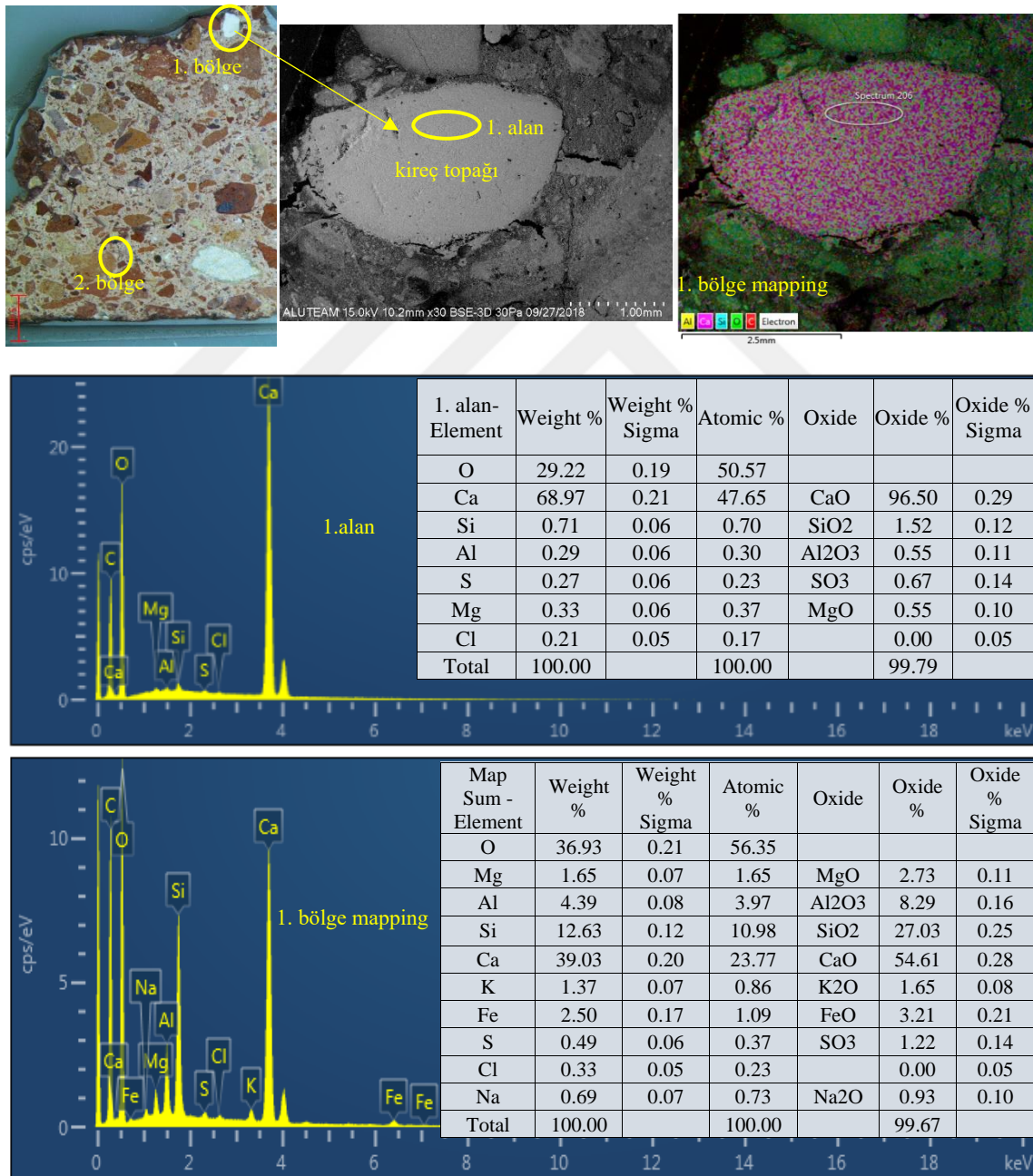
Şekil E3. 65. CMK Örnek 5 stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin (1. bölge 5a tabakası; 2. bölge 5b tabakası) SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları



Örneğin kireç topağı bulunan 1. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında çok daha az miktarda alüminyum, kükürt ve magnezyum tespit edilmiştir.

Örneğin kireç topağı bulunan 2. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında çok daha az miktarda alüminyum, magnezyum ve kükürt tespit edilmiştir.

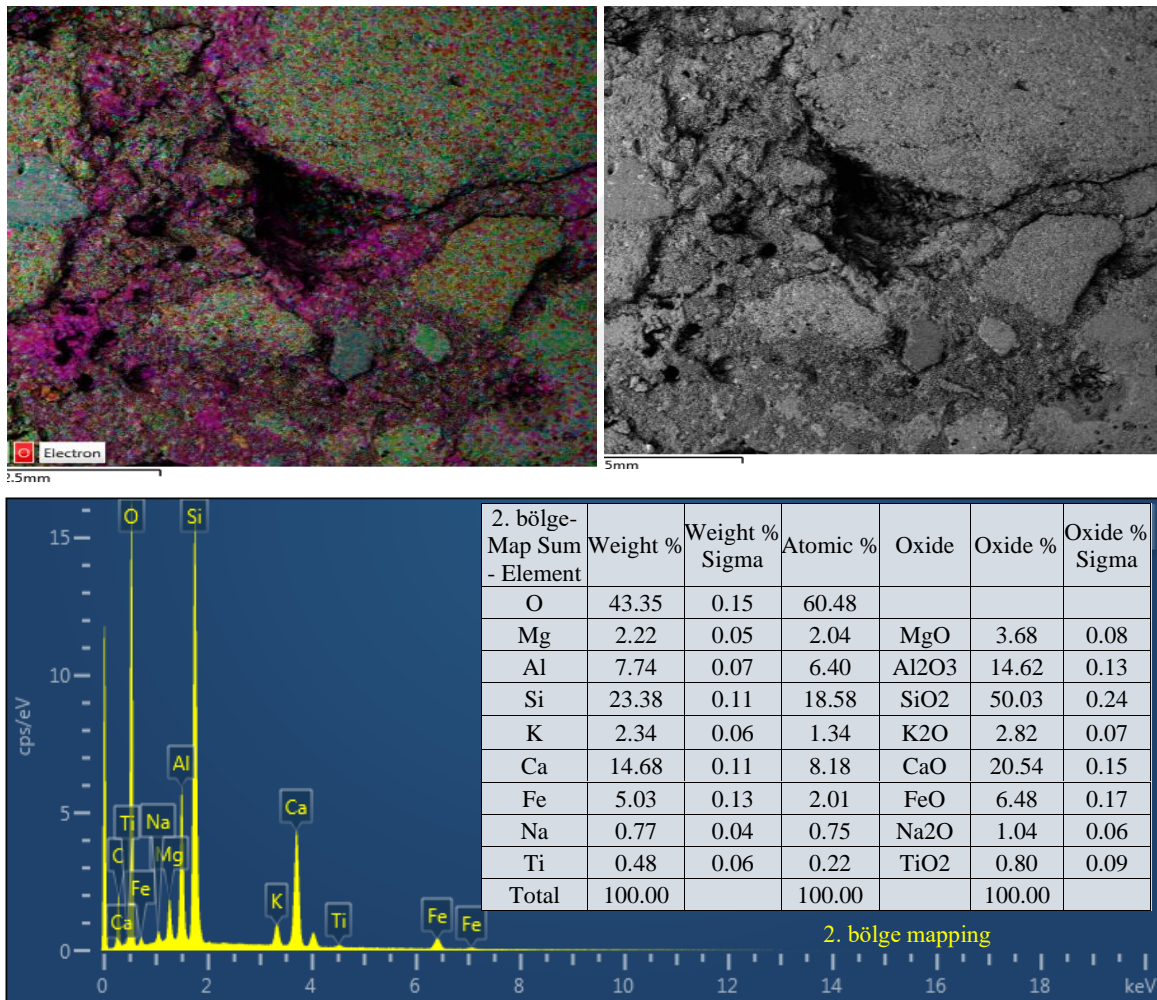
Benzer içeriğe sahip örneğin tabakaları eş zamanlı üretilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır. Örnekte çok az miktarda klorür tuzu bulunmaktadır.



Şekil E3. 66. CMK Örnek 6 stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları

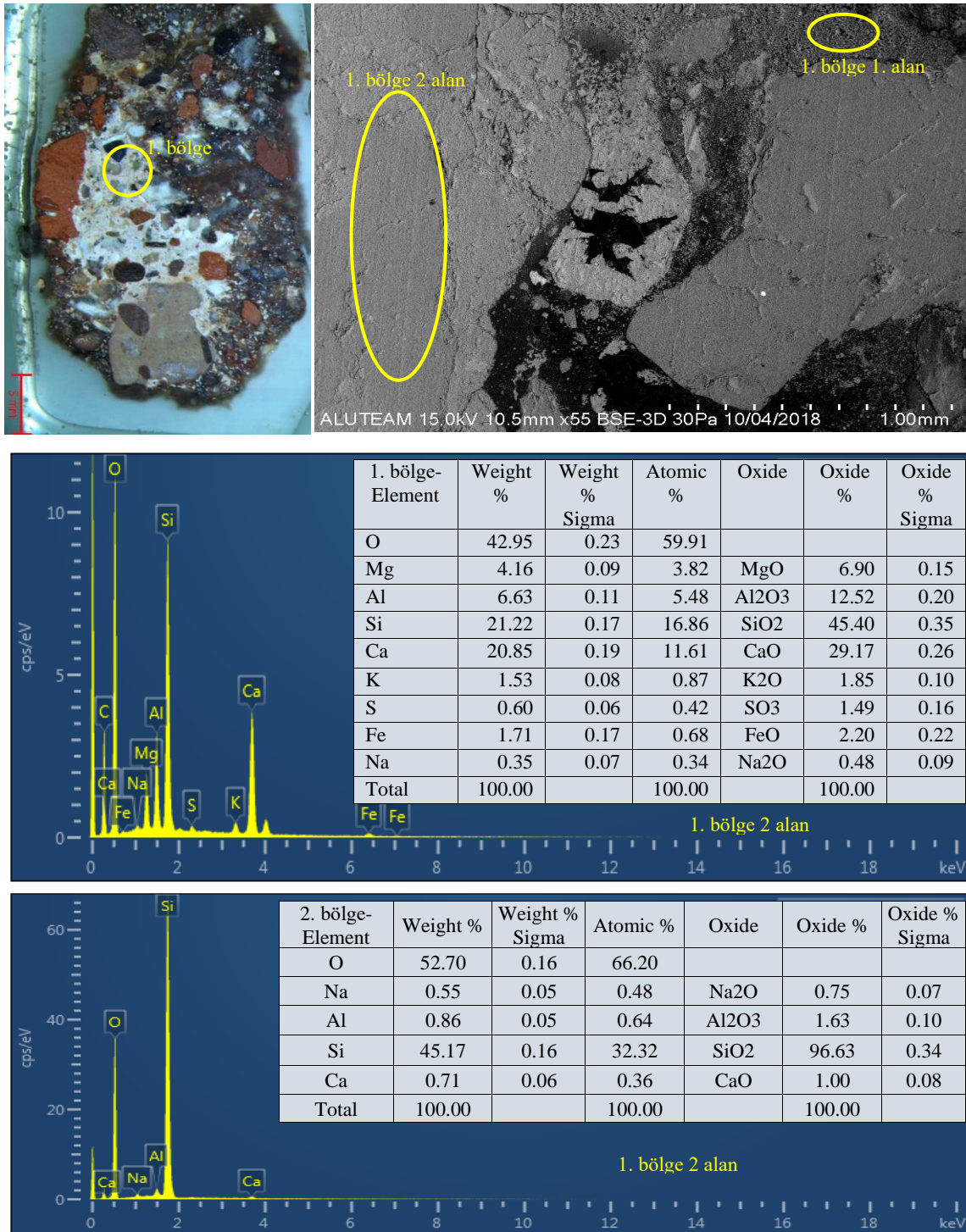
Örneğin 1. bölgesindeki kireç topağının (1. alan) içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum yanında çok daha az miktarda silisyum, kükürt, magnezyum ve alüminyum elementleri ile kayda değmeyecek miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir. Örnekteki kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır. Örneğin bağlayıcısı az miktarda kil içeren kireçtaşından üretilmiş hava kirecidir (kaymak kireç).

Örneğin mapping yapılan 1. bölgesinin içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum, demir ve magnezyum ile çok daha az miktarda potasyum, kükürt ve sodyum ile kayda değmeyecek miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir.



Şekil E3. 67. CMK Örnek 6, 2. bölge SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları

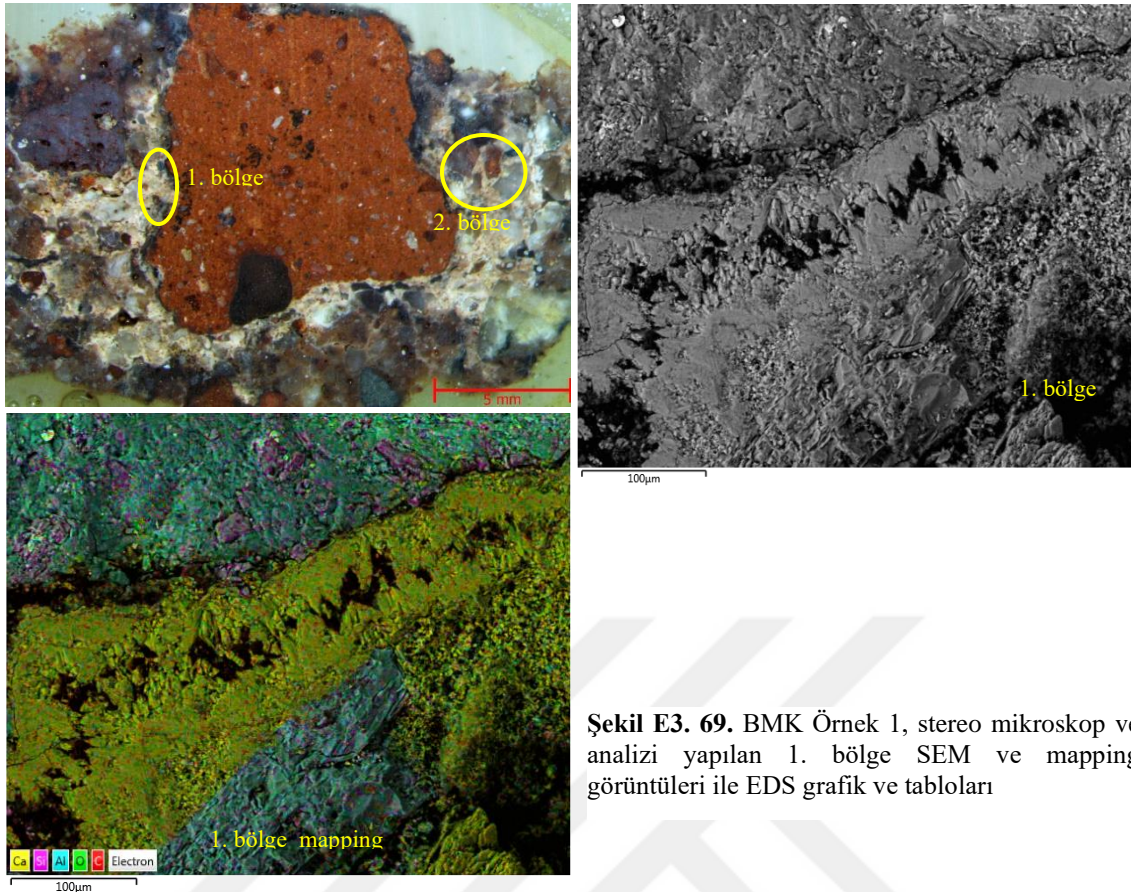
Örneğin mapping yapılan 2. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir, magnezyum, potasyum ile çok daha az miktarda sodyum ve titanyum tespit edilmiştir.



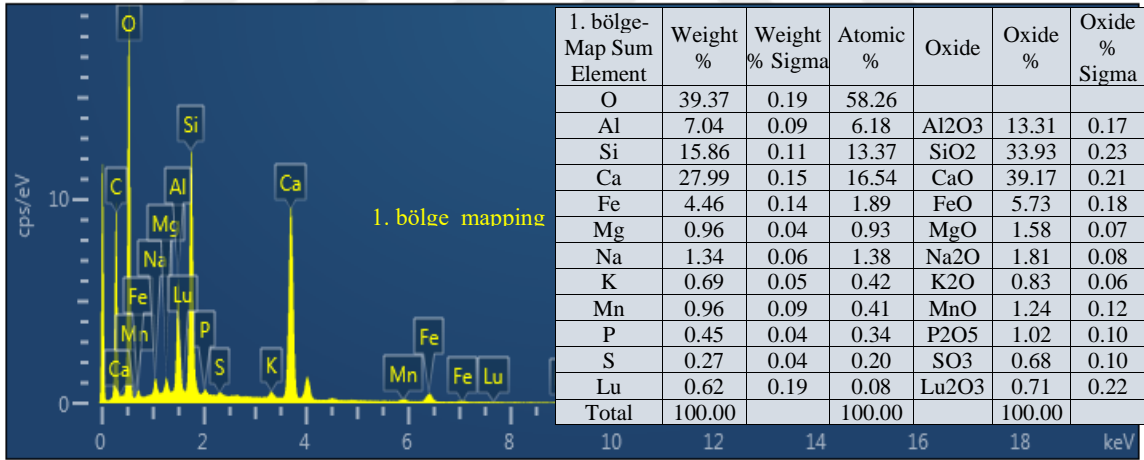
Şekil E3. 68. CMK Örnek 12 stereo mikroskop ve analizi yapılan alanların SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları

Örneğin 1. alanının içeriğinde, yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum yanında daha az miktarda magnezyum ve demir ile çok daha az miktarda potasyum, kükürt ve sodyum elementleri tespit edilmiştir.

Örneğin 2. alanının içeriğinde, yüksek miktarda silisyum elementi yanında çok daha az miktarda alüminyum, kalsiyum ve sodyum tespit edilmiştir.

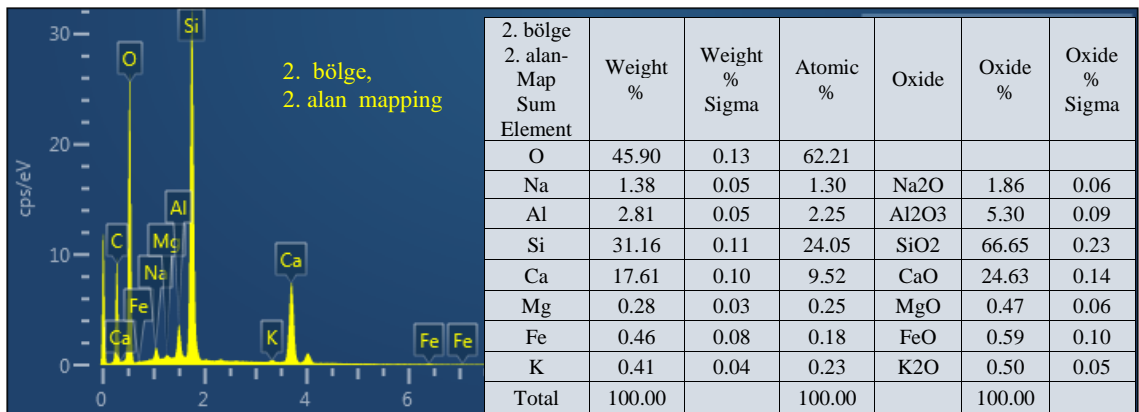
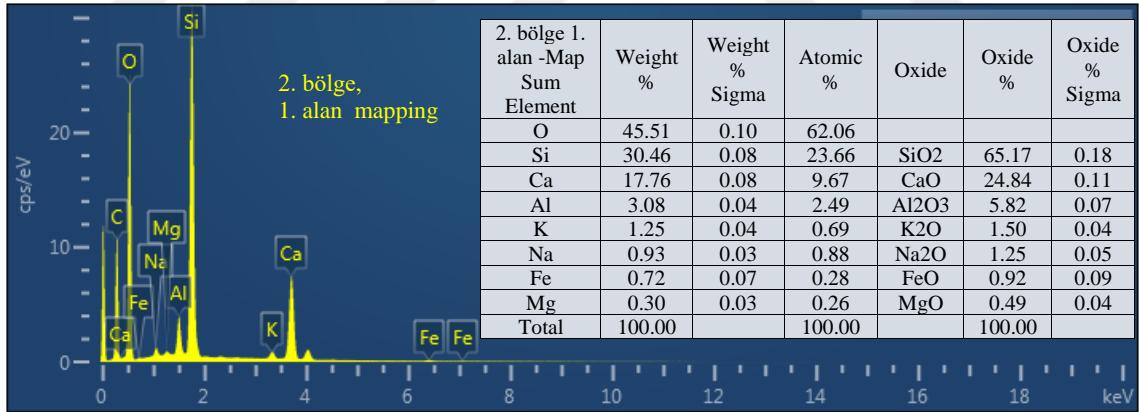
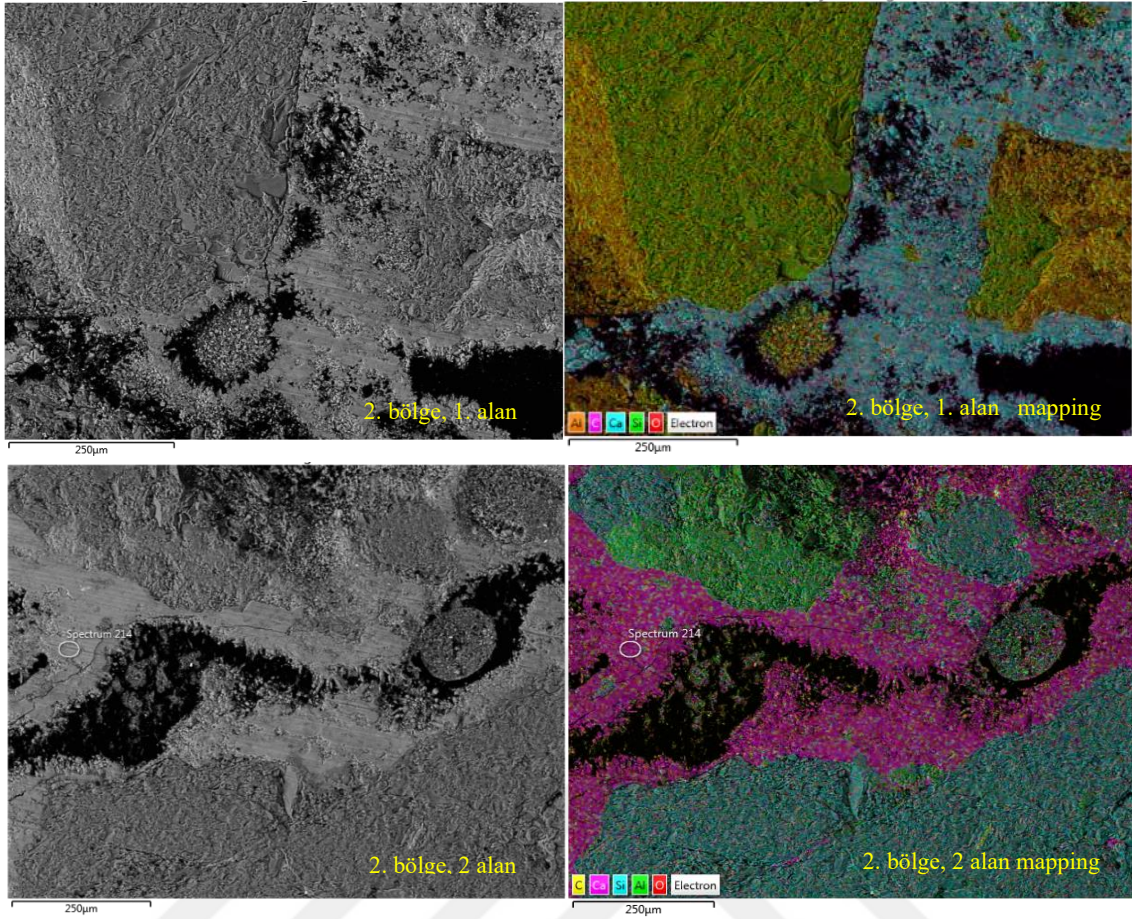


Şekil E3. 69. BMK Örnek 1, stereo mikroskop ve analizi yapılan 1. bölge SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları



Örneğin mapping yapılan 1. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum, silisyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir ile çok daha az miktarda sodyum, magnezyum, mangan, fosfor, potasyum lutesyum ve kükürt tespit edilmiştir.

Örnek dokusunda, mikro çatlaklar arasında ikincil kalsit kristallerinin karşılıklı olarak geliştiği gözlenmektedir. Bu çatlakların karşılıklı gelişen kalsit kristalleri tarafından zamanla onarıldığı, malzemenin kendini iyileştirdiği anlaşılmaktadır.

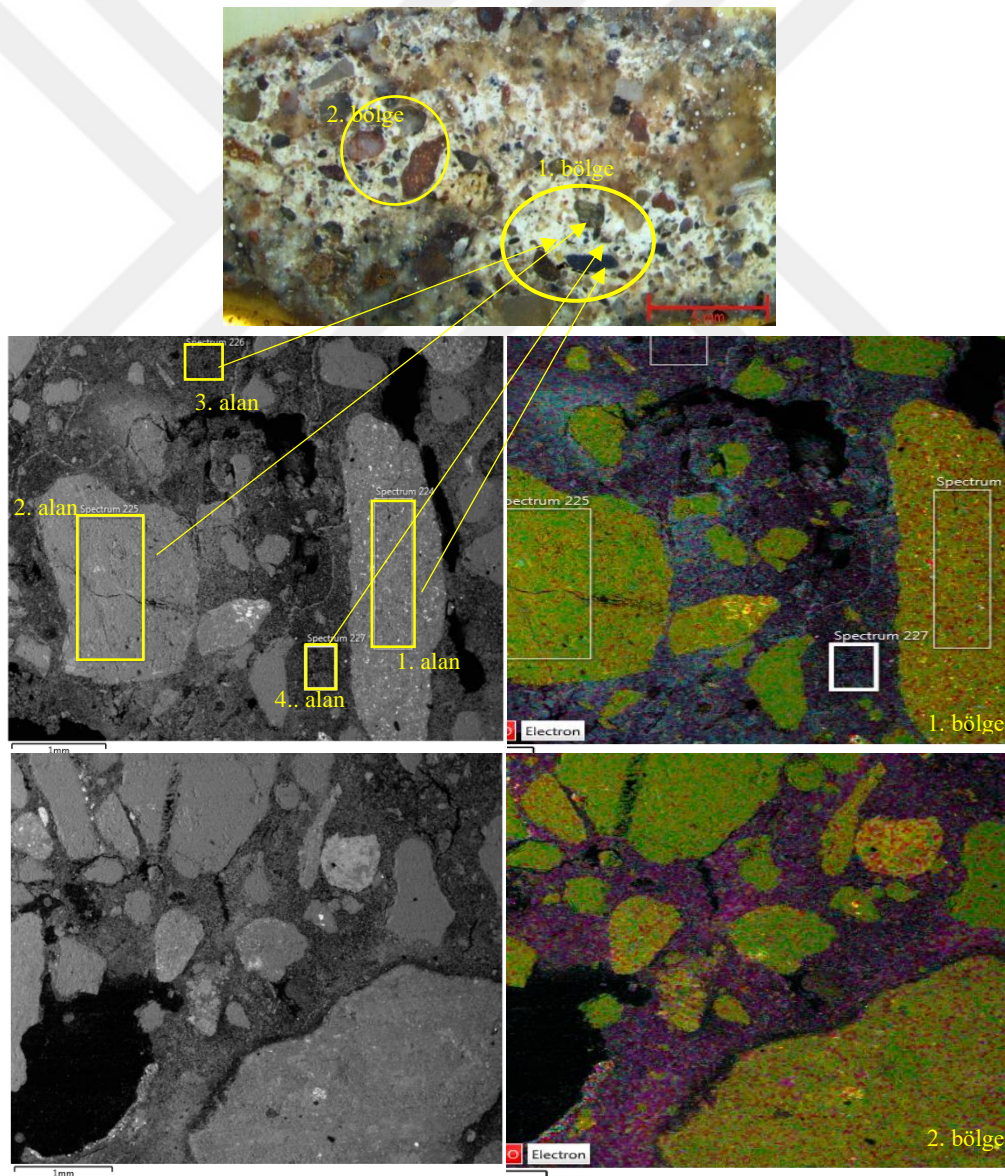


Şekil E3. 70. BMK Örnek 1, analizi yapılan 2. bölgedeki 1. ve 2. alanların SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları

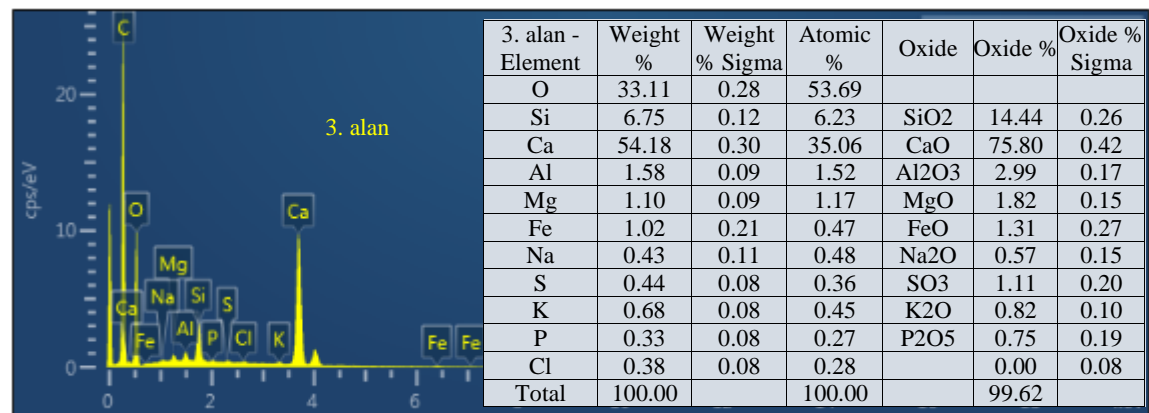
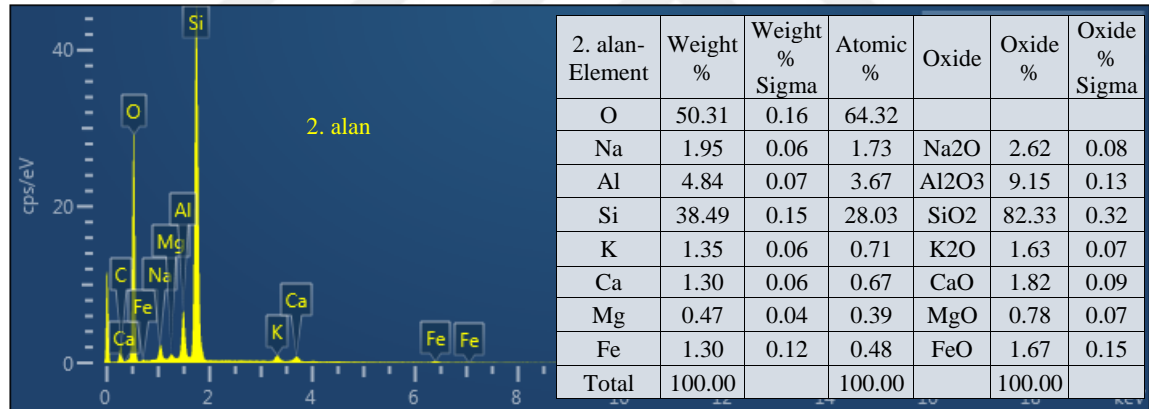
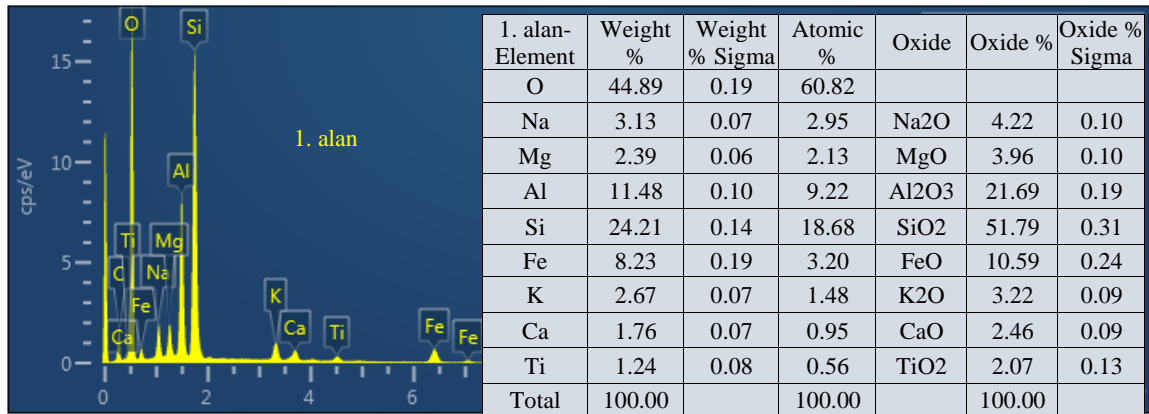
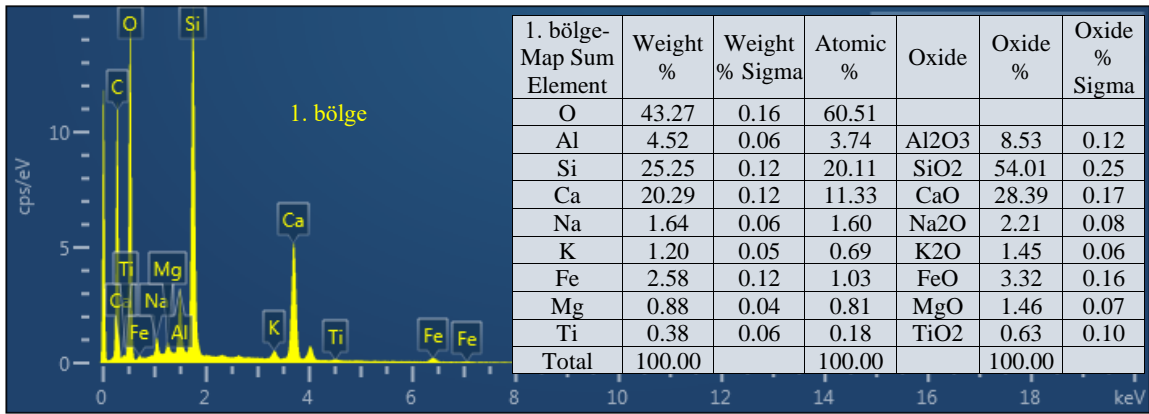
Örneğin 2. bölgesindeki 1. alanın içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda potasyum, sodyum ve magnezyum tespit edilmiştir.

Örneğin 2. bölgesindeki 2. alanın içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda sodyum, demir, potasyum ve magnezyum tespit edilmiştir.

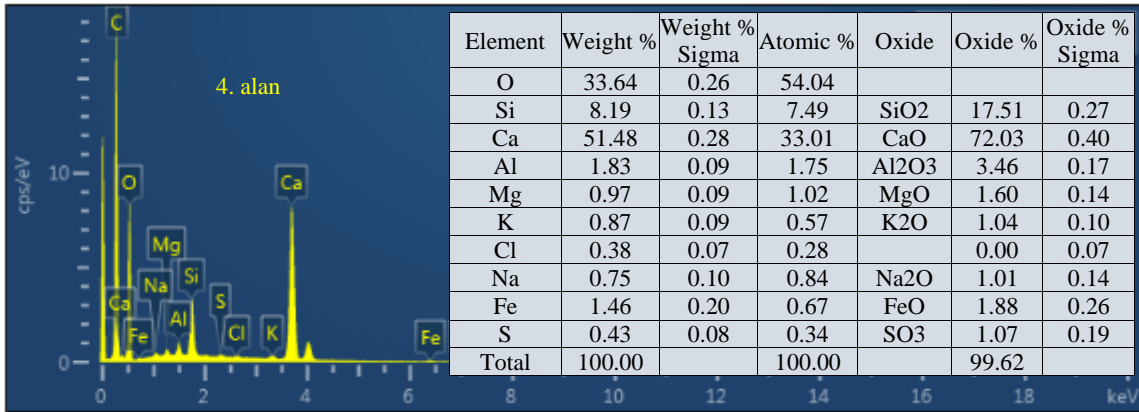
Örnek dokusunda, mikro çatlaklar arasında ikincil kalsit kristallerinin karşılıklı olarak geliştiği gözlenmektedir. Örneğin agregaları ile bağlayıcı ara yüzeyinde, ara faz niteliğinde hidrolik reaksiyon ürünleri oluştuğu görülmektedir. Bu sonuç, örneğin agregalarının puzzolanik özellikte olduğunu ve harca hidrolik özellik kazandırdığını göstermektedir.



Şekil E3. 71. BMK Örnek 7, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin ve içerisindeki alanların alanın SEM ve mapping görüntüleri



Şekil E3. 72. BMK Örnek 7, analizi yapılan 1. bölge mapping ile içerisindeki 1, 2 ve 3. alanların EDS grafik ve tabloları



Şekil E3. 73. BMK Örnek 7, analizi yapılan 1. bölge içerisindeki 4. alanın EDS grafik ve tablosu

Örneğin mapping yapılan 1. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum, demir ve sodyum ile çok daha az miktarda magnezyum, potasyum ve titanyum elementleri tespit edilmiştir.

Örneğin 1. bölgesindeki 1. alanın içeriğinde, yüksek miktarda silisyum, alüminyum ve demir elementleri yanında daha az miktarda sodyum, magnezyum, potasyum, kalsiyum ve titanyum tespit edilmiştir.

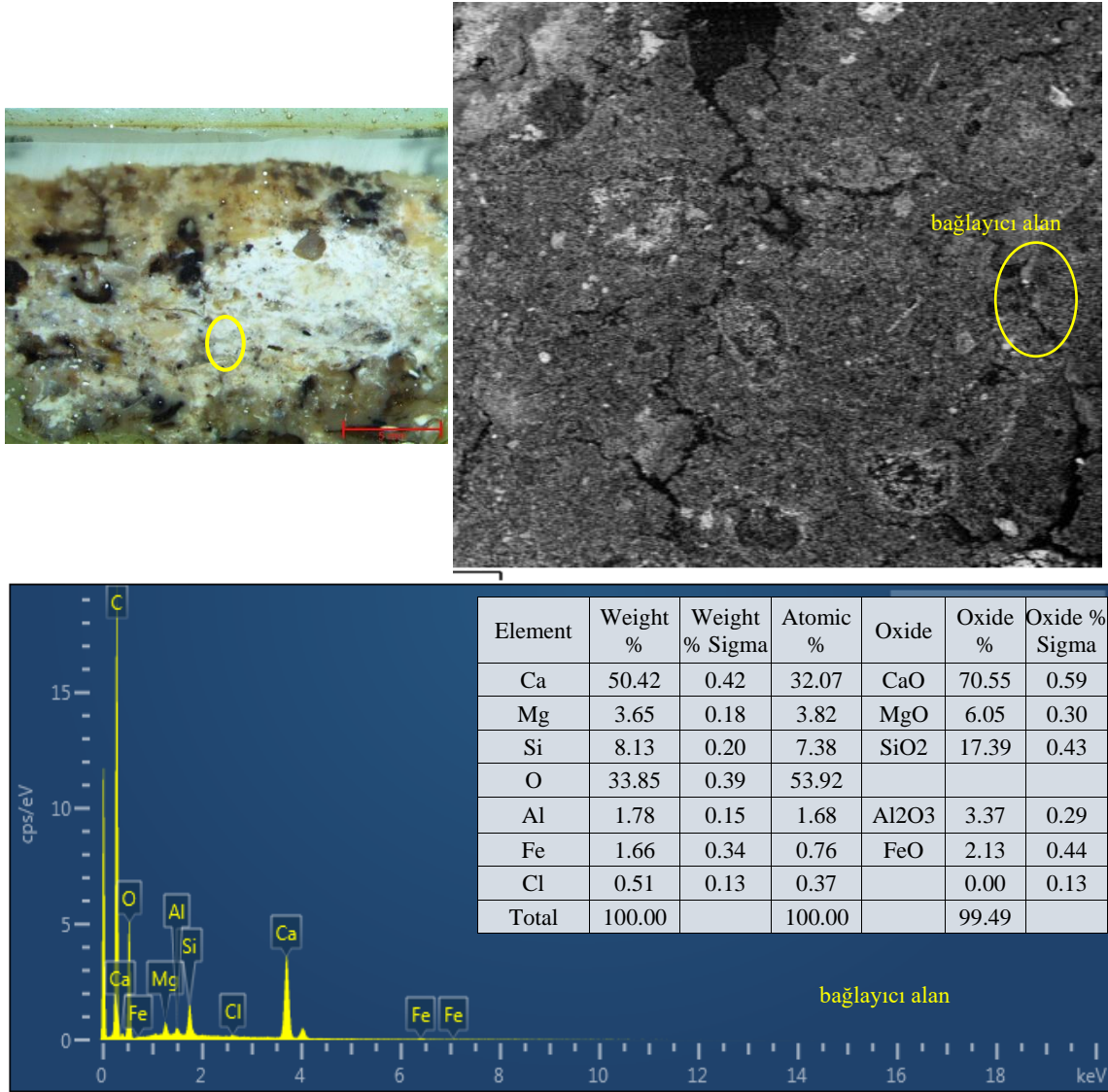
Örneğin 1. bölgesindeki 2. alanın içeriğinde, yüksek miktarda silisyum yanında daha az miktarda alüminyum ve sodyum ile çok daha az miktarda kalsiyum, demir, potasyum ve magnezyum elementleri tespit edilmiştir.

Örneğin 1. bölgesindeki 3. alanın içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda magnezyum, demir, kükürt, potasyum, fosfor ve sodyum tespit edilmiştir. İçerikte kayda değmeyecek oranda klorür tuzu bulunmaktadır.

Örneğin 1. bölgesindeki 4. alanın içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda demir, magnezyum, kükürt ve sodyum tespit edilmiştir. İçerikte kayda değmeyecek oranda klorür tuzu bulunmaktadır.

Örneğin mapping yapılan 2. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum ve demir ile çok daha az miktarda magnezyum, potasyum ve sodyum tespit edilmiştir.

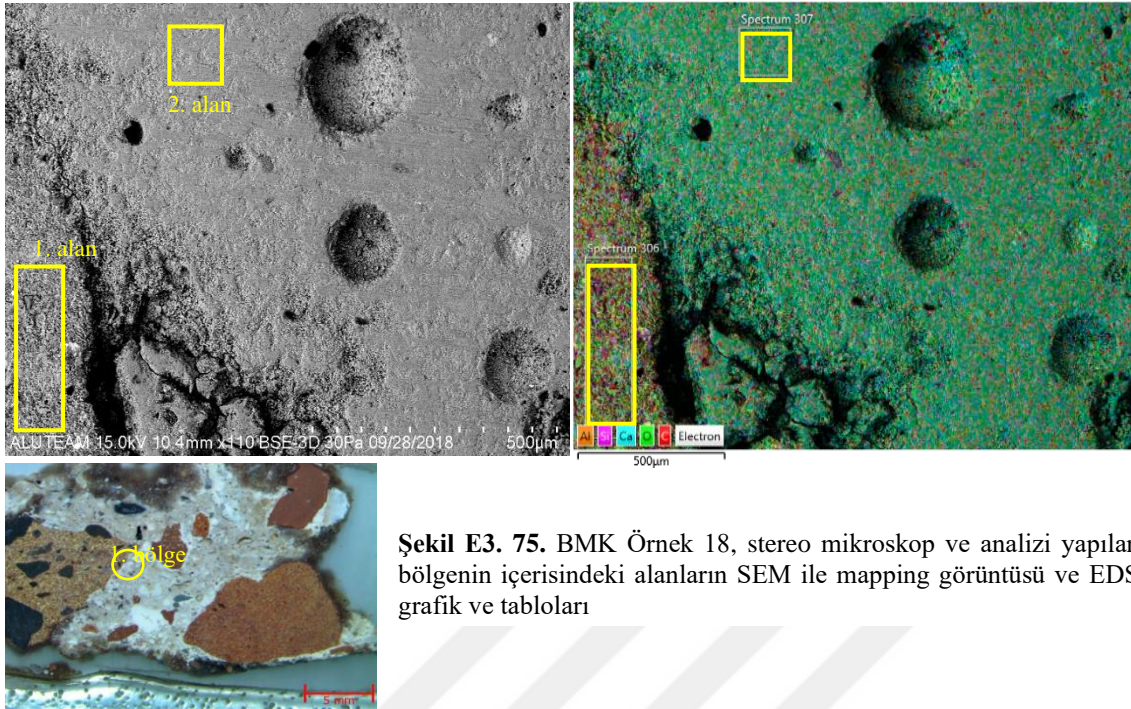
Örneğin bazı alanlarında tespit edilen kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.



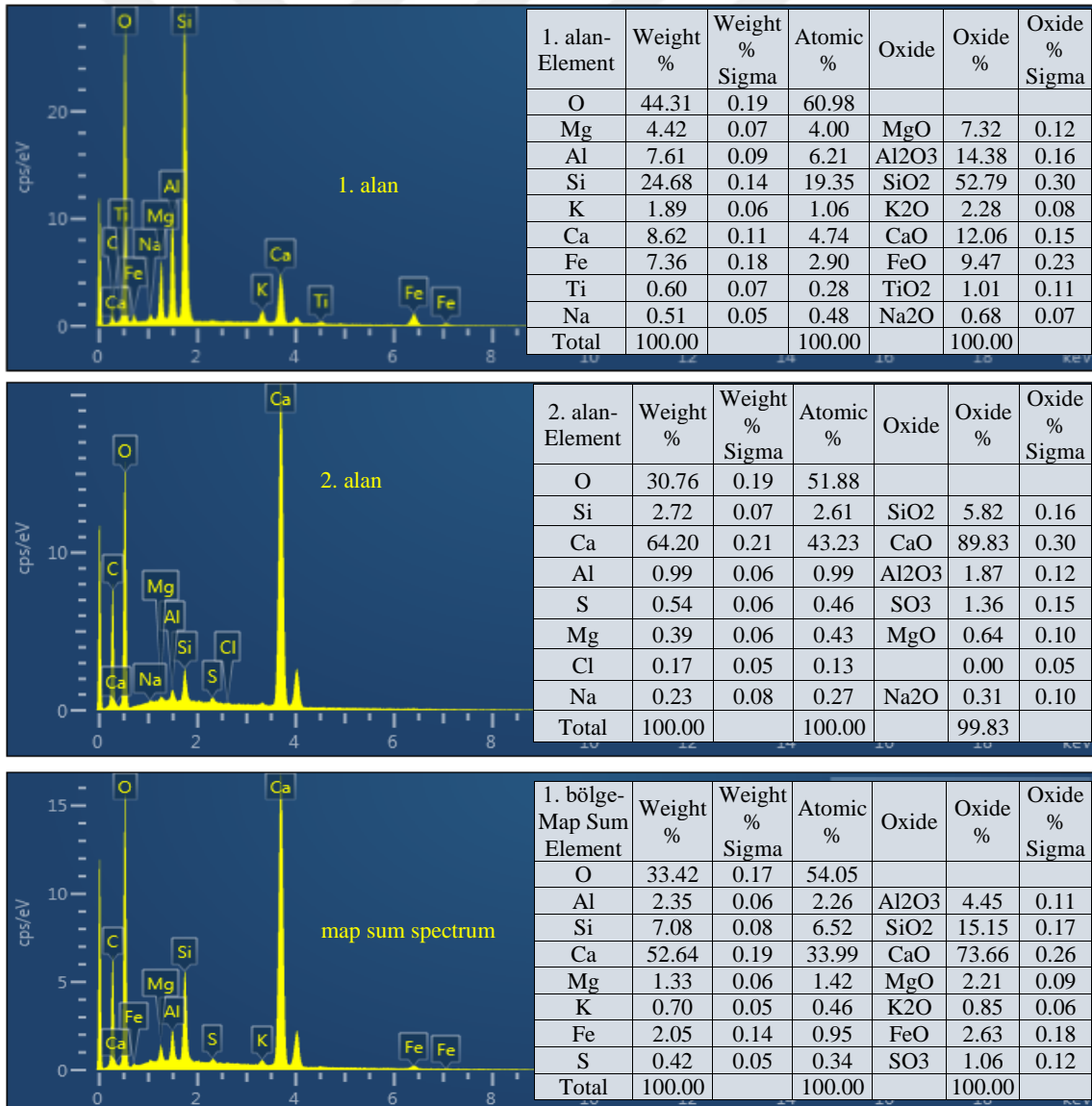
Şekil E3. 74. BMK Örnek 8, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgenin içerisindeki alanın SEM görüntüsü ile EDS grafik ve tablosu

Örneğin bağlayıcı alanının içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum yanında daha az miktarda magnezyum, alüminyum ve demir çok daha az miktarda demir, elementleri ile çok az miktarda klorür tespit edilmiştir.

Örnek dokusunda mikro çatlaklar gözlenmektedir.



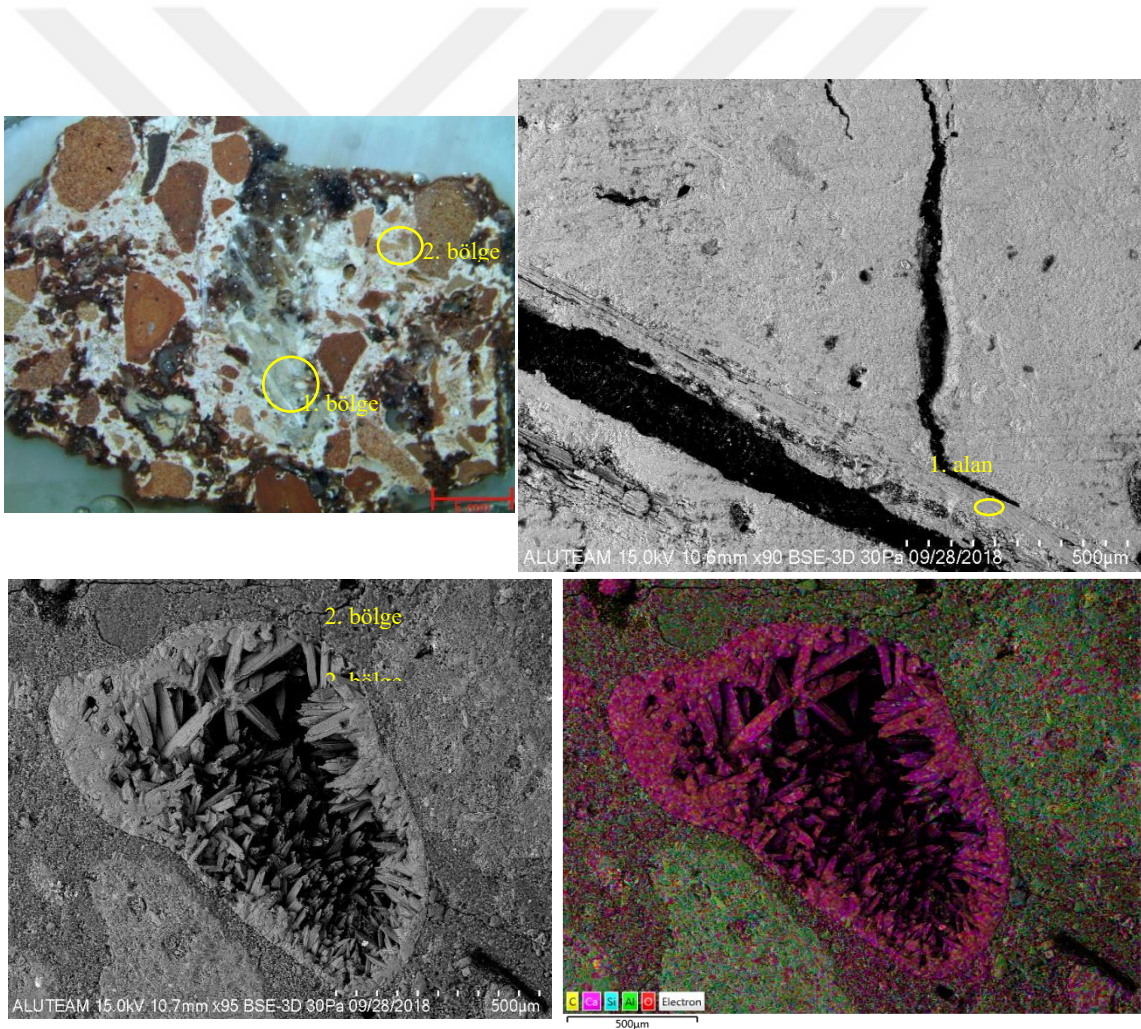
Şekil E3. 75. BMK Örnek 18, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgenin içerisindeki alanların SEM ile mapping görüntüsü ve EDS grafik ve tabloları



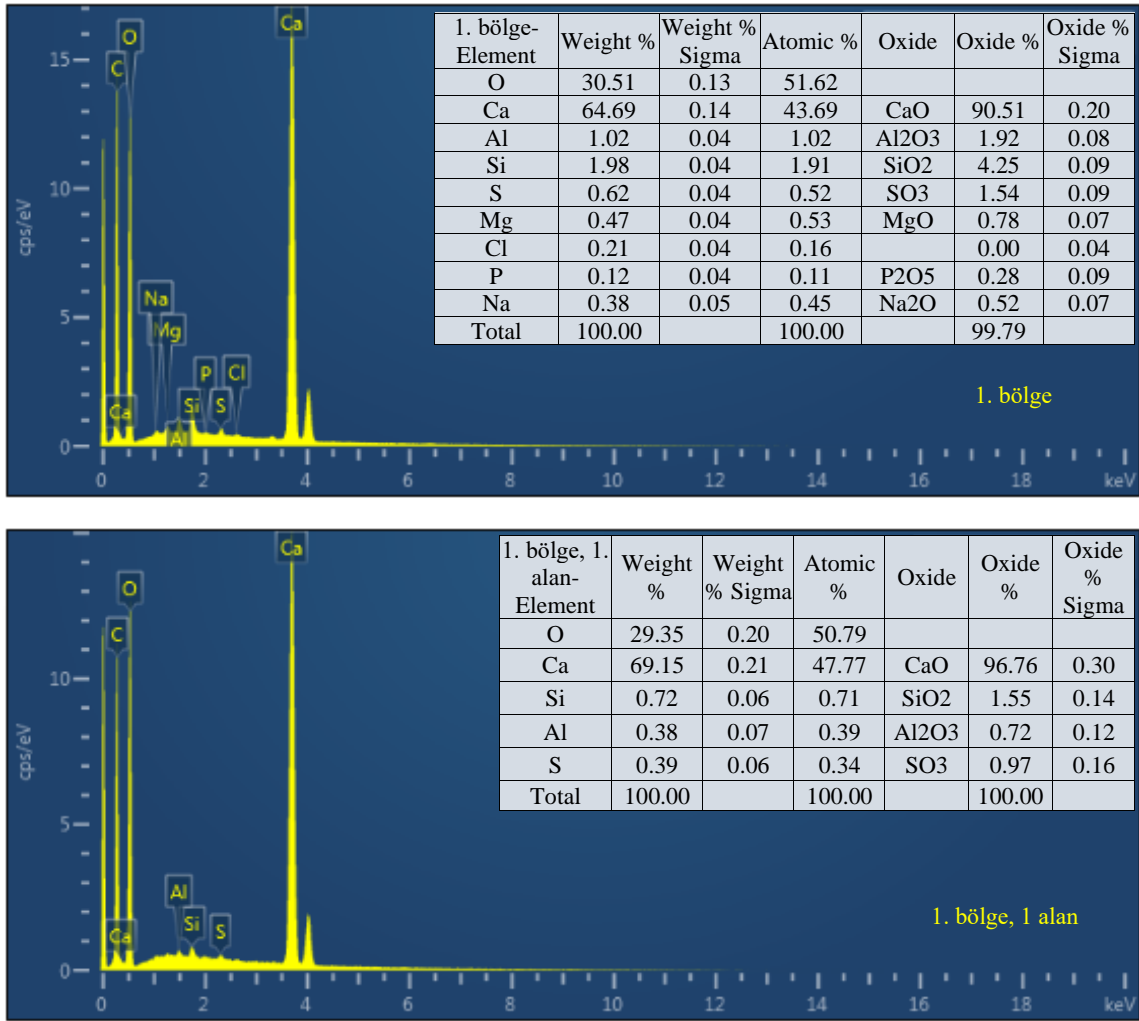
Örneğin 1. bölgesindeki 1. alanın içeriğinde, yüksek miktarda silisyum, alüminyum ve kalsiyum elementleri yanında daha az miktarda demir, magnezyum ve potasyum ile çok daha az miktarda titanyum ve sodyum tespit edilmiştir

Örneğin 1. bölgesindeki 2. alanın içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum yanında çok daha az miktarda silisyum, alüminyum kükürt, magnezyum ve sodyum elementleri ile kayda değmeyecek miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir.

Örneğin mapping yapılan 1. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum ve silisyum elementleri yanında daha az miktarda alüminyum, demir ve magnezyum ile çok daha az miktarda, potasyum ve kükürt tespit edilmiştir. Örnekte tespit edilen kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır



Şekil E3. 76. BMK Örnek 20, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölgelerin SEM ile mapping görüntüsü



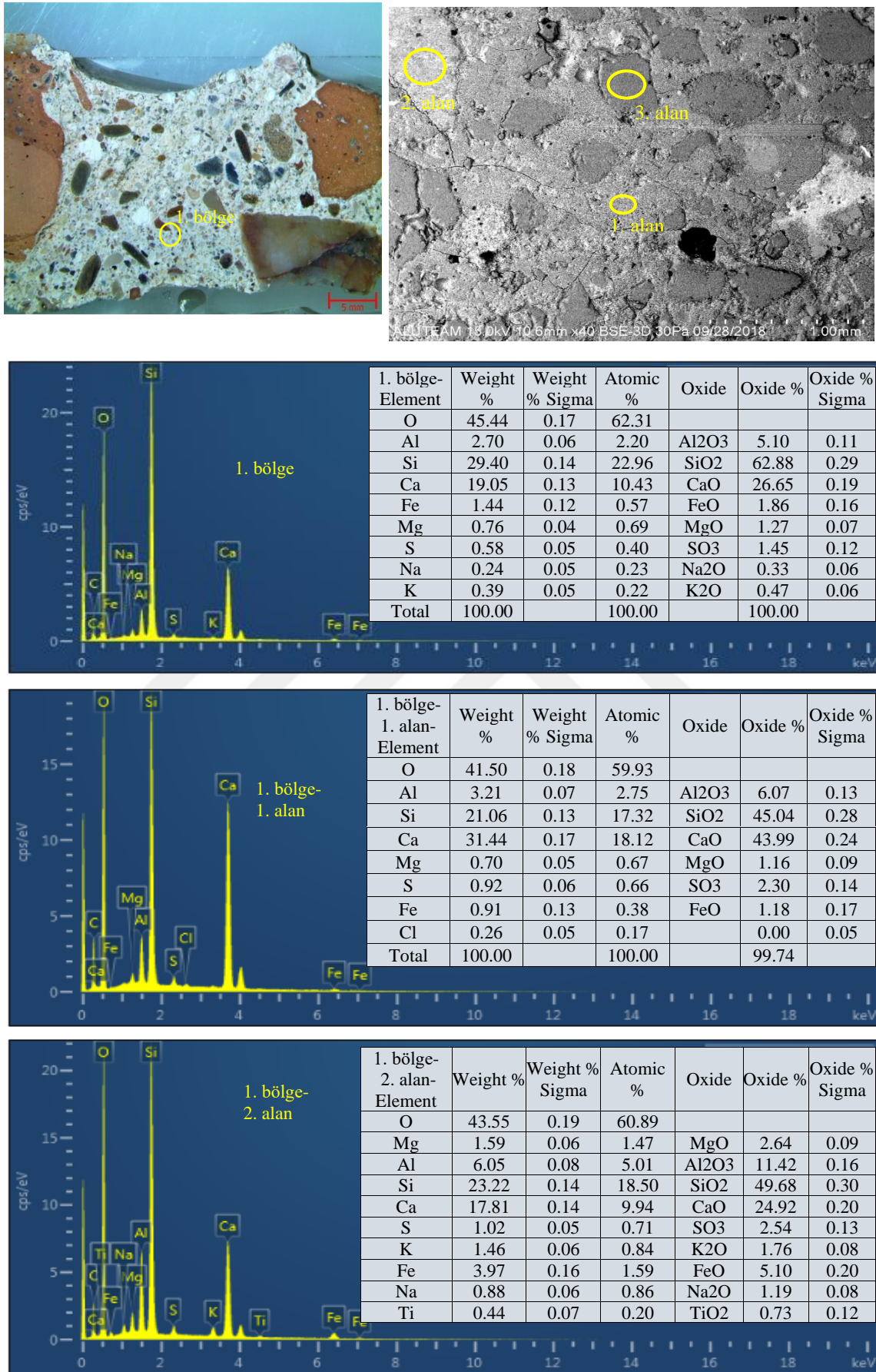
Şekil E3. 77. BMK Örnek 20, analizi yapılan bölgelerin EDS grafik ve tabloları

Örneğin 1. bölgesinin (kütle halinde karbonatlaşmış kireç) içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum yanında çok daha az miktarda silisyum, alüminyum, kükürt, sodyum ve potasyum elementleri ile kayda değmeyecek miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir.

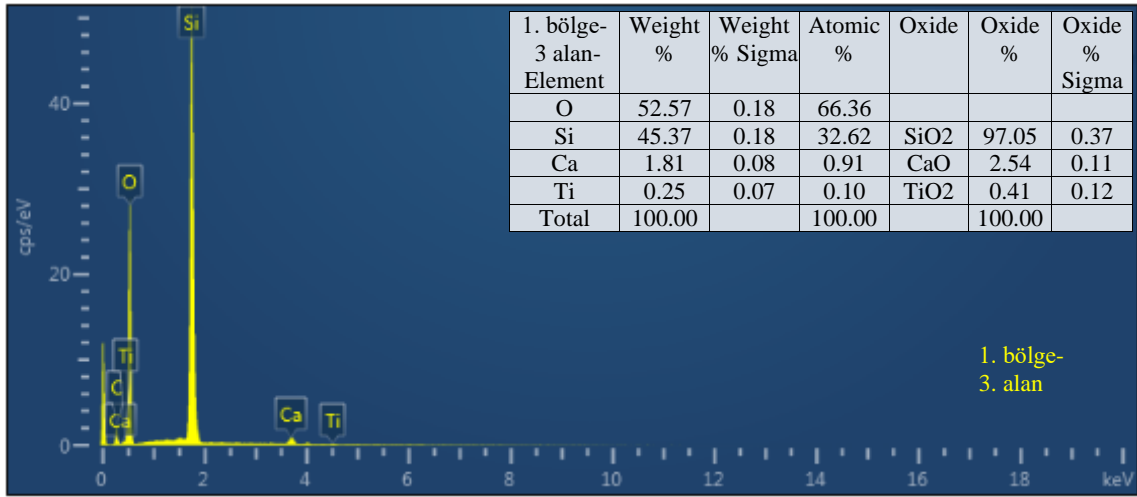
Örneğin mapping yapılan 1. bölgesindeki 1 alanın içeriğinde yüksek miktarda kalsiyum yanında çok daha az miktarda silisyum, alüminyum, kükürt, magnezyum, sodyum ve fosfor elementleri ile kayda değmeyecek miktarda klorür tuzu tespit edilmiştir.

Örneğin mapping yapılan 2. bölgesinin içeriğinde, yüksek miktarda kalsiyum, silisyum ve alüminyum elementleri yanında daha az miktarda demir, magnezyum ve potasyum ile çok daha az miktarda kükürt, sodyum ve fosfor tespit edilmiştir.

Örnekte tespit edilen kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.



Şekil E3. 78. BMK Örnek 21, stereo mikroskop ve analizi yapılan bölge ile içerisindeki alanların SEM görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları



Şekil E3. 79. BMK Örnek 21, analizi yapılan 1 bölge, 3 alan EDS grafik ve tablosu

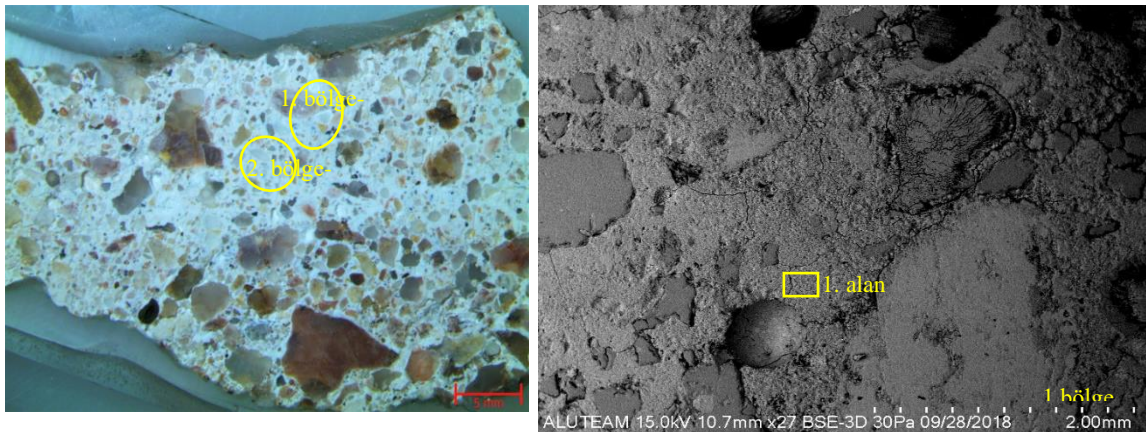
Örneğin 1. bölgesinin (alan taraması) içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda demir, kükürt, magnezyum, potasyum ve sodyum elementleri tespit edilmiştir.

Örneğin 1. bölgedeki 1. alanın (bağlayıcı) içeriğinde yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum yanında daha az miktarda alüminyum ve kükürt ile çok daha az miktarda demir ve magnezyum elementleri tespit edilmiştir.

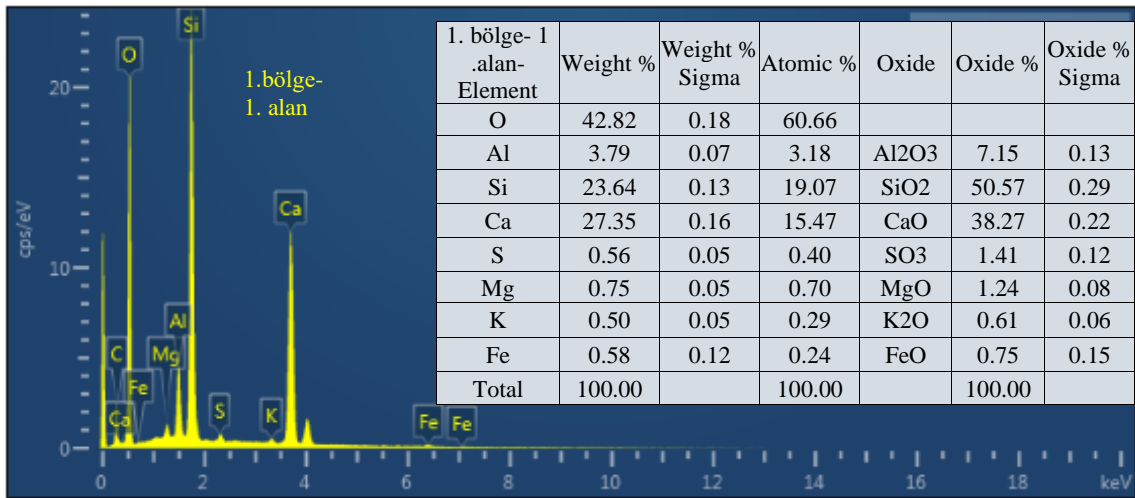
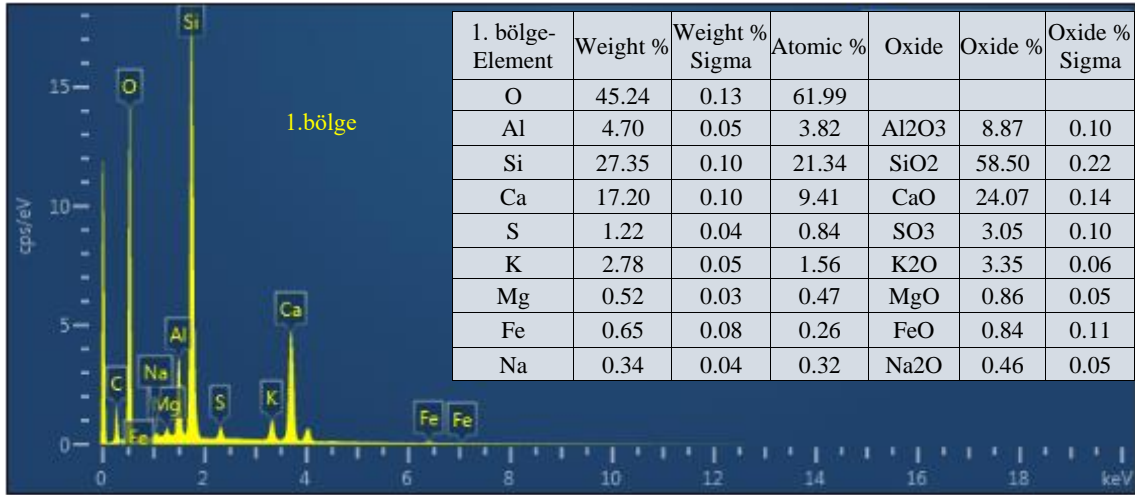
Örneğin 1. bölgedeki 2. alanın (tuğla kırığı) içeriğinde yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum yanında daha az miktarda demir, magnezyum ve kükürt ile çok daha az miktarda potasyum, sodyum ve titanyum elementleri tespit edilmiştir.

Örneğin 1. bölgedeki 3. alanın (kuvars) içeriğinde yüksek miktarda silisyum yanında çok daha az miktarda kalsiyum ve titanyum elementleri tespit edilmiştir.

Örnekte tespit edilen kükürt varlığı epoksi polimer kaynaklıdır.



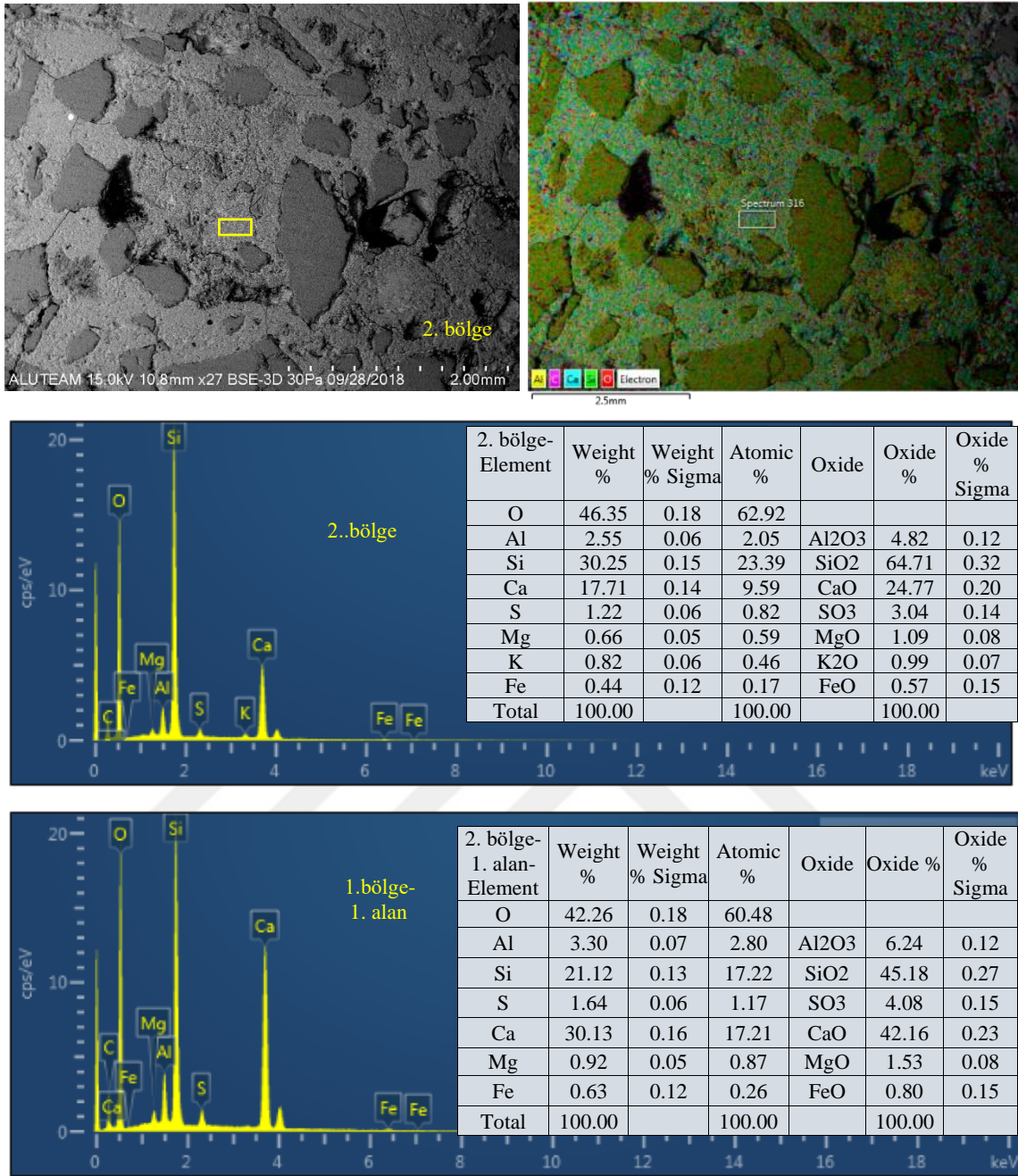
Şekil E3. 80. BMK Örnek 22, stereo mikroskop ve analizi yapılan 1. bölge ile içerisindeki alanın SEM görüntüleri



Şekil E3. 81. BMK Örnek 22, analizi yapılan 1. bölge ve içerisindeki alanın EDS grafik ve tablosu

Örneğin 1. bölgesinin (alan taraması) içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum yanında daha az miktarda alüminyum, potasyum ve kükürt ile çok daha az miktarda magnezyum, demir ve sodyum tespit edilmiştir.

Örneğin 1. bölgedeki 1. alanın (bağlayıcı) içeriğinde yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum yanında daha az miktarda alüminyum ile çok daha az miktarda kükürt, magnezyum, demir ve potasyum elementleri tespit edilmiştir.

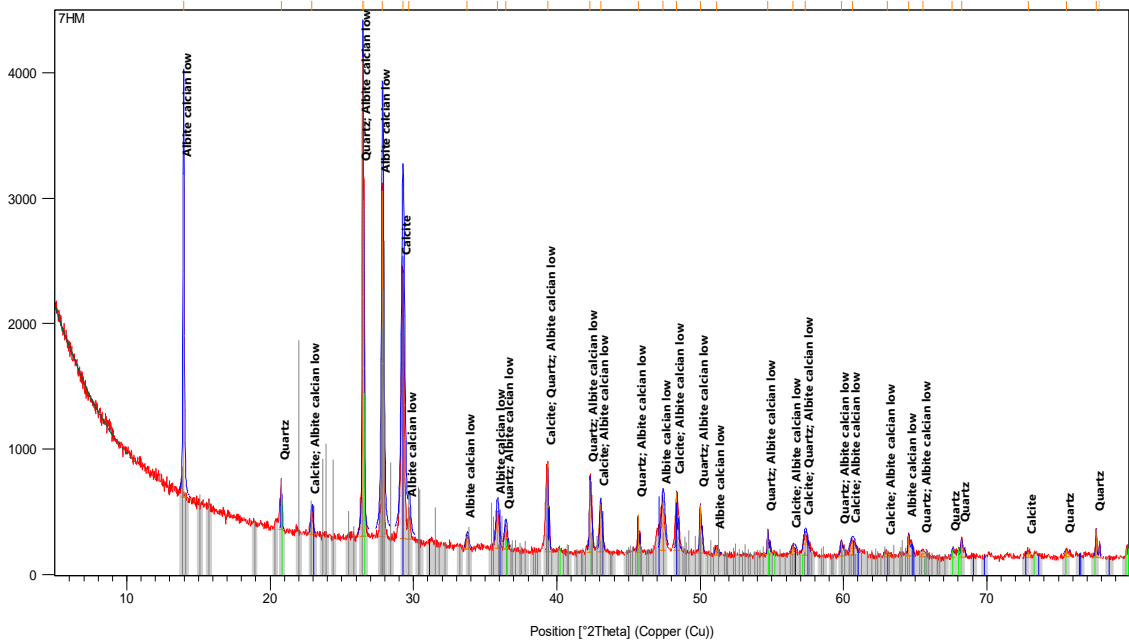


Şekil E3. 82. BMK Örnek 22, analizi yapılan 2. bölge ve içerisindeki alanın SEM ve mapping görüntüleri ile EDS grafik ve tabloları

Örneğin 2. bölgesinin (alan taraması) içeriğinde, yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum yanında daha az miktarda alüminyum ve kükürt ile çok daha az miktarda magnezyum, potasyum ve demir tespit edilmiştir.

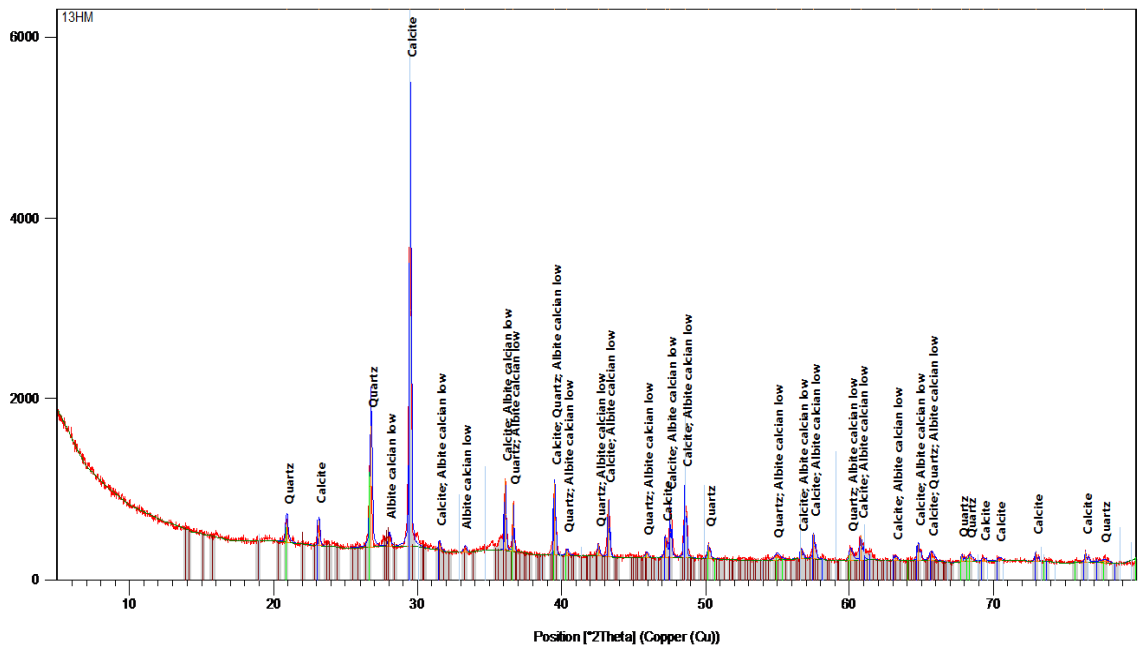
Örneğin 2. bölgedeki 1. alanın (bağlayıcı) içeriğinde yüksek miktarda silisyum ve kalsiyum yanında daha az miktarda alüminyum ve kükürt ile çok daha az miktarda magnezyum ve demir tespit edilmiştir.

EK-4. XRD Analizi



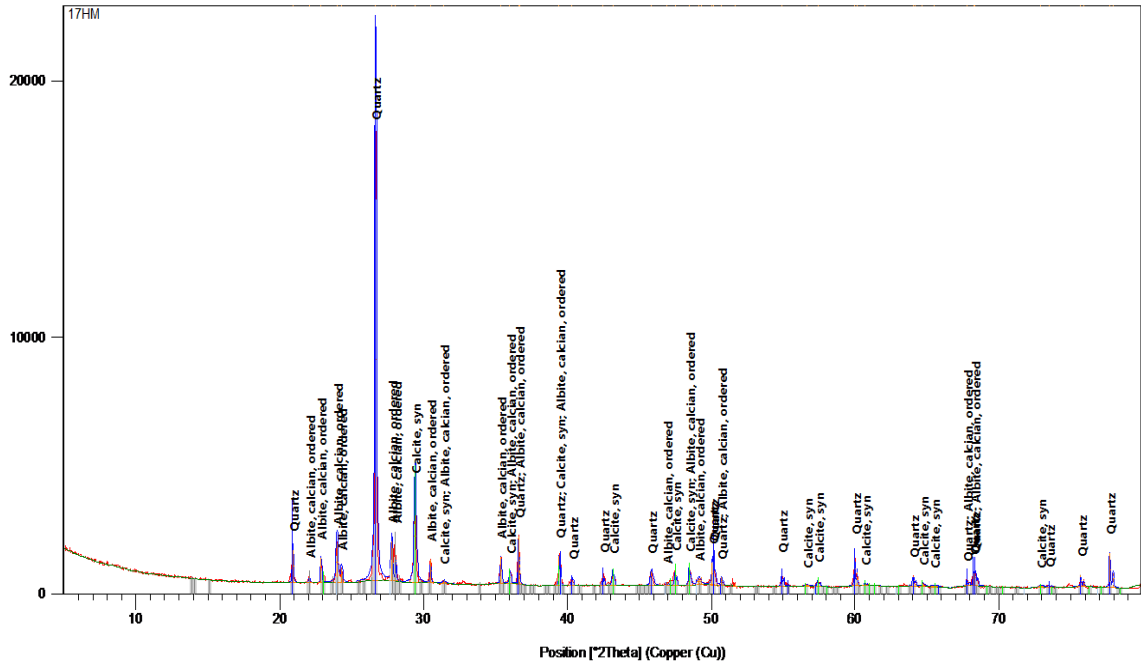
Şekil E(EK)4. 1. HMK 7 no.lu örneğin XRD grafiği

HMK 7 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, kuvars ve albit mineralleri tespit edilmiştir.



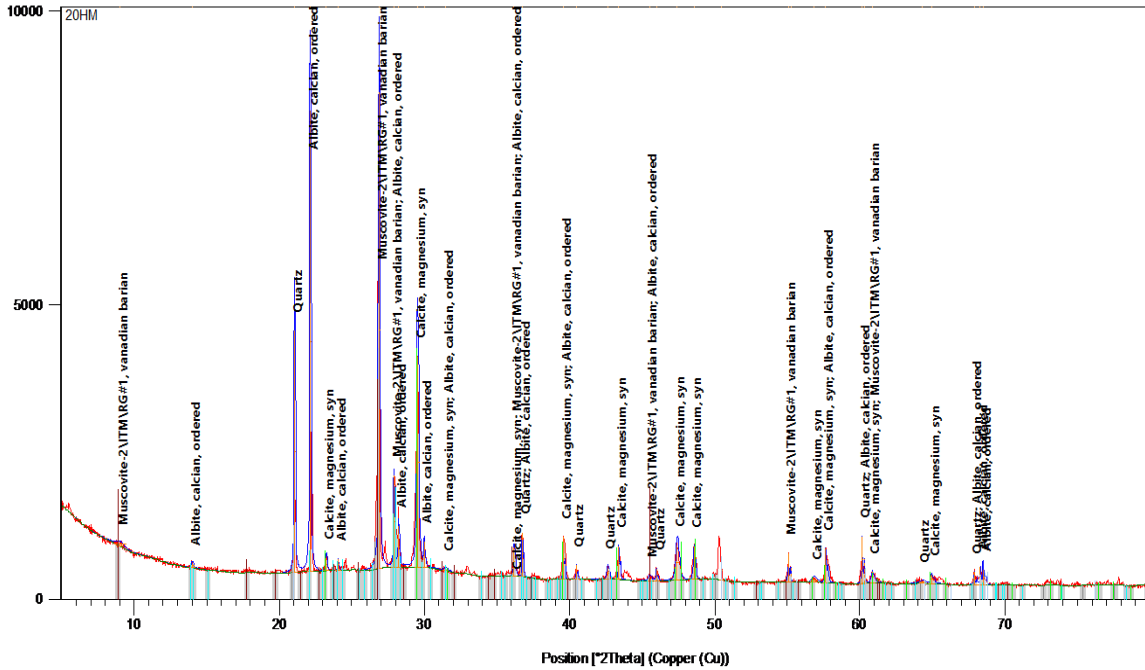
Şekil E4. 2. HMK 13 no.lu örneğin XRD grafiği

HMK 13 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, kuvars ve albit mineralleri tespit edilmiştir.



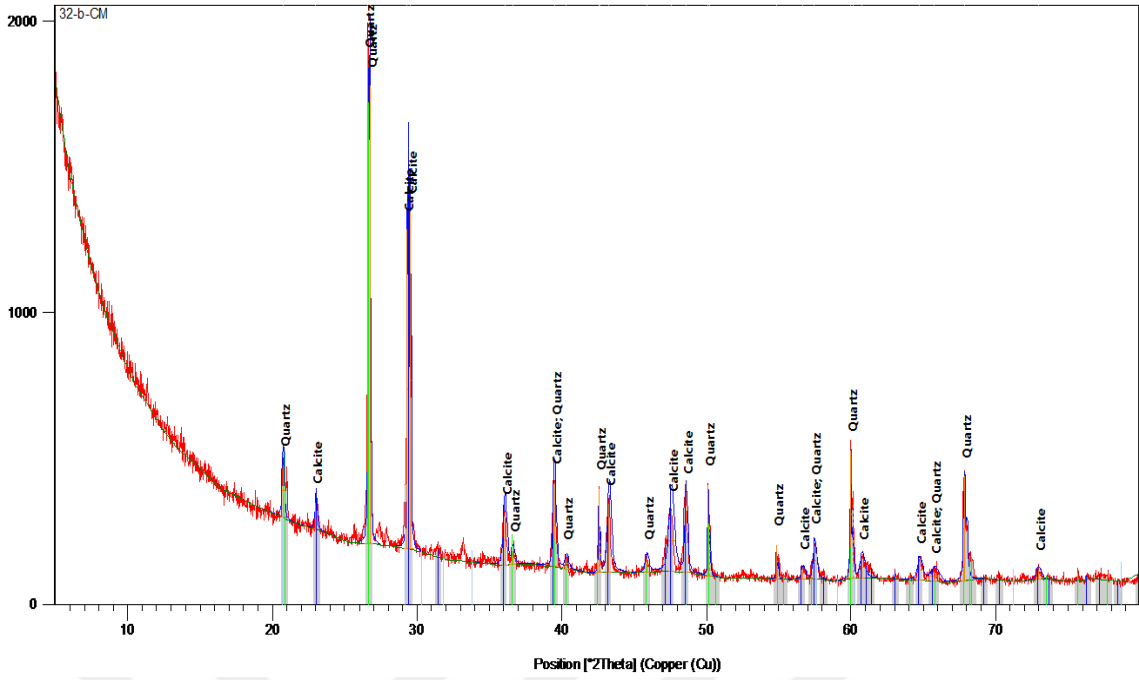
Şekil E4. 3. HMK 17 no.lu örneğin XRD grafiği

HMK 17 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, kuvars ve albit mineralleri tespit edilmiştir.



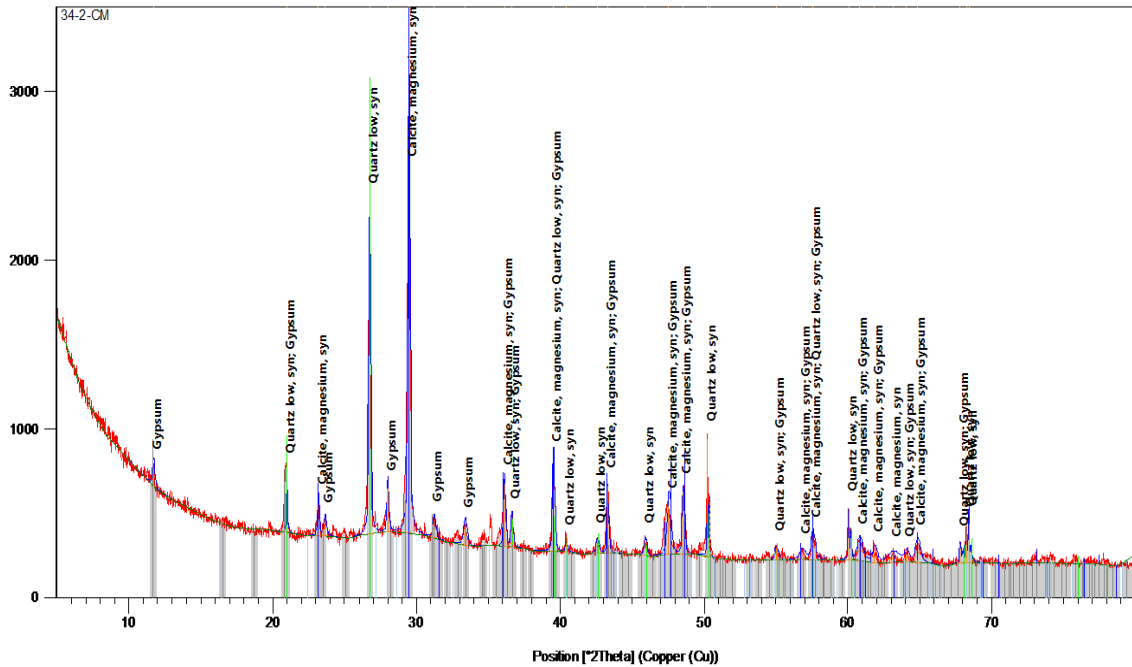
Şekil E4. 4. HMK 20 no.lu örneğin XRD grafiği

HMK 20 no.lu harç içeriğinde kalsit, kuvars, albit, muskovit, vanadian barian, magnezyum mineralleri tespit edilmiştir.



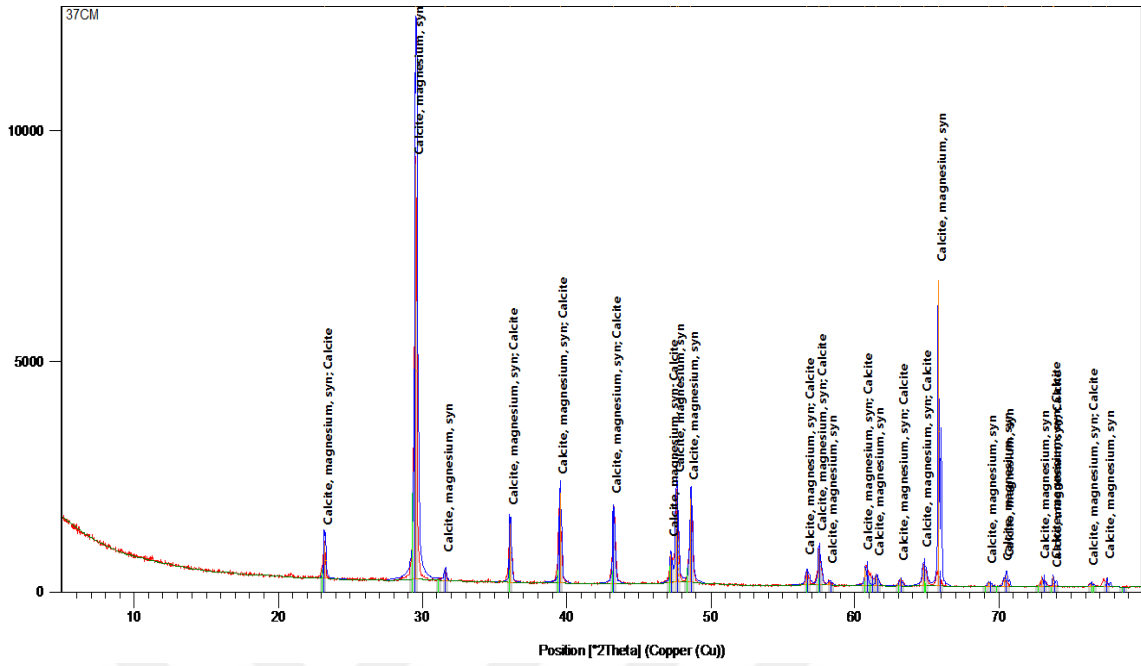
Şekil E4. 7. CMK 5b no.lu örneğin XRD grafiği

CMK 5b no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir.



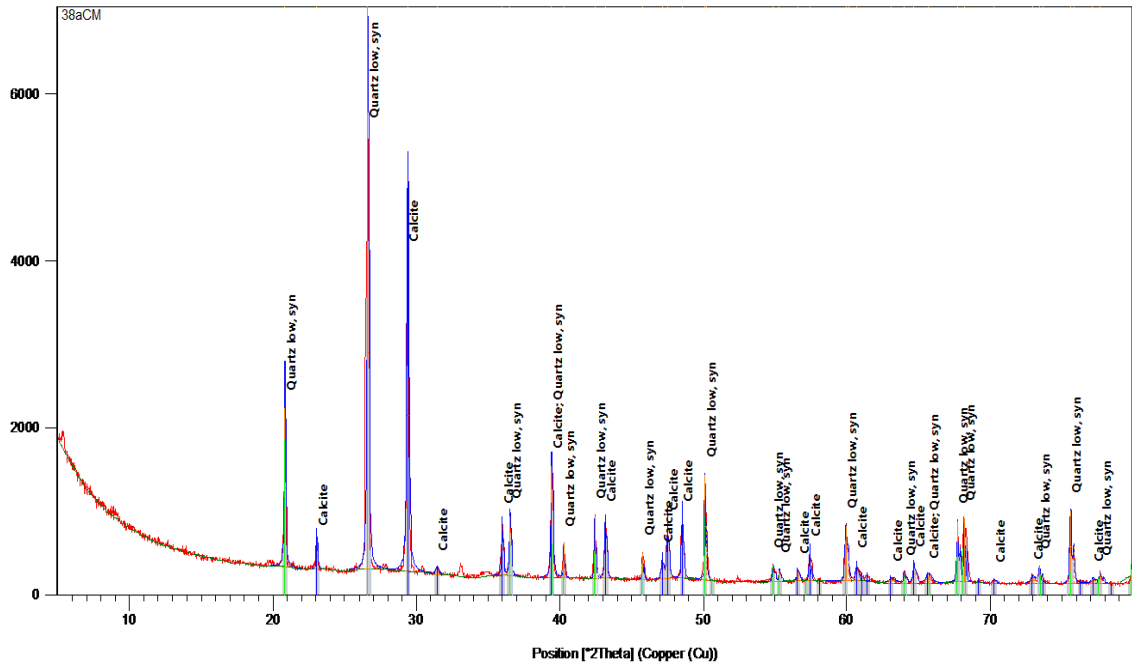
Şekil E4. 8. CMK 7.2 no.lu örneğin XRD grafiği

CMK 7.2 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, gypsum, magnezyum ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir.



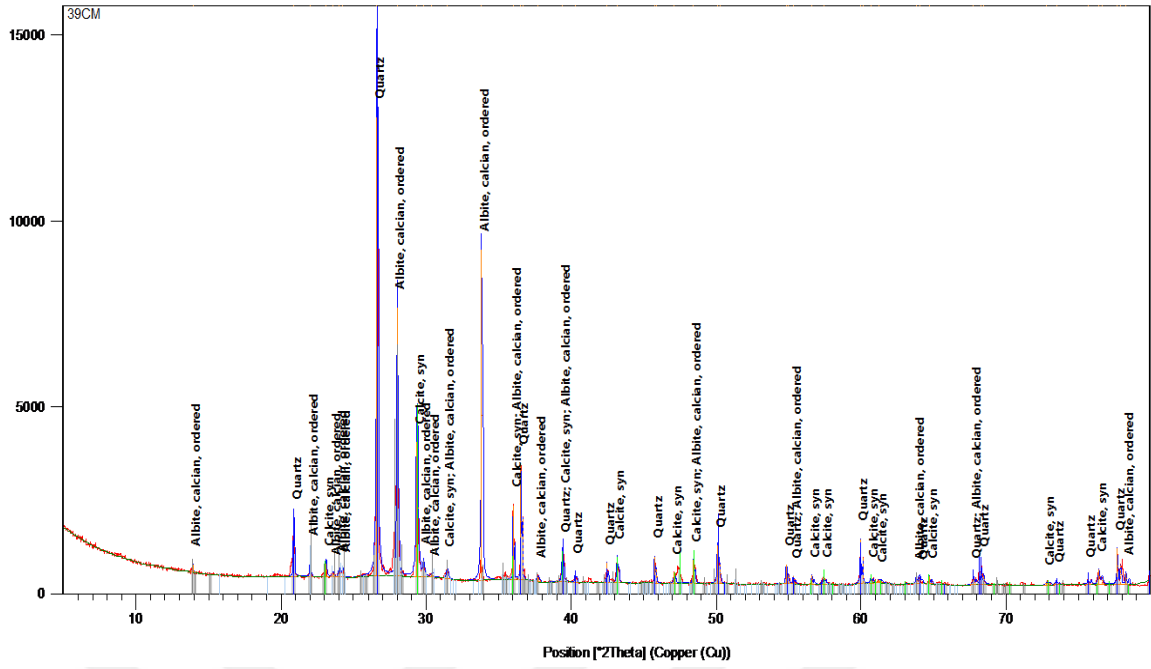
Şekil E4. 9. CMK 10 no.lu örneğin XRD grafiği

CMK 10 no.lu Harç örneğinin içeriğinde kalsit ve magnezyum mineralleri tespit edilmiştir.



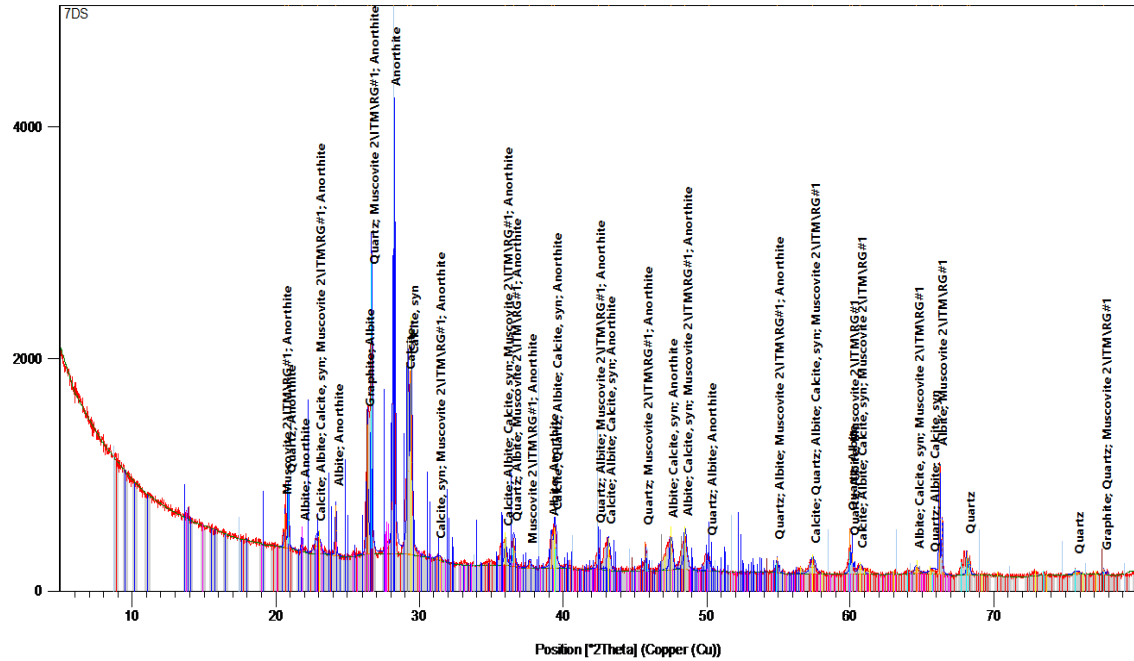
Şekil E4. 10. CMK 11a no.lu örneğin XRD grafiği

CMK 11a no.lu harç içeriğinde kalsit ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir.



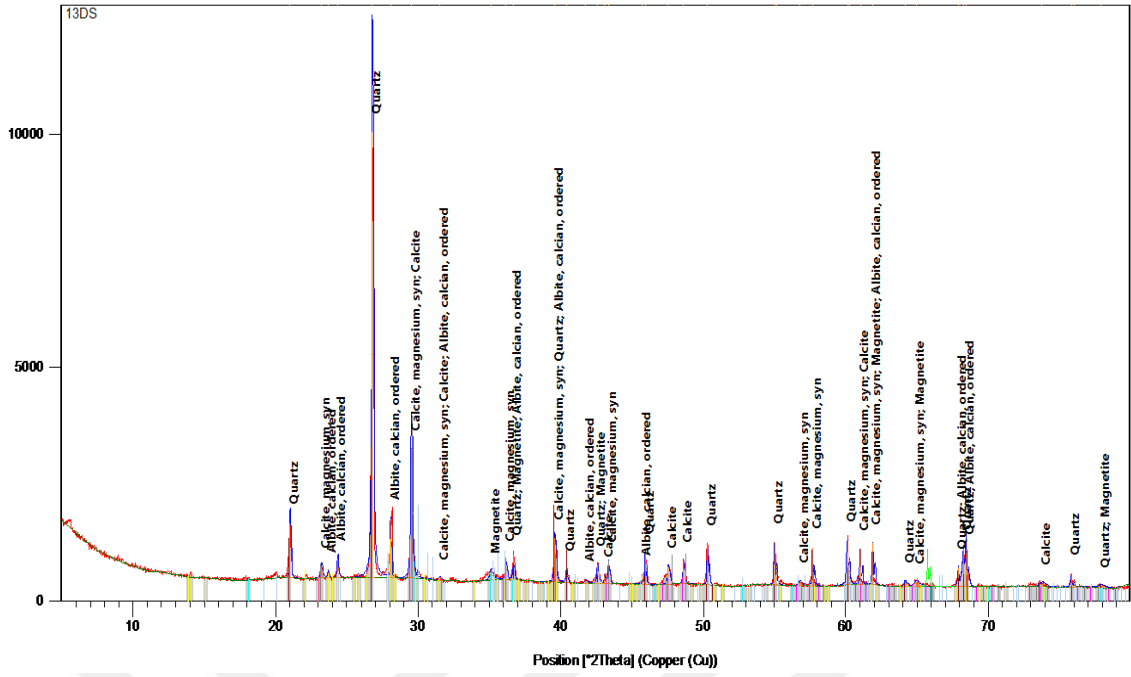
Şekil E4. 11. CMK 12 no.lu örneğin XRD grafiği

CMK 12 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, albit, kuvars ve calsian mineralleri tespit edilmiştir.



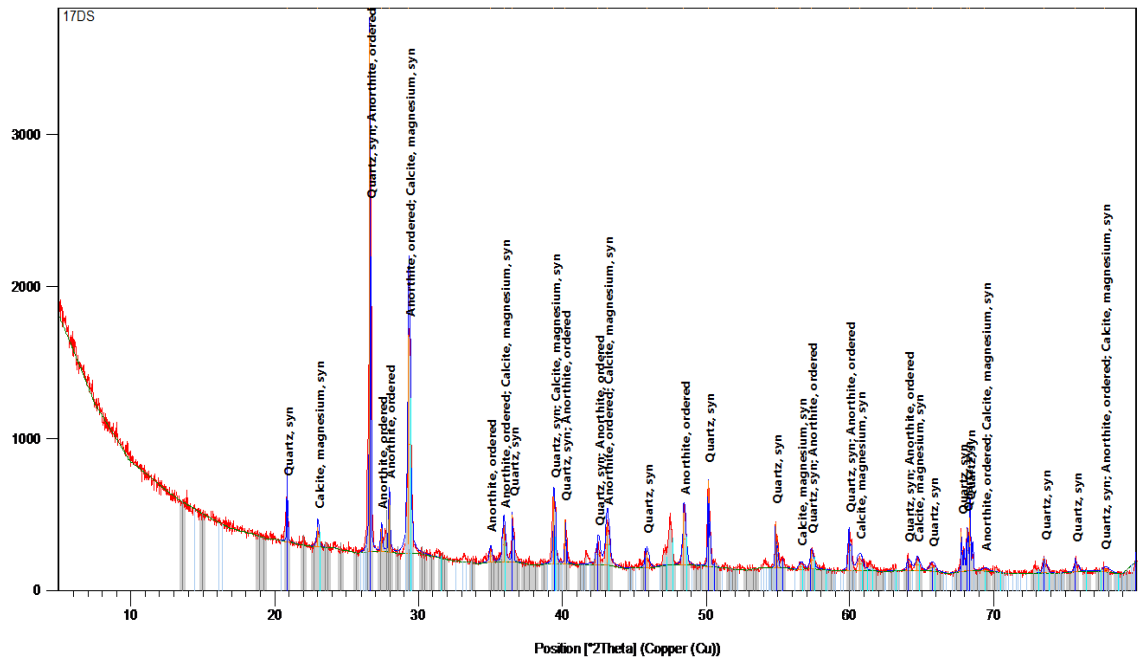
Şekil E4. 12. BMK 6 no.lu örneğin XRD grafiği

BMK 6 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, albit, Anortit, muskovit, kuvars ve grafit mineralleri tespit edilmiştir.



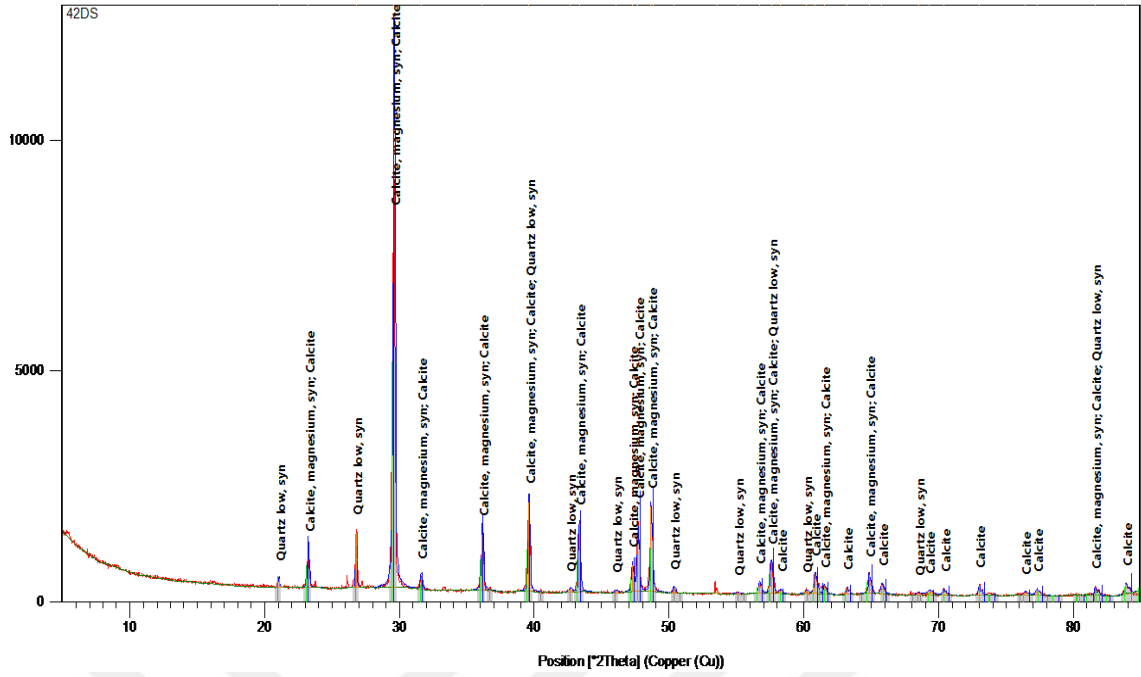
Şekil E4. 15. BMK 12 no.lu örneğin XRD grafiği

BMK 12 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, kuvars, albit, magnezyum, magnetit ve calcian mineralleri tespit edilmiştir.



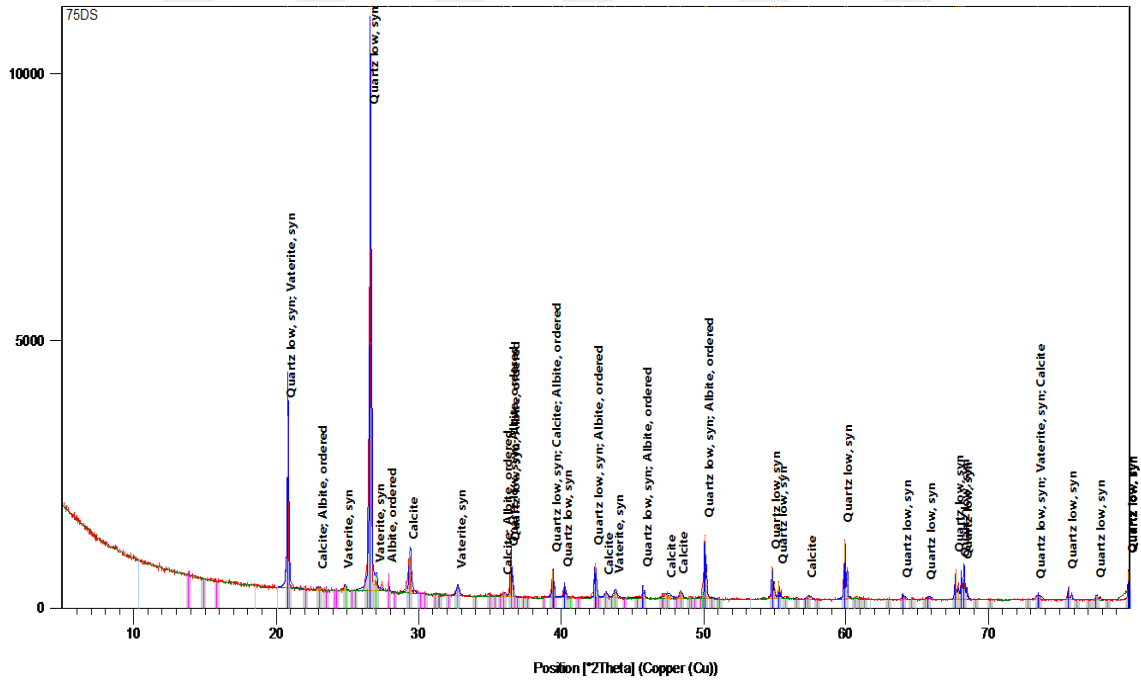
Şekil E4. 16. BMK 16 no.lu örneğin XRD grafiği

BMK 16 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, kuvars, anortit ve magnezyum mineralleri tespit edilmiştir



Şekil E4. 17. BMK 18 no.lu örneğin XRD grafiği

BMK 18 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, magnezyum ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir.



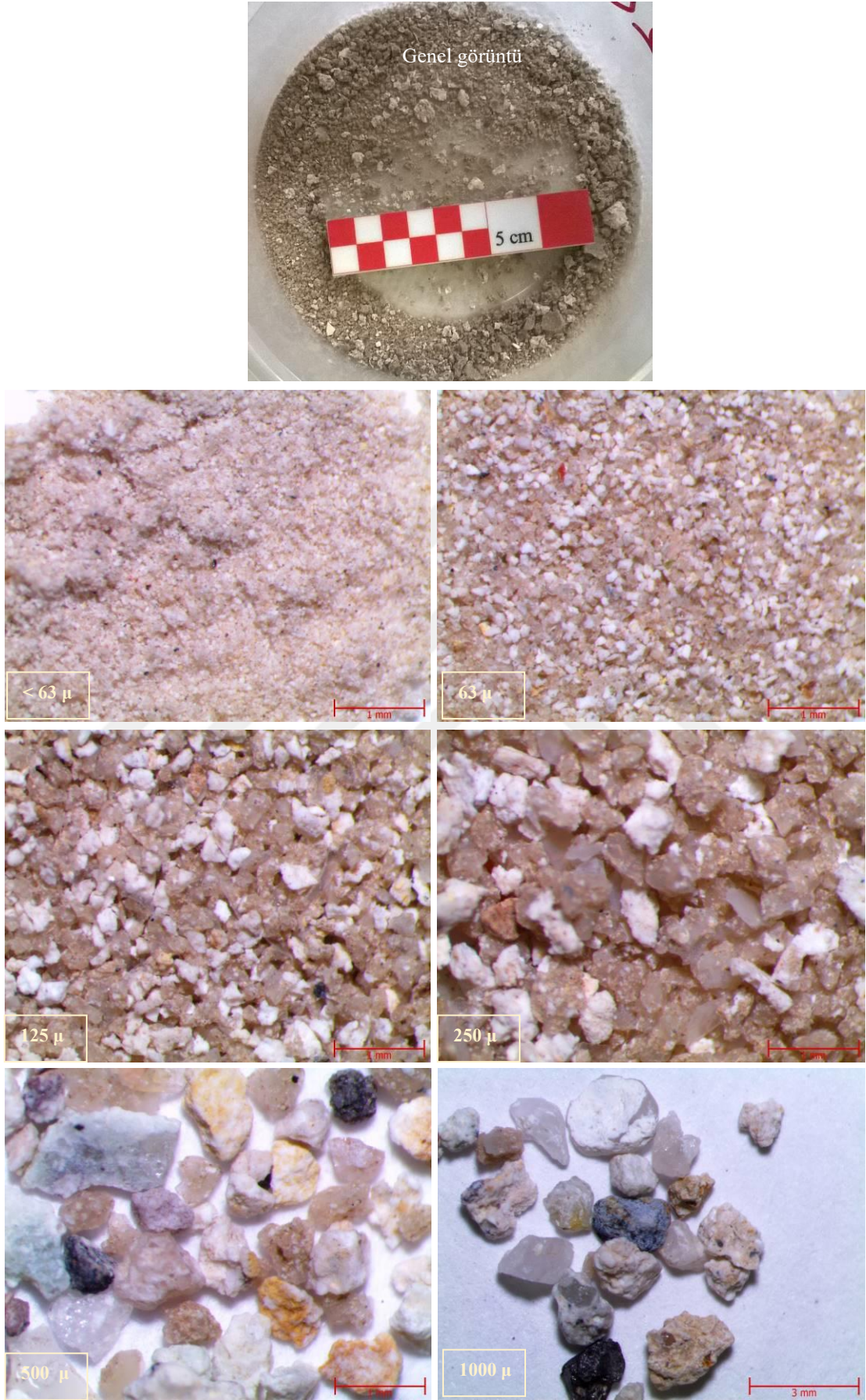
Şekil E4. 18. BMK 21 no.lu örneğin XRD grafiği

BMK 21 no.lu harç örneğinin içeriğinde kalsit, albit, vaterit ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir.

EK-5. Asitle muamele sonrası kalan dolgu ve katkı maddelerinin boyut dağılım stereo mikroskop görüntüleri



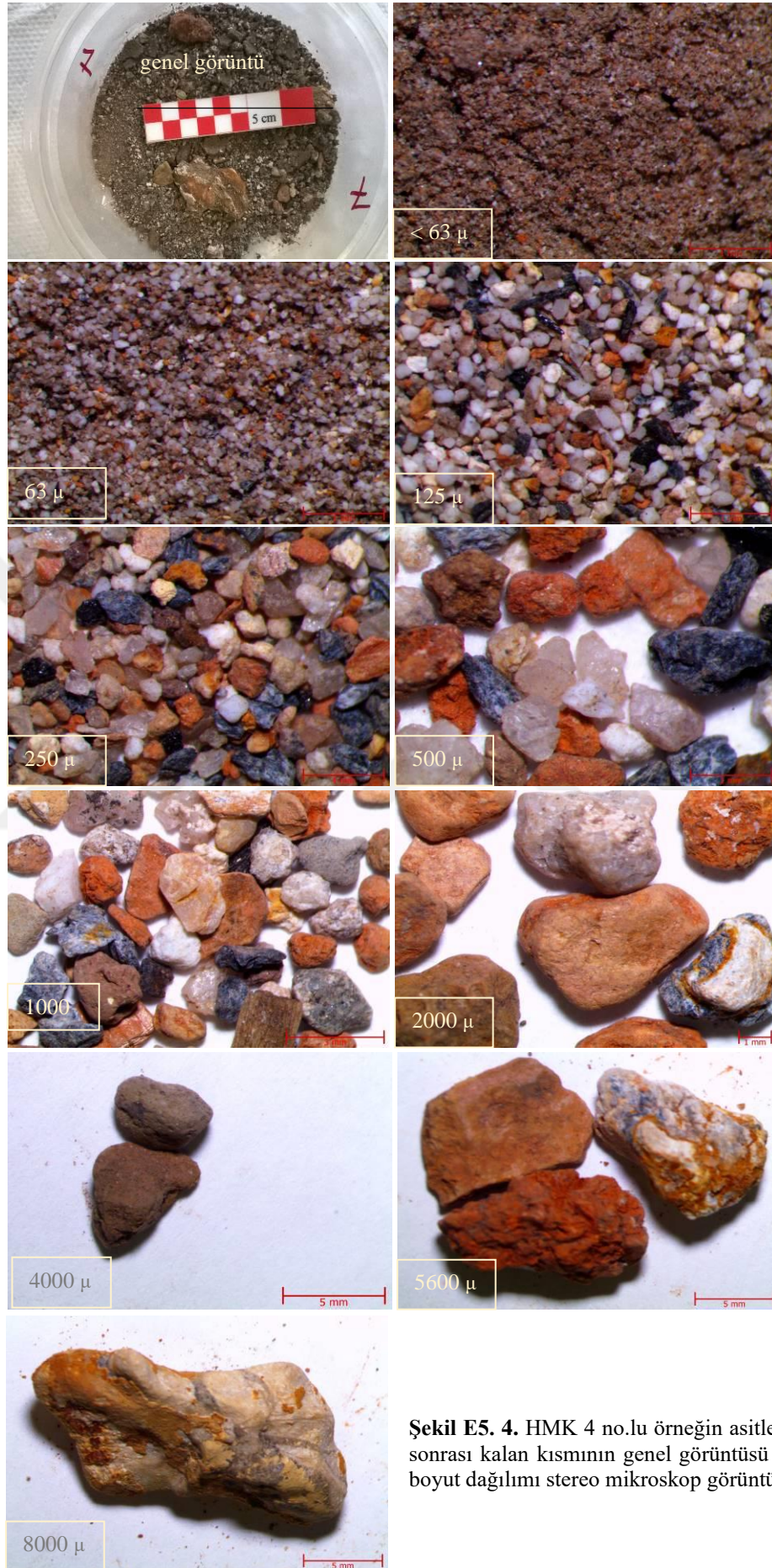
Şekil E(EK)5. 1. HMK 1 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agregasyon boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 2. HMK 2c no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 3. HMK 3 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



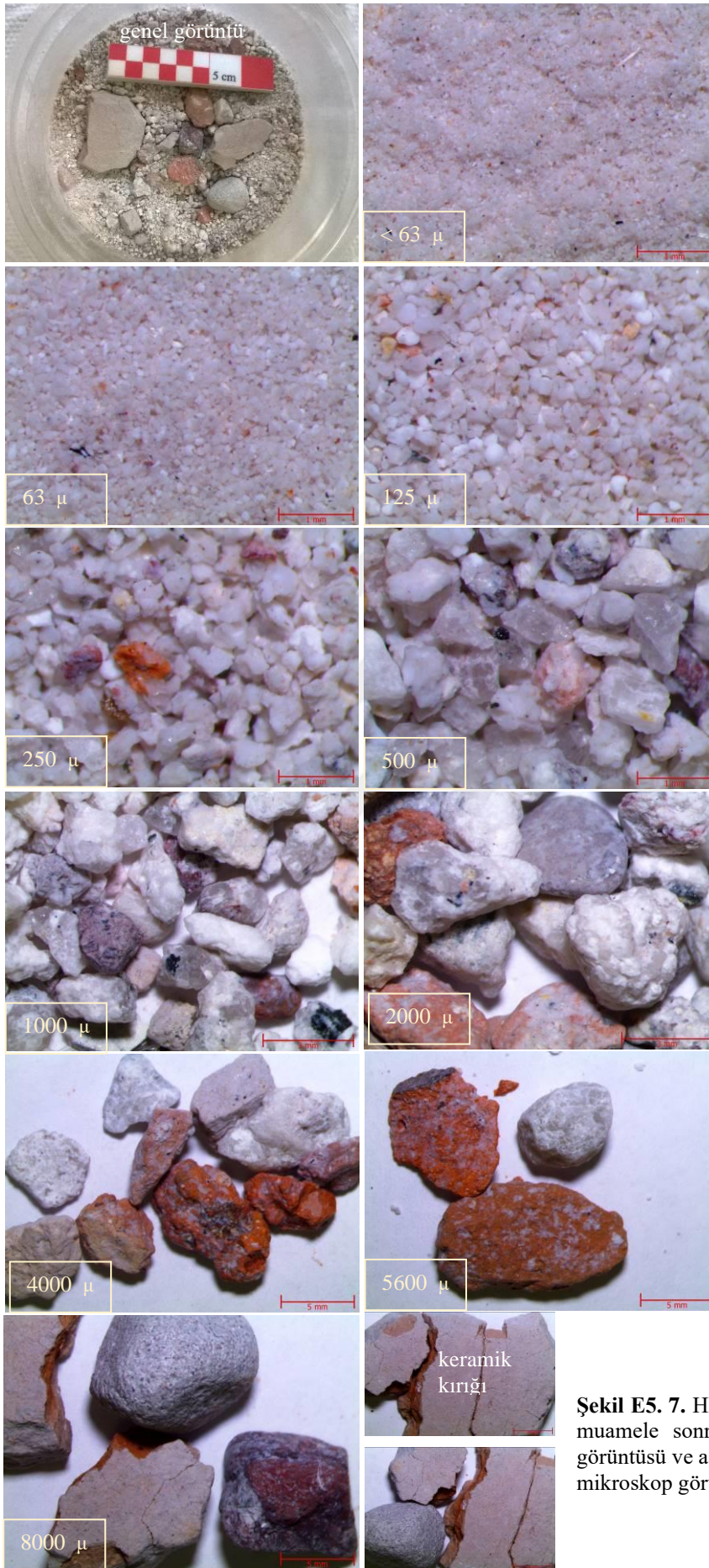
Şekil E5. 4. HMK 4 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agregata boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 5. HMK 8 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 6. HMK 11 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



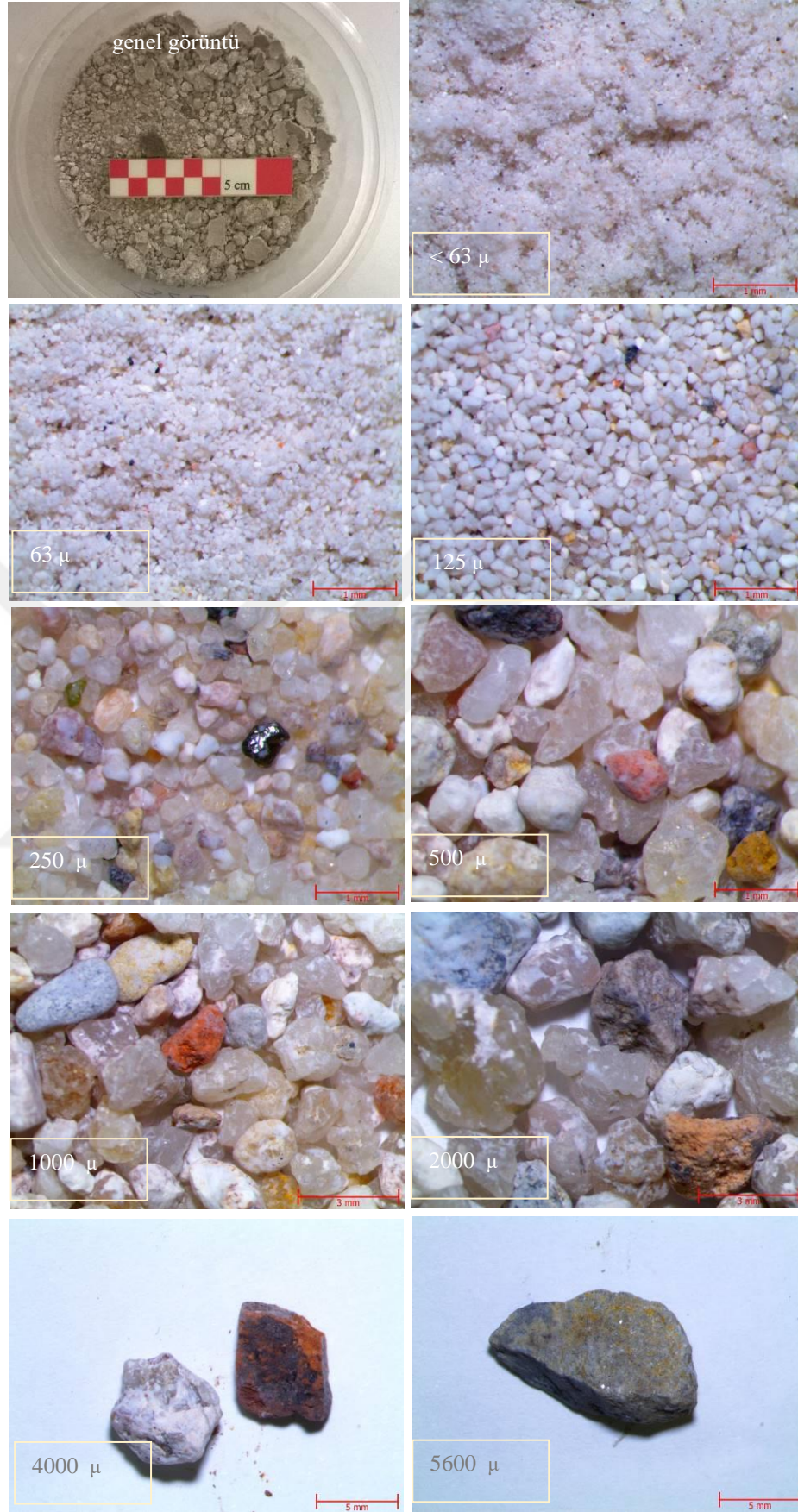
Şekil E5. 7. HMK 16 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 8. HMK 20 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



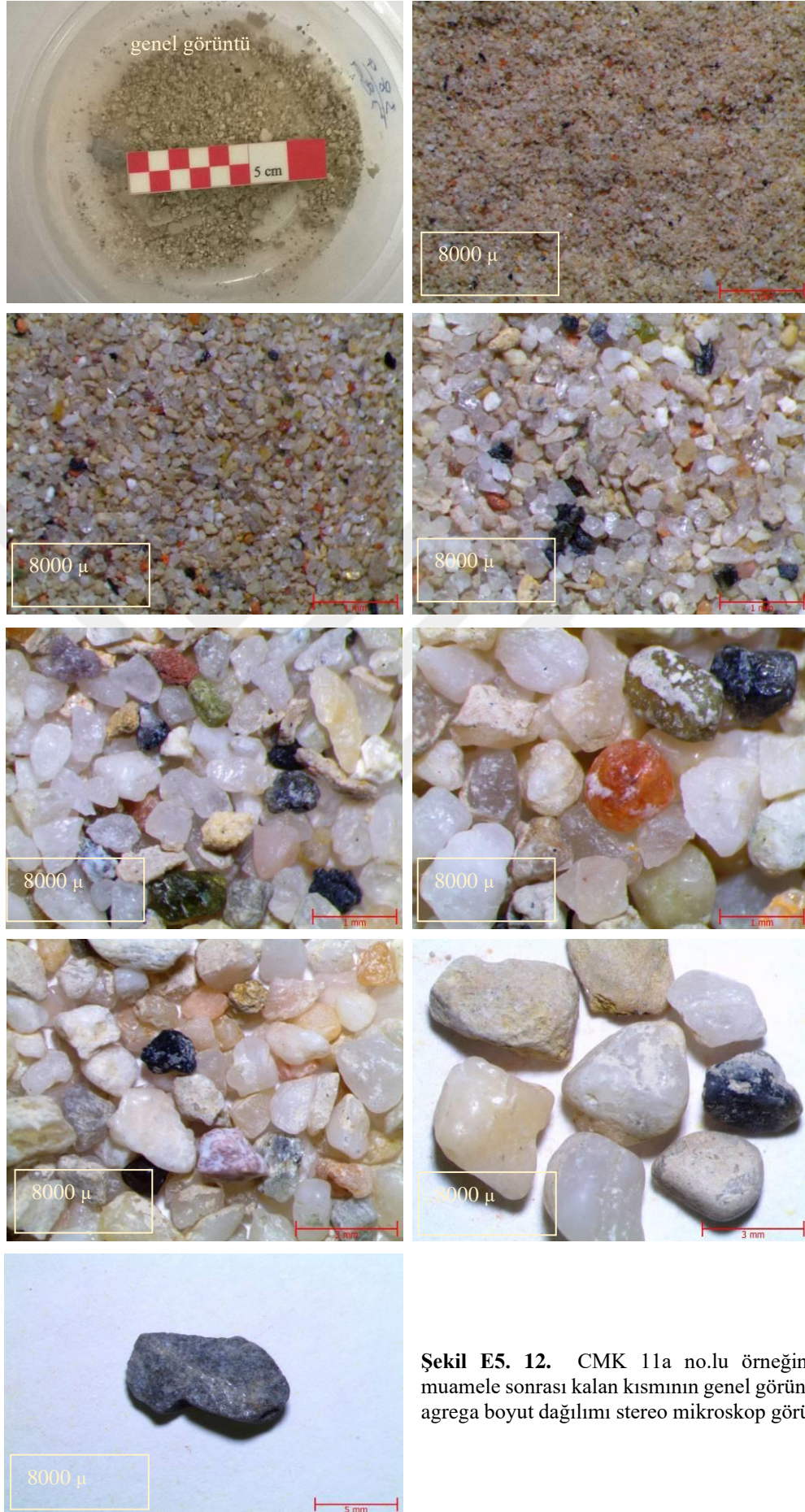
Şekil E5. 9. CMK 2 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 10. CMK 5b no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımını stereo mikroskop görüntüleri



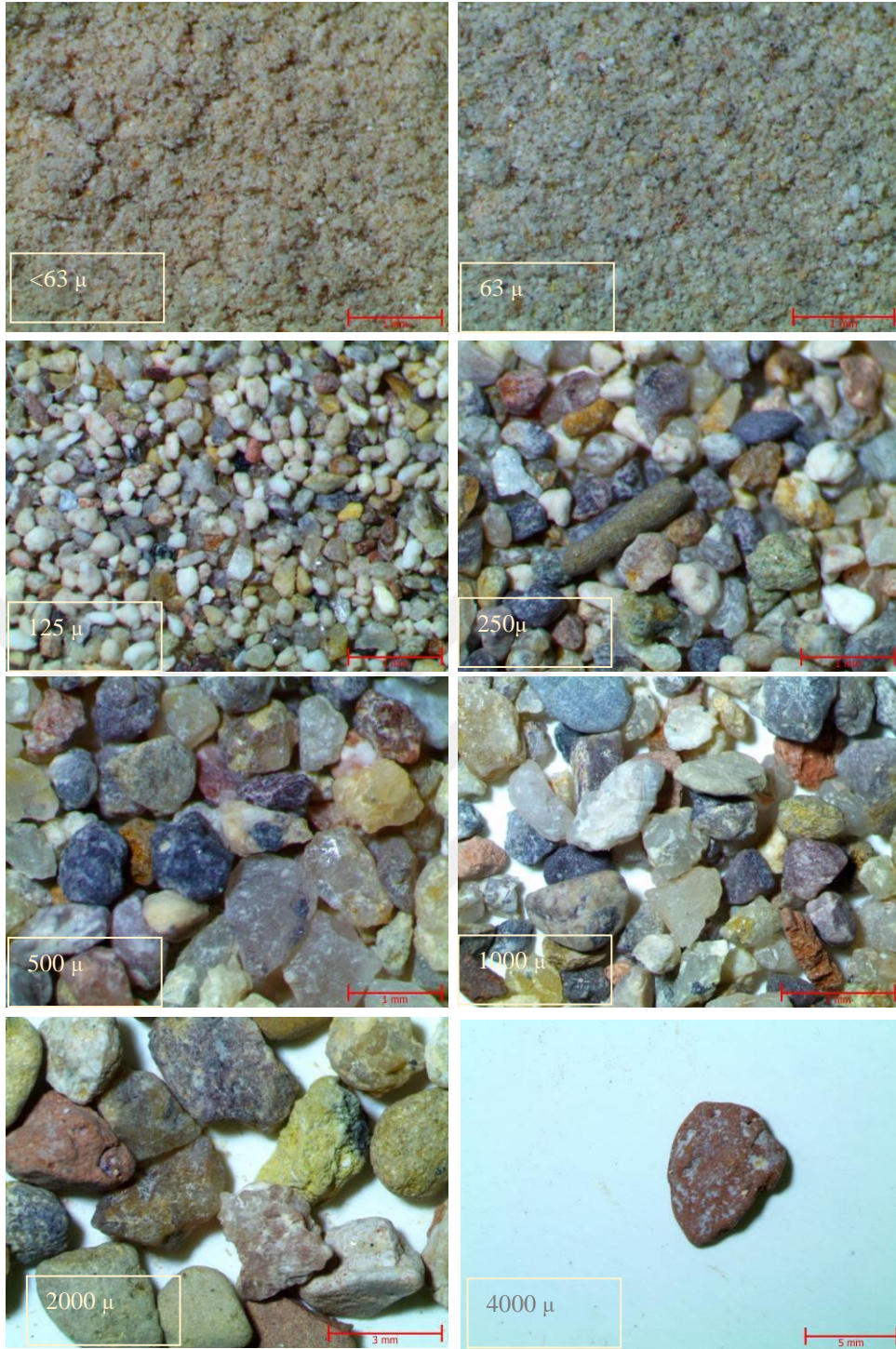
Şekil E5. 11. CMK 9 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 12. CMK 11a no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



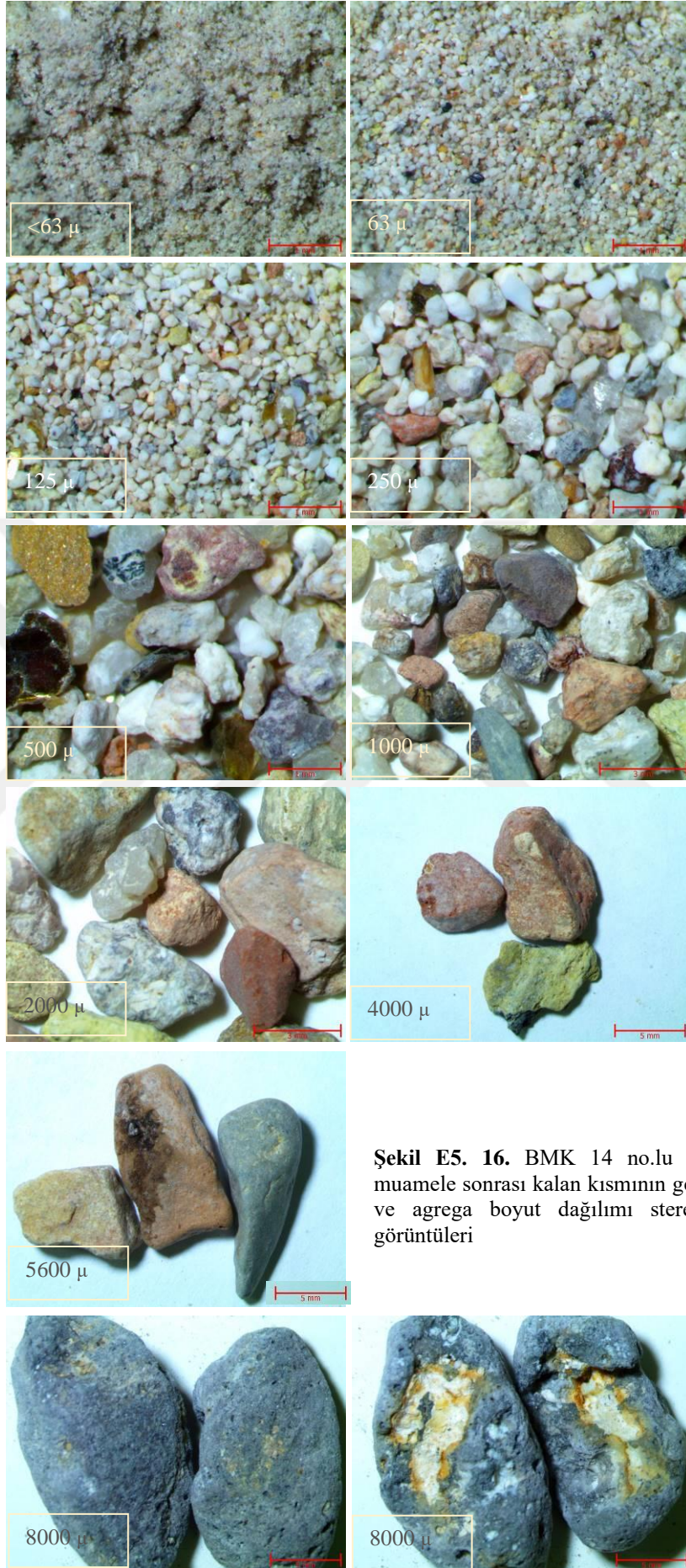
Şekil E5. 13. CMK 11b no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 14. BMK 7 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agregat boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 15. BMK 8 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 16. BMK 14 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 17. BMK 16 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 18. BMK 21 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 19. BMK 22 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri

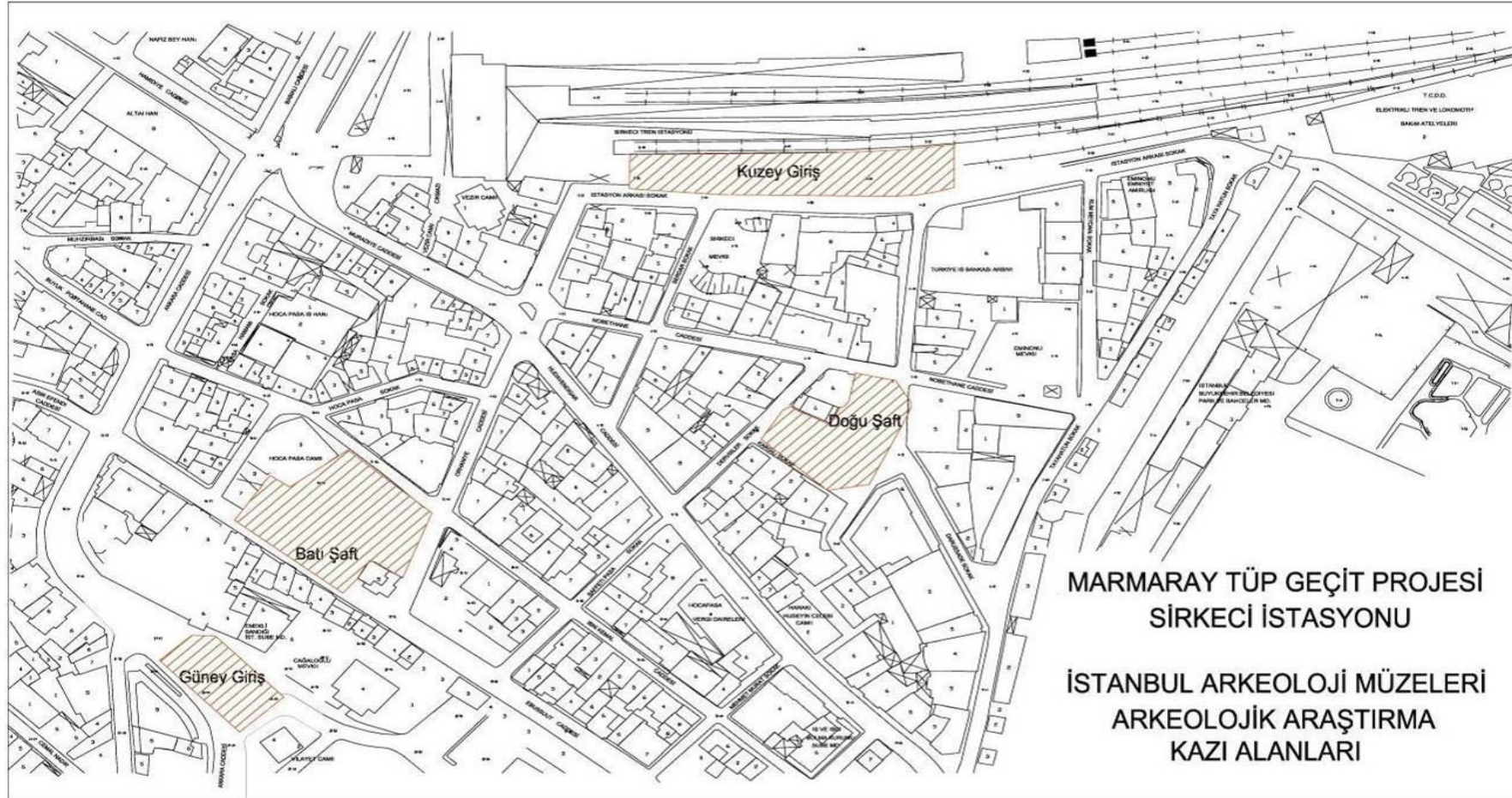


Şekil E5. 20. SMK 1 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri



Şekil E5. 21. SMK 2 no.lu örneğin asitle muamele sonrası kalan kısmının genel görüntüsü ve agrega boyut dağılımı stereo mikroskop görüntüleri

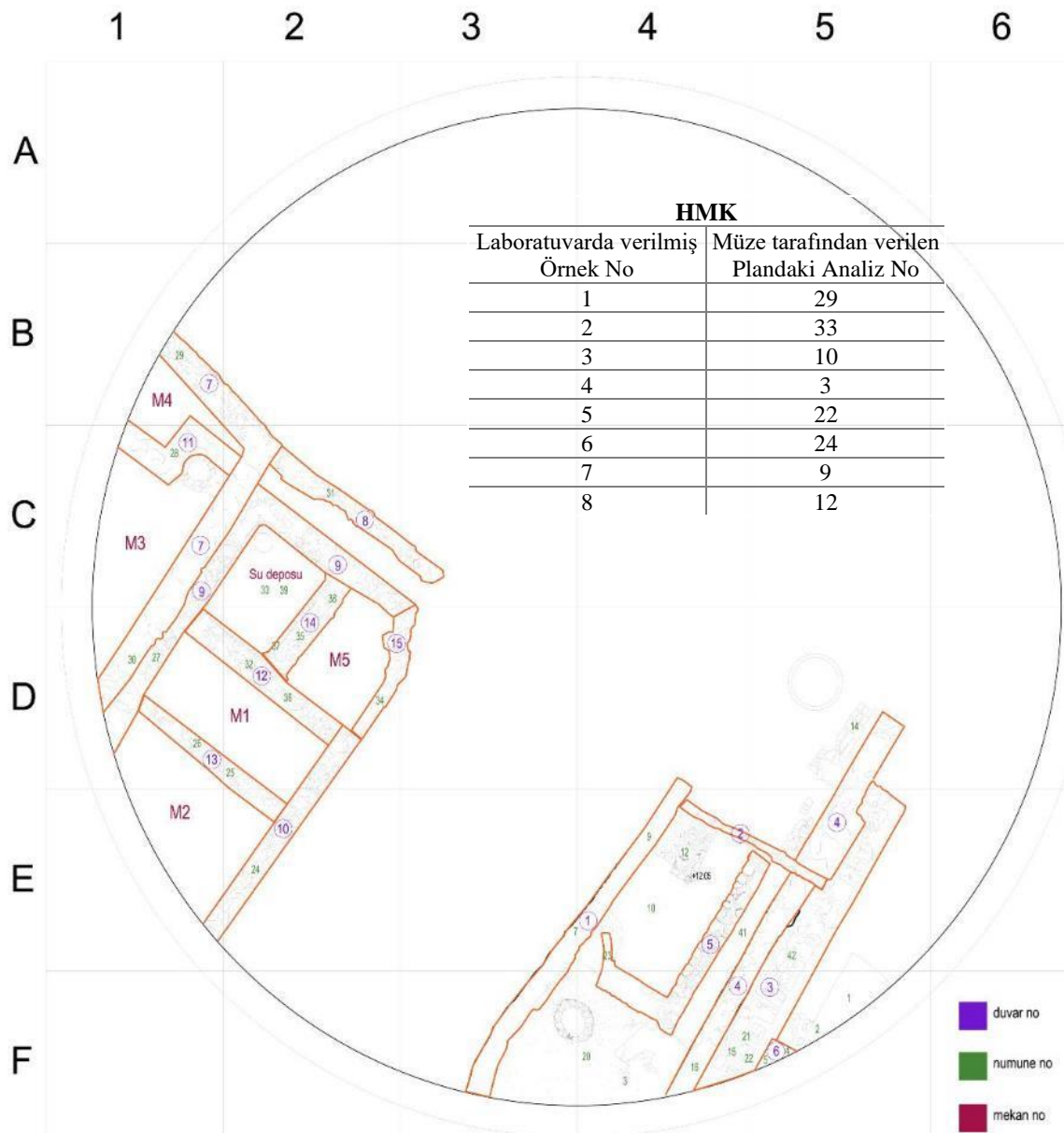
EK-6. Planlar



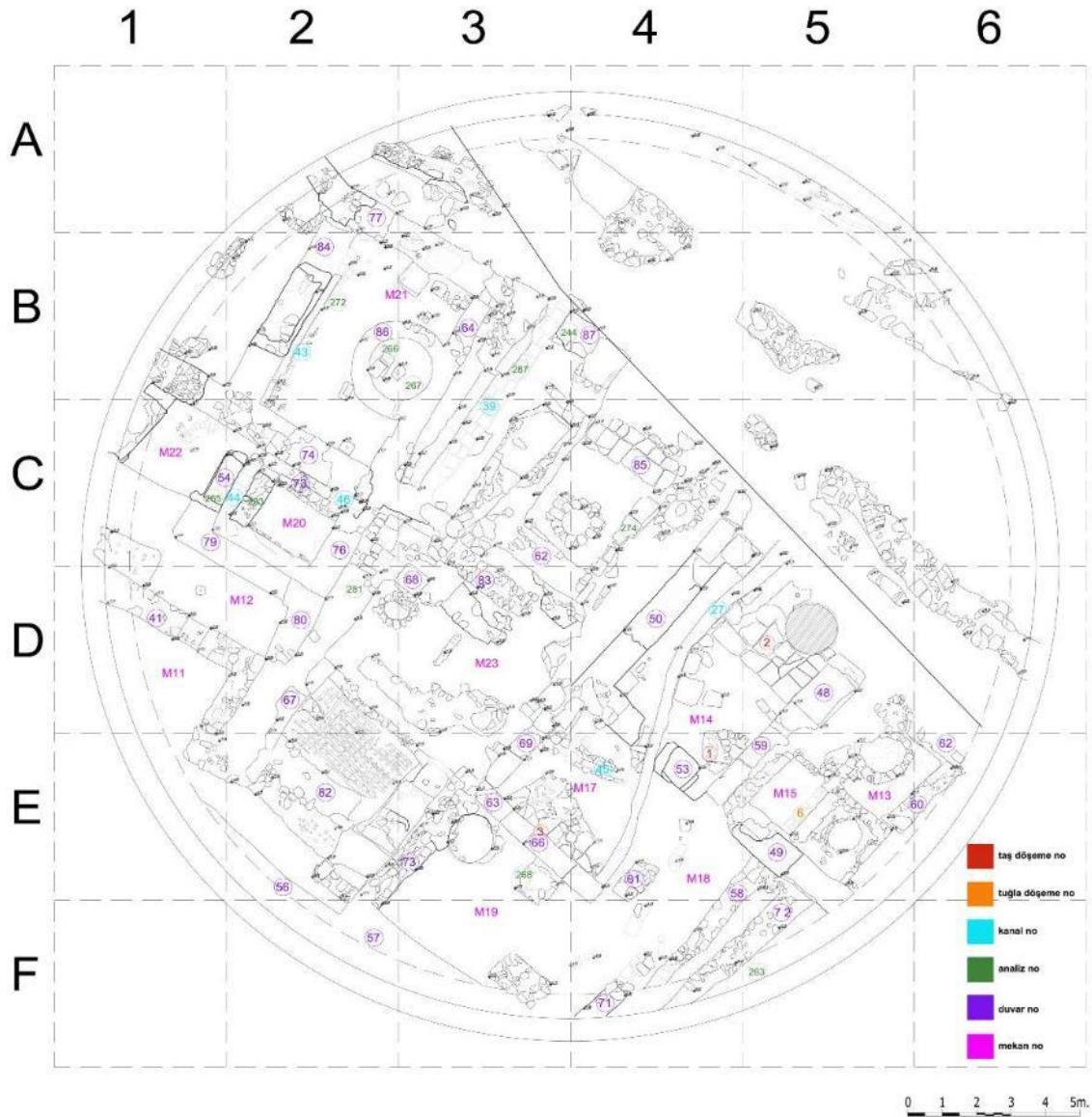
Şekil E(EK)6. 1. Marmaray Tüp geçit Projesi Sirkeci İstasyonu, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Arkeolojik Araştırma Kazı Alanları Vaziyet Planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006)

Planlarda yer alan örnek numaraları (analiz/numune no), örneklerin alındığı sırada müze tarafından verilmiştir. Harç-sıva örnekleri müze deposundan alınırken yeniden numaralandırılmış olup özgün analiz no.ları örnek tanımlamaları içerisinde belirtilmiştir. Çalışılmış olan örnekler, farklı kültür katmanlarına ait olduklarından tek plan üzerinde işaretlenememiş olup kendi kültür katmanına ait planlar üzerinde gösterilmiştir.

Plan altlarında laboratuvarında verilmiş olan örnek numaraları belirtilmiştir. Ancak bu örnek numaraları ile planlarda karşılık gelen analiz numaraları, plan üzerinde/altında tablo halinde birlikte sunulmuştur.



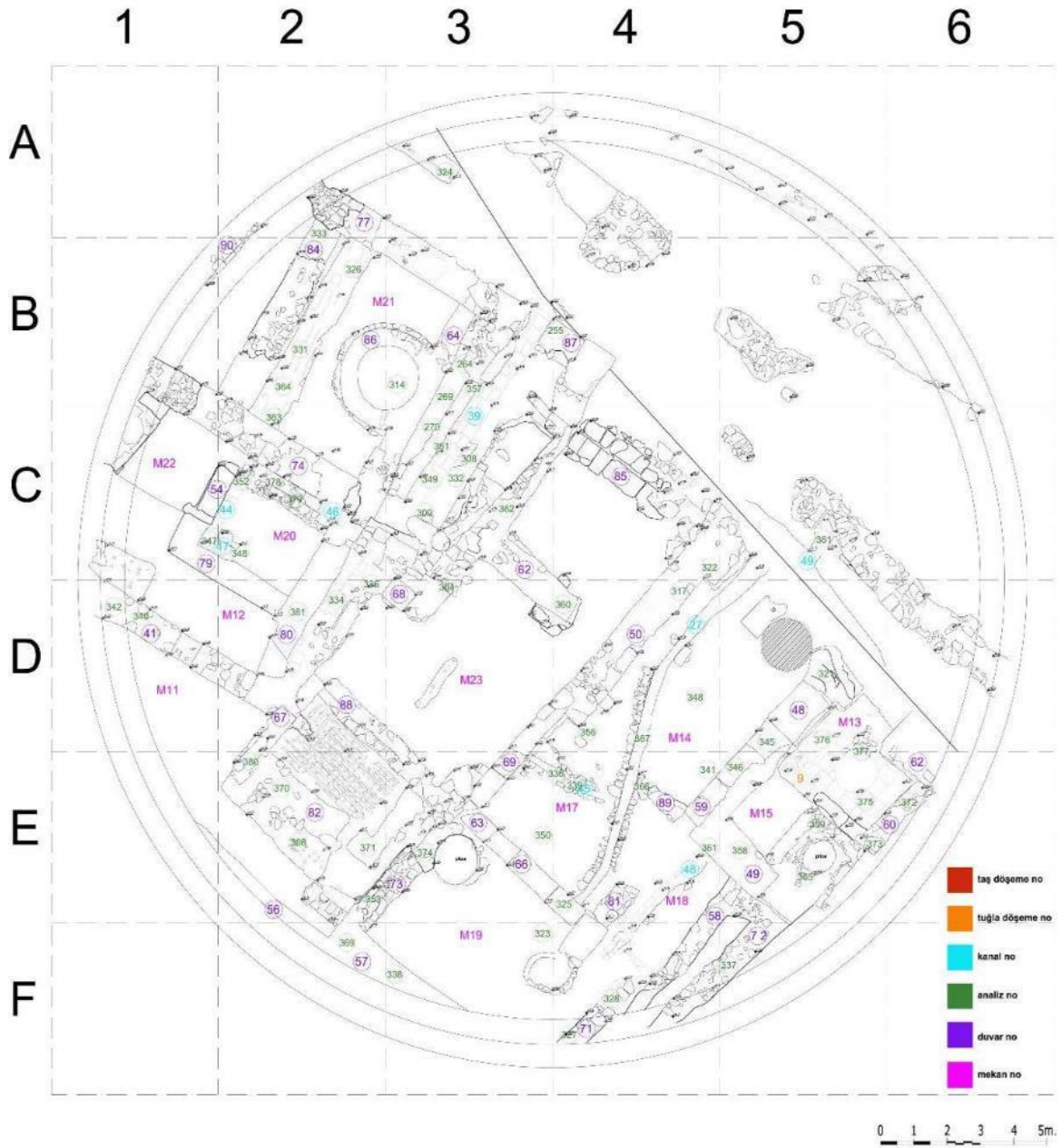
Şekil E6. 2. HMK 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006)



Şekil E6. 3. HMK 9, 10, 11, 12, 13 ve 15 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007)

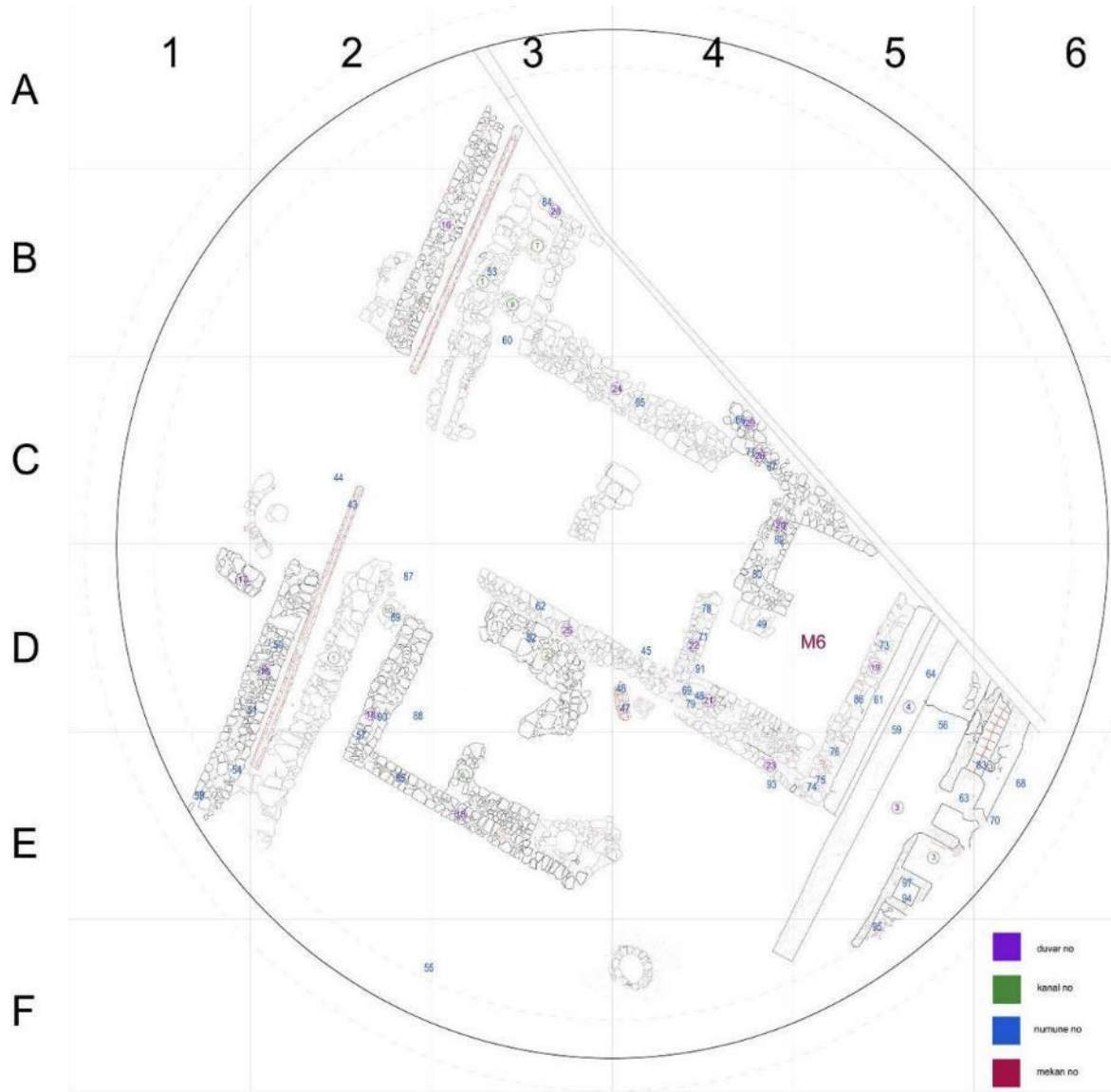
HMK

Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
9	281
10	287
11	268
12	293
13	274
15	272



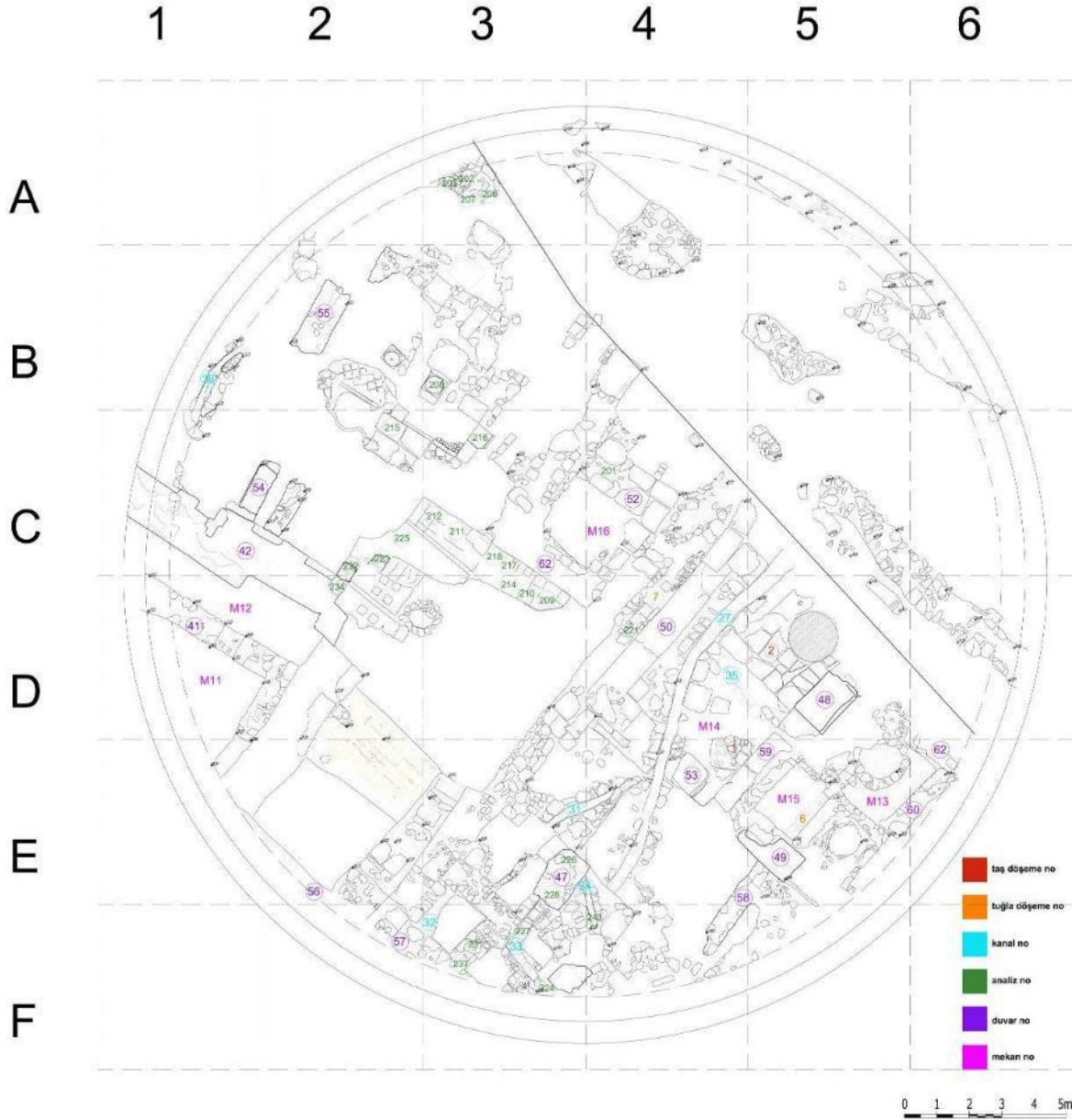
Şekil E6. 4. HMK 14, 19 ve 20 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007)

HMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
14	339
19	360
20	376



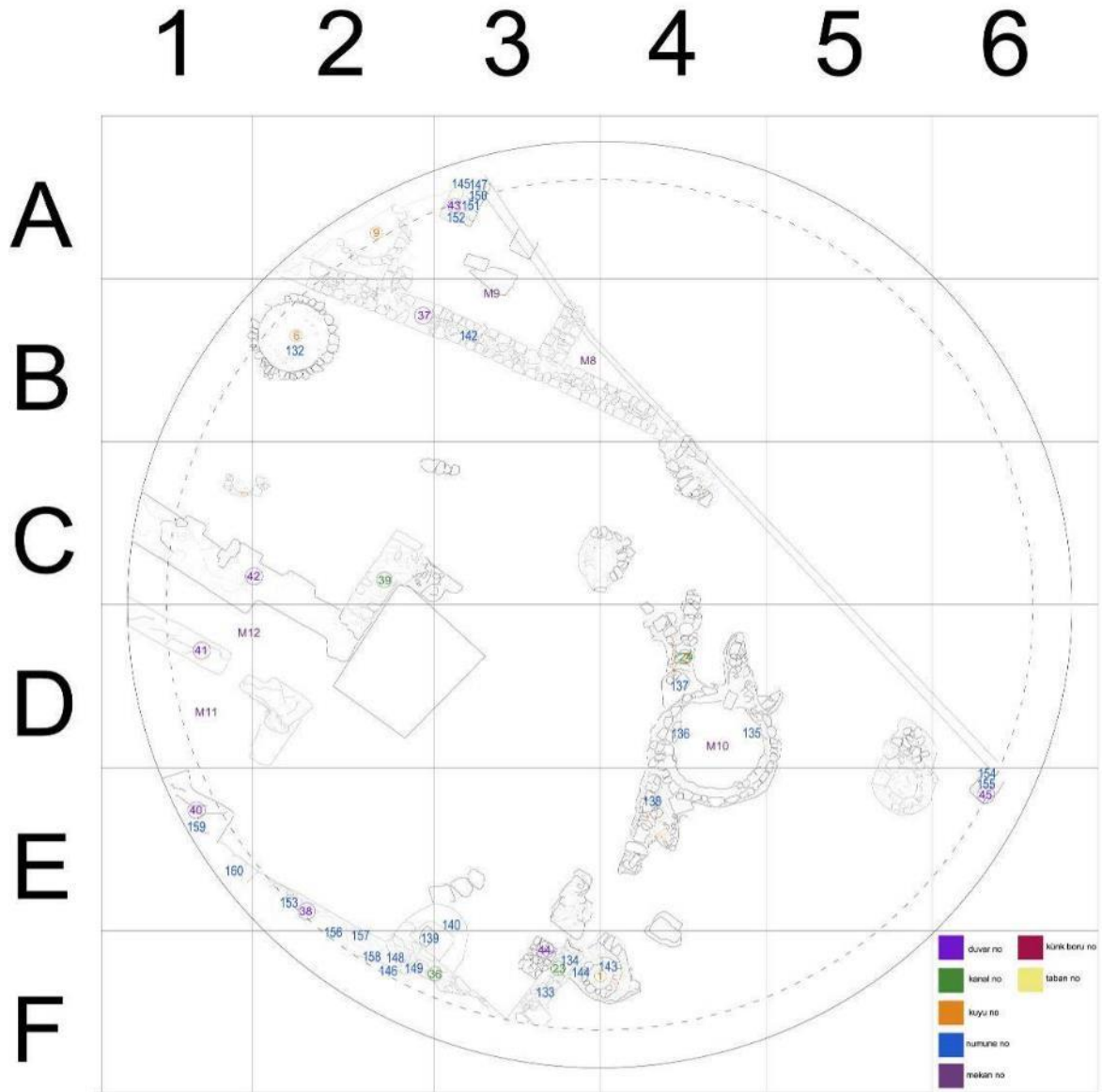
Şekil E6. 5. HMK 16 ve 17 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006)

HMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
16	77
17	73



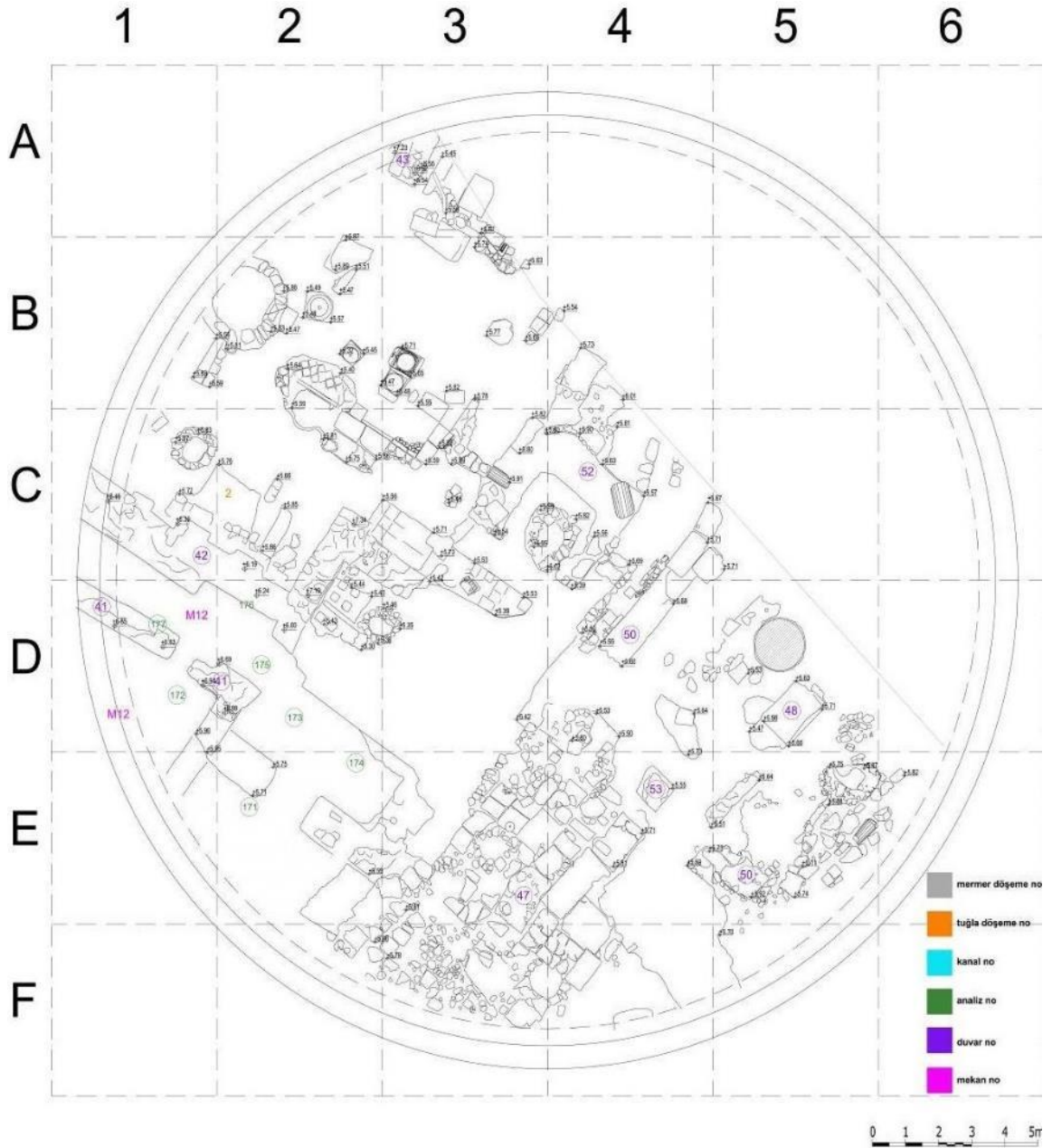
Şekil E6. 6. HMK 18 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007)

HMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
18	211



Şekil E6. 7. HMK 21, 22, 23, 24 ve 25 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2006)

HMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
21	146
22	145
23	158
24	150
25	151



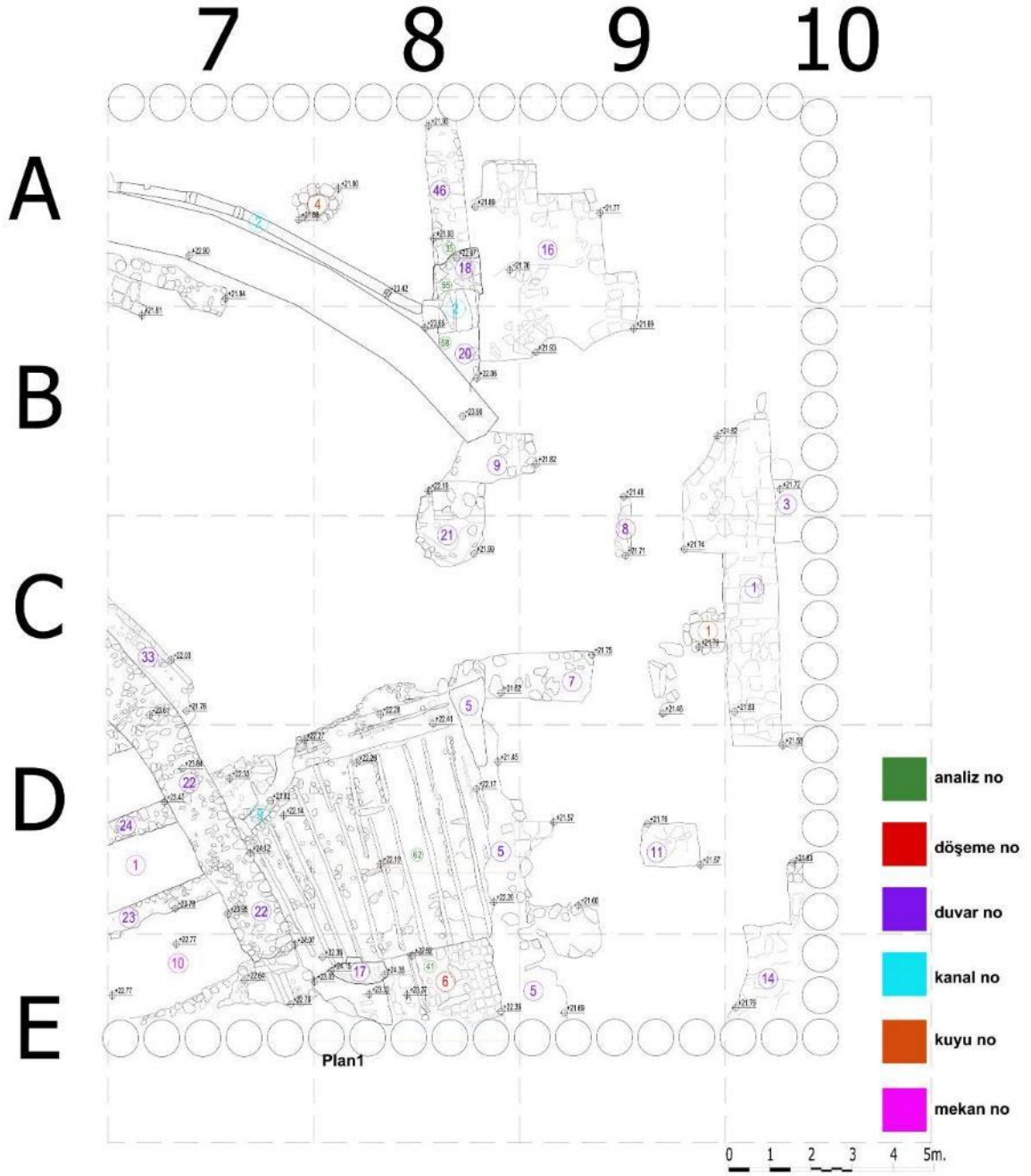
Şekil E6. 8. HMK 26 ve 27 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007)

HMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
26	171
27	175



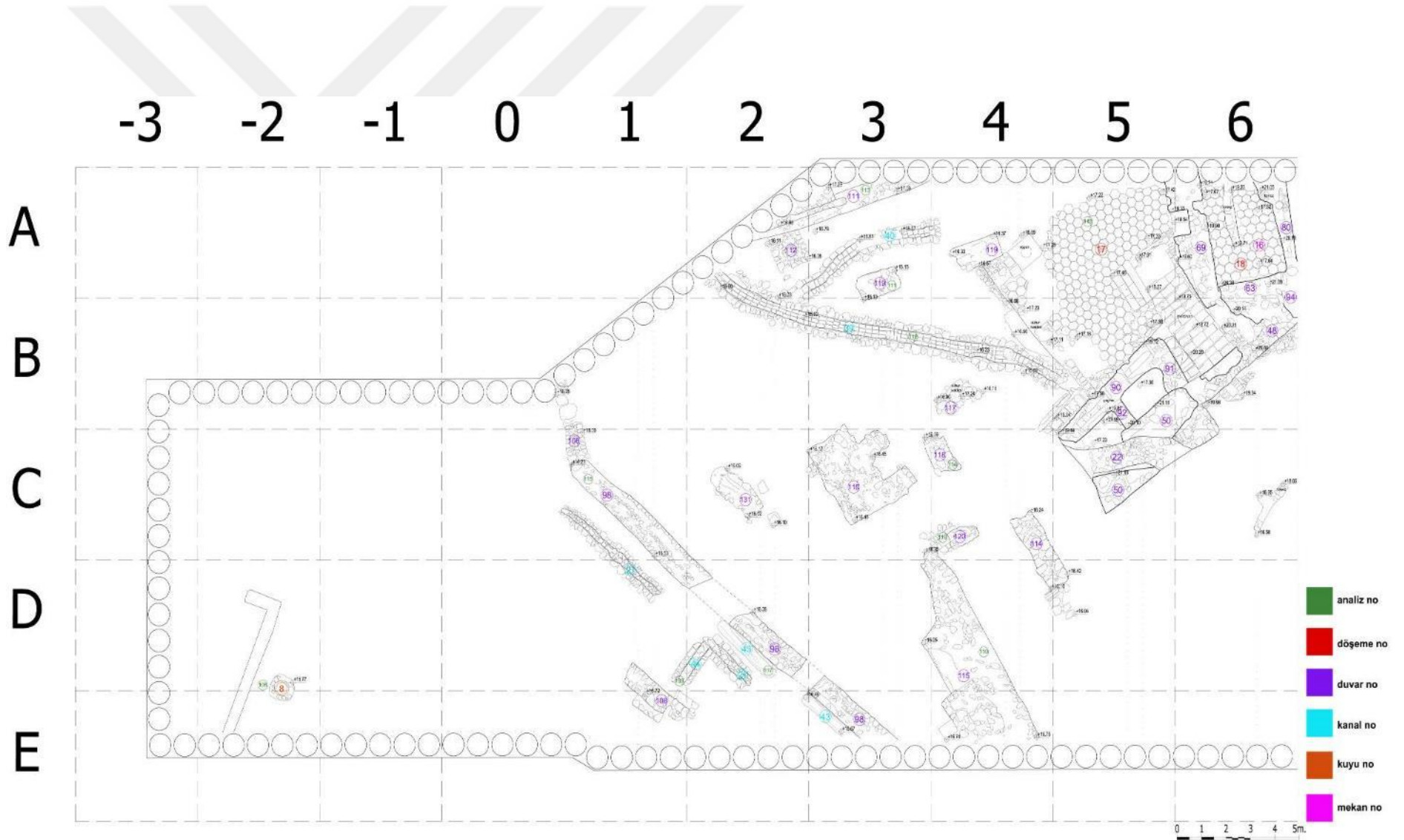
Şekil E6. 9. CMK 1, 4, 5, 6 ve 7 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2010)

CMK	
Laboratuvarında verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
1	82
4	97
5	83
6	74
7	98



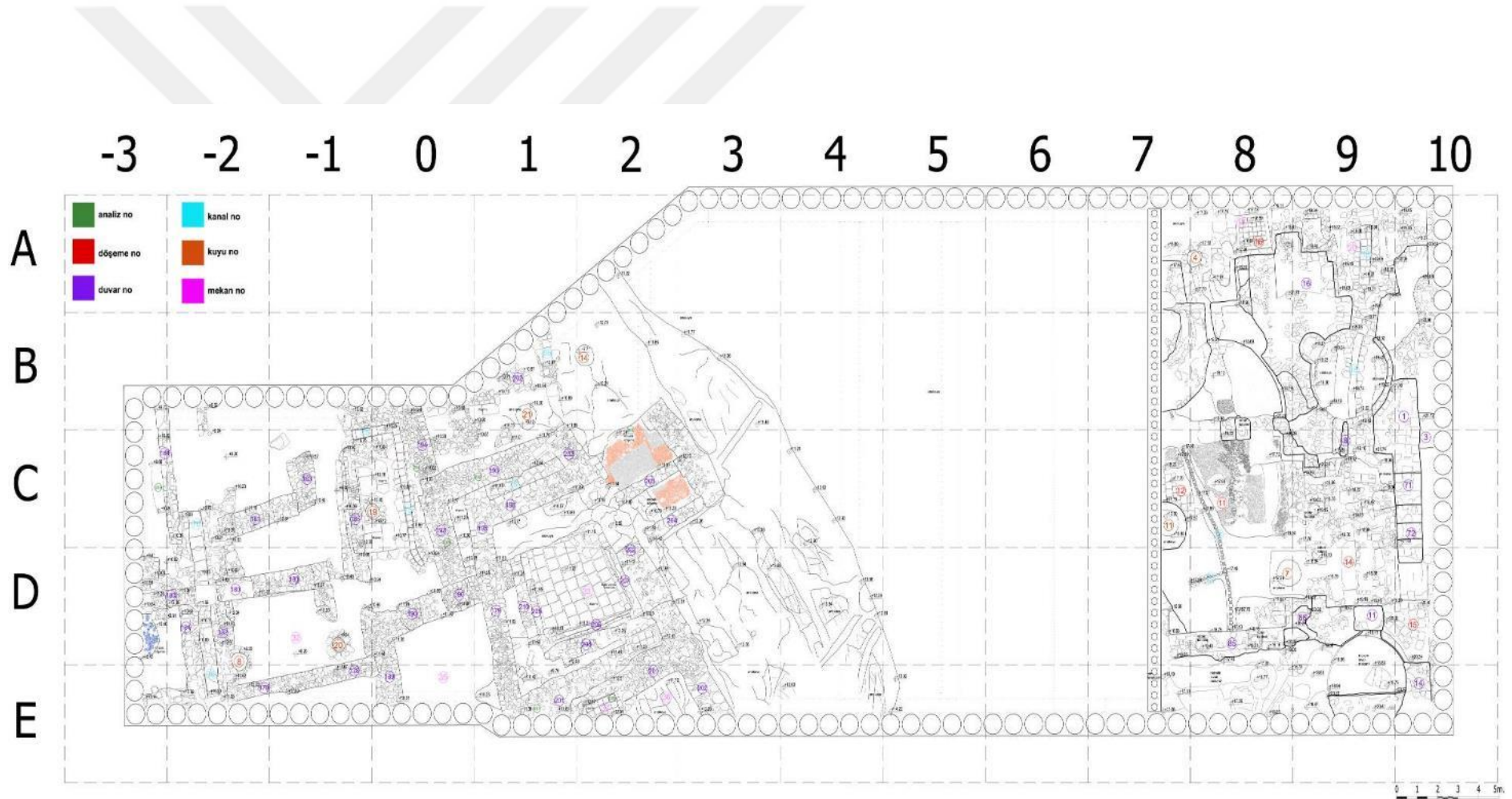
Şekil E6. 10. CMK 2 ve 3 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2010)

CMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
2	62
3	58



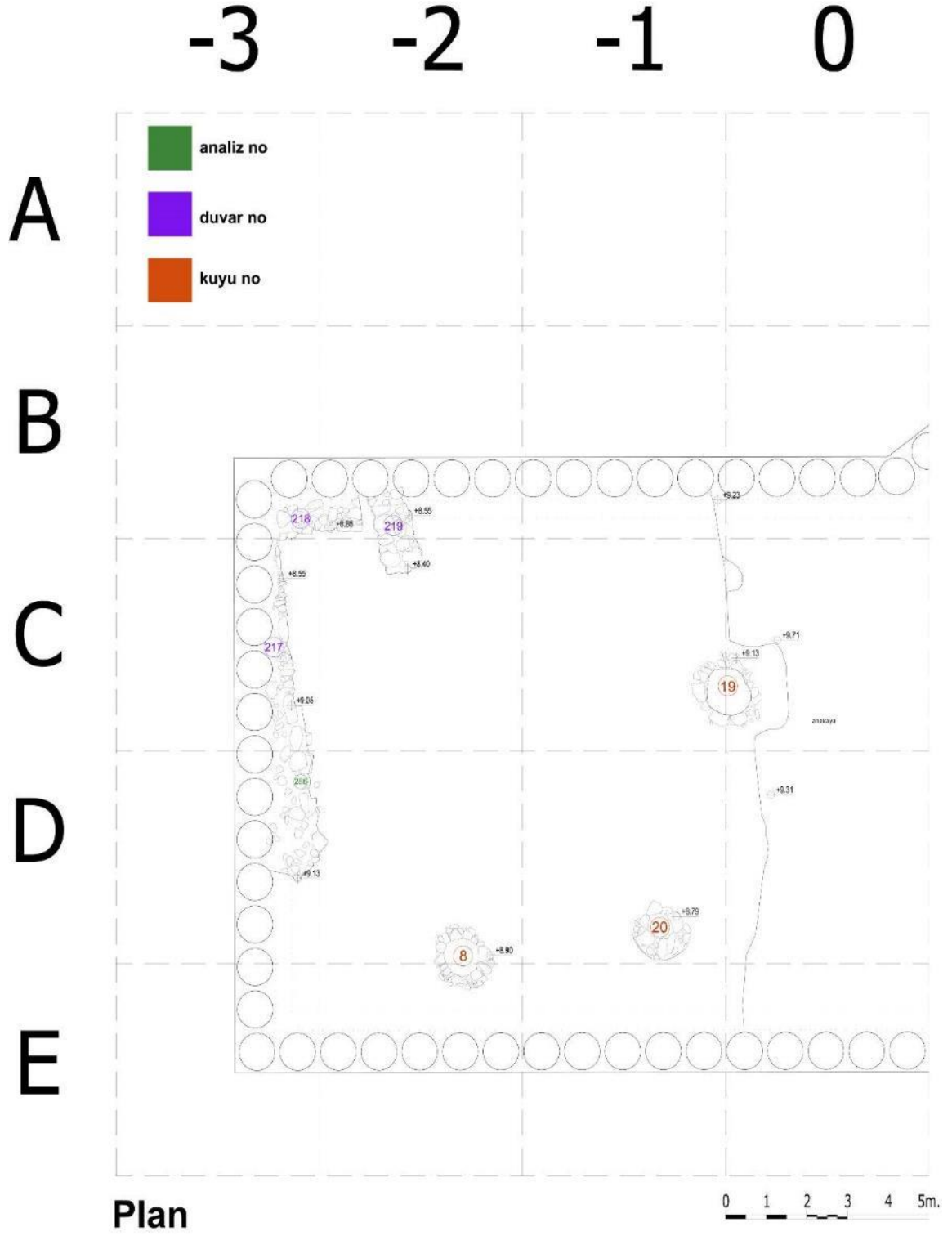
Şekil E6. 11. CMK 8 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011)

CMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
8	117



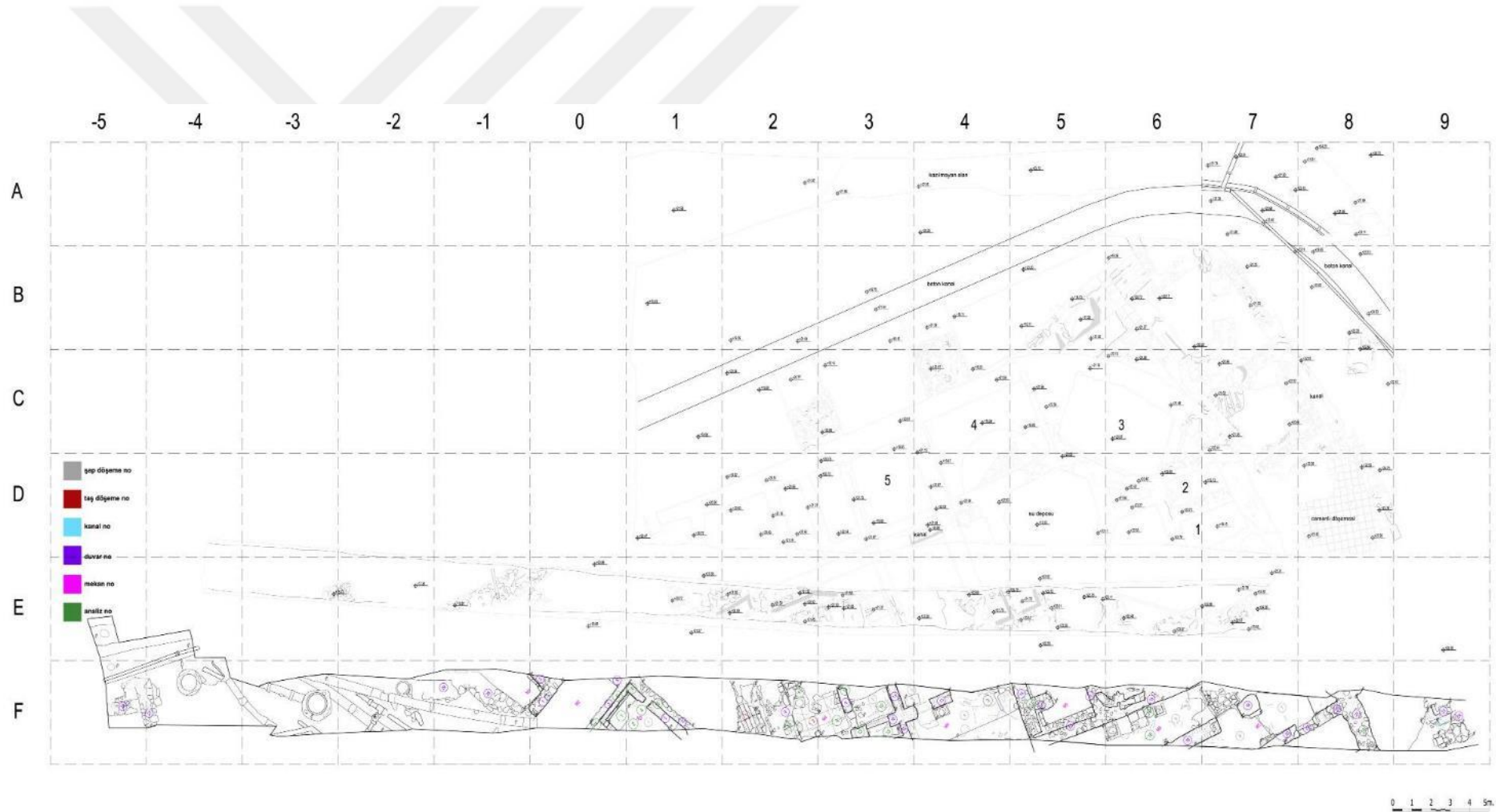
Şekil E6. 12. CMK 9, 10 ve 11 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2012)

CMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
9	263
10	255
11	283



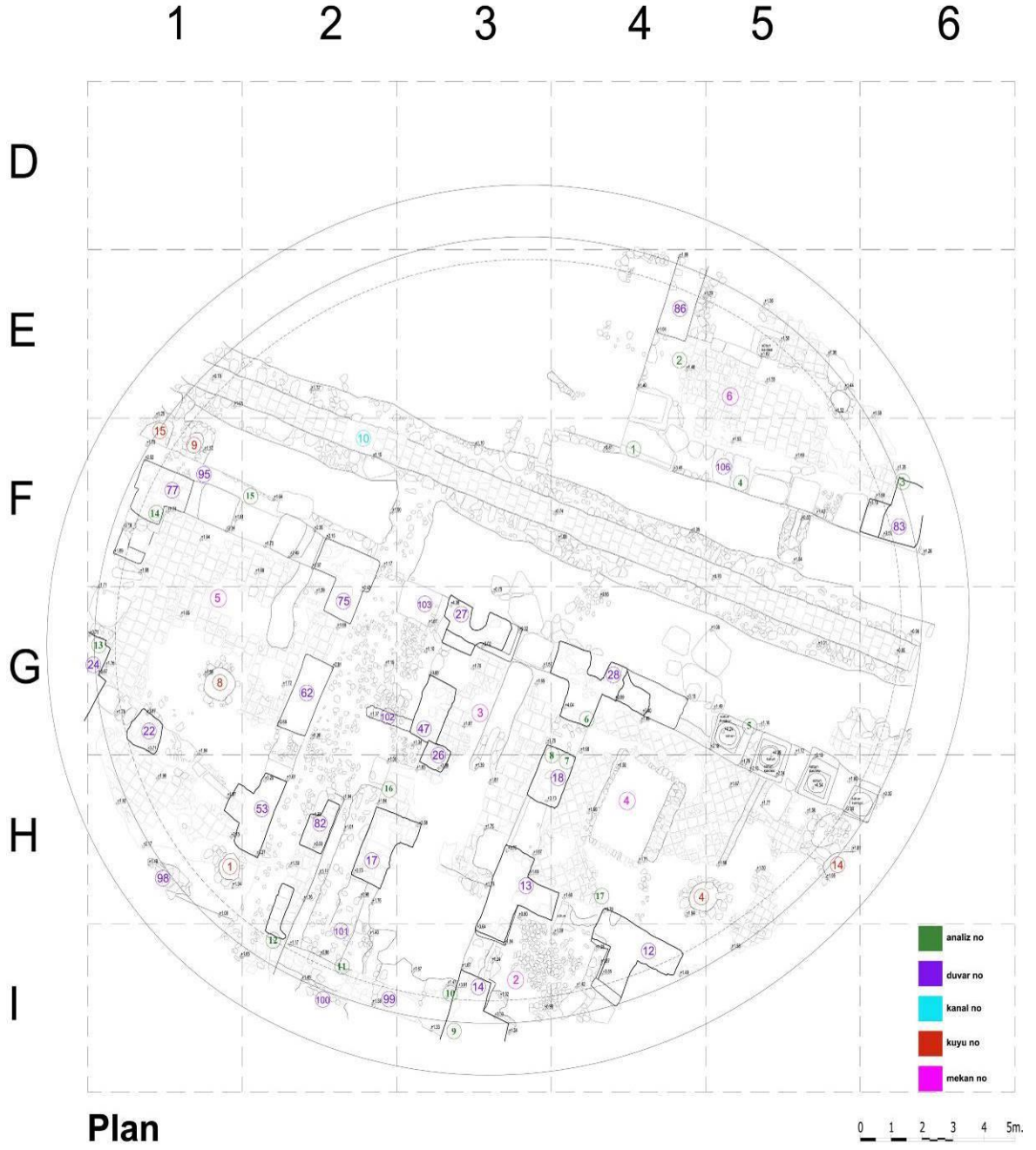
Şekil E6. 13. CMK 12 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2012)

CMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
12	286

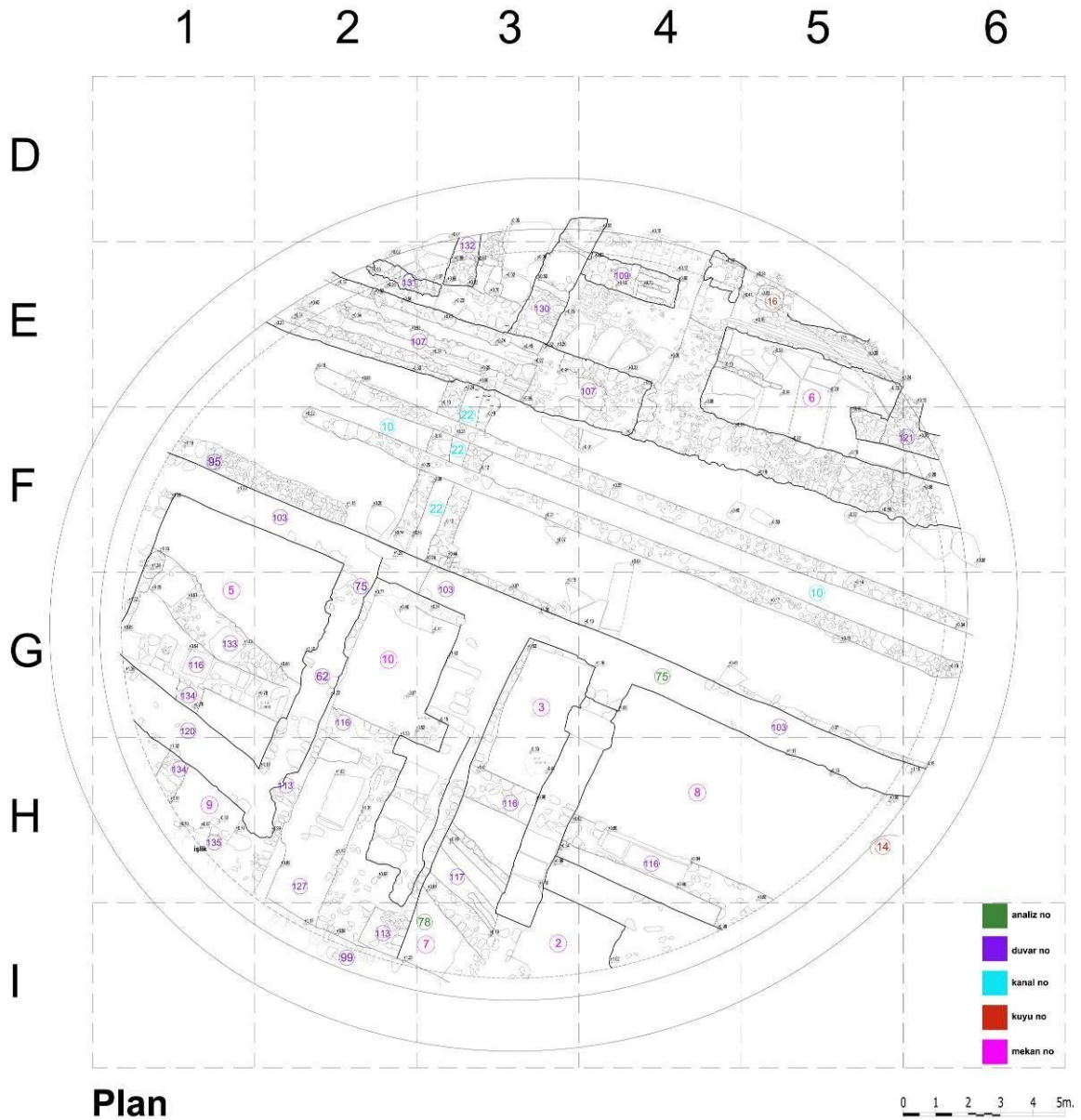


Şekil E6. 14. CMK 13 ve 14 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007)

CMK	
Laboratuvarında verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
13	18
14	3

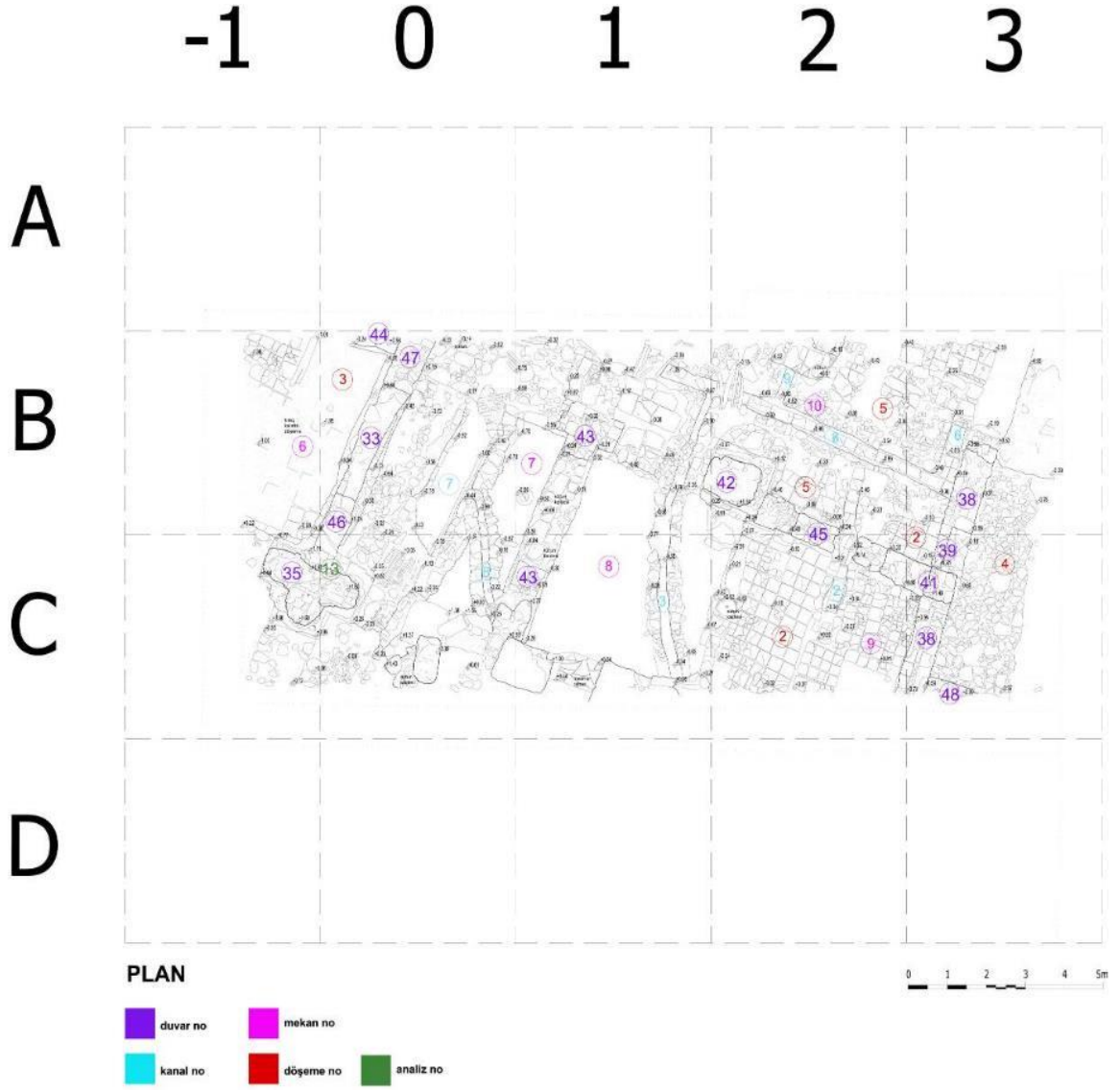


Şekil E6. 15. BMK 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ve 17 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2010)



Şekil E6. 16. BMK 18, 19 ve 20 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011)

CMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
18	25
19	22
20	26



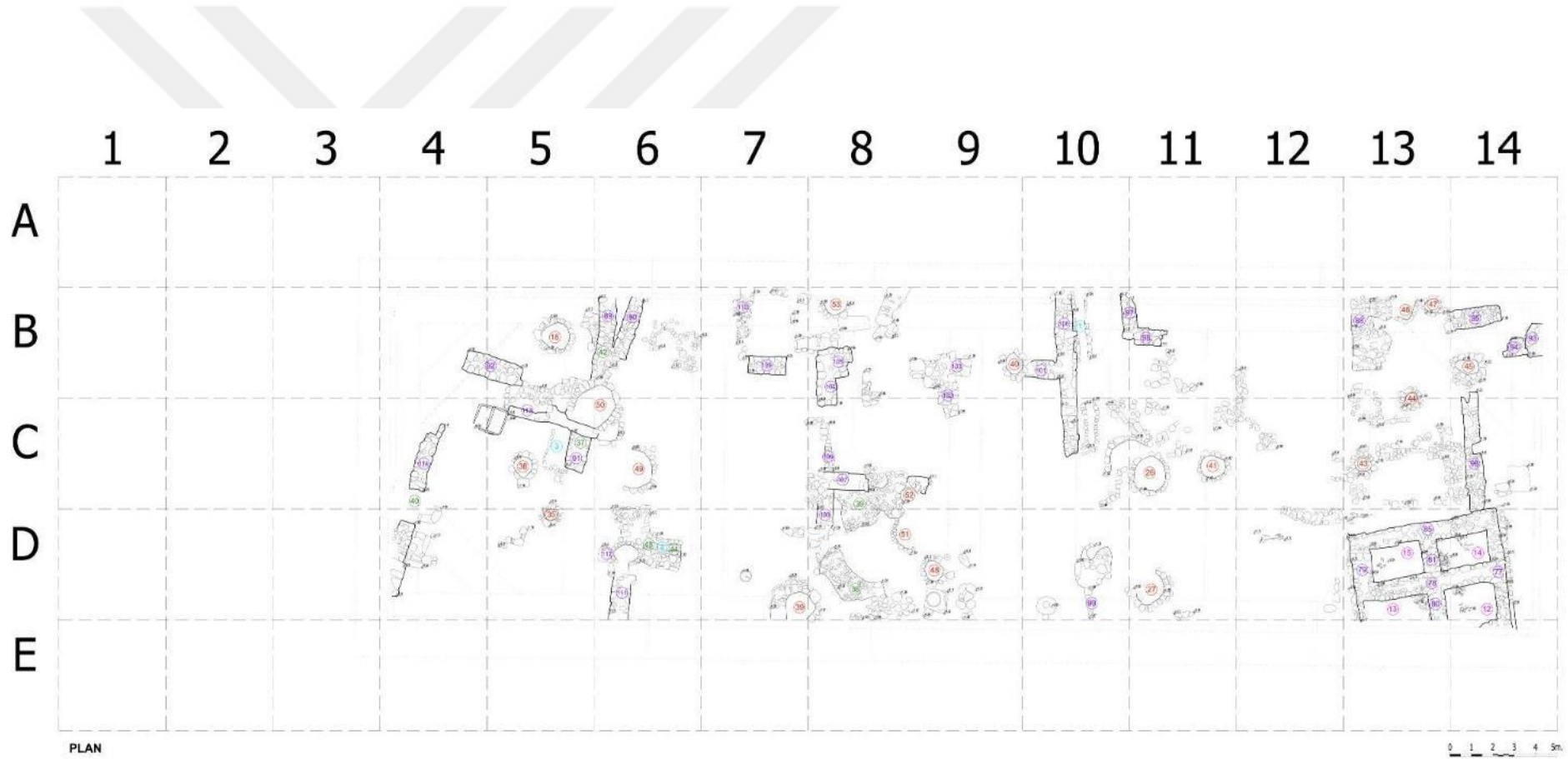
Şekil E6. 17. BMK 21 ve 20 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011)

BMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
21	75
22	78



Şekil E6. 18. SMK 1 ve 5 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011)

SMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
1	25
5	21



Şekil E6. 19. SMK 3 no.lu örneğin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2011)

SMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
3	13



Şekil E6. 20. SMK 2 ve 4 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2012)

SMK	
Laboratuvarında verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
2	42
4	43



PLAN

Şekil E6. 21. SMK 6 ve 7 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı (Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2007)

SMK	
Laboratuvarda verilmiş Örnek No	Müze tarafından verilen Plandaki Analiz No
6	13
7	8



Şekil E6. 22. SMK 8, 9, 10, 11, 12 ve 13 no.lu örneklerin alındığı kültür katmanı planı
(Çizim: İstanbul Arkeoloji Müzesi Arşivi, Mimar: H. Kübra Gür Düzgün, 2009)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Tülay Uğur
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya 20.09.1978
Telefon : -
Faks : -
E-Posta : tulayugur2000@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Şişli Sağlık Meslek Lisesi - Şişli/ İstanbul			1995
Lisans	: İstanbul Üniversitesi - Fatih/ İstanbul			2007
Yüksek Lisans	: İstanbul Üniversitesi - Fatih/ İstanbul			2011
Doktora	: Konya Teknik Üniversitesi - Selçuklu/ Konya			2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013- ...	Selçuk Üniversitesi	Arş. Gör.

UZMANLIK ALANI

Konservasyon – Restorasyon

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Makale

Güleç A., Uğur T., 2017, “Diyarbakır Ulu Camii Hanifiler Bölümü, Harç ve Sıvalarının Karakterizasyonu”, *Vakıf Restorasyon Yıllığı*, Sayı 15, s. 80-101, İstanbul.

Uğur, T., Güleç, A., 2014, “Harç, Sıva ve Diğer Kompozit Malzemelerde Kullanılan Bağlayıcılar ve özellikleri”, *Restorasyon Konservasyon Çalışmaları*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlüğü (KUDEB), 3 Aylık Bilim Dergisi, Sayı: 17, s.77-91, İstanbul.

Bildiri

Güleç, A., Uğur, T., 2011, “Yeni Camii, Avlu Revak Kubbelerine Ait Sıva ve Boyaların Analizi”, *Tarihi Yapıları Koruma ve Onarım Sempozyumu, TAYKON 2011, Bildiriler Kitabı*, s. 199-214, 26-28 Ekim, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Uğur, T., 2011, “The Characterization of Mosaic Mortars of Perge Antique City”, *Cultural Heritage Istanbul 2011, Proceedings, 5th International Congress on “Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin”*, Vol.III, *Diagnosticcs and Restoration (2nd Part)*, p. 16-22, 22-25 November, İstanbul, Turkey.

Uğur, T., 2013, “Perge Antik Kenti Mozaik Harçlarının Analizi” *Kargir yapılarda Koruma ve Onarım Semineri V*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, Koruma Uygulama Ve Denetim Müdürlüğü (KUDEB), Bildiri Kitabı, s. 85-102, 03-04 Aralık, İstanbul.

Bildiri Özeti

Uğur, T., 2011, “The Characterization of Mosaic Mortars of Perge Antique City”, *5th International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*”, *Diagnostic and Restoration Cultural Heritage Istanbul 2011*, p. 175, 22-25 November 2011, İstanbul, Turkey.

Uğur, T., Başar, M.E., 2019, “*Sirkeci Bölgesi Kurtarma Kazılarına Ait Harç ve Sıvaların Karakterizasyonunda ve Onarım Önerisinin Geliştirilmesinde Kullanılan Metodolojik Yöntemler*”, International, Science and Academic Congress’18, IV. INSAC Architecture, Design and Fine Arts Sciences Congress., pp. 190-192, Ereğli, Konya.

Poster

Bakiler, M., Gulec, A., Ugur, T., 2011, Analysis of Paints of *Fors* of The Suleyman the Magnificent in Suleymaniye Mosque, *6th International Congress on the Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology*, 5-8 September, Universita Degli Studi Di Parma, Italy.