

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAYSERİ YÖRESİNDEKİ TARİHİ HARÇLARIN KARAKTERİZASYONU
VE ONARIM HARÇLARININ ÖZELLİKLERİ**

**DOKTORA TEZİ
H. Hale KOZLU**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Restorasyon

MAYIS 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAYSERİ YÖRESİNDEKİ TARİHİ HARÇLARIN KARAKTERİZASYONU
VE ONARIM HARÇLARININ ÖZELLİKLERİ**

**DOKTORA TEZİ
H. Hale KOZLU
(502032202)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Ocak 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 24 Mayıs 2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet ERSEN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Erol GÜRDAL (İTÜ)
: Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU (İTÜ)
Prof. Dr. Fevziye AKÖZ (YTÜ)
Doç. Dr. Ahmet GÜLEÇ (İÜ)**

MAYIS 2010

Aileme,

ÖNSÖZ

Geleneksel yapılarda; dayanıklılığı, çeşitliliği, bulunabilirliği ve estetik görünümü nedeniyle tercih edilen doğal yapı taşları ve bu taşları birbirine bağlamak amacıyla kullanılan harçlar konusunda, farklı bölgeler ve dönemler için gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ancak her bölgenin ve dönemin yapı malzemelerinin farklı özellikler gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmaların özellikle Anadolu'da henüz yeterince yaygınlaşmadığı görülmektedir. Bu konulardaki bilinçsizlik, orijinal malzemelerin yeterli araştırma ve belgeleme yapılmadan yok edilerek yenileriyle değiştirilmesi ve onarımlarda yanlış malzemelerin kullanılmasına yol açmakta, bunun sonucu olarak da yapıların bozulma süreçleri hızlanmaktadır. Bu çalışma ile, Kayseri'de gerçekleştirilecek olan restorasyon çalışmalarında özgününe uygun harç uygulamalarının gerçekleştirilmesinin sağlanması hedeflenmektedir.

Doktora çalışmam sırasında desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Ahmet Ersen'e, çalışmalarım süresince araştırmalarımaya yol gösteren tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Erol Gürdal ve Doç. Dr. Ahmet Güleç'e, teslim ve tamamlama sürecinde değerli fikir ve yardımlarını esirgemeyen jüri üyeleri Prof. Dr. Fevziye Aköz ve Prof. Dr. Nihal Arıoğlu'na, Yrd. Doç. Dr. Seden Acun Özgünler'e, Roma ve Bizans Dönemi yapılarının karakterizasyon çalışmalarında TÜBİTAK projesi kapsamında vermiş oldukları destek ve yardımları için Doç. Dr. Fatih Altun, Yrd. Doç. Dr. Gülsün Tanyeli ve Araş. Gör. Oğuz Düğenci'ye, petrografik ve minerolojik analizleri yapan İ.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Prof. Dr. Mustafa Erdoğan, Araş. Gör. Serkan Angı ve Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Doç. Dr. Yusuf Kağan Kadioğlu'na, laboratuvar çalışmalarımada yardımlarını esirgemeyen İ.T.Ü. Mimarlık Bölümü'nden Araş. Gör. Işıl Polat, Araş. Gör. İrem Verdön, Araş. Gör. Serkan Yatağan ve teknisyen İbrahim Öztürk'e, A.Ü. Başkent Meslek Yüksekokulu Restorasyon-Konservasyon Programı'ndan Uzm. Dr. Ali Akın Akyol, Araş. Gör. Selver Tekin ve teknisyen Orhan Karaman'a, E.Ü. Veteriner Fakültesi'nden Doç. Dr. Orkun Demiral'a, ÇİMSA Kayseri Fabrikası Kalite Yönetim Şefi. M. Akif Albayrak'a, E.Ü. Teknoloji Merkezi'nden Uzm. İhsan Akşit ve Uzm. Altınay Bozbay'a, Y. Mimar Gülçin Kahraman'a, İlnur ve Süleyman Kısacık'a, örnek alma çalışmaları ve malzeme temini sırasındaki yardımları için Tekin Küçüknalbant ve Emre Madencilik'e, doktora çalışmalarım süresince gösterdiği sonsuz sabır ve desteği için Aytimur Güpgüpoğlu'na ve akademik hayatım boyunca her zaman yanımda hissettiğim aileme tesekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2010

H. Hale Kozlu

Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xxv
SUMMARY.....	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Onarım Malzemelerinin Restorasyon Yöntemleri Arasındaki Yeri.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	7
1.3 Çalışma Metodolojisi.....	9
2. GELENEKSEL HARÇ MALZEMELERİ.....	11
2.1 Bağlayıcılar.....	11
2.1.1 Killi toprak.....	12
2.1.2 Alçı.....	14
2.1.3 Kireç.....	15
2.1.4 Su kireci (hidrolik kireç).....	17
2.1.5 Puzolan katkılı kireç.....	19
2.1.5.1 Puzolan.....	19
2.1.5.2 Kireç+ puzolan.....	22
2.1.6 Portland çimentosu.....	24
2.2 Dolgu maddeleri.....	25
3. ONARIM HARÇLARI KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	29
4. BÖLGENİN VE İNCELENEN YAPILARIN TANITIMI.....	47
4.1 Bölgenin Jeolojik Yapısı.....	47
4.1.1 Kayseri ve civarının jeolojik gelişimi.....	47
4.1.2 Kayseri'nin jeolojisini ve malzeme yapısını etkileyen oluşumlar.....	47
4.1.3 Erciyes kayaçlarındaki minerolojik özellikler.....	49
4.2 Duvarlarda Kullanılan Yapı Malzemeleri ve Kaynakları.....	50
4.2.1 Taş.....	50
4.2.1.1 Bazaltik tüf.....	52
4.2.1.2 Andezitik tüf.....	52
4.2.1.3 Trakit.....	53
4.2.1.4 Süngertaşı (pomza).....	53
4.2.2 Kireç.....	53
4.2.3 Agrega.....	54
4.2.4 Puzolanik malzemeler.....	54
4.2.5 Alçı.....	56
4.2.6 Boya.....	56
4.3 Kayseri Geleneksel Mimarisinde Yapım Teknikleri.....	56

4.3.1 Roma Dönemi.....	57
4.3.1.1 Roma Dönemi'nde kullanılan yapım teknikleri.....	57
4.3.1.2 Roma Dönemi eserlerinde harç kullanımı.....	62
4.3.2 Bizans Dönemi.....	63
4.3.2.1 Bizans Dönemi'nde kullanılan yapım teknikleri.....	63
4.3.2.2 Bizans Dönemi eserlerinde harç kullanımı.....	65
4.3.3 Selçuklu Dönemi.....	65
4.3.3.1 Selçuklu Dönemi'nde kullanılan yapım teknikleri.....	66
4.3.3.2 Selçuklu Dönemi eserlerinde harç kullanımı.....	69
4.3.4 Osmanlı Dönemi.....	69
4.3.4.1 Osmanlı Dönemi'nde kullanılan yapım teknikleri.....	71
4.3.4.2 Osmanlı Dönemi eserlerinde harç kullanımı.....	77
4.4 Duvar Harçları İncelenen Yapılar.....	78
4.4.1 Beştepeliler Kale Kalıntısı.....	80
4.4.2 Kuru Köprü.....	83
4.4.3 Aziz Basilius Manastırı Kalıntıları.....	87
4.4.4 Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi ve Darüüşşifası.....	90
4.4.5 Kızıl Köşk.....	95
4.4.6 Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü.....	98
4.4.7 Gön Hanı.....	102
4.4.8 Gavremoğlu Konağı.....	105
4.4.9 Kuyumcuoğlu Konağı.....	107
4.5 Sıva Harçları İncelenen Yapılar.....	110
4.5.1 Gereme Panagia Kilisesi.....	111
4.5.2 Erdemli Kaya Kiliseleri.....	114
4.5.2.1 Aziz Nikolaos Kilisesi.....	115
4.5.2.2 Kilise Camii.....	117
4.5.2.3 Eustathios Kilisesi.....	119
4.5.3 Kızıl Köşk.....	122
4.5.4 Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü.....	123
4.5.5 Setenönü Hamamı.....	124
4.5.6 Darsiyak Yanartaş (Taksiarhis) Kilisesi.....	127
5. MEVCUT ÖRNEKLERİN DENEYSSEL ÇALIŞMALARI.....	131
5.1 Örnek Alma ve Görsel Analizler.....	131
5.2 Fiziksel Analizler.....	134
5.2.1 Kütlece ve hacimce su emme oranları.....	134
5.2.2 Görünür yoğunluk (birim hacim kütlesi).....	134
5.2.3 Gerçek yoğunluk (özgül kütle).....	135
5.2.4 Porozite.....	136
5.3 Kimyasal Analizler.....	137
5.3.1 Kızdırma kaybı tayini.....	137
5.3.2 Asit kaybı ve elek analizi.....	139
5.3.3 XRD analizi.....	139
5.3.4 SEM-EDS analizi.....	142
5.3.5 Suda çözünebilir tuzların kalitatif ve yarı kantitatif analizleri.....	142
5.3.5.1 Klor (Cl ⁻) analizi.....	142
5.3.5.2 Nitrat (NO ₃ ⁻) analizi.....	143
5.3.5.3 Sülfat (SO ₄ ⁻²) ve karbonat (CO ₃ ⁻²) analizi.....	143
5.3.6 pH analizi.....	146
5.3.7 Puzolanik aktivite ve iletkenlik analizi.....	146

5.3.8 Protein analizi.....	146
5.3.9 Yağ analizi	147
5.4 Petrografik Analizler	148
5.4.1 Duvar örgü harçları.....	148
5.4.2 Sıva harçları	154
5.5 Mekanik Analizler	159
5.6 Değerlendirme Verileri.....	161
6. ONARIM HARCİ ÖNERİLERİ	177
6.1 Kullanılan Ham Maddeler	177
6.1.1 Kireç	177
6.1.2 Tüfler	178
6.1.3 Alçı	181
6.1.4 Kum	182
6.2 Puzolanik Aktivite Deneylei.....	183
6.3 Onarım Harcı Tasarımı ve Üretimi	185
6.3.1 Ön deneylei	186
6.3.2 Onarım harcı üretimi	193
6.3.3 Onarım harçlarının mekanik ve fiziksel özellikleri.....	198
6.4 Üretilen Örneklerin Özgün Örneklerle Karşılaştırılması.....	203
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	207
KAYNAKLAR	223
EKLER.....	245
ÖZGEÇMİŞ	335

KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials
BS	: British Standarts
ISRM	: International Society for Rock Mechanics Commission on Testing Methods
TS	: Türk Standartları

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Muhtelif puzolanların kimyasal özellikleri (Postacıoğlu ve diğ., 1960) .	20
Çizelge 4.1 : Cırgalan andezitik tüflerinin değerlendirme sonuçları (Binan, 1961)...	53
Çizelge 4.2 : Puzolan olarak kullanılacak hammaddelerin ideal kimyasal özellikleri (Leckebugh, 1984).....	55
Çizelge 4.3 : Ağılmağarası puzolanlarının kimyasal özellikleri (Postacıoğlu ve diğ., 1960).....	55
Çizelge 4.4 : Ağılmağarası puzolanlarından üretilen harcın mekanik özellikleri (Postacıoğlu ve diğ., 1960).....	55
Çizelge 4.5 : Ağırnas topraklarının puzolanik aktivite deneyi ve kimyasal özellikleri (Kurugöl, 2008)	52
Çizelge 4.6 : Kayseri’de günümüze ulaşabilen Roma Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993’den güncellenmiştir.).....	57
Çizelge 4.7 : Kayseri’de günümüze ulaşabilen Bizans Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993’den güncellenmiştir.)	63
Çizelge 4.8 : Kayseri’de günümüze ulaşabilen Selçuklu Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993’den güncellenmiştir.)	66
Çizelge 4.9 : Kayseri’de günümüze ulaşabilen Osmanlı Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993’den güncellenmiştir.)	70
Çizelge 5.1 : Örneklerin görsel analizi	132
Çizelge 5.2 : Örneklerin fiziksel özellikleri.....	136
Çizelge 5.3 : Örneklerin kızdırma kaybı analizi sonuçları	138
Çizelge 5.4 : Asit kaybı ve elek analizi sonuçları	140
Çizelge 5.5 : Örneklerin tuz analizleri.....	144
Çizelge 5.6 : Örneklerin protein, yağ, pH ve iletkenlik analizleri	147
Çizelge 5.7 : Örneklerin mekanik analizleri	160
Çizelge 5.8 : Örneklerin bağlayıcı renkleri ve dağılımları	162
Çizelge 5.9 : Örneklerin agrega ve lifli malzeme tipleri dağılımları.....	162
Çizelge 5.10 : Örneklerin bağlayıcı/agrega oranlarının değerlendirmesi.....	163
Çizelge 5.11 : Duvar örgü harcı örneklerinin gruplandırılması	175
Çizelge 5.12 : Sıva harcı örneklerinin gruplandırılması.....	176
Çizelge 6.1 : Bünyan ve Barsama’daki puzolanik toprakların analiz sonuçları	184
Çizelge 6.2 : Tüflerin puzolanik aktivite deneyi sonuçları.....	184
Çizelge 6.3 : Yanıkdağ kumunun puzolanik aktivite deneyi sonuçları.....	185
Çizelge 6.4 : Onarım harcı üretilen örnekler ve genel özellikleri.....	186
Çizelge 6.5 : Isıl işleme maruz kalmayan örneklerin puzolanik aktivite değerleri ..	187
Çizelge 6.6 : Harç 1 deneme karışımı oranları.....	188
Çizelge 6.7 : Harç 2 deneme karışımı oranları.....	189
Çizelge 6.8 : Harç 3a deneme karışımı oranları.....	190
Çizelge 6.9 : Harç 3b deneme karışımı oranları.....	190
Çizelge 6.10 : Sıva 1 deneme karışımı oranları	191
Çizelge 6.11 : Sıva 2 deneme karışımı oranları	192
Çizelge 6.12 : Deneme karışımı örneklerinin eğilme ve basınç dayanımları	192

Çizelge 6.13 : Harç 1 onarım harcı oranları	194
Çizelge 6.14 : Harç 2 onarım harcı oranları	195
Çizelge 6.15 : Harç 3 onarım harcı oranları	196
Çizelge 6.16 : Sıva 1 onarım harcı oranları	197
Çizelge 6.17 : Sıva 2 onarım harcı oranları	198
Çizelge 6.18 : Onarım harçlarının eğilme dayanımı ölçümleri	199
Çizelge 6.19 : Onarım harçlarının basınç dayanımı ölçümleri	199
Çizelge 6.20 : Onarım harçlarının ısıtılma sonrası basınç dayanımları	202
Çizelge 6.21 : Onarım harçlarının fiziksel özellikleri	202
Çizelge 6.22 : Özgün örneklerin ve onarım harçlarının karşılaştırılması	203
Çizelge 6.23 : Özgün örneklerin ve onarım harçlarının fiziksel özellikleri	205
Çizelge 7.1 : Onarım harçlarının kullanılacakları yapı türleri ve dönemleri ...	212
Çizelge 7.2 : Kireç harç dolgu moloz taş duvar yapımı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri)	215
Çizelge 7.3 : Sıva harcı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri)	215
Çizelge 7.4 : Yonu taşı duvarlarda kullanılacak örgü harcı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri)	216
Çizelge 7.5 : Sıva harçları için poz önerileri	221
Çizelge 7.5 : Duvar örgü harçları için poz önerileri	221
Çizelge A.1 : Erciyes volkanitleri element dağılımlarının Batı Pasifik ada yayı element dağılımları ile karşılaştırılması (Güner ve diğ., 1984)	246
Çizelge C.1a : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları	266
Çizelge C.1b : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları	267
Çizelge C.1c : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları	268
Çizelge C.1d : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları	269
Çizelge C.1e : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları	270
Çizelge C.1f : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonuçları	271
Çizelge C.2a : AB H2 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları	272
Çizelge C.2b : AB H2 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları	273
Çizelge C.2c : AB H2 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları	274
Çizelge C.2d : AB H2 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları	275
Çizelge C.2e : AB H2 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları	276
Çizelge C.3a : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları	277
Çizelge C.3b : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları	278
Çizelge C.3c : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları	279

Çizelge C.3d : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları	280
Çizelge C.3e : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları	281
Çizelge C.3f : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonuçları	282
Çizelge C.4a : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları	283
Çizelge C.4b : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları	284
Çizelge C.4c : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları	285
Çizelge C.4d : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonucu	286
Çizelge C.4e : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonucu	287
Çizelge C.4f : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonucu	288
Çizelge C.5a : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları	289
Çizelge C.5b : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları	290
Çizelge C.5c : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları	291
Çizelge C.5d : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları	292
Çizelge C.5e : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları	293
Çizelge C.5f : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonuçları	294
Çizelge C.6 : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı EDS analizi sonuçları	295
Çizelge F.1 : H1 numaralı onarım harcı önerisi agrega EDS analizi sonuçları	318
Çizelge F.2 : H1 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları	319
Çizelge F.3 : H2 numaralı onarım harcı önerisi agrega EDS analizi sonuçları	320
Çizelge F.4 : H2 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları	321
Çizelge F.5 : S1 numaralı onarım harcı önerisi agrega EDS analizi sonuçları	322
Çizelge F.6 : S1 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları	323
Çizelge F.7 : S2 numaralı onarım harcı önerisi agrega EDS analizi sonuçları	324
Çizelge F.8 : S2 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları	325
Çizelge G.1 : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri)	326

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Hidrolik olmayan kireç oluşum döngüsü	17
Şekil 4.1 : Roma Dönemi duvar örgü tiplerinden örnekler (Çizim: H. Kozlu (Başgelen, 1993'den uyarlanmıştır.)).....	59
Şekil 4.2 : Kenetlerin duvar içerisindeki kullanımları (Çizim: H. Kozlu).....	61
Şekil 4.3 : Kenetlerin duvar içerisinde kullanımlarına Kayseri kiliselerinden örnekler (Fotoğraf: Şeyda Güngör Açıköz)	61
Şekil 4.4 : Geleneksel yapılarda kullanılan kenet çeşitleri (Çizim: H. Kozlu (Binan, 1961'den uyarlanmıştır.)).....	62
Şekil 4.5 : Kayseri Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi'nde kemer-tonoz kullanımları, mekânsal ve strüktürel biçimlenme (Çizim: G. Büyükmihçi, H. Kozlu, H. Eldek).....	69
Şekil 4.6 : Moloz taş duvar örgüsü (Çizim: H. Kozlu)	71
Şekil 4.7 : Kuru taş duvar örgüsü (Çizim: H. Kozlu)	72
Şekil 4.8 : Kaba yonu taş duvar örgüsü (Çizim: H. Kozlu)	72
Şekil 4.9 : İnce yonu taş duvar örgüsü (Çizim: H. Kozlu).....	73
Şekil 4.10 : Yanaşık derzli kesme taş duvar örgüsü (Çizim: H. Kozlu)	73
Şekil 4.11 : Moloz taş duvar-kesme taş duvar birlikteliği (Çizim: H. Kozlu)	74
Şekil 4.12 : Yapım sisteminde moloz taş ve kesme taş kullanımı (Çizim: G. Büyükmihçi, H. Kozlu).....	74
Şekil 4.13 : Çift cidarlı duvar örgüsü (Çizim: H. Kozlu).....	75
Şekil 4.14 : Kesme taş kaplama duvar (Çizim: H. Kozlu)	75
Şekil 4.15 : Geleneksel dokuda kesme taş duvar örgüsünün kullanımı (Çizim: H. Kozlu)	75
Şekil 4.16 : Düz toprak dam çatı örtüsü (Çizim: H. Kozlu).....	76
Şekil 4.17 : Ara kat döşemesi (Çizim: H. Kozlu).....	77
Şekil 4.18 : Zemine oturan döşeme detayı (Çizim: H. Kozlu).....	77
Şekil 4.19 : İncelenen yapıların Kayseri haritası üzerinde konumları	79
Şekil 4.20 : Beştepeler kale kalıntılarının genel görünümü.....	80
Şekil 4.21 : Beştepeler Kale Kalıntısı planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu)	81
Şekil 4.22 : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği	82
Şekil 4.23 : BK H2 numaralı duvar örgü harcı örneği	82
Şekil 4.24 : BK H3 numaralı duvar örgü harcı örneği	83
Şekil 4.25 : Talas Kuru Köprü'nün genel görünümü	83
Şekil 4.26 : Talas Kuru Köprü ve örnek alınan noktalar	84
Şekil 4.27 : KP H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	85
Şekil 4.28 : KP H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	85
Şekil 4.29 : KP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	86
Şekil 4.30 : KP H4 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	86
Şekil 4.31 : KP H5 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	86
Şekil 4.32 : Aziz Basilius Manastırı Kalıntıları vaziyet planı (Çizim: H. Kozlu).....	87

Şekil 4.33 : AB H1 ve AB H2 numaralı duvar örgü harçlarının alındığı yapı kalıntıları (Çizim: H. Kozlu)	87
Şekil 4.34 : AB H3 ve AB H4 numaralı harçların alındığı yapı kalıntıları (Çizim: H. Kozlu).....	88
Şekil 4.35 : AB H1 numaralı duvar örgü harcı örneği (Çizim: H. Kozlu)	88
Şekil 4.36 : AB H2 numaralı duvar örgü harcı örneği	89
Şekil 4.37 : AB H3 numaralı duvar örgü harcı örneği	89
Şekil 4.38 : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği	90
Şekil 4.39 : Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesinin genel görünümü	91
Şekil 4.40 : Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: G. Büyükmihçi, H. Kozlu, H. Eldek)	93
Şekil 4.41 : GM H1 numaralı duvar örgü harcı örneği	94
Şekil 4.42 : GM H2 numaralı duvar örgü harcı örneği	94
Şekil 4.43 : GM H3 numaralı duvar örgü harcı örneği	95
Şekil 4.44 : Kızıl Köşk kalıntılarının genel görünümü	95
Şekil 4.45 : Kızıl Köşk planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu)	96
Şekil 4.46 : KK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	96
Şekil 4.47 : KK H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	97
Şekil 4.48 : KK H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	97
Şekil 4.49 : Konak içerisinde hamamın konumu (Çakıroğlu 1952; İmamoğlu, 1992) ..	98
Şekil 4.50 : Güpgüpoğlu Konağı avlusundan genel görünüm.....	98
Şekil 4.51 : Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu).....	99
Şekil 4.52 : Hamam girişi ve soyunmalık bölümü.....	100
Şekil 4.53 : Sıcaklık bölümünün genel görünümü.....	100
Şekil 4.54 : GP H1 numaralı duvar örgü harcı örneği	101
Şekil 4.55 : GP H2 numaralı duvar örgü harcı örneği	102
Şekil 4.56 : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği	102
Şekil 4.57 : Gön Hanı genel görünümü.....	103
Şekil 4.58 : Gön Hanı'ndan günümüze kalan duvarlar ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu).....	103
Şekil 4.59 : GH H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	104
Şekil 4.60 : GH H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	104
Şekil 4.61 : Gavremoğlu Konağı genel görünümü	105
Şekil 4.62 : Gavremoğlu Konağı planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu). 105	
Şekil 4.63 : GK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	106
Şekil 4.64 : GK H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	106
Şekil 4.65 : Kuyumcuoğlu Konağı genel görünümü	107
Şekil 4.66 : Kuyumcuoğlu Konağı planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: G. Büyükmihçi, H. Kozlu)	108
Şekil 4.67 : KU H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	110
Şekil 4.68 : KU H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	110
Şekil 4.69 : KU H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.....	110
Şekil 4.70 : Gereme Panagia Kilisesi planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu).....	112
Şekil 4.71 : Gereme Panagia Kilisesi genel görünümü.....	113
Şekil 4.72 : GK S1 numaralı sıva harcı örneği	114
Şekil 4.73 : GK S2 numaralı sıva harcı örneği	114
Şekil 4.74 : GK S3 numaralı sıva harcı örneği	114
Şekil 4.75 : GK S4 numaralı sıva harcı örneği	114

Şekil 4.76 : Erdemli köyü ve vadi içerisinde çalışma yapılan kiliseler (Çizim: Nilay Karakaya)	115
Şekil 4.77 : Aziz Nikolaos Kilisesi planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu)	116
Şekil 4.78 : Aziz. Nikolaos Kilisesi genel görünümü	116
Şekil 4.79 : NK S1 numaralı sıva harcı örneği	117
Şekil 4.80 : NK S2 numaralı sıva harcı örneği	117
Şekil 4.81 : NK S3 numaralı sıva harcı örneği	117
Şekil 4.82 : Kilise camii planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu)	118
Şekil 4.83 : Kilise Camii genel görünümü.....	118
Şekil 4.84 : KC S1 numaralı sıva harcı örneği.....	119
Şekil 4.85 : KC S2 numaralı sıva harcı örneği.....	119
Şekil 4.86 : KC S3 numaralı sıva harcı örneği.....	119
Şekil 4.87 : Eustathios Kilisesi planı ve örnek alınan noktalar (Karakaya, 2004).....	120
Şekil 4.88 : Eustathios Kilisesi genel görünümü	121
Şekil 4.89 : EU S1 numaralı sıva harcı örneği.....	121
Şekil 4.90 : EU S2 numaralı tavan sıvası örneği.....	122
Şekil 4.91 : EU S3 numaralı sıva harcı örneği.....	122
Şekil 4.92 : Kızıl Köşk'ün sıvalı mekânlarından bir örnek	122
Şekil 4.93 : KK S1 numaralı sıva harcı örneği	123
Şekil 4.94 : KK S2 numaralı sıva harcı örneği	123
Şekil 4.95 : GP S1 numaralı sıva harcı örneği	123
Şekil 4.96 : GP S2 numaralı sıva harcı örneği	124
Şekil 4.97 : Setenönü Hamamı genel görünümü.....	124
Şekil 4.98 : Setenönü Hamamı Kadınlar Bölümü planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu)	124
Şekil 4.99 : Soyunmalık bölümü genel görünümü.....	125
Şekil 4.100 : Ilıklık bölümü genel görünümü	125
Şekil 4.101 : Sıcaklık bölümü genel görünümü.....	126
Şekil 4.102 : SH S1 numaralı sıva harcı örneği	126
Şekil 4.103 : SH S2 numaralı sıva harcı örneği	127
Şekil 4.104 : SH S3 numaralı sıva harcı örneği	127
Şekil 4.105 : Yanartaş Kilisesi planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: H. Kozlu)	128
Şekil 4.106 : Yanartaş Kilisesi genel görünümü.....	129
Şekil 4.107 : YK S1 numaralı sıva harcı örneği	130
Şekil 4.108 : YK S2 numaralı sıva harcı örneği	130
Şekil 4.109 : YK S3 numaralı sıva harcı örneği	130
Şekil 5.1 : KP H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	149
Şekil 5.2 : KP H4 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	149
Şekil 5.3 : KP H5 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	150
Şekil 5.4 : AB H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları	150
Şekil 5.5 : AB H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları	151
Şekil 5.6 : KK H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları	151
Şekil 5.7 : GM H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	151
Şekil 5.8 : GM H3 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	152
Şekil 5.9 : GP H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	152
Şekil 5.10 : GP H3 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları...	153
Şekil 5.11 : GH H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları ..	153
Şekil 5.12 : GK H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları ..	153
Şekil 5.13 : KU H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları ..	154

Şekil 5.14 :	KU H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları..	154
Şekil 5.15 :	GK S4 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.	155
Şekil 5.16 :	NK S3 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.	155
Şekil 5.17 :	KK S1 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.	155
Şekil 5.18 :	KK S2 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.	156
Şekil 5.19 :	EU S3 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları..	156
Şekil 5.20 :	GP S1 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları..	156
Şekil 5.21 :	GP S2 numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı	157
Şekil 5.22 :	SH S1 numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı	157
Şekil 5.23 :	SH S3 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları..	158
Şekil 5.24 :	YK S1 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.	158
Şekil 5.25 :	YK S2 numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı.....	158
Şekil 5.26 :	YK S3k numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı.....	159
Şekil 5.27 :	Roma Dönemi yapılarından alınan duvar harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.....	165
Şekil 5.28 :	Roma Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri	165
Şekil 5.29 :	Bizans Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları	166
Şekil 5.30 :	Bizans Dönemi yapılarından alınan duvar harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri	166
Şekil 5.31 :	Bizans Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.....	167
Şekil 5.32 :	Bizans Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri	167
Şekil 5.33 :	Selçuklu Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları	168
Şekil 5.34 :	Selçuklu Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri	168
Şekil 5.35 :	Selçuklu Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.....	169
Şekil 5.36 :	Selçuklu Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri	169
Şekil 5.37 :	Osmanlı Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları	170
Şekil 5.38 :	Osmanlı Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri	170
Şekil 5.39 :	Osmanlı Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.....	171
Şekil 5.40 :	Osmanlı Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri	171
Şekil 6.1 :	Hammadde olarak kullanılan kirecin XRD analizi	178
Şekil 6.2 :	Başakpınar taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	179
Şekil 6.3 :	Develi taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	179
Şekil 6.4 :	Koççağız taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	179
Şekil 6.5 :	Kamber taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.....	180
Şekil 6.6 :	Tomarza taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları	180
Şekil 6.7 :	Pembe Erkilet taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları	180
Şekil 6.8 :	Şihbarak taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları	181
Şekil 6.9 :	Gri Erkilet taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları	181

Şekil 6.10 : Yanıkdağ kumu elek analizi	182
Şekil 6.11 : Kızılırmak kumu elek analizi	183
Şekil 6.12 : Harç 1 onarım harcı önerisi	194
Şekil 6.13 : Harç 2 onarım harcı önerisi	195
Şekil 6.14 : Harç 3 onarım harcı önerisi	196
Şekil 6.15 : Sıva 1 onarım harcı önerisi.....	197
Şekil 6.16 : Sıva 2 onarım harcı önerisi.....	198
Şekil 6.17 : Duvar örgü harcı örneklerinin eğilme dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek)	200
Şekil 6.18: Sıva harcı örneklerinin eğilme dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek).....	200
Şekil 6.19 : Duvar örgü harcı örneklerinin basınç dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek)	201
Şekil 6.20 : Duvar örgü harcı örneklerinin basınç dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek)	201
Şekil 6.21 : Harç 1 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması	203
Şekil 6.22 : Harç 2 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması	204
Şekil 6.23 : Harç 3 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması	204
Şekil 6.24 : Sıva 1 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması.....	204
Şekil 6.25 : Sıva 2 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması.....	205
Şekil 7.1 : 6 aylık süre sonucunda örneklerin bağlayıcılarındaki silikatlaşma	211
Şekil 7.2 : Onarım harçlarının açık gözeneklilik grafiği	213
Şekil 7.3 : Onarım harçlarının toplam boşluluk grafiği.....	213
Şekil 7.4 : Onarım harçlarının su emme ve kuruma hızı grafiği.....	213
Şekil 7.5 : Onarım harçlarının doyma katsayısı grafiği.....	214
Şekil A.1 : Erciyes Dağı batı yamacı jeolojik haritası (Pasquare, 1968).....	247
Şekil A.2 : Erciyes ve Hasan Dağı volkanlarına ait lav ve tüflerin yayıldığı bölgeler (Ketin, 1983)	248
Şekil A.3 : Erciyes Dağı'na ait lav ve tüflerin dağılımı (M.T.A. arşivi).....	249
Şekil B.1 : Piknometre yöntemi ile gerçek yoğunluk tayini	250
Şekil B.2 : KK S2i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	251
Şekil B.3 : GP S1i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	252
Şekil B.4 : SH S2k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	253
Şekil B.5 : SH S2i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	254
Şekil B.6 : SH S3 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	255
Şekil B.7 : NK S1 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	256
Şekil B.8 : GP S1k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	257
Şekil B.9 : GP S2 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	257
Şekil B.10 : SH S1 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	259
Şekil B.11 : YK S1k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.....	260
Şekil B.12 : YK S1i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	261
Şekil B.13 : YK S2 numaralı sıva örneği XRD grafiği	262
Şekil B.14 : YK S3k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.....	263
Şekil B.15 : YK S3i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği	264
Şekil B.16 : Tüf kırıklarının öğütüldüğü değirmen.....	265
Şekil B.17 : Harç karıştırma makinesi.....	265
Şekil B.18 : Sarsma tablası	265
Şekil B.19 : Eğilme ve basınç dayanımı deneyleri.....	265
Şekil C.1a : BK H1 numaralı duvar harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	266

Şekil C.1b : BK H1 numaralı duvar harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	267
Şekil C.1c : BK H1 numaralı duvar harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	268
Şekil C.1d : BK H1 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	269
Şekil C.1e : BK H1 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	270
Şekil C.1f : BK H1 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	271
Şekil C.2a : AB H2 numaralı duvar harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	272
Şekil C.2b : AB H2 numaralı duvar harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	273
Şekil C.2c : AB H2 numaralı duvar harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	274
Şekil C.2d : AB H2 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	275
Şekil C.2e : AB H2 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	276
Şekil C.3a : AB H4 numaralı duvar harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	277
Şekil C.3b : AB H4 numaralı duvar harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	278
Şekil C.3c : AB H4 numaralı duvar harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	279
Şekil C.3d : AB H4 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	280
Şekil C.3e : AB H4 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	281
Şekil C.3f : AB H4 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	282
Şekil C.4a : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	283
Şekil C.4b : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	284
Şekil C.4c : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	285
Şekil C.4d : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	286
Şekil C.4e : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	287
Şekil C.4f : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	288
Şekil C.5a : GP H3 numaralı duvar harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	289
Şekil C.5b : GP H3 numaralı duvar harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	290
Şekil C.5c : GP H3 numaralı duvar harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	291

Şekil C.5d : GP H3 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.....	292
Şekil C.5e : GP H3 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.....	293
Şekil C.5f : GP H3 numaralı duvar harcı örneği bağlayıcı-3 SEM ve EDS görüntüleri.....	294
Şekil D.1 : AB H3 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	296
Şekil D.2 : BK H2 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	297
Şekil D.3 : KP H3 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	298
Şekil D.4 : GM H1 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	299
Şekil D.5 : KK H2 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	300
Şekil D.6 : GP H2 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	301
Şekil D.7 : GH H2 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	302
Şekil D.8 : GK H2 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	303
Şekil D.9 : KU H3 numaralı duvar örgü harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	304
Şekil D.10 : GK S1 numaralı sıva harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	305
Şekil D.11 : NK S3 numaralı sıva harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	306
Şekil D.12 : EU S2 numaralı sıva harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	307
Şekil D.13 : KK S2 numaralı sıva harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	308
Şekil D.14 : YK S1k numaralı sıva harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları.....	309
Şekil E.1 : Yanıkdağ kumu.....	310
Şekil E.2 : Kızılırmak kumu.....	311
Şekil E.3 : Puzolan olarak kullanılan tüfler ve 63 mikron altı öğütülmüş tozları.....	312
Şekil E.4 : Harç 1 onarım harcında kullanılan agregalar.....	313
Şekil E.5 : Harç 2 onarım harcında kullanılan agregalar.....	314
Şekil E.6 : Harç 3 onarım harcında kullanılan agregalar.....	315
Şekil E.7 : Sıva 1 onarım harcında kullanılan agregalar.....	316
Şekil E.8 : Sıva 2 onarım harcında kullanılan agregalar.....	317
Şekil F.1 : H1 numaralı onarım harcı önerisi agrega SEM ve EDXA görüntüleri.....	318
Şekil F.2 : H1 numaralı onarım harcı önerisi bağl. SEM ve EDXA görüntüleri.....	319
Şekil F.3 : H2 numaralı onarım harcı önerisi agrega SEM ve EDXA görüntüleri.....	320
Şekil F.4 : H2 numaralı onarım harcı önerisi bağl. SEM ve EDXA görüntüleri.....	321
Şekil F.5 : S1 numaralı onarım harcı önerisi agrega SEM ve EDXA görüntüleri.....	322
Şekil F.6 : S1 numaralı onarım harcı önerisi bağl. SEM ve EDXA görüntüleri.....	323
Şekil F.7 : S2 numaralı onarım harcı önerisi agrega SEM ve EDXA görüntüleri.....	324
Şekil F.8 : S2 numaralı onarım harcı önerisi bağl. SEM ve EDXA görüntüleri.....	325

KAYSERİ YÖRESİNDEKİ TARİHİ HARÇLARIN KARAKTERİZASYONU VE ONARIM HARÇLARININ ÖZELLİKLERİ

ÖZET

Tarihi süreç içerisinde çeşitli etkenlerle yıpranmış olan yapıların restorasyonlarında temel problem, strüktürel hasarlar ve malzeme bozulmalarına çözüm bulmaktır. Tercih edilen çözüm, yapının özgün malzemelerine zarar vermemelidir. Yapıda mevcut olan özgün malzemeler hakkında yapılan değerlendirme sonucu elde edilen bilgiler, özgününe uygun onarım malzemelerinin hazırlanabilmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Ancak sağlıklı bir restorasyon sürecinin gerçekleşmesi için, genel karakterizasyonu yapılan bu malzemeler için onarımlarda kullanılmak üzere yeni üretimler yapılması ve yeni üretilen bu malzemelerin orijinal malzemeler ile uygunluğunun değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı; volkanik malzemeler açısından zengin bir potansiyele sahip olan Kayseri’de, geçmiş dönemlerde kullanılan sıva ve duvar örgü harçlarının incelenerek karakteristik özelliklerinin tespit edilmesi ve bu yapıların onarımlarında kullanılabilecek yeni harç önerileri üretilmesidir. Bu kapsamda, Kayseri’de Roma Dönemi, Bizans Dönemi, Selçuklu Dönemi, Osmanlı Dönemi’nde inşa edilmiş 15 adet yapı belirlenerek bu yapılardan duvar örgü harcı ve iç mekân sıva harcı örnekleri alınmıştır. Örneklerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik analizleri gerçekleştirilerek orijinal bileşimleri tespit edilmiş, benzer özelliklere sahip örnekler gruplandırılmıştır. Bu değerlendirmelere dayanarak, yapıların restorasyonunda kullanılabilecek onarım harcı önerileri geliştirilmiştir. Bu bağlamda öncelikle mevcut hammadde kaynakları araştırılmış, bölgede bulunan reaktif agrega, kireç ve taş ocaklarından alınan örnekler analiz edilerek özgününe en yakın malzemeler belirlenmiştir. Bu malzemelerle ve karakterizasyon çalışması kapsamında belirlenen oranlarda karışımlarla laboratuvar ortamında onarım harçları üretilmiştir. Üretilen 3 çeşit duvar örgü harcı ve 2 çeşit sıva harcının 6 aylık süreç içerisindeki fiziksel ve mekanik özellikleri ölçümlenerek özgün örnekler ile uygunluğu karşılaştırılmıştır.

CHARACTERIZATION OF HISTORICAL MORTARS AND FEATURES OF RESTORATION MORTARS IN KAYSERI DISTRICT

SUMMARY

The main problem with restoration of buildings that have suffered from different effects is to find building materials to repair the structural damage and material decay. Information determined the original materials in buildings is very important in order to choosing the restoration materials. For a scientific restoration process, it is crucial to produce new materials in compatibility with the original materials are characterized.

The purpose of this thesis is to design the recipes of repair mortars and plasters for the conservation works in Kayseri which has a great potential of volcanic materials and tradition of hydraulic mortars. In this context, fifteen buildings in Kayseri belonging to the Roman, Byzantine, Seljuk and Ottoman periods were selected for sampling. The original mix proportions and properties of the samples were identified by physical, chemical, mechanical and petrographical analysis and classified according to their similar properties. Evaluating these analyses, mortar and plaster samples which are appropriate for restorations of the overmentioned buildings were designed. In this process, the existing sources for raw materials have been researched; samples from the reactive aggregates, lime kilns and the stone quarries of the region have been searched and evaluated to determine the material that has the similar properties with the original. Conservation mortars were produced in laboratory medium using the same ratio of mixtures determined through the characterization study. Three types of conservation mortars and two types of plasters were tested for their mechanical and physical qualities during six months and these values were compared with original samples

1. GİRİŞ

Tarihi yapılarda kullanılmış olan geleneksel malzemeler ve onlardan üretilmiş mimari elemanlar, gerek özgün yapıları, gerekse bozulma süreçleri karşısında geçirdiği değişimler nedeniyle kendilerine özgü problemlere sahip olan ve özenle korunması gereken tarihi belgelerdir. Koruma biliminde mevcut orijinal malzemeler hakkında yapılan değerlendirme sonucu elde edilen bilgiler, özgününe uygun onarım malzemelerinin hazırlanabilmesi açısından son derece önemli bir yere sahiptir.

Özellikle son yıllarda uygulanan birçok restorasyon uygulaması, bazı istisnalar haricinde, yapıların, koruma amacından uzak bir yaklaşımla bilinçsizce tahrip edilmelerine sebep olmuşlardır. Hızla devam eden bu restorasyonlar, bir taraftan yapıların tarihi belge değerlerini yok ederken, bir taraftan da geçmiş teknolojilerin önemli bilgi kaynaklarından biri olan tarihi yapı malzemelerine zarar vermektedir. Söz konusu restorasyonlardan dolayı oluşan tahriplerin en önemli nedenlerinden birisi, yeterli araştırma yapılmadan kullanılan, tarihi yapı bünyesine uyumsuz onarım malzemeleridir (Jokilehto, 1999; Earl, 2001; Feilden 2003).

1.1 Onarım Malzemelerinin Restorasyon Yöntemleri Arasındaki Yeri

Günümüzdeki restorasyon uygulamalarının bir kısmında, özellikle malzeme ve yapım tekniği konusunda ciddi hatalar yapılmaktadır. Genel restorasyon ilkeleri göz önünde bulundurulduğunda, yapıların özgün malzeme ve yapım tekniğini mümkün olduğunca korumak, yeni malzeme kullanımı gerektiğinde ise tarihi yapı bünyesine zarar vermeyecek bir müdahale yöntemi seçmek gerekmektedir. Bu nedenle, yapıların özgün malzemelerinin doğru saptanması ve onarımlarında, bu özgünlüğü zedelemeyecek yeni malzemelerin kullanımı büyük önem kazanmaktadır (Torraca, 1982; Feilden, 1982; Ashurst, 1984; Teutonico, 1988; Ersen, 1990; Güleç ve Ersen, 1998; Jokilehto, 1999).

Kültürel mirasın korunmasında otantiklik kavramı, özgün malzemelerin ve yapım tekniklerinin korunması ve restorasyonlarında bu değerlere zarar verilmemesi ilkesini ele alan temel kavramlardan biridir. Venedik Tüzüğü'nde, ICOMOS'un

kültür mirası ölçütlerinde ve bazı bireysel çalışmalarda da atf yapılan ancak belge değeri olarak Nara Konferansı ile onaylanan otantiklik kavramının anlaşılması, bilimsel araştırmalarda ve kültürel mirasın korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Uluslararası nitelikli olan anıtların korunmaları ve onarımları ile ilgili kuralları ve ilkeleri düzenlemiş olan Venedik tüzüğünde, restorasyonlarda geleneksel yapım tekniklerinin ve malzemelerinin kullanılmasının önemi özellikle vurgulanmıştır. Bununla birlikte mimari korumada otantikliğin önemi ve otantikliği belirleyen ilkeler konusundaki ifadeler yetersizdir. Konservasyon ağırlıklı koruma kavramı düşünürleri tarafından Venedik tüzüğüne bu eksik yanı eleştirildiğinden, koruma kavramı 20. yüzyıl sonlarında yeniden tartışılmaya başlamıştır (Doglioni, 1992; Earl, 2001; Ersen, 2003a).

Koruma kültürü, otantikliğin korunması ve bu bağlamda yapıların yeniden kullanılarak çağdaş, ekonomik ve sosyal yaşama entegre edilmeleri üzerine kurulmuştur. Otantiklik kavramının tarihsel evrimi, zaman içinde değişen ölçütleri, dünya kültür mirasının farklı niteliklerdeki yapıtlarına göre otantikliğin yeniden yorumlanmasının gerekliliği gibi konuları tartışmak amacıyla 1994 tarihinde UNESCO, ICOMOS ve ICCROM tarafından Norveç/ Bergen'de bir ön hazırlık toplantısı yapılmış, tanımlanan ve gündeme getirilen etik kavramlar Japonya'daki Nara konferansında daha yoğun olarak tartışılarak, bu kavramı oluşturan ölçütler belirlenmiştir (Ersen, 2003a).

Nara Belgesi'nde yapıyı otantik yapan değerler 7 başlıkta toplanmıştır. Bunlar; özgün dizayn ve formlar, malzeme ve yapım teknikleri, taşıyıcı sistem şeması ve elemanları, işlev, çevreyle bağlam ve konum, yaşamışlık değeri ve otantik ruh-aura'dır. Bu belgeye göre, eserler bütün taşınır ve taşınmaz formlarıyla, bütün tarihsel dönemleriyle kültürel miras kavramını oluştururlar. Konservasyon ve restorasyon uygulamalarında metotlara karar verilmesinde de otantiklik önemli bir yere sahiptir. Yapıdan alınan mesajın doğru olabilmesi için gerek özgün kısımlarında gerekse dönem eklerinde otantiklik korunmalıdır (Nara Document on Authenticity, 1994).

Yapının restorasyonunda doğru müdahalelerin seçilebilmesi için öncelikle mevcut durumunun ve bozulma nedenlerinin tespit edilmesi gerekir. Anıtların bozulmasına neden olan etkenler, iç ve dış nedenler olarak iki grupta incelenir. İç nedenlere bağlı bozulmalar; yapının konumundan, zemin özelliklerinden, strüktür tasarımındaki

hatalardan, kötü işçilik ve detay kullanımından, yapımda kullanılan hatalı malzemelerden kaynaklanan bozulmalardır. Dış nedenlere bağlı bozulmalar ise afetler ve uzun süreli doğa etkenleri gibi doğal nedenler ile terk, hatalı kullanım ve onarımlar, vandalizm, yangınlar, savaşlar, bayındırlık etkileri, turizm etkinlikleri, trafik ve hava kirliliği gibi insanların neden olduğu etkenler sebebiyle oluşan bozulmalardır. Bozulma nedenlerinin tespiti ve yapı hakkında yapılan tarihi ve teknik araştırmalar, koruma bilimine en uygun restorasyon tekniğinin seçilmesi için yol gösterir (Sanpaolesi, 1972; Feilden, 1982; Ahunbay 1996; Weaver, 1997; Earl, 2001).

Koruma bilimi, malzeme karakterizasyonu, bozulma süreçleri ve bunların birbirleriyle ilişkilerini doğru verilere dayanarak tanımlamak ve yapılacak olan konservasyon uygulamasını tespit etmek amacıyla; farklı uzmanlık alanlarının (mimarlık, restorasyon, sanat tarihi, konservasyon, jeoloji, kimya, biyoloji, arkeoloji, malzeme bilimi, vb.) birlikte çalışmasına dayanmaktadır. Bu süreçte ilk adım belgelemedir. Konservasyon uygulamalarında ön koşul, belgelemenin, ilgili tüm bilimsel araştırma ve analiz çalışmalarını içerecek ölçek ve ayrıntıda hazırlanmış olmasıdır. Belgelemenin ölçek ve kapsamı, eserin tarihi değerine, korunmuşluk durumuna ve ihtiyaçlarına göre belirlenir. Proje çizimleri ve raporlarına ek olarak, konservasyon raporu, müdahale paftaları, eski ve güncel fotoğraf albümleri gibi eserle ilgili tüm yazılı, görsel, mimari ve bilimsel dokümanlar bu süreçte bir araya getirilir. Evrensel olarak kabul görmüş koruma ilkelerine göre; uygulama sırasında eserden edinilen yeni bilgi ve detaylarla arşivi güncelleme, restorasyon aşamalarının kaydedildiği bir şantiye albümü oluşturma ve deneyimleri yayınlama gibi süreçte yayılan işler de belgeleme kapsamındadır. Belgeleme ile beraber hazırlanacak olan analitik rölöve, özgün ve sonraki dönem izlerini ve dağılımını gösteren “dönem tespiti”, malzemelerin tür ve dağılımını gösteren “malzeme tespiti” ve bozulmaların tür, derece ve dağılımını gösteren “hasar tespiti”ni içerir. Analitik Rölöve hazırlama sürecinin, konservasyon raporu kapsamında yapılan bilimsel çalışma ile paralel, mümkünse eş zamanlı yürütülmesi tercih edilir. Varılan sonuçlar, ileriki süreçte, restorasyon kararlarına da yön verecektir. Belgelemeden sonra gelen teşhis süreci; malzemelerin karakterizasyonu, eserin geçirdiği dönemlerin tespiti, bozulmaların nedenleri, morfolojileri ve derecelerinin belirlenmesi için, yerinde ve laboratuvar ortamında yapılan bir dizi çalışmayı ifade eder. Araştırılan konuya ve eserin

durumuna göre, önce bir test programı belirlenir. Bu programa göre, alınan örnekler, basit spot testlerden aletli ileri analizlere kadar çeşitli işlemlere tabi tutularak sonuçları değerlendirilir ve karşılaştırılarak yorumlanır. Belgeleme ve teşhis süreçlerinde edinilen bilimsel veriler değerlendirildikten sonra uygun müdahale yöntemine karar verilir. Bu aşamada özgünlük, sürdürülebilirlik ve yeni malzeme ile mevcut malzemenin birbirine uyumu başta olmak üzere evrensel koruma ilkeleri göz önünde bulundurularak; gerekli konservasyon uygulamaları tanımlanır ve gerçekleştirilir. Konservasyon uygulamaları, bakım, temizleme, sağlamlaştırma ve yüzey koruma, bütünleme gibi çeşitli ölçeklerdeki müdahaleleri ifade eder. Uygulama süreci, konservasyon önerilerinin programlanarak gerektiğinde konservasyon projesinin hazırlığı, yerinde uygulama koşullarının tanımı, denetimi ve çalışma sonuçlarının yayınlanması gibi çeşitli adımları içeren bir bütün olarak ele alınmalıdır (Ersen ve diğ., 2009). Yapılacak olan müdahalelere, bu bütüncül program dahilinde karar verilir.

Mimari korumada farklı müdahale derecelerinde yaklaşımlar vardır. Yapının en az müdahale ile korunmasını öngören endirekt koruma, konservasyon, sağlamlaştırma yöntemlerinin yanı sıra, daha ileri müdahaleleri gerektiren bütünleme, taşıma ve yeniden yapım tekniklerine de başvurulabilmektedir (Feilden, 1982).

-Endirekt koruma: Bozulmaya neden olan çevre koşullarının denetimi ve bozulma nedenlerinin aktif duruma geçmelerinin önlenmesidir. Yapının iç mekanlarında nem, ısı ve ışık düzeylerinin düzenlenmesi, yapının içinin ve dışının düzenli olarak temizlenmesi, yangın, hırsızlık ve kasıtlı tahriplerin önlenmesi, endüstriyel ortamlarda atmosferik kirliliğin ve trafik vibrasyonunun en az düzeye indirilmesi gibi dolaylı koruma çalışmalarını içerir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için düzenli muayeneler, periyodik bakım, bozulma nedenlerinin ortadan kaldırılması ve yeni ilkelere göre bir denetim mekanizması kurulması gerekir (Feilden, 1982).

-Konservasyon: Konservasyon, yapıların, kültürel değerlerin, doğal kaynakların, enerjinin veya gelecek için önemli değerlerin mevcudiyetini sürdürmesini sağlamak ve mevcut durumu korumak olarak tanımlanır (BS7913, 1998). Mimari korumada konservasyon, objenin veya yapının mevcut haliyle, bulunduğu korunmuşluk durumu stabilize edilerek, fiziksel olarak korunması ve ileri derecede bozulmaların hızının kontrolü ve durdurulmasıdır (Ersen, 2009). Daha ileri derecede bozulmaların önlenmesi için malzeme koruma ve onarım çalışmalarını içerir. Konservasyon için,

yapı bünyesine zarar veren suyun, kimyasal bileşenlerin, böceklerin, mikroorganizmaların ve biyolojik bozulma nedenlerinin ortadan kaldırılması gerekir. Konservasyonun ilk aşaması yapıdaki mevcut bozulmaların doğru olarak teşhis edilmesi, ikinci aşaması temizleme, sağlamlaştırma, yapıştırma, kozmetik onarım, yüzey koruyucu uygulaması gibi basit müdahale yöntemlerinin seçilerek uygulanması ve periyodik bakım programları oluşturulmasıdır (Feilden, 1982; Ersen, 1990).

-Konsolidasyon (sağlamlaştırma): Yapının veya malzemenin bünyesine, dayanıklılığı, strüktürel bütünlüğü sağlamak amacıyla bağlayıcı veya taşıyıcı yeni malzemelerin katılmasıdır. Sağlamlaştırma yapılırken kullanılan yeni malzemelerin, özgün yapı ve malzemelerle uyumlu olması ve yeni bozulma süreçlerini başlatmaması gerekir. Geleneksel yapım sistemlerinin ve malzemelerinin yetersiz kaldığı durumlarda yeni teknikler de kullanılmakla birlikte bu yeni tekniklerin geri dönüşümlü (*reversible*) olmasına dikkat edilmelidir

Sağlamlaştırma; malzeme sağlamlaştırma ve strüktürel sağlamlaştırma olarak iki grupta ele alınabilir. Strüktürün sağlamlaştırılması için öncelikle malzeme, yapım tekniği ve taşıyıcı sistem tanınmalı, yük dağılım şeması incelenmeli, aksamalar ve hasarlar belirlenerek strüktürel problemler teşhis edilmelidir. Yapılan teşhise göre mantolama, payandalama, çemberleme, gergi gibi yöntemlerle taşıyıcı sistemin sağlamlaştırılması veya yapının üzerinde bulunduğu zeminin sağlamlaştırılması gibi müdahalelere karar verilmelidir (Feilden, 1982; Ersen, 1990; Ahunbay, 1996; Price, 2006).

Malzeme sağlamlaştırma, anıtın yapıldığı taş, ahşap, kerpiç gibi malzemelerin ve sıva, fresk gibi bezeme elemanlarının sağlamlaştırılması gibi müdahaleleri içerir. Yine öncelikle yapının malzemelerinin analizleri yapılarak içerikleri, türleri ve bozulma dereceleri belirlenmeli, daha sonra malzeme hasarlarının giderilmesi veya sağlamlaştırılabilmeleri için müdahale yöntemlerine karar verilmelidir (Feilden, 1982; Ersen, 1990; Ahunbay, 1996).

-Restorasyon: Restorasyonun amacı, yapının veya objenin özgün konseptini ve yaşamını sürdürülebilmesidir. Bir bölümü hasar görmüş ya da yok olmuş yapı ve öğelerin bütünlenmesi veya arkeolojik alanların anastylosis yöntemi ile ayağa kaldırılması gibi müdahaleleri içerir. Malzeme bozulmalarının yüzey erozyonu ve

parça kopmaları aşamasından öteye giderek strüktürü etkilemesi veya kısmi çökmeler durumunda strüktürün onarımındaki özgün form, malzeme ve tekniklerin korunması veya bunların yetersiz kalmaları durumunda modern malzeme ve tekniklerin yardımcı olmak üzere kullanılmaları da modern koruma kuramında kabul görmüş bir yaklaşımdır. Yapının restorasyonunun sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için dönem eklerinin doğru tespit edilmesi, yapının özgün durumu hakkında belgelerin elde edilmesi, anastylosiste özgün fragmanların minimum ara malzeme ile bir araya getirilmeleri, bütünleme yapılan malzemenin, özgün malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleriyle uyumlu olması ve uzun vadede ayrı çalışma, kimyasal korozyon veya kimyasal kaynaklı genişleme gibi sorunlara yol açmaması gibi ilkelere dikkat edilmelidir (Feilden, 1982; Ersen, 2009).

-Rehabilitasyon (yeniden kullanım): Geleneksel yapıların onarımlarında en uygun kullanım, özgün işlevinin devam ettirilmesidir. Ancak günümüzde işlevini sürdürmeyen veya çeşitli nedenlerle işlev değişikliği yapılması gereken yapıların yeniden işlevlendirilerek kullanılması gerekebilmektedir. Bu durumda yapıya yüklenen yeni işlev, yapısal bazı müdahaleleri, değişiklikleri veya ekleri gerektirebilir. Yeniden kullanım söz konusu olduğunda, yapının mümkün olan en az müdahale ile işlevinin değiştirilmesi, yeni eklerin yapı ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir (Feilden, 1982; Ahunbay, 1996).

-Reprodüksiyon: Kaybolmuş veya zarar görmüş dekoratif elemanların, estetik uyumun sağlanabilmesi amacıyla kopyalanmasıdır. Genellikle onarılamaz halde olan, tamamen kaybolmuş veya çevresel etkenler nedeniyle tehlikede olan dekoratif elemanlarda kullanılır (Feilden, 1982).

-Rekonstrüksiyon (yeniden yapım): Tümüyle yıkılmış, yok olmuş ya da harap durumda olan bir anıtın veya sitin, elde bulunan belgelere dayanılarak yeniden yapılmasıdır. Özgün yerinde, özgün yapım tekniği, malzeme ve strüktürle yeniden yapımı ve özgün yerinden taşınarak yeniden yapımı içerir. Ancak özel durumlarda kabul edilebilen bir uygulamadır. Yeniden yapım uygulaması, tarihi belgelerin yetersiz olduğu durumlarda, varsayımlara dayanarak yapılmamalıdır (Feilden, 1982; Ahunbay, 1996).

Bilimsel restorasyonda mümkün olduğunca az ancak en etkili müdahale temel ilkedir. Yapının otantiklik değerine zarar vermemek için öncelikle endirekt koruma

yöntemleri ile periyodik bakımları yapılmalı, konservasyon yöntemi ile mevcut hali sabit hale getirilmelidir. Müdahale gerektiren durumlarda uygun sağlamlaştırma yöntemlerinden biri seçilmeli, seçilen yöntemin geri dönülebilir olmasına dikkat edilmelidir. Bu bağlamda özgün malzemelerin analiz edilerek özgününe uygun malzeme ve yapım tekniklerinin kullanılması önemli bir aşamadır. Malzeme koruma konusundaki bilgisizlik ve hatalı malzeme kullanımı, sağlamlaştırılarak korunabilecek birçok yapının tahribine neden olmaktadır. Bu nedenle korunması gerekli yapıların koruma bilimi ilkelerine göre değerlendirilmesi ve doğru müdahaleye karar verilebilmesi için bu değerlendirme sürecinin titizlikle uygulanması gerekir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Geleneksel mimaride, özellikle anıtsal yapılarda, dayanıklılığı, çeşitliliği ve estetik görünümü nedeniyle tercih edilen doğal yapı taşları ve bu taşları birbirine bağlamak amacıyla kullanılan harçların bünyeleri ve bozulma süreçlerinin incelenmesi konusunda gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ancak her bölgenin ve dönemin yapı malzemelerinin farklı özellikler gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmaların özellikle Anadolu'da henüz yeterince yaygınlaşmadığı söylenebilir. Bu konulardaki bilinçsizlik, orijinal malzemelerin yeterli araştırma ve belgeleme yapılmadan yok edilerek yenileriyle değiştirilmesi ve onarımlarda yanlış malzemelerin kullanılmasına neden olmakta, bunun sonucu olarak da yapıların bozulma süreçleri hızlanmakta, form ve yapım tekniği verileri kaybolmaktadır.

Onarım harçlarında kullanılacak olan temel malzemelerin saptanmasının yanısıra, harçların hidrolik özelliklerini arttırmak için kullanılan puzolanik malzemeler ve bu malzemelerin yapı malzemelerine etkisi konusunda bazı çalışmalar gerçekleştirilmiş olmakla birlikte bu çalışmaların farklı dönemler ve bölgeler için özelleştirilmesi ve yaygınlaşması gerekmektedir. Geleneksel yapı malzemeleri içerisinde önemli bir yeri olan puzolanlar, yalnız başına bulunduğu hidrolik özellik göstermeyen, ancak çok ince öğütüldüğünde ve sulu ortamda söndürülmüş kireçle birlikte kimyasal reaksiyona girdiğinde hidrolik bağlayıcılık özelliği gösteren, silisli ve alümina silisli volkanik malzemelerdir (TS.25, 2008). Bu çalışma ile, puzolanik malzeme kaynakları açısından oldukça zengin bir bölgede bulunan Kayseri'de Roma, Bizans,

Selçuklu ve Osmanlı yapılarında kullanılmış olan harç örneklerinin karakterizasyonu yapılarak özgününe uygun onarım harçları üretilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan literatür araştırması sonucu, tarihi yapı restorasyonlarında kullanılmak üzere üretilen onarım harçları konusunda, Kayseri ili civarında herhangi bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Kapadokya Bölgesinde yer alan Kayseri, Orta Anadolu'nun en yüksek dağı ve volkanik tepesi olarak yükselen Erciyes Dağının kuzey eteklerinde kurulmuştur. Çağlar boyunca volkanik etkinliğini sürdürmüş olan Erciyes Dağı, Kapadokya Bölgesinin jeolojik şekilleri ve toprak yapısının biçimlenmesini sağlayan en önemli etken olmuştur. Volkanik faaliyetlerin yol açtığı malzeme oluşumları, Kapadokya Bölgesi ve bu bölgede yer alan Kayseri'de mimari biçimlenmeyi de etkilemiştir. Erciyes Dağı'nın zirvesinde bulunan kraterden fıskıran lavların iri parçaları, çevredeki göl üzerinde tortulaşarak yeni bir tabaka, ince toz parçaları ise dağın 100 km. çevresine savrulurak kül yağmaları meydana getirmiştir. Bu durum, bugünkü Kayseri'nin çevresinde bulunan taş ocaklarının ve Göreme çevresindeki Peribacaları'nın oluşumuna ve özellikle de bims denilen krater küllerinin çevrede büyük kütleler halinde birikmesine neden olmuştur. Tomarza ve Develi bölgesindeki bims yatakları, Cırgalan, Güzelyurt, Gesi çevresindeki taş ocakları, Erciyes Dağı'nın Neojen Dönem'de (15 milyon yıl önce) püskürttüğü lav ve küllerin sonucu meydana gelmiştir (Subaşı, 1991). Yörede bol miktarda bulunan andezit ve bazalt tüfleri, gerek sivil gerekse anıtsal mimaride temel yapı malzemesi olarak kullanılmışlardır. Yine bu malzemelerin öğütülmesi veya kırılması ile elde edilen tuf tozları ve bölgelerden elde edilen volkanik topraklar da Horasan harcı benzeri, suya dayanıklı hidrolik harçlar üretilmesinde kullanılmışlardır. Bir Selçuklu eseri olan Sultan Hanı harçlarının incelenmesi sonucu, bu harçlara, Kayseri civarından elde edilen bazı toprakların puzolanik katkı olarak ilave edildiği tespit edilmiştir (Postacıoğlu ve diğ., 1960).

Bu çalışmanın amacı; volkanik malzemeler açısından çok zengin bir potansiyele sahip olan ve hidrolik harçların sıklıkla kullanılmış olduğu Kayseri'de, geçmiş dönemlerde kullanılan harçların incelenerek karakteristik özelliklerinin tespit edilmesi ve bu yapıların onarımlarında kullanılacak yeni harç karışımlarının önerilmesidir. Bu kapsamda, Kayseri'de Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemleri'nde yapılmış olan tarihi yapılardan sıva ve duvar örgü harcı örnekleri alınarak orijinal malzemeleri ve bileşimleri tespit edilmiş, mevcut hammadde

kaynakları araştırılarak özgününe uygun onarım harçları üretilmiş, yeni malzemelerle üretilen onarım harçlarının eski harçlara uyumu analiz edilmiştir.

1.3 Çalışma Metodolojisi

Tez çalışması; harçlarda kullanılan geleneksel yapı malzemelerinin tanımlandığı 2. bölüm, onarım harçları konusunda geçmişten günümüze çalışma yöntemlerini ve örneklerini içeren 3. bölüm, bölgenin ve incelenen yapıların tanıtıldığı 4. bölüm, örneklerin karakterizasyon çalışmasının gerçekleştirildiği 5. bölüm, onarım harcı önerilerinin geliştirildiği 6. bölüm ve önerilerin yer aldığı sonuç bölümünden oluşmaktadır.

Çalışma kapsamında öncelikle Kayseri'nin jeolojik yapısı, geleneksel yapı malzemeleri ve duvar yapım teknikleri, özgün örneklerin tespit edilebileceği Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi yapıları araştırılmış, bu yapılardan mümkün olduğunca az onarım geçirmiş olanları tespit edilerek 15 adet yapı seçilmiş ve bu yapılardan duvar örgü harcı ve sıva harcı örnekleri alınmıştır. Yapıların rölöveleri çıkarılarak örnek alınan noktalar çizim üzerinde işaretlenmiş, örnekler makro ve mikro ölçekte fotoğraflanmıştır. Görsel analizler kapsamında örneğin alındığı duvar malzemesi ve yapım tekniği, agregaların boyut ve renkleri, bağlayıcı renkleri ve lifli madde içerikleri ve korunmuşluk durumları belirlenmiştir.

Geleneksel yapıların onarımında kullanılan harçlar ile özgün harçların fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin benzer olması, görsel açıdan ayırıcılık yaratmaması, boşlukluluk ve boşluk boyutu dağılımı, su ve buhar hareketleri, mekanik gerilmelerinin uygun olması gerekliliği nedeniyle öncelikle mevcut örneklerin deneysel çalışmalarının yapılmış, üretilen onarım harçlarının özgününe uygunluğu yine deneysel çalışmalarla analiz edilmiştir.

Mevcut örneklerin deneysel çalışmaları kapsamında fiziksel özelliklerin saptanabilmesi amacıyla ağırlıkça su emme ve gerçek yoğunluk deneyleri gerçekleştirilmiş, bu deneyler yardımıyla örneklerin kütlece ve hacimce su emme oranları, görünür yoğunlukları (birim hacim kütlesi), gerçek yoğunlukları (özümlü kütle) ve porozite değerleri belirlenmiştir. Porozite değeri gerçek yoğunluk ve görünür yoğunluk değerleri kullanılarak hesaplanmış olup, daha sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmesi ve boşluk boyutu dağılımının da hesaplanabilmesi için

gerekli olan civalı porozimetre deneyi tez çalışması kapsamında ele alınamamıştır. Örnek boyutlarının yeterli boyutta olmaması nedeniyle tez çalışması kapsamında gerçekleştirilemeyen su buharı geçirgenliği deneyinin de yapılacak olan çalışmalarda göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yine bağlayıcı içerisinde kullanılan protein kaynaklarının saptanabileceği ileri bir deney yöntemi olan HPLC yöntemi de tez kapsamında ele alınamamış olup protein kaynakları konusunda yapılacak çalışmalarda göz önünde bulundurulmalıdır.

Örneklerin içerisinde bulunan bağlayıcı içeriklerinin ve bileşim oranlarının tespit edilebilmesi amacıyla kızdırma kaybı, asit kaybı, elek analizi, XRD analizi, SEM ve EDS analizleri, suda çözünen tuzların kalitatif ve yarı kantitatif analizleri, pH ve iletkenlik analizleri, protein ve yağ analizleri gerçekleştirilmiş, örneklerden alınan ince kesitlerin polarizan mikroskopla petrografik değerlendirilmeleri yapılmıştır.

Örneklerin standart boyutlarda olmaması (T.S. EN 1926, 2000) nedeniyle mekanik analizlerin gerçekleştirilmesinde nokta yük (*point-load*) deneyi tercih edilerek ortalama basınç dayanımları belirlenmiştir. Bazı örneklerin yeterli miktarda bulunmaması veya yeterli kalınlığa sahip olmaması nedeniyle tüm örneklere mekanik analiz yapılamamıştır.

Deneysel çalışmalar sonucu elde edilen bilgiler değerlendirilerek örnekler sınıflandırılmış, yapılan sınıflandırmaya uygun olarak kullanılacak yeni ham madde kaynakları araştırılmış ve bu malzemelerle onarım harcı önerileri geliştirilerek laboratuvar ortamında üretimi yapılmıştır. Üretilen onarım harcı önerilerinin 6 aylık süreç içerisindeki görsel, fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirilerek özgün örnekler ile uyumu karşılaştırılmıştır. Harç önerilerinin yapıların restorasyonlarında kullanılabilirliğinin de sağlanabilmesi amacıyla Kayseri bölgesindeki onarımlar için günümüzde geçerli olan pozlar yeniden ele alınarak öneriler geliştirilmiştir.

2. GELENEKSEL HARÇ MALZEMELERİ

Ağırlıkça veya hacimce önceden tespit edildiği miktarda bağlayıcı malzeme ve kum, kırılmış taş gibi dolgu malzemelerinin karıştırılması, bu karışıma hidrasyon ve işlenebilme özelliği sağlayan su ilave edilmesi ve tekrar karıştırılması ile elde edilen, doğal ve sentetik katkı maddeleri de içerebilen, katılma özelliğine sahip hamurlara “harç” denir (Ashurst, 1984; Güleç, 1992; Borrelli, 1999; Eriç, 2002).

Harçlar, duvar malzemeleri arasındaki tüm boşlukları doldurma kapasiteleri ve taş veya tuğlaya uygulandıklarında sertleşme ve kuvvetli adhezyon özellikleri nedeniyle kullanılırlar. Bünyelerine giren bağlayıcı malzeme çeşidine göre; kil harcı, alçı harcı, çimento harcı, kireç harcı ve melez harç olarak adlandırılırken, yapıdaki kullanım yerlerine göre duvar örgü harçları, sıva harçları, şap-şerbet ve badana olarak sınıflandırılırlar. Duvar örgü harçları; kâgir elemanları birleştirmek ve yatay yükleri almak amacıyla hazırlanan harçlardır. Sıva harçları ise duvar ve tavan yüzeylerini estetik açıdan düzleştirme ve teknik açıdan korumak amacıyla uygulanan sürekli kaplamalardır (Borrelli, 1999; Mavi, 2000).

Görünümleri, bileşimleri, uygulama metodları ve kullanım yerleri de göz önünde bulundurulduğunda sıva harçları, strüktürel sistemin korunması açısından önemli, strüktürel olmayan ikincil mimari elemanlardır. Bir veya birden çok katmandan oluşabilen sıva harçları, strüktürel çekirdeği, fiziksel, kimyasal ve mekanik etkenlerden korurlar (Matero, 1995).

2.1 Bağlayıcılar

Kırma taş, tuğla kırıkları, çakıl, kum gibi doğal (inorganik) ve/veya yapay dolgu maddelerini birbirine bağlayarak yapay taş oluşumuna imkân veren malzemelerdir. Bağlayıcıları, katılma özelliklerine göre 3 grupta değerlendirmek mümkündür (Torraca, 1982; Ashurst ve Ashurst, 1990b; Borrelli, 1999);

1. Hava ile katılma özelliği gösteren bağlayıcı malzemeler (hava kireci, kireç)

2. Su ile reaksiyona girerek katılma özelliği gösteren bağlayıcı malzemeler (alçı, su kireci, kireç+ puzolan ve çimentolar)

3. Su kaybı ile priz yapan bağlayıcı malzemeler (kerpiç harcı)

Eckel tarafından yapılan sınıflandırmaya göre bağlayıcılar kimyasal sınıflarına göre 2 grupta değerlendirilir (Eckel, 1928; Baturayoğlu-Yöney, 2008).

1. Basit bağlayıcılar: Doğal bir malzemeden ısı ile bir sıvı ya da gazın atılması sonucu elde edilen, bağlayıcı niteliklerini bu sıvı ya da gazı geri alarak özgün kimyasal yapılarına kavuşmalarına borçlu olan ve sertleşmiş halde kimyasal yapıları ham maddeleri ile benzerlik gösteren malzemelerdir.

a. Hidrat bağlayıcılar veya alçılar: Alçıdan suyun atılması ile üretilir ve sertleşme niteliğini suyun geri alınmasına borçludur (Paris alçısı, jips alçısı, çimento alçısı, yanmış alçı, sert yüzey alçısı).

b. Karbonatlı bağlayıcılar ya da kireç ve magnezitler: Kireçtaşı ya da magnezitten CO_2 'in atılması ile üretilir ve CO_2 'i geri alarak sertleşir (Kireç, manyezi).

2. Karmaşık bağlayıcılar: Sertleşme niteliklerini üretim ya da kullanım sırasında yeni kimyasal bileşiklerin oluşmasına borçlu olan ve dolayısıyla sertleşmiş haldeki kimyasal yapıları ham maddeleri ya da bunların karışımından farklı olan malzemelerdir.

a. Silikatlı bağlayıcılar ya da hidrolik çimentolar: Sertleşme niteliklerini üretim ya da kullanımda silikatların oluşumuna borçludur (Hidrolik kireçler, Grappier çimentoları, doğal çimentolar, Portland çimentoları, puzolan çimentoları).

b. Alüminat çimentoları: Sertleşme niteliklerini kalsiyum alüminatların oluşumuna borçludur (Kalsiyum alüminat çimentoları).

c. Oksi-klorür bağlayıcılar: Sertleşme niteliklerini oksi-klorürlerin oluşumuna borçludur (Magnezitli çimentolar, Sorel taşı).

2.1.1 Killi toprak

Genellikle 0,002 mm' den (2μ) küçük taneli malzemeye kil adı verilir. Kili oluşturan maddeler sulu alüminyum silikatlardır. SiO_2 ve Al_2O_3 tabakalar meydana getirerek çeşitli şekillerde birleşirler ve kil minerallerini oluştururlar. Temel bileşen malzemesi

SiO₂.Al₂O₃.H₂O olan kilin içinde kuvars (SiO₂), feldispat, mika, demiroksit (Fe₂O₃), kalsiyum karbonat (CaCO₃), kalsiyum sülfat (CaSO₄) ve demir sülfür (FeS) bulunabilir. Kilin en önemli özelliği ince taneciklerden oluşması ve suyla karıştırıldığında, çamur adı verilen istenilen şekle getirilebilen plastik bir hamur haline gelmesidir (Roy, 1954). Killi toprak, en eski yapı malzemelerinden biri olan kerpiç yapımında kullanılan önemli bir bağlayıcı malzemedir. Ayrıca kilin pişirilmesi ile kiremit, tuğla, çini, fayans ve seramik ürünleri elde edilebilir (Eriç, 2002).

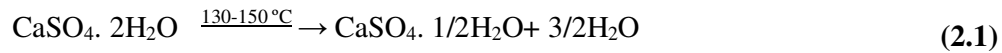
Kerpiç, kumlu kilin suyla yoğrulmasından oluşan çamurun kalıplanıp şekillendirildikten sonra kurutulmasıyla elde edilen yapı malzemesidir. Maliyet avantajları, üretim için ayrı bir tesis kurulumu gerektirmemesi ve ısı yalıtımı avantajları göz önünde bulundurulduğunda günümüzde de özellikle kırsal bölgelerde kerpiçin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir (Acun ve Gürdal, 2003).

İyi bir kerpiç üretmek için kullanılacak toprağın cinsi çok önemlidir. İyi bir toprak, yarı nemli durumda avuç içinde sıkıldığında ele yapışmalı, top haline gelmeli, yere bırakılınca dağılmadan yere yapışmalı bir bütün halinde kalmalıdır. Bu duruma uymayan toprak; ya kil miktarı az olan yağsız topraktır, ya da kil miktarı çoktur. Kil miktarı az olan yağsız toprak yere bırakılınca parçalanır, kuruyunca çatlar ve dağılır. Bu tür topraklar kil katılarak iyileştirilebilir. Kil miktarı çok olan toprak ise ele yapışır, kuruyunca çok çatlama yapar. Bu tür topraklara da kum katılarak uygun duruma getirilebilir. Ayrıca harç içerisine yeterli miktarda lifli malzemeler katılması harcın güçlenmesini ve çatlamamasını sağlar. Fazla miktarda kullanılan lifli malzeme harcı çürütür ve zayıflatır. TS 2514'e göre kerpiçlerde en düşük basınç dayanımı 8 kgf/cm² olmalıdır. Ayrıca kerpiç üretiminde kullanılacak olan toprağın teknik özellikleri Atterberg limitlerine uygun olmalıdır (Tokmanoğlu, 1960; TS 2514, 1977; Kafesçioğlu ve Gürdal, 1985; Tayla, 2007).

Anadolu'da Neolitik Çağ'da Çatalhöyük, Aşıklı Höyük ve Hacılar, Kalkolitik Çağ'da Can Hasan ve Alishar, Hitit Dönemi'nde Kültepe ve Boğazköy gibi birçok yerleşim merkezinde evlerin kerpiç ile biçimlendirildiği görülmektedir (Naumann, 1975; Mellaart, 2003). Kerpiç yapım tekniği, günümüzde bile kırsal yerleşim bölgelerinde halen tercih edilen bir yapım yöntemidir.

2.1.2 Alçı

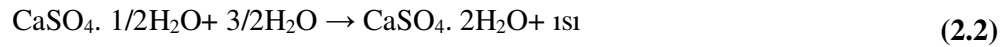
Alçı, alçıtaşının çeşitli derecelerde pişirilmesi sonucu elde edilen (2.1), su ile karıştırıldığında kısa sürede katılaşma özelliği gösteren (2.2) inorganik esaslı bir bağlayıcı türüdür. Hammaddesi doğadaki alçıtaşı, selenit ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) veya anhidrit (CaSO_4) olup, hidrate kalsiyum sülfatın (veya kalsiyum sülfat dihidrat $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) başlangıç oluşum mineralidir (Livingston ve diğ., 1991; Avdan, 1997). Eckel (1928)'e ve Mora (1984)'ya göre birçok alçı kaynağı, orijinalinde, yüksek miktarlarda kalsiyum sülfat içeren deniz suyunun buharlaşmasıyla oluşmuştur (Tunçoku, 2001). Kalsiyum sülfat suda çözünebildiğinden alçının, neme maruz kalan yerlerde kullanımı tercih edilmez (Gürdal, 1976; Borrelli, 1990).



$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Doğadaki alçıtaşı

$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$: Kalsiyum sülfat hemi hidrat

H_2O : Su



$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$: Kalsiyum sülfat hemi hidrat

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Sertleşmiş alçı

H_2O : Su

Alçının katılaşmasının nedeni, kimyasal reaksiyon sonucu oluşan inorganik polimerdir. Hemihidrat su ile karıştırıldığında hızla sertleşir. Sertleşmiş alçı hem kırılmaz hem de katılaşma sürecinde hacmi genişlediği için agrega gerektirmez. Alçının hidratasyonu oldukça hızlıdır (3–15 dk.). Hidratasyon ne kadar hızlı ise kristaller o kadar büyük, mukavemet o kadar düşük olur. Alçının katılaşmasını geciktirmek için şeker, tutkal, kazein, alkol, asetik asit, sitrit asit gibi organik katkıları ve boraks; hızlandırmak için ise yoğurma suyunun azlığının yanı sıra tuz, şap gibi katkı maddeleri veya %0,1 H_2SO_4 gibi inorganik asitler kullanılır (Gürdal, 1976; Borrelli, 1999; Mavi, 2000; TS EN 13279-1, 2007).

Alçı, Anadolu'da harç yapımında farklı bölgelerde özellikle Selçuklu Dönemi, Beylikler Dönemi ve Osmanlı Dönemi'nde sıklıkla kullanılmıştır. Yöresel olarak

tatlı kireç, tatlı sıva, cas harcı gibi isimler alan alçı harçlara hem sıva harcı hem de duvar örgü harcı olarak rastlanmaktadır (Urak ve Çelebi, 2005; Tayla, 2007).

2.1.3 Kireç

Kireç; sönmemiş kireç, hidrate kireç ve hidrolik kirecin çeşitli kimyasal ve fiziki biçimlerini içeren genel bir terim olup, kireçtaşının (CaCO_3) ve dolomitin ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) 850-1400 °C'de pişirilmesi ile elde edilen, su ile karıştırıldığında cinsine göre suda veya havada katılaşma özelliği gösteren inorganik bir bağlayıcıdır (Eckel, 1928; Ashurst ve Ashurst, 1990; Torraca, 1996; Borrelli, 1999; Allen ve diğ., 2003).

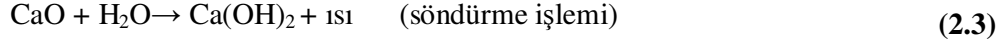
Kirecin hammaddesi, kalker taşı, tebeşir v.b. CaCO_3 kökenli kütleler veya dolomit gibi MgCO_3 'dan oluşan kütlelerdir. Kireçtaşları oluşumlarına göre üçe ayrılırlar (Torraca, 1982):

1. Kimyasal kireçtaşları (CaCO_3 'ın suda çökmesi ve karbonatlaşması ile oluşur.)
2. Organik kireçtaşları (organizmaların fosilleşmiş kabuklarından oluşur.)
3. Klastik kireçtaşları (çökelen karbonat kayalar veya daha önce oluşmuş kireçtaşı parçalarının depolanmasıyla oluşur.)

Sönmemiş kireç (CaO), CaCO_3 içeren kireçtaşının uygun bir ocakta 850–900 °C ısıtılması ile oluşur. Kireçtaşı yaklaşık 900 °C'de ısıtılırsa CaO 'e dönüşür. Kirecin yakılmasında (kalsinasyon) amaç, CO_2 ve nemin açığa çıkarak geriye reaktif CaO 'in yani sönmemiş kirecin kalmasıdır (Ashurst, 1984; Boynton, 1966; TS 30, 1993; Borrelli, 1999).

Sönmemiş kireç prosedüründe kullanılan ocak tipleri, teknoloji geliştikçe değişmiştir. Günümüzde, sürekli sönmemiş kireç üretebilen fırınlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat geleneksel fırınlar da bulunmaktadır.

Sönmemiş kireç (CaO) su ile söndürülerek hidrate kireç ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) haline getirilir (2.3). Kirecin söndürülmesinde amaç, harç içinde bağlayıcı malzeme olarak kullanılan ve CO_2 ile birleşerek CaCO_3 oluşturmaya hazır kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)'i oluşturmaktır (Holmes, 1997; Ashurst ve Ashurst, 1990b; TS 4022, 1993; Borrelli, 1999). Yanmış kireç mümkün olduğunca çabuk söndürülmelidir. Aksi halde atmosfer içindeki nemden dolayı zamanla kireç söner ve “hava tarafından söndürülmüş” olur (Swallow ve Carrington, 1995).



CaO : Sönmemiş kireç

Ca(OH)₂ : Sönmüş kireç

H₂O : Su

Bu reaksiyon ısı da üretir ve dikkatli uygulanmalıdır. Sönmemiş kireç gibi sönmüş kireç de yakıcıdır ve uygulanırken güvenlik kurallarına dikkatli bir şekilde uyulmalıdır. Problemlerin birçoğu, uygulandığında malzemenin performansını olumsuz etkileyebilecek söndürülemedi kireç yumruları ve yetersiz hidrasyona bağlı olarak uygunsuz kireç söndürme işlemlerinden kaynaklanır. Dolomitik kireçlerde sönmemiş kireç üretmek için kullanılan kireçtaşı, kirlilik oluşturacak şekilde %5'den fazla MgCO₃ içeriyorsa söndürme problemleri görülebilir. Bunun nedeni CaO ile birlikte MgO oluşması ve söndürme sırasında Mg(OH)₂ oluşumunun Ca(OH)₂ oluşumuna göre daha uzun zaman almasıdır. Ayrıca dolomitik kireçlerde harca MgO olarak giren kirecin rutubetli ortamda zaman içinde Mg(OH)₂'ye sonra MgCO₃'a dönüşmesinin oluşturacağı kimyasal kaynaklı genleşmelerin yol açacağı hacim artışları harçlarda iç gerilmelere yol açabilmektedir (Eckel, 1928; Ashurst ve Dimes, 1990; TS 4022, 1993; Borrelli, 1999).

Hidrate kireç (Ca(OH)₂), sönmemiş kirecin, kalsiyum hidroksit oluşturmak için yeterli suyla karıştırılarak kimyasal işleme tutulması ile elde edilen kireçtir (Morehead, 1986). Karbonatlaşma adı verilen bir işlemle kireçtaşı priz yapar. Sönmüş kirecin sertleşmesi, havadaki CO₂ ile reaksiyona girmesi ve suyun buharlaşması ile meydana gelir (2.4) (Holmes ve Wingate, 1997; Borrelli, 1999).



Ca(OH)₂ : Sönmüş kireç

CO₂ : Havadaki karbondioksit

CaCO₃ : Kireçtaşı

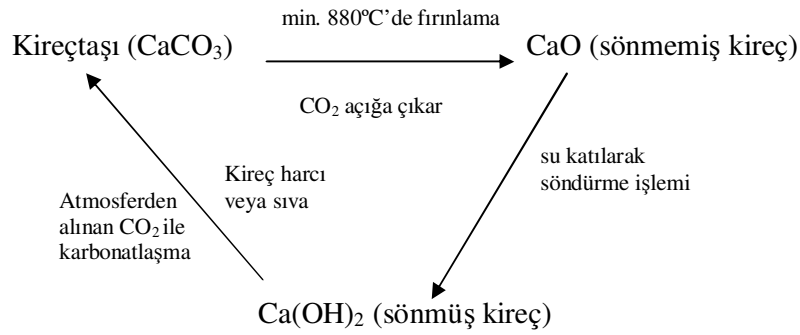
H₂O : Buharlaşan su

Karbonatlaşma reaksiyonu oldukça hassastır ve hızı, su buharlaşma oranlarına ve CO₂'in varlığına göre değişir. Gözenek yapısı da en az harcın kalınlığı kadar önemli

bir rol oynar. Ayrıca karbonatlaşma ortamının bağıl nemine göre de karbonatlaşma hızı farklılaşır (Boynton, 1966; Ashurst, 1990; Ashurst ve Dimes, 1990).

Bir kireç harcında hidrate kireç, oluşum aşaması boyunca hem katı parçacıklar halinde hem de doymuş çözelti olarak mevcuttur. Havadaki CO₂ direkt olarak sadece doymuş Ca(OH)₂ çözeltisi ile reaksiyona girer, yavaş yavaş yüzeyden iç tabakalara ulaşmaya çalışır ve ince, kristal bir CaCO₃ yüzey tabakası oluşturur (Morehead, 1986; Ashurst ve Dimes, 1990).

Karışımdaki suyun buharlaşması nedeniyle oluşan büzülme mikro çatlakların oluşmasına yol açar. Bu mikro çatlaklar havadaki CO₂'in girişi için bir yol sağlar ve ardı ardına dönüşümler başlar. Su buharlaşması oldukça karbonatlaşma meydana gelir. Karbonatlaşma işlemi iç tabakalara doğru ilerledikçe kireç harcı sertleşir (Şekil 2.1) (Ashurst ve Ashurst, 1990b; Borrelli, 1999).



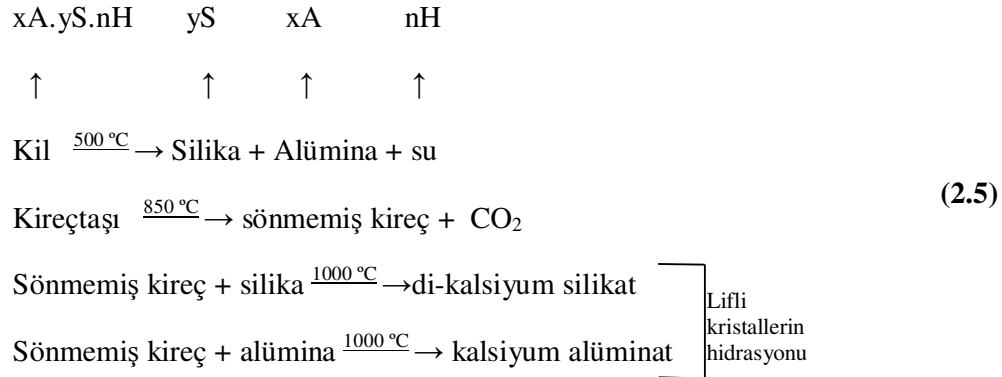
Şekil 2.1 : Hidrolik olmayan kireç döngüsü (fırınlama, söndürme, sertleşme).

Kireci yapıda kullanmadan önce kuyuda bekletme ve dinlendirme sürelerine dikkat etmek gerekir. Roma Dönemi mimarlarından Vitruvius, kirecin kuyu içerisinde en az 2 yıl bekletilmesini tavsiye etmiştir (Vitruvius, 1998; Borrelli, 1999).

2.1.4 Su kireci (hidrolik kireç)

Marnlı (killi) kireç taşlarının (silika, alümina ve demiroksit içeren) sinterleşme sınırının altında pişirildikten sonra su, buhar ya da öğütme yoluyla toz haline getirilmesi ve su ile karıştırıldıktan sonra belirli sürelerde havada veya su altında sertleşmesi ile oluşan maddeye su kireci denir (Torraca, 1982; TS 30, 1993). Silika ve alümina içeren kireçtaşının 900 °C'nin üzerinde bir sıcaklıkta kızdırılması ile oluşan kuru üründür. Başka bir ürünün dönüşümü ile oluştuğu için yapay kökenli olarak sınıflandırılır. Ancak hidrolik kireç eğer değişik miktarlarda doğal kil mineralleri (attapulgit, kaolin, montmorilonit gibi) içeren kireçtaşından yapılırsa

doğal hidrolik kireç olarak adlandırılır. Hidrolik kireç üretimi, kalsiyum silikat ve alüminatın fırında 500 °C, 850 °C ve 1000 °C sıcaklıklarda ısıtılmasıyla meydana gelen kimyasal ve termal oluşumların sonucudur. Çimento kimyasında çimento elemanları için kullanılan formüller (2.5)'de verilmektedir (Eckel, 1928; Ashurst, 1990; Allen ve diğ., 2003). Kireçtaşı ve kil karışımı 500 °C'de ısıtıldığında kil malzemede termal ayrışma başlar. 850 °C'de ise kireçtaşı dekompozisyona uğrar (Boynton, 1966; Borrelli, 1999; Allen ve diğ., 2003). Bu reaksiyon sonucu oluşan kalsiyum silikatlar (CSH) ve kalsiyum alüminatlar (CAH) sertleşme için temel bileşimlerdir (mevcut CaO'in hidrasyonu ile oluşan kalsiyum hidroksitin karbonatlaşması hariç) (Ashurst, 1990b; Lea, 1970).



A : Al₂O₃

H : H₂O

S : SiO₂

CH: Ca(OH)₂

1837'de Vicat tarafından uygulanan çalışmalar temel alındığında hidrolik kireç şöyle sınıflandırılabilir (Borrelli, 1999):

- Zayıf hidrolik kireç (%12'nin altında kil içeren kireçtaşından üretilir.)
- Normal hidrolik kireç (%12-%18 arası kil içeren kireçtaşından üretilir.)
- Güçlü hidrolik kireç (%18-%25 arası kil içeren kireçtaşından üretilir.)

2.1.5 Puzolan katkılı kireç

2.1.5.1 Puzolan

Puzolanlar, tek başına bağlayıcı olmayıp, kireç veya çimento gibi bağlayıcılarla karıştırılınca, bağlayıcı malzeme içerisinde bulunan serbest kireçle (Ca(OH)_2) reaksiyona girerek bağlayıcılık özelliği kazanan malzemelerdir (Price, 1975; Ashurst ve Ashurst, 1990a). Bünyelerinde SiO_2 ve Al_2O_3 bulundurlar. Su ile karıştırıldıklarında çamur haline gelip, kuruyunca eski haline dönerlerken; kireçle karıştırıldıklarında bağlayıcılık kazanarak suda çözünmeyen bir kalsiyum silikat tuzuna dönüşürler (Boynton, 1966; Lea, 1970; Massazza, 1989).

Puzolanlar; kökenlerine göre doğal ve yapay puzolanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar (Massazza, 1989):

A. Doğal puzolanlar

1. Piroklastik malzemeler

- a. Gevşek kayalar (ör. Santorin toprağı)
- b. Sıkı kayalar (ör. Alman Ren trası)

* Killi madde

*Aktif olmayan zeodolitli maddeler

2. Karışık orijinli malzemeler (beyaz İtalyan toprakları)

3. Kırıntılı malzemeler

- a. Organik kökenli maddeler (silisli topraklar)
- b. Basit tortul maddeler (killi-aktif maddeler, doğal ortamda pişmiş killer)

B. Yapay puzolanlar

1. Pişmiş şistler
2. Pişmiş killer
3. Uçucu kül, yüksek fırın cürufu
4. Silis dumanı
5. Pirinç kabuğı külü

Doğal puzolanların puzolanik aktifliği, inceliği ile orantılıdır. Puzolan incelidikçe aktiflik özelliği artar. Puzolanın inceliği ortalama 3000 cm²/g ile 7200 cm²/g arasında uygun görülmektedir (Koçu, 1997). T.S.25'e göre puzolan, özgül yüzeyi en az 4000 cm²/g (maksimum 100 µ) olacak şekilde öğütülmelidir (TS 25, 2008).

Muhtelif puzolanların kimyasal özellikleri Çizelge 2.1'de verilmektedir (Postacıoğlu ve diğ., 1960; Koçu, 1997). İyi bir puzolan %40 ile %90 arası aktif silis içermelidir (Massazza, 1989).

Çizelge 2.1: Muhtelif puzolanların kimyasal özellikleri (Postacıoğlu ve diğ., 1960).

	Almanya (Ren trası) %	Yunanistan (Santorin) %	İtalya (Napoli) %	Türkiye (Kayseri) %	Uçucu Kül %
SiO ₂	54,60	63,20	55,70	63,10	42,00–50,00
Fe ₂ O ₃	3,80	4,90	4,60	5,60	5,00–10,00
Al ₂ O ₃	16,40	13,20	19,00	18,63	16,00–30,00
CaO	3,80	4,00	5,00	5,10	2,00–4,00
MgO	1,90	2,10	1,30	1,55	0,50–9,00
Diğer Mad.	19,50	12,60	14,40	6,10	4,00–10,00

Puzolanların reaktif durumda içerdikleri silika (SiO₂) ve alümina (Al₂O₃) bileşimleri, Ca(OH)₂ ve su ile reaksiyona girerek yeni bileşimler oluştururlar (2.6). Oluşan kalsiyum silikat hidrat (CSH) ve kalsiyum alümina hidrat (CAH) bu harç tipinin kimyasal oluşum araçlarıdır (Leckebush, 1984; Borrelli, 1999; Gibbons, 1999). Puzolanların aktiviteleri, partiküllerin herbirinin yüzeyinde açığa çıkan hidroksil gruplarının sayısına ve düzenlenme şekline bağlıdır (Lea, 1970; Gillot, 1975).



Ca(OH)₂ : Kalsiyum hidroksit

H₂O : Su

CSH : Kalsiyum silikat hidrat

CAH : Kalsiyum alüminat hidrat

Bu reaksiyonun hızı; sönmüş hidrate kireç, inert (reaksiyona girmeyen) kumlarla (kalsit, kuartz, kaya parçacıkları gibi) karıştırılırsa, karbonatlaşmasındakinden daha fazladır. Bunun nedeni, puzolanik harcın daha hızlı sertleşmesidir (Borrelli, 1999).

Yağlı kireç tamamen Ca(OH)_2 'den oluşmaktadır. Portland imentosunun esas bileşenleri ise $\text{SiO}_2.2\text{CaO}$ ve $\text{SiO}_2.3\text{CaO}$ 'tir. Bu iki maddenin su ile hidratasyonu sonucu silikat monokalsit hidrat ile serbest kirecin veya Ca(OH)_2 'in oluşumu sağlanır. Hidrolik kireç ve portland çimentosunda serbest kirecin varlığı, bu bağlayıcı malzemelerin mukavemetini azaltır. Kireç ve portland çimentosuna katılan puzolanların serbest kireçle birleşmesi, bu maddelerin bazı özelliklerinin değişmesini ve yeni özellikler kazanmasını sağlamaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalar sonucu; puzolanın, harcın, suların zararlı etkilerine karşı dayanıklılığını arttırarak kimyasal mukavemetini yukselttiği görülmüş, mekanik mukavemette önceleri bir düşüş görülmekle birlikte zamanla mekanik mukavemetin de arttığı tespit edilmiştir (Postacioğlu ve diğ., 1960; Day ve Caijun, 1994; Ahunbay ve diğ., 2005; Tunçoku ve Caner-Saltık, 2006).

ASTM C 618 (1994) ve TS 25 (1975)' e göre incelik, dayanım aktivitesi indeksi, su gereksinimi, sağamlık ve homojenlik özelliklerinin incelenmesi de, harç yapımında katkı maddesi olarak kullanılacak puzolanlar için önemlidir. Bu faktörler puzolanik aktiviteyi farklı ölçülerde etkilerler (Slpken, 2002).

Erdoğan (1997)'a göre puzolanların faydalı yönleri ve olası zarar potansiyelleri şunlardır (Slpker, 2002):

-Faydalı yönleri; işlenilebilirliği arttırma, sızıntı ve ayrılmaları azaltma, geçirgenliği azaltma, sülfat ataklarını azaltma, ekonomiklik.

-Olası zararlı etkileri; soğuk havada priz süresini uzatabilme, dayanım kazanmayı yavaşlatma, daha dikkatli ve uzun süre beton sulaması gerekliliği.

Farklı tiplerdeki puzolanik maddelerin hidratasyon ürünleri, miktar ve özellikleri açısından birbirinden farklıdır. Buna bağlı olarak farklı tiplerdeki puzolanik malzemeler ile hazırlanan harçların özellikleri de önemli ölçüde birbirinden farklıdır. Bu karşılaştırılmanın yapılabilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmalarda, doğal puzolanlarla hazırlanan karışımlardaki C-S-H oluşumlarının yapay puzolanlara kıyasla silisyumca daha zengin olduğu tespit edilmiştir (Türker ve Yeğinobalı, 2003; Katsioti ve diğ., 2009).

Bağlayıcı içerisine katılan puzolanların yanı sıra dolgu maddesi olarak da puzolanik agregalar kullanılabilir (ASTM-C 593-89; Davey, 1961; Lea, 1970; Ashurst ve Dimes, 1990, Giavarini ve diğ., 2006; Gosselin ve diğ., 2009).

2.1.5.2 Kireç + puzolan

Harçlara hidrolik özellik kazandıran doğal ve yapay puzolanlar, geçmiş dönemlerden beri kullanılmaktadır. Bunların en eskisi, Roma Döneminde sık rastlanan pişmiş toprak (kiremit, tuğla, çanak-çömlek vb.) tozu olmalıdır. Etkileri, özellikle yapay hidrolik çimentoların üretimi konusunda çok sayıda araştırmaya konu olmuştur (Baturayoglu-Yöney, 2008).

Kireç harçlarının, sertleşme için hava ile sürekli temas halinde olma gerekliliği, suya az direnci gibi dezavantajlarını ortadan kaldırmak için çeşitli puzolanik malzemeler katılmış ve hidrolik bağlayıcılar elde edilmiştir. Doğal puzolanlara değinen ilk yazılı kaynak, Vezüv Yanardağı çevresinde rastlanan, kireç ve molozla karıştırıldığında, yapının dayanımını artıran ve su altında sertleşmesine olanak veren bir tozdan bahseden Vitruvius'dur. Doğal ve yapay puzolanları ele alan ilk erken modern yazar ise, Vitruvius'un anlattıklarını yineleyen, ayrıca Hollanda trası, pişmiş toprak tozu ve Tournay külünden bahseden ve yapay puzolanlar öneren Belidor'dur (1739, 1753). Demir curufu ile birlikte ya da tek başına kömür külü ve kömür tozunun puzolan olarak kullanımını öneren ve nemli ortamlarda uygulanacak harçlarda tuğla tozunun trasta daha yararlı olduğunu savunan Langley'in (1929) ise, verdiği bilgileri dönemin İngiltere'sinde geleneksel olarak uygulanan yöntemlere dayandırdığı anlaşılmaktadır. Hidrolik nitelikli harçlar elde etmek için Lorient (1744) tuğla tozunu, Baggé (1750'ler) İtalyan puzolanları yerine İsveç-Wenesborg yoğun şistlerini, de Lafaye (1777) kiremit tozunu, Chaptal (1786-1787) Languedoc killeri, de Cesurt (1787) Loire bazaltlarını, Peronnet (1788) Neuilly kiliyle üretilmiş kiremitlerin tozunu, Smeaton (1791) İtalyan puzolanı, Alman trası, tuğla tozu ve demir curufunu, Fanshawe (1792) doğal puzolan ve traslara ek olarak yapay kömür külü, demir curufu, tuğla tozu, cam tozu vb., Rondelet (1802-1818) Roma ve Napoli puzolanları, Hollanda, Almanya ve Kuzey Fransa trasaları, Tournay külü ile iyi pişmiş tuğla tozu ve kilini, Graten (1805-1807) Cherbourg – Hamsville şistlerini, Semasson (1806) Rouen toprakları ile puzolan karışımını ve gri-wackes ile gneissleri, Fleuret (1807); tuğla tozunu, Petot (1823) Breist gneissı, Lorient zengin killeri ve odun kömürünü, de Caudemberg (1830'lar) Perigord ve Avril ve Payen (1830'lar) ise Flanders ve Somme-Carhaix çakıltaşlarını önermiştir. Dr John (1819) kil katkının kirece hidrolik nitelik kazandırdığını belirler. Aldıkları patentlerde, St Leger (1818) araştırmaları sonunda %25 oranında kireç ile %75 oranında Passy veya Meudon kili karışımını,

Aspdin (1824) ve Frost (1825) puzolan olarak kil katkısını ve White (1825) “İngiliz puzolanı” adını verdiği vitrifiye kil ve tuğla tozunun 1/4 oranında kireçle karıştırıldığı harçları tavsiye etmiştir. Deneysel çalışmalara dayalı tüm bu önerileri özetleyen ve değerlendiren Pasley (1826), basit tuğla kagir duvar inşaatlarında su kireçlerinin yeterli dayanım sağladığını ve puzolan katkısına gerek kalmadığını öne sürer (Baturayoğlu-Yöney, 2008).

Kireç harçlarının sertleşme kapasitesi Roma’da da iyi bilinmekte olup günümüzde “Roma Betonu” olarak adlandırılan harçların sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (2.7). Bu durum aslında hidrolik çalışmalar yapmaya izin veren volkanik toprak (puzolan), kiremit parçaları veya pomza gibi agregaların özel niteliklerinin keşfidir (Lamprecht, 1987; Ashurst, 1984; Gibbons, 1999). Tuğla veya taş duvar katmanlarının arasında kullanılan Roma Betonu, hem kalın ve sağlam duvarlar oluşturulmasını sağlamış, hem de duvarların suya karşı dayanımını arttırmıştır. Roma betonu, su altı yapılarının inşasında çok büyük kolaylık sağlamıştır (Davey, 1961; Lea, 1970; Cowan, 1977).

Sönmüş kireç + puzolan + kırık tüf taşları → Roma betonu (2.7)

Yine bu gruba giren Horasan Harcı da havaya ihtiyacı olmadan, su ile kimyasal reaksiyona girerek katılaştıran bir harç türüdür. Horasan, kırılmış veya toz haline getirilmiş kiremit, tuğla v.b. pişmiş kildir. Horasanın belirli oranlarda hava kireci ve su ile karıştırılmasıyla elde edilen harç ise Horasan harcıdır. Horasan harçları ek olarak puzolanik toprak ve agregaları da içerebilmektedir (Böke ve diğ., 2004).

Tüfler ve puzolanik topraklar da, uygun özellikleri sağlaması halinde, puzolanlı harç yapımında kullanılmaktadır. Puzolan olarak kullanılacak tüflerde, ASTM C 618 ve TS 25’e göre $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ toplam değerinin en az %70, yoğunluğunun 2.1-2.8 g/cm^3 , maksimum MgO miktarının %5, maksimum alkali miktarının %1.5, en düşük SO_3 miktarının %0.1-0.2, en yüksek SO_3 miktarının %3, maksimum nem miktarının %10 olması istenmektedir (Kavas ve Çelik, 2001; ASTM C 618, 1994; Erdoğan, 1997; Ubbriaco and Tasselli, 1998; TS 25, 2008; Gürdal, 2009). Ayrıca onarımlarda kullanılacak puzolan katkılı harçların ideal mekanik özellikleri araştırıldığında yaklaşık 1 yıllık eğilme dayanımının yaklaşık 3 N/mm^2 , basınç dayanımının en fazla 10 Mpa olması gerektiği görülmektedir (Gürdal, 2009).

2.1.6 Portland çimentosu

Hidrolik bir çimento olan portland çimentosu, kil ve kireçtaşının 1200 °C'nin üzerinde sıcaklıkta ısıtılması ve toz haline getirilmesiyle üretilir. Aslında hidrolik kalsiyum silikat ve alüminattan oluşur ve priz süresini uzatmak için eklenen bir miktar kalsiyum sülfat (alçıtaşı) içerir (Lea, 1970; TS 19, 1992; TS 3441, 1994; Borrelli, 1999).

Portland çimentosunun hidratasyonu ve sertleşmesi sonucu bünyesinde ortaya çıktığı bilinen temel bileşenler trikalsiyum silikat (alit; C₃S), dikalsiyum silikat (belit; C₂S), kalsiyum alüminat (C₃A) ve tetrakalsiyum alümino ferrittir (C₄AF) ve oranları "Bogue bileşimi" (Bogue, 1929) olarak bilinir. Portland çimentoları, geleneksel olarak bileşimlerinioluşturan maddelere dayalı olarak sınıflandırılır. Çağdaş standartlarda yer alan sınıflamalar da bunların geliştirilmesiyle elde edilmiştir (Lea, 1970; Uzgil, 1995; TS EN 197-1, 2002).

Farklı ham madde ve katkı maddeleri kullanılarak üretilen portland çimentosu değişik isimler altında kullanılmaktadır. Örneğin daha az demir oksitli saf kil ve kül karışımını önlemek için fuel oil kullanılarak üretilen çimento "Beyaz Portland Çimentosu"; gözenekli taşlara etkisi olmayan dolgu maddeleri ve plastikleştirici maddeler katılarak, daha çok düzeltmelerde kullanılan, daha plastik ve daha fazla su tutma özelliğine sahip çimento "duvarcı çimentosu"; sülfat korozyonuna karşı direnç gösterdiği için endüstri yapılarında kullanılan çimento "indirgenmiş trikalsiyum alüminatlı çimento" olarak isimlendirilir (Güleç, 1992).

Portland çimentosu kullanımının yapıya verebileceği olası zararlar aşağıda özetlenmektedir (Peroni ve diğ., 1981; Holmstrom, 1981; Ersen, 1988; Ersen ve Güleç, 1991; Güleç, 1992; Borelli ve Urand, 1999):

-Hava kirliliği ortamında karbonatlar sülfatları oluşturur. Suda çözünebilir tuzların orijinal yapı malzemesi bünyesine girmesi sonucu malzemelerin ayrışma ve yıpranma süreci hızlanır.

-Çimento harcının yoğunluğu ve ısı iletkenlik katsayısı yüksek olduğundan yoğunlaşmalara ve dolayısıyla yapıda nemin artmasına neden olur.

-Kireç harcı ile Portland çimentosu harcının ısı genleşme katsayıları farklıdır.

-Çimento harcının mekanik dayanımı ve elastisite modülü yüksektir.

-Kireçlerde makro boşluk, Portland çimentosunda mikro boşluk yoğundur. Çimento harcının gözenekleri çok küçük olduğundan yapıdaki mevcut nemin buharlaşması zorlaşır. Düşük sıcaklıkta donma, yüksek sıcaklıkta buharlaşma gerilimleri oluşacağından ya onarım sıvaları yapıdan kolayca kopar, ya da yapının nem oranı artar.

-Portland çimentosundaki kimyasal korozyon, yapı malzemesinde tuzların oluşumuna neden olur.

-Çimento katkılı kireç harcı melez bir harç olduğundan priz mekanizması, biri kirecin karbonatlaşması, diğeri çimentonun silikatlaşması olmak üzere 2 farklı fazda oluşur. Kirecin hava olmadığı takdirde karbonatlaşmaması, çimentonun da yeterince su olmaması durumunda silikatlaşmaması nedeniyle bu farklı fazlar uygulama esnasında problemlere neden olur.

Günümüzde bazı restorasyonlarda kullanılan harçların bağlayıcılarında, yanlış bir seçim olarak portland çimentosu kullanılmaktadır. Portland çimentosu su ile kolaylıkla reaksiyona girerek kolay işlenebilen, hızlı katılaştıran bir karışım oluşturmaktadır. Ancak Portland çimentosu kullanılan ürünlerin gözenekliliğinin az, sağlamlığının ve yoğunlunun fazla olması, bağlayıcı aktif killer yanında alçı ve bazı bazik alkali tuzlar içermesi, makro boşlukluluğunun yoğun olması gibi bir takım olumsuzlukları da göz önünde bulundurulduğunda, Portland çimentosu kullanımının, orijinal yapı malzemesine zarar verdiği görülmektedir. Yapılan tüm araştırmalar, Portland çimentosunun özgün yapı malzemelerinin zarar görmesine ve yapının bozulma sürecinin hızlanmasına yol açtığını göstermektedir. Bu nedenle tarihi yapıların restorasyon uygulamalarında kesinlikle Portland çimentosu kullanılmamalıdır (Torraca, 1982; Peroni ve diğ., 1981; Moropoulou ve diğ., 2009; Toumbakari ve diğ., 2009).

2.2 Dolgu Maddeleri

Harç yapımında bağlayıcı malzemelerle birlikte kullanılarak betonlaşmayı sağlayan, rötreyi sınırlayan, silikat ve kalsiyum temel bileşimlerini içeren, farklı boyutlardaki mineral kökenli malzemelerdir. Agregalar genellikle reaksiyona girmeyen malzemelerdir (kum gibi). Ancak bazı örneklerde reaktif olabilirler (kırılmış tuğla veya kırılmış tuf gibi). Bazen karışımı çekme gerilmelerine karşı güçlendirmek için

saman, kırıktık gibi lifli malzemeler de katılabilir (Davey 1961; Sickels, 1981; Borrelli, 1999).

Doğal agregalar; zamana bağılı olarak eski buzulların sürükleyip biriktirdikleri, akarsuların sürükleyip meydana getirdikleri ve denizlerin oluşturduğu doğal taşlardan geriye kalmış en sağlam minerallerdir. Kum ve çakıllar doğal agregalar; kırma taş, yüksek fırın cürüfları ve pişmiş küller yapay agregalardır. Geleneksel harçlarda en çok rastlanan agregalar; kum, tuğla ve taş kırıkları, midye kabukları, yüksek fırın cürüfları ve küllerdir (Mora, 1984; Borelli, 1999; Eriç, 2002).

Agrega kullanımında dikkat edilmesi gerekli hususlar şunlardır:

-Deniz kumları tuzdan, ocak kumları kilden yıkanarak arındırılmalıdır (Vitruvius, 1998; Güleç, 1992; Eriç, 2002).

-Kalker kumları, kükürtlü fabrika dumanına maruz kalan yerlerde kullanılmamalıdır (Güleç, 1992; Eriç, 2002).

-Sülfat ve klorür ihtiva eden kumlar kullanılmamalıdır (Vitruvius, 1998; Güleç, 1992; Eriç, 2002; Allen ve diğ., 2003; T.S. EN 12620, 2009).

-Kırma taş malzeme yumuşak kalkerden üretilmemelidir (Güleç, 1992; Eriç, 2002)

-Yüksek fırın cürufu camlaşmış ve gevşek yapıda olmamalıdır (Güleç, 1992; Eriç, 2002; T.S. EN 12620, 2009).

-Kömür artığı agrega %25'i geçmemelidir (Güleç, 1992; Eriç, 2002; T.S. EN 12620, 2009).

-Dolgu maddeleri, bozulmuş taş parçaları, organik madde, kil, çözülebilir tuzlar gibi safsızlıklar içermeyen dayanıklı parçacıklar olmalıdır. (Güleç, 1992; Eriç, 2002; T.S. EN 12620, 2009).

-Agrega kalitesi kontrol edilmeli ve granülometri şartlarına uyulmalıdır (Güleç, 1992; Eriç, 2002; T.S. EN 12620, 2009).

-Agrega içerisindeki kükürt muhtevası yüksek fırın cürufu için kütlece %2'yi, diğer agregalar için %1'i aşmamalıdır (T.S. EN 12620, 2009).

Boyutları iyi ayarlanmış karışımlarda iri boyutlu agregaların arasını küçük boyutlular doldurduğu için agrega yüzeylerini saracak bağlayıcının miktarı azalır ve buna bağılı

olarak sertleşen karışım daha dayanıklı olur. Böylece sertleşme sürecindeki rötne de en aza indirgenir.

Tarihi eserlerde kullanılacak olan kumların ocaklardan veya dere yataklarından olması, deniz kumu olmaması, agregaların yuvarlanmamış, köşeli olması gereklidir. Köşeli agregalarda sürtünme artacağından harçlar daha sağlam olur (Mora ve diğ., 1984; Güleç, 1992).

Harç içerisinde kullanılacak olan agreganın tane boyutu dağılımı, parçacıklar arasındaki boşluk hacmini ve bağlayıcı ile birleşimini etkileyeceğinden mutlaka dikkat edilmesi gereken bir faktördür. Harç içerisine katılacak olan agregaların tane boyutu dağılımında, büyük agregalar arasındaki boşluğun bir küçük boy agrega tarafından doldurulmasına dikkat edilmelidir (ASTM C144-76). Eğer agregalar arasındaki boşluk çok fazla olursa, bu durum daha çok kireç ve suyun kullanılmasına neden olacak, daha gözenekli bir harç oluşacağından rötne sorunları ortaya çıkacak ve dayanımı düşük olacaktır (Lea, 1970; Lewin, 1981, Mora ve diğ., 1984, Ashurst ve Dimes, 1990; Tunçoku, 2001; T.S. EN 12620, 2009).

3. ONARIM HARÇLARI KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Tarihi eser restorasyonlarında kullanılan onarım malzemelerinin orijinaline uygunluğu konusunda bilinçli ve bilimsel nitelikli çalışmalar 20. yüzyılda gerçekleştirilmeye başlamıştır.

Onarım harçları konusundaki çalışmaların kronolojik gelişiminin saptanması amacı ile hazırlanan bu bölümde, ilk çalışmalardan başlayarak günümüze kadar bu konuda yapılmış olan çalışmalardan örnekler verilmiştir. Ayrıca, onarım harçlarının özelliklerinin belirlenebilmesi amaçlı yapılan harç karakterizasyonu çalışmalarından örnekler de ele alınmıştır.

Taş koruma çalışmaları içerisinde ilk araştırmacılardan biri olan Wren, 1750’de “aşırı kompakt Portland çimentosu harçlarının kullanılmasının taş bozulmalarını hızlandıracağı”nı belirtmiştir (Wren, 1750; Ersen, 1991).

1756’da Smeaton tarafından yapılan bir araştırma, kireç harçları konusunda yapılan bir çok çalışmanın öncüsü niteliğindedir. Smeaton, yangın sonucu zarar gören bir deniz fenerinin onarımında kullanılacak olan yeni harç konusunda denemeler yapmıştır. 2 ölçü sönmüş kireç ile 1 ölçü “Dutch Tarras” adı verilen puzolanik toprağın tozunun karıştırılması ve mümkün olduğunca az miktarda su katılması ile elde edilen harcın istenilen sonuçları vermemesi üzerine, Smeaton kireç türünün değiştirilmesi konusunda araştırmalar yapmış, farklı bölgelerden aldığı kireçlerle puzolanları karıştırarak yaptığı denemeler sırasında “hidrolik kireç” olarak isimlendirdiği kirecin kullanımının verdiği olumlu sonuçları dile getirmiştir (Lea, 1970).

18. yüzyılda gerçekleştirilen Wren ve Smeaton’un araştırmaları konservasyon amaçlı olmayıp hidrolik özellikli harç ve betonların sağlanması amacıyla yapılmış, doğal ve yapay puzolanlar ile erken çimentoları araştıran çalışmalardır.

1837’de Vicat tarafından yapılan çalışmalar ile kireçler ve hidrolik harçlar detaylı olarak ele alınmış, puzolanik katkılar ve kireç harcına sağladığı yararlar incelenerek uygulamaya yönelik uygun kireç/agrega oranları verilmiştir (Vicat, 1997).

1849 tarihindeki “The Seven Lamps of Architecture” isimli kitabında Ruskin, mimarın 7 kılavuzunu tanımlarken, 2. kılavuz olarak “True-Hakikat” kavramını kullanmış, restorasyonlarda yapının özgün malzemesinin, yapım tekniğinin, taşıyıcı sisteminin doğru olarak uygulanmasını ve otantikliğine sadık kalmak gerektiğini belirtmiştir (Ruskin, 1849).

1932’de Schaffer, “Portland çimentosu ürünlerinde rutubet sorunları ve ısı genleşme sorunlarının çok görüldüğü” sonucuna varmış ve yapı bünyesine giren tuzları sınıflandırırken Portland çimentosundan kaynaklanan tuzları ayrı bir grup halinde ele almıştır (Ersen, 1991).

1935 yılında Lea tarafından çimento kimyası üzerine gerçekleştirilen çalışmada, Portland çimentosu ve kireç harçları üzerine araştırmalar yapılmış, Portland çimentosunun yanı sıra kireç-puzolan karışımlarının etkileri, harçlarda kullanılacak agregaların nitelikleri açıklanmıştır. Ayrıca farklı oranlarda Portland çimentosu-puzolan karışımlarının mekanik ve kimyasal değerlendirmeleri yapılmıştır (Lea, 1970).

2. Dünya Savaşı’ndan sonra Polonya’da çok sayıda tarihi yapının yıkılması, bu yapılardan özgün harç örneklerinin alınması için bir fırsat olarak görülmüş, bölgedeki harç karakterinin anlaşılabilmesi amacıyla birçok yapıdan örnek alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir (Jedrezewska, 1960).

1962–1963 yıllarında Winfield tarafından Niğde Eski Gümüş kilisesi duvar resimlerinin temizleme ve yenileme çalışmaları yapılmıştır. İstanbul Arkeoloji Müzesi Konservasyon Bölümü tarafından analiz çalışmaları gerçekleştirilen yapıda sıvaların temizlenmesi için farklı bölgelerde sıcak suyla deterjan, aseton gibi farklı malzemeler denenmiş, bunların avantajları ve dezavantajları değerlendirilmiştir. Dökülen sıvaların yenilenebilmesi için bazı denemeler yapılmıştır. Sönmüş kireç, kazein, kıtık ve yıkanmış dere kumu farklı oranlarda kullanılarak orijinaline uygun renk tonu ve sertlikte bir sıva elde edilmeye çalışılmıştır (Winfield, 1964).

Uluslararası düzeyde koruma ilkelerinin ele alındığı ve günümüzde de geçerliliğini koruyan Venedik Tüzüğü’nde özgün plan şemasının, dekorasyonun, dönem eklerinin ve özgün malzemelerin korunması gerekliliği belirtilmiştir (Erder, 1977).

RILEM tarafından 1978’de yayınlanan bir teknik raporda, tarihi yapılarda kullanılacak harçların kıvamının önemi vurgulanmış ve harçların kıvamının

belirlenmesinde kullanılabilecek bir yöntem açıklanmıştır. “Mo-Meter” ismi verilen bir aletle dikey bir tüp içerisine doldurulan harcın damlatılması ve gereken ölçümlerin yapılması yolu ile harcın kıvamının belirlenebileceği belirtilmiştir (RILEM, 1978).

Holmstrom tarafından İskandinavya’da gerçekleştirilen çalışmada, tarihi binalarda mevcut kireç harçlarının yerine onarım esnasında Portland çimentosu, sentetik reçine veya karışımlar kullanılmış, ancak bu yeni harçların, düşük ısı ve yüksek nem dayanıksızlık, yeterince esnek ve geçirgen olmaması gibi dezavantajları olduğu tespit edilmiştir. Bunun üzerine orijinaline yakın özellikte yeni onarım harcı karışımları yapılabilmesi için orijinal harçların mekanik ve fiziksel özellikleri analiz edilmeye çalışılmıştır. Ancak mekanik analizlerin yapılabilmesi için gerekli büyüklükte örneğin yapıya zarar vermeden alınması mümkün olmadığı ve mevcut standart testlerle fiziksel analizlerin yapılmasının zorluğu belirtilerek orijinal harç özelliklerinin doğru şekilde saptanamadığı vurgulanmıştır. Buna rağmen hazırlanan yeni karışım denemelerinin Portland çimentosundan daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Holmstrom, 1981).

Peroni ve diğ. tarafından 1981’de yayınlanan çalışmada, onarımlarda kullanılan Portland çimentosunun orijinal malzemelere verdiği zararlar vurgulanmış, kireç harcı, kireç-çimento karışımı harç ve kireç-puzolan karışımı harçların onarım malzemesi olarak kullanılmasının avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir. İdeal onarım harçlarının sahip olması gereken özellikler saptanarak bu özelliklerin tespit edilmesi için gerekli analizler anlatılmış, bu kapsamda 1979-1981 tarihleri arasında ICCROM tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ve sonuçları yayınlanmıştır (Peroni ve diğ., 1981).

1981 yılında Lewin tarafından yayınlanan çalışmada; kireç, su kireci, Portland çimentosu, düşük alkali Portland çimentosu, kum ve puzolan kullanılarak üretilen farklı harç karışımlarının XRD analizleri gerçekleştirilerek SEM fotoğrafları çekilmiş, bu analizlerin harçların karakterizasyonunun saptanmasına katkısı belirtilmiştir (Lewin, 1981). Yine XRD ve SEM analizleri kullanılarak gerçekleştirilen başka bir çalışmada çimento harcı ile onarımı yapılan yapı malzemeleri incelenerek çimentonun zararları vurgulanmıştır (Charola, 1981).

Finlandiya’da gerçekleştirilen çalışmada, bölgedeki taş ve tuğla tarihi binaların orijinal harçları XRD, SEM analizleri ve diğer analizler ile incelenmiş, puzolanik katkılarının harcın fiziksel ve kimyasal özelliklerine katkısı araştırılmıştır (Perander, 1981).

Jedrezewska, tarihi harçların karakterizasyonunun farklı disiplinlerde çalışan uzmanlara getireceği faydalara değinmiş, karakterizasyon çalışmalarında kullanılabilen yöntemleri ve avantajlarını açıklamıştır (Jedrezewska, 1981).

Massazza ve Pezzuoli tarafından “Roma Betonu” zerine yapılan çalışmada Colosseum’daki harçlar incelenerek harç dayanımını olumsuz etkileyen faktörler tespit edilmiş, bu olumsuzlukları giderebilmek ve yeni uygulamalarda kullanılmak üzere malzeme analizleri ve değerlendirmeleri yapılmıştır (Massazza ve Pezzuoli, 1981).

Dupas, 1981’de, eski harç ve sıvaların hidrolik ve hidrolik olmayan özelliklerinin belirlenebilmesi için Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO ve MgO ile birleşmiş olan silis miktarını tayin etmiştir (Güleç, 1992).

1984 yılında geleneksel harçlar hakkında yayınlanan bir kitapta, tarihi yapılarda kullanılan duvar örgü harcı ve sıva harcı eşitleri, bileşim içerikleri ve kullanımları hakkında bilgi verilmiş, yapıların onarımında kullanılacak harçların orijinaline uygun oranlarda hazırlanmış olması gerekliliği vurgulanmıştır (Ashurst, 1984).

Charola ve diğ. 1984’de “*eski harçların mineralojik analizi için kantitatif bir yaklaşımda bulunarak hidrolik ve hidrolik olmayan silikat, kum, kireç ve kalker miktarlarını modern kimyasal yöntemlerle de doğrulamışlardır. Bu yöntem, taşların mineral içeriğine göre sınıflandırılmasının harçlara uygulanmasıdır. Böylece harç ve sıvaların özellikleri ve içerikleri konusunda daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilmektedir.*” (Charola, 1986; Güleç, 1992).

1985 tarihinde Divriği Ulu Camii’nde gerçekleştirilen çalışmalarda, yapının dolomit taşlarının bozulmalarının hızlanmasının en önemli sebebinin Portland çimentosuyla yapılan bilinçsiz derz onarımları ve yeniden derzlemeler olduğu, çimentonun taş duvarlara fazladan tuz kaynağı eklenmesini sağladığı tespit edilmiştir. Bozulmuş kısımlardan ve sağlam kısımlardan alınan numunelerden alınan ince kesitlerin incelenmesi, XRD, Infrared Spektroskopisi ve kimyasal analiz sonuçları,

bozulmaların nedenini Epsomit ve Heksahidrit oluşumuna yani magnezyum sülfatın hidratlanmalarına bağlamaktadır (Caner ve diğ., 1985).

1988 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, tarihi harçların karakterizasyon çalışmalarında mikroskopik yöntemlerin kullanılması üzerine bir araştırma yapılmıştır (Knöfel ve Wisser, 1988).

Ashurst tarafından ilk olarak 1984'te yayınlanan kitap, 1990 yılında genişletilerek geliştirilmiş, geleneksel harçların kimyasal içerikleri, yapım teknikleri ve malzemeleri detaylı olarak anlatılmıştır (Ashurst ve Ashurst, 1990b).

RILEM tarafından 1988'de Ravello'da gerçekleştirilen bir workshop sonrasında, onarım harçları için gereken genel şartlar belirlenmiştir. Bu rapora göre yeni ve eski harçlar konusundaki çalışmalar paralel yürütülmelidir. Eski harçların malzeme karakterizasyonu, onarım harcı üretilmesi için yapılması gereken ilk çalışmadır. *“Harçların içerikleri ve bileşim oranları belirlendikten sonra orijinal malzemelerine en yakın karakterde yeni malzemeler saptanmalı, yapılan deneysel çalışmalar standartlara uygun yöntemlerle gerçekleştirilmelidir. Onarım harcı için yapılan yeni üretimler yine standartlara uygun yöntemlerle analiz edilmeli, malzemelerin tanımı, içeriği ve oranları net olarak yapılmalıdır”* ifadesi, yine onarım harçlarının orijinaline uygun üretilmesi konusunda yapılan vurgulardan biridir (Rossi-Doria, 1990).

Polonya'da bir 12 yüzyıl kilisesi harçları üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, alçı harçların bileşim oranları ve içerikleri belirlenerek karakterizasyonları yapılmıştır (Kaviak, 1990).

İstanbul'da bulunan bazı hamam ve medrese yapılarının harç karakterizasyonlarının yapılması amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, yapılardan alınan duvar örgü harcı ve sıva harcı örneklerinin fiziksel, kimyasal ve petrografik analizleri gerçekleştirilerek içerikleri ve özellikleri belirlenmiştir (Güleç, 1992).

1992'de gerçekleştirilen bir çalışmada, sıvaların restorasyonları ve özgününe uygun onarım yapılması konusu otantiklik kavramı ile birlikte ele alınarak tartışılmıştır (Doglioni, 1992).

İtalya Venedik'te bulunan tarihi yapıların harçlarının araştırıldığı bir çalışmada, farklı yapılardan alınan harç örneklerinin kimyasal, fiziksel ve mekanik analizleri

yapılarak onarımlarında kullanılabilir bağlayıcı:agrega oranları ve içerikleri belirlenmiştir (Biscontin ve diğ., 1993).

Taştan inşa edilmiş bir 12. yüzyıl yapısı olan Dublin'deki Trinity Koleji'nde yapılan onarım çalışmalarında, yıpranmış olan derz harçlarının yenilenebilmesi amacıyla mevcut harçların karakterizasyonları yapılarak yeniden derzleme için uygun harç bileşimleri ve teknikleri tespit edilmiştir (Duffy ve diğ., 1993).

Göreme'deki kaya oyma kiliseler üzerine yapılan bir araştırmada, tüflerin ve üzerlerindeki sıvaların bozulma süreçleri incelenmiştir (De Witt, 1993).

1994'de 45 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen Nara Konferansı'nda "otantiklik" kavramı ele alınarak bir yapının veya objenin otantiklik değerinin olmasını belirleyen 7 ölçütten biri özgün malzeme ve yapım teknikleri olarak belirlenmiştir (Nara Document on Authenticity, 1994).

İstanbul şehir surları üzerine yapılan bir çalışmada, surların farklı noktalarından alınan harç örneklerinin fiziksel, kimyasal, petrografik ve mekanik özellikleri tespit edilerek karakterizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir (Satongar, 1994).

İtalya Campania bölgesinde yapılan bir araştırmada, 16 tarihi anıtın duvar örgü harçlarının orijinaline uygun şekilde yeniden yapımı amacıyla analitik bir metot geliştirilmiş, yapılan analiz ve araştırmalar doğrultusunda mevcut harçlara en yakın özellikte yeni harç karışımları elde edilmiştir. Ancak bu yöntemlerin puzolanik harçlarda olumlu sonuçlar verirken kalker-silikat agrega esaslı harçlarda yanıltıcı sonuçlar verebileceği vurgulanmıştır (Berlucchi ve diğ., 1995).

Tarihi yapılarda alçı kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada, yapıların farklı noktalarından alınan alçı duvar örgü harcı ve sıva harcı örneklerinin fiziksel, kimyasal ve petrografik özellikleri tespit edilerek karakterizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir (Uzgil, 1995).

Sumanov ve diğ. tarafından yapılan çalışmada, Makedonya'daki Bizans kiliselerinin orijinal kireç harçları ve onarımlarda kullanılan kireç harçlarının deprem karşısında davranışları incelenmiş, çeşitli katkı maddelerinin bu davranışlara etkisi araştırılmıştır (Sumanov ve diğ., 1995).

Tarihi Horasan harçlarının karakterizasyonu ve uygun malzemelerle hazırlanan 13 farklı karışımın analizlerini esas alan bir çalışmada, İstanbul Surları ve Tahtakale

Hamamı'ndan alınan Horasan harcı numuneleri incelenmiştir. Yeni karışımlarda puzolanik madde olarak tuğla tozu ve Kapadokya Bölgesinden elde edilen süngertaşları kullanılan araştırma sonucunda, süngertaşının tuğla tozundan daha etkili bir puzolanik katkı olduğu görülmüştür (Ersen ve diğ., 1995).

Harçlarda kullanılan puzolanik maddelerin dayanıma etkisi konusunda yapılan bir çalışmada, yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı, pirinç kabuğu külü gibi yapay puzolanlar ve doğal puzolan olan Şile trasının harç içerisinde kullanımları sonucu ortaya çıkan ürünlerin dayanım testleri yapılmıştır. Sonuç olarak pirinç kabuğu külü ve silis dumanının, diğer yapay puzolanlara ve doğal trasa göre puzolanik aktivitesinin ve dayanım gücünün daha yüksek olduğu saptanmıştır (Kılınçkale, 1996).

Mimari konservasyonda kireç harcının yerini anlatan bir çalışmada, taş yapılarda kullanılan çeşitli kireç harçlarının türleri ve içerikleri anlatılarak yapıların onarımında orijinaline uygun yeni harç üretilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Torraca, 1996).

Hoca Ahmet Yesevi Külliyesi üzerine yapılan bir çalışmada, harçların karakterizasyonları yapılarak restorasyonlarında kullanılacak duvar örgü harcı, sıva harcı ve enjeksiyon şerbetleri üzerine öneriler getirilmiştir (Ersen ve diğ., 1996).

ICCROM tarafından Avrupa'da yürütülen bir proje kapsamında farklı özelliklerde harçlar kullanılan yapılara uygun onarım harçlarının tespit edilebilmesi amacıyla farklı oranlarda kireç:agrega:tuğla tozu karışımları denenmiş, bu harçların dayanımları, su buharı geçirgenlikleri, tuz kristallenmeleri ve donma-çözülme süreçleri analiz edilmiştir (Ashall ve diğ., 1996).

1996'da geleneksel harçlar konusunda yapılan bir çalışmada, tarihi yapıların onarımında harç karakterizasyonunun önemi vurgulanarak onarım harçlarının belirlenebilmesi için uygulanması gereken test metodları açıklanmış, fiziksel, kimyasal ve petrografik deney yöntemleri anlatılmıştır (Henriques, 1996; Henriques ve Charola, 1996).

İspanya'da Baelo Claudia şehrinde bulunan ve Roma Dönemi'nden kalmış olan duvarlar üzerine yapılan bir çalışmada, duvarlardaki dolgu harçlarında bulunan bakteri, alg ve likenlerin oluşum süreçleri incelenerek, tarihi harçlarda bu

organizmaların oluşmaması için gereken mikroklimatik etkenler belirlenmiştir (Arino ve Saiz-Jimenez, 1996).

Akdeniz bölgesindeki bazı tarihi yapılarda gerçekleştirilen bir çalışmada, yapılardan alınan harçların fiziksel, kimyasal ve petrografik özellikleri tespit edilmiştir (Moropoulou ve diğ., 1997).

Konya yöresinde yer alan volkanik tüflerin onarım harçlarında puzolanik katkı olarak kullanılması konusunu ele alan bir çalışmada; bu bölgede bulunan volkanik tüflerin kimyasal özellikleri ve puzolanik aktiviteleri araştırılmış, bu katkıların inşaat sektöründe aktif olarak kullanımını sağlamak amacıyla öneriler geliştirilmiştir (Koçu, 1997).

Selanik'te bulunan Osmanlı dönemi yapılarından alınan harçlar üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda, harçların bileşim oranları ve içerikleri belirlenerek onarımlarında kullanılacak harçlar üzerine öneriler getirilmiştir (Papayianni, 1997; Papayianni ve Stefanidou, 1997).

1997'de yapıların koruma yöntemleri ve malzemeleri konusunda yazılan bir kitapta, harçların duvar içerisindeki kullanımları ele alınarak onarım harçları konusunda yapılması gerekenler tartışılmıştır (Weaver, 1997).

Tarihi yapılardan alınan harç örneklerinin mekanik analizlerinin gerçekleştirilmesi, örneklerin boyutları ve formları nedeniyle standart analizlerle tespit edilememektedir. In-situ tekniklerin araştırıldığı bir çalışmada, Schmidt çekici ve 4 mm. kalınlığında bir çelik tüp kullanılarak taş duvarlar arasında kullanılan harçların penetrasyon derinlikleri ölçülmüştür. Bu yöntemin ana bileşeni, farklı uzunluklara sahip çiviler üzerinde kuvvet uygulayan bir beton çivi çakıcısıdır. Bu çalışmada çivi penetrasyon derinliği ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki ilişki araştırılmış; çalışmanın bütünlüğü açısından nokta yükleme deneyi ve Schmidt sertlik çekiciden elde edilen dayanım deneyleri de kullanılmıştır. Farklı örnekler üzerinde yapılan deneyler ve bu örneklerin duvar içerisinden çıkarıldıktan sonra basınç dayanımları ölçülerek yapılan karşılaştırmalar sonucu, penetrasyon derinliği ölçümü ile yapılan hesapların, doğru basınç dayanımı değerlerini verdiği saptanmıştır (Felicetti ve Gattesco, 1998).

Erzurum-Pasinler'de yapılan bir çalışmada, Esendere volkanik tüf kumunun harç yapımında kullanılabilme olanakları araştırılmış, dere kumuna alternatif bir agrega olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir (Kan, 1999).

Danimarka'da 4 Ortaçağ kilisesinden alınan duvar örgü harcı örneklerinin incelendiği bir araştırmada, kiliselerden alınan örnekler üzerinde polarizan mikroskop, XRD, XRF ve SEM analizleri yapılarak içerikleri belirlenmiş, hidrolik kireç kullanılarak üretilen onarım harcı önerileri ile karşılaştırmaları yapılmıştır (Andersen ve diğ., 1999).

1999'da yapılan RILEM tarafından düzenlenen çalıştayda, harçların karakterizasyonlarının yapılabilmesi için yapılması önerilen süreç ve gerekli analizlerin açıklandığı ve şematize edildiği araştırmalara yer verilmiştir (Middendorf ve diğ., 1999; Van Balen ve diğ., 1999; Martinet ve diğ. 1999, Callebaut ve diğ., 1999).

İskoçya'da tarihi yapılarda kullanılan harçlar üzerine yapılan bir araştırmada, 19. yy. yapılarından alınan harç örneklerinin fiziksel, kimyasal ve petrografik analizleri yapılarak malzeme içerikleri belirlenmiş, onarım harçlarında kullanılacak malzeme olanakları ve içerikleri belirlenmiştir (Leslie ve Gibbons, 1999).

İtalyanın farklı bölgelerinden alınan 150 harç örneğinin karakterizasyonunun ve mekanik özelliklerinin ele alındığı bir çalışmada, harçların temel özellikleri belirlendikten sonra onarım harcı önerileri geliştirilmiş, bu onarım harçlarının mekanik özellikleri ile özgün harçların mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır (Baronio ve diğ., 1999).

Tuğla tozunun puzolanik etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, harçların bağlayıcıları içerisine katılan tuğla tozunun farklı kür şartları altında harcın mekanik ve kimyasal özelliklerine etkisi tartışılmıştır (Hughes ve Sugden, 1999).

Puzolan içeren harçların analizi konusunda yapılan bir çalışmada, Almanya'da bir 19. yy. kilisesinden alınan ve üzerinde duvar resimleri bulunan sıva örneklerinin, XRD, SEM, EDS ve ince kesit analizleri yardımıyla harç içerisindeki yaklaşık puzolan miktarı ve bağlayıcı:agrega oranı belirlenmeye çalışılmıştır (Böhm, 1999).

Tarihi harçların analiz yöntemleri üzerine yapılan bir araştırmada, kimyasal ve petrografik analizlerin yanısıra termal bir analiz yöntemi olan DTA yönteminin de kullanılması gerektiği çeşitli örneklerle açıklanmıştır (Ellis, 1999).

İskoçya'nın batısında bulunan 12. ve 13. yüzyıl yapılarının harçları üzerine yapılan bir çalışmada, yapılardan alınan harç örneklerinin, incekesitler, SEM analizleri ve

optik/polarizan mikroskop incelemeleriyle içerikleri belirlenmeye çalışılmıştır (Hughes ve Cuthbert, 2000).

Konya civarındaki Anadolu Selçuklu yapılarında kullanılan kireç harçlarının araştırıldığı bir çalışmada, bölgedeki dönem yapılarında kullanılan harçların fiziksel, kimyasal, petrografik ve mekanik özellikleri tespit edilerek karakterizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir (Tunçoku, 2001).

Sagalassos antik kenti kalıntılarının konservasyon çalışmaları esnasında yapılan analizlerde, agrega olarak sadece kırılmış seramik kullanılan bazı harçların daha zayıf olduğu, buna karşılık volkanik malzeme ve kireçtaşı kullanılan harçların dayanımının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Degryse ve diğ., 2002).

Kapadokya bölgesinde kaya oyma kiliselerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, hidrolik kirecin restorasyon ve konservasyon çalışmalarında kullanım alanı incelenmiş, Elmalı ve Azize Barbara Kiliselerinin sıva restorasyonunda kullanılan hidrolik kireç esaslı sıvaların volkanik tüf ile uyumluluğu araştırılmıştır (Küçükılıç, 2002).

İstanbul Kara Surları T4 kulesi restorasyon çalışmaları kapsamında yapılmış olan çalışmalarda orijinal malzemelerin karakterizasyonları yapılarak bozulma süreçleri araştırılmış, 3 farklı dönem için, orijinal numunelerin özelliklerine uygun ve yapıya zararlı etkileri olmayacak onarım harcı karışımları üretilmiştir (Ahunbay ve diğ., 2003).

Girit'te Minos Uygarlığı'na ait yapıların harçları üzerine yapılan bir araştırmada, fiziksel, kimyasal ve petrografik analizlerin yanısıra XRD ve FT-IR analizleri ve termal analizler yapılarak harçların karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Maravelaki, 2003).

2004 tarihinde yayınlanan bir çalışmada, tarihi yapılarda kullanılan harçların karakterizasyonlarının yapılması konusunda RILEM tarafından belirlenen standartlar özetlenirken, bu karakterizasyonun sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yapılardaki ve harçlardaki bozulma nedenlerinin ve süreçlerinin belirlenmesinin de önemi vurgulanmıştır (Van Hees ve diğ., 2004).

Puzolanik harçların sınıflandırması ve faydalarına da değinen bir araştırmada, Portland çimentosu ile doğal puzolanlar karşılaştırılmış, tarihi harç olarak Rodos'ta bir Ortaçağ kalesi ve Ayasofya'nın harçları seçilmiştir. Yapılan analizler sonucunda,

doğal puzolanların C-S-H fazını hızlandırdığı ve onarım harçlarında Portland çimentosunun yol açtığı olumsuzlukları göstermediği tespit edilmiştir (Moropoulou ve diğ., 2004a).

Yine Moropoulou ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, puzolanik tarihi harçların restorasyonunda kullanılabilecek alternatif puzolanik maddeler araştırılmıştır. Doğal puzolan olarak Yunanistan Milos Adası toprağı, yapay puzolan olarak da seramik tozu ve metakaolinin kullanıldığı analizler sonucunda metakaolin/kireç karışımı bağlayıcının diğerlerine göre en yüksek reaktiviteye sahip olduğu ve daha kısa sürede stabile hale geldiği tespit edilmiştir (Moropoulou ve diğ., 2004b).

Seferihisar-Urta'daki Osmanlı hamamlarının harçları üzerine yapılan bir çalışmada kireç harçlarının fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik özellikleri incelenerek karakterizasyon çalışması yapılmıştır (Çizer, 2004).

Side Liman Hamamı üzerine yapılan bir çalışmada, yapı kalıntılarının sıvaları ve duvar resimleri incelenerek temizlenmesi ve sağlamlaştırılması için öneriler geliştirilmiştir (Eskici, 2004).

İspanya Navarra'da bulunan bir manastır yapısından alınan harçlar üzerine yapılan bir çalışmada örneklerin kimyasal, termal ve petrografik analizleri gerçekleştirilerek bağlayıcı ve agrega içerikleri belirlenmiştir (Montoya ve diğ., 2004)

Sorrenta'da bulunan bir Roma Dönemi villası üzerine yapılan çalışmada, örneklerin fiziksel, kimyasal ve petrografik özellikleri belirlenmiş, geleneksel yöntemlere ek olarak daha çok arkeolojik çalışmalarda kullanılan ve X-Ray ışınlarıyla mikron ve daha küçük boyutlarda ölçümler yapılabilmesini sağlayan X-Ray microdiffractometre ölçümleri ile bağlayıcı ve agrega içeriği belirlenmiştir (Benedetti ve diğ., 2004).

İstanbul Kara Surları harçları üzerine yapılan bir çalışmada harçların fiziksel, kimyasal, petrografik ve mekanik analizleri yapılarak karakteristik özellikleri belirlenmiş, onarım harçları için öneriler geliştirilmiştir (Güleç ve diğ., 2004).

İspanya'daki Roma mezarlarının restorasyonu konusunda yapılan bir çalışma, yöresel volkanik tüflere oyulmuş olan mezarların sıva onarımlarında, kireç-puzolan karışımı bir onarım sıvasının yapı bünyesiyle oldukça uyumlu olduğu ve olumlu sonuçlar verdiğini kanıtlamıştır (Sanchez-Moral ve diğ., 2005).

Efes Yamaçevleri'nde bulunan Roma Dönemi yapılarından alınan harç örneklerinin araştırıldığı bir çalışmada örneklerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik analizleri yapılarak karakterizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir (Kuleli, 2005).

İzmir'de 14. yüzyılda inşa edilmiş bir hamam ve bir mescidin harçlarının fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik özelliklerinin tespit edildiği bir çalışmada, bu yapıların onarımlarında kullanılabilecek harç önerileri için ısıtma işlem görmüş kil ve ısıtma işlem görmemiş kil puzolanik malzeme olarak kullanılarak standart kum ile kireç harcı önerileri hazırlanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır (Budak, 2005).

Geleneksel Beypazarı evlerinde kullanılan ve "tatlı sıva" olarak adlandırılan alçı esaslı sıvaların incelendiği bir çalışmada, yapılardan alınan sıva örneklerinin elektrik analizi ve XRD analizi yardımıyla temel özellikleri belirlenmiş, ham madde kaynakları ve uygulama teknikleri açıklanmıştır (Urak ve Çelebi, 2005).

2005 yılında RILEM tarafından Hollanda'da gerçekleştirilen bir çalışmada, taş yapılarda kullanılacak onarım harçları konusu ele alınmıştır. Puzolan katkılı kireç harçlarının onarım harcı olarak kullanılmalarının ve farklı puzolanların onarım harçları içerisindeki kullanımına yönelik çalışmaların da ele alındığı çalışmada (Toumbakari ve diğ., 2009; Valek ve Slizkova, 2009), farklı yapılar ve bölgeler için hazırlanan onarım harçları, yöntemler ve analiz sonuçları (Bonazza ve diğ., 2009; Luxan ve diğ., 2009; Sanders ve Van Hees, 2009), onarım harçlarının sahip olması gereken özellikler (Papayianni, 2009; Veiga, 2009) ve uygulanabilecek analiz yöntemleri (Moropoulou ve diğ., 2009; Thomson ve Wathne, 2009) konusunda çalışmalar sunulmuştur.

İtalya Pavia'da bulunan eski bir hastane yapısından alınan duvar örgü harcı ve sıva harçlarının analizlerinin gerçekleştirildiği bir çalışmada, termal ve kimyasal analizler kullanılarak harçların malzeme içerikleri belirlenmiştir (Tomasi ve diğ., 2006).

Tarihi yapıların depreme karşı dayanımında, harçlarının dayanım güçlerinin önemli bir rol oynadığı ve tuğla tozu/kireç bağlayıcılı harçlara sahip yapıların deprem dayanımlarının daha yüksek olduğu saptamasından yola çıkarak Kiev'de bir Bizans dönemi kilisesi üzerinde çalışmalar yapılmış, harçların bileşimleri ve dayanım güçleri belirlendikten sonra yapının depreme karşı dayanımı değerlendirilmiştir (Moropoulou ve diğ., 2006).

2006'da tamamlanan bir tez çalışmasında, tarihi yapılarda kullanılabilecek harç alternatifleri için iki farklı agrega (kum ve tuğla kırığı) ve kirece katılan farklı puzolanik malzemeler (tuğla tozu, silis sumanı, uçucu kül, yüksek fırın cürufu) ile hazırlanan harç karışımlarının fiziksel ve mekanik analizleri gerçekleştirilmiştir (Akbulut, 2006).

Kireç harçlarına katılan puzolanik malzemelerin, harcın mekanik özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kireç harcının içerisine quartzlı kumlar, metakaolin, öğütülmüş tuğla ve öğütülmüş cam tozu katılarak yeni harçlar oluşturulmuştur. Bu harçlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucu kireç harcına katılan puzolanik malzemelerin mekanik dayanımlarını arttırdığı tespit edilmiştir (Cerny ve diğ., 2006).

Kireç ve puzolan kullanılan onarım harcı üretiminde dayanım ve porozite arasındaki ilişkilerin araştırıldığı bir çalışmada, bağlayıcı:agrega oranı 1:2 ve 1:3 olan onarım harcı üretiminde porozitenin dayanımı büyük oranda etkilediği, bu bağlamda su miktarının ayarlanmasının öneminin büyük olduğu, mümkün olduğu kadar az su kullanılarak üretilen, dolayısıyla düşük poroziteye sahip olan harçlarının dayanımlarının yüksek olduğu belirtilmiştir (Papayianni ve Stefanidou, 2006).

Tuğlanın, agrega olarak kireç harcı içerisinde kullanımının araştırıldığı bir çalışmada Edirne ve Bursa'daki Osmanlı Dönemi hamamlarından alınan örneklerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik özellikleri analiz edilerek tuğlanın puzolanik etkisi vurgulanmıştır (Böke ve diğ., 2006).

Onarım harçları içerisindeki kireç ve agrega türlerinin dayanıma olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada dolomitik kireçle ve 4 farklı agrega türü ile, farklı karışım oranlarına sahip harçlar üretilerek mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır (Lanas ve diğ., 2006a).

Onarım harçlarının farklı şartlar altında sertleşmeleri ve mekanik dayanımları konusunda yapılan bir çalışmada, 1:1 oranda hava kireci ve hidrolik kireçten üretilen iki farklı tür harç 5 farklı ortamda sertleşmeye bırakılmıştır. 1. grup harçlar kent ortamında açık havada, 2. grup harçlar SO₂ kirliliği yoğun bir ortamda, 3. grup harçlar hava şartları değişimlerinin olduğu bir ortamda, 4. grup harçlar donma-çözülme şartları altında, 5. grup harçlar ise laboratuvar ortamında 28 gün bekletilerek 7, 14, 21 ve 28 günde mekanik ölçümleri yapılmıştır (Lanas ve diğ., 2006b).

2006'da yayınlanan bir çalışmada, geleneksel harçların karakterizasyonu ve onarım harcı üretimi aşamalarında yapılması gereken analizler belirlenerek şematize edilmiştir (Arnoğlu ve Acun, 2006).

Arkeolojik alanlardaki geleneksel harçların araştırıldığı bir çalışmada, örneklerin porozite değerleri, ince kesitlerin polarizan mikroskop ile incelenmesi ile belirlenmiştir (Miriello ve Crisci, 2006).

Yunanistan'da Olynthos antik kenti harçları ve taşlarının araştırıldığı bir çalışmada yapıdan alınan örneklerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik analizleri yapılarak bağlayıcı ve agrega içerikleri belirlenmiştir (Papayianni and Stefanidou, 2007).

Harçların karakterizasyon çalışmalarında ince kesitlerin değerlendirilmesinin açıklandığı bir çalışmada, polarizan mikroskobun çalışma yöntemleri ve diğer mikroskop çeşitlerine göre avantajları açıklanmıştır (Blaeuer ve diğ., 2007).

Yunanistan'da antik Messene kenti harçları üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, SEM-EDX ve XRD analizleri kullanılarak harçların malzeme içerikleri belirlenmiştir (Zamba ve diğ., 2007).

Portekiz'de Conimriga antik kenti harçları üzerinde yapılan bir çalışmada, harçların fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik analizleri yapılarak bağlayıcı ve agrega içerikleri belirlenmiştir (Velosa ve diğ., 2007).

Osmanlı hamamlarında kullanılan harçların hidrolikliği üzerine yapılan bir çalışmada, taş ve tuğladan inşa edilen yapılardan alınan harç örneklerinin XRD, SEM-EDS ve TGA analizleri yapılarak hidroliklik özellikleri tespit edilmiştir (Böke ve diğ., 2008).

Sicilya'da bulunan San Filippo di Fragala manastırı üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, HPLC, TG-DTA, XRD ve ince kesit analizleri kullanılarak harçların malzeme içerikleri belirlenmiştir (Cardiano ve diğ., 2008).

Yine Sicilya'da gerçekleştirilen bir çalışmada, Roma Dönemi'ne ait sarnıç, su kanalı gibi bazı su yapılarında kullanılan geleneksel harçların bağlayıcı ve agrega içerikleri tespit edilmiştir (Rizzo ve diğ., 2008).

Harçlar içerisinde bulunan nitrat tuzlarının araştırıldığı bir çalışmada, Raman mikroskopu, μ -XRF, ICP/MS ve iyon kromatografi yöntemleri kullanılarak

geleneksel harç örneklerinin içerisinde bulunan nitrat tuzlarının miktarı tespit edilmiştir (Maguregui, 2008).

İspanya Sevilla şehrinde bulunan 3 yapının ele alındığı bir çalışmada, duvar resimleri ile kaplanmış olan sıvaların ve duvar örgü harçlarının fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik analizleri yapılarak bağlayıcı ve agrega içerikleri belirlenmiştir (Duran ve diğ., 2008).

Portekiz’de onarım harçlarında kullanılabilecek kireç türlerinin araştırıldığı bir çalışmada, tarihi yapılarda kullanılmak üzere bağlayıcı:agrega oranı 1:2 olan, agrega olarak standart kum kullanılan 4x4x16 boyutlarında 3 çeşit harç örneği üretilmiştir. Bu harçlardan birinde toz hidrate kireç, ikincisinde sönmüş kireç suda 10 ay bekletildikten sonra kurumuş kireç kaymağının öğütülmesiyle elde edilmiş kireç, üçüncüsünde ise 16 ay suda söndürülen kireç kaymağı kullanılmıştır. Bu ölçümler sonucunda suda söndürülen kireç kaymağının mekanik dayanımının daha yüksek, toz hidrate kirecin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Faria ve diğ., 2008).

Çin’de geleneksel yapılardaki harçların karakterizasyonunun oluşturulabilmesi için analizler yapılan bir çalışmada (Zeng ve diğ., 2008) ve geleneksel yapı harçlarının içerisinde bulunan organik katkıların incelendiği bir çalışmada (Yang ve diğ., 2009), “sticky rice” olarak isimlendirilen bir tür pirinç kabuğu külünün bağlayıcı içerisine katılması sonucu harçların mukavemetlerinin ve suya karşı dayanımlarının artmış olduğu sonucuna varılmıştır;

Portekiz Evora’da bulunan Santa Maria Kilisesi harçları üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, SEM-EDX, XRD, TGA-DTA ve ince kesit analizleri kullanılarak duvar örgü harçları ve sıva harçlarının malzeme içerikleri belirlenmiştir (Adriano ve diğ., 2009).

Harçlar içerisindeki protein katkılarının belirlenebilmesi amacıyla Çek Cumhuriyeti’nde yapılan bir çalışmada, Romanesk bir kiliseden alınan harç örneklerine kütle spektrometrisi ile bağlantılı olarak PMM (peptide mass mapping) yöntemi uygulanmıştır. Biyokimya alanında kullanılan bir yöntem olan PPM analizi, harç bağlayıcılarına uygulanarak bileşim içerisindeki organik maddeler saptanmaya çalışılmıştır (Kuckova ve diğ., 2009).

Brezilya’da Santa Catarina bölgesinde gerçekleştirilen bir çalışmada, Roma Dönemi ve Ortaçağ’a tarihlenen 9 adet yapıdan alınan harç örneklerinin kimyasal analizleri

yapılmış, XRD, TG, FT-IR ve AAS analizleri kullanılarak harçların bileşim oranları ve içerikleri tespit edilerek onarımlarında kullanılacak harçlar için genel ilkeler belirlenmiştir (Gleize ve diğ., 2009).

Lizbon sahillerinde bulunan ve taştan inşa edilmiş olan kale kalıntılarının, çevre şartları ve özellikle deniz suyunun olumsuz etkilerinden korunabilmesi amacıyla sıvalarının yenilenmesi için çalışmalar yapılmıştır. Surlar üzerine, yerinde denemeler yapmak üzere 5 farklı çeşit bağlayıcı kullanılarak (havakireci-hidrolik kireç, hava kireci-beyaz çimento, hava kireci-Cabo Verde puzolanı, hava kireci-silis dumanı, hava kireci-metakaolin) sıva karışımları oluşturulmuş ve bu sıvaların özellikleri üzerine karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu gerek mekanik dayanım, gerekse estetik görünüm açısından hava kireci-Cabo Verde puzolanı karışımının en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir (Veiga ve diğ., 2009).

Belçika'da Notre Dame Katedrali harçların bileşim içeriklerinin belirlenebilmesi amacıyla ince kesitler üzerinde nokta sayımı (point-counting) analizi kullanılmış, ince kesitler üzerinde yapılan grid çalışmalarıyla bağlayıcı:agrega oranları saptanmaya çalışılmıştır (Mertens ve diğ., 2009).

Polonya'da duvar resimleri ve freskolar üzerine yapılan bir araştırmada, yerinde tespit yöntemlerinin kullanımı esas alınmış, portatif XRF cihazı ile boyaların kimyasal içerikleri belirlenmiştir (Sawczak ve diğ., 2009).

Tunus'ta bir kale ve su kemerinden alınan harç örneklerinin suya dayanım özellikleri üzerinde yapılan analizlerde, harçların kimyasal, fiziksel, mekanik ve petrografik özellikleri araştırılarak puzolan içerikleri tespit edilmiştir (Labiadh ve diğ., 2009).

Bergama Serapis Tapınağı harçları ve tuğlalarının araştırıldığı bir çalışmada yapıdan alınan örneklerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik analizleri yapılarak bağlayıcı ve agrega içerikleri belirlenmiştir (Böke ve Özkaya, 2009).

Hamamlarda kullanılan tuğla-kireç harçlarının sıcak ve nemli ortamlara dayanımlarının araştırıldığı bir çalışmada, XRD, SEM-EDX, AFM analizleri, fiziksel ve petrografik analizler yardımıyla harçların hidroliklik özellikleri saptanmıştır (Böke ve Uğurlu, 2009).

Enez Ayasofyası'nın duvar örgü harcı ve sıva harcı analizlerinin araştırıldığı bir çalışmada, standart kimyasal analizlerin yanısıra, bağlayıcı içerisindeki organik

katkıların tespit edilebilmesi amacıyla, daha çok sıva üstü resimler ve boyaların bağlayıcılarının tespitinde kullanılan HPLC yöntemi kullanılmıştır (Güleç, 2009).

Bu tez kapsamında hazırlanan çalışmaların bir bölümünün ele alındığı ve analizlerin gerçekleştirilmesinde destek alınan TÜBİTAK MAG Hızlı Destek Projesi'nde, Kayseri'deki Roma ve Bizans dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı ve sıva harçlarının analizleri yapılarak karakterizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir (Altun ve diğ., 2009).

Tarihi duvarların restorasyonlarında kullanılacak olan harçlar konusundaki ilk çalışmaların 19. yüzyılda başladığı, 20. yüzyılda bilimsel nitelikli çalışmaların ortaya çıktığı, 18. yüzyıldaki ilk çalışmaların ise ham maddelerin ve bağlayıcıların araştırıldığı, konservasyon amacı taşımayan çalışmalar olduğu anlaşılmaktadır (Wren, 1950; Smeaton 1756). 19. yüzyıldan günümüze kadar yapılmış olan çalışmalar değerlendirildiğinde, bu çalışma konularının 3 ana grupta toplandığı görülmektedir. Birinci grup çalışmalar, karakterizasyon amaçlı gerçekleştirilmiş olup çalışmaların büyük çoğunluğunu bu tür araştırmalar oluşturmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında çoğunlukla çeşitli yöntemlerle harçların bağlayıcı:agrega oranları ve içerikleri, fiziksel, kimyasal, petrografik ve mekanik özellikleri saptanmış, bazı çalışmalarda bu özelliklerin saptanmasında kullanılan yöntemler tartışılmıştır (Lewin, 1981; Kaviak, 1990; Güleç, 1992; Ellis, 1999; Tunçoku, 2001; Moropoulou, 2004 v.b. çalışmalar). İkinci grup çalışmalar, onarımlarda kullanılacak olan harçların ham maddelerinin araştırıldığı, çimentonun veya uygun şartları sağlamayan ham maddelerin özgün yapı malzemesine verdiği zararları ve harcın fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerine etkilerini araştıran çalışmalardır (Schafer, 1932; Lea, 1970; RILEM, 1978; Charola, 1981; Berlucchi ve diğ., 1995; Akbulut, 2006; Toumbakari ve diğ., 2009 v.b. çalışmalar). Üçüncü grup çalışmalar ise karakterizasyon çalışmasının yanı sıra onarım harcı önerilerinin de geliştirildiği çalışmalar olup oldukça az sayıdadır (Winfield, 1964; Holmstrom, 1981; Ersen ve diğ., 1996; Ashall ve diğ., 1996, Ahunbay ve diğ., 2003; Sanchez-Moral ve diğ., 2005 v.b. çalışmalar).

Bilimsel restorasyon kriterleri gözönüne alındığında, harçların karakterizasyon çalışmalarının ve malzeme araştırmalarının belgeleme değeri taşısa da restorasyon uygulamaları için yeterli olmadığı görülmektedir. Özgün yapı malzemelerine zarar vermemek ve uygulama sırasında çıkabilecek olan problemleri engelleyebilmek için, karakterizasyon çalışmasının yapım sistemleri ile birlikte ele alarak

değerlendirilmesi, elde edilen bilgiler ışığında yeni ham madde kaynakları araştırılarak yeni üretilen onarım harçlarının deneysel çalışmalarının yapılması ve özgün harçlar ile uygunluğunun karşılaştırılması gerekmektedir. Geçmişte yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde bu konuda yapılmış olan çalışmaların çok az sayıda olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile, bu konudaki araştırma eksikliklerine katkıda bulunulması hedeflenmektedir.

4. BÖLGENİN VE İNCELENEN YAPILARIN TANITIMI

4.1 Bölgenin Jeolojik Yapısı

Kayseri ilinin içerisinde yer aldığı Kayseri-Ürgüp-Nevşehir formasyonu; Ürgüp formasyonu ve Yeşilhisar formasyonu olarak iki ana bölümde incelenebilir (Pasquare, 1968). Çalışma alanı sınırları içerisinde yer almayan Ürgüp formasyonu kapsam dışında tutulmuştur.

4.1.1 Kayseri ve civarının jeolojik gelişimi

Orta Anadolu bölgesinde, özellikle Nevşehir, Ürgüp ve Kayseri yörelerinde volkanik faaliyet Üst Miyosen'de başlamış ve 1. yy. sonlarına kadar süregelmiştir. Bu faaliyetin Miyosen-Pliyosen dönemindeki evresi şiddetli patlamalar şeklinde geçmiş, karasal Neojen havzaları tuf ve ignimbrit yataklarıyla dolmuştur. Bu dönemde lav akıntıları ve dom oluşumları sınırlı bir gelişme göstermişlerdir (Baykal ve Tatar, 1970; Ketin, 1983). Pliyo-Pleistosen döneminde ise akıcı faaliyet artmış, Erciyes ve Hasan Dağı gibi merkezi volkanların oluşumu gerçekleşmiştir. Prehistorik dönemde de (15.500 ± 2000 yıl öncesi) Nevşehir'in güneybatısında, Acıgöl-Göllü Dağ yöresindeki en genç, en yeni volkan konileri ve kraterler meydana gelmiştir (Güner ve diğ., 1983a; Ketin, 1983). Erciyes Dağı volkan topluluğunun haritaları Şekil A.1, Şekil A.2 ve Şekil A.3'de görülmektedir (Ketin, 1983).

4.1.2 Kayseri'nin jeolojisini ve malzeme yapısını etkileyen oluşumlar

Kayseri ve civarının jeolojisini ve malzeme yapısını etkileyen en önemli oluşumlar ve volkanik birimleri şunlardır (Pasquare, 1968, Ayrancı, 1970; Güner ve diğ., 1984);

- Erciyes Dağı: Erciyes volkanitleri, bazalt, bazaltik andezit, trakibazalt, andezit, trakit, trakiandezit, sadit ve riyolit alanlarını oluşturmaktadır (Ercan, 1986).

1. Merkezi koninin andezitik strato-volkanik yapısı (Kızılviran, Kepez Tepe, Yeniceyurdu Damları, Tepesidelik Damları, Kavaklı Dağ):

Kızılören (Kızılviran) yöresindeki piroksence zengin-porfirik dokulu andezitler, Kepez Tepe çevresindeki hornblendli-mor renkli andezitler ve Bozdağ ile Tepecik Tepe'nin hornblendli piroksen andezitleri temsil ederler

2. Andezitik lav kubbeleri (Kayseri-Sultansazlığı düzlüğü, Sürtme Vadi, Evliya Tepe, Bil Tepe, Büyükkale Tepe, Kolekinsivrisi Tepe, Küçükkyokuş Kuyu): Erciyes Dağı volkanik kütesinin kenarları andezitik kubbeler ve kalın andezit lav akıntılarıyla çevrilmiştir.
 3. Riyodasitik lav kubbeleri (Kolanlı Dağ, Boz Dağ, Göğ Dağ, Kepez Tepe): Erciyes Dağı'nın batı yamacında doğu-batı yönünde bir sıralanış gösterirler ve Göğ Dağ, Boz Dağ ve Kolanlı Dağ'da morfolojik özellikleriyle diğer andezitik ve bazaltik kubbelerden kolayca ayırt edilirler. Kolanlı Dağ'ın dasitleri pembe renkli-porfirik yapılı, gözle görülebilecek boyutlarda piroksen ve hornblend fenokristalleri içeren bir kayadır. Boz Dağ'da biotitli-hornblendli riyodasit; Göğ Dağ'da iri taneli, bazen hornblendli piroksendasit yer alır. Kızılören'in güneydoğusundaki Kepez Tepe ise üst üste çekilmiş piroksendasitlerden oluşmuştur.
 4. Olivin bazalt akıntıları (Kızılviran, Sürtme, Şeyhşaban): Dağın batı kesimindeki kayacın petrografik incelemeleri, toleitik tipten olivinbazalt olduğunu göstermektedir.
 5. Piroklastik koniler ve kırmızı bazalt kraterleri (Abas Tepe, Kefenli Tepe, Sarıgöl, Karnıyarık Tepe, Dikmen, Büyük ve Küçük Kızıltepeler): Erciyes Dağı merkez konisinin etrafında ve eteklerinde çok sayıda gözlemlenmektedir.
- Develi Dağ (Tabandaki palezoik tortul seriler ve mezosoyik ofiyolitik kompleksi, Develidağ tüfü (Yukarı Develi, Zile, Tombak, Öksüt, Modugekale Tepe, Zapı Dere), Kadımaşat Tepe andeziti, Sarıca aglomerası, Haydarkaya bazaltı, Kale Tepe andeziti)
 - Koç Dağı (Andezitik lav kubbeleri (Talas-Tomarza arasında Cebir, Çömlekli, Telgin, Gelgin köyleri), Ali Dağ andezitik kubbesi)

- Yeşilhisar-İncesu-Erkilet volkanik kompleksi (Büyükkale Tepe andeziti, Derviş Tepe andeziti, Çokgöz Köprü bazaltı, Damsa Vadisi bazaltı, Çatal tepe bazaltı, Topuz Dağ bazaltı)
- Acıgöl volkanik kompleksi

4.1.3 Erciyes kayaçlarındaki minerolojik özellikler

Güner ve diğ. tarafından 1984 tarihinde yapılan araştırmalar sonucu Kayseri ve civarında bulunan kayaçlarda bulunan mineraller (Çizelge A.1) aşağıda belirtilmektedir (Güner ve diğ. 1984).

- a) Olivin: Pilajioklas ve piroksenlerin yanı sıra, birçok bazalt ve andezitin de ana bileşimidir.
- b) Piroksen: Bazalt, andezit ve bazı dasitlerin önemli bir bileşenidir.
- c) Hornblend: Erciyes andesit ve dasitlerinde bulunan önemli mafik elemanlardan biridir.
- d) Biyotit: Özellikle Erciyes ana konisini oluşturan dasit ve riyolitlerde, en genç akıntılardan olan ve “kartın” olarak adlandırılan blok lavlar içinde bulunmaktadır. Ayrıca kubbe kayaçlarının bazılarında ve tüflerde de görülmektedir.
- e) Feldispat: İncelenen 200 örnekte K-feldispata rastlanmamıştır. Pilajioklas ise bazı bazalt örnekleri dışında bütün örneklerde mevcuttur ve bu örneklerin en yaygın mineralidir.
- f) Kuvars: Dasit ve riyolitlerde pilajioklasın yanı sıra ortaya çıkabilen tek açık renkli mineraldir. Bazı örneklerde kuvars, piroksen kristalcikleri tarafından kuşatılmış.
- g) Opak mineraller: Yer yer fenokristal şeklinde opak minerallere rastlansa da çoğu örnekte matriks içerisinde dağılmış opak mineraller mevcuttur. Opak mineralin ikinci bir kaynağı da bazı mafik minerallerin (piroksen, hornblend, biyotit) bozunmasıdır.
- h) İkincil mineraller: İkincil olarak, kayaçlarda çok yaygın olmakla birlikte karbonatlaşma görülmektedir.

4.2 Duvarlarda Kullanılan Yapı Malzemeleri ve Kaynakları

Kayseri kent yerleşiminin volkanik bir bölgede konumlanmış olması ve yapılarda kullanılmaya uygun nitelikte ve çeşitlilikte taşlar elde edilebilen birçok taş ocağının bulunması, ilk kurulduğu yıllardan itibaren yapı inşasında taşların temel yapı malzemesi olarak tercih edilmesinin başlıca sebebi olmuştur. Bazı duvarların harçlarında toprak kullanılırken, çoğunlukla puzolanik malzeme veya alçı katkıli kireç harcı tercih edildiği görülmektedir.

Geleneksel yapı malzemeleri arasında önemli bir yeri olan ahşap malzeme, Kayseri'deki tarihi yapılarda duvar malzemesi olarak hiçbir dönemde kullanılmamıştır. Ancak bazı moloz taş duvarlarda taşıyıcıya destek olarak ahşap hatıllar kullanıldığı görülmektedir. Ahşap malzeme çoğunlukla mekan açıklıklarının geçilmesinde, döşemelerde, duvar ve tavan kaplamalarında, payandalarda, kapılarda, pencere doğramalarında, kepenklerde, dolaplarda ve bezemelerde, bazı yapılarda çıkmaları taşıyan dikmelerde veya sütunlarda karşımıza çıkmaktadır. Kapı/pencere doğramalarında ve bazı yapıların kirişlerinde kolay işlenebilme avantajından dolayı genellikle Sedir tercih edilirken, döşeme kirişlerinin çoğu Gökmar ve Ardiç'tir. Tavan, zar (duvar kaplaması) ve dolap kapaklarında ise yine Sedir ve Çam'ın kullanıldığı görülmektedir (Çakıroğlu, 1952; Çorapçioğlu ve diğ., 2008b).

Genellikle dövülerek kullanılan demir malzeme ise pencere, merdiven ve balkon korkuluklarında, bazı kapılarda ve pencere kepenklerinde, menteşelerde, kenetlerde, kapı tokmağı, kilit v.b. aksesuarlarda kullanılmıştır.

Kayseri'de geleneksel yapılarda kullanılan malzemeler incelendiğinde; temel duvar örgü malzemesi olarak taşın kullanıldığı; duvar örgü harçlarının kireç, puzolanik malzemeler ve agrega olarak kullanılan kumlardan oluştuğu; sıva harçlarında bu malzemelerin yanısıra yer yer alçı ve toprak kullanıldığı, bazı duvarlarda ise sıva üstünde bezeme olarak boyaların kullanıldığı görülmektedir.

4.2.1 Taş

Dayanıklılığı ve bölgeden yeterli miktarda elde edilebilme olanakları nedeniyle Kayseri ve civarındaki geleneksel mimaride kullanılan yapı malzemeleri arasında duvarlarda en çok tercih edileni taş malzeme olmuştur. Kayseri'deki taş ocakları incelendiğinde ağırlıklı olarak andezitik tüf, bazaltik tüf, trakitik tüf, riyolitik tüf,

pomza, alçıtaşı ve kireçtaşı çıkarıldığı görülmektedir. Devlet Su İşleri tarafından 1973 yılında yapılan araştırmalara göre Kayseri'deki taş ocakları aşağıda listelenmiştir:

-Yonu taşı ocakları; Ispıdın Dağı (pembe ve gri riylitik tuf/ yapı taşı olarak kullanılamaz), Mancusun Tosbalık bölgesi (koyu gri andezit tufü) , Cırgalan köyü (pembe riylitik tuf), Ağırnas Yüzbaşı bölgesi, Erkilet Hacışirin bölgesi, Hisarcık Gümüşlük Burnu, Talas Derevenk bölgesi, Mimarsinan Kavakdere bölgesi, Büyüktuzhisar Burhaniye köyü, Felahiye Kavkaya bölgesi, İncesu Kayabağ bölgesi, Kavakdere bölgesi, Pınarbaşı Beştepeler ve Pazarviran bölgeleri, Pınarbaşı Bahçelik köyü, Yeşilhisar Köse Osman Dağı (Kayseri İli Yapı Gereçleri ve Yöresel Koşulları, 1973).

-Moloz taş ocakları; Hacılar Karakayalar bölgesi, Hisarcık Gümüşlük Burnu, Talas Derevenk bölgesi, Mimarsinan Hacıdere bölgesi, Erciyes Aynalıdere bölgesi, Bünyan Bozbakan, Eysset ve Kayaaltı bölgeleri, Develi Küçük Yamaç bölgesi, Akkışla Çevrimkur bölgesi, Büyüktuzhisar Burhaniye köyü, Felahiye Kavkaya bölgesi, Çukur Toptepesi ve Sultan Sekisi bölgeleri, Çiftlik Arpalık bölgesi, Sarız Kızılpınar köyü, Tomarza Soğlaaltı ve İnderesi bölgeleri, Yeşilhisar Çakı Dağı (Kayseri İli Yapı Gereçleri ve Yöresel Koşulları, 1973)

-Pomza ocakları; Merkez; Maltepe, Sakaltutan köyü, Başakpınar kasabası, Gürpınar köyü, Cebir köyü, Mimarsinan kasabası, Talas; Cebik köyü, Tomarza; Yazılıköy, Değirmendere, Karalıktepe, Örencik köyü, Kepez köyü, Yazıyurdu köyü, Çömlekçi köyü, Develi ovası (Ceran, 2004).

Kayseri'de geleneksel yapılarda kullanılan taşlar, genellikle yerleşmenin yakın çevresinden elde edilen tüflerdir. Bu tüfler, genellikle çıkarıldığı köyün ismi ile anılmaktadır (Derevenk taşı, Mancusun taşı, Efkere taşı gibi). Talas'ın Derevenk köyünden çıkarılan taşlar, kırmızı, pembe, gri, bej ve beyaz renkli trakitik tüflerdir. Kayseri'nin 20 km. kuzeydoğusunda bulunan Mancusun köyünden çıkarılan taşlar ise beyaz, gri ve pembe renkli tüflerdir. Derindere, Mimarsinan ve Ağırnas'tan gri renkli tüfler çıkarılırken, Cırlağan ve Efkere'den pembe ve sarı renkli tüfler elde edilmiştir. Binaların özellikle temellerinde kullanılan bazaltik tüfler Hacılar Karakaya'daki ocaklardan alınmış, döşemelerde kullanılan sal taşları için İspile'den

çıkarılan trakitik tüfler kullanılmıştır (Çakıroğlu, 1952; Sayar ve Erguvanlı, 1962; Çorapçioğlu ve diğ., 2008b).

Bu ocaklardan bir kısmı terk edilmiş olup günümüze ulaşabilmiş ve yapılarda kullanılmak üzere volkanik tüf çıkarılan mevcut ocakların Tomarza, Bünyan, Erkilet, Develi, Talas ve Gesi civarlarında bulunduğu görülmektedir (Mutlu, 2005).

Kayseri’de en sık rastlanan taş cinsleri ve kullanım yerleri şunlardır:

4.2.1.1 Bazaltik tüf

Bazik volkanitler adı altında sınıflandırılan bazaltlar, gabroları oluşturan magmanın yeryüzüne kadar yükselmesi ile oluşurlar. Temelde kalsik plajyoklaz, klinopiroksen ve volkanik camdır. İçeriklerinde nefelin, olivin, ortopiroksen ve kuartz da bulundurulabilirler. Feldspat ve demir ihtiva eden hornblent de içeren bazaltların koyu griden siyaha kadar çeşitli renkleri bulunmaktadır. Nadiren yeşil renkleri de bulunur. Gabro grubu taşlar içerisinde yer alan bazaltlar genellikle homojen ve ağırdır. Taşın koyu renkli ve ağır olması içerdiği manyetitten kaynaklanır. Birçok lav akıntısı bazaltlardan oluşur. Bazalt, diğer volkanik kayalardan daha az silika oranına (%45–52) sahip olan bazik bir kayadır (Binan, 1961; Demirer ve Alaygut, 1993; Grissom, 1994; Gürdal, 2003). Yerel mimaride “Karataş” veya “Cingitaş” olarak adlandırılan bazaltlar, aşınma ve nem dayanımları nedeniyle; yapıların subasman duvarları, temelleri, bodrum kat duvarları ve bahçe duvarlarında, sokak döşemelerinde tercih edilmişlerdir.

4.2.1.2 Andezitik tüf

Nötr volkanikler adı altında sınıflandırılan andezitlerin çoğunluğu porfiriktir. %52–66 oranında silika içeren andezitlerin ana maddesi plajyoklaz, feldispat ve anfiboldür. Az miktarda biotit, hornblend, piroksen ve kuartz da içerebilir (Demirer ve Alaygut, 1993; Grissom, 1994; Eriç, 2002). Diyorit grubu taşlar içerisinde yer alan andezitlerin mat ve pürüzlü bir yapısı vardır. İşlenmesi kolay ve hafif olan ancak suya ve darbeye karşı daha dayanıksız taşlardır. Taşın rengi minerallerin yapısına göre açık yeşil, koyu sarı, kahverengi, gri, pembe, kırmızı olabilir (Gürdal, 2003). Bölgede “yonu taşı” olarak adlandırılan andezit tüfleri, Kayseri civarındaki farklı taş ocaklarından elde edilmektedir. Kayseri geleneksel yapım tekniği olan yığma taş yapım tekniğinde inşa edilen yapılarda zemin ve üst katlarda taşıyıcı duvar ve konsol

olarak veya çörtten, silme, kapı-pencere sövesi gibi mimari elemanlarda bezeme elemanı olarak kullanılmışlardır. 1961 tarihinde İ.T.Ü. Malzeme Laboratuvarı'nda yapılan bir araştırmada Cırgalan'dan çıkarılan andezitik tüflerinin incelemesinde çıkan sonuçlar Çizelge 4.1' de verilmektedir (Binan, 1961).

Çizelge 4.1 : Cırgalan andezitik tüflerinin değerlendirme sonuçları (Binan, 1961).

TAŞ CİNSİ	Basınç dayanımı kg/cm ²	Su emme %	Aşınma %
Andezit tüfü-Pembe	486	4,70	1,00
Andezit tüfü-Sarı	350	1,00	13,00

4.2.1.3 Trakit

%58'den fazla silika içeren ve nötr volkanikler adı altında sınıflandırılan trakitler, genel olarak alkali feldspatlardan oluşan volkaniklerdir. Ana bileşimleri %80 sodik sanidin veya anortaklaz, az miktarda pilajioklaz ve mafik minerallerdir (Demirer, Alaygut, 1993). Siyenitin yüzey taşı olan trakitlerde mika formüdent mineralleri çok ince bir doku halinde bulunmaktadır. Feldspatlar pilajioklazdır. Renkleri genellikle gri, bej, pembemsi tonlardadır (Gürdal, 2003). Bölgede “sal taşı” olarak adlandırılan trakitler, özellikle avlu, sofa gibi mekânların döşeme kaplamalarında kullanılmışlardır.

4.2.1.4 Süngertaşı (pomza)

Bölgede “Kevek taşı” olarak adlandırılan pomza taşı, tavan veya döşemelerde ahşap kirişlerin üzerine yerleştirilerek su yalıtımını sağlamak üzere kullanılmıştır. Pomza taşı rezervleri Kayseri civarında yayılmış olup çok miktarda bölgeden elde edilebilmektedir.

4.2.2 Kireç

Bölgede, duvar örgü harcı ve sıva harcı yapımında kullanılan bağlayıcıyı elde etmek için genellikle alçıtaşı ve kireçtaşı kullanılmıştır. Kireçtaşı ocakları Bünyan, Ağırnas ve Erkilet'de bulunmaktadır. Ayrıca Tomarza Pusatlı köyü, Develi Şahmelik köyü, Himmetdede Tekgöz Hanı bölgesinde günümüzde işletilmeyen eski kireç ocaklarına rastlanmaktadır (Kayseri İli Yapı Gereçleri ve Yöresel Koşulları, 1973).

4.2.3 Agrega

İnorganik veya organik esaslı bağlayıcılarla birleşerek harç yapımında kullanılan, doğal taşların çeşitli atmosfer etkileri sonucunda ufalanmış veya yapay şekline agrega denilmektedir. Doğal agregalar, zamana bağlı olarak eski buzulların sürükleyip bıraktığı ocak kumu ve çakılı, akarsuların sürükleyip meydana getirdiği dere kumu ve çakılı ve denizlerin oluşturduğu deniz kumu ve çakılıdır (Borelli, 1999). Kayseri’de harç agregası olarak kullanılan malzemeler, dere kumu-çakılları ve çeşitli tuf kırıklarıdır. Dere kumu ve çakılları; Kızılırmak Yeni Köprü altı, Sarımsaklı Karakaya Deresi, Ağırnas Bürüngüz köyü, Erkilet Değirmen Burnu, Mimarsinan Kavakdere bölgesi, Erciyes Aynalı Dere, Bünyan Şase Bağları, Büyüktuzhisar Suludere, Develi Yayı Bağları, Felahiye Akdere, Çukur Kağrı Deresi, Kızılören Karadere, Pınarbaşı Zamantı Irmağı, Sarioğlan Burnuviran köyü, Sarız Darıdere, Tomarza, Yahyalı Yaşlı bölgesi, Yeşilhisar Biçim Boğazı Çayı’ndan çıkarılmaktadır (Kayseri İli Yapı Gereçleri ve Yöresel Koşulları, 1973). Kil yataklarının bulunduğu Kızıl Yokuş bölgesinde silis kumu yatakları da yer almaktadır (Kurugöl, 2008).

4.2.4 Puzolanik malzemeler

Türkiye, puzolan potansiyeli açısından oldukça zengin bir bölgedir. Türkiye jeoloji haritasına bakıldığında 155.000 km²’lik bir alanın volkanik kayaç oluşumlarına sahip olduğu görülür. Bu alanlar içerisinde litolojik ve puzolanik aktivite farklılıkları olabileceği tahmin edilmektedir. Puzolanları jeolojik sınıflandırmaya tabii tutmak zordur. Çünkü doğada homojen oluşumları yoktur. Her puzolanın, minerolojisine bağlı olarak farklı bir niteliği vardır. Örnek olarak, korozyon dayanımı için en iyi sonuçlar bazaltik puzolanlarda bulunmaktadır. Trakitik ve riyolitik puzolanların ise nihai dayanımı daha iyidir. Magnezyum sülfata dayanıklılık ise asit tüflerde daha iyi sonuç vermiştir (Ünsal, 1998).

T.S. 25’de verilen “SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ toplamının en az %70 olması” ibaresi bu üç oksitten her birinin puzolanın kalitesine olumlu etki yapacağı anlamına gelmektedir. Ancak Fe₂O₃ oranının %8’i geçtiği durumlarda malzemenin puzolanik aktivitesi olumsuz etkilenmektedir (Leckebush, 1984).

Leckebush’a göre puzolan olarak kullanılacak hammaddelerin olması gereken kimyasal özellikleri Çizelge 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.2 : Puzolan olarak kullanılacak hammaddelerin ideal kimyasal özellikleri (Leckeubush, 1984).

Kimyasal Parametreler	Miktar	%
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	en az	70
MgO	en çok	5
SO_3	en çok	3
Nem	en çok	10

Volkanik puzolanlar, volkanik toz ve küllerin meydana getirdiği tüfler olup bazen sertleşmiş bir taş halinde bazen de irili ufaklı katılaşmamış parçalar halinde bulunmaktadır. Bazı puzolanlar ise sünger taşının bulunduğu ocaklardan elde edilmektedirler. Ocaklardan çıkarılan malzeme ince bir şekilde öğütülerek puzolanik katkı harç yapımında kullanılmaktadırlar. Puzolanlı, killi bir kumtaşı olan gaize ise gri veya sarımsı gri renklerde olabilen yumuşak bir kayadır. Doğal halinde orta derecede aktif olan bu puzolan su ile karıştırılınca çamur halini alır. Biraz ısıtılması sonucu rengi pembeleşirken aktivitesi artar ve en iyi puzolanlardan birine dönüşür (Pusat, 2002; Güney, 2003).

Kayseri’de geleneksel yapılarda kullanılmış olan harç ve sıvalar incelendiğinde; puzolanik malzeme olarak tuf tozları ve volkanik toprakların kullanıldığı görülmektedir. Kayseri bez fabrikasının yanındaki Karpuzatan mevkiinden çıkarılan tuf tozlarıyla, Sivas çimento fabrikasında puzolanlı çimento yapılmaktadır. Kayseri-Sivas yolu üzerinde bulunan Gömeç-Sarımsaklı-Barsama köyleri civarında ise yine puzolanlı topraklar bulunmaktadır (Postacıoğlu ve diğ., 1960; Kayseri İli Yapı Gereçleri ve Yöresel Koşulları, 1973). Bu bölgelerden çıkarılan puzolanik topraklar ile, Kayseri ÇİMSA çimento fabrikasında puzolanlı çimento üretilmektedir.

1960 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi’nde Kayseri puzolanları ile ilgili yapılan bir araştırmada Kayseri Sarımsaklı yolunun 30. kilometresinde, Ağılmağarası olarak anılan bir bölgeden çıkarılan puzolanlar analiz edilmiş ve Çizelge 4.3. ve 4.4.’deki sonuçlar elde edilmiştir (Postacıoğlu ve diğ., 1960):

Çizelge 4.3 : Ağılmağarası puzolanlarının kimyasal özellikleri (Postacıoğlu ve diğ., 1960).

İçerik	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	CO_2	Rutubet	Kızdırma kaybı	Hidrat suyu
%	63,08	5,58	18,63	5,07	1,55	0,00	0,14	0,77	2,57	2,58

Çizelge 4.4 : Ağırnağarası puzolanlarından üretilen harcın mekanik özellikleri (Postacıoğlu ve diğ., 1960).

YAĞLI KİREÇ+PUZOLAN KARIŞIMI HARÇ		
Deney	7 günlük (kg/cm ²)	28 günlük (kg/cm ²)
Çekme mukavemeti	6,00	17,50
Basınç mukavemeti	32,00	41,50

2008 yılında Ağırnas bölgesinden elde edilen 4 çeşit toprak üzerinde yapılan puzolanik aktivite deneylerinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5’de verilmektedir (Kurugöl, 2008).

Çizelge 4.5 : Ağırnas topraklarının puzolanik aktivite deneyi ve kimyasal özellikleri (Kurugöl, 2008).

Topraklar	Birim ağırlık (g/cm ³)	Ultases hızı V (km/sn.)	Dinamik E-mod (kN/mm ²)	Eğilme gerilmesi (N/mm ²)	Basınç gerilmesi (N/mm ²)	Yarmada çekme gerilmesi (N/mm ²)
Kırmızı	1,91	2,5	12,0	1,3	4,3	1,5
Beyaz	1,96	2,9	17,1	2,2	5,9	2,3
Gri	1,94	2,6	13,2	1,7	4,5	2,0
Turuncu	1,94	2,7	15,1	1,8	4,7	2,2

4.2.5 Alçı

Yapılarda kullanılan bazı harçlarda kirecin içerisine alçı katıldığı görülmektedir. Gereme, Ağırnas, Erkilet ve Bünyan-Akkışla’da çıkarılan alçılar, ocaklarda bulunan alçı fırınlarında elde edilmişlerdir (Çakıroğlu, 1952).

4.2.6 Boya

Geleneksel Kayseri evlerinin duvar sıvalarında ve taş nişlerinde, kiliseler, kaya oyma kiliseler ve camilerin duvar ve tavan sıvalarında, bazı ahşap zar, dolap kapağı ve tavan kaplamalarında çeşitli renklerdeki boyalarla bezemeler ve resimler yapıldığı görülmektedir. Bu boyalar, kınakına ağacı, ceviz yaprağı, cehri, soğan kabuğu gibi çeşitli bitkiler, meyveler ve yapraklardan elde edilen doğal boyalar olup günümüzde bu gelenek devam etmemektedir (Büyükmihçi, 1997; Çorapçioğlu ve diğ., 2008a).

4.3 Kayseri Geleneksel Mimarisinde Yapım Teknikleri

Kayseri’de günümüze ulaşabilen yapılar incelendiğinde, yığma taş yapım sisteminin yerel bir yapım geleneği olarak benimsendiği görülmektedir. Farklı tekniklerle

örülen taş duvarlar, kireç ve yer yer kireç+alçının bağlayıcı malzeme olarak kullanıldığı harçlarla örülmüşlerdir.

Çalışma kapsamında ele alınan yapılar, Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi'nde inşa edilmiş yapılardır. Bu yapıların onarımlarında uygun malzemelerin kullanılabilmesi için, yapıların harç karakterlerinin olduğu kadar yapım sistemlerinin ve bu sistemler içerisinde harçların kullanımının da incelenmesi önemlidir. Bu kapsamda öncelikle Kayseri'de Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi'nden günümüze ulaşabilen eserler belirlenmiş, bu eserler içinden örnek almaya uygun yapılar tespit edilmiş ve bu dönemlerin genel yapım sistemi karakteristikleri incelenmiştir.

4.3.1 Roma Dönemi

Kayseri'nin tarihi İlk Tunç Çağı'na kadar uzanmaktadır. Sırasıyla Asur, Hitit, Tabal, Pers, Makedonya ve Kapadokya Krallığı egemenliği altına giren kent, M.S. 17 yılında Roma İmparatorluğunun bir eyaleti haline gelmiştir (Akurgal, 1998). Kayseri'de günümüze gelebilmiş olan Roma Dönemi eserleri Çizelge 4.6'da listelenmiştir.

Çizelge 4.6: Kayseri'de günümüze ulaşabilen Roma Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993'den güncellenmiştir.).

KAYSERİ'DE GÜNÜMÜZE ULAŞABİLEN ROMA DÖNEMİ ESERLERİ			
YAPI	YERİ	FİZİKİ DURUMU	ULAŞILABİLECEK ÖZGÜN HARÇ/SIVA
Hamam kalıntısı	Merkez-Battalaltı	Yarı yıkık	-
Kale kalıntısı	Merkez-Battalaltı Beştepeler	Yarı yıkık	+
Şehir sur duvarları	Merkez	Onarım+ Tamamlama	-
Justinianus surları	Merkez	Onarım+ Tamamlama	-
Mezar	Merkez	Onarım+ Tamamlama	-
Mezar odası	Tontar Dağı	Ayakta	-
Kaya mezarları	Erciyes Dağı-Örenbeli	Yarı yıkık	-
Çeşme	Felahiye- Sıtmapınarı	Onarım+ Tamamlama	-
Tapınak kalıntısı	Felahiye	Ayakta	-
Mezar	Sakaltutan köyü	Ayakta	-
Tapınak kalıntısı	İncesu-Örenyeri köyü	Ayakta	-
Tapınak kalıntısı	Felahiye-Panlı köyü	Ayakta	-
Kuruköprü	Talas	Ayakta	-

4.3.1.1 Roma Dönemi'nde kullanılan yapım teknikleri

Anadolu'da, Antik Yunanlılar'ın anıtsal yapılardaki harçsız kesme taş örgü, sivil mimarlık örneklerindeki harçsız ya da çamur harçlı moloz taş ve kerpiç duvar

sistemlerinden ibaret olan kısıtlı teknolojik imkânlarını aşabilen ilk uygarlık Romalılar olmuştur. Kenetli ve zıvanalı kesme taş örgü tiplerini de kullanmaya devam eden Romalılar, yapım tekniklerini günümüze yaklaştıran yeni örgü tipleri kullanmaya başlamışlardır (Davey, 1961; Cowan, 1977; MacDonald, 1986; Anabolu, 2001).

Duvar örme tekniklerinde Romalılar'ın en önemli buluşları çift cidarlı duvar sistemidir. Bu teknikte duvarın iki cidarı arasında bırakılan boşluk, “opus caementicium” adı verilen bir tür betonla doldurulmaktadır (Magie, 1950; Davey, 1961; Ward-Perkins, 1970; Boethius, 1978; Adam, 2001; Ahunbay, 2005). Bu beton, kireç harcıyla karışık taş ve tuğla kırıklarından oluşmaktadır. Bazı bölgelerde kireç harcına puzolanlar da katılmıştır. Roma betonu olarak isimlendirilen ve Bölüm 2.1.5’de açıklanan bu dolgu malzemesi, birçok Roma Dönemi yapısında yaygın olarak kullanılmıştır. Bu teknik, kalın bir duvarın sadece iki yüzeyinin taş veya tuğla örgüyle yükseltilmesi, içine de söz konusu betonun dökülmesiyle oluşturulduğundan yapım hızını arttırıp, kalifiye işgücü gereksinimini azaltmıştır (De Bernardi Ferrero, 1966; Cowan, 1977; Lamprecht, 1987; Başgelen, 1993). Bu teknikle inşa edilmiş yapılar arasında en çok bilinen yapı Panteon’dur. 6 m. kalınlığında inşa edilen duvarların içi puzolan ve volkanik tüf kırıkları ile karıştırılmış kireç harcı ile doldurulmuştur (Magie, 1950; Lea, 1970; Ward-Perkins, 1970; Adam, 2001).

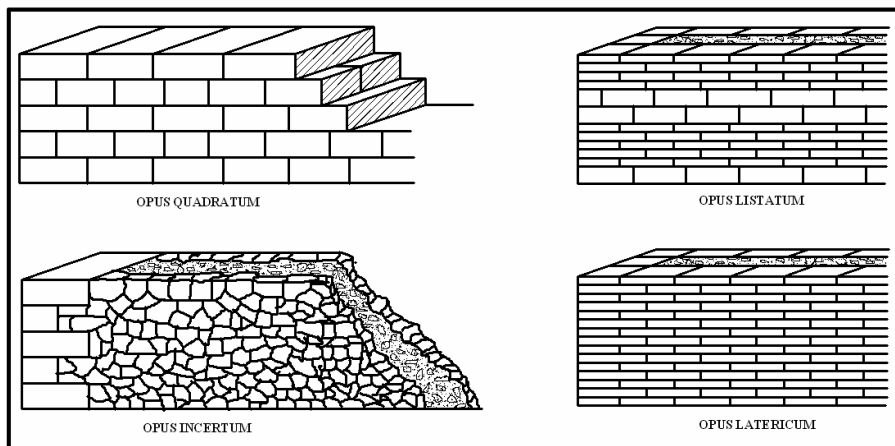
Roma betonu kullanılan duvarların cidarları, aşağıda açıklanan “opus latericum”, “opus listatum” veya “opus quadratum” teknikleriyle oluşturulmuştur (Şekil 4.1). Kayseri’de Roma Dönemi eserlerinin yapım tekniklerinde Roma betonunun sıklıkla kullanıldığı görülmektedir.

Anadolu’da Roma Döneminde kullanılan başlıca örgü tipleri şunlardır (Ward-Perkins, 1970; Cowan, 1977; Boethius, 1978, Başgelen, 1993; Mutlu, 1996):

- a) Opus İncertum: Duvar çekirdeğindeki Roma betonu; küçük moloz veya kaba yonu taşlarla kaplanmıştır (Cowan, 1977; Boethius, 1978; Mutlu, 1996).
- b) Opus Latericum (Opus Testaceum): Düz tuğla örgüdür. Genellikle kare formlu ince tuğlalar çok ince bir harç katmanı ile birleştirilmiştir. Bazı örneklerde monotonluğun giderilmesi ve yanal ve düşey itkilere dayanım sağlanması amacıyla yer yer sağır geniş kemerler oluşturulmuştur (Cowan, 1977; Başgelen, 1993). Kayseri’de, taş malzeme olanaklarının fazlalığı ve

tuğla kullanımının tercih edilmemesi nedeniyle Roma dönemi yapılarında “Opus Latericum” tipi duvar örgüsüne rastlanmamaktadır.

- c) Opus Listatum (Opus Mixtum): Kesme taş ve tuğla malzemenin almalı olarak kullanılmasıdır. Bu tip örgü, Bizans ve Osmanlı almalı duvarlarının prototipi olarak kabul edilmektedir. Ancak Romalılar örgünün desen oluşturucu potansiyelinden yararlanmamış, yalın taş ve tuğla sıraları yapmakla yetinmişlerdir. Bu duvarlar genellikle yalın bırakılmayıp kaplanmışlardır (Cowan, 1977; Başgelen, 1993). Kayseri ve civarındaki Roma Dönemi yapılarında bu tip duvar örgüsü kullanılmamıştır.
- d) Opus Quadratum: Düzgün ince yonu duvar örgüsüdür. İyi yontulmuş dikdörtgen boyutlu taşlar genellikle 120x60x60 cm. ölçülerindedir. Kayseri civarında en sık rastlanan örgü tekniklerindedir (Cowan, 1977; Mutlu, 1996).
- e) Opus Reticulatum: Küçük kare prizma biçimli taşlar köşegenel olarak yerleştirilerek duvar örgüsü oluşturulmuştur (Cowan, 1977). Kayseri ve civarında kullanılmayan bir yapım tekniğidir.
- f) Opus Spicratum: Duvarı oluşturan ince prizmatik taşlar balıksırtı desen oluşturacak şekilde yerleştirilmişlerdir (Cowan, 1977). Kayseri ve civarında kullanılmayan bir yapım tekniğidir.



Şekil 4.1 : Roma Dönemi duvar örgü tiplerinden örnekler (Çizim: Hale Kozlu (Başgelen, 1993'den uyarlanmıştır.)).

Roma mimarisinde Yunan sütun ve arşitravları, Etrüsklülerin kemer ve beşik tonoz teknikleriyle birleştirilerek kullanılmıştır. M.Ö. 3. yüzyıldan itibaren kemerlerde bazı bölgelerde tuğla malzemenin de kullanılmaya başlaması ile beraber özel biçimli tuğlalar üretilmiştir. M.S. 4. yüzyıla kadar kemerler yarım sütunların desteklediği payeler tarafından taşınırken, 4. yüzyıldan sonra payenin yerini sütunlar almıştır (De Bernardi Ferrero, 1966; Boethius, 1978; Mutlu, 1996).

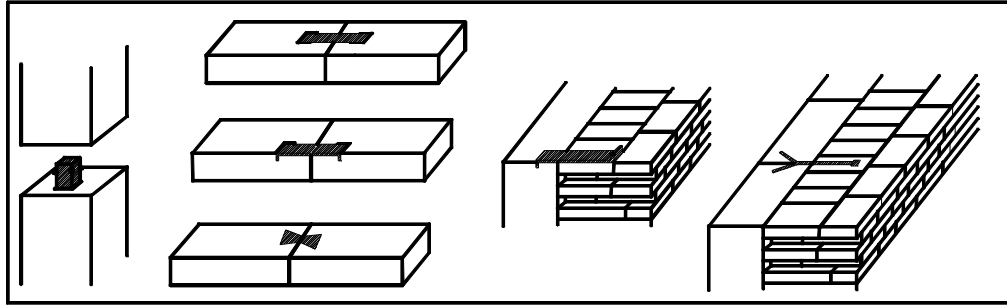
Kemer inşaatı bilgisi, tonoz ve kubbe yapımının gelişimine temel olmuştur. Beşik tonoz kullanımının yanısıra çapraz ve kaburgalı tonoz kullanımının başlaması, çatı örtü sisteminin gelişmesini sağlamıştır. İlk tonozlar taşla karışık harçla yapıldığından beton bir kabuk oluşturarak kendi ağırlıklarını taşımışlardır. Geçilen açıklık mesafesi genişledikçe taşıyıcı duvarları kalınlaşmış, tuğla veya taş kaburga içerisine beton doldurularak tonozlar oluşturulmaya başlamıştır (De Bernardi Ferrero, 1966; Vermeule, 1968; Mutlu, 1996; Adam, 2001).

Romalılar kubbe inşaatında kemerli bir sistem geliştirmişlerdir. Kubbe, yuvarlak bir mekân üzerinde, merkezde birleşik kemerler inşa edilerek meydana getirilmiştir. Böylece kubbenin her kesidi bir kemer oluşturmuştur. Genellikle kubbenin alt bölümü daha ağır, üstü ise lav, tuf, pomza gibi daha hafif malzemelerle yapılmıştır. Kubbenin zorlamalarına karşı duvarların dayanımını güçlendirme amacıyla takviye kemerleri ve payandalar yapılmıştır (Vermeule, 1968; MacDonald, 1986; Mutlu, 1996).

Yukarıdaki taş duvar örgü çeşitleri dışında, Kayseri ve civarındaki kayaların işlenebilme kolaylığına bağlı olarak kaya oyma yapı tiplerine de rastlanmaktadır. Roma döneminden günümüze gelebilen kaya mezarları bu mekânlara örnek teşkil etmektedir.

Kayseri’de Roma Döneminde ve sonrasındaki diğer dönemlerin tümünde taş malzemenin birbirine tespit edilmesinde farklı teknikler kullanılmıştır. Bazı duvarlarda kuru veya ince harçlı taş duvar örgüsü kullanılırken bazı yapılarda taşları birbirine veya dolgu duvara bağlamak için kenetler kullanılmıştır (Şekil 4.2, Şekil 4.3). Bu kenetler, 1,5–2,5 cm. genişlikte demir lamalardan yapılmıştır. Taşlarda açılan oyuklara yerleştirilen kenetlerin yuva içlerine giren uçları kurşun veya kireç harcı kullanılarak sıkıştırılmıştır (Adam, 2001). Birbirine bağlanacak taşların durumuna göre bağlayıcı kenetler de farklılaşmaktadır (Şekil 4.4.). Kolonlarda veya

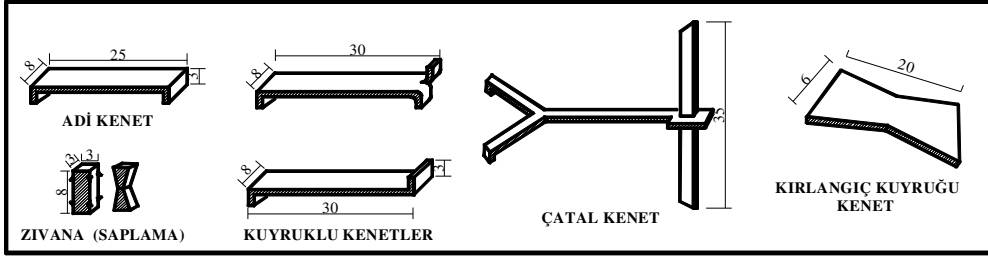
taşların üstüste birbirine bağlanması gereken bazı duvarlarda “zıvana” veya “saplama” denilen kare kesitli demir çubuklar kullanılmıştır. Taşları duvar uzunluğu istikametinden birbirine bağlamak için “adi kenetler, duvar kalınlığı içerisinde taşların birbirleriyle bağlanmaları için kuyruklu kenetler”, taşların arkadaki bir duvar veya dolgu beton ile birleşmesi gereken bazı durumlarda taşları hem uzunluk hem de derinlik üzerinden bağlamak için “çatal kenetler” kullanılmıştır. Bu sistemler günümüzde de taş duvar yapım tekniklerinde kullanılmaya devam etmektedir (Binan, 1961; Adam, 2001).



Şekil 4.2 : Kenetlerin duvar içerisindeki kullanımları (Çizim: Hale Kozlu).



Şekil 4.3 : Kenetlerin duvar içerisinde kullanımına 19. yüzyıl Kayseri kiliselerinden örnekler (Fotoğraf: Şeyda Güngör Açıköz).



Şekil 4.4 : Geleneksel yapılarda kullanılan kenet çeşitleri (Çizim: Hale Kozlu (Binan, 1961'den uyarlanmıştır.).)

4.3.1.2 Roma Dönemi eserlerinde harç kullanımı

Roma Döneminde binalar genellikle alçı, sıva, mermer veya mozaikle kaplanmıştır. Romalılar, ucuz ve mütevazı yapılarda kaplama malzemesi olarak genellikle kireç sıvayı tercih etmişlerdir. Bu sıva, iç mekânda daha ince ve perdahlı bir iç sıvayla örtülüp üzerine duvar resimleri yapılmıştır. Daha önemli yapılarda ise mermer kaplama tercih edilmiştir. Bu levhalar duvarlara tunç kenetlerle tespit edilmişlerdir. Kesme taşlar arasında örgü harcı kullanımına, ince şerbetler halinde rastlanılabilmektedir (De Bernardi Ferrero, 1966; Başgelen, 1993; Adam, 2001).

Kum, kireç ve suyun birleşiminden oluşan ve geçmiş dönemlerden beri kullanılan harca Romalılar M.Ö. 2. yüzyılda volkanik bir malzeme olan puzolanı da katarak çok sağlam bir karışım elde etmişlerdir. Sönmüş kireç, puzolan ve kırık tuf taşlarının birleşiminden oluşan bu harç, volkanik toprak (puzolan), kiremit parçaları veya pomza gibi agregaların özel niteliklerinin keşfiyle beraber, suya ve neme dayanıklı olması gereken yapıların inşasında büyük kolaylık sağlamıştır. Ayrıca Roma mimarlığının en belirgin elemanlarından olan kemerlerin yapılması da yine bu harç sayesinde oldukça kolaylaşmıştır (Mutlu, 1996; Adam, 2001).

Kayseri'deki Roma Dönemi yapıları incelendiğinde; duvar örgüsü içerisinde harcın 2 ayrı şekilde kullanıldığı görülmektedir:

- Çift cidarlı taş duvar örgüsü içerisinde tuf kırıklarını birbirine bağlamak amacıyla kullanılan dolgu harcı,
- Düzgün kesme taşların bitişik derzli/derzsiz olarak birleştirilmesinde kullanılan, yüzeyde herhangi bir derz belirtisi vermeyen 0.5-1 mm. kalınlığında kireç harcı katmanı.

Roma Dönemi yapılarında sıva kullanımının olduğu bilinmesine rağmen, Kayseri’de günümüze ulaşabilen Roma Dönemi yapılarının iç mekân veya cephelerinin hiç birinde sıvaya veya sıva izine rastlanmamıştır.

4.3.2 Bizans Dönemi

M.S. 395 yılında Roma İmparatorluğu’nun ikiye bölünmesiyle Bizans İmparatorluğu sınırları içerisinde kalan kent, 7 piskoposluktan biri olarak varlığını sürdürmüştür. Aynı zamanda üç büyük azizin memleketi olarak da bilinir. Bunlar, Kayseri Başpiskoposu Büyük Basilius, Kardeşi Nissalı Gregory ve Naziruslu Gregory’dir. Çeşitli dönemlerde Kayseri civarlarına gelen gezginlerin seyahatnamelerinde, bugünkü yerinden farklı olarak Erciyes Dağı eteklerinde Battalaltı ve Esenyurt mahallelerinde kurulmuş olan Bizans kentinin etrafını uzun sur duvarlarının çevrelediği belirtilmektedir (Erkiletlioğlu, 2006). Kayseri’de günümüze gelebilmiş olan Bizans Dönemi eserleri Çizelge 4.7’de listelenmiştir.

Çizelge 4.7: Kayseri’de günümüze ulaşabilen Bizans Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993’den güncellenmiştir.).

KAYSERİ’DE GÜNÜMÜZE ULAŞABİLEN BİZANS DÖNEMİ ESERLERİ			
YAPI	YERİ	FİZİKİ DURUMU	ULAŞILABİLECEK ÖZGÜN HARÇ/SIVA
Basilika temeli	Merkez-Esenyurt	Yarı yıkık	-
Aziz Basilius Manastırı kalıntıları	Merkez-Battalaltı	Yarı yıkık	+
Şehir sur duvarları	Merkez	Onarım+ Tamamlama	-
Justinianus surları	Merkez	Onarım+ Tamamlama	-
Yeraltı şehri ve sur kalıntıları	Hisarcık	Ayakta	-
Gereme Harabeleri	Erciyes Dağı	Yarı yıkık	+
Kaya mezarları	Talas-Derevenk	Ayakta	-
Kaya kiliseleri	Yeşilhisar-Erdemli	Ayakta	+
Kale ve yapı kalıntıları	Erciyes Dağı-Lifos Tepesi	Yarı yıkık	-
Kale	Zamantı	Ayakta	+

4.3.2.1 Bizans Döneminde kullanılan yapı teknikleri

İlk yıllarında Roma mimari ilkelerini benimseyen Bizans mimarisi, 5. yüzyılda gelişmeye başlamıştır. Bizans mimarisinin karakteristiği, dairesel mekanlar yerine dörtgen ve poligonal alanların kubbelerle örtülmesidir. 6. yüzyılda İstanbul Ayasofya Kilisesi ile dörtgen mekândan kubbeye geçiş sorunu pandantiflerle çözümlenmiştir. Ayasofya’nın dört büyük paye ile taşınan kubbesi, Roma’da bulunan Pantheon’un

kubbesinden daha küçük olsa da, yarım kubbeler, tonozlar ve kemerlerden oluşan sistemi ile çok daha geniş bir alanı örtmekte, çok daha etkileyici bir iç mekân yaratmaktadır (Diehl, 1953).

Bizans mimarisinde kubbeler, pandantif üzerine tuğla veya daha hafif malzemeler ile yapılmışlardır. Küçük kubbelerle yarım kubbelerin büyük kubbenin çevresinde gruplaştırılması ve bütün kubbelerle tonozların dışarıdan görülmesi Bizans mimarisinin bir özelliğidir. Kemer ve tonoz kurulmasında kalıp üzerine malzemenin ışınal olarak dizilmesi en tercih edilen yöntemdir. Açıklıkların büyük olmadığı durumlarda, özellikle çapraz tonozlar kurulurken, tonoz eksenine dik yerleştirilen tuğlanın hafifçe geriye yatırılması ve harçla aderansının sağlanması, kalıpsız tonoz için yeterli olabilmıştır (Mutlu, 1996).

Bizans duvarlarında tuğla ve taş uyumlu bir beraberlik sergilemektedir. Bu dönemde İstanbul'daki yapıların yapım tekniği incelendiğinde, yine Roma Döneminde olduğu gibi çift cidarlı duvar tekniğinin yaygın olduğu görülmektedir. Bu cidarların oluşumu dönemlere ve yörelere göre farklılık göstermektedir. Tuğlalar genellikle kare biçimlidir ve kenar boyutları 35-40 cm. arasında değişir. Kalınlıkları ise 5-6 cm. kadardır. Romalılara oranla Bizanslıların daha iri tuğlalar tercih ettiği gözlemlenmektedir (Başgelen, 1993). Ancak orta ve geç Bizans dönemlerinde malzemelerin az bulunması ve yakıtın kıymetlenmesi nedeniyle belirgin bir boyut küçülmesi vardır. Erken dönemin düzgün işlenmiş kaba yonu ve Helenistik duvar taşlarını andıran birimleri, orta dönemden sonra küçülerek, gelişigüzel işlenmiş kaba yonu taş ve moloz taş biçimine dönüşmüştür. Derzler moloz taş duvarda malzemenin doğası gereği düzensiz, kaba yonu duvarda ise daha tutarlıdır. Derz yapım tekniği hem düz hem de geriye meyilli derzlerde çökertme tekniğindedir (Ersen, 1986).

Tuğla duvarlardaki çeşitlenme özellikle derzlerin kalınlığında ortaya çıkmaktadır. Sur duvarları gibi kalın duvarlarda, tuğlalar duvarı kateden yatay tabakalar halinde kullanılmıştır. Tuğla hatıllar arasında çift cidarlı taş örgü sıraları yer almaktadır. Cidar taşları bir kaplama değil taşıyıcı nitelikli bir cephe örtüsüdür. Ancak yine de tuğla hatıllar, arası moloz taş dolgulu cidarları birbirine bağlayan ve taşıyan temel ögedir. 11. yüzyılın 2. yarısı ile 12. yüzyılda "gizli tuğla örgüsü" olarak isimlendirilen bir teknik geliştirilmiştir. Bu dönemde iç ve dış cephe tuğlalarının iki sırasından biri geri çekilmiştir. Yapımın ardından tuğla araları derzlenirken bir sıra tuğla harçla kapatılmış ve derzler alışılmadık bir yükseklik kazanmıştır Bazı

yapıların tamamen tuğladan yapıldığı belirlense de en yaygın duvar yapım tekniği taş-tuğla almaşık örgüdür. Ancak bu teknikler daha çok İstanbul merkez mimarisinde kullanılan teknikler olup yerel mimaride farklılıklar göstermektedir (Ersen, 1986; Kahya, 1992; Ahunbay, 2005).

Kayseri’de günümüze ulaşabilmiş Bizans Dönemi yapılarının hiçbirinde tuğla veya almaşık örgü bulunmamaktadır. Yapıların tümü tek veya çift cidarlı taş duvar örgüsü ile inşa edilmiştir.

4.3.2.2 Bizans Dönemi eserlerinde harç kullanımı

Bizans duvarları, çok erken dönemler hariç genellikle dış yüzeylerde sıva veya diğer malzemeler ile kaplanmamıştır. İç yüzeylerin kaplanması ise son dönemlere kadar sıklıkla uygulanmıştır. En yaygın iç yüzey kaplama malzemesi sıvadır. Zaman zaman sıvaların üzerine duvar resimleri yapılmıştır. Diğer duvar kaplama yöntemleri ise mozaik ve mermer levhalardır (Başgelen, 1993).

Kayseri’deki Bizans Dönemi yapılarında da Roma Dönemi yapıları gibi harçlar 2 şekilde kullanılmıştır. Birincisi çift cidarlı taş duvar örgüsü içerisinde tuf kırıklarını birbirine bağlamak amacıyla kullanılan dolgu harcı, ikincisi ise düzgün kesme taşların bitişik derzli olarak birleştirilmesinde kullanılan, yüzeyde herhangi bir derz belirtisi vermeyen 0,5–1 mm. kalınlığında kireç harcı katmanıdır.

Bizans Döneminden günümüze ulaşabilen yapılar incelendiğinde; kalıntılar ve sur duvarlarında sıva izini gösterebilecek herhangi bir belirtiyeye rastlanmamaktadır. Gereme Harabeleri içerisindeki kilisenin iç mekânında az da olsa sıva kalıntıları olduğu, Erdemli kaya kiliselerinin sıvalarının ise oldukça sağlam şekilde günümüze ulaştığı görülmektedir. Bu yapılarda kullanılan sıvaların üzerinde duvar resimleri yer almaktadır.

4.3.3 Selçuklu Dönemi

1067 yılına kadar Danişmendli egemenliği altında olan kent Oğuz boylarının Anadolu’ya yaptıkları akınlarla birlikte Türklerin egemenliği altına girmiştir. Osmanlı İmparatorluğu’nun Anadolu’da birliği sağlamasına kadar geçen süreçte Selçuklular ve Beylikler dönemini yaşayan kent, bu dönemde Konya’dan sonra ikinci bir başkent olmuştur. Kayseri’de Selçuklu Döneminde yapılmış olan medreseler, camiler, köşkler, türbeler ve kümbetlerden büyük çoğunluğu günümüzde de

mevcuttur (Subaşı,1998). Kayseri’de günümüze gelebilmiş Selçuklu Dönemi eserleri Çizelge 4.8’de verilmektedir.

Çizelge 4.8 : Kayseri’de günümüze ulaşabilen Selçuklu Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993’den güncellenmiştir.).

KAYSERİ’DE GÜNÜMÜZE ULAŞABİLEN SELÇUKLU DÖNEMİ ESERLERİ			
YAPI	YERİ	FİZİKİ DURUMU	ULAŞILABİLECEK ÖZGÜN HARC/SIVA
Battal Camisi 12. yy.	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Han Camisi ve Kümbeti 1188	Merkez	Onarım	-
Avgunlu Medresesi ve Kümbeti 13. yy.	Merkez	Onarım	-
Köşk Medrese 13. yy.	Merkez	Onarım	-
Tekgöz köprüsü 1203.	Kızılırmak	Onarım+Tamamlama	-
Ahi Evran Zaviyesi 1205	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Gevher Nesibe Tıp Medresesi 1206	Merkez	Onarım+Tamamlama	+
Cami-i Kebir 1206	Merkez	Onarım	-
Güllük Camii ve Medresesi 1210	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Yoğunburç 1219	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Okburcu 1224	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Sultan Hanı 1236		Onarım+Tamamlama	-
Selahattin hamamı 1236	Merkez	Onarım	-
Huand Hatun Külliyesi 1237	Merkez	Onarım	-
Seraceddin Medresesi 1238	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Karatay Hanı 1240		Onarım+Tamamlama	-
Hıdrellez köşkü 1241	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Şeyh Turasan Zaviyesi 1246	İncesu	Onarım	-
Kızıl Köşk 1246	Merkez	Yarı yıkık	+
Hacıkılıç Camii ve Medresesi 1250	Merkez	Onarım	-
Ulu Camii 1256	Bünyan	Onarım	-
Sahibiye Medresesi 1268.	Merkez	Onarım	-
Ulu Camii 1281	Develi	Onarım	-
Kale 1296	Develi	Onarım	-
Lala Camisi 1308	Merkez	Onarım	-
Kümbet ve Türbeler	Merkez+ İlçeler	Onarım+Tamamlama	-

4.3.3.1 Selçuklu Döneminde kullanılan yapım teknikleri

Anadolu’daki ilk Türk mimarlığı örneklerinde tuğla duvarlar, almaşık duvarlar, moloz ve kaba yonu taş duvarlar ile yanaşık derzli kesme taş duvarların tümüne rastlanmaktadır. Kayseri’deki Selçuklu Dönemi yapıları incelendiğinde ise hemen hemen tümünün çift cidarlı, yanaşık derzli kesme taş duvar örgü tekniği, bir kısmının da moloz ve kaba yonu taş duvar örgü teknikleri ile inşa edildiği görülmektedir. Ancak bu yapıların tümünün anıtsal yapılar ve mezar yapıları olduğu göz önünde

bulundurulmalıdır. Selçuklu döneminden sivil mimarlık örnekleri günümüze ulaşmadığından bu yapıların yapım teknikleri konusunda herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Anadolu Selçuklu mimarisinde tercih edilen temel yapı malzemesi taş olmakla birlikte tuğla malzemenin de taş ile birlikte veya salt tuğla olarak duvarlarda kullanıldığı da görülmektedir. Yer yer taş temeller üzerinde kerpiç tuğladan örülmüş yapılar da bulunmaktadır (Bakırer, 2002). Bütün yapı türlerinde pencere olarak duvarların üst kısmında bulunan dar ve uzun şevli delikler kullanılmış olup dikdörtgen ve kepenkli pencere sayısı çok azdır. Duvarların kalınlıkları 0,62 ile 2,40 metre arasında değişmektedir (Yavuz, 2002).

Kayseri’de Selçuklu dönemi yapılarında kullanılan duvar örgü tipleri şunlardır:

-Moloz taş duvar örgüsü: Taşlar ocaktan çıktıkları biçimde bırakılmış, sadece yatak yüzleri mümkün olduğunca düzgün olacak şekilde duvara yerleştirilmeden önce düzeltilmiştir. Arka yüzleri ve alın kısımları düzeltilmemiştir. Kireç harcı ile örülen bu duvarlarda bazalt cinsi taşlar kullanılmıştır. Bu taşlar, işlenmeden ve duvarcı ustası tarafından duvara yerleştirildiği için ağırlığı kişinin kaldırabileceği kadar olacak şekilde küçüktür. Yüksek duvarlarda belirli aralıklarla tekrarlanan ahşap hatıllar bulunmaktadır (Bakırer, 2002; Yavuz, 2002). Kayseri’deki Selçuklu yapıları incelendiğinde moloz taş duvar örgüsünün genellikle çift cidarlı duvarların iç mekân cidarlarında ve bazı tonoz örtülerde kullanıldığı görülmektedir.

-Kaba yonu taş duvar: Moloz taş duvara göre daha özenli bir şekilde murç ile işlenmiş taşlarla örülen duvarlardır. Derz payı yaklaşık 1,5-2 cm. dir. Subasman kotlarında, bodrum kat duvarlarında çift cidarlı duvar yüzeylerinde kullanılmış bir örgü çeşididir. Andezitik veya bazaltik tüfler kullanılmıştır.

-İnce yonu taş duvar: Kaba dişlilerle işlenmiş, kaba yonulara göre daha düzgün taşlarla oluşturulmuş duvar çeşididir. Derz payı yaklaşık 1 cm. dir. Çift cidarlı duvar yüzeylerinde andezitik veya bazaltik tüfler ile şekillendirilmişlerdir.

-Yanaşık derzli kesme taş duvar: İnce dişli ve kalem ile düzgün şekilde işlenmiş dik açılı taşlar, aradaki harcın görünmesine olanak vermeyecek kadar sıkı bir yanaşık derzle örülmüşlerdir. Taş boyutları genellikle min. 100x40 cm. dir. Daha küçük boyutlu taşlar pek kullanılmamıştır. Çift cidarlı duvar yüzeylerinde veya kapı/pencere lento ve sövelerinde kullanılmışlardır. Kesme taş kullanıldığı zaman

dikdörtgen kesilmiş taşlar genelde yatay olarak sıralanmıştır. Taş sıralarının yüksekliği birbirinin aynı olmadığı gibi taş boyutları da aynı değildir.

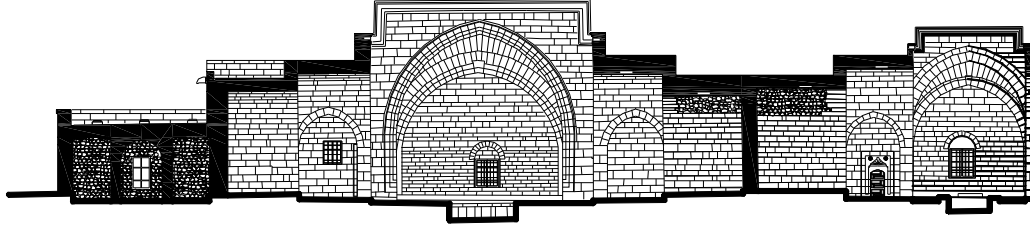
-Çift cidarlı duvar: İki cidarı kesme taş olan duvarlarda; duvar bir taş sırası örüldükten sonra iki cidar arasına puzolanik toprak veya tuğla kırıkları ile karıştırılan harç dolgulu moloz taşlar doldurulmuş, duvar seviyesi düzlenmiş ve bu işlem yukarıya doğru tekrarlanmıştır. Kesme taşların derinliği genellikle 20 cm. civarında olup yükseklikleri değişkendir (Yavuz, 2005). Bazı yapılarda dış duvarın iki cidarının da kesme taş duvarla örüldüğü görülmekle birlikte genelde dış cidar kesme taş duvarla, iç cidar moloz taş duvarla örülmüştür (Yavuz, 2002).

Anadolu Selçuklu mimarisinde dış duvarların çoğu payandalarla desteklenmiştir. Payandalar, uzun duvarlarda duvarın direncini arttırmakta ve bir kısmında yıkılma olması durumunda diğer kısımları etkilememesini sağlamaktadır. Payandaların planları dikdörtgen, kare, yarım daire, üçgen veya yıldız olabilmekte, köşelerde aynı planlar dörtte üç oranında tekrarlanmaktadır (Yavuz, 2005).

Örtü genellikle duvarlarla taşınmaktadır. Örtünün tekil taşıyıcılarla taşındığı yapı türleri ve yapı parçaları sınırlıdır. Cidarları kâgir duvarlarla, içteki birimleri tekil taşıyıcılarla taşınan yapılarda bu birimler yekpare ahşap direk, yekpare taş sütun veya kâgir ayaklardır. Taş sütunların çoğu devşirmedir (Yavuz, 2005).

Çatı örtüsü; külahlı türbeler ve kubbeli birimler dışında düzdür. Genellikle toprak olup bazı yapılarda kesme taş plakalar veya nadiren kiremitle kaplanmıştır. Çatı suyu taş çörlenlerle alınmıştır (Yavuz, 1983).

En yaygın üst örtü beşik tonozdur. Daha az oranda haç tonoz, yıldız tonoz ve kubbeli mekânlara rastlanmaktadır. Tonoz-kubbe, bileşik ve karmaşık tonozlar ve çapraz tonozlara nadiren rastlanmaktadır. Mihrap önü birimi, mescit, kapalı avlu, türbe, eyvan, dersane, giriş, revak ve bazı birleşme noktaları, yani daha fazla önem verilen, farklılık gösteren veya yönlendirici mekânlar özellikle vurgulanmıştır. Her tür örgüde tuğlaya göre taş malzeme daha çok tercih edilmiştir (Yavuz, 1983). Şekil 4.5'de Kayseri Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesinin mekânsal ve strüktürel biçimlenmesini gösteren kesit görülmektedir.



Şekil 4.5 : Gevher Nesibe Sultan Medresesi'nde kemer-tonoz kullanımları, mekânsal ve strüktürel biçimlenme (Çizim: G. Büyükmihçı, H. Kozlu, H. Eldek).

4.3.3.2 Selçuklu Dönemi eserlerinde harç kullanımı

Selçuklu Dönemi yapılarında yanaşık derzli örgüler sadece harçla gerçekleştirilmiştir. Kenet kullanımına yok denecek kadar az rastlanmaktadır. Bazı yapıların dış duvar, eyvan, portal gibi bölümlerinde rastlanan izler, Selçuklu Dönemi'nde ahşap kenet kullanılmış olabileceğini düşündürmektedir (Yavuz, 2002). Levha veya mozaik çiniler bazı yapılarda kullanılan kaplama malzemelerindedir. Bu dönemde mermerin kaplama malzemesi olarak kullanımı azdır (Başgelen, 1993).

Duvarların dış cidarında moloz taş duvar kullanıldığı zaman duvarlar cephede sıvama olarak derzlenmiş, mekan içlerinde de bazen bu teknik kullanılmakla birlikte genelde sıvanıp badalanmıştır. 13. yüzyılın iyi inşa edilen bazı yapılarında örgünün dış yüzeyinde taşlar arası derz kalınlığı çok ince olduğu görülmektedir (Yavuz, 2002).

Duvarlarda kullanılan harçların çoğu kireç harcıdır. Birçok yapıda, kullanılan taşın tozu da kirece katılmıştır. Kireç harcı kadar yaygın olmasa da Horasan harcı da kullanılmıştır. Su tesisatının yerleştirilmesinde, su ile ilişkili konumlarda ve özellikle su yalıtımı yapılması gereken yerlerde kiremit veya tuğla kırığı fazla miktarda olan Horasan harcının kullanıldığı görülmektedir. Daha az sayıda yapıda ise içine kül karıştırılmış harçların kullanımına rastlanmaktadır (Yavuz, 2002).

4.3.4 Osmanlı Dönemi

Osmanlı salnamelerinde Dar-ül feth, Dar-ül Mülk (payitaht) gibi isimlerle anılan Kayseri, 1520–1653 yılları arasındaki kayıtlarda Karaman Beylerbeyliği'ne ait bir eyalet olarak görülmektedir (Eravşar, 2000). 1867 ıslahatından sonra düzenlenen yeni idari bölünmelerden sonra ise Kayseri, Ankara eyaletine bağlı bir sancak olmuştur (Baykara, 1988).

16. yüzyıldan 20. Yüzyılın başlarına kadar geçen dört yüz yıllık sürede Kayseri, çekirdeği sur içi (içerişar) olmak üzere ovada tüm yönlerde gelişmiştir. Sur içinde bulunan ve bugün kullanılan han, hamam, bedesten ve çarşıların tamamına yakını Osmanlı döneminden kalmadır (Edhem, 1982). Kayseri’de günümüze gelebilmiş Osmanlı Dönemi eserleri Çizelge 4.9’da verilmektedir.

Çizelge 4.9 : Kayseri’de günümüze ulaşabilen Osmanlı Dönemi eserleri (Erkiletlioğlu, 1993’den güncellenmiştir.).

KAYSERİ’DE GÜNÜMÜZE ULAŞABİLEN ÖNEMLİ OSMANLI DÖNEMİ ESERLERİ			
YAPI (yy)	YERİ	FİZİKİ DURUMU	ULAŞILABİLECEK ÖZGÜN ÖRNEK
Şah Ruh Köprüsü 14. yy.	Sarıoğlan-Karaöz köyü	Onarım	+
Hacı İbrahim Tekkesi 15. yy.	Develi-Havadan köyü	Onarım+Tamamlama	-
Pamuk Han 15. yy.	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Kale Camisi 15. yy.	Merkez	Onarım	-
Güpgüpoğlu Konağı 15. yy.	Merkez	Onarım	+
Kapalı Çarşı 15. yy.	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Hatuniye Medresesi 1432	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Melik Arslan Camisi 1465	Merkez-Yeşilyurt köyü	Onarım	-
Şeyh Tennuri Camii ve Türbesi 1473	Merkez	Onarım	-
Bedesten 1498	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Gön Hamı 1519	Merkez	Yarı yıkık	+
Kurşunlu Camii 1586	Merkez	Onarım	-
Kadı Hamamı 1542	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
İsa Kümbet Camii 1555	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Kubaroğlu Mescidi 1561	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Barsama Camii 1567	Merkez- Barsama köyü	Yarı yıkık	+
Danişalı Bey Camii 1579	Merkez- Büyükbürüngüz köyü	Onarım	-
Alaüddevlle Mescidi 1591	Merkez- Büyükbürüngüz köyü	Onarım	-
Yanıköğlü Camisi 1658	Merkez	Onarım	-
Cıncıklı Camii 1665	Merkez	Onarım	-
Merzifonlu K. Mustafa Paşa Külliyesi 1670	İncesu	Onarım	-
Yeni Cami 1675	Merkez	Onarım	-
Çukur Cami 1678	Merkez	Onarım+Tamamlama	-
Salguma Camii 17. yy.	Merkez-Gürpınar köyü	Onarım	-
Setenönü Hamamı 18. yy.	Merkez	Yarı yıkık	+
Ali Hoca Camisi 1708	Merkez	Onarım	-
Molu Camii 1713	Merkez- Molu köyü	Onarım	-
Hasinli Camii 1714	Merkez	Onarım	-
Musa Ağa Camisi 1718	Erkilet	Onarım	-
Vezir Han 1724	Merkez	Onarım	-
Aşağı Mahalle Camii 1740	Talas- Akçakaya köyü	Onarım	-
Raşit Efendi Kütüphanesi 1796	Merkez	Onarım	-
Güpgüpzade Hacı Efendi Çarşısı 19. yy.	Merkez	Onarım	-
Tomarza Kilisesi 19. yy.	Tomarza	Yarı yıkık	+

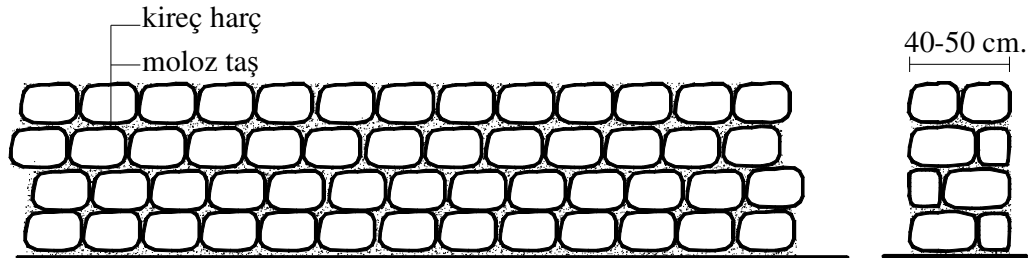
Çizelge 4.9 (devam) : Kayseri’de günümüze ulaşabilen Osmanlı Dönemi eserleri.

Askerlik Şubesi 19. yy.	Develi	Onarım	-
Askeri kışla 1806	Merkez	Yarı yıkık	+
Deliçay Köprüsü 1814	Talas	Yarı yıkık	+
Tuzhisar Camii 1826	Merkez- Tuzhisar köyü	Onarım	-
Endürlük Kilisesi 1835	Talas-Endürlük köyü	Yarı yıkık	+
Yanartaş Kilisesi 1837	Gesi- Darsiyak köyü	Yarı yıkık	+
Aşağı Cami 1853	Talas	Onarım	-
Harman Camii 1860	Talas	Onarım	-
Rüştiye Mektebi 1869	Talas	Onarım+Tamamlama	-
Ali Saib Paşa Camii 1888	Talas	Onarım	-
Hamidiye Medresesi 1892	Develi- Şıhlı köyü	Onarım+Tamamlama	-
Karacaoğlu Camisi 1896	Merkez	Onarım	-
Kayseri Lisesi 1903	Merkez	Onarım	-
Saat Kulesi 1906	Merkez	Onarım	-
Memleket Hastanesi 1910	Merkez	Onarım	-
Amerikan Koleji ve Hastanesi 1889	Talas	Onarım	-
Kümbet, Türbe ve Çeşmeler	Merkez+ İlçeler	Onarım+Tamamlama	-

4.3.4.1 Osmanlı Döneminde kullanılan yapım teknikleri

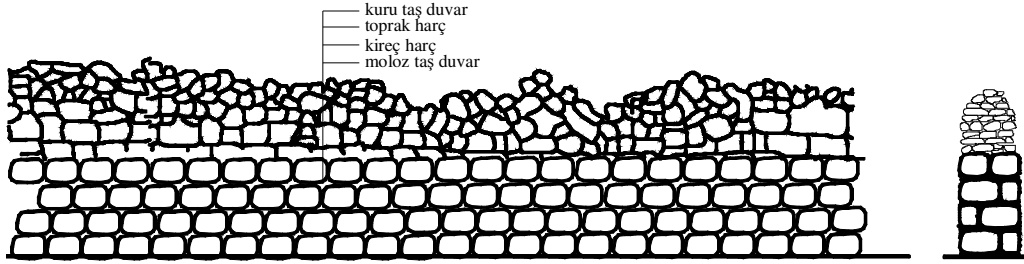
Kayseri’de Osmanlı Dönemi yapılarında kullanılan duvar örgü tipleri şunlardır:

-Moloz taş duvar örgüsü: Ocaktan çıktıkları halde kullanılan taşlar kısmen işlenerek kireç harcı ile birleştirilmiştir (Şekil 4.6). Köşelerde daha büyük ve düzgün taşların kullanıldığı moloz taş duvarlarda genellikle bazalt cinsi küçük taşlar kullanılmıştır. Yüksek moloz taş duvarlarda strüktürün desteklenebilmesi amacıyla ara seviyelere ahşap hatıllar atılmıştır. Kayseri’deki Osmanlı Dönemi yapıları incelendiğinde moloz taş duvar örgüsünün genellikle çift cidarlı duvarların iç mekân cidarlarında, bazı tonoz örtülerde, subasman kotlarında, bazı tali cephelerde ve bahçe duvarlarında kullanıldığı görülmektedir.



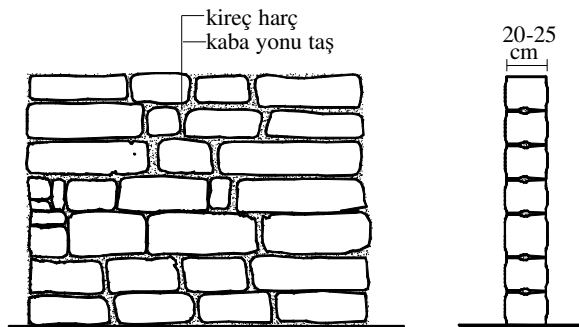
Şekil 4.6 : Moloz taş duvar örgüsü (Çizim: Hale Kozlu).

-Kuru taş duvar: Harç kullanılmadan, yalnızca kuru toprak kullanılarak, basit işçilikle inşa edilen duvarlardır (Şekil 4.7). Doğru bir bağlantı ile ve mümkün olduğu kadar küçük boşluklarla inşa edilmeleri gerekir. Düşey istikametteki basınçlara karşı dayanıksızdırlar. Taşların alt yüzeyleri “helik” olarak adlandırılan küçük parçalarla beslenmişlerdir (Binan, 1961; Çorapçioğlu ve diğ., 2008a). Bahçe duvarlarında ve istinat duvarlarında kullanılmışlardır.



Şekil 4.7 : Kuru taş duvar örgüsü (Çizim: Hale Kozlu).

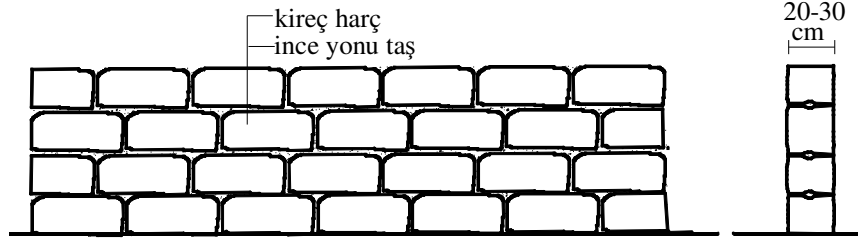
-Kaba yonu taş duvar: Moloz taş duvara göre daha özenli bir şekilde murç/çekiç ile düzeltilmiş taşlarla örülen duvarlardır (Şekil 4.8). Duvar örgüsünde görünen yüzleri dikdörtgendir. Duvar düşey düzleminden taşlar 2–3 cm. ye kadar çıkıntı yapabilmektedir. Derz payı yaklaşık 1,5–2 cm. dir (Türkçü, 1997; Tayla, 2007). Bahçe duvarlarında, subasman kotlarında, bodrum kat duvarlarında çift cidarlı duvar yüzeylerinde kullanılmış bir örgü çeşididir. Andezitik veya bazaltik tüfler kullanılmıştır.



Şekil 4.8 : Kaba yonu taş duvar örgüsü (Çizim: Hale Kozlu).

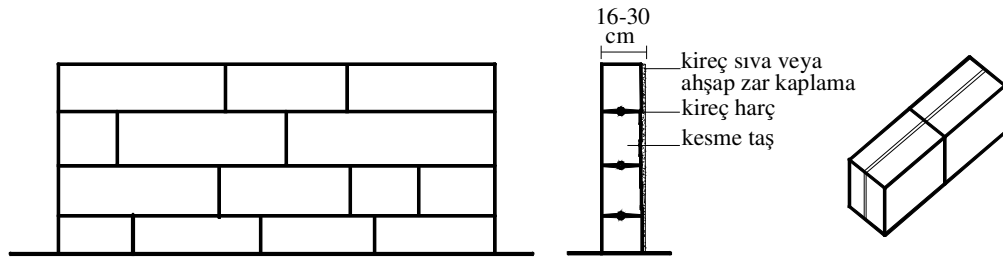
-İnce yonu taş duvar : Kaba dişlilerle işlenmiş, kaba yonulara göre daha düzgün taşlarla oluşturulmuş duvar çeşididir (Şekil 4.9). Taşlar taşçı kalem ile işlendikten sonra örgüye girmiştir. Duvar yüzeyinde görünen taşlar düzgün dikdörtgendir. Derz payı yaklaşık 1 cm. dir. Çift cidarlı duvar yüzeylerinde andezitik veya bazaltik tüfler

ile şekillendirilmişlerdir. Bu duvar çeşidi bazı kaynaklarda “derzli kesme taş duvar” olarak adlandırılmaktadır (Tayla, 2007).

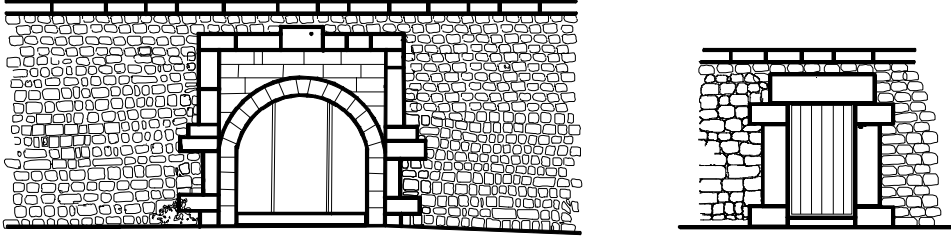


Şekil 4.9 : İnce yonu taş duvar örgüsü (Çizim: Hale Kozlu).

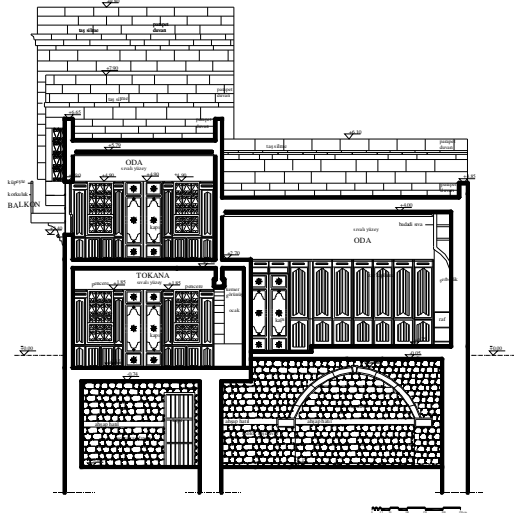
-Yanaşık derzli (akçe geçmez derzli) kesme taş duvar: İnce dişli ve kalem ile düzgün şekilde işlenmiş dik açılı taşlar, aradaki harcın görünmesine olanak vermeyecek kadar sıkı bir yanaşık derzle örülmüşlerdir (Şekil 4.10). Kaba yonu olarak ocaktan gelen taşlar, arka yüzü kısmen kaba bırakılmak suretiyle tam gönyesinde yontulduktan sonra yatak satırlarına yivler açılmıştır. Duvar örülürken bir sıra taş dizildikten sonra derzler içten ve dıştan sulu alçı ile sıvanmıştır. Deliklerin tümüne harç döküldükten sonra diğer taşlar yerleştirilmiştir. Bu şekilde örülen ve tek cidar olarak kullanılan duvarların arka yüzleri sıva veya ahşap zar ile kaplandığından derz harçları çıkarılmamış, ön yüzde ise tarak ucu ile sıyrılarak temizlenmiştir (Çakıroğlu, 1952). Duvarların kalınlığı 20–24 cm. civarında olup kullanılan taş bloklarının boyutları değişkendir. Geleneksel doku içerisinde moloz taş ile birlikte (Şekil 4.11, Şekil 4.12), çift cidarlı duvar yüzeylerinde, tek yüzey duvarlarda, tonoz ve kubbe biçimlendirmelerinde ve kapı/pencere lento ve sövelerinde kullanılmışlardır.



Şekil 4.10 : Yanaşık derzli kesme taş duvar örgüsü (Çizim: Hale Kozlu).



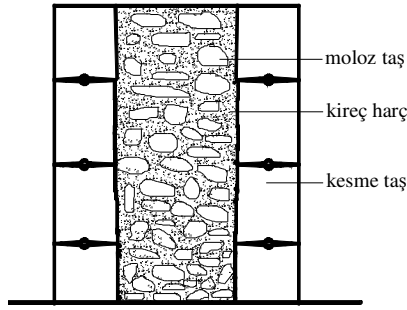
Şekil 4.11 : Moloz taş duvar-kesme taş duvar birlikteliği (Çizim: Hale Kozlu).



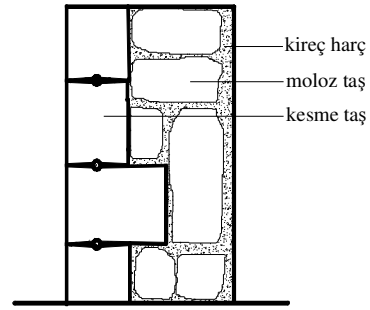
Şekil 4.12 : Yapım sisteminde moloz taş ve kesme taş kullanımı (Çizim: G. Büyükmihçi, H. Kozlu).

-Çift cidarlı duvar: Dış cepheye bakan cidarın yanaşık derzli kesme taş duvar, iç mekân duvarlarının bazen kesme bazen de moloz taş olarak örüldüğü sistemde ortaya puzolanik katkıli kireç harcı ile birbirine bağlanan küçük taşlardan oluşan bir dolgu harcı dökülmüştür (Şekil 4.13). Bu duvar tipinde yanaşık derzli kesme taş olan cidarlarda taşların 5 yüzeyi de düzgün bir biçimde şekillendirilmiş, dolgu kısmına bakan 6. yüzey kabaca şekillendirilmiştir.

-Kesme taş duvar: Yüksekliği 7 metreyi geçen bazı konut duvarlarında, kaba yonu taş duvar iç mekânda sıva veya zar ile kaplanmış, dış mekânda kesme taş duvarla kaplanmıştır (Şekil 4.14, Şekil 4.15). İki cidarı birbirine bağlamak için madeni kenetler kullanılmamış, sadece harç kullanılmıştır (Çakıroğlu, 1952).



Şekil 4.13 : Çift cidarlı duvar örgüsü.
(Çizim: Hale Kozlu).



Şekil 4.14 : Kesme taş kaplama duvar.
(Çizim: Hale Kozlu).

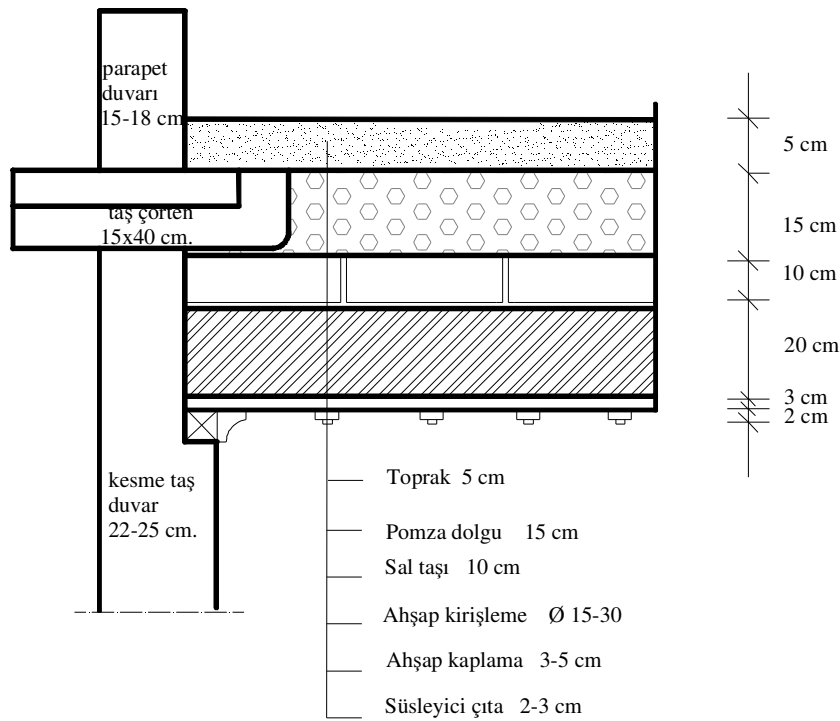


Şekil 4.15 : Geleneksel dokuda kesme taş duvar örgüsünün kullanımı (Çizim: Hale Kozlu).

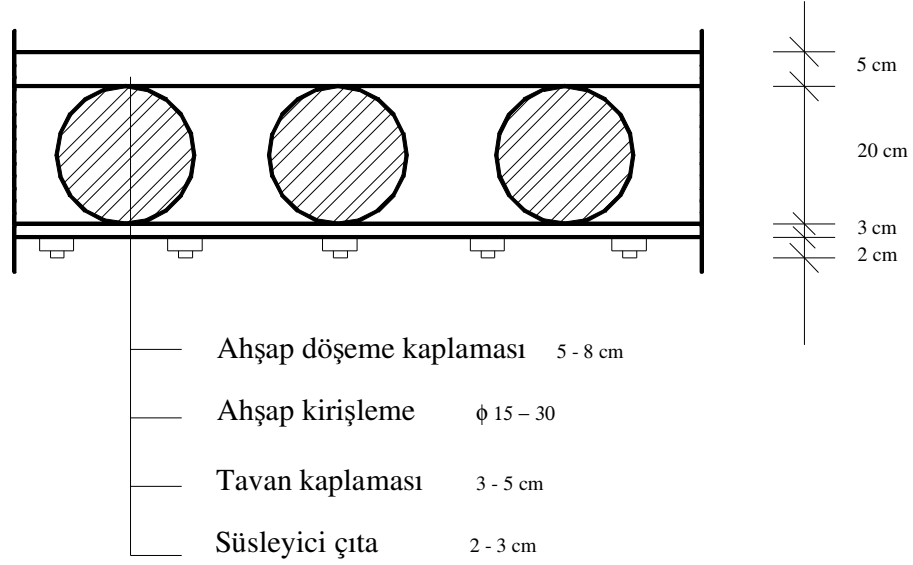
Kayseri’de Osmanlı Dönemi yapılarının tümü bölgedeki taş ocaklarından çıkarılan andezitik, trakitik, riyolitik tüfler ve bazaltlar kullanılarak inşa edilmiştir. İncelenen yapıların hiç birinde tuğla kullanımına rastlanmamıştır. Taş malzemeyle yığma yapım tekniğinde örülen duvarlar, anıtsal yapılarda kubbe, tonoz veya külahlarla örtülürken, konutlarda üst örtü için genellikle düz toprak dam tercih edilmiş, Cumhuriyet Dönemine yakın tarihlerde inşa edilmiş bazı yapılarda ise alaturka kiremitle örtülen kırma veya beşik çatılar kullanılmıştır.

Yapıların ana malzemesi olan taşın, döşemelerde de ahşap ile birlikte kullanıldığı görülmektedir. Avlu, sofa ve bazı odaların döşemelerinde, balkonlarda ve yer yer çatılarda zemin döşemesi olarak trakitik tüfler kullanılmıştır. Bölgede “sal taşı” olarak isimlendirilen tüfler, ortalama 10 cm. kalınlığında levhalar halinde kesilerek farklı desen ve boyutlarda zemin kaplamaları oluşturulmuştur.

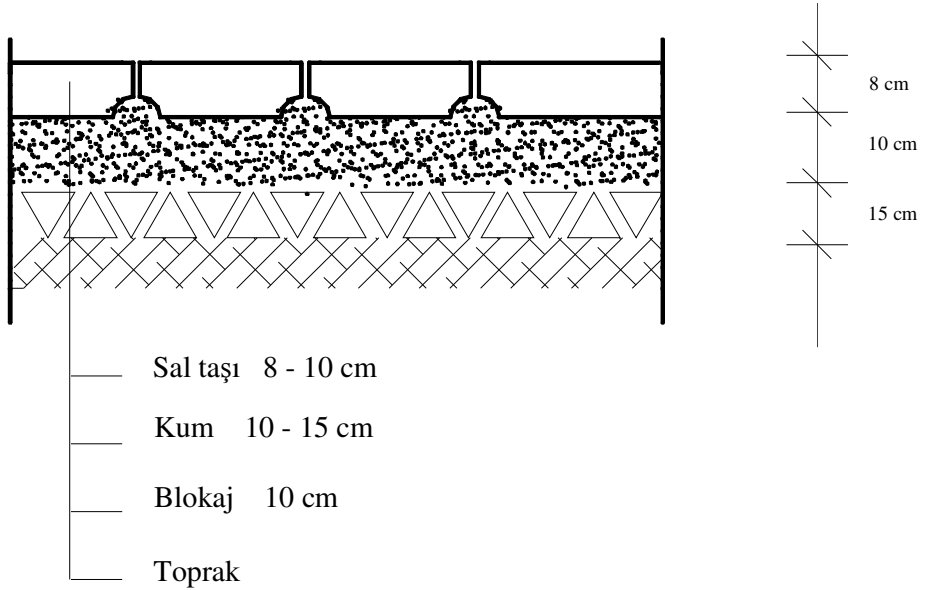
Geleneksel konutlarda kullanılan döşeme detayları incelendiğinde; çatı döşemelerinde sal taşının ahşap kirişler ve çatı döşemesi arasında kullanıldığı görülmektedir. Ahşap kirişlerin odaya bakan yüzeyleri çoğu zaman ahşap kaplanmış, yer yer çıtalarla süslenmiştir. Ahşap kirişlerin üzerine sal taşları döşendikten sonra çoğu zaman pomza, hasır, killi toprak v.b. yalıtım sağlayıcı malzemeler kullanılmış, üzerine toprak dökülmüştür. Bu toprak dam, “lo taşı” adı verilen silindirik bir taşla sıkıştırılarak kış şartlarına hazırlık yapılmaktadır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 : Düz toprak dam çatı örtüsü (Çizim: Hale Kozlu).



Şekil 4.17 : Ara kat döşemesi (Çizim: Hale Kozlu).



Şekil 4.18 : Zemine oturan döşeme detayı (Çizim: Hale Kozlu).

4.3.4.2 Osmanlı Dönemi eserlerinde harç kullanımı

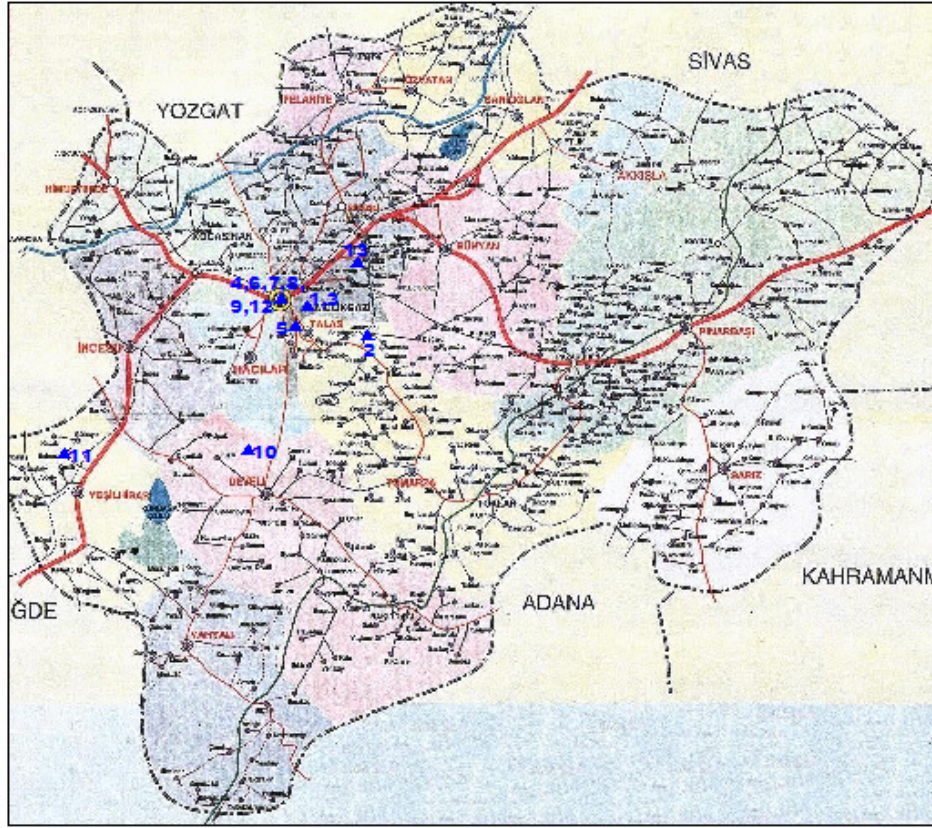
Diğer dönemlerde olduğu gibi Osmanlı Döneminde de moloz taş, kaba yonu taş ve kesme taş duvarların birleşimi kireç harcıyla gerçekleştirilmiş, Selçuklu döneminden farklı olarak duvar birleşimlerinde yer yer kenetler ve zıvanalar kullanılmıştır. Çift cidarlı duvarların temel malzemesi puzolanik katkıli kireç harcı olmuştur. İç mekânlar genellikle kireç sıvası ile sıvanmış, bazı binalarda düzgün kesme taşlar

sıvanmadan sergilenmiş, bazı binalarda ise sıva üstü bezemeler veya zar ismi verilen ahşap kaplamalar yapılmıştır. Cephelerin tümü sıva veya herhangi bir kaplama malzemesi ile kapatılmaksızın yalın bırakılmış, bezemeler taş oymaları şeklinde kendini göstermiştir.

4.4 Duvar Örgü Harçları İncelenen Yapılar

Çalışma kapsamında incelenen yapılar belirlenirken, mümkün olduğunca az onarım geçirmiş, son dönemlerde restorasyonu yapılmamış yapılar seçilmiştir. Seçilen yapıların büyük çoğunluğu yarı yıkık durumda olup kullanılmamaktadır. Bu kapsamda belirlenen ve farklı dönemlere tarihlenen 9 adet yapının (Şekil 4.19) genel mimari karakteri, geçirdiği onarımlar, yapım sistemleri ve harçların bu sistem içerisinde kullanımları incelenmiş, deneysel çalışmaları gerçekleştirilecek harçların alındığı noktalar çizim üzerinde işaretlenmiştir. Bu bağlamda, belirlenen yapılar ve dönemleri aşağıda belirtilmektedir.

- Beştepeler Kale kalıntısı: Roma Dönemi
- Kuru Köprü: Roma Dönemi
- Aziz Basilius Manastırı Kalıntıları: Erken Bizans Dönemi 4. yy.
- Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi: Selçuklu Dönemi 13. yy.
- Kızıl Köşk: Selçuklu Dönemi 13. yy.
- Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü: Osmanlı Dönemi 15. yy.
- Gön Hanı: Osmanlı Dönemi 16.yy
- Gavremoğlu Konağı: Osmanlı Dönemi 18.yy.
- Kuyumcuoğlu Konağı: Osmanlı Dönemi 19.yy.



1. Beştepeler Kale Kalıntısı
2. Kuru Köprü
3. Aziz Basilius Manastırı Kalıntıları
4. Gevher Nesibe Sultan Tıp Medr. ve Darş.
5. Kızıl Köşk
6. Güpgüpoğlu Konağı
7. Gön Hanı
8. Gavremoğlu Konağı
9. Kuyumcuoğlu Konağı
10. Gereme Panagia Kilisesi
11. Erdemli Kaya Kiliseleri
12. Setenönü Hamamı
13. Yanartaş Kilisesi

Şekil 4.19 : İncelenen yapıların Kayseri haritası üzerinde konumları.

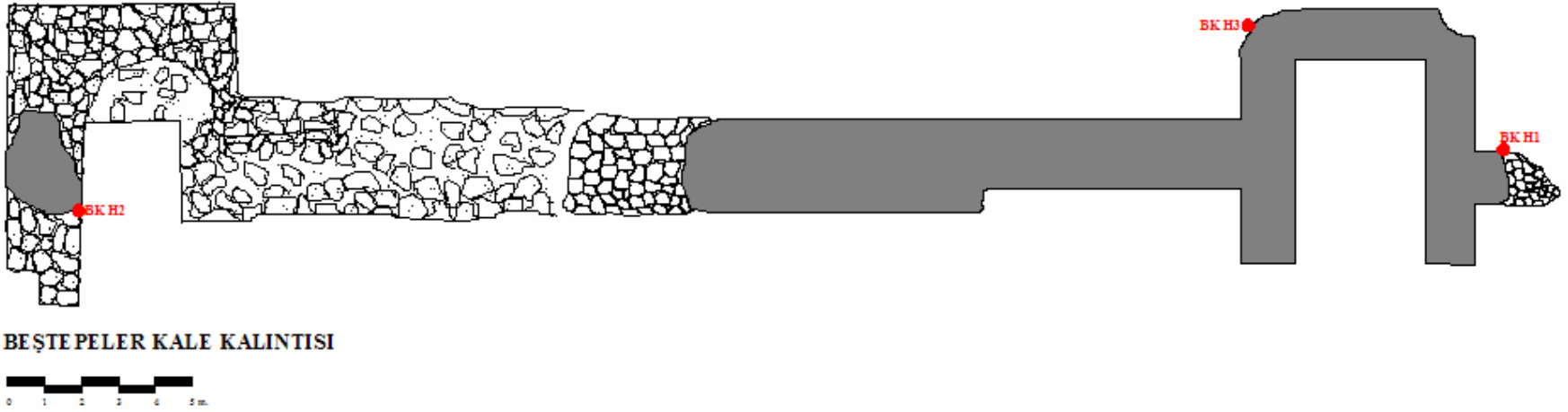
4.4.1 Beştepeler Kale Kalıntısı

İnceleme yapılmak üzere seçilen yapılardan Beştepeler kale kalıntısı, araştırmacılar tarafından Roma dönemine tarihlendirilmekle beraber günümüze gelebilen her hangi bir belge bulunmamaktadır (Çayırdağ, 2001). Şehrin ilk yerleşim yeri olarak bilinen Beştepeler-Tontar Dağı mevkiinde yüksek bir tepe üzerinde yer alan kale kalıntıları (Şekil 4.20) günümüzde kullanılmamakta olup yakın dönemlerde onarım görmediği için özgün duvar örgü harcı örneklerinin alınabileceği bir yapı parçası olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.20 : Beştepeler kale kalıntılarının genel görünümü.

Eğimli bir arazide konumlandırılan yapıdan günümüze, burç olarak kullanıldığı düşünülen duvar kalıntıları ve bu burçlar arasında uzanan sur parçası ulaşabilmiştir. Kalıntıların yakın çevresinde yer yer rastlanan küçük duvar parçaları, sur duvarlarının tepe üzerinde daha geniş bir alana yayıldığı izlenimini uyandırmaktadır. Küçük moloz taşlar ve bu taşları birbirine bağlayan kireç harçlarından oluşan bu küçük duvar parçalarının, Opus Incertum tekniğinde örülmüş duvarların çekirdekleri olduğu düşünülmektedir. Bu kalıntılar arasında en büyüğü olan ve çalışma kapsamında ele alınan sur duvarları moloz taş örgü tekniğinde bazalt tüfleri ile inşa edilmiş olup, kalınlıkları 100–280 cm. arasında değişmektedir (Şekil 4.21). Burç duvarlarının köşe birleşimlerinde yer yer iri kesme taşlar kullanılmıştır.

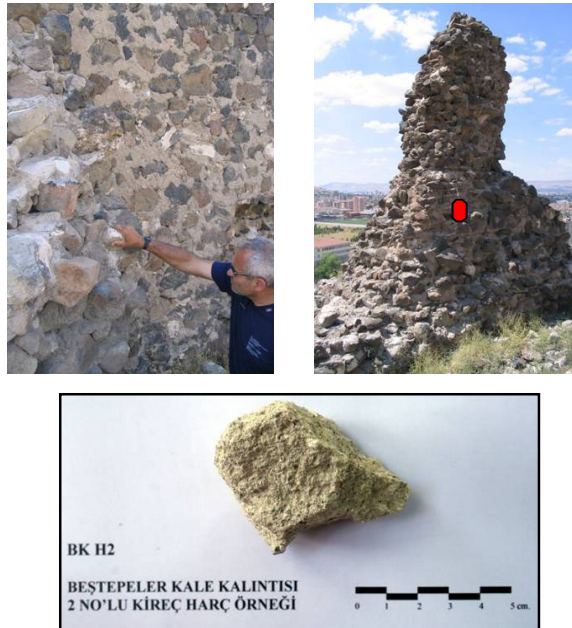


Şekil 4.21 : Beştepeliler Kale Kalıntısı planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

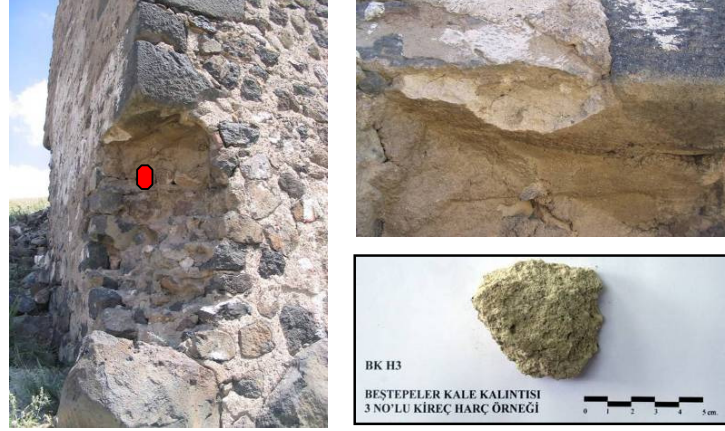
Yapıda herhangi bir sıva kalıntısına rastlanmamıştır. Taşlar arasında bağlayıcı olarak kireç harcı kullanılmış; harçlar, duvarların dış yüzeylerinde daha ince tutulurken iç kısımlarda dolgu amaçlı kalın kütleler halinde yapılandırılmışlardır. Kullanılan duvar örgü harçlarının fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik özelliklerinin anlaşılabilmesi amacıyla yapının 3 farklı noktasından örnek alınmıştır (Şekil 4.22, 4.23, Şekil 4.24).



Şekil 4.22 : BK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.23 : BK H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.24 : BK H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.

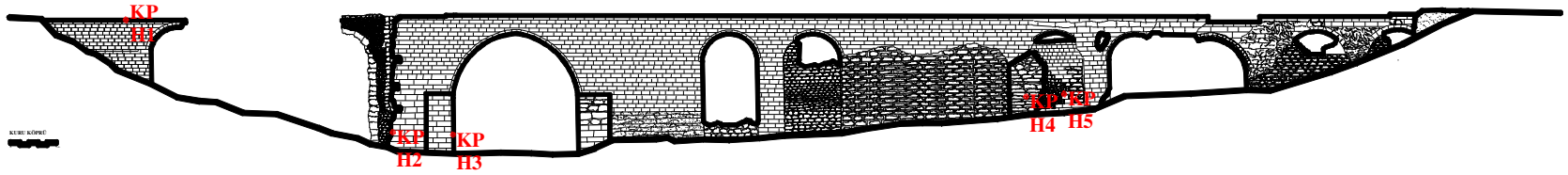
4.4.2 Kuru Köprü

Talas ilçesi Kuruköprü köyünde yer alan ve oldukça harap durumda olan Kuru Köprü (Şekil 4.25), Roma dönemine tarihlendirilmekte olup, Selçuklu döneminde kemer araları doldurularak su bendi haline getirilmiştir (Yeğen, 1993). Kullanılmayan ve oldukça harap durumda olan yapı, orijinalinde, birbirinden farklı büyüklüklerde 14 kemer açıklığından oluşmakta iken (Kayseri Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu Müdürlüğü arşivi) günümüzde bu kemerlerden bir kısmı yıkılmış, bir kısmının ise araları doldurularak kapatılmıştır.



Şekil 4.25 : Talas Kuru Köprü'nün genel görünümü.

Sandık duvar tekniğinde inşa edilen yapıda farklı örüm teknikleri ve taş cinsleri göze çarpmaktadır. Ortalama 150 cm. kalınlıkta yapılandırılan duvarlarda iki sıra kesme taş, yer yer kaba yonu taş sırasının arası moloz taşlarla doldurulmuştur (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 : Talas Kuru Köprü ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

Kesme taş duvarlarda çoğunlukla pembe yer yer gri andezit tüfleri, kaba yonu taş duvarlarda ve iç kısımdaki moloz taş dolguda ise pembe-gri andezit ve bazalt tüfleri kullanılmıştır. Kemer ayaklarını destekleyen taş payandalarda da yine aynı malzemeler ve örüm teknikleri görülmektedir. Kemer aralarının doldurulmasında kullanılan kesme taşların kenarları, birkaç cm. içeride kalacak ve çerçeve oluşturacak şekilde yontulmuştur.

Yapıdaki genel duvar örgü harcı karakterizasyonunun temsili örnekler üzerinden yapılabilmesi amacıyla farklı yükseklik ve derinlikte 5 ayrı noktadan örnek alınmıştır (Şekil 4.27, 4.28., 4.29, 4.30, 4.31).



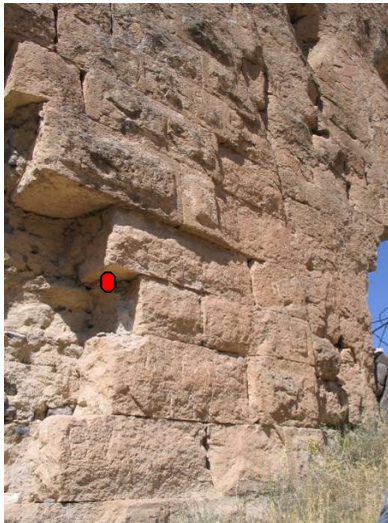
Şekil 4.27 : KP H1 numaralı duv. harcı örneği. Şekil 4.28 : KP H2 numaralı örnek.



Şekil 4.29 : KP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.



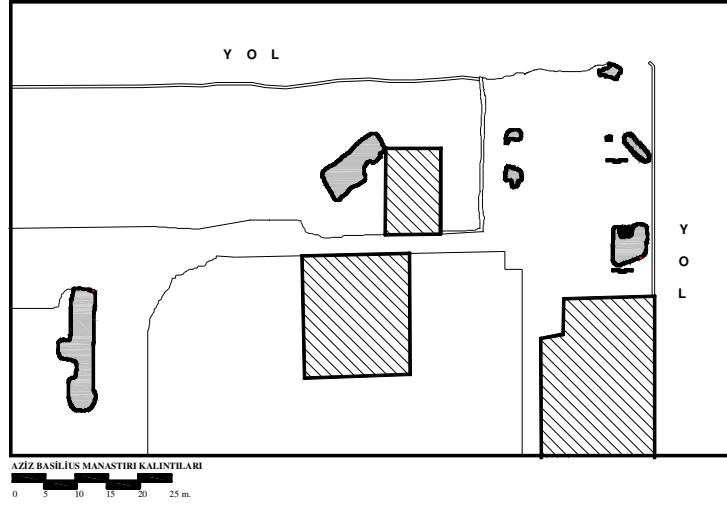
Şekil 4.30 : KP H4 numaralı duvar örgü harcı örneği.



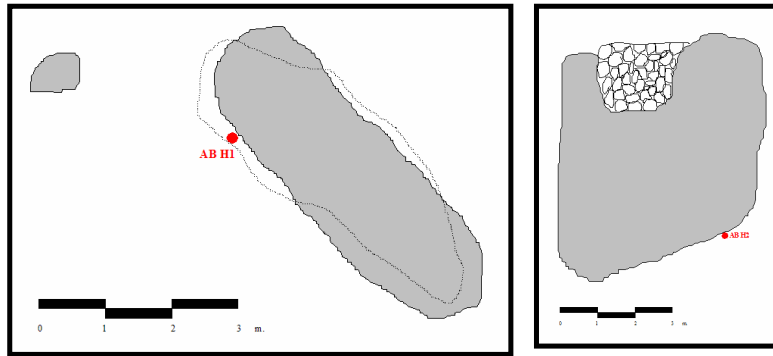
Şekil 4.31 : KP H5 numaralı duvar örgü harcı örneği.

4.4.3 Aziz Basilius Manastırı Kalıntıları

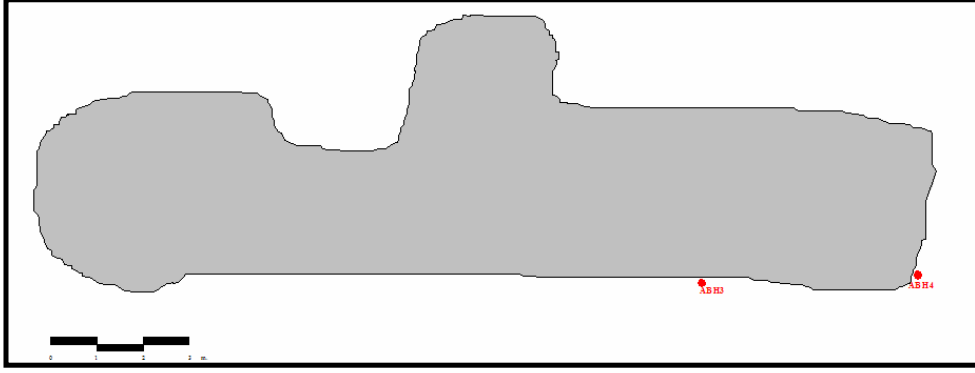
M.S. 4. yüzyılda bölgede çok etkili olan Başpiskopos Basilius tarafından yaptırılan ve Bizans dönemi örneği olarak ele alınacak olan manastır kalıntılarının, yapıldığı dönemde öksüzler yurdu, kilise, piskopos sarayı, kütüphane, rahipler için lojman, misafirhane, hastane gibi birimlerin yer aldığı bir külliye içerisinde yer aldığı düşünülmekte olup günümüze herhangi bir belge ulaşamamıştır (Restle, 1979; Karatepe, 1999). Günümüze sadece duvar kalıntıları ulaşabilmiş olan yapılar topluluğu (Şekil 4.32, 4.33, 4.34), şehrin ilk yerleşim alanlarının bulunduğu Eskişehir Bağları mahallesinde bulunmaktadır.



Şekil 4.32 : Aziz Basilius Manastırı Kalıntıları vaziyet planı (Çizim: Hale Kozlu).

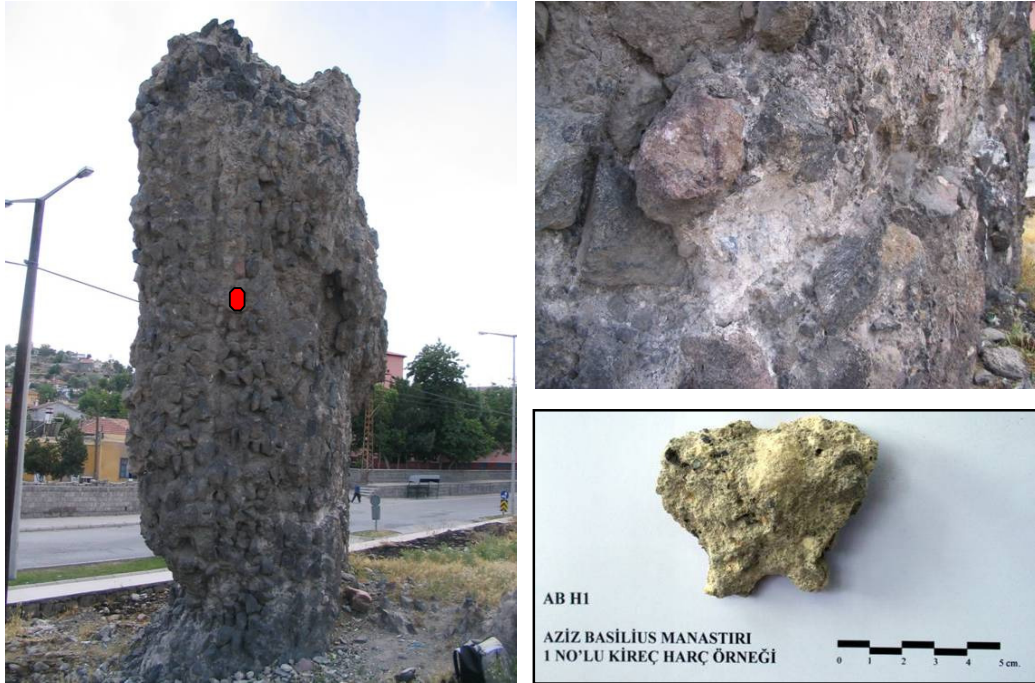


Şekil 4.33 : AB H1 ve AB H2 numaralı duvar örgü harçlarının alındığı yapı kalıntıları (Çizim: Hale Kozlu).



Şekil 4.34 : AB H3 ve AB H4 numaralı duvar örgü harçlarının alındığı yapı kalıntıları (Çizim: Hale Kozlu).

Oldukça geniş bir alana yayılmış olan duvar kalıntıları, andezit ve bazaltlarla moloz taş duvar örgü tekniği ile inşa edilmiş olup taşlar kireç harcı ile birleştirilmişlerdir. Çevredeki yapılarda devşirme olarak kullanılan çok sayıda kesme taş, yapının sandık duvar örgü tekniği ile biçimlendirilmiş ve geçen yüzyıllar içerisinde sadece ortadaki moloz taş dolgunun kalmış olabileceğini düşündürmektedir. Çalışma kapsamında bu alanda yer alan 4 farklı duvar parçasının farklı noktalarından harç örnekleri alınarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.35, 4.36, 4.37, 4.38).



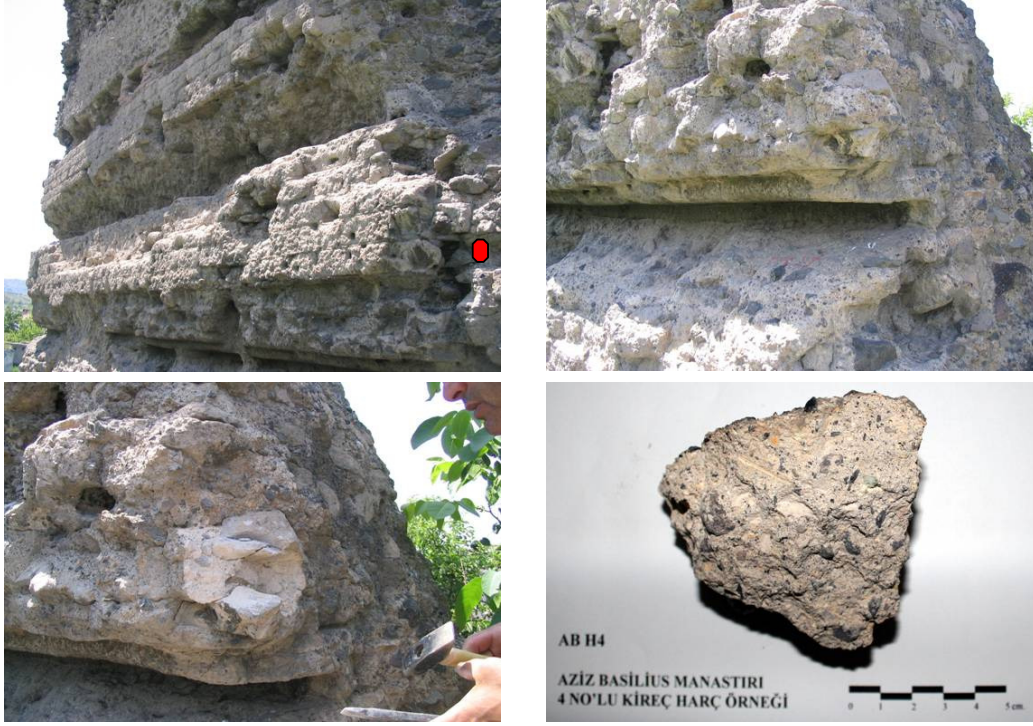
Şekil 4.35 : AB H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.36 : AB H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.37 : AB H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.38 : AB H4 numaralı duvar örgü harcı örneği.

4.4.4 Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi ve Darüşşifası

Kayseri anıtsal mimarisinin en önemli eserlerinden biri olan Gevher Nesibe Medresesi ve Darüşşifası, gerek Anadolu’da bilinen en eski Tıp Medresesi ve Hastanesi olması açısından, gerekse Selçuklu döneminin önemli bir temsilcisi olması açısından önemli bir yapıdır. 1205–1211 tarihleri arasında II. Kılıçaslan’ın kızı Gevher Nesibe Sultan adına yaptırılan yapı (Erkiletlioğlu, 1993), Bimarhane, Şifahane ve Medrese olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır.

Oldukça yalın bir cephe düzenine sahip olan yapının 4 cephesi de kesme taş andezit ve bazalt tüfleri ile örülmüş olup sandık duvar örgü tekniğine sahiptir (Şekil 4.39). Cepheye açılmış olan dikdörtgen pencereler, farklı restorasyon süreçleri içerisinde yapıya eklenmiştir.

Hasta muayene ve tedavilerinin gerçekleştirildiği Şifahane bölümü, merkezi bir açık avluyu çevreleyen revaklar ve bu revaklara açılan eyvan ve hücrelerden oluşmaktadır. Yaklaşık kare formda olan avlunun ortasında yine kare formda bir havuz yer almaktadır.



Şekil 4.39 : Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesinin genel görünümü.

Avluyu çevreleyen revak bölümleri, kare kesitli taş ayaklarla taşınan sivri kemerlerle etkili bir görünüm sergilemektedir. Sivri tonozlarla örtülü revakların gerisinde yer alan en etkili elemanlar ise eyvanlardır. Kuzeye yönelen ana eyvan, sivri tonozla örtülü olup kuzeye ve doğuya açılan 2 pencere ile aydınlanmaktadır. Giriş eyvanı dışındaki eyvanlar haçvari bir koordinat sistemi ile konumlanmış olup, kuzey-güney ve doğu-batı aksında yerleştirilmişlerdir. Her bir eyvan, revak döşemesinden 2 rıhtla yükseltilmiş olup, doğu eyvanı dışındaki eyvanlar sivri tonozlarla, doğu eyvanı ise beşik tonozla örtülmüştür. Selçuklu mimarisinin en belirgin elemanlarından olan etkili bir portalden ulaşılan giriş eyvanı ise yine sivri tonozlarla örtülmüştür. Eyvan ve revaklar kesme taş duvar, kapalı mekânlar moloz taş duvar örgü tekniği ile inşa edilmiştir. 1960'lı yıllara kadar hücreleri, revakları ve üst örtüleri büyük oranda yıkık olan Şifahane, bu tarihlerdeki restorasyon çalışması ile tamamlanmıştır.

Akıl hastalarının tedavilerinin yapıldığı bölüm olan Bimarhane, dar ve uzun bir koridora açılan 17 adet hücre ve küçük bir hamamdan oluşmaktadır. Yapının bu bölümüne, Şifahane avlusuna açılan bir koridorla ulaşılmaktadır. 1960'lı yıllara kadar toprak altında olan Bimarhane bölümünde 1969 tarihinde yapılan kazılar sonucu temel izleri ve ayakta kalabilen 2 adet hücre ortaya çıkarılmıştır. Bu

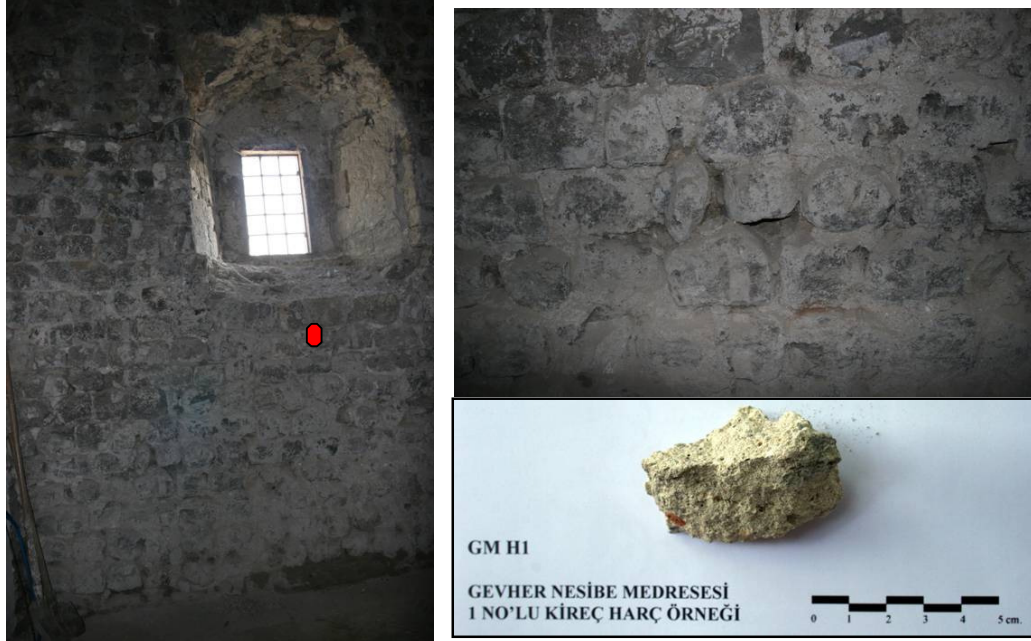
tarikhlerde gerçekleştirilen restorasyon çalışmaları ile mevcut hücreler örnek alınarak, temel izleri üzerinden yapı ayağa kaldırılmıştır (Vakıflar Genel Müdürlüğü arşivi). Hücreler arası bağlantıyı sağlayan koridor, moloz taş duvar örgü tekniğinde inşa edilmiş olup yine moloz taş örülü beşik tonozla örtülmüştür. Bu mekân, ritmik aralıklarla yerleştirilmiş kk çatı pencereleri ve cepheye açılan dar yüzeyinde yer alan geniş bir pencereyle aydınlatılmıştır. Kare mekânlar olan hücreler de yine beşik tonozla örtülü moloz taş duvarlarla yapılandırılmıştır. Tavandaki tonozlar üzerinde, çatıya açılan kare kesitli kk çatı pencereleri bulunmaktadır. Bazı hücrelerde, merkezi ses sisteminin sağlandığı söylenilen akustik kanalları mevcuttur. Bu kanalların, yapının Bimarhane olarak kullanıldığı dönemlerde, akıl hastalarının tedavisinde yararlanılan müziğin hücrelere iletilmesini sağladığı düşünülmektedir (Köker, 1996). İ meknlardaki bütün duvarlar ve tonozlar moloz taş örgü tekniği ile inşa edilmiştir. Ancak yine diğer mekânlar gibi yeniden ayağa kaldırılan hamam bölümü ve koridora açılan oda tuğla örgülü aynalı tonoz ile örtülüp imento sıva ile sıvanmıştır.

Tıp eğitiminin gerçekleştirildiği bölüm olan Medrese bölümü, şifahane ile benzer bir plan şemasına ve yapım özelliklerine sahiptir (şekil 4.40). Ancak ana eyvanın 2 tarafında 2 büyük dershane ve doğu tarafında Gevher Nesibe Sultan'ın türbesi yer almaktadır. Kripta ve mescit bölümlerinden oluşan türbenin alt katında bulunan kripta bölümünde Gevher Nesibe Sultan'ın sandukası yer almaktadır. Cepheye yükseltilerek sivri külahla örtülen mescit bölümü, bu klahın başlangıç noktasında yer alan mazgal pencerelerle aydınlatılmıştır. Vakıflar Genel Müdürlüğü arşivinden elde edilen proje ve bilgilere göre Medrese bölümünün özgün duvarlarını büyük oranda koruduğu anlaşılmaktadır.

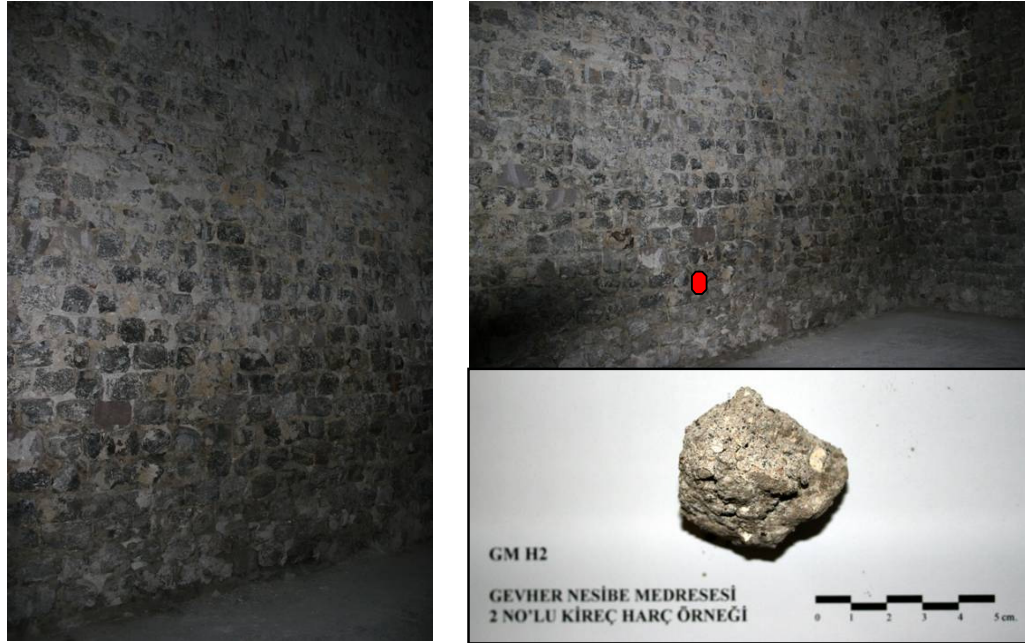


Şekil 4.40 : Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: G. Büyükmihçi, H. Kozlu, H. Eldek).

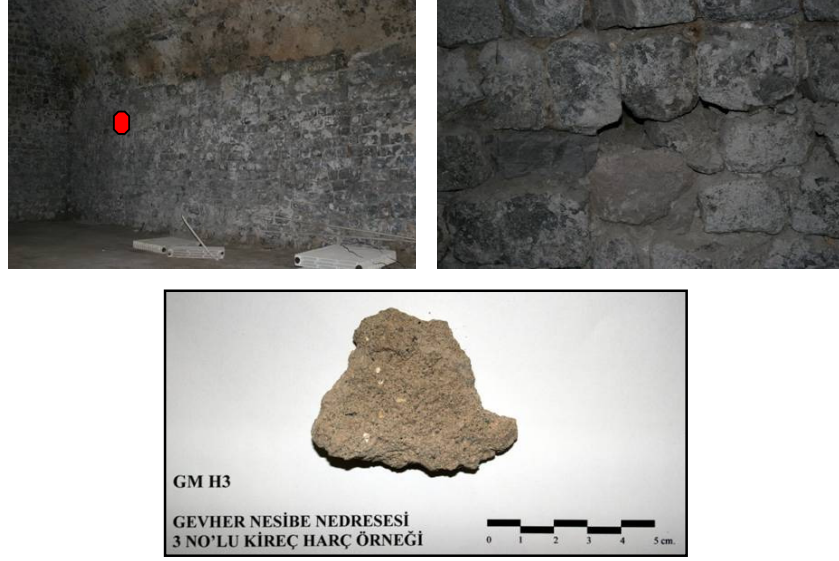
Yapının harç karakterizasyonunun temsili örnekler üzerinden yapılabilmesi amacıyla, orijinalitesini diğer bölümlere göre daha fazla koruyabilmiş olan Medrese bölümünün 3 farklı mekânından duvar örgü harcı örnekleri alınarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.41, 4.42, 4.43).



Şekil 4.41 : GM H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.42 : GM H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.



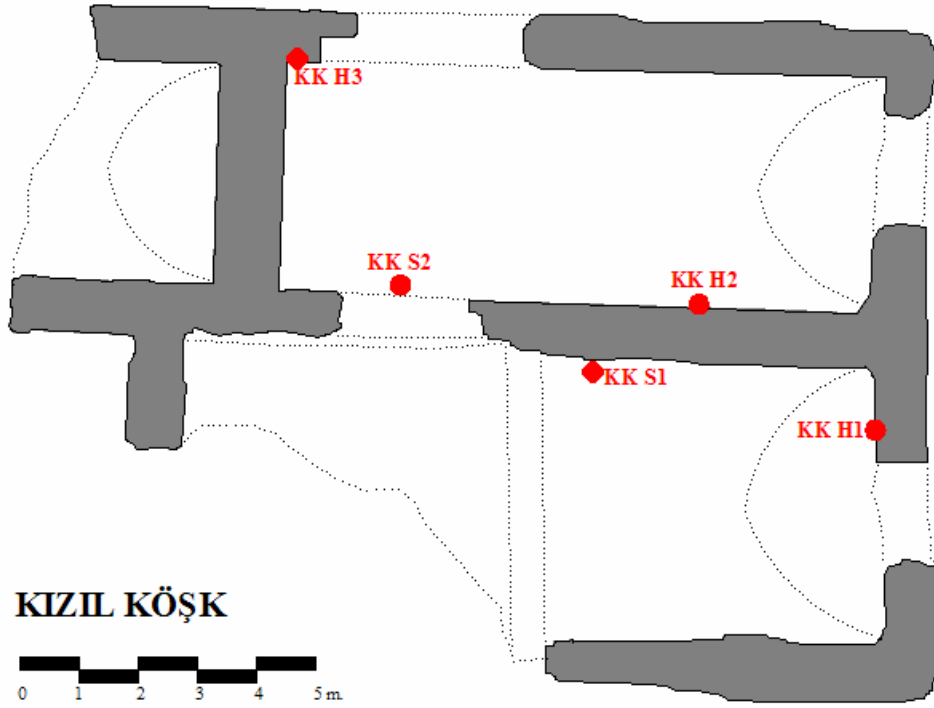
Şekil 4.43 : GM H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.

4.4.5 Kızıl Köşk

13. yy. sonlarında Sultan II. Gıyaseddin Keyhüsrev tarafından Kızıl Tepe önüne yaptırılmış olan Kızıl Köşk (Şekil 4.44), ilk yapıldığı dönemlerde, sandık duvar tekniğinde inşa edilmiş, firuze çini parçaları ile kaplı, beşik tonozlu iki mekândan oluşurken, günümüze sadece duvarların kireç harcı dolgulu moloz taş örgülü iç kısımları gelebilmiştir (Şekil 4.45). Bu kalıntılar, duvarın her iki yüzeyinde düzgün kesme taşların kullanıldığı, kesme taşların arasına moloz taşlar ve kireç harçlarının doldurularak kalın ve sağlam bir duvar elde edildiği sandık duvar yapım tekniğinden kalan duvar çekirdekleridir. Oldukça harap durumda olan yapı Selçuklu Döneminde tekke olarak kullanılmıştır (Eravşar, 1998; Çayırdağ, 2001).



Şekil 4.44: Kızıl Köşk kalıntılarının genel görünümü.



Şekil 4.45: Kızıl Köşk planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

Hem duvar örgü harçları hem de sıva harçları incelenen yapının farklı mekân ve yüksekliklerinden 3 ayrı noktadan harç örnekleri alınmıştır (Şekil 4.46, 4.47, 4.48).



Şekil 4.46 : KK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



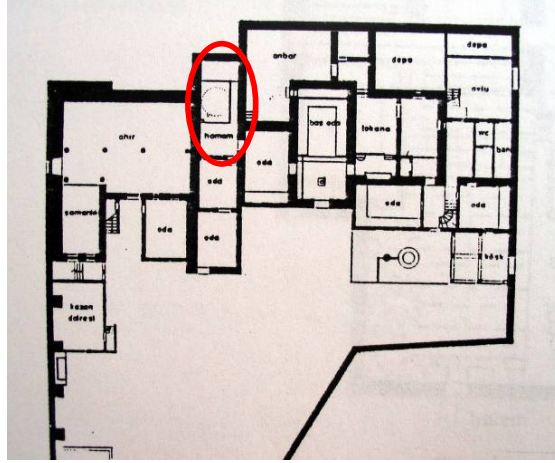
Şekil 4.47 : KK H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.48 : KK H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.

4.4.6 Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü

Geleneksel Kayseri evleri arasında en eski tarihli yapı olan Güpgüpoğlu Konağı, 15. yy. ortalarında inşa edilmiş, ekleme ve değişiklikler 18. yüzyıla kadar devam etmiştir (Çakıroğlu, 1952). Harem ve selamlık bölümlerinden oluşan yapı, avlulu bir plan şemasına sahiptir (Şekil 4.49). Şehir surlarına bitişik olarak konumlandırılan konak günümüzde Etnografya Müzesi olarak kullanılmaktadır.

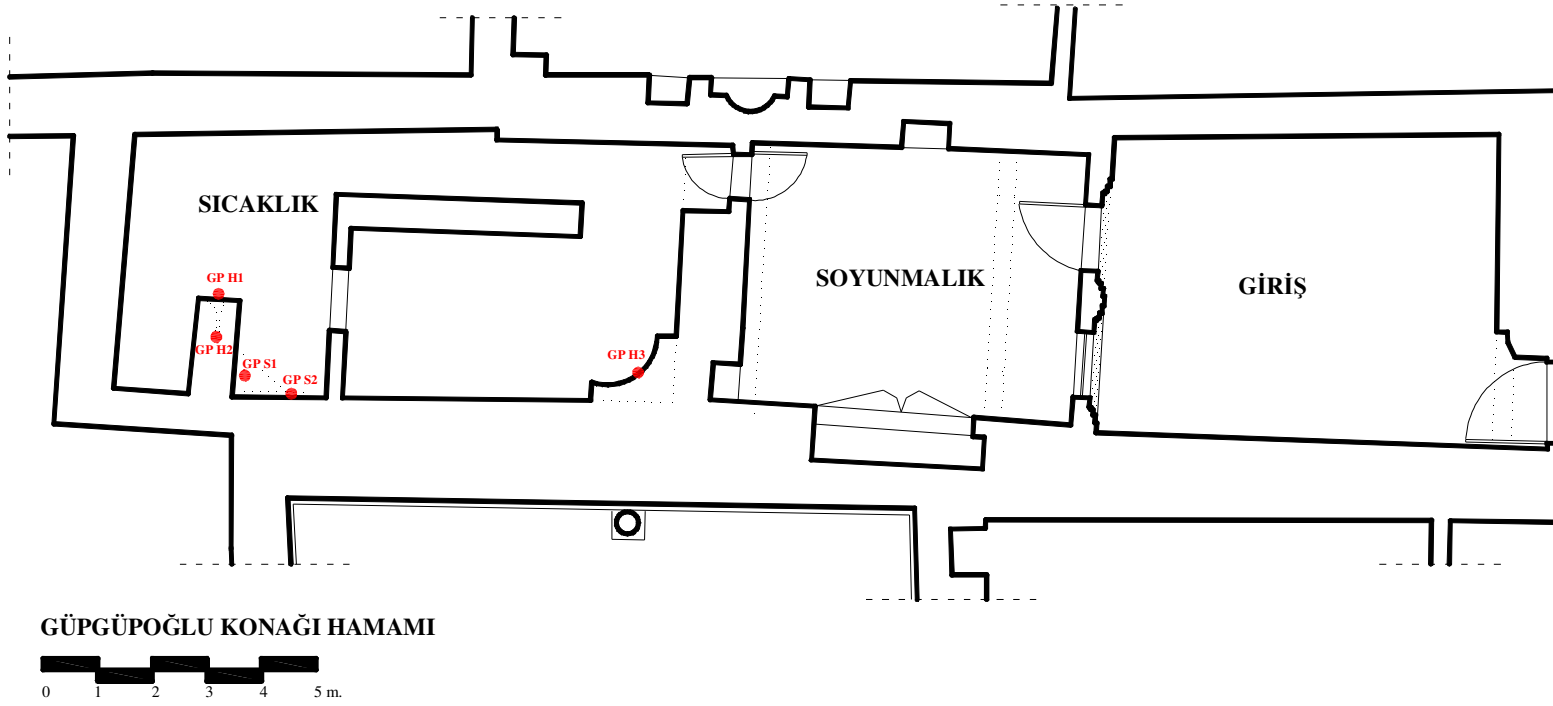


Şekil 4.49 : Konak içerisinde hamamın konumu (Çakıroğlu 1952; İmamoğlu, 1992).

2 katlı yapının duvarları andezit ve bazalt tüfleriyle inşa edilmiştir (Şekil 4.50). Zemin katın bazı bölümlerinde ve bahçe duvarlarında moloz taş örgü tekniği ve sandık duvar örgü tekniği kullanılırken üst kat duvarlarında tek sıra kesme taş duvar örgü tekniği kullanılmıştır. Cephelerde ve servis mekânı olarak kullanılan bazı iç mekânlarda sıva v.b. herhangi bir kaplama malzemesi kullanılmamış, diğer iç mekânlar ise zarlarla kaplanmıştır. İncelenen hamam bölümü zemin katta yer almaktadır (Şekil 4.51).



Şekil 4.50 : Güpgüpoğlu Konağı avlusundan genel görünüm.



Şekil 4.51 : Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

Farklı dönem eklerine sahip olan yapının avlusundan ulaşılan hamam bölümü günümüze kadar hiç onarım görmemiş bazı duvarlara sahip olup, oldukça harap bir durumdadır. Giriş, soyunmalık ve sıcaklık bölümlerinden oluşan hamamın avludan ulaşılan giriş bölümü bir çeşit rüzgârlık görevini görmektedir (Şekil 4.52). Duvarları ve tavanı tamamen bezemeli ahşap zarflarla kaplanmış olan soyunmalık bölümü oldukça özenli bir işçilikle yapılandırılmış olup günümüzde müzenin deposu olarak kullanılmaktadır. Giriş bölümüne açılan kapı ve yanındaki kemerli pencerenin söve taşları farklı siyah boya ile boyanarak motiflendirilmiştir.



Şekil 4.52 : Hamam girişi ve soyunmalık bölümü.

Sıcaklık bölümü, soyunmalık bölümünden taş basamaklarla yükseltilmiştir. Ancak döşeme ve tavanı tamamen yıkılmıştır. Moloz taş duvar örgü tekniğinde inşa edilen duvarlar, son dönem onarımlarında çimento harcı ile derzlenmiştir. Yine aynı onarımlar esnasında mekânın ortasına amacı belirlenemeyen bir taş duvar örülmüştür (Şekil 4.53).



Şekil 4.53 : Sıcaklık bölümünün genel görünümü.

Günümüzde mevcut olmayan ancak ev sahipleriyle yapılan görüşmeler sonucu kubbe olduğu belirlenen üst örtü ile duvarlar arasındaki geçişi sağlayan tromplar, bu trompların üstündeki moloz taş duvar ve yıkılmış olan bacanın arka duvarı, mekânın müdahale görmemiş yapı elemanlarıdır. Trompu taşıyan yan duvar, çift sıra kesme taş ile örülmüş olup ortası küçük moloz taşlar ve harç ile doldurulmuştur. Tromp ise düzgün profilendirilmiş kesme taşlarla inşa edilmiştir. Dairesel formulu baca arka duvarı da yine moloz taşlar kullanılarak şekillendirilmiştir.

Konağın hamam bölümü genel olarak incelendiğinde, giriş ve soyunmalık bölümlerinin orijinal ahşap zar ve tavanlarla kaplanmış duvarlara sahip olduğu, zar kaplı olmayan duvarların ise bitişik derzli inşa edildiği görülmektedir. Bu durum, giriş ve soyunmalık bölümlerinden örnek alınmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle günümüzde büyük oranda tahrip olmasına rağmen onarım veya ek yapılmamış olan sıcaklık bölümünden 3 farklı yükseklik ve derinlikten duvar örgü harcı örnekleri alınmıştır (Şekil 4.54, Şekil 4.55, Şekil 4.56).



Şekil 4.54 : GP H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.55 : GP H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.56 : GP H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.

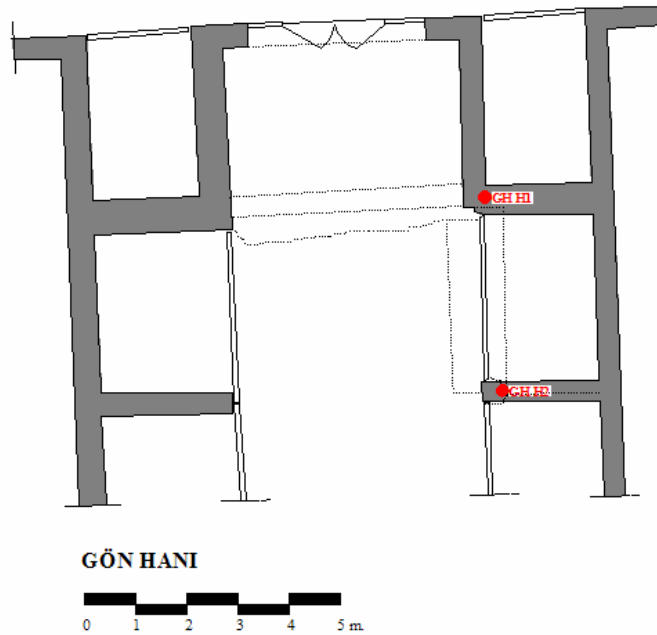
4.4.7 Gön Hanı

Piri Paşa Hanı olarak da bilinen Gön Hanı, Kapalı Çarşı'nın doğusunda olup, günümüzde oldukça harap durumdadır (Şekil 4.57). 16. yüzyılda inşa edilmiş olan yapı dericilerin kullanımı amacıyla Piri Mehmet Paşa tarafından yaptırılmıştır (Çayırdağ, 2001).



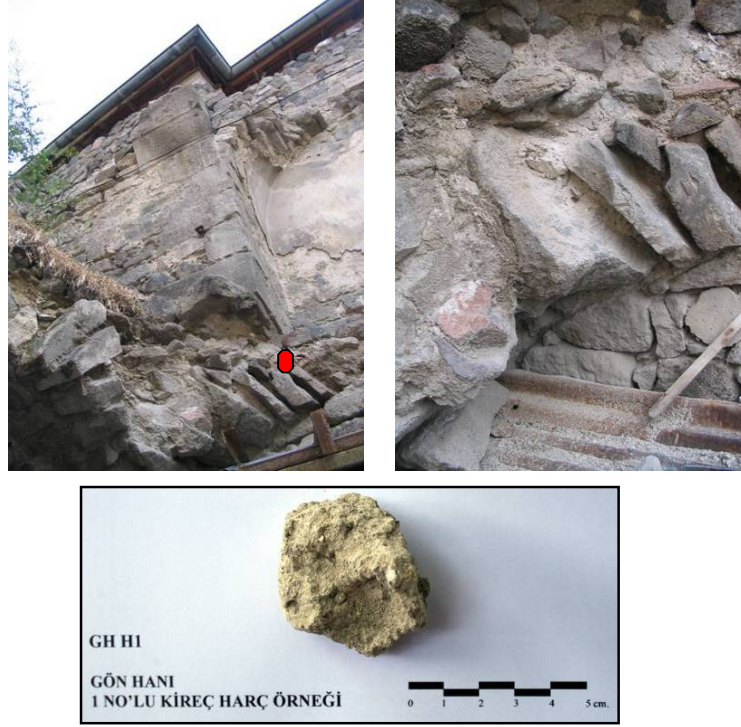
Şekil 4.57 : Gön Hanı genel görünümü.

Kapalı Çarşı içerisinde kemerli bir kapı ile ulaşılan han, açık avlulu ve 2 katlı bir plan şemasına sahiptir. Uzun süre kullanılmadığı için avlu etrafındaki dükkanlar ve üst kat yıkılmış, zemin kata briket duvarlarla yeni mekanlar inşa edilmiştir. Yapıdan günümüze ulaşabilen tek özgün bölüm, Kapalı Çarşı ile ulaşımı sağlayan giriş kapısı ve bu kapının üstünde yer alan duvar parçalarıdır (Şekil 4.58).



Şekil 4.58 : Gön Hanı'ndan günümüze kalan duvarlar ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

Üst kattaki kemer ayakları ve kapının etrafındaki söveler ile kemerler büyük boyutlu kesme taşlarla, tonoz ve duvarlar moloz taşlarla biçimlendirilmiştir. Yapının harç karakterizasyonunun temsili örnekler üzerinden yapılabilmesi için özgün bölümlerden 2 adet duvar örgü harcı örneği alınmıştır (Şekil 4.59, Şekil 4.60).



Şekil 4.59 : GH H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



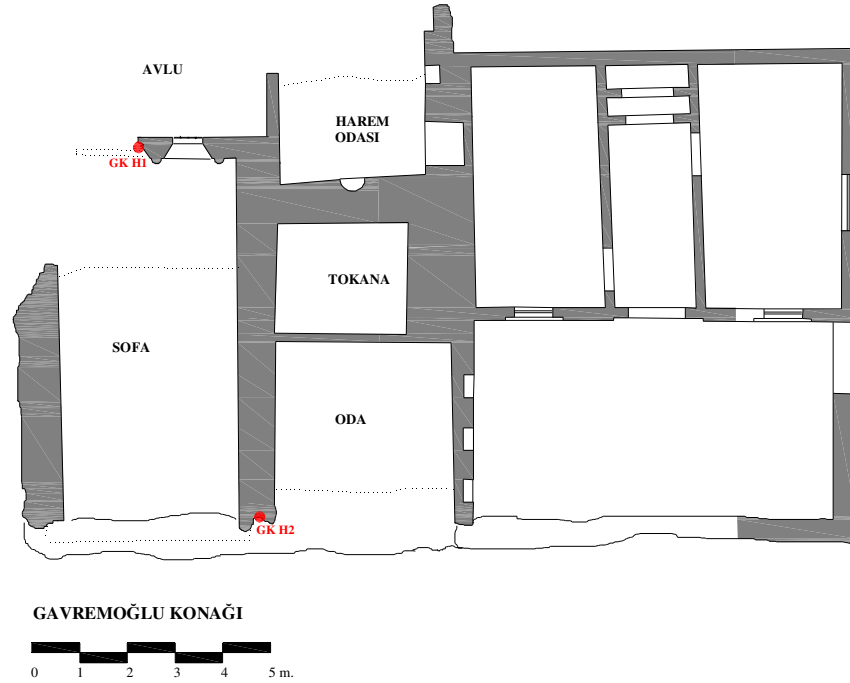
Şekil 4.60 : GH H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.

4.4.8 Gavremoğlu Konağı

1774 yılında inşa edilmiş olan Gavremoğlu Konağı (İmamoğlu, 1992), günümüzde oldukça harap durumdadır (Şekil 4.61). Avlulu bir plan şemasına sahip olan yapının sadece zemin katının 3 odası ayaktaadır (Şekil 4.62). Döşemeleri tamamen çökmüş olan mekânların ahşap tavan kirişleri büyük oranda yıkılmıştır. Orijinalinde oldukça özenli bir ahşap işçiliğine sahip olan yapının tavan, zar ve dolap kapakları yok olmuştur. Daha sonraki dönemlerde yapıya eklenmiş olan ve ayrı bir avludan ulaşımı sağlanan bölümün bir odasında ahşap zar ve tavan kaplamaları bulunmaktadır.



Şekil 4.61 : Gavremoğlu Konağı genel görünümü.



Şekil 4.62 : Gavremoğlu Konağı planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

Yapının duvarları sandık duvar örgü tekniği ile inşa edilmiştir. Çift sıra kesme taş olarak örülen duvarların arası moloz taşlar, toprak ve kireç harcı ile doldurulmuştur. Yapının harç karakterizasyonunun temsili örnekler üzerinden yapılabilmesi için 2 ayrı noktadan duvar örgü harcı örnekleri alınmıştır (Şekil 4.63, Şekil 4.64).



Şekil 4.63 : GK H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.64 : GK H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.

4.4.9 Kuyumcuoğlu Konağı

Kayseri Kentsel Sit Alanı, Tavukđu mahallesi içerisinde yer alan Kuyumcuoğlu Konağı, 19. yüzyılda inşa edilmiş olup geleneksel Kayseri evi tipolojisinde önemli bir yere sahiptir (şekil 4.65). Büyük oranda yıkılmış olmakla beraber, orijinal plan şeması hala okunabilmektedir.

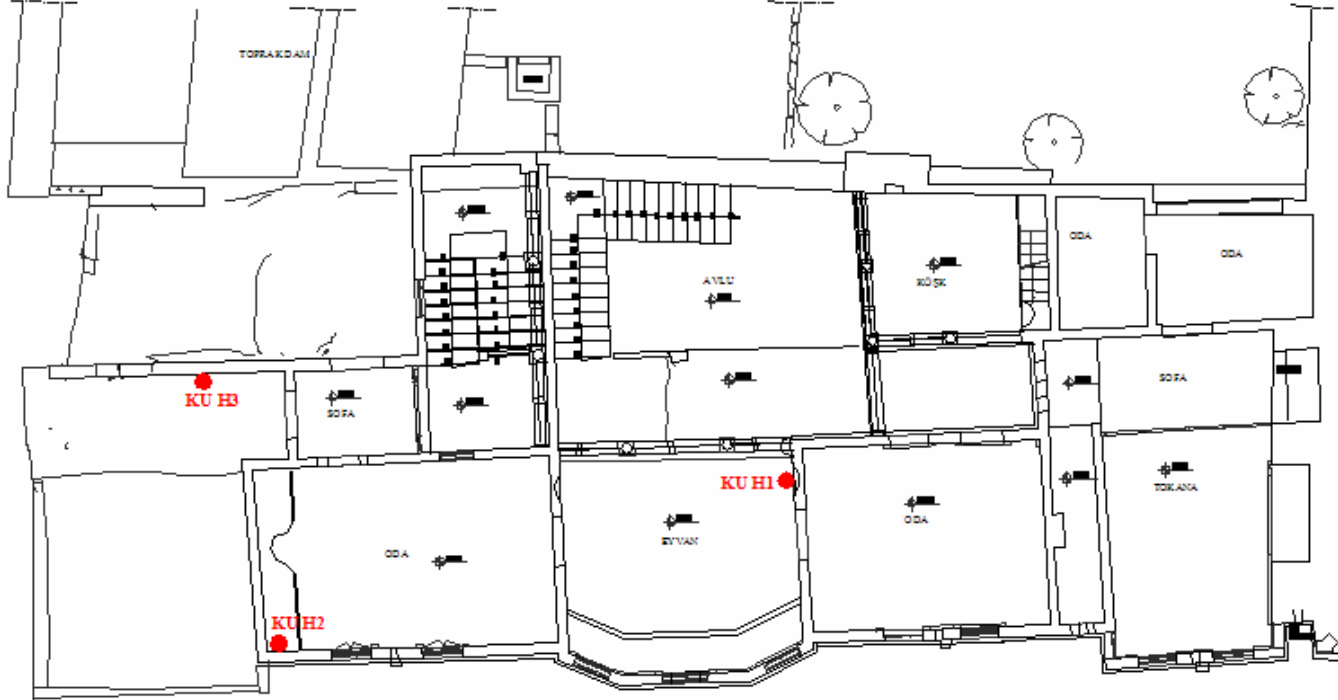


şekil 4.65 : Kuyumcuoğlu Konağı genel görünümü.

Günümüzde iki ayrı bölüm olarak kullanılan yapının plan şeması incelendiğinde orijinalinde 1 ve 27 parselleri kapsayan tek bir yapı olduğu anlaşılmaktadır. Zamanında harem ve selamlık girişleri olarak kullanıldığı tahmin edilen iki özgün girişten yapının iki ayrı bölümüne ulaşılmaktadır. Zemin katta, sofaya açılan 2 oda, tokana ve st kata ulaşımı sağlayan merdiven bulunmaktadır. Merdivenin sağında yer alan ve 27 parselle bağlantıyı sağlayan taş sütunlar ve kemerlerin arası sonradan örülerek bina 2 farklı ailenin kullanabileceği iki farklı ev olarak düzenlenmiştir.

Bayram Sokaktan girilen ve 27 parselde bulunan bölüm, avlulu bir plan şemasına sahiptir (şekil 4.66). zgn döşemesi sal taşı kaplı olan avlunun büyük bölümünde taşların üzerine beton döşeme yapılmıştır. İki sütun sırası ile arkadlı bir görünüm sergileyen avlunun açık bölümünde st kata ulaşımı sağlayan merdiven yer almaktadır. Yarı açık bölümünde ise, iki oda, tokana ve evin helası bulunmaktadır.

Avludaki taş merdivenlerle st katta konumlandırılan açık sofaya ulaşılmaktadır. Yarı açık bir mekân olan eyvan, köşk ve üç odanın açıldığı sofa, 3 tarafını vreleyen taş kemer ve sütunlarla oldukça etkileyici bir mekândır. Çokgen çıkması, taş sedirleri, kemerli pencereleri, ahşap tavanı ve genel oranı ile oldukça zengin bir mekân olan sofanın yanında yer alan odanın tavanı ve döşemesi ahşap kaplama olup, avluya ve sokağa bakan iki duvarında pencereler yer almaktadır.



KUYUMCUOĞLU EVİ



Şekil 4.66 : Kuyumcuoğlu Konağı planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: G. Büyükmihçi, H. Kozlu).

Yalçın Sokak ve Bayram Sokağın birleştiği köşede yer alan yapı, gönye, çokgen ve dikdörtgen çıkmaları, bezemeli taş konsolları, taş silmeleri ve pencereleri ile oldukça hareketli bir cephe karakteri sergilemektedir. Simetri ekseninin ortasında konumlandırılan üst kat sofasının gönye çıkması, cephenin en etkili elemanıdır.

Geleneksel Kayseri evi yapım sisteminin tipik bir örneğini yansıtan yapı bir bodrum kat üzerinde yığma taş sistemle iki kat olarak yapılandırılmıştır. Yapının tüm duvarları, işlenmesi kolay bir taş türü olan andezit esaslı düzgün kesilmiş "yonu" taşı ile 18–23 cm kalınlığında örülmüştür. Yapım sisteminin önemli bir elemanı olan çıkmalar Yalçın Sokak cephesinde gönye çıkma, Bayram Sokak cephesinde ise çokgen çıkma şeklinde biçimlendirilmiş olup ahşap hatıllar üzerine oturtularak taş konsollar ile taşınmıştır. Mimaride geleneksel bir sistem olan kesme taş duvarın ahşap tabanlar üzerine oturtulması işlemi tüm Kayseri evlerinde olduğu gibi Kuyumcuoğlu evinde de kullanılmış özgün bir özelliktir (Büyükmihçı, 1997). Mekân açıklıklarının ahşap kirişleme sistemi ile geçildiği evde kirişlerin iç mekâna bakan yüzlerine dekoratif özelliklere sahip ahşap tavanlar çakılmıştır. Üst katta ve zemin katta yer alan yarı açık mekânların avluya bakan yüzeyleri yuvarlak kemerlerle profillendirilmiş olup tek parça taştan oluşan sütunlarla taşınmıştır. Girişin karşısında yer alan ve zemin katta moloz taş örgü tekniği ile örülen avlu duvarlarının üst kat seviyesinde düzgün kesme taş duvar örgüsüne dönüşmesi başka hiçbir evde rastlanmayan bir özellik olup hangi örgünün özgün olduğu anlaşılamamıştır. Açık avludan üst kata ulaşan merdiven ara sahanlığa kadar taş duvarlarla taşınırken sahanlıktan üst kata kadar olan bölümü birbiri üstüne binen taşların ahşap kirişlere oturtulması ile taşınmıştır. Mekân açıklıklarının ahşap kirişleme sistemi ile geçildiği evde çatı düz toprak dam ile kapatılmış olup çatı suyu taş çörtlenler ile alınmıştır.

Yapının harç karakterizasyonunun temsili örnekler üzerinden yapılabilmesi için 3 farklı noktadan duvar örgü harcı örnekleri alınmıştır (Şekil 4.67, Şekil 4.68, Şekil 4.69).



Şekil 4.67 : KU H1 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.68 : KU H2 numaralı duvar örgü harcı örneği.



Şekil 4.69 : KU H3 numaralı duvar örgü harcı örneği.

4.5 Sıva Harçları İncelenen Yapılar

Kayseri geleneksel yapım tekniğinde, yapıların cephelerinde sıva kullanımına rastlanmamaktadır. (İmamoğlu, 1992; Büyükmihç, 1997). Bu bölümde, farklı

dönemlere tarihlenen 8 adet yapının genel mimari karakteri, geçirdiği onarımlar, yapım sistemleri ve sıva harçlarının bu sistem içerisinde kullanımları incelenmiştir (Şekil 4.19). Deneysel çalışmaları gerçekleştirilen sıva harçlarının alındığı noktalar çizim üzerinde işaretlenmiştir. Bu bağlamda incelenen yapılar ve dönemleri aşağıda belirtilmektedir:

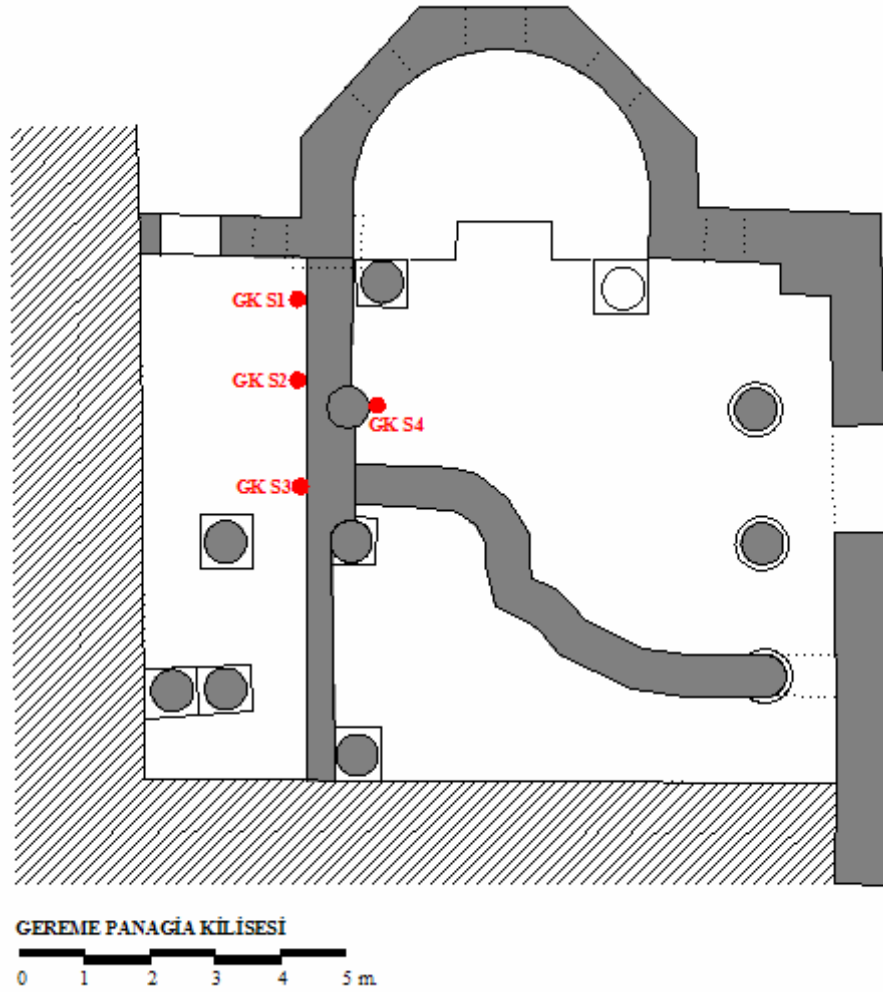
- Gereme Panagia Kilisesi: Bizans Dönemi 6.yy.
- Yeşilhisar Erdemli köyü Kilise Camii: Bizans Dönemi 11.yy.
- Yeşilhisar Erdemli köyü St. Nikolaos Kilisesi: Bizans Dönemi 11.yy.
- Kızıl Köşk: Selçuklu Dönemi 13. yy.
- Erdemli Eustathios Kilisesi: 14. yy.
- Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü: Osmanlı Dönemi 15. yy.
- Setenönü Hamamı: Osmanlı Dönemi 18. yy.
- Darsiyak Yanartaş Rum Kilisesi: Osmanlı Dönemi 19. yy.

4.5.1 Gereme Panagia Kilisesi

Gereme yerleşimi, Erciyes Dağı eteklerinde, Develi ilçesi'ne 15 km. uzaklıkta bulunan Soysallı köyünün yaklaşık 1000 m. yukarısında konumlandırılmıştır. Ulaşımı oldukça zor olan ve M.S. 6 yüzyıla tarihlendirilen Gereme harabelerinde son yıllara kadar herhangi bir arkeolojik araştırma kazısı yapılmamıştır. 2005 tarihinde Kayseri Arkeoloji Müzesi tarafından gerçekleştirilen temizleme çalışmaları ile büyük oranda toprak altında kalmış olan bir kilise ve yanındaki mezar yapısı açığa çıkarılmış, bu yapılardan oldukça yukarıda konumlanmış olan bir hamamın kalıntıları bulunmuştur. Yine bazilikal plan şemasına sahip birçok kilise ve farklı plan şemalarında yapı türlerine ait temeller ve su arkları bulunmuştur (Karakaya, 2003).

Bazilikal plan şemasına sahip olan yapı, geniş bir orta nef ile kuzey ve güneyinde iki yan neften oluşmaktadır (Şekil 4.70). Nefler birbirinden 4 sıra sütunla ayrılmaktadır (Şekil 4.71). Arazideki eğim nedeniyle kuzey ve batı duvarları toprak altında kalmıştır. Doğuda yer alan apsis, içerde dairesel bir plan şemasına sahipken, dış cephede beşgen bir şema ile şekillendirilmiş, kemerli 3 adet pencere ile aydınlatılmıştır. Yine aynı cephede, kuzey nefine açılan bir giriş kapısı ve

apsistekiler ile aynı boyut ve formda kemerli bir pencere yer almaktadır. Narteksi bulunmayan yapının ana girişi güney cephesinden sağlanmaktadır. Rott ve Restle'nin çizimlerinde bu cephede 3 adet pencere görülmekle birlikte günümüzde böyle bir iz saptanamamıştır. Kilisenin orta ve kuzey nefini ayıran sütunların arasına örülen kesme taş duvarın plan şemasına aykırılığı nedeniyle sonradan yapıya eklendiği düşünülmektedir. 1842 tarihli seyahatnamelerde de mevcut olduğu görülen (Hamilton, 1842) bu duvarın yapıya hangi tarihte eklendiği anlaşılamamıştır.



Şekil 4.70 : Gereme Panagia Kilisesi planı ve örnek alınan noktalar
(Çizim: Hale Kozlu).

Yapının batı tarafına eklenen moloz taş duvar ise, bu bölümün çevre köylerde yaşayanlar tarafından hayvan barınağı olarak kullanılması üzere yapılmıştır. Günümüze ulaşamayan üst örtü konusunda ise herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Düzgün kesme taşlarla inşa edilen yapıda oldukça büyük ve farklı boyutlarda andezit ve bazalt tüfleri kullanılmıştır. Yapıda kullanılan taşların, Develi yakınlarındaki Bakırdağı taş ocaklarından getirildiği tahmin edilmektedir.



Şekil 4.71: Gereme Panagia Kilisesi genel görünümü.

Araştırmacılar tarafından 6. yüzyıla tarihlendirilen yapılar topluluğu, (Rott, 1908; Özgüç, 1955; Restle, 1979) Erciyes Dağı'nın soğuk iklimi, define arayıcıları ve herhangi bir koruma alanı içerisinde olmaması nedeniyle harap durumda bulunsa da; bu yükseklikte hava kirliliğinin olmaması, şehrin büyük bir bölümünün toprak altında kalması, taşıt ulaşımını sağlayan yollar bulunmaması ve ancak yaya olarak tırmanarak ulaşılabilmesi sayesinde malzeme ve plan şeması bozulmaları minimum düzeyde kalmıştır.

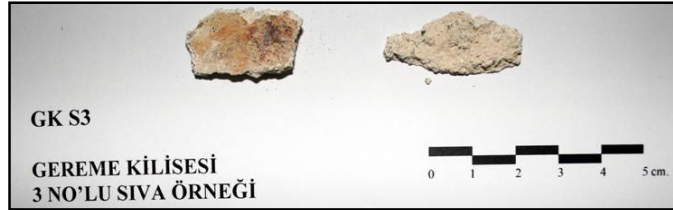
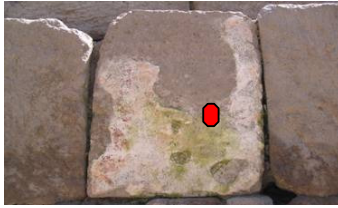
Yapının duvarlarında duvar örgü harcı kalıntısına rastlanmamıştır. Yapıya 19. yy. veya daha öncesinde eklendiği düşünülen ve nefleri ayıran kesme taş duvarın bir yüzeyi ve ortadaki sütunun üzerinde bulunan az miktarda sıva kalıntısı incelenmek üzere değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 4.72, 4.73, 4.74, 4.75).



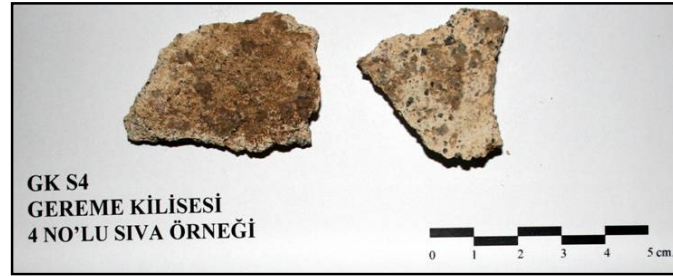
Şekil 4.72 : GK S1 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.73 : GK S2 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.74 : GK S3 numaralı sıva harcı örneği.

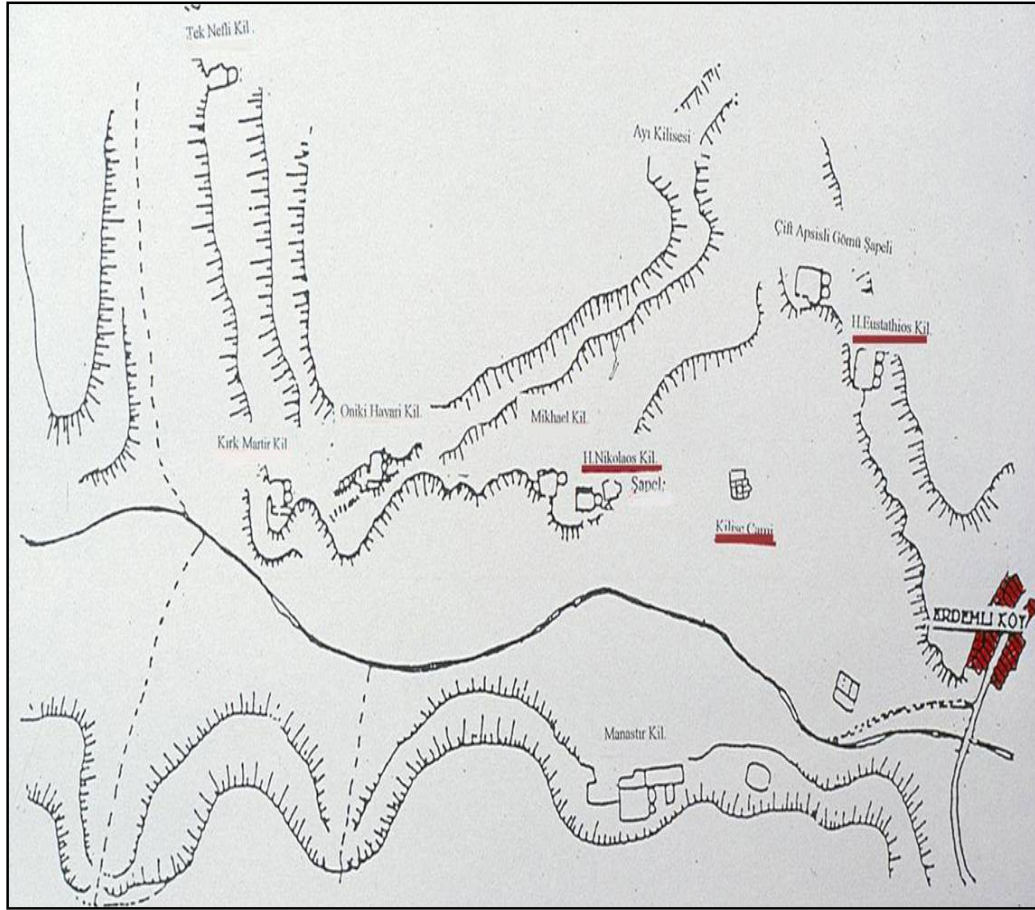


Şekil 4.75 : GK S4 numaralı sıva harcı örneği.

4.5.2 Erdemli Kaya Kiliseleri

Kayseri Yeşilhisar ilçesi Erdemli köyü'nde yer alan ve 11–14. yüzyıllar arasında, andezit kayaların oyulması ile inşa edilmiş olan kaya kiliseleri (Şekil 4.76, 4.77) ve sıvaları, coğrafi konumlarındaki ulaşım zorlukları nedeniyle bozulmadan günümüze gelebilmiş olan nadir örneklerdendir. Bu çalışma kapsamında 11. yüzyıla

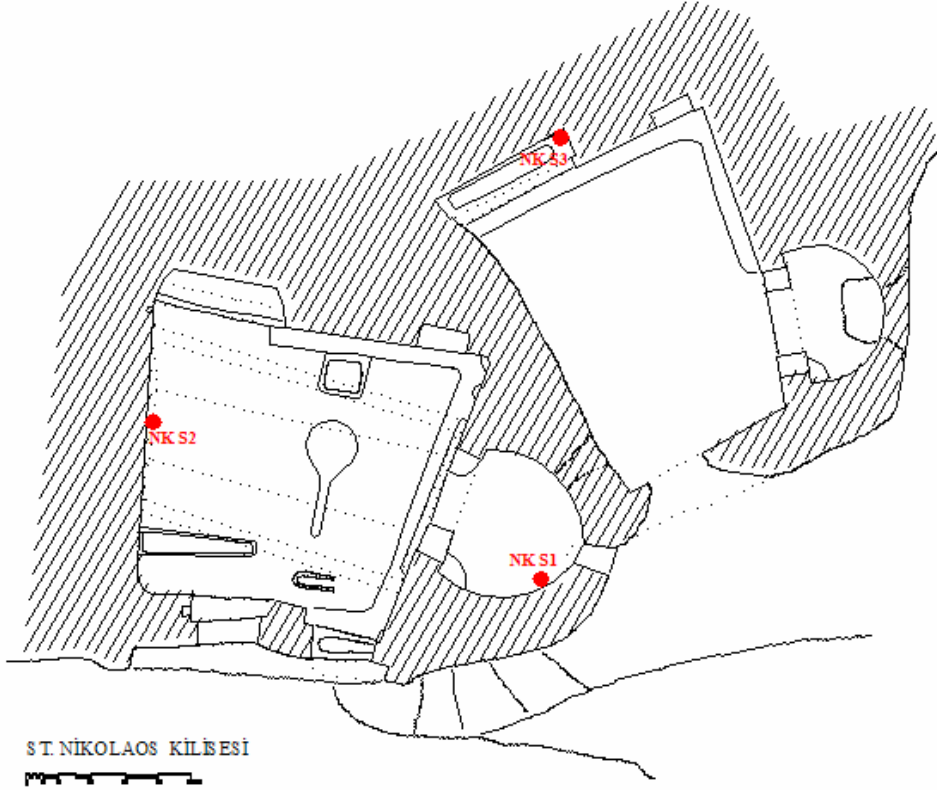
tarihlendirilen Aziz Nikolaos Kilisesi ve Kilise Camii ile 13–14. yüzyıla tarihlendirilen Eustathios Kilisesi ele alınmıştır.



Şekil 4.76 : Erdemli köyü ve vadi içerisinde çalışma yapılan kiliseler (Çizim: Nilay Karakaya).

4.5.2.1 Aziz Nikolaos Kilisesi

Vadinin doğusunda yer alan Aziz Nikolaos Kilisesi ve şapeli amorf dikdörtgen bir plana sahiptir (Şekil 4.77). Doğusunda dairesel bir apsis bulunmaktadır. Bir gömü yapısı olan kilisenin apsis, kuzey ve batı duvarlarında, tonoz başlangıçlarının alt yüzeylerinde yer yer dökülmüş ve büyük oranda islenmiş sıva üstü duvar resimleri yer almaktadır (Şekil 4.78). Duvar resimleri ve sahnelerin üslubundan yapının 10. yy. sonu 11. yy. başında inşa edildiği anlaşılmaktadır. Doğudaki şapelin üslubu ise 11.-12. yüzyıla tarihlendirilmektedir (Karakaya 2003). Yapının kaya oyma duvarları üzerinde yer alan sıva harçlarının karakterizasyonunun temsili örnekler üzerinden yapılabilmesi amacıyla kilise ve şapelin 3 farklı noktasından sıva harcı örnekleri alınmıştır (Şekil 4.79, Şekil 4.80, Şekil 4.81).



Şekil 4.77 : Aziz Nikolaos Kilisesi planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).



Şekil 4.78: Aziz Nikolaos Kilisesi genel görünümü.



Şekil 4.79 : NK S1 numaralı sıva harcı örneği.



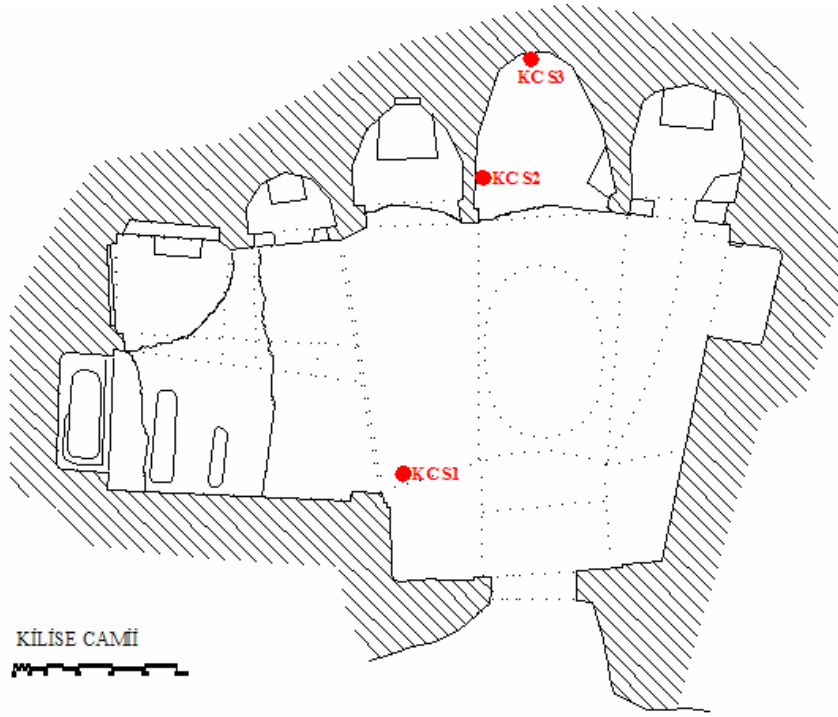
Şekil 4.80 : NK S2 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.81 : NK S3 numaralı sıva harcı örneği.

4.5.2.2 Kilise Camii

Vadinin doğusunda St. Nikolaos Kilisesi'nin güneybatısında yer alan Kilise Camii, iki serbest destekli kapalı Yunan haçı plan tipindedir (Şekil 4.82). Doğuda, ortadaki büyük olmak üzere 3 apsis yer almaktadır. Güney duvarında dikdörtgen bir mezar nişi bulunmaktadır. Yapının kuzeyinde yaklaşık kare planlı gömü mekânı vardır. Bu mekânın zemin ve duvarlarında mezar nişleri vardır (Şekil 4.83). Son dönemlerde köy halkı tarafından mescit olarak kullanıldığından Kilise Camii olarak isimlendirilmektedir.



Şekil 4.82 : Kilise camii planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).



Şekil 4.83 : Kilise Camii genel görünümü.

Yapının 3 farklı noktasından sıva harcı örnekleri alınarak temel özellikleri saptanmaya çalışılmıştır (Şekil 4.84, 4.85, 4.86).



Şekil 4.84 : KC S1 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.85 : KC S2 numaralı sıva örneği.

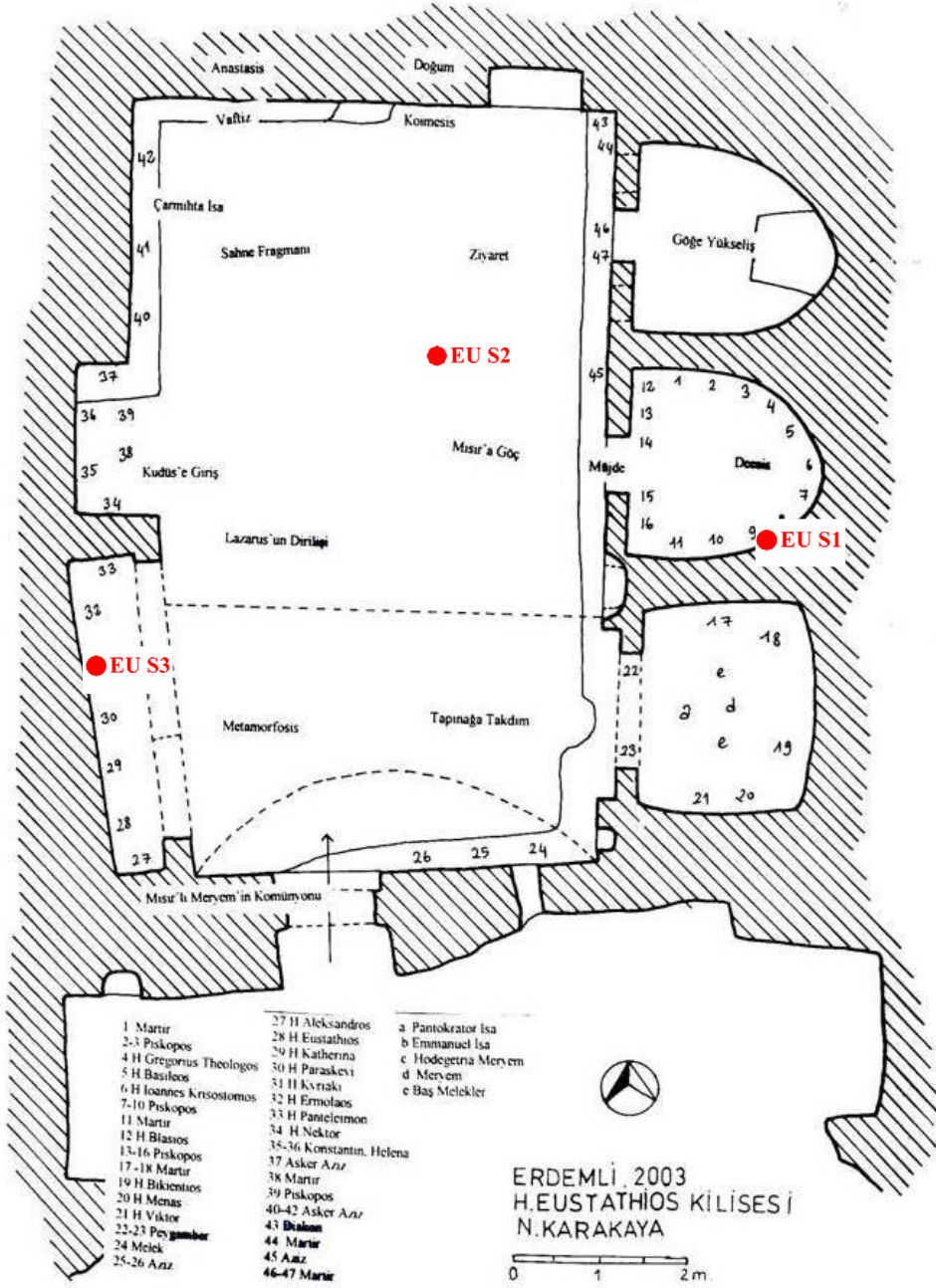


Şekil 4.86 : KC S3 numaralı sıva örneği.

4.5.2.3 Eustathios Kilisesi

Yine Erdemli köyünde yer alan ve 13-14. yüzyıla tarihlendirilen Eustathios Kilisesi, vadinin doğu ucunda yer almaktadır. Kuzey-güney doğrultusunda dikdörtgen planlı bir kaya oyma kilise olan yapının doğusunda iki apsis yer almaktadır (Şekil 4.87, Şekil 4.88). Güney ve batı duvarında iki dikdörtgen niş vardır. Güney duvarında yer alan girişin dış kısmında mezar nişleri yer almaktadır. Kilisenin tonoz ve

duvarlarında kireç sıva üzerine işlenmiş duvar resimleri bulunmaktadır (Karakaya, 2004).



Şekil 4.87 : Eustathios kilisesi planı ve örnek alınan noktalar (Karakaya, 2004).



Şekil 4.88 : Eustathios Kilisesi genel görünümü.

Yapının sıva karakterizasyonunun temsili örnekler üzerinden yapılabilmesi amacıyla 3 farklı noktadan sıva harcı örneği alınmıştır (Şekil 4.89, 4.90, 4.91).



Şekil 4.89 : EU S1 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.90 : EU S2 numaralı tavan sıvası örneği.



Şekil 4.91 : EU S3 numaralı sıva harcı örneği.

4.5.3 Kızıl Köşk

Hem duvar örgü harçları hem de sıva harçları incelenen yapının iç mekânlarında, birden çok katmanlı çini altı sıvalara rastlanmıştır(Şekil 4.92). Yapının günümüze ulaşabilmiş sıvalı bölümlerinde 2 farklı noktadan sıva harcı örneği alınmıştır (Şekil 4.93, 4.94).



Şekil 4.92 : Kızıl Köşk'ün sıvalı mekânlarından bir örnek.



Şekil 4.93 : KK S1 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.94 : KK S2 numaralı sıva harcı örneği.

4.5.4 Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü

Duvar örgü harçları incelenen yapılar kapsamında genel özellikleri açıklanan yapının 2 ayrı noktasından sıva harcı örneği alınmıştır (Şekil 4.95, 4.96).



Şekil 4.95 : GP S1 numaralı sıva harcı örneği.



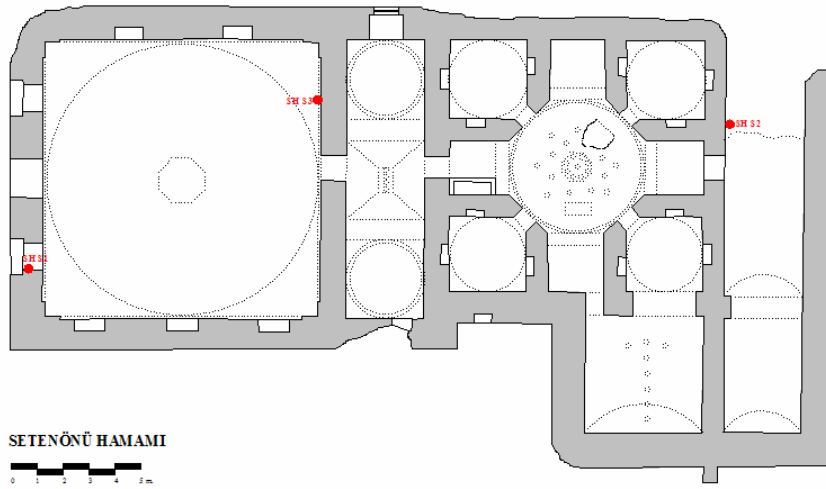
Şekil 4.96 : GP S2 numaralı sıva harcı örneği.

4.5.5 Setenönü Hamamı

18. yy. sonlarına tarihlendirilen (Çayırdağ, 2001) Setenönü Hamamı (Şekil 4.97), soyunmalık, ılıklik ve sıcaklık bölümlerinden oluşmaktadır. Orijinalinde bir çifte hamam olduğu bilinen yapının sadece kadınlar bölümü günümüze ulaşabilmiştir (Şekil 4.98).



Şekil 4.97 : Setenönü Hamamı genel görünümü.



Şekil 4.98 : Setenönü Hamamı Kadınlar Bölümü planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

Kadınlar bölümü, iki yüzeyinin moloz taş ile örülüp iç kısmının harç ve küçük taşlarla doldurulduğu sandık duvar örgü tekniği ile inşa edilmiştir. Yapının yıkılmış bölümlerinde tuğla şeklinde kabaca biçimlendirilmiş küçük taşlar göze çarpmaktadır.

Sivri kemerli giriş kapısının iki yanında yer alan 2 adet kemerli pencere ile aydınlatılan soyunmalık bölümü (Şekil 4.99), ince taşlarla şekillendirilmiş bir kubbe ile örtülmüştür. Çatıda yükselen kubbe kesme taşlarla kaplanmıştır. Kubbe-duvar geçişleri pandantiflerle sağlanmıştır. Soyunmalık bölümünün döşemesi moloz ve toprak dolu olup döşeme kotu okunamaz durumdadır. Mekânın yan duvarlarında dikdörtgen nişler yer almaktadır. Kemerler ve pandantifler kireç sıva ile sıvanarak yer yer kalem işi bezemeler yapılmıştır.



Şekil 4.99 : Soyunmalık bölümü genel görünümü.

Soyunmalık bölümünden küçük bir kapıyla geçilen ılıklık bölümü dikdörtgen bir mekândır (Şekil 4.100). Yuvarlak kemerlerle üçe ayrılan mekânın ortadaki bölümü aynalı tonoz, yanlarındaki bölümleri kubbe ile örtülmüştür.



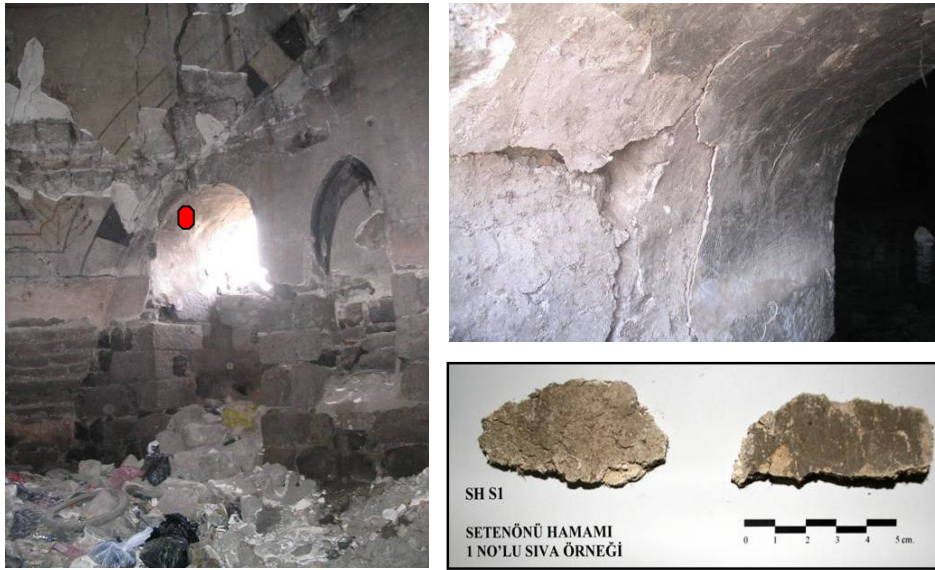
Şekil 4.100 : Ilık bölümü genel görünümü.

Sıcaklık bölümünün ana mekânı kubbe ile örtülerek fil gözü pencerelerle aydınlatılmıştır (Şekil 4.101). Ana mekânın köşelerinde yer alan kare planlı 4 mekân da yine kubbe ile örtülmüş olup duvarlarında sivri kemerli nişler bulunmaktadır. Sıcaklıktan iki adet tonozlu mekâna geçilmektedir.



Şekil 4.101 : Sıcaklık bölümü genel görünümü.

Yapının genel sıva harcı karakteri incelendiğinde; soyunmalık bölümünde ve sıcaklık bölümünün arkasında yer alan mekânda kireç harçları günümüze ulaşabilmiş ancak ılık ve sıcaklık bölümünün duvar ve kemerleri çimento sıva ile sıvanmıştır. Özellikle soyunmalık bölümünün sıvaları oldukça özenli bezemelere sahiptir. Yapının kireç sıvalarından, incelenmek üzere 3 adet sıva harcı örneği alınmıştır (Şekil 4.102, Şekil 4.103, Şekil 4.104).



Şekil 4.102 : SH S1 numaralı sıva harcı örneği.



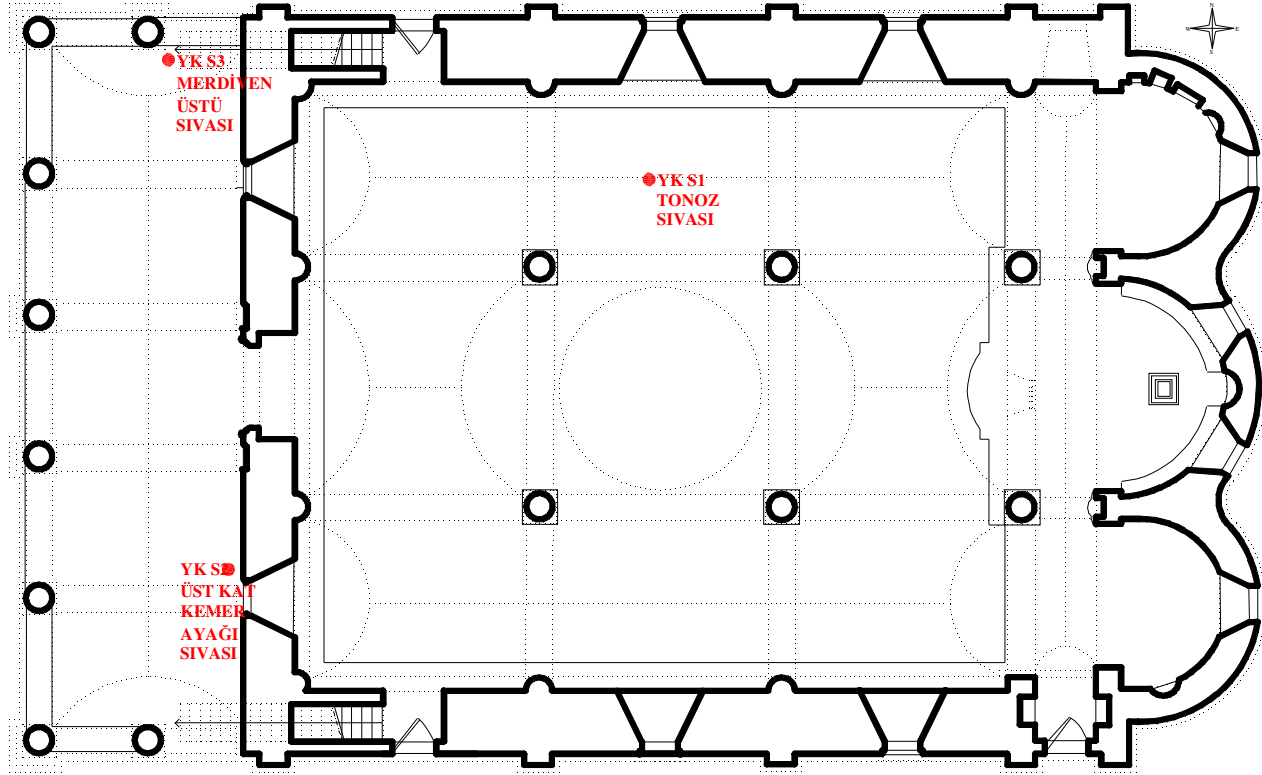
Şekil 4.103 : SH S2 numaralı sıva harcı örneği.



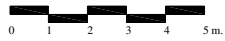
Şekil 4.104 : SH S3 numaralı sıva harcı örneği.

4.5.6 Darsiyak Yanartaş (Taksiarhis) Rum Kilisesi

Gesi'nin Darsiyak (Kayabağ) köyünde 1837 yılında inşa edilmiş olan Yanartaş Rum Kilisesi (Şekil 4.105), orijinalinde bir manastır kompleksinin kilisesidir (Yeğen, 1993; Eravşar, 2000; Açıkgöz, 2007).



DARSIYAK YANARTAŞ KİLİSESİ



Şekil 4.105 : Yanartaş Kilisesi planı ve örnek alınan noktalar (Çizim: Hale Kozlu).

Günümüze diğer manastır yapıları ulaşamayan kompleksin kilisesinin de kubbe bölümü tamamen çökmüştür. Buna rağmen Kayseri ve civarında mimari ve dekoratif öğelerini büyük oranda koruyarak günümüze gelebilmiş nadir örneklerdendir (Şekil 4.106).



Şekil 4.106 : Yanartaş Kilisesi genel görünümü.

Sütunlarla oluşturulan narteksten ulaşılan naos 3 nefli bir plan şemasına sahiptir. Nefler 3 dairesel apsis ile bitmektedir. Birbirlerinden sütunlar ve tonozlarla ayrılan bölümler arasında kubbeli ana mekân yer almaktadır. Pandantiflerle taşınan kubbenin büyük kısmı çökmüştür.

İki yan neften ulaşılan ve aynı zamanda yan giriş kapılarının da açıldığı mekânlarda yer alan iki merdivenle üst kat bağlantısı sağlanmaktadır. Merdivenin ulaştığı kadınlar bölümü, narteks ve giriş kapısının üstünde yer almaktadır. Duvarların üzerinde dolaşan dar bir koridorla apsis üzerinde yer alan ve çatıya ulaşımı sağlayan merdivenlere ulaşılmaktadır (Büyükmihçi ve diğ., 2007).

Andezitik tüfler ile kesme taş duvar örgü tekniğinde inşa edilen duvarlarda taşlar kireç harcı ile birleştirilmiştir. İç mekân kireç sıva ile sıvanarak duvar resimleri işlenmiş, cephelerde sıva kullanılmamıştır. Yapıdaki sıva karakterizasyonunun

anlaşılabilmesi amacıyla 3 farklı noktadan sıva harcı örneği alınmıştır (Şekil 4.107, 4.108, 4.109).



Şekil 4.107 : YK S1 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.108 : YK S2 numaralı sıva harcı örneği.



Şekil 4.109 : YK S3 numaralı sıva harcı örneği.

5. MEVCUT ÖRNEKLERİN DENEYSEL ÇALIŞMALARI

5.1 Örnek Alma ve Görsel Analizler

Çalışma kapsamında incelenen harç örneklerinin alınmasında, mümkün olduğunca yapının müdahale görmemiş bölümleri tercih edilmiştir. Duvar örgü harcı örnekleri alınırken örneğin mümkün olduğunca yüzeyden olmamasına dikkat edilmiş, orijinal malzemelere zarar verilmemesi ilkesi esas alınmıştır. Bu nedenle yapılardan karot alınması yöntemi yerine elle ve yardımcı aletlerle örnek alma yöntemi tercih edilmiştir. Örneğin alındığı yapının rölövesi çıkarıldıktan sonra örnek alınan nokta çizim üzerinde işaretlenmiş, makro ve mikro ölçekte fotoğraflanmıştır. Örnekler mümkün olduğunca kütle halinde çıkarılmaya çalışılmış, ancak bazı örneklerin zayıf olmaları ve çabuk dağılmaları nedeniyle kütle elde edilmesi zor olmuştur. Bazı örnekler ise günümüze az miktarda ulaşabildiğinden sınırlı miktarlarda alınabilmiştir. Örnekler alındıktan hemen sonra kilitli plastik torbalara konularak etiketlenmiş, yapı isimlerine göre gruplandırılarak kodlanmış ve laboratuvar çalışmaları başlamadan önce ölçek verilerek fotoğraflanmıştır. Örneklerin hangi tip duvarlardan alındığı, örnek alınan noktanın zeminden yüksekliği ve duvar yüzeyindeki derinliği, korunmuşluk durumu, agregaların ortalama boyutu, tipi, miktarı, renkleri, bağlayıcı malzemenin rengi ve dayanım gücünün belirtildiği (Hughes ve Callebaut, 2002) görsel analizlerde (Çizelge 5.1) kullanılan simgeler aşağıda belirtilmektedir:

- Agrega tipi: K: Kum, T: Taş, dk: dövülmüş kırıntı, s: saman, ds: dövülmüş saman
- Agrega rengi: B: Beyaz, KG: Koyu gri, AG: Açık gri, S: Siyah, AP: Açık Pembe, AS: Açık sarı, KS: Koyu sarı, Kr: Krem, Tr: Toprak rengi, Kz: Kırmızı, Khv: Kahverengi, Y: Yeşil
- Bağlayıcı gücü: x: Elle kolay parçalanabilir, xx: elle zor parçalanıyor, xxx: Elle parçalanmıyor

*(Altun ve diğ., 2009)

Çizelge 5.1 : Örneklerin görsel analizi.

YAPI	ÖRN. NO	DUVAR TİPİ VE ÖRNEK ALINAN YÜKS.	SIVA KATMANLARI	AGREGA				LİFLİ MADDE		BAĞLAYICI	
				BOYUTU	TİPİ*	MİKTARI	RENK**	TİPİ	MİKTARI	GÜCÜ***	RENK**
ERCİYES DAĞI GEREME PANAGİA KİLİSESİ	GK S1*	Kesme taş d. h: 310 cm.	5-6 mm.sıva+boya	1-2 mm.	K	Fazla	AG-KG-S	yok		Kuvvetli-xx	Kr
	GK S2*	Kesme taş d. h: 200 cm.	5-6 mm.sıva+boya	1-2 mm.	K	Fazla	AG-KG-S	yok		Kuvvetli-xx	Kr
	GK S3*	Kesme taş d. h: 80 cm.	3-4 mm.sıva+boya	1-2 mm.	K	Çok fazla	AG-KG-S	yok		Kuvvetli-xx	Kr
	GK S4*	Taş sütun h: 120 cm.	5-6 mm.sıva+boya	1-3 mm.	K	Çok fazla	AG-KG-S	yok		Kuvvetli-xx	Kr
YEŞİLHİSAR/ERDEMLİ NİKOLAOS KİLİSESİ	NK S1*	Kaya oyma d. h: 110 cm.	6-15 mm. sıva+boya	1 mm.	K	Çok az	AG	s+dk	Çok ve büyük	Kuvvetli-x	AS
	NK S2*	Kaya oyma d. h:50 cm.	6-15 mm. sıva+boya	1 mm.	K	Çok az	AG	s+dk	Çok ve büyük	Kuvvetli-x	Kr
	NK S3*	Kaya oyma d. h: 90 cm.	6-15 mm. kaba sıva 8 mm. ince sıva	1 mm.	K	Az	AG-B	yok		Kuvvetli-x	Kr
YEŞİLHİSAR/ERDEMLİ KİLİSE CAMİİ	KC S1	Kaya oyma d. h:210 cm.	100 mm. toprak sıva 5-6 mm. ince sıva	2-3 mm.	K+T	Çok az	KG-B-S	dk	Az ve küçük	Kuvvetli-x	B Tp
	KC S2	Kaya oyma d. h:170 cm.	6-15 mm. sıva+boya	1-2 mm.	K	Az	B-AG-KG-S	dk	Az ve küçük	Kuvvetli-x	B
	KC S3	Kaya oyma d. h: 60 cm.	6-15 mm. sıva+boya	1-2 mm.	K	Az	B-AG-KG-S	dk	Az ve küçük	Kuvvetli-x	B
YEŞİLHİSAR/ERDEMLİ EUSTATHİOS KİLİSESİ	EU S1	Kaya oyma d. h:160 cm.	6-15 mm. sıva+boya	1-3 mm.	K	Fazla	AG-KG	dk	Az ve küçük	Kuvvetli-xx	Kr
	EU S2	Kaya oyma tavan h:320 cm.	6-15 mm. sıva+boya	1-3 mm.	K	Fazla	AG-KG	dk	Az ve küçük	Kuvvetli-xx	Kr
	EU S3	Kaya oyma d. h:100 cm.	6-15 mm. sıva+boya	1-2 mm.	K	Fazla	AG	s+dk	Çok ve büyük	Kuvvetli-x	B
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK	KK S1	Kaba yonu taş d. h:190 cm. Çini altı sıvası	4 mm. kaba sıva	1-12 mm.	K+T	Fazla	B	yok		Çok kv-xxx	B
			2 mm. sıva	1 mm.	K	Az	KG				KS
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK	KK S2	Moloz taş tonoz h: 230 cm. Çini altı sıvası	3 mm. ince sıva	1 mm.	K	Fazla	AG	yok		Çok kv-xxx	AS
			0.5 mm. boya/çini altı	Belirgin kuvars parçacıkları							AP
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI	GP S1	Kesme taş tromp h:250	15 mm. kaba sıva	1-5mm.	K+T	Çok fazla	AG-KG-B	yok		Çok kv-xxx	Kr
			10 mm. ince sıva	1-10 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B				AP
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI	GP S2	Kesme taş d. h: 210 cm.	10 mm. kaba sıva	1 mm.	K	Çok az	KG	dk	Çok ve küçük	Çok zayıf-x	Kr
			5 mm. ince sıva	1-3 mm.	K	Fazla	AG-KG-Khv	dk	Çok az ve küçük	Çok kv-xxx	Kr
MERKEZ SETENÖNÜ HAMAMI	SH S1	Kesme taş lento h: 380 cm.	3-5 mm. sıva+boya	1-3 mm.	K	Fazla	AG-KG-Khv	dk	Az ve küçük	Kuvvetli-x	Tp
			5 mm.sıva+boya	1 mm.	K	Çok az	KG	dk+ds	Çok ve küçük	Kuvvetli-x	B
			20-25 mm. kaba sıva	1-5 mm.	K+T	Çok fazla	AG-B	yok		Kuvvetli-xx	Tp
MERKEZ SETENÖNÜ HAMAMI	SH S2	Kesme taş tonoz h:170 cm.	5-6 mm. ince sıva	1-2 mm.	K	Çok fazla	AG-B	yok		Kuvvetli-xx	Tp
			15 mm.sıva+boya	1-5 mm.	K+T	Çok fazla	AG-B-Kz	yok		Kuvvetli-xx	AP
GESİ/DARSİYAK YANARTAŞ KİLİSESİ	YK S1	Kesme taş tonoz h:980 cm.	7-8 mm. kaba sıva	1-2 mm.	K	Çok az	AG	dk+ds	Çok ve küçük	Zayıf-x	Kr
			7-8 mm. ince sıva+boya	1-2 mm.	K	Çok az	AG	dk+ds	Çok ve küçük	Zayıf-x	B
			7 mm.sıva+boya	1-2 mm.	K	Çok az	KG	dk+ds	Çok ve büyük	Zayıf-x	Kr
GESİ/DARSİYAK YANARTAŞ KİLİSESİ	YK S2	Kesme taş kemer h:670 cm.	5 mm. ince sıva	1-2 mm.	K	Çok az	KG	dk	Az ve küçük	Zayıf-x	B
			7-8 mm. kaba sıva	1-2 mm.	K	Çok az	KG	dk	Az ve küçük	Zayıf-x	B

Çizelge 5.1 (devam) : Örneklerin görsel analizi.

YAPI	ÖRNEK NO	ÖRNEK ALINAN DUVAR TİPİ	YÜKSEKLİK VE DERİNLİK	AGREGAT				LİFLİ MADDE		BAĞLAYICI			
				BOYUTU	TİPİ*	MİKTARI	RENGİ**	TİPİ*	MİKTAR	GÜCÜ***	RENK**		
BEŞTEPELER KALE KALINTISI	BK H1*	Moloz taş duvar	h: 90 cm. d: 6-7 cm.	1-9 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B	yok		Çok kv-xxx	AG		
	BK H2*	Moloz taş duvar	h: 175 cm. d: 3-4 cm.	1-5 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B			Çok kv-xxx	AG		
	BK H3*	Moloz taş duvar	h: 50 cm. d: 2-3 cm.	1-9 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B			Çok kv-xxx	Kr		
TALAS KURU KÖPRÜ	KP H1*	Moloz t. köprü üst döşemesi	d: 3-4 cm.	1-9 mm.	K+T	Fazla	AG- KG	yok		Kuvvetli-x	Kr		
	KP H2*	Kesme taş duvar	h: 150 cm. d: 3-4 cm.	1-15 mm.	K+T	Çok fazla	KG-B-Y			Kuvvetli-x	AG		
	KP H3*	Kesme taş duvar	h: 90 cm. d: 2-3 cm.	1-8 mm.	K+T	Çok fazla	AG-KG-B-P			Kuvvetli-x	AS		
	KP H4*	Sandık duvar içi moloz taş	h: 220 cm. d: 3-4 cm.	1-12 mm.	K+T	Fazla	P-AG- KG			Zayıf-x	P		
	KP H5*	Kesme taş duvar	h: 120 cm. d: 3-4 cm.	1-15 mm.	K+T	Çok fazla	AG-KG-B-Kv			Çok kv-xxx	AG		
MERKEZ AZİZ BASİLİUS MANASTIRI KALINTILARI	AB H1*	Sandık duvar içi moloz taş	h: 250 cm. d: 4-5 cm.	1-25 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AS-S	yok		Çok kv-xxx	AG		
	AB H2*	Sandık duvar içi moloz taş	h: 80 cm. d: 7-8 cm.	1-4 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AS-S			Çok kv-xxx	Kr		
	AB H3*	Sandık duvar içi moloz taş	h: 190 cm. d: 7-8 cm.	1-4 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AS-S			Çok kv-xxx	Kr		
	AB H4*	Sandık duvar içi moloz taş	h: 50 cm. d: 7-8 cm.	1-25 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AS-S			Çok kv-xxx	AG		
MERKEZ GEVHER NESİBE S. TIP MED.	GM H1	Moloz taş duvar	h: 180 cm. d: 8-9 cm.	1-4 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-K-S	yok		Kuvvetli-xxx	AG		
	GM H2	Moloz taş duvar	h: 60 cm. d: 8-9 cm.	1-4 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B			Çok kv-xxx	AG		
	GM H3	Moloz taş duvar	h: 320 cm d: 6-7 cm.	1-8 mm.	K+T	Çok fazla	AG-KG-B			Kuvvetli-x	AG		
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK	KK H1	Sandık duvar içi moloz taş	h: 120 cm. d: 2-3 cm.	1-25 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B	dk	az-küçük	Çok kv-xxx	AS		
	KK H2	Moloz taş duvar	h: 190 cm. d: 7-8 cm.	1-25 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AP	yok		Çok kv-xxx	AS		
	KK H3	Sandık duvar içi moloz taş	h: 100 cm. d: 3-4 cm.	1-25 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AP			Çok kv-xxx	AS		
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI	GP H1	Sandık duvar içi moloz taş	h: 240 cm. d: 8-9 cm.	1-15 mm.	K+T	Çok fazla	AG-KG-B	yok		Kuvvetli-x	Kr		
	GP H2	Kesme taş tromp	h: 280 cm. d: 3-4 cm.	1-15 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AS			Kuvvetli-xx	KG		
	GP H3	Moloz taş ocak duvarı	h: 70 cm. d: 5-6 cm.	1-12 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B-AS			Çok kv-xxx	AS		
MERKEZ GÖN HANI	GH H1	Moloz taş duvar	h: 510 cm. d: 7-8 cm.	1-5 mm.	K+T	Fazla	AG- KG- B	yok		Kuvvetli-xx	AG		
	GH H2	Moloz taş duvar	h: 930 cm. d: 4-5 cm.	1-8 mm.	K+T	Fazla	AG- KG- B-Kv			Çok kv-xxx	AG		
MERKEZ GAVREMOĞLU KN.	GK H1	Kesme taş duvar	h: 470 cm. d: 3-4 cm.	1-4 mm.	K+T	Fazla	AG-B-KG-AS	yok		Kuvvetli-x	Kr		
	GK H2	Sandık duvar içi moloz taş	h: 550 cm. d: 5-6 cm.	1-15 mm.	K+T	Az	AG-KG-B			Çok zayıf-x	Tp		
MERKEZ KUYUMCUOĞLU KONAĞI	KU H1	Kesme taş duvar	h: 380 cm. d: 2-3 cm.	1-2 mm.	K+T	Fazla	AG-B-KG-AS	yok		Kuvvetli-x	Kr		
	KU H2	Kesme taş duvar	h: 420 cm d: 2-3 cm.	1-8 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B			dk	az- küçük	Kuvvetli-x	Kr
	KU H3	Kesme taş duvar	h: 310 cm. d: 3-4 cm.	1-4 mm.	K+T	Fazla	AG-KG-B			yok	Kuvvetli-x	AG	

5.2 Fiziksel Analizler

5.2.1. Kütlece ve hacimce su emme oranları

Örneklerin kütlece ve hacimce su emme oranlarının belirlenebilmesi amacıyla su emme deneyleri gerçekleştirilmiştir (Teutonico, 1988, EN 1015-18, 2000; TS EN 13755, 2003; Güleç ve diğ., 2005; Altun ve diğ., 2009). Kirleri temizlenen ve 60 °C’de 48 saat kurutulan 20–50 gr. arası örnek, desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak WS ilk değeri kaydedilmiştir. Su dolu bir kaba yerleştirilerek 48 saat bekletildikten sonra suya doymuş ağırlığı ve su içerisindeki ağırlığı kaydedilmiştir. Aşağıdaki formüller yardımıyla örneklerin kütlece su emme değerleri (5.1) ve hacimce su emme değerleri ((5.2), (5.3)) hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 5.2’de verilmiştir.

$$Sk = ((WSd - WSilk) / WSilk) \times 100 \quad (5.2)$$

Sk : Ağırlıkça su emme yüzdesi

WSd: Suya doymuş ağırlık

WSilk: İlk ağırlık

$$Sh = ((WSd - WSilk) / (WSd - WSi)) \times 100 \quad (5.2)$$

$$Sh = Sk \times \Delta \quad (5.3)$$

Sh : Hacimce su emme yüzdesi

WSd : Suya doymuş ağırlık

WSi : Su içerisindeki ağırlık

Sk : Ağırlıkça su emme yüzdesi

Δ : Görünür yoğunluk (Birim hacim kütlesi)

5.2.2 Görünür yoğunluk (Birim hacim kütlesi)

Örneklerin amorf bir forma sahip olmaları nedeniyle, görünür yoğunluk tespitleri, su emme deneylerinden faydalanarak gerçekleştirilmiştir (RILEM; 1980; Teutonico, 1988; TS EN 1936, 2001; Altun ve diğ., 2009). Örnekler değişmez kütleyle

ulaşıncaya kadar kurutulmuş, su emme deneyinde ölçümlenen suya doymuş ağırlık ve su içerisindeki ağırlık değerleri kullanılarak (5.4) görünür yoğunlukları hesaplanmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.2’de verilmektedir.

$$\Delta \text{ (g/cm}^3\text{)} = Gk / (Wsd - Wsi) \quad (5.4)$$

Δ : Görünür yoğunluk

Gk : Değişmez kütle kadar kurutulmuş örneğin kütlesi

Wsd: Suya doymuş ağırlık

Wsi : Su içerisindeki ağırlık

5.2.3 Gerçek yoğunluk (Özgül kütle)

Malzemelerin gerçek yoğunlukları piknometre yöntemi ile tespit edilmiştir (Şekil B.1). Belirli bir miktar öğütülmüş harç örneği 125 μ açıklıklı elekte elenerek tartılmış ve Gk değeri kaydedilmiştir. Su dolu kavanoz ve ağzına hava aldırılmadan yerleştirilen kapak tartılmıştır. Kavanoz içerisinden bir miktar su dökülerek içine öğütülmüş malzeme eklenmiş, kavanoz tekrar su ile doldurulmuş ve kapak ile beraber tartılmıştır. Bu değerlerle örneklerin hacimleri (5.5a) hesaplandıktan sonra malzemelerin gerçek yoğunlukları hesaplanmış (5.5b) (RILEM, 1980; TS EN 1936, 2001), ve değerler Çizelge 5.2’de belirtilmiştir.

$$(Gk + Gk1) = Gk2 + V \quad (5.5a)$$

$$\delta \text{ (g/cm}^3\text{)} = Gk / V \quad (5.5b)$$

V : Hacim

Gk : Kuru örnek ağırlığı

Gk1: Su dolu kavanoz + kapak ağırlığı

Gk2: Su dolu kavanoz içerisinde örnek + kapak ağırlığı

δ : Gerçek yoğunluk

5.2.4 Porozite

Porozite malzemenin içindeki boşluluk oranı, kompozite ise doluluk oranıdır. Porozitenin hesaplanabilmesi için öncelikle görünür yoğunluk ve gerçek yoğunluğun yardımıyla örneklerin kompozite değerleri (5.6a) hesaplanmış (TS EN 1936, 2001; Candeias ve diğ., 2006), kompozite değerleri yardımıyla malzemelerin porozite oranları tespit edilmiş (5.6b) ve sonuçlar Çizelge 5.2’de belirtilmiştir.

$$\text{Kompozite} = (\text{Görünür yoğunluk} / \text{Gerçek yoğunluk}) \times 100 \quad (5.6a)$$

$$\text{Porozite} + \text{Kompozite} = 1 \quad (5.6b)$$

Çizelge 5.2 : Örneklerin fiziksel özellikleri.

ÖRNEK	Sk (%)	Sh (%)	Δ gr/cm ³	δ gr/cm ³	porozite (%)
BK H1*	21,62	32,47	1,50	2,23	32,52
BK H2*	18,35	29,22	1,59	2,53	37,05
BK H3*	20,02	29,94	1,50	2,41	37,92
KP H1*	28,26	39,46	1,40	2,50	44,19
KP H2*	24,81	35,32	1,42	2,51	43,25
KP H3*	24,22	36,56	1,51	2,37	36,43
KP H4*	33,15	40,72	1,23	2,73	54,93
KP H5*	14,60	25,14	1,72	2,44	29,41
AB H1*	9,30	17,95	1,93	2,50	22,79
AB H2*	18,26	29,06	1,59	2,56	37,81
AB H3*	19,85	32,63	1,64	2,38	31,03
AB H4*	16,44	27,09	1,65	2,58	36,13
GK S1*	17,26	26,29	1,14	2,65	56,96
GK S2*	21,34	27,19	1,23	2,35	47,67
GK S3*	14,33	26,89	1,21	2,32	47,84
GK S4*	15,34	26,87	1,14	2,25	49,42
KC S1K	61,98	57,24	0,98	2,15	54,42
KC S1İ	30,38	39,74	1,31	2,56	48,82
KC S2	27,41	38,09	1,39	2,47	43,69
KC S3	33,14	44,08	1,33	2,35	43,40
NK S1*	60,29	58,63	0,97	2,51	61,23
NK S2*	60,35	56,74	0,94	2,09	55,11
NK S3*	29,83	39,61	1,33	2,44	45,58
GM H1	24,04	34,33	1,43	2,42	41,02
GM H2	22,65	34,54	1,53	2,74	44,23
GM H3	29,97	39,03	1,30	2,48	47,56
EU S1	36,26	45,31	1,25	2,73	54,19
EU S2	23,42	35,18	1,50	2,43	38,21
EU S3	33,96	43,26	1,27	2,30	44,64
KK H1	20,42	30,88	1,51	2,75	45,04

(*: Altun ve diğ., 2009)

Çizelge 5.2 (devam) : Örneklerin fiziksel özellikleri.

KK H2	26,97	38,50	1,43	2,77	48,40
KK H3	22,91	34,00	1,48	2,79	46,79
KK S1i	8,89	13,24	1,25	2,45	48,98
KK S1k	9,31	14,27	1,53	2,72	43,62
KK S2K	9,43	14,53	1,16	2,79	58,42
KK S2i	8,17	13,01	1,32	2,31	42,86
GP H1	28,90	37,44	1,32	2,58	48,86
GP H2	24,28	34,87	1,44	2,55	43,69
GP H3	33,26	41,58	1,25	2,53	50,53
GP S1K	67,34	64,30	0,92	2,54	63,79
GP S1İ	11,12	16,54	1,31	2,55	48,63
GP S2	27,25	39,83	1,41	2,70	47,70
GH H1	38,16	46,87	1,23	2,48	50,44
GH H2	18,33	30,66	1,67	2,50	33,16
SH S1	41,33	49,32	1,19	2,73	56,31
SH S2K	32,25	43,97	1,32	2,42	45,49
SH S2İ	31,97	41,51	1,30	2,44	46,73
SH S3	26,92	38,59	1,43	2,48	42,12
GK H1	17,02	24,63	1,45	2,91	50,30
GK H2	66,12	55,29	1,04	2,35	55,72
KU H1	31,19	35,93	1,15	3,42	66,28
KU H2	17,87	25,65	1,44	2,77	48,14
KU H3	19,69	26,62	1,35	2,43	44,26
YK S1K	59,18	51,23	1,11	2,37	53,17
YK S1İ	51,35	54,60	1,06	2,71	60,72
YK S2	46,79	53,24	1,14	2,27	49,89
YK S3K	58,28	50,14	1,09	2,36	53,81
YK S3İ	52,15	55,65	1,15	2,68	57,09

5.3 Kimyasal Analizler

5.3.1 Kızdırma kaybı tayini

Örneklerden alınan parçaların bağlayıcı kısımları, agregaları ve lifli malzemeleri ayıklanarak, seramik havanda ince toz haline getirilmiştir. Ortalama 2 gr. bağlayıcı seramik krözeye konularak kül fırınına yerleştirilmiş, 105±5 °C’de 2 saat, 550±5 °C’de 1 saat, 1050±5 °C’de 0,5 saat bekletilip desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır (RILEM TC 167-COM, 2005). Sonuçlar Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3 : Örneklerin kızdırma kaybı analizi sonuçları.

ÖRNEK	Nem (%)	Bileşim suyu ve organik madde (%)	CO ₂ (%)	Hidroliklik CO ₂ /H ₂ O	CaCO ₃ (%)
BK H1*	2,10	5,19	6,27	1,21	14,26
BK H2*	2,21	3,98	9,04	2,27	20,55
BK H3*	1,38	4,18	6,84	1,64	15,55
KP H1*	4,78	6,75	12,61	1,87	28,67
KP H2*	6,76	6,99	9,16	1,31	20,81
KP H3*	3,59	4,87	9,64	1,98	21,90
KP H4*	1,80	3,79	9,05	2,39	20,56
KP H5*	2,91	4,92	12,32	2,50	28,01
AB H1*	10,53	7,40	6,75	0,91	15,33
AB H2*	1,76	3,41	16,03	4,70	36,43
AB H3*	2,30	5,03	11,19	2,23	25,44
AB H4*	1,81	5,75	13,30	2,31	30,22
GK S1*	4,84	7,67	11,68	1,52	26,54
GK S2*	1,13	10,42	12,32	1,18	27,99
GK S3*	5,34	9,64	8,50	0,88	19,31
GK S4*	3,25	6,45	11,93	1,85	27,11
KC S1K	3,67	10,03	12,50	1,25	28,41
KC S1İ	5,08	8,13	28,80	3,54	65,45
KC S2	3,93	10,22	25,00	2,45	56,81
KC S3	4,22	12,03	25,66	2,13	58,32
NK S1*	2,00	5,70	30,97	5,43	70,39
NK S2*	2,77	9,37	29,42	3,14	66,87
NK S3*	3,67	6,35	19,13	3,01	43,48
GM H1	2,33	3,51	8,58	2,44	19,49
GM H2	3,42	5,40	8,47	1,57	19,25
GM H3	1,48	1,37	6,03	4,40	13,70
EU S1	1,55	3,85	30,04	7,80	68,28
EU S2	2,11	5,15	28,25	5,49	64,20
EU S3	2,12	4,73	25,66	5,43	58,32
KK H1	5,60	7,77	10,66	1,37	24,22
KK H2	2,39	6,45	15,70	2,43	35,68
KK H3	7,06	10,55	16,52	1,57	37,55
KK S1i	17,13	4,22	14,37	3,41	32,67
KK S1k	17,76	4,11	11,59	2,82	26,33
KK S2K	1,94	4,56	20,84	4,57	47,37
KK S2i	18,64	4,94	1,35	0,27	3,07
GP H1	14,98	8,21	20,86	2,54	47,41
GP H2	15,01	13,13	8,37	0,64	19,03
GP H3	17,55	13,38	11,25	0,84	25,56
GP S1K	9,56	9,12	19,90	2,18	45,23
GP S1İ	2,77	6,03	23,21	3,85	52,76
GP S2	12,20	8,91	20,97	2,35	47,67
GH H1	16,64	11,63	12,78	1,10	29,05
GH H2	8,04	10,47	13,20	1,26	29,99
SH S1	1,31	5,63	34,61	6,15	78,65
SH S2K	2,03	15,38	15,71	1,02	35,70
SH S2İ	1,80	8,10	17,05	2,10	38,75
SH S3	0,88	6,60	17,92	2,71	40,72
GK H1	6,68	5,91	6,23	1,05	14,15
GK H2	3,78	5,59	1,08	0,19	2,46
GK H3	0,97	1,05	1,32	1,26	3,01

Çizelge 5.3 (devam) : Örneklerin kızdırma kaybı analizi sonuçları.

KU H1	14,43	2,74	2,60	0,95	5,91
KU H2	12,58	1,96	3,23	1,65	7,35
KU H3	10,72	2,98	3,89	1,31	8,85
YK S1K	2,62	6,39	18,77	2,94	42,66
YK S1İ	1,89	4,79	36,81	7,69	83,67
YK S2	3,90	4,60	38,91	8,46	88,44
YK S3K	2,57	6,31	16,31	2,58	37,07
YK S3İ	1,50	4,76	37,87	7,96	86,07

(*: Altun ve diğ., 2009)

5.3.2 Asit kaybı ve elek analizi

Ortalama 20–25 gr. örnek, etüvde max. 55 °C’de kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra %10 HCl çözeltisinde reaksiyon tamamlanıncaya kadar bekletilmiştir. Filtre kâğıdından süzülerek kil ve lifli malzemeler ayrılmış, kurutulan agregalar 8 mm., 4 mm., 2 mm., 1 mm., 500 µ, 250 µ, 125 µ ve 63 µ açıklıktaki eleklerden oluşan elek setinden geçirilmiştir (RILEM TC 167-COM, 2005). Agrega örnekleri Şekil D.1-D.14’de verilmektedir.

Asit kaybı analizi sonucunda, kızdırma kaybı analizi sonuçları ile farklılık gösteren CaCO₃ miktarına sahip olan örnekler, karbonatlı agreganın içeriği ihtimallerine karşı ince kesitleri incelenerek yeniden değerlendirilmiş, mikroskop altındaki görüntüleri üzerinden yapılan çizimler üzerinden tahmini karbonatlı agreganın içerikleri belirlenmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.4’de verilmektedir (*: Altun ve diğ., 2009). Alçı içeren örneklerde ise bu işlem, örneğin seyreltilmiş HCl asit içerisinde kaynatılması ile gerçekleştirilmiş, kaynatmadan HCl asit içerisinde çözünen kısım ile kaynatıldıktan sonra çözünen kısım kaydedilerek bağlayıcı içerisindeki kireç:alçı oranı tespit edilmiştir. Bu işlem sonucunda alçı içeren harçlarda kireç:alçı oranının ortalama 1 kısım kireç: 5 kısım alçı olduğu saptanmıştır.

5.3.3 XRD analizi

Fiziksel ve kimyasal analizlerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, bağlayıcı içerisinde alçı, puzolan v.b. maddelerin varlığı olduğu tahmin edilen örneklerden seçilen ve toz haline getirilen bağlayıcıların X-Ray Kırınımı (XRD) analizi yapılmış olup sonuçları Şekil B.2-B.15’de verilmektedir.

Çizelge 5.4 : Asit kaybı ve elek analizi sonuçları.

ÖRNEK	ALÇISIZ ÖRNEKLERİN ASİT KAYBI VE KARBONAT İÇERİKLİ OLMAYAN AGREGALARIN ELEK ANALİZİ														
	Asit Kaybı %	Ast. kalan kısım %	Karb. agrega %	f.kalan hariç agr. örn. büt. oram %	8 mm. den büyük agr. %	8 mm. gç. ag. %	4 mm. gç. ag. %	2 mm. gç. ag. %	1 mm. gç. ag. %	500 µ. gç. ag. %	250 µ. gç. ag. %	125 µ. gç. ag. %	<63 µ. agr. %	f.k diğer %	f.k <63 µ. %
BK H1*	13,53	86,47	0,00	75,89	15,62	84,38	81,03	71,53	46,45	35,02	7,00	4,43	0,30	11,12	1,12
BK H2*	22,30	77,70	0,00	67,31	0,00	100,00	93,54	82,68	52,60	42,94	9,66	5,35	0,50	11,87	1,50
BK H3*	15,57	84,43	0,00	74,96	12,64	87,36	78,23	65,24	39,38	32,30	6,32	3,63	0,05	9,61	1,61
KP H1*	27,99	72,01	0,00	60,39	8,47	91,53	82,99	67,90	38,34	26,25	3,31	1,85	0,13	14,85	1,29
KP H2*	20,98	79,02	0,00	70,27	0,00	100,00	88,30	73,61	33,01	22,12	1,28	0,69	0,05	10,50	0,57
KP H3*	15,93	84,07	0,00	76,59	7,18	92,82	79,78	65,68	37,65	26,35	2,69	1,64	0,19	8,08	0,82
KP H4*	20,48	79,52	0,00	65,73	0,00	100,00	85,29	58,84	29,48	24,50	7,25	4,87	0,45	14,66	2,68
KP H5*	31,10	68,90	0,00	60,53	0,00	100,00	90,51	72,17	41,01	32,45	4,22	2,34	0,15	10,14	2,01
AB H1*	18,92	81,08	0,00	71,53	45,84	54,16	43,81	34,89	16,58	12,99	2,21	1,26	0,05	10,88	0,90
AB H2*	23,94	76,06	0,00	57,01	0,00	100,00	99,34	89,35	59,62	50,88	11,45	3,67	0,39	23,39	1,65
AB H3*	16,27	83,73	0,00	67,76	0,00	100,00	76,31	60,94	40,65	31,60	7,45	4,79	0,43	16,53	2,53
AB H4*	17,81	82,19	0,00	69,24	41,20	58,80	52,59	43,33	26,81	22,67	5,52	3,57	0,29	14,10	1,65
GK S1*	23,09	76,91	0,00	58,49	0,00	100,00	100,00	96,02	34,69	24,50	5,74	2,07	0,17	17,52	0,93
GK S2*	28,15	71,85	0,00	57,77	0,00	100,00	100,00	94,97	34,98	22,45	5,76	3,35	0,32	10,86	3,22
GK S3*	23,36	76,64	0,00	64,58	0,00	100,00	100,00	94,17	35,44	22,82	5,34	3,88	0,43	12,06	2,59
GK S4*	28,62	71,38	0,00	56,14	0,00	100,00	100,00	94,72	31,91	21,96	5,28	3,40	0,47	11,49	3,75
KC S1K	90,03	9,97	30,00	5,00	0,00	100,00	100,00	93,93	67,44	63,66	20,63	16,33	0,26	3,84	1,13
KC S1İ	81,60	18,40	0,00	4,16	0,00	100,00	100,00	98,95	77,89	62,11	18,95	13,68	0,24	68,98	8,40
KC S2	88,91	11,09	30,00	5,34	0,00	100,00	100,00	96,03	63,49	55,56	19,05	12,70	0,14	1,68	4,10
KC S3	89,50	10,50	30,00	4,88	0,00	100,00	89,23	87,69	75,38	63,08	21,54	16,92	0,16	1,03	4,61
NK S1*	82,01	17,99	20,00	1,78	0,00	100,00	100,00	100,00	59,38	46,88	9,38	6,25	0,31	10,66	5,56
NK S2*	75,97	24,03	20,00	1,51	0,00	100,00	100,00	100,00	75,76	66,67	18,18	12,12	0,19	17,38	5,15
NK S3*	64,92	35,08	0,00	30,10	0,00	100,00	99,05	97,15	77,85	64,87	13,13	7,59	0,26	1,39	3,62
GM H1	25,41	74,59	0,00	69,10	0,00	100,00	95,67	85,82	64,66	50,24	12,50	8,41	0,45	4,59	0,89
GM H2	23,58	76,42	0,00	66,86	0,00	100,00	97,22	84,62	51,15	39,26	5,45	1,53	0,33	8,12	1,43
GM H3	12,29	87,71	0,00	76,95	4,01	95,99	91,18	86,17	64,88	54,96	12,42	7,26	0,59	7,25	3,50
EU S1	52,30	47,70	0,00	15,21	0,00	100,00	95,26	88,58	72,20	62,50	23,92	14,44	0,45	17,28	15,23
EU S2	69,74	30,26	0,00	13,99	0,00	100,00	100,00	99,71	91,43	84,57	37,14	24,00	0,53	41,08	12,68
EU S3	20,42	79,58	0,00	17,56	0,00	100,00	100,00	89,35	86,22	82,04	56,34	32,55	1,17	32,48	19,54

Çizelge 5.4 (devam) : Asit kaybı ve elek analizi sonuçları.

KK H1	24,92	75,08	0,00	65,66	0,00	100,00	98,00	86,98	49,24	38,27	6,38	3,90	0,32	8,43	1,01
KK H2	43,82	56,18	0,00	45,78	0,00	100,00	100,00	86,30	60,17	45,61	13,06	9,64	0,87	2,71	7,68
KK H3	40,19	59,81	0,00	38,37	0,00	100,00	93,50	82,66	50,54	39,61	7,09	3,65	0,13	34,70	1,14
KK S1i	18,30	81,70	20,00	80,66	0,00	100,00	100,00	96,80	77,81	43,08	20,30	5,04	0,83	0,55	0,03
KK S1k	12,24	87,76	10,00	87,02	0,00	100,00	100,00	100,00	77,43	42,68	19,93	4,66	0,59	0,39	0,12
KK S2K	34,29	65,71	0,00	64,82	0,00	100,00	100,00	100,00	60,75	33,63	15,55	5,29	1,42	0,76	0,19
GP H1	39,59	60,41	0,00	52,14	0,00	100,00	91,46	88,37	55,18	31,57	6,15	4,44	0,65	7,08	1,19
GP H2	37,97	62,03	0,00	55,39	0,00	100,00	93,71	85,93	53,29	39,82	5,99	3,59	0,27	5,83	0,80
GP H3	41,01	58,99	0,00	51,37	0,00	100,00	97,34	80,61	53,61	36,50	8,37	5,32	0,66	5,95	1,66
GH H1	55,34	44,66	20,00	39,53	0,00	100,00	73,51	71,89	50,27	36,76	6,49	4,32	0,48	4,16	0,96
GH H2	42,85	57,15	10,00	50,98	30,38	69,62	67,26	61,36	42,48	31,27	7,08	4,72	0,53	5,11	1,05
SH S3	20,33	79,67	0,00	78,61	0,00	100,00	100,00	98,68	61,25	35,09	18,58	7,91	2,61	0,38	0,21
GK H1	38,01	61,99	10,00	57,38	0,00	100,00	96,50	93,42	72,43	60,08	22,84	16,46	2,48	3,12	1,48
GK H2	3,43	96,57	0,00	56,85	0,00	100,00	86,45	76,55	54,92	48,22	18,79	13,11	0,30	20,63	19,08
KU H1	45,41	54,59	15,00	47,78	0,00	100,00	96,80	88,66	74,71	68,60	25,00	13,66	5,09	1,46	5,34
KU H2	34,84	65,16	10,00	54,81	0,00	100,00	98,01	93,71	78,48	68,54	33,44	23,84	1,95	5,60	4,74
KU H3	30,17	69,83	5,00	64,16	0,00	100,00	100,00	98,08	93,09	88,87	41,65	21,88	1,59	2,49	3,17
YK S1K	38,44	61,56	0,00	39,72	0,00	100,00	100,00	78,23	52,49	46,32	14,61	10,24	0,64	9,69	12,18
YK S2	29,85	70,15	15,00	58,20	0,00	100,00	100,00	97,22	69,75	42,98	23,20	8,14	1,71	8,48	3,45
YK S3K	57,60	57,60	10,00	45,61	0,00	100,00	100,00	73,59	55,35	41,50	12,46	12,53	0,32	2,60	9,39
ALÇI İÇEREN ÖRNEKLERİN ASİT KAYBI VE KARBONAT İÇERİKLİ OLMAYAN AGREGALARIN ELEK ANALİZİ															
KK S2i	62,04	37,96	50,00	12,36	0,00	100,00	88,57	79,14	58,00	42,86	8,00	4,57	0,25	0,76	0,15
GP S1K	61,12	38,88	0,00	26,35	0,00	100,00	100,00	91,87	54,85	45,37	7,90	4,51	0,15	9,64	2,91
GP S1İ	57,37	42,63	0,00	11,65	0,00	100,00	100,00	100,00	66,41	55,98	15,83	8,49	1,27	4,61	3,08
GP S2	72,29	27,71	50,00	18,09	0,00	100,00	96,70	84,07	53,30	45,60	10,99	7,14	0,36	4,22	5,42
SH S1	57,18	42,82	0,00	21,56	0,00	100,00	100,00	95,38	82,39	72,17	25,28	17,26	1,36	18,05	3,21
SH S2K	51,77	48,23	25,00	34,70	0,00	100,00	100,00	96,29	84,34	77,61	26,10	15,76	1,01	10,88	2,67
SH S2İ	58,25	41,75	20,00	23,54	0,00	100,00	100,00	97,74	81,58	73,50	27,63	18,42	0,53	16,22	2,01
YK S1İ	80,79	19,21	0,00	1,84	0,00	100,00	100,00	98,04	76,47	68,63	31,37	25,49	0,19	13,41	3,63
YK S3İ	81,14	18,86	0,00	2,12	0,00	100,00	100,00	97,44	73,95	62,25	32,58	23,12	0,44	13,42	3,32

5.3.4 SEM-EDS analizi

Farklı malzemeler içerdiği gözlemlenen örneklerin element içeriklerinin belirlenebilmesi için SEM ve EDS analizlerinden faydalanılmıştır (RILEM TC 167-COM, 2005). Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve elektron mikroskobu ile örneklerin agrega, bağlayıcı ve agrega-bağlayıcı birleşimleri 3'er farklı noktada incelenmiş olup SEM ve EDS analizi sonuçları Şekil C.1-C.5'de verilmektedir.

5.3.5 Suda çözünebilir tuzların kalitatif ve yarı kantitatif analizleri

Çalışma kapsamında incelenen örnekler, mümkün olduğunca yağmur suyuyla yıkanmış yüzeyden değil, iç kısımlardan alınmıştır. Malzemelerde bozulmalara neden olan tuzların örnekleri içerisindeki varlıklarının tespit edilebilmesi için klor, nitrat, sülfat ve karbonat iyonları tespitlerini kapsayan tuz analizleri gerçekleştirilmiştir.

Analizler sırasında kullanılan tüm malzemeler saf su ile yıkanmıştır. 1 gr. harç örneği toz haline getirilmiş, üzerine 100 ml. saf su konularak 1 gün bekletilmiştir. 1 gün sonunda katı kısım ile sıvı kısım (stok çözelti) ayrılmıştır (Güleç, 1992). Stok çözelti kullanılarak aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 5.5'de verilmiştir (*: Altun ve diğ., 2009).

5.3.5.1 Klor (Cl⁻) analizi

Malzeme içerisinde genellikle sodyum klorür (NaCl) veya kalsiyum klorür (CaCl₂) olarak bulunan klor, yapıya deniz suyundan, harçlarda kullanılan bazı kumlardan veya endüstriyel atıkların havada gaz haline gelerek malzeme bünyesine girmesi yolu ile ulaşırlar (Velosa ve diğ., 2006).

Harç içerisindeki Cl⁻ iyonunun tespit edilebilmesi için, hazırlanmış olan stok çözeltiden 2 ml. alınarak test tüpüne konulmuş, üzerine 1 damla HNO₃ (0,1 M) ve 1–2 damla AgNO₃ damlatılmış ve test tüpünde beyaz çökelme olup olmadığı gözlemlenmiştir (5.7). Beyaz çökelme, malzeme içerisindeki Cl⁻ varlığını göstermektedir (Güleç, 1992; Borelli, 1999).



Cl^- : Çözeltideki klor iyonu

AgNO_3 : Gümüş nitrat

AgCl : Beyaz çökelek

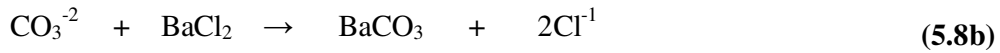
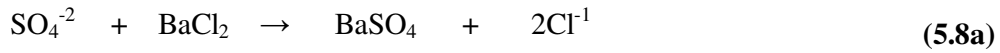
NO_3^- : Nitrat iyonu

5.3.5.2 Nitrat (NO_3^-) analizi

Genellikle atmosferik kirlilik veya tarımsal atıklar yolu ile yapı bünyesine giren nitrik asit, yapı bünyesinde kalsiyum nitrata dönüşür. Malzeme içerisindeki nitratin tespiti için, hazırlanmış olan stok çözeltiden 1–2 damla, saat camına damlatılmış, üzerine 1 kristal difenilamin eklenerek karıştırılmış ve laboratuvar ortamında kurumaya bırakılmıştır. Kurumuş çözeltinin üzerine konsantre H_2SO_4 damlatılarak mavi-mor renk oluşumu gözlemlenmiş ve renk değişiminden nitrat varlığı tespit edilmiştir (Güleç, 1992; Borelli, 1999; Velosa ve diğ., 2006).

5.3.5.3 Sülfat (SO_4^{2-}) ve karbonat (CO_3^{2-}) analizi

Yapı bünyesinde atmosferik kirlilik, tarımsal atıklar, deniz suyu, restorasyonlarda portland çimentosu ve alçı kullanımı gibi nedenlerle oluşan sülfat ve karbonat iyonlarının tespiti için, test tüpüne alınan 2 ml. stok çözeltiliye 1-2 damla %10'luk baryum klorür çözeltisi (BaCl_2) eklenmiştir (5.8). Beyaz çökelmenin olması sülfat ve/veya karbonatın varlığını göstermiştir (Güleç, 1992; Borelli, 1999).



SO_4^{2-} : Çözeltideki sülfat iyonu

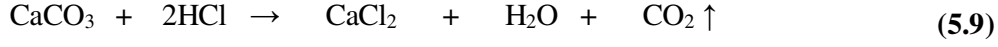
BaCl_2 : Baryum klorür

BaSO_4 : Beyaz parçacıklar

2Cl^- : Klor iyonu

Beyaz çökelme oluşan örnekler santrifüje konulduktan sonra üzerindeki berrak çözelti atılmıştır. Üzerine 1-2 damla HCl asit damlatılmış ve siyah bir zemin önünde

gaz çıkışı ve beyaz çökeleğin varlığı gözlemlenmiştir (5.9). Sadece çökelek olması sülfatın, çökeleğin tamamının kaybolması sadece karbonatın, hem çökeltme hem gaz çıkışının olması sülfat yanında karbonatın varlığını göstermiştir (Güleç, 1992; Borelli, 1999; Velosa ve diğ., 2006).



CaCO_3 : Kalsiyum karbonat (çözünmeyen madde)

HCl : Hidroklorik asit

CaCl_2 : Kalsiyum klorür (çözünür madde)

CO_2 : Karbondioksit gazı

Çizelge 5.5 : Örneklerin tuz analizleri.

YAPILAR VE BOZULMA TÜRLERİ	ÖRNEK	Cl ⁻	SO ₄	NO ₃	CO ₃
BEŞTEPELER KALE KALINTISI (yoğun olmayan atmosferik kirlilik, egzoz dumanı)	BK H1*	-	-	+	-
	BK H2*	-	-	++	-
	BK H3*	-	+	++	-
TALAS KURUKÖPRÜ(egzoz dumanı, yakınında tarım arazileri)	KP H1*	+	-	+	-
	KP H2*	-	+	++	-
	KP H3*	-	-	++	-
	KP H4*	+	+	+	-
	KP H5*	+	-	++	-
MERKEZ AZİZ BASİLİUS MANASTIRI KALINTILARI (yoğun atmosferik kirlilik, egzoz dumanı)	AB H1*	++	+	+++	-
	AB H2*	-	-	+	-
	AB H3*	-	-	+	-
	AB H4*	-	+	+	-
MERKEZ GEVHER NESİBE SULTAN TIP MEDRESESİ (yoğun hava kirliliği, egzoz dumanı, çimentolu restorasyon uygulamaları)	GM H1	-	-	+	-
	GM H2	++	+	+++	-
	GM H3	-	+	+	-
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK (yakınında tarım arazileri, güvercinler)	KK H1	++	+	+++	-
	KK H2	+	+	++	-
	KK H3	+++	-	++	-
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI (yoğun atmosferik kirlilik, egzoz dumanı)	GP H1	+++	+	+++	-
	GP H2	+	-	++	-
	GP H3	+++	+	+++	-
MERKEZ GÖN HANI (yoğun atmosferik kirlilik, egzoz dumanı)	GH H1	+++	+	+++	-
	GH H2	+	+	++	-
MERKEZ GAVREMOĞLU KONAĞI (yoğun atmosferik kirlilik, egzoz dumanı, iç mekanların çöplük olarak kullanımı)	GK H1	+	+	++	-
	GK H2	+	-	++	-

Çizelge 5.5 (devam) : Örneklerin tuz analizleri.

MERKEZ KUYUMCUOĞLU KONAĞI (yoğun atmosferik kirlilik, egzoz dumanı)	KU H1	+	+	+	-
	KU H2	+	+	+++	-
	KU H3	++	+	++	-
ERCİYES DAĞI GEREME PANAGİA KİLİSESİ (iç mekanların ahır olarak kullanımı)	GK S1*	-	-	++	-
	GK S2*	-	-	++	-
	GK S3*	-	-	++	-
	GK S4*	-	-	+	-
YEŞİLHİSAR/ERDEMLİ NİKOLAOS KİLİSESİ (yoğun is, güvercinler)	NK S1*	-	+	++	-
	NK S2*	-	+	++	-
	NK S3*	+	+	+	-
KİLİSE CAMİİ (yoğun is, güvercinler)	KC S1	+	+	+++	-
	KC S2	+	+	+++	-
	KC S3	++	+	+++	-
YEŞİLHİSAR/ERDEMLİ EUSTATHİOS KİLİSESİ (yoğun is, güvercinler)	EU S1	-	-	+	-
	EU S2	-	+	+	-
	EU S3	-	-	++	-
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK (yakınında tarım arazileri, güvercinler)	KK S1	-	+	++	-
	KK S2i	-	+	++	-
	KK S2k	-	+	++	-
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI (yoğun atmosferik kirlilik, egzoz dumanı)	GP S1k	+++	+	+++	-
	GP S1i	+	+	++	-
	GP S2	++	-	+++	-
MERKEZ SETENÖNÜ HAMAMI (yoğun atmosferik kirlilik, egzoz dumanı, iç mekanların çöplük olarak kullanımı)	SH S1	-	+	++	-
	SH S2k	+	-	+++	-
	SH S2i	-	+	++	-
	SH S3	+	+	+	-
GESİ/DARSİYAK YANARTAŞ KİLİSESİ (iç mekanların ahır olarak kullanımı, kömür ile grafitler)	YK S1k	-	-	++	-
	YK S1i	-	-	++	-
	YK S2	-	-	++	-
	YK S3k	+	-	++	-
	YK S3i	+	-	+	-

(*: Altun ve diğ., 2009)

Örneklerin bozulma ortamları göz önünde bulundurulduğunda, şehir merkezinde ve yerleşim birimleri içinde yer alan örneklerin (Aziz Basilius Manastırı Kalıntıları, Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi, Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü, Gön Hanı, Gavremoğlu Konağı, Kuyumcuoğlu Konağı, Setenönü Hamamı) yoğun atmosferik kirlilik ve egzoz dumanına maruz kalmaları nedeniyle içerdikleri tuzların kaynaklarının bu etkenler olduğu düşünülmektedir. Yerleşim merkezi dışındaki örneklerde ise tarım arazileri yakınında yer almaları, iç mekanlarının çöplük veya ahır olarak kullanılmaları, güvercinler tarafından yuva edinilmeleri gibi nedenlerle

klor, nitrat ve sülfat iyonlarına maruz kaldıkları görülmektedir. Karbonat iyonuna örneklerin hiçbirinde rastlanmamıştır.

5.3.6 pH analizi

Harçların asidik veya bazik değerlerinin anlaşılabilmesi amacıyla, toz haline getirilmiş malzeme ile hazırlanmış olan solüsyonun pH değeri ölçümlenmiş ve sonuçlar Çizelge 5.6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, örneklerin genelde nötr özellikler gösterdiği, sınırlı örneğin hafif asidik ve bazik olduğu, 1 örnekte yüksek bazik ortam olduğu görülmektedir. Bu bağlamda örneklerin silikatlaşma ve karbonatlaşma süreçlerini tamamladıkları anlaşılmaktadır.

5.3.7 Puzolanik aktivite ve iletkenlik analizi

Harçların puzolanik aktivite değerlerinin tespit edilebilmesi için seçilen bazı örneklerde XRD analizi yapılmış, diğer örneklerde ise iletkenlik ölçümü yardımıyla puzolanik aktivite değerleri tespit edilmiştir. Bu analiz için öncelikle doygun $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltisi hazırlanmış ve iletkenlik değeri ölçümlenmiştir. Daha sonra malzemelerin elek analizinde 125 μ altında kalan kısmı 1g/50 ml. oramında çözeltiye eklenmiş ve iletkenliği ölçümlenmiştir. İletkenlikler arasındaki farkın 1,2 mS/cm'den büyük olması harcın iyi puzolan, 0,4–1,2 mS/cm. arasında olması puzolan, 0,4 mS/cm'den küçük olması puzolan olmadığını göstermektedir (Uğurlu ve Böke, 2006). Ancak bu deney sonucu elde edilen bulgular incelendiğinde, gerek SEM-EDX ve ince kesit analizleri gerekse mekanik dayanımlar sonucu puzolan içerdiği belirlenen bazı örnekler için “puzolan değil” sonucu elde edildiği, iletkenlik testi sonucu “iyi puzolan” olarak belirlenen bazı örneklerin ise “puzolan” olarak belirlenen örneklerden daha zayıf olduğu tespit edilmiştir.

5.3.8 Protein analizi

Harç içeriğindeki protein varlığının gözlemlenebilmesi amacıyla harç örneği çok ince öğütülerek elenmiştir. Bir ucu ısıtılarak kapatılmış kapiler tüpe, elenmiş örnek 3-5 mm. yüksekliğinde olacak kadar doldurulmuştur. Çok ince kesilmiş ve ucuna konsantre HCl içinde %5'lik hazırlanmış paradiaminobenzaldehit çözeltisi emdirilmiş filtre kâğıdının ucu, tüpün içerisine girecek şekilde yerleştirilmiştir. Tüp alt kısmından ısıtılmıştır. Filtre kâğıdında oluşan pembeleşme, harç içerisindeki proteinin varlığını göstermektedir (Güleç ve Ersen, 1998). 6 duvar örgü harcında ve

13 sıva örneğinde protein tespit edilmiştir. Bu katkıların harç yapımı esnasında harç karışımı içerisine eklenen organik katkılardan olduğu tahmin edilmektedir. Değerlendirmeler Çizelge 5.6’da belirtilmektedir.

5.3.9 Yağ analizi

Harç içerisindeki yağların tespit edilebilmesi amacıyla toz örnek saat camına konularak üzerine bir miktar CuSO₄ kristali eklenmiş ve karıştırılmıştır. 1–2 damla amonyak eklenmiş ve üzerine H₂O₂ damlatılmasıyla oluşan kalıcı sabun kabarcıkları yağ varlığını göstermiştir (Güleç ve Ersen, 1998). Örneklerin sadece 1 tanesinde yağ tespit edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.6’da verilmektedir.

Çizelge 5.6 : Örneklerin protein, yağ, pH ve iletkenlik analizleri.

PROTEİN, YAĞ, PH, İLETKENLİK DENEY SONUÇLARI					
YAPI	ÖRNEK NO	ÖLÇÜM SONUÇLARI			
		PROTEİN.	YAĞ	pH	İLETKENLİK (mS/cm)
BEŞTEPELER KALE KALINTISI	BK H1	–	–	7,2	0,17
	BK H2	–	–	7,1	0,17
	BK H3	–	–	7,4	0,21
TALAS KURUKÖPRÜ	KP H1	–	–	6,8	0,06
	KP H2	–	–	5,7	0,29
	KP H3	–	–	6,8	0,13
	KP H4	–	–	7,6	0,12
	KP H5	–	–	6,1	0,27
MERKEZ AZİZ BASİLİUS MANASTIRI KALINTILARI	AB H1	–	–	7,1	0,84
	AB H2	–	–	7,6	0,07
	AB H3	–	–	6,3	0,09
	AB H4	–	–	6,2	0,23
MERKEZ GEVHER NESİBE S. TIP MEDRESESİ	GM H1	–	–	7,7	0,07
	GM H2	–	–	7,3	0,39
	GM H3	–	–	7,9	0,09
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK	KK H1	+	–	7	0,57
	KK H2	–	–	6,7	0,41
	KK H3	–	–	7,1	0,84
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI	GP H1	+	–	7	3,51
	GP H2	+	–	7,6	0,96
	GP H3	+	+	7,1	1,34
MERKEZ GÖN HANI	GH H1	–	–	7,2	2,38
	GH H2	–	–	6,9	0,27
MERKEZ GAVREMOĞLU	GK H1	–	–	6,1	1,48
	GK H2	–	–	5,8	0,28
MERKEZ KUYUMCUOĞLU KONAĞI	KU H1	+	–	5,8	1,66
	KU H2	+	–	5,9	1,01
	KU H3	–	–	5,8	1,5
ERCİYES DAĞI GEREME PANAGİA KİLİSESİ	GK S1	–	–	7,1	0,14
	GK S2	–	–	6,6	0,29
	GK S3	–	–	6,8	0,32
	GK S4	–	–	7,3	0,05

Çizelge 5.6 (devam) : Örneklerin protein, yağ, pH ve iletkenlik analizleri.

ERDEMLİ NİKOLAOS KİLİSESİ	NK S1	+	–	11,3	0,15
	NK S2	+	–	8,3	0,41
	NK S3	–	–	6,8	0,2
ERDEMLİ KİLİSE CAMİİ	KC S1	–	–	7,1	2,01
	KC S2	–	–	7,1	0,42
	KC S3	–	–	7,2	1,4
ERDEMLİ EUSTATHİOS KİLİSESİ	EU S1	+	–	7,1	0,06
	EU S2	+	–	7,2	0,31
	EU S3	+	–	11,7	0,26
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK	KK S1	+	–	5,3	1,11
	KK S2i	+	–	6,2	0,85
	KK S2k	+	–	6,4	0,97
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI	GP S1k	–	–	7,2	1,29
	GP S1i	–	–	7,4	1,07
	GP S2	–	–	6,9	0,97
MERKEZ SETENÖNÜ HAMAMI	SH S1	+	–	7,1	0,21
	SH S2k	+	–	6,8	0,66
	SH S2i	+	–	7,8	0,48
	SH S3	+	–	7,4	0,33
GESİ/DARSİYAK YANARTAŞ KİLİSESİ	YK S1k	–	–	7,8	0,37
	YK S1i	–	–	7,4	0,25
	YK S2	+	–	7,5	0,41
	YK S3k	–	–	7,5	0,43
	YK S3i	–	–	7,2	0,18

5.4 Petrografik Analizler

Petrografik analizlerde yaygın olarak kullanılan mineral tanıma yöntemleri; büyüteçle inceleme, fiziksel ve kimyasal basit testler, polarizan mikroskopta inceleme, XRD ve SEM analizleridir (Wisser ve diğ., 1988; Demirer ve Alaygut, 1993; Franzini ve diğ., 1999; RILEM TC 167-COM, 2001). Benzer özelliklere sahip örnekler gruplandırılarak 27 adet örnek seçilmiş, ince kesitleri alınan örneklerin petrografik değerlendirmesi polarizan mikroskopta yapılmıştır¹⁰. Sonuçlar aşağıda verilmektedir.

5.4.1 Duvar örgü harçları

-KP H2-Kuruköprü (Roma Dönemi 3.yy.): İnce kesitte pilajioklas ağırlıklı malzemenin yoğun olarak bulunduğu, yer yer tüf görümlü kayaç parçaları olduğu görülmüştür. Bazaltik tüf olduğu düşünülen kaya parçaları içinde pilajioklas iğnecikleri, piroksen ve silisifiye olmuş elemanlar görülmüştür. Öz şekillerini

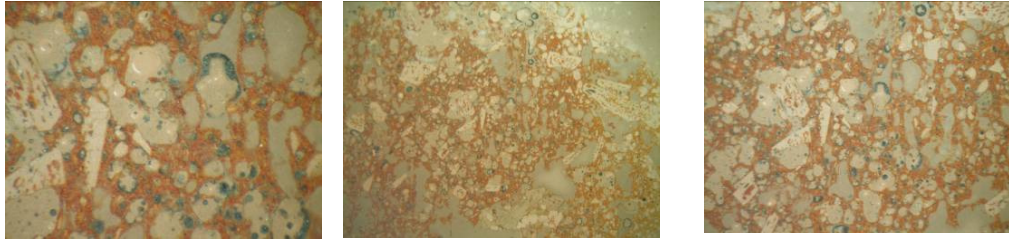
¹⁰ Petrografik değerlendirmeler İ.T.Ü. Maden Fakültesi'nden Prof. Dr. Mustafa Erdoğan, Araş. Gör. Serkan Angı ve Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Doç. Dr. Yusuf Kağan Kadioğlu tarafından yapılmıştır.

koruyan mineral, kayaç parçaları ve %3–5 oranındaki opak mineraller kriptokristalli bağlayıcı içinde dağılmışlardır. Agregalarda kuvars, pilajioklas, piroksenler, opak mineraller ve az miktarda tuğla kırığı gözlemlenmiştir (Altun ve diğ., 2009) (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 : KP H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-KP H4-Kuruköprü (Roma Dönemi 3.yy.): İnce kesitte bazaltik tüf parçaları görülmüştür. Pilajioklaslar kırılanmıştır. Olivinler demire ayrılmış olup opak mineral oranı %7–8 oranındadır. Mineral ve oluşumlar kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağılmıştır. Agregalarda kuvars, pilajioklas ve piroksenler gözlemlenmiştir (Altun ve diğ., 2009) (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 : KP H4 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-KP H5-Kuruköprü (Roma Dönemi 3.yy.): İnce kesitte, harç içinde martitleşme olarak isimlendirilen demir oksit kusmasının dengeli olarak dağıldığı görülmüştür. Yer yer boşluklar izlenmiştir. İzlenen boşluklar altere kristallerin boşluklarıdır. Porfirik doku hâkimdir. Agregalarda kuvars, pilajioklas, piroksenler, andezit ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir (Altun ve diğ., 2009) (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 : KP H5 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-AB H1-Aziz Basilius Manastırı (Geç Roma-Erken Bizans Dönemi 18. yy.): İnce kesitte kaba taneli bir görünüm hâkimdir. Katkı malzemesi olarak çoğunlukla bazalt parçaları görülmüştür. Parçalar ilksel konumlarını korumuşlardır. Bazalt parçaları yarı köşelidir. Opaklar yaygındır. Kayaç parçaları ve hamur boyanmıştır. Bazaltı oluşturan pilajioklas ve camsal doku izlenmiştir. Yer yer altere feldispatların oluşturduğu boşluklara rastlanmıştır. Agregalarda kuvars, pilajioklas, piroksenler, opak mineraller, andezit ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir (Altun ve diğ., 2009) (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 : AB H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-AB H2-Aziz Basilius Manastırı (Geç Roma-Erken Bizans Dönemi 18. yy.): Agregalar olarak çoğunlukla bazalt parçaları görülmüştür. Bazalt parçaları yarı köşelidir. Opaklar yaygındır. Kayaç parçaları ve bağlayıcı boyanmıştır. Yer yer silisifiye olmuş küresel parçacıklar vardır. Bazaltı oluşturan pilajioklas ve camsal doku izlenmiştir. Yer yer altere feldispatların oluşturduğu boşluklara rastlanmıştır (Altun ve diğ., 2009) (Şekil 5.5).



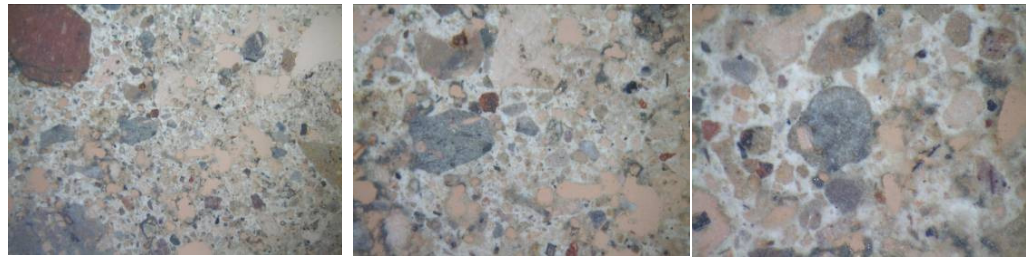
Şekil 5.5 : AB H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-KK H1-Kızıl Köşk (Selçuklu Dönemi 13. yy.): İnce kesitte bağlayıcı ve katkı maddelerinin tamamı demiroksit ile boyanmıştır. Pilajioklas mineralleri dışındaki mineraller tamamen ayrılmıştır. Opak mineraller görülmüştür. Demiroksitler küresel görünümlü olup katkı maddeleri bağlayıcıyla tamamen kaynaşmıştır. Agregalarda kuvars, pilajioklas, piroksenler, andezit, dasit ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir. (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 : KK H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-GM H1-Gevher Nesibe Tıp Medresesi (Selçuklu Dönemi 13. yy.): İnce kesitte bazaltik tüf parçaları görülmüştür. Pilajioklaslar kırılanmıştır. Olivinler demire ayrılmıştır. Opak mineral oranı %7–8 oranındadır. Mineral ve oluşumlar kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağılmıştır. Az miktarda tuğla kırıkları görülmüştür. Agregalarda kuvars, pilajioklas ve piroksenler gözlemlenmiştir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 : GM H1 numaralı harcın (0,7/1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

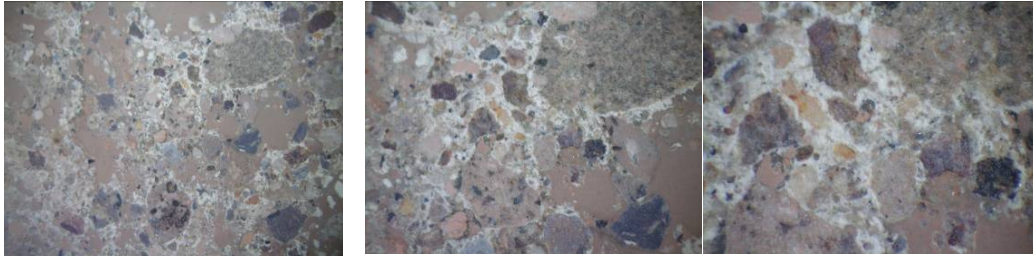
-GM H3-Gevher Nesibe Medresesi (Selçuklu Dönemi 13. yy.): İnce kesitte %30–35 boşluk ve katkı malzemesi olarak doğal malzeme görülmüştür. İçinde demir oksit

boyamaları yaygındır. Ayrıca az miktarda kavkıya rastlanmıştır. Doğal malzemeler tamamen ayrılmış olup çimento kıvamına gelmiştir. Agregalarda kuvars, plajiyoklas, piroksen ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 : GM H3 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-GP H2-Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü (Osmanlı Dönemi, 15.yy.): İnce kesitte plajiyoklaslar ve ferromagnezyen mineraller görülmüştür. Ferromagnezyen minerallerin ayrışmasıyla demirin açığa çıktığı görülmüştür. Bazaltik tüf olduğu düşünülen kayaç parçaları tamamen opaklaşmıştır. Parçaların kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağıldığı görülmüştür. Porfirik doku hâkimdir. Agregalarda kuvars, plajiyoklas, piroksenler ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9 : GP H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-GP H3-Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü (Osmanlı Dönemi, 15.yy.): İnce kesitte plajiyoklaslar ve piroksenler görülmüştür. Bazaltik tüf ve andezitik tüf olduğu düşünülen kayaç parçaları tamamen opaklaşmıştır. Yer yer silisifiye olmuş taneler ve diğer parçaların kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağıldığı görülmüştür. Porfirik doku hâkimdir. Agregalarda kuvars, plajiyoklas, piroksen, opak mineraller, andezit ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir (Şekil 5.10).



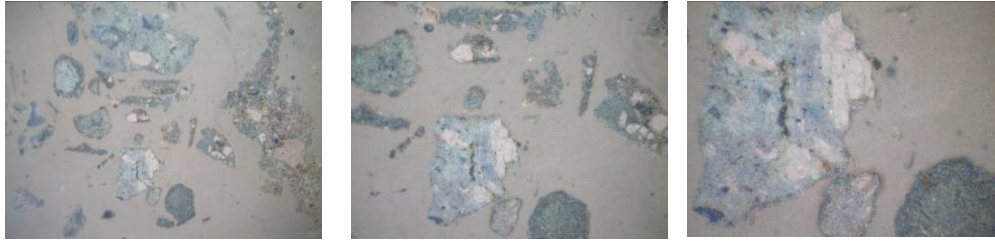
Şekil 5.10 : GP H3 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-GH H1-Gön Hamı (Osmanlı Dönemi 16. yy.): İnce kesitte yer yer ayrılmış plajioklas tanelerine rastlanmıştır. Kriptokristalli bağlayıcı, ayrışma sonucu oluşan demiroksitle boyanmıştır. Plajioklas dışındaki mineral ve parçalar çimento kıvamını almıştır. Yaygın olarak izlenen opak mineraller bağlayıcıyı, dolayısıyla harcı boyamıştır. Çok az miktarda tuğla parçası bulunmaktadır. Agregalarda kuvars, plajioklas ve piroksenler gözlemlenmiştir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11 : GH H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

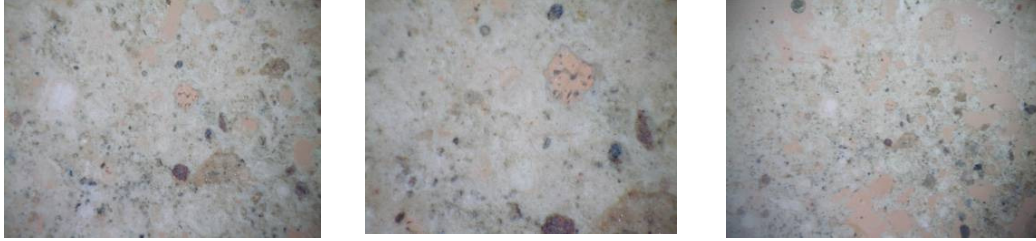
-GK H2-Gavremoğlu Konağı (Osmanlı Dönemi 18. yy.): İnce kesitte çok yaygın olarak gelişen demir oksitlerin çimentoyu boyaması diğer bileşenleri tanınmaz hale getirmiştir. Minerallerin ilksel şekillerinden parçaların bazaltik tüf olduğu söylenebilir (Şekil 5.12).



Şekil 5.12 : GK H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-KU H1-Kuyumcuoğlu Konağı (Osmanlı Dönemi 19. yy.): Bağlayıcı içinde ağırlıklı olarak, ileri derecede ayrılmış ancak ilksel şekillerini koruyan plajioklaslar görülmüştür. Yer yer boşluklar ve altere olmuş bazaltik tüf parçaları görülmüştür. Az

miktarda altere piroksen izlenmiştir. Ferromagnezyen minerallerin ayrışmasıyla oluşan demir oksit yaygındır. Boşluklar, minerallerin aşınma ve ayrışmaları sonucu olmuştur. Kayaç parçaları ve mineraller kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağılmışlardır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 : KU H1 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-KU H2-Kuyumcuoğlu Konağı (Osmanlı Dönemi 19. yy.): Harç içindeki katkı malzemesi daha çok pilajioklas ağırlıklıdır. Bazıları ileri derecede ayrışmıştır. İlksel şekillerini korumuşlardır. Yer yer boşluklar ve bazaltik tüf parçaları görülmüştür. Az oranda altere ve kırıklanmış piroksen izlenmiştir. Mineraller öz şekillerini korumuşlardır. Ferromagnezyen minerallerin ayrışmasıyla yaygın bir şekilde demiroksit gelişimi görülmüştür. Kayaç parçaları ve mineraller kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağılmışlardır. Boşluklar, bazı minerallerin ayrışması ve aşınmasıyla yok olmalarının sonucu oluşmuşlardır (Şekil 5.14).



Şekil 5.14 : KU H2 numaralı harcın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

5.4.2 Sıva harçları

-GK S4- Gereme Panagia Kilisesi (Bizans Dönemi 6. yy.): İnce kesitte pilajioklaslar, tüf parçaları, yer yer boşluklar görülmüştür. Tüfler içinde pilajioklas iğneleri görülmüştür. Oldukça fazla miktarda silisifiye olmuş mineral izlenmiştir. Opaklaşmalar gelişmiştir. İri tanelerde kırıklanmalar oluşmuştur. Bağlayıcı kriptokristallidir ve diğer mineraller içinde dağılmıştır. Agregalarda kuvars,

plajioklas, piroksen, opak mineraller, andezit ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir (Altun ve diğ., 2009) (Şekil 5.15).



Şekil 5.15 : GK S4 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-NK S3-St. Nikolaos Kilisesi (Bizans Dönemi 11.yy.): Harç içindeki katkı malzemeleri doğal olup plajioklas ağırlıklıdır. Bazıları ikizli olan plajioklaslar ileri derecede ayrışıp kırılanmışlardır. İlksel şekillerini korudukları, piroksenlerin de ileri derecede ayrışıp kırıldığı görülmüştür. Bunlardan başka silisifiye mineral ve kayaç parçaları da izlenmiştir. Yer yer bazaltik tuf parçaları görülmüştür. Opaklaşmalar (demir oksit oluşumu) yaygındır. Mineral ve kayaç parçalarının kriptokristalli ve organik maddeden oluşan bir bağlayıcı içinde dağıldığı görülmüştür. Parça ve bağlayıcının aderansı iyidir. Agregalarda kuvars, plajioklas ve piroksenler gözlemlenmiştir (Altun ve diğ., 2009) (Şekil 5.16).



Şekil 5.16 : NK S3 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-KK S1-Kızıl Köşk (Selçuklu Dönemi 13. yy.): Bağlayıcı kısmı kireç ve tuf tozundan oluşmuştur. Agregaların %98'i kireçtaşı, %2'si tuğla kırığıdır (Şekil 5.17).



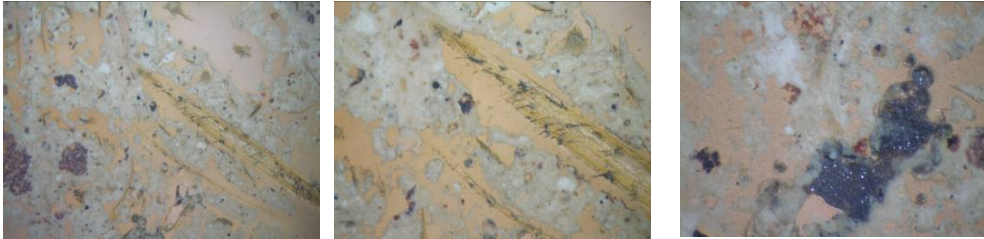
Şekil 5.17 : KK S1 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-KK S2-Kızıl Köşk (Selçuklu Dönemi 13. yy.): İnce kesitte çok sayıda bazaltik tüf parçasının kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağıldığı görülmüştür. Yer yer opaklaşmalar izlenmiştir. Bağlayıcı kısmının tamamı kireçten oluşmaktadır. Agregalarda kuvars, plajiyoklas, piroksen, andezit ve bazalt parçaları gözlemlenmiştir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18 : KK S2 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-EU S3- Eustathios Kilisesi (Selçuklu Dönemi, 13-14.,yy.): İnce kesitte lifli malzemeler görülmüştür. Kriptokristalli bağlayıcı içinde hipidoamorf plajiyoklas parçaları izlenmiştir. Bağlayıcı kısmının tamamı kireçten oluşmuştur. Agregalarda lifli maddeler, kuvars, plajiyoklas ve piroksenler gözlemlenmiştir (Şekil 5.19).



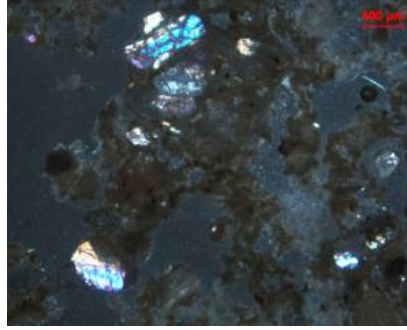
Şekil 5.19 : EU S3 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-GP S1-Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü (Osmanlı Dönemi, 15.yy.): İnce kesitte altere ve kırılanmış plajiyoklaslar görülür. Az oranda tüf parçaları, çok az miktarda tuğla kırıkları izlenir. Plajiyoklas taneleri dışındaki oluşumlar tümüyle ayrışmış ve tanınmaz hale gelmiştir. Bazılarının silisifiye olduğu görülmektedir. Opak mineral gelişimi görülür. Bu bileşenler kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağılmıştır. Agregalarda plajiyoklas ve piroksenler gözlemlenmektedir (Şekil 5.20).



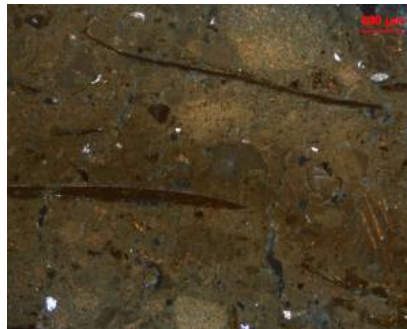
Şekil 5.20 : GP S1 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-GP S2-Güpgüpoğlu Konağı Hamam Bölümü (Osmanlı Dönemi, 15.yy.): İnce kesitte ağırlıklı olarak plajyoklas kristalleri izlenmiştir. Bazıları ileri derecede ayrılmıştır. Yer yer boşluklar ve bazaltik tüf parçaları izlenmiştir. Az oranda altere piroksen kristali görülmüştür. Ferromagnezyen minerallerin ayrışmasıyla yaygın demiroksit ve opaklaşma gelişimi olmuştur. Yer yer silisifiye olmuş taneler görülür. Kayaç parçaları ve minerallerin kriptokristalli bir bağlayıcı içinde dağıldığı görülmüştür (Şekil 5.21).



Şekil 5.21 : GP S2 numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı.

-SH S1-Setenönü Hamamı (Osmanlı Dönemi, 18.yy.): İnce kesitte az miktarda lifli maddeye rastlanmıştır. Agregalarda kuvars ve plajyoklaslar gözlemlenmiştir (Şekil 5.22).



Şekil 5.22 : SH S1 numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı.

-SH S3-Setenönü Hamamı (Osmanlı Dönemi, 18.yy.): Bağlayıcı kısmının tamamı kireçtir. Agregaların %80'ini kuvars, pilajioklas, andezit ve bazalt parçaları, %20'sini tuğla kırıkları oluşturmaktadır (Şekil 5.23).



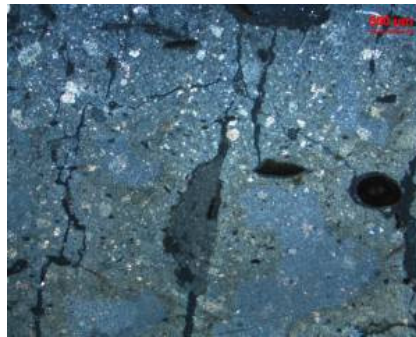
Şekil 5.23 : SH S3 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-YK S1-Yanartaş Kilisesi (Osmanlı Dönemi 19. yy.): İnce kesitte lifli malzemeler görülmüştür. Bağlayıcı içinde hipidoamorf pilajioklas parçaları izlenmiştir. Agregalarda kuvars ve opak mineraller gözlemlenmiştir (Şekil 5.24).



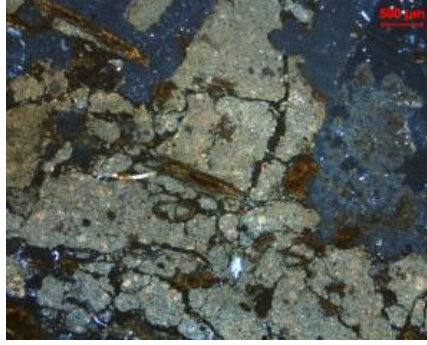
Şekil 5.24 : YK S1 numaralı sıvanın (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

-YK S2-Yanartaş Kilisesi (Osmanlı Dönemi 19. yy.): İnce kesitte lifli malzemeler görülmüştür. Bağlayıcı içinde hipidoamorf pilajioklas parçaları izlenmiştir. Bağlayıcı malzemesi kriptokristalli olup tamamı kireçtir. Agregaların %98'i kireçtaşı, %2'si lifli maddedir (Şekil 5.25).



Şekil 5.25 : YK S2 numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı.

-YK S3k-Yanartaş Kilisesi (Osmanlı Dönemi 19. yy.): İnce kesitte lifli malzemeler görülmüştür. Bağlayıcı içinde hipidoamorf pilajioklas parçaları izlenmiştir. Bağlayıcı malzemesi kriptokristalli olup tamamı kireçtir. Agregalarda kuvars ve pilajioklaslar gözlemlenmiştir (Şekil 5.26).



Şekil 5.26 : YK S3k numaralı sıvanın ince kesit fotoğrafı.

5.5 Mekanik Analizler

Çalışma kapsamında değerlendirmesi yapılan örneklerin standart boyutlarda olmaması nedeniyle (TS EN 1926, 2000) mekanik analizlerin gerçekleştirilmesinde nokta yük (point-load) deneyi tercih edilmiştir.

“Nokta yükleme deney aleti, yükleme sistemi (yükleme gövdesi, yükleme pompası ve iki konik uç), yük göstergeleri ve deney esnasında konik uçlar arasındaki uzaklığı ölçen ölçüm sisteminden oluşur Ayrıca, örneğin boyutlarını ölçebilmek için ölçüm kumpası (tercihen 0.01 mm veya 0.1 mm hassasiyetinde) gereklidir” (Topal, 2000)

30-85 mm. arasında kalınlığa sahip olan düzensiz şekillerin basınç dayanımlarının hesaplanmasında kullanılan bu yöntemde, konik sivri uçlu nokta yük aletinin iki deney başlığı arasına yerleştirilen örnekler hidrolik el pompası ile verilen yükle kırılmış ve kırılan yük manometre üzerinden okunmuştur. Gerekli değerler okunarak düzeltilmemiş nokta yük indeksi hesaplanmıştır (**5.10**). Örneklerin farklı kalınlıklarda olması nedeniyle “boyut düzeltme faktörü” yardımı ile düzeltilmiş nokta yük indeksi (**5.11**) hesaplanmıştır. K değeri için, zayıf kayalar için geçerli olan 10,6471 değeri esas alınmıştır (ISRM, 1985; Brook, 1985; ASTM D5731, 2008, Tunçoku, 2001; Altun ve diğ., 2009). Duvar örgü harcı örnekleri üzerinde deneyler yapılmakla birlikte sıva harcı örneklerinin kalınlıklarının uygun olmaması nedeniyle

herhangi bir mekanik analiz gerçekleştirilememiştir. Sadece 1 sıra örneğinde nokta yük deneyi yapılmış olup sonuçlar Çizelge 5.7’de verilmektedir.

$$I_s = P / D_e^2 \quad (5.10a)$$

$$A = W.D \quad (5.10b)$$

$$D_e^2 = 4A / \pi \quad (5.10c)$$

I_s : Düzeltilmemiş nokta dayanım indeksi

P : Kırılma yükü (kN)

D_e : Eşdeğer kalınlık (mm)

A : Yükleme başlıkları arasında kalan düzlemin minimum kesit alanı

W: Örneğin yükleme yönüne dik kalınlığı

D: Yükleme başlıkları arasındaki uzaklık

$$I_{s(50)} = F. I_s \quad (5.11a)$$

$$F = (D_e / 50)^{0.45} \quad (5.11b)$$

$I_{s(50)}$: Düzeltilmiş nokta yük indeksi

F: Düzeltme faktörü

Çizelge 5.7 : Örneklerin mekanik analizleri.

YAPI	ÖRNEK NO	BASINÇ DAYANIMI (MPa)
BEŞTEPELER KALE KALINTISI	BK H1*	8,30
	BK H2*	8,60
	BK H3*	6,10
TALAS KURUKÖPRÜ	KP H1*	6,10
	KP H2*	9,70
	KP H3*	5,30
	KP H4*	< 4.0
	KP H5*	8,70
MERKEZ AZİZ BASİLİUS MANASTIRI KALINTILARI	AB H1*	9,10
	AB H2*	6,40
	AB H3*	6,20
	AB H4*	8,90

Çizelge 5.7 (devam) : Örneklerin mekanik analizleri.

YAPI	ÖRNEK NO	BASINÇ DAYANIMI (MPa)
MERKEZ GEVHER NESİBE S. TIP MEDRESESİ	GM H1	5,80
	GM H2	6,20
	GM H3	5,60
BİLLUR BAĞLARI KIZIL KÖŞK	KK H1	6,20
	KK H2	6,40
	KK H3	5,60
MERKEZ GÜPGÜPOĞLU KONAĞI HAMAMI	GP H1	7,30
	GP H2	5,90
	GP H3	5,40
MERKEZ GÖN HANI	GH H1	6,70
	GH H2	6,90
MERKEZ GAVREMOĞLU	GK H1	7,30
	GK H2	< 3.0
MERKEZ KUYUMCUOĞLU KONAĞI	KU H1	3,70
	KU H2	4,60
	KU H3	4,10
SETENÖNÜ HAMAMI	SH S3	5,20

(*: Altun ve diğ., 2009)

5.6 Değerlendirme Verileri

Tez kapsamında çalışılmak üzere, Kayseri merkez ve yakın çevresinden, farklı dönemlerde inşa edilmiş, özgün yapım sistemi ve malzemelerini büyük oranda koruyan farklı tiplerde 15 adet yapı seçilmiş; bu yapılardan 28 adet duvar örgü harcı, 23 adet sıva harcı örneği alınmıştır. Örneklerin fiziksel, kimyasal, petrografik ve mekanik analizleri tamamlandıktan sonra sonuçları değerlendirilmiştir.

Örneklerin öncelikle görsel analizleri gerçekleştirilmiş, bağlayıcı ve agrega renkleri, agrega içerikleri, dayanımları değerlendirilmiştir. Yapılan görsel analizler sonucu Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi yapılarından alınan örnekler arasında gerek bağlayıcı renkleri, gerek agrega tipleri gerekse dayanımları açısından dönemsel bir farklılaşma tespit edilememiştir. Bu nedenle değerlendirmeler duvar örgü harcı ve sıva harcı örnekleri genelinde gerçekleştirilmiştir.

Bu değerlendirme sonucu duvar örgü harcı örneklerinin bağlayıcı renklerinin açık gri, krem, açık sarı, pembe ve toprak rengi olduğu, sıva harcı örneklerinin ise krem, beyaz, toprak rengi, pembe ve sarı renkte olduğu görülmüştür. Duvar örgü harcı örneklerinin %44'ü açık gri, %29'u krem, %19'u açık sarı, %4'ü pembe, %4'ü

toprak rengi bağlayıcı rengine sahiptir. Sıva harcı örneklerinde ise kaba sıvaların %63'ü krem, %25'i beyaz, %6'sı koyu sarı, %6'sı toprak rengi bağlayıcı rengine; ince sıvaların %38'i krem, %32'si beyaz, %14'ü toprak rengi, %8'i açık sarı, %8'i açık pembe bağlayıcı rengine sahiptir (Çizelge 5.8). Duvar örgü harcı örneklerinin tümünde agrega olarak kum ve tüf kırıkları kullanılırken, sıva örneklerinin %78'inde sadece kum, %22'sinde kum ve tüf kırıkları kullanılmıştır. Lifli malzeme olarak harçların %7'sinde az miktarda dövülmüş kırığa rastlanmış, %93'ünde lifli malzeme kullanılmamıştır. Sıva harçlarının %22'sinde dövülmüş kırı ve saman bir arada kullanılmış, %28'inde sadece dövülmüş kırı kullanılmış, %50'sinde lifli malzemeye rastlanmamıştır (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.8 : Örneklerin bağlayıcı renkleri ve dağılımları.

	Bağlayıcı rengi ve örneklerin dağılımı (%)					
	Gri	Krem	Sarı	Pembe	Toprak rengi	Beyaz
Duvar örgü harcı	44	29	19	4	4	0
Kaba sıva	0	63	6	0	6	25
İnce sıva	0	38	8	8	14	32

Çizelge 5.9 : Örneklerin agrega ve lifli malzeme tipleri dağılımları.

	Agrega (%)		Lifli malzeme (%)	
	Kum + tüf kırıkları	Kum	Dövülmüş kırı	Dövülmüş kırı + saman
Duvar örgü harcı	100	0	7	0
Sıva harcı	22	78	28	22

Örneklerin fiziksel özellikleri incelendiğinde duvar örgü harçlarının ortalama kütlece su emme yüzdesi %9-66, hacimce su emme yüzdesi %18-55, görünür yoğunluğu 1,23-1,93 g/cm³, gerçek yoğunluğu 2,23-2,91 g/cm³, porozitesi % 23-66 aralığındadır. İnce sıvaların ortalama kütlece su emme yüzdesi %9-60, hacimce su emme yüzdesi %13-58, görünür yoğunluğu 0,97-1,50 g/cm³, gerçek yoğunluğu 2,09-2,73 g/cm³, porozitesi %38-61 aralığındadır. Kaba sıvaların ise ortalama kütlece su emme yüzdesi %9-67, hacimce su emme yüzdesi %32-67, birim hacim ağırlığı 0,92-1,53 g/cm³, özgül ağırlığı 2,36- 2,79 g/cm³, porozitesi % 44-64 aralığındadır.

Örneklerin bağlayıcı:agrega oranlarının saptanabilmesi için kızdırma kaybı ve asit kaybı analizlerinden faydalanılmıştır. Kızdırma kaybı ve asit kaybı değerlerinin karşılaştırılması sonucu farklılık gösteren örnekler tekrar incelenmiş, XRD, SEM, EDS analizleri ve ince kesitler yardımıyla karbonatlı agrega ve alçı içerikleri

değerlendirilmiştir. Karbonatlı agrega ve alçı içermeyen örneklerin bağlayıcı:agrega oranları ve agrega granülometreleri bu analizler yardımıyla tespit edilmiş, karbonatlı agrega içeren örneklerin agrega oranlarının belirlenmesinde ince kesitlerdeki agrega oranları kullanılmıştır. Duvar örgü harcı örneklerinin hiç birinde alçı bulunmamaktadır. Ancak sıva harcı örneklerinin %32'si alçı içermektedir. Alçı içeren sıva harcı örneklerinde asit kaybı tekrarlanmış, asitte çözünen kısım seyreltilmiş HCl çözeltisi içerisinde kaynatılarak kireç:alçı oranları ve bağlayıcı:agrega oranları belirlenmiştir. Alçı içeren örneklerdeki kireç:alçı oranı ortalama 1:5 olarak saptanmıştır. Örneklerin bağlayıcı:agrega oranları Çizelge 5.10'da belirtilmektedir.

Çizelge 5.10 : Örneklerin bağlayıcı/agrega oranlarının değerlendirmesi.

ÖRNEK	BAĞLAYICI/ AGREGA DEĞERLENDİRMESİ				
	ASİT KAYBI	BAĞLAYICIDA ALÇI	ASİTTE KALAN AGREGA	KARBONATLI AGREGA	BAĞLAYICI AGREGA ORANI
BK H1	14,65	—	87,01	0,00	1:6
BK H2	23,80	—	79,18	0,00	1:3
BK H3	17,18	—	84,57	0,00	1:5
KP H1	29,28	—	75,24	0,00	1:3
KP H2	21,55	—	80,77	0,00	1:4
KP H3	16,75	—	84,67	0,00	1:5
KP H4	23,16	—	80,39	0,00	1:3,5
KP H5	33,11	—	70,67	0,00	1:2
AB H1	19,82	—	82,41	0,00	1:4
AB H2	25,59	—	80,40	0,00	1:3
AB H3	18,80	—	84,29	0,00	1:4,5
AB H4	19,46	—	83,34	0,00	1:4
GM H1	26,30	—	73,69	0,00	1:3
GM H2	25,01	—	74,98	0,00	1:3
GM H3	15,79	—	84,20	0,00	1:5
KK H1	25,93	—	74,09	0,00	1:3
KK H2	51,50	—	48,49	0,00	1:1
KK H3	41,33	—	73,07	0,00	1:2
GP H1	40,78	—	59,22	0,00	1:1,5
GP H2	38,77	—	61,22	0,00	1:1,5
GP H3	42,67	—	57,32	0,00	1:1,5
GH H1	56,30	—	43,69	20,00	1:2
GH H2	43,90	—	56,09	10,00	1:3
GK H1	39,49	—	60,50	10,00	1:2,5
GK H2	22,51	—	77,48	0,00	1:3,5
KU H1	50,75	—	49,24	15,00	1:1,5
KU H2	39,58	—	60,41	10,00	1:2,5
KU H3	33,34	—	66,65	5,00	1:2,5
GK S1	24,02	—	76,01	0,00	1:3
GK S2	31,37	—	68,63	0,00	1:2
GK S3	25,95	—	76,64	0,00	1:3
GK S4	32,37	—	67,63	0,00	1:2
KC S1K	91,16	—	8,84	30,00	2:1

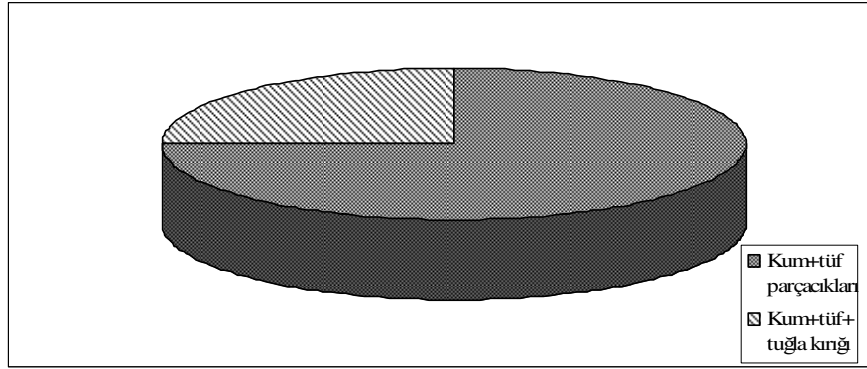
Çizelge 5.10 (devam) : Örneklerin bağlayıcı/agrega oranlarının değerlendirilmesi.

KC S1İ	90,00	—	73,14	0,00	1:1
KC S2	93,01	—	7,02	30,00	2:1
KC S3	94,11	—	5,91	30,00	2:1
NK S1	87,57	—	12,44	20,00	2:1
NK S2	81,12	—	18,89	20,00	2:1
NK S3	68,54	—	31,49	0,00	2:1
EU S1	67,53	—	32,49	0,00	2:1
EU S2	82,42	—	55,07	0,00	1,5:1
EU S3	39,96	—	50,04	0,00	1:2,5
KK S1i	18,33	—	81,21	20,00	1:4
KK S1k	12,36	—	87,41	10,00	1:5
KK S2K	34,48	—	65,58	0,00	1:2
KK S2i	62,19	+	13,12	50,00	3:1
GP S1K	64,03	+	35,99	0,00	2,5:1
GP S1İ	60,45	+	16,26	0,00	2,5:1
GP S2	77,71	+	22,31	50,00	2,5:1
SH S1	60,39	+	39,61	0,00	3:1
SH S2K	54,44	+	45,58	25,00	2,5:1
SH S2İ	60,26	+	39,76	20,00	2:1
SH S3	20,54	—	78,99	0,00	1:4
YK S1K	50,62	—	49,41	0,00	1:1
YK S1İ	84,42	+	15,25	0,00	2:1
YK S2	33,30	—	66,68	15,00	1:4
YK S3K	66,99	—	48,21	10,00	1:1
YK S3İ	84,46	+	15,54	0,00	2:1

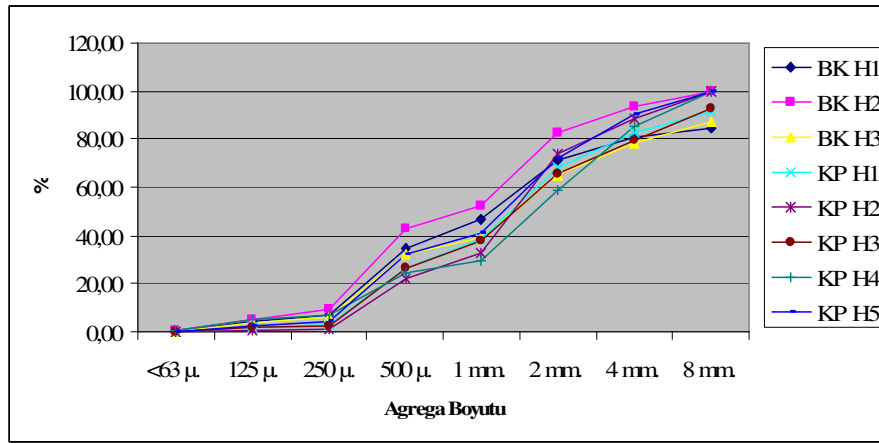
Örneklerin bağlayıcı:agrega oranları değerlendirildiğinde duvar örgü harçlarının bağlayıcı:agrega oranlarının ortalama 1:3 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran, harçlar için ideal oran olarak belirlenen 1:2-3 oranına uygundur (Mora ve diğ, 1984; Ashurst ve Dimes, 1990).

Asit kaybı analizi sonucunda elde edilen agregaların elek analizi yapılmış, agrega granülometreleri belirlenerek harçların ait oldukları yapının dönemine göre agrega granülometri grafikleri elde edilmiştir.

Roma Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:4'tür. Agregalar incelendiğinde örneklerin hiç birinin lifli malzeme içermediği, %50'inde 8 mm.den büyük agregalar olduğu görülmüştür. Bu agregaların 8 mm. den geçen agregalara oranı ağırlıkça ortalama 1:9'dur. Agregalar içerisinde kumların yanı sıra volkanik tüf parçacıkları da bulunmaktadır. Örneklerin %25'inde eser miktarda tuğla kırıklarına rastlanmıştır. Örneklerin agrega türleri Şekil 5.27'de, agrega granülometreleri Şekil 5.28'de belirtilmektedir.

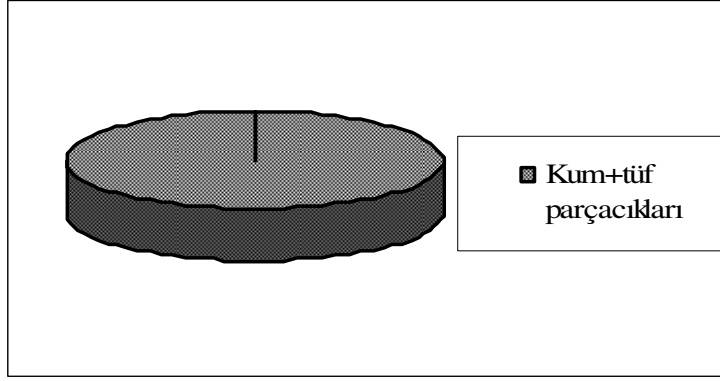


Şekil 5.27 : Roma Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.

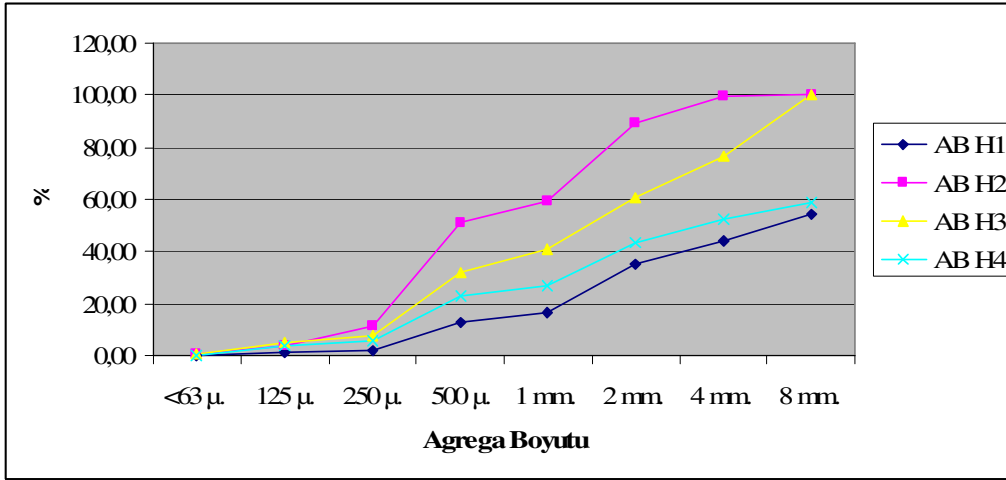


Şekil 5.28 : Roma Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri.

Bizans Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:4'tür. Agregalar incelendiğinde örneklerin hiç birinin lifli malzeme içermediği, %50'sinde 8 mm.den büyük agregalar olduğu görülmüştür. Bu agregaların 8 mm. den geçen agregalara oranı ağırlıkça ortalama 1:1,5 olarak belirlenmiştir. Agregalar içerisinde kumların yanı sıra volkanik tüf parçacıkları da bulunmaktadır. Örneklerin agrega türleri Şekil 5.29'da, agrega granülometrileri Şekil 5.30'da belirtilmektedir.

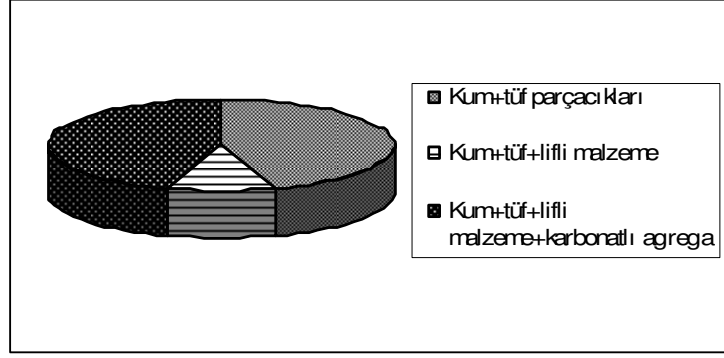


Şekil 5.29 : Bizans Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.

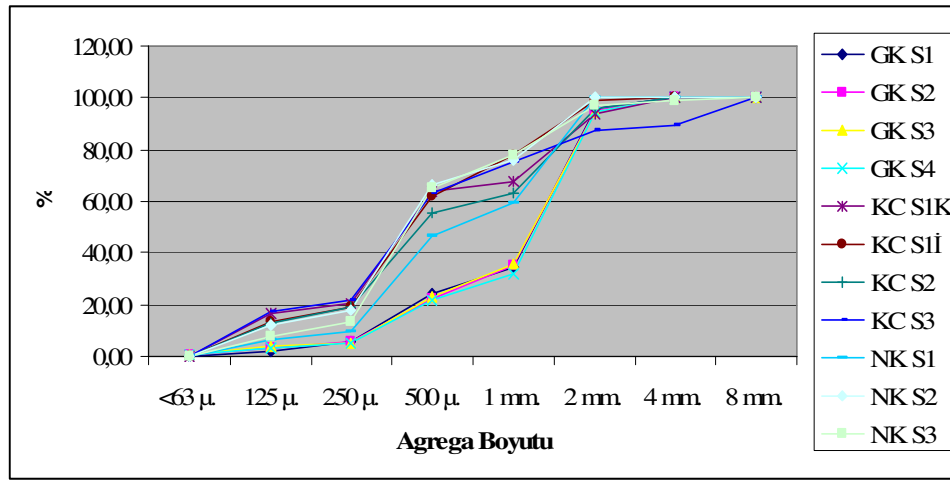


Şekil 5.30 : Bizans Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri.

Bizans Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:1'dir. Agregalar incelendiğinde örneklerin %18'inin çok miktarda saman ve dövülmüş kırıntı içerdiği, %36'sında az miktarda dövülmüş kırıntı olduğu, hiçbirinde 8 mm.den büyük agrega olmadığı görülmüştür. Agregaların %82'si 4 mm. den küçüktür. Agregalar içerisinde kumların yanı sıra volkanik tüf parçacıkları da bulunmaktadır. Örneklerin %45'i karbonatlı agrega da içermektedir. Örneklerin agrega türleri Şekil 5.31'de, agrega granülometreleri Şekil 5.32'de belirtilmektedir.

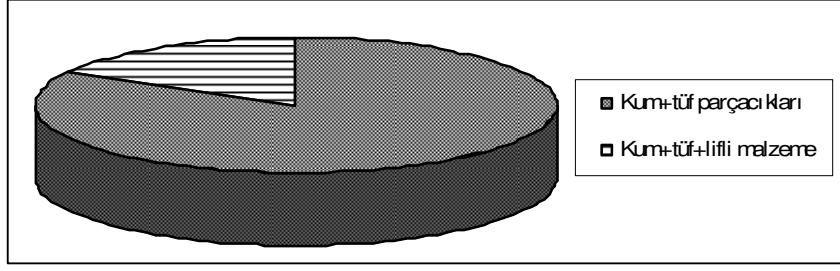


Şekil 5.31 : Bizans Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.

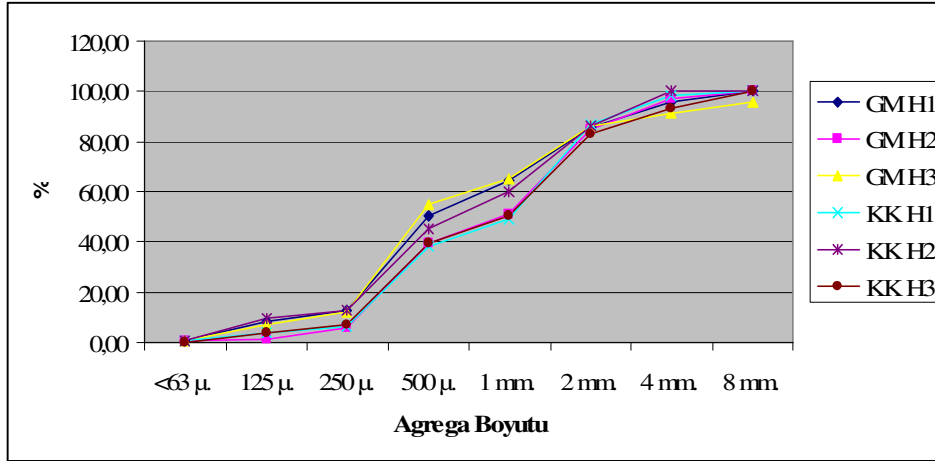


Şekil 5.32 : Bizans Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri.

Selçuklu dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:3'tür. Agregalar incelendiğinde örneklerin %17'sinin az miktarda dövülmüş kırıntı içerdiği, %17'sinde 8 mm.den büyük agregalar olduğu görülmüştür. Bu agregaların 8 mm. den geçen agregalara oranı ağırlıkça ortalama 1:24 olarak belirlenmiştir. Agregalar içerisinde kumların yanı sıra volkanik tüf parçacıkları da bulunmaktadır. Örneklerin agrega türleri Şekil 5.33'de, agrega granülometrileri Şekil 5.34'de belirtilmektedir.

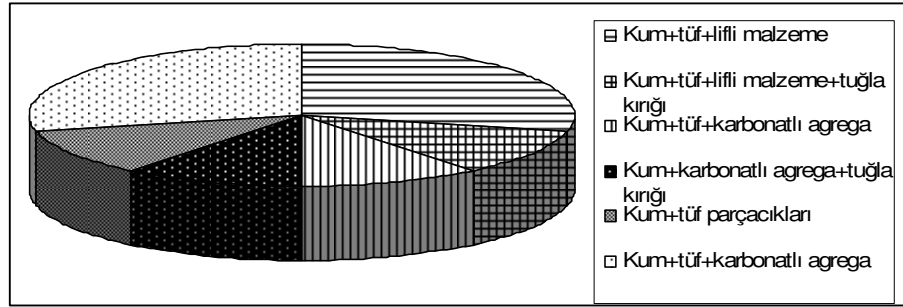


Şekil 5.33 : Selçuklu Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.

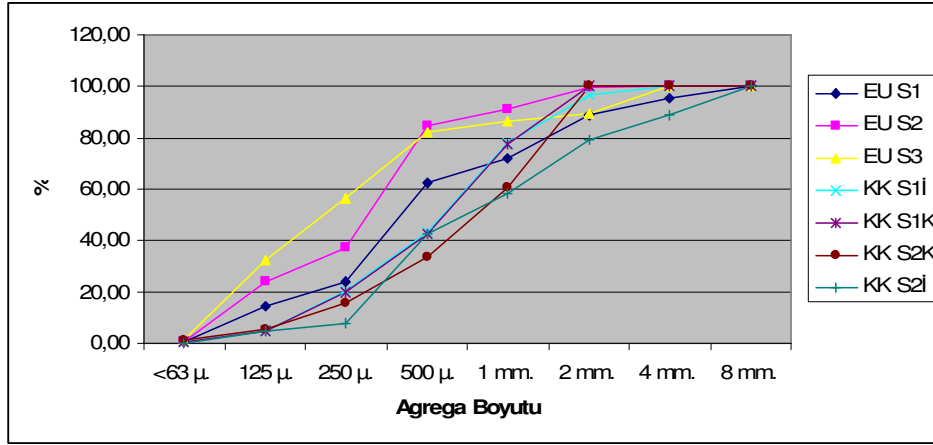


Şekil 5.34 : Selçuklu Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri.

Selçuklu Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 2:2,5'dir. Örneklerin %14'ünde bağlayıcı olarak kirecin yanısıra alçı da kullanılmıştır. Agregalar incelendiğinde örneklerin %14'ünün çok miktarda büyük saman parçaları içerdiği, %29'unda az miktarda dövülmüş kırıntı bulunduğu görülmüştür. Örneklerin hiçbirinde 8 mm.'den büyük agrega bulunmamaktadır. Agregaların %86'sı 4 mm.'den küçüktür. Agregalar içerisinde kumların yanı sıra volkanik tüf parçacıkları da bulunmaktadır. Örneklerin %29'u karbonatlı agrega da içermektedir. %29'unda ise çok az miktarda tuğla kırıklarına rastlanmıştır. Örneklerin agrega türleri Şekil 5.35'de, agrega granülometrileri Şekil 5.36'da belirtilmektedir.

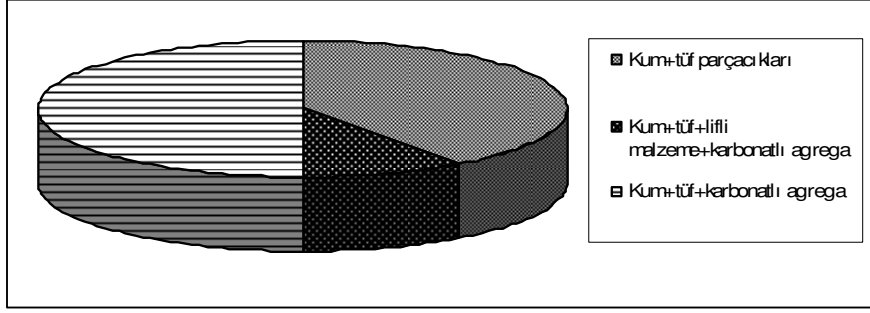


Şekil 5.35 : Selçuklu Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.

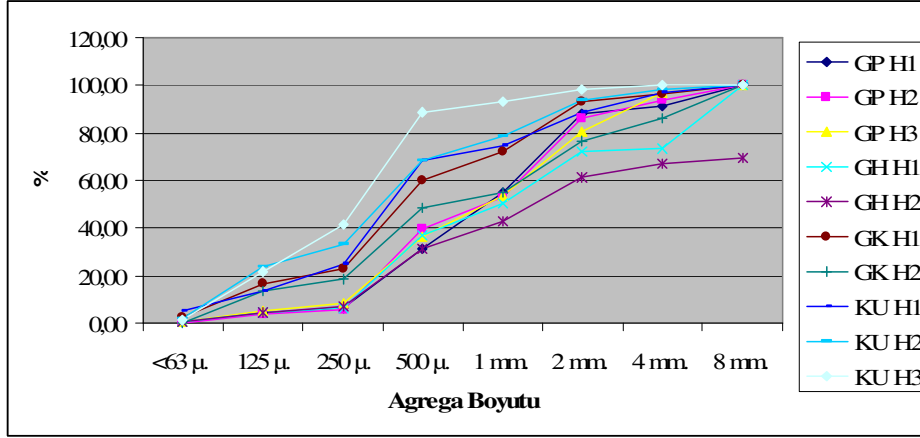


Şekil 5.36 : Selçuklu Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri.

Osmanlı Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:2,5'dir. Agregalar incelendiğinde örneklerin %10'unun az miktarda dövülmüş kırıntı içerdiği, %10'unda 8 mm.den büyük agregalar olduğu görülmüştür. Bu agregaların 8 mm. den geçen agregalara oranı ağırlıkça ortalama 1:2,5 olarak belirlenmiştir. Agregalar içerisinde kumların yanı sıra volkanik tüf parçacıkları da bulunmaktadır. Örneklerin %60'ı karbonatlı agrega da içermektedir. Örneklerin agrega türleri Şekil 5.37'de, agrega granülometreleri Şekil 5.38'de belirtilmektedir.

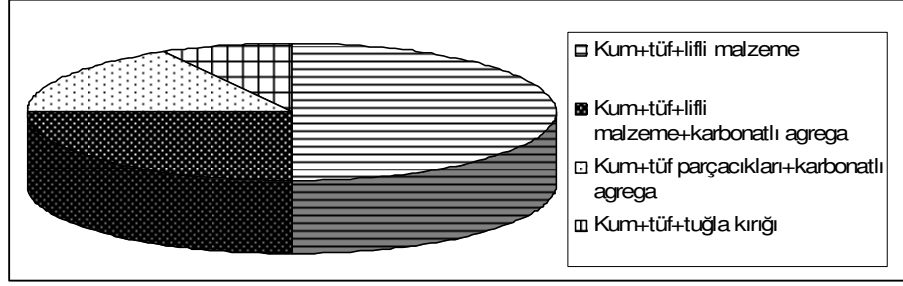


Şekil 5.37 : Osmanlı Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.

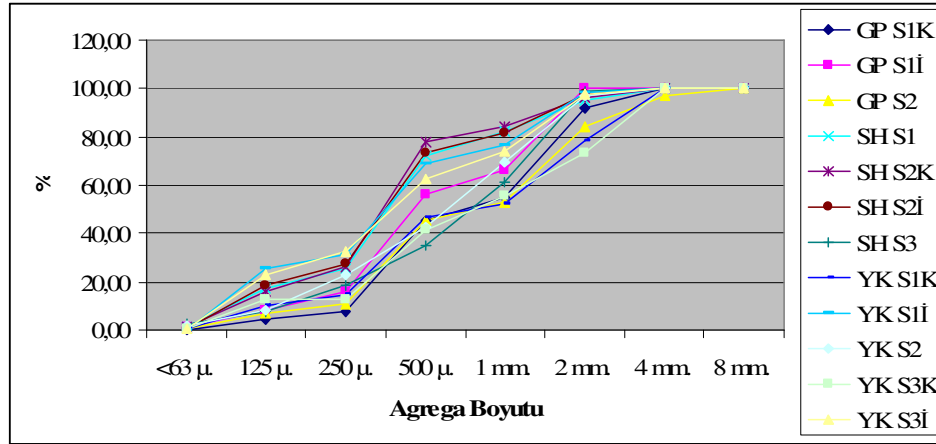


Şekil 5.38 : Osmanlı Dönemi yapılarından alınan duvar örgü harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri.

Osmanlı Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 2:2,5'dir. Örneklerin %67'sinde bağlayıcı olarak kirecin yanı sıra alçı da kullanılmıştır. Agregalar incelendiğinde örneklerin %42'sinin çok miktarda küçük saman parçaları ve dövülmüş kırıntı içerdiği, %33'ünde az miktarda dövülmüş kırıntı bulunduğu görülmüştür. Örneklerin hiçbirinde 8 mm. den büyük agrega bulunmamaktadır. Agregaların %91'i 4 mm.'den küçüktür. Agregalar içerisinde kumların yanı sıra volkanik tüf parçacıkları da bulunmaktadır. Örneklerin %42'si karbonatlı agrega da içermektedir. %8'inde ise çok az miktarda tuğla kırıklarına rastlanmıştır. Örneklerin agrega türleri Şekil 5.39'da, agrega granülometrileri Şekil 5.40'da belirtilmektedir.



Şekil 5.39 : Osmanlı Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinin agrega tipi dağılımları.



Şekil 5.40 : Osmanlı Dönemi yapılarından alınan sıva harcı örneklerinde elekten geçen agrega yüzdeleri.

Harç örneklerinin bağlayıcıları üzerinde yapılan protein analizlerine göre duvar örgü harcı örneklerinin %22'sinde, sıva harcı örneklerinin %47'sinde protein olduğu tespit edilmiştir. Ancak proteinin zaman içerisinde bozunma ve analizlerde tespit edilememesi ihtimali gözönüne alındığında, protein saptanamayan örnekler için kesin bir yargıya ulaşmak güçleşmektedir. Yine bağlayıcılar üzerinde yapılan yağ analizlerinde duvar örgü harcı örneklerinin %4'ünde yağ tespit edilirken sıva harcı örneklerinde yağ olmadığı görülmüştür.

Çalışma kapsamında yapılan tüm analizler değerlendirildiğinde; Kayseri'de farklı dönemlerde inşa edilmiş yapılarda yapım sistemi ve malzeme kullanımı açısından büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir. Ele alınan tüm yapıların duvar malzemesi taş olup duvar örgü harcı ve sıva harçlarının tümü kireç harcıdır. Hem sıva hem de harç örneklerinde dönem farklılaşması olmaksızın bağlayıcılarda ve agregalarda farklı türlerde volkanik tüfler kullanılmıştır.

Harç örneklerinde katkı malzemesi olarak puzolanik malzemeler olan volkanik tüf tozları kullanılmıştır. Kayseri civarında bulunan bir çok taş ocağında açık gri, koyu gri, kahverengi, siyah, pembe, sarı gibi farklı renklerde volkanik tüflerin ve puzolanik toprakların bulunması, bu tüf tozlarının kullanıldığı bağlayıcıların da yapı taşlarına uygun farklı renklerde biçimlenmesine olanak vermiştir. Volkanik tüflerin kırıkları, ayrıca agrega olarak da ırmak kumu ve ocak kumlarının yanında sıklıkla kullanılmıştır. Bu bağlamda, örneklerin dönemsel farklılaşmadan çok, bağlayıcı renkleri, içerikleri, bağlayıcı:agrega oranları, agrega içerikleri, fiziksel özellikleri ve mekanik dayanımları açısından gruplandırıldığı görülmektedir. Bu özellikler, aynı dönem yapılarına ait bazı örneklerde ciddi farklılıklar gösterirken, farklı dönem yapılarının örneklerinde benzerlikler ön plana çıkmaktadır.

Harç örnekleri dönem farkı gözetmeksizin kendi aralarında gruplandırıldığında, duvar örgü harçlarında en belirgin ayırımın bağlayıcı renklerine göre olduğu gözlemlenmektedir. Bu gruplandırmaya göre, tez çalışması kapsamında ele alınan yapıların duvar örgü harçları 5 grupta toplanmaktadır. Sıva harçlarında ise değişkenlerin fazla miktarda olması nedeniyle bağlayıcı renklerinin yanısıra bağlayıcıda alçı içeriği ve agregada lifli madde içeriği de göz önüne alınarak 7 çeşit sıva harcı grubu oluşturulmuştur. Bu gruplar çizelge 5.11 ve Çizelge 5.12'de verilmektedir.

Duvar örgü harcı örneklerinin %73'ü 1. gruba girmektedir. Bu gruptaki harçların bağlayıcı rengi gri olup ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:3'tür. Oldukça kuvvetli harçlardan oluşan bu grubun ortalama basınç dayanımı 6,8 Mpa'dır. Bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tüf tozlarından, agregaları kum, tüf kırıkları ve yer yer karbonatlı agregalardan oluşmaktadır.

2. gruba giren duvar örgü harçları, örneklerin tümünün %18'ini oluşturmaktadır. Bağlayıcı rengi sarı olan bu örneklerin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:2,5 olarak belirlenmiştir. Yine yüksek dayanımlı harçlardan oluşan bu grubun ortalama basınç dayanımı 5,8 Mpa'dır. Bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tüf tozlarından, agregaları kum ve tüf kırıklarından oluşmaktadır.

Örneklerin %3'ünü oluşturan 3. grubun bağlayıcı:agrega oranı 1:3,5'dir. Pembe renkli bir bağlayıcıya sahip olan örneğin dayanımı oldukça zayıf olup 4 Mpa'dan

düşük olarak belirlenmişti. Bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum ve tuf kırıklarından oluşmaktadır.

Yine %3'lük bir dilime giren 4. grup duvar örgü harçlarında bağlayıcı:agrega oranı 1:1,5'dir. Koyu gri/siyah renkli bir bağlayıcıya sahip olan örneklerin basınç dayanımı 5,9 Mpa'dır. Bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum ve tuf kırıklarından oluşmaktadır.

5. grup duvar örgü harcı örneklerinin %3'ünü oluşturmakta olup bağlayıcı rengi toprak rengidir. Bu grubu temsil eden örneğin içerisinde puzolanik malzeme tespit edilememiş olup toprak ve kireçten oluşan, moloz taş duvar içerisinde kullanılan çok zayıf bir harçtır. Agregaları kum ve tuf kırıklarından oluşmaktadır.

Sıva harcı örnekleri, hem bağlayıcı içerikleri hem de agrega tipleri konusunda çeşitlilik göstermekte olup 7 gruptan oluşmaktadır (Çizelge 5.12).

Sıva harcı örneklerinin %37'sini oluşturan 1. grubun ortalama bağlayıcı:agrega oranı 1:2'dir. Krem rengi bağlayıcıya sahip olan örneklerin ölçüm için yeterli kalınlığa sahip olmamaları nedeniyle basınç dayanımları ölçülemediği olup el ile zor parçalanacak kadar kuvvetli oldukları tespit edilmiştir. Bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum, tuf kırıkları ve yer yer karbonatlı agregalardan oluşmaktadır.

2. grup sıva harçları, örneklerin %17'sini oluşturmaktadır. Toprak rengi bağlayıcıya sahip olan örneklerin ortalama bağlayıcı:agrega oranı 2,5:1, bağlayıcı içerisindeki kireç:alçı oranı ortalama 1:5'dir. Kireç:alçı:agrega oranı 0,5:2:1'dir. Bağlayıcıları sönmüş kireç ve alçı, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum, tuf kırıkları ve yer yer karbonatlı agregalardan oluşmaktadır.

Örneklerin %9'unu oluşturan 3. grup sıva harçlarının dayanımı çok zayıftır. Bağlayıcı rengi krem olan sıvaların ortalama bağlayıcı:agrega oranı 2:1, bağlayıcı içerisindeki kireç:alçı oranı ortalama 1:5'dir. Bağlayıcıları sönmüş kireç ve alçı, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum, tuf kırıkları ve dövülmüş kırıntı, saman gibi lifli malzemelerden oluşmaktadır.

4. grup sıva harçları, örneklerin %7'sini oluşturmaktadır. Yine el ile zor parçalanacak kadar kuvvetli olan sıvaların bağlayıcı rengi krem olup bağlayıcı:agrega oranı ortalama 3:1'dir. Kireç:alçı:agrega oranı 0,6:3:1'dir. Bağlayıcıları sönmüş kireç ve

alçı, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum, tuf kırıkları ve dövülmüş kırıktık, saman gibi lifli malzemelerden oluşmaktadır.

5. grup sıva harçları, örneklerin %9'unu oluşturmaktadır. Bağlayıcı:agrega oranı ortalama 1:2 olup dayanımları çok düşüktür. Krem renkli olan bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum, tuf kırıkları ve dövülmüş kırıktık, saman gibi lifli malzemelerden oluşmaktadır.

Örneklerin %17'sini oluşturan 6. grup sıva harçlarının bağlayıcı rengi krem olup ortalama bağlayıcı:agrega oranı 2:1'dir. Dayanımı kuvvetli olan sıvaların bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum, tuf kırıkları, karbonatlı agrega ve dövülmüş kırıktık, saman gibi lifli malzemelerden oluşmaktadır.

7. grup sıva harçları, örneklerin %4'ünü oluşturmakta olup bağlayıcı rengi pembe dir. Bağlayıcı:agrega oranı 1:4 olup dayanımı kuvvetlidir. Bağlayıcıları sönmüş kireç, katkı malzemesi tuf tozlarından, agregaları kum ve tuf kırıklarından oluşmaktadır.

Çizelge 5.11 : Duvar örgü harcı örneklerinin gruplandırılması.

	ÖRNEK	BAĞL. RENGİ	BASINÇ DAYANIMI	BAĞL./AG.ORANI	BAĞLAYICI İÇERİĞİ	AGREGA ÇERİĞİ
HARÇ 1	BK H1-Roma	Gri	8,3	1/6	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları
	BK H2-Roma		8,6	1/3		
	BK H3-Roma		6,1	1/5		
	KP H1-Roma		6,1	1/3		
	KP H2-Roma		9,7	1/4		
	KP H5-Roma		8,7	1/2		
	AB H1-Bizans		9,1	1/4		
	AB H2-Bizans		6,4	1/3		
	AB H3-Bizans		6,2	1/4,5		
	AB H4-Bizans		8,9	1/4		
	GM H1-Selçuklu		5,8	1/3		
	GM H2-Selçuklu		6,2	1/3		
	GM H3-Selçuklu		5,6	1/5		
	GP H1-Osmanlı		7,3	1/1,5		
	GH H1-Osmanlı		6,7	1/2		
	GH H2-Osmanlı		6,9	1/3		
	GK H1-Osmanlı		7,3	1/2,5		
	KU H1-Osmanlı		3,7	1/1,5		
KU H2-Osmanlı	4,6	1/2,5				
KU H3-Osmanlı	4,1	1/2,5				
HARÇ 2	KP H3-Roma	Açık sarı	5,3	1/5	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları
	KK H1-Selçuklu		6,2	1/3		
	KK H2-Selçuklu		6,4	1/1		
	KK H3-Selçuklu		5,6	1/2		
	GP H3-Osmanlı		5,4	1/1,5		
HARÇ 3	KP H4-Roma	Pembe	<3.0	1/3,5	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları
HARÇ 4	GP H2-Osmanlı	Koyu gri	5,9	1/1,5	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları
HARÇ 5	GK H2-Osmanlı	Toprak rengi	< 3.0	1/3,5	Sönmüş kireç+toprak	Kum+tüf kırıkları

Çizelge 5.12 : Sıva harcı örneklerinin gruplandırılması.

	ÖRNEK	BAĞL. RENGİ	DAYANIM	BAĞLAYICI/AGR. ORANI	BAĞLAYICI İÇERİĞİ	AGREGA İÇERİĞİ
SIVA 1	GK S1-Bizans	Krem	Kuvvetli	1/3	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları
	GK S2-Bizans			1/2		
	GK S3-Bizans			1/3		
	GK S4-Bizans			1/2		
	NK S3-Bizans			2/1		
	EU S1-Selçuklu			2/1		
	EU S2-Selçuklu			1,5/1		
	EU S3-Selçuklu			1/2,5		
	KK S1i-Selçuklu			1/4		
	KK S1k-Selçuklu			1/5		
KK S2k-Selçuklu	1/2					
SIVA 2	KK S2i-Selçuklu	Toprak rengi	Kuvvetli	3:1 (Kir: Al :Ag = 0.5:2,5:1)	Sönmüş kireç+tüf tozu + alçı	Kum+tüf kırıkları
	SH S2k-Osmanlı			2,5:1 (Kir: Al :Ag = 0.4:2:1)		
	SH S2i-Osmanlı			2:1 (Kir: Al :Ag = 0.3:1,7:1)		
	GP S2-Osmanlı			2,5:1 (Kir: Al :Ag = 0.4:2:1)		
SIVA 3	GP S1K-Osmanlı	Krem	Çok zayıf	2,5:1 (Kir: Al :Ag = 0.4:2:1)	Sönmüş kireç+tüf tozu + alçı	Kum+tüf kırıkları+ lifli madde
	YK S1İ-Osmanlı			2:1 (Kir: Al :Ag = 0.3:1,7:1)		
	YK S3İ-Osmanlı			2:1 (Kir: Al :Ag = 0.3:1,7:1)		
SIVA 4	GP S1i-Osmanlı	Krem	Kuvvetli	2,5:1 (Kir: Al :Ag = 0.4:2:1)	Sönmüş kireç+tüf tozu + alçı	Kum+tüf kırıkları+ lifli madde
	SH S1-Osmanlı			3:1 (Kir: Al :Ag = 0.5:2,5:1)		
SIVA 5	YK S1k-Osmanlı	Krem	Çok zayıf	1/1	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları+ lifli madde
	YK S2-Osmanlı			1/4		
	YK S3k-Osmanlı			1/1		
SIVA 6	KC S1k-Bizans	Krem	Kuvvetli	2/1	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları+ lifli madde
	KC S2-Bizans			2/1		
	KC S3-Bizans			2/1		
	NK S1-Bizans			2/1		
	NK S2-Bizans			2/1		
SIVA 7	SH S3-Osmanlı	Pembe	Kuvvetli	1/4	Sönmüş kireç+tüf tozu	Kum+tüf kırıkları

6. ONARIM HARCİ ÖNERİLERİ

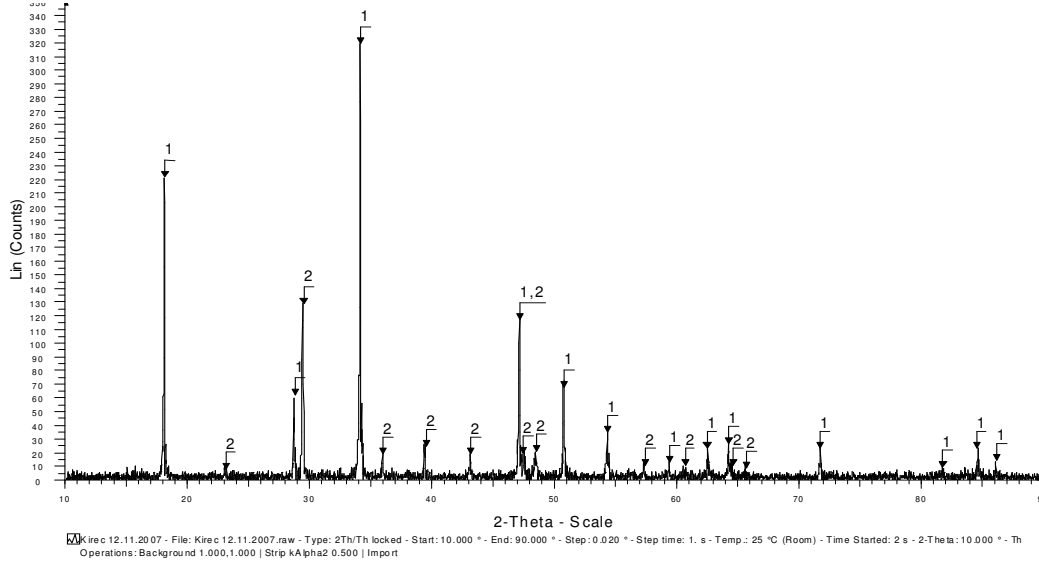
Tez çalışması kapsamında ele alınan harç örneklerinin fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik analizlerinin değerlendirilmeleri sonucu, yapılarda 5 çeşit duvar örgü harcı, 7 çeşit sıva harcı kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu grupları temsil eden örnek sayıları ve ham madde olanakları değerlendirilerek 3 çeşit duvar örgü harcı ve 2 çeşit sıva harcı örneği için onarım harcı önerileri geliştirilmiştir.

6.1 Kullanılan Ham Maddeler

Onarım harcı önerilerinin değerlendirilebilmesi için, öncelikle özgün harçların analizleri yapılarak bağlayıcı ve agregalar içerisinde kullanılan hammaddeler tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucu, bağlayıcıların temel malzemesinin kireç olduğu, dayanımı arttırmak amacıyla tuf tozlarının puzolan olarak kirece katıldığı, bazı sıva örneklerinde ek olarak alçı da kullanıldığı saptanmıştır. Agregalar olarak ırmağ ve ocak kumlarının yanı sıra tuf kırıklarının da kullanıldığı görülmüştür.

6.1.1 Kireç

Kayseri civarında bulunan kireç ocakları incelendiğinde, Bünyan, Ağırnas, Erkiyet, Tomarza Pusatlı köyü, Develi Şahmelik köyü, Himmetdede Tekgöz Hanı bölgesinde günümüzde işletilmeyen eski kireç ocakları bulunduğu görülmektedir (Kayseri İli Yapı Gereçleri ve Yöresel Koşulları, 1973). Onarım harçlarında kullanılan kireç, Kayseri-Ankara karayolu üzerinde Kalaba mevkiinde bulunan Erciyes kireç ocaklarından temin edilmiştir. Fabrikadan alınan sönmemiş kireç su ile söndürülerek 2 yıl boyunca laboratuvar ortamında su içerisinde bekletilmiştir. Onarım harcı içerisinde ıslak olarak kullanılan kirecin bağlayıcı agregalar oranları içerisindeki kuru ağırlığının saptanabilmesi için, suyu süzülen belirli miktarda kireç etüvde 105 °C'de 24 saat bekletildikten sonra su kaybı hesaplanmıştır (ASTM C 110-96a). Bu hesaplamalara göre kirecin su kaybının %56 olduğu saptanmıştır. Sönmüş kirecin XRD grafiği Şekil 6.1'de verilmektedir.



Bileşin Numarası	PDF No	Bileşin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	44-1481	Portlandite, syn	Ca(OH) ₂	Hexagonal	3.5899	3.58990	4.916	90.000	90.000	120.00	Primitive	1
2	72-1937	Calcite	CaCO ₃	Hexagonal	4.9940	4.99400	17.08100	90.000	90.000	120.00	Primitive	6

Şekil 6.1 : Hammadde olarak kullanılan kirecin XRD analizi.

6.1.2 Tüfler

Hem bağlayıcı hem de agrega içerisinde kullanılan bileşenler incelendiğinde bölgede bulunan volkanik tüflerin kullanıldığı görülmüştür. Günümüzde mevcut ocaklardan çıkarılmakta olan ve örnekler içerisindeki tüfler ile renk ve tür olarak benzeşen 8 adet tüften alınan ince kesitlerin petrografik değerlendirmeleri yapılmıştır.

- a) **Kahverengi Başakpınar taşı:** Trakitik tüftür. İnce kesitte, öz şekilli sanidin, ayrıışmış piroksenler (ojit) ve ayrıışmış volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Piroksenler etrafında, ayrıışmayla oluşan opaklaşmalar yaygın olarak izlenmektedir. Yarı kristalli camsal hamur (vitrofirik doku) içinde akıntı izleri dikkati çekmektedir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2 : Başakpınar taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

- b) Siyah Develi taşı: Trakitik tüftür. İnce kesitte, öz şekilli sanidin, ayrılmış piroksenler (ojit) ve ayrılmış volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Piroksenler etrafında, ayrışmayla oluşan opaklaşmalar yaygın olarak izlenmektedir. Yarı kristalli camsal hamur (vitrofirik doku) içinde akıntı izleri dikkati çekmektedir (Şekil 6.3).



Şekil 6.3 : Develi taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

- c) Sarı Tomarza Koççağz taşı: Trakitik tüftür. İnce kesitte, öz şekilli sanidinler, ayrılmış piroksenler (ojit) ve ayrılmış volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Sanidinlerde yer yer kaolenleşmeler izlenmektedir. Piroksenler etrafında opaklaşmalar yaygın olarak izlenmektedir. Volkanik kayaç parçaları da ileri derecede ayrılmıştır. Hamur yarı kristalli camsal dokudan oluşmaktadır (Şekil 6.4).



Şekil 6.4 : Koççağz taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

- d) Gri Kamber taşı: Trakitik tüftür. İnce kesitte, çok miktarda öz şekilli yer yer kaolenleşmiş sanidin, daha az olarak ayrılmış piroksenler (ojit) ve ayrılmış volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Piroksenler etrafında opaklaşmalar

yaygın olarak izlenmektedir. Yarı kristalli camsal hamur (vitrofirik doku) içinde demir oksit boyamaları ve akıntı izleri dikkati çekmektedir (Şekil 6.5).



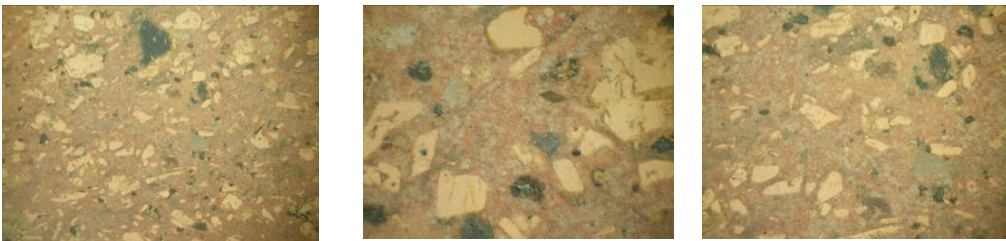
Şekil 6.5 : Kamber taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

- e) Siyah Tomarza taşı: Andezitik tüftür. İnce kesitte, plajiyoklas fenokristalleri, ayrıışmış piroksenler (ojit) ve ayrıışmış volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Piroksenler etrafında, ayrıışmayla oluşan opak mineraller yaygın olarak izlenmektedir. Yarı kristalli camsal hamur (vitrofirik doku) içinde akıntı izleri dikkati çekmektedir (Şekil 6.6).



Şekil 6.6 : Tomarza taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

- f) Pembe Erkilet taşı: Camsal flüidal dokulu riyolitik tüftür. İnce kesitte, öz şekilli sanidinler, kenarları yenmiş kuvarslar, klorite ayrıışmış biyotitler ve ileri derecede ayrıışmış volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Biyotitlerin çevresinde opak mineraller yaygındır. Hamur volkanik cam olup demir oksitle boyanmıştır. Hamur içinde akıntı izleri görülmektedir (Şekil 6.7).



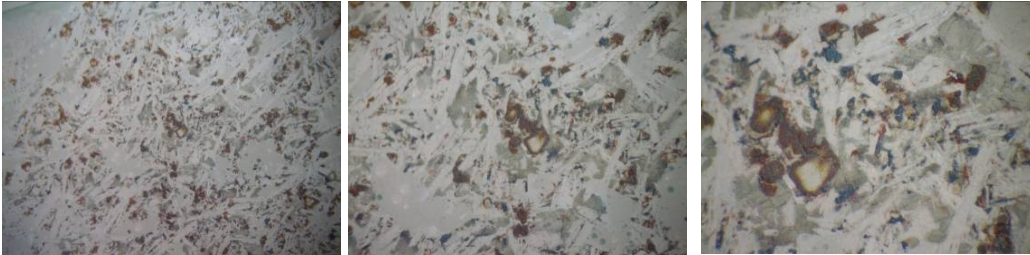
Şekil 6.7 : Pembe Erkilet taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

- g) Sarı Tomarza Şıhbarak taşı: Camsal flüidal dokulu riyolitik tüftür. İnce kesitte, öz şekilli sanidinler, kenarları magmatik korozyona uğramış kuvars taneleri, ayrılmış biyotitler ve ayrılmış volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Biyotitlerin çevresinde opaklaşmalar yaygındır. Hamur volkanik cam olup demir oksitle boyanmıştır. Hamur içinde belirgin bir şekilde akıntı izleri görülmektedir (Şekil 6.8).



Şekil 6.8 : Şıhbarak taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

- h) Gri Erkilet taşı: İntersertal dokulu bazalttır. İnce kesitte, yaygın olarak plajjoklas (labrador) fenokristalleri izlenmektedir. Yer yer kaolenleşme türü ayrışmalar görüldüğü labradorların etrafında ileri derecede ayrışmış piroksenler (ojit) görülmektedir. Ayrışmış piroksenlerin etrafında, opak mineraller yaygın olarak izlenmektedir. Hamur kısmen volkanik camdan oluşmaktadır (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 : Gri Erkilet taşının (0,7/ 1,5 ve 3 oküler) ince kesit fotoğrafları.

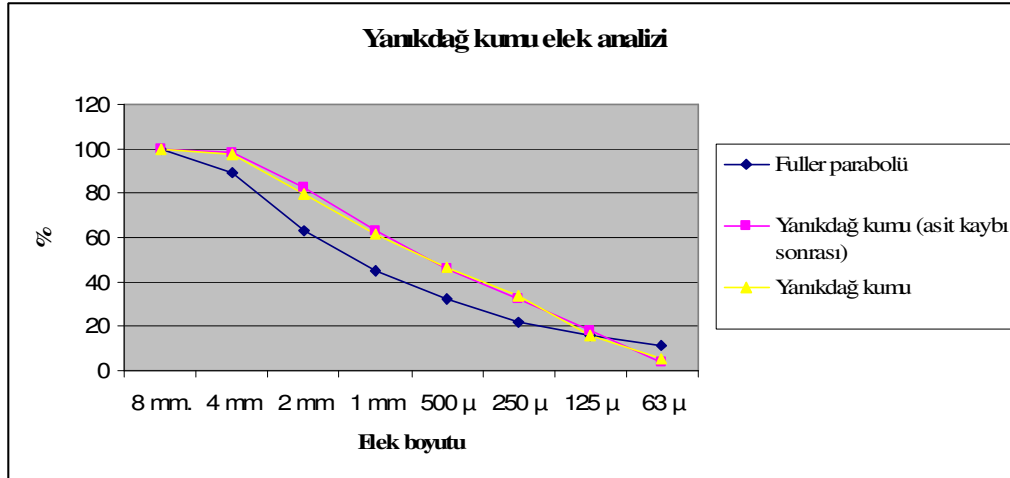
6.1.3 Alçı

Gereme, Ağırnas, Erkilet ve Bünyan-Akkışla'da bulunan alçı taşı ocaklarından elde edilen alçılar genellikle iç mekan sıva harçları içerisinde kullanılmaktadır. Onarım harcı önerileri içerisinde Ağırnas bölgesindeki alçı taşı ocaklarından alınan toz alçı kullanılmıştır.

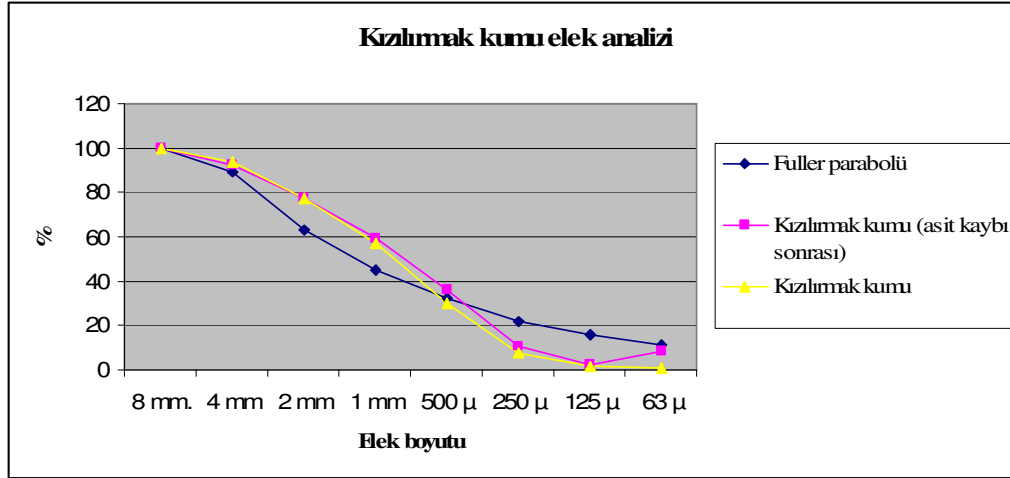
6.1.4 Kum

İncelenen örnekler içerisinde agrega olarak kullanılan tuf kırıklarının yanısıra ocak ve ırmak kumlarının da kullanıldığı görülmektedir. Onarım harcı önerilerinde kullanılmak üzere Erciyes Dağı eteklerinde bulunan kum ocaklarından elde edilen Yanıkdağ kumu (Şekil E.1) ve Kızılırmak'tan çıkarılan ırmak kumu (Şekil E.2) kullanılmıştır. Kumların petrografik değerlendirmeleri sonucu Kızılırmak'tan alınan kumların kil, dolomit, kuvars, feldispat, kalsit mineralleri içerdiği, Yanıkdağ'dan alınan kumların ise volkanik kül, pomza ve andezitik tuf parçalarından oluştuğu tespit edilmiştir.

Kumlar içerisinde karbonatlı agrega varlığının tespit edilebilmesi amacıyla asit kaybı analizi yapılmıştır. Ortalama 100 g. örnek, etüvde max. 55 °C'de kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra %10 HCl çözeltisinde reaksiyon tamamlanincaya kadar bekletilmiştir. Kurutulan agregalar 8 mm., 4 mm., 2 mm., 1 mm., 500 µ, 250 µ, 125 µ ve 63 µ açıklıktaki eleklerden oluşan elek setinden geçirilmiştir (RILEM TC 167-COM, 2005). Bu analize göre Yanıkdağ kumunun asit kaybının % 5,91 , Kızılırmak kumunun asit kaybının % 10,42 olduğu tespit edilmiştir. Kumların elek analizleri Şekil 6.10 ve Şekil 6.11'de verilmektedir.



Şekil 6.10 : Yanıkdağ kumu elek analizi.



Şekil 6.11 : Kızılırmak kumu elek analizi.

6.2 Puzolanik Aktivite Deneyleri

Onarım harçlarında bağlayıcıya katılacak olan puzolanların ve karışım oranlarının belirlenebilmesi amacıyla çeşitli tüflerin, bölgede bulunan puzolanik toprakların ve ocak kumunun puzolanik aktivite deneyleri yapılmıştır. Puzolanik toprakların analizleri ÇİMSA Kayseri Fabrikası'nda; ocak kumu ve tüflerin analizleri İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Kayseri yöresinde Ağılmağarası ve Ağırnas bölgesinde bulunan puzolanik topraklar üzerine daha önce yapılan araştırmalarda bu toprakların puzolanik aktivite deneyleri yapılmıştır (Postacioğlu ve diğ., 1960; Kurugöl, 2008). Bu sonuçlara ek olarak Barsama ve Bünyan Erciyes Beton Fabrikası yakınlarından alınan toprak örneklerinin de puzolanik aktivite deneyleri T.S. 25'e göre gerçekleştirilmiştir (Çizelge 6.1). Kullanılan topraklar ve tüfler etüvde 8 saat kurutulduktan sonra valfli değirmende öğütülmüş ve 63 mikronluk elekten geçirilerek elek altındaki malzeme kullanılmıştır. Bu örneklere gerçek yoğunluk tayini yapılmıştır. 150 g. sönmüş kireç, 300 g. puzolanik toprak, 1350 g. standart kum ve yavaş yavaş ilave edilen 0.5 g. su kullanılarak hazırlanan harç karıştırma makinasına konulmuştur. Harç makinası 1 dk. yavaş, 0.5 dk. hızlı, 1,5 dk. bekleme ve 1 dk. hızlı çalıştıktan sonra otomatik olarak durmaktadır. Hazırlanan harç (4x4x16) cm. ebatlarında standart kalıplara yerleştirilmiştir. Şok cihazı çalıştırılarak toplam 120 kez şok uygulanmıştır. Kalıp cihazdan çıkarılarak üst yüzeyi düzeltilmiş ve yağlanmış cam plaka ile kapatılmıştır. 1 gün 23 °C'lik oda sıcaklığında, 6 gün etüv içerisinde 55 °C'de

bekletilmiştir. 7. gün etüvden çıkarılan kalıplar oda sıcaklığında sökülerek 4 saat bekletildikten sonra TS EN 196-1'e göre eğilme ve basınç dayanımları ölçülmüştür (TS EN 196-1, 2002; TS 25, 2008).

Çizelge 6.1 : Bünyan ve Barsama'daki puzolanik toprakların analiz sonuçları.

	Bünyan	Barsama
Rutubet (%)	11,70	19,00
Su miktarı (cc)	258,00	252,00
Gerçek yoğunluk (cm³/gr)	2,50	2,44
EĞİLME (Mpa)	2,68	2,36
BASINÇ (Mpa)	11,18	13,00

Bölgede kullanılan tüflerin puzolanik aktivite değerlerinin tespit edilebilmesi amacıyla seçilen 3 farklı renkte trakitik tüf, yine farklı renklere andezitik tüf, riyolitik tüf ve bazalt örneklerine T.S. 25'e göre puzolanik aktivite deneyi gerçekleştirilmiştir. Değirmen ile öğütülen tüfler 63 mikronluk elekten geçirilmiş (Şekil E.3) ve 150 g. sönmüş kireç, 300 g. tüf tozu, 1350 g. standart kum ve yavaş yavaş ilave edilen belirli miktarda su kullanılarak hazırlanan karışım (4x4x16.) cm ebatlarında standart kalıplara yerleştirilmiştir. Toprakların puzolanik aktivite deneyinde olduğu gibi şok cihazı, kür dolabı ve etüv süreçlerinden geçirilen örneklerin eğilme ve basınç dayanımları ölçümlenmiş olup sonuçlar Çizelge 6.2'de verilmektedir.

Çizelge 6. 2 : Tüflerin puzolanik aktivite deneyi sonuçları.

	Rutubet (%)	Su miktarı (cc)	Özgül ağırlık (cm ³ /g)	EĞİLME (Mpa)	BASINÇ (Mpa)
Siyah Tomarza taşı (Andezitik tüf)	10,00	265,00	2,47	3,12	12,53
Gri Kamber taşı (Trakitik tüf)	8,00	244,00	2,50	0,82	2,94
Sarı Koçcağız taşı (Trakitik tüf)	16,50	267,00	2,44	0,35	1,41
Gri Erkilet taşı (Bazalt)	3,60	258,00	2,70	0,22	0,82
Pembe Erkilet taşı (Riyolitik tüf)	6,30	266,00	2,30	0,64	3,56
Kahverengi Başakpınar taşı (Trakitik tüf)	14,30	241,00	2,27	2,74	9,73

Harç içerisinde agrega olarak kullanılan ocak kumunun (Yanıkdağ kumu) puzolanik aktivite değerlerinin tespit edilebilmesi amacıyla 2 ayrı deney gerçekleştirilmiştir. İlk

deneyde bağlayıcı olarak 150 g. kireç, 300 g. Yanıkdağ kumu tozu (63 µ altı); agregası olarak 1350 g. standart kum kullanılmış; ikinci deneyde ise 150 g. kireç, 300 g. Yanıkdağ kumu tozu (63 µ altı); agregası olarak 1350 g. standart kum hacmine denk gelecek ağırlıkta (470 g.) Yanıkdağ kumu kullanılmıştır. Deney sonuçları Çizelge 6.3’de verilmektedir.

Çizelge 6.3 : Yanıkdağ kumunun puzolanik aktivite deneyi sonuçları.

	1. deney	2. deney
Rutubet (%)	18,00	18,00
Su miktarı (cc)	231,00	205,00
Özgül ağırlık (cm³/g)	2,49	2,49
EĞİLME (Mpa)	2,52	2,75
BASINÇ (Mpa)	11,25	11,87

6.3 Onarım Harcı Tasarımı ve Üretimi

Tez çalışması kapsamında ele alınan yapılardan alınan örnekler incelendiğinde, bu yapılarda kullanılan harçların, bağlayıcı:agrega oranları, bağlayıcı ve agregası içerikleri, mekanik dayanımları gibi özellikleri ile birbirlerinden ayrıldıkları görülmektedir. Harç örnekleri dönem farkı gözetmeksizin kendi aralarında gruplandırıldığında, duvar örgü harçlarında en belirgin ayırımın bağlayıcı renklerine göre olduğu gözlemlenmektedir. Bu gruplandırmaya göre, tez çalışması kapsamında ele alınan yapıların duvar örgü harçları 5 grupta (Çizelge 5.11) toplanmaktadır. Sıva harçlarında ise değişkenlerin fazla miktarda olması nedeniyle bağlayıcı renklerinin yanısıra bağlayıcıda alçı içeriği ve agregada lifli madde içeriği de göz önüne alınarak 7 çeşit sıva harcı grubu (Çizelge 5.12) oluşturulmuştur. Duvar örgü harçlarından en çok sayıda örneğin gri bağlayıcı rengine sahip olan Harç 1 ve açık sarı bağlayıcı rengine sahip olan Harç 2 grubundaki örnekler olması nedeniyle döküm için bu örnekler seçilmiş, ayrıca tek örnekle temsil edilmesine rağmen bölgede ham maddesi bol bulunan pembe bağlayıcı rengine sahip Harç 3 grubu için de onarım harcı dökümü yapılmıştır. Sıva harcı örneklerinde ise bağlayıcı içeriğine göre alçı içeren ve içermeyen, farklı bağlayıcı renklerine sahip 2 adet örnek seçilerek onarım harcı dökümü yapılmıştır. Bu grupları temsil örneklerin ortalama değerleri alınarak onarım harcının bağlayıcı:agrega oranları ve yaklaşık mekanik dayanımları saptanmıştır. Bu harç örnekleri için geliştirilen onarım harcı önerileri Çizelge 6.4’de verilmektedir.

Çizelge 6.4 : Onarım harcı üretilecek örnekler ve genel özellikleri.

	BAĞLAYICI RENĞİ	ORTALAMA DAYANIM	BAĞL./AGR. (Kir:Puz:Ag)	BAĞLAYICI İÇERİĞİ
HARÇ 1	Gri	7 Mpa	1 : 3 (0,3 : 0,7 : 3)	Sönmüş kireç+ trakitik tüf tozu
HARÇ 2	Açık sarı	6 Mpa	1 : 2,5 (0,3 : 0,7 : 2,5)	Sönmüş kireç+ trakitik tüf tozu
HARÇ 3	Pembe	3,5 Mpa	1 : 3,5 (0,5 : 0,5 : 3,5)	Sönmüş kireç+ riyolitik tüf tozu
SIVA 1	Krem	3 Mpa	1 : 2 (0,4 : 0,6 : 2)	Sönmüş kireç+ ocak kumu tozu
SIVA 2	Toprak rengi	3 Mpa	2,5 : 1 Kir+Alçı : Puz : Ag (1 : 1,5 : 1)	Sönmüş kireç+ trakitik tüf tozu+ alçı

6.3.1 Ön deneyler

Bağlayıcı:agrega oranları belli olan harçlar için üretilecek onarım harcının hedeflenen ortalama dayanım gücüne yakın olması amacıyla deneme karışımları hazırlanarak ön dökümler yapılmıştır. Bağlayıcı içerisindeki puzolan oranının yaklaşık değerlerinin saptanabilmesi için puzolanik aktivite deneylerinden yararlanılmıştır. Ancak T.S. 25'e göre yapılan puzolanik aktivite deneylerinde örneklere ısı işlem uygulanmasının dayanımı arttırdığı ve harçların doğal ortamında bu ısıya maruz kalmadıkları göz önünde bulundurulduğunda deneme karışımlarının ısı işlem görmeden gerçekleştirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Öncelikle daha önce puzolanik aktivite deneyi gerçekleştirilen örneklere (Çizelge 6.1, Çizelge 6.2, Çizelge 6.3) aynı karışım oranlarında ancak ısı işleme maruz bırakılmadan puzolanik aktivite deneyleri yapılmıştır. Bu bağlamda, yine T.S. 25 oranlarına uygun olarak 150 g. sönmüş kireç (kuru ağırlık) ve 300 g. puzolana eklenen 1350 g. standart kum ve su ile hazırlanan karışım (4x4x16) cm. ebatlarında kalıplara yerleştirilmiş, kalıptan çıktıktan sonra ortalama 21 °C sıcaklık ve % 70 neme sahip laboratuvar ortamında 7 gün boyunca günde 2 kere su ile spreylenecek bekletilmiştir. 7. günde eğilme ve basınç dayanımları ölçümlenen örneklerin sonuçları Çizelge 6.5'de verilmektedir.

Çizelge 6.5 : Isıl işleme maruz kalmayan örneklerin puzolanik aktivite değerleri.

PUZOLAN	ISIL İŞLEM İLE		ISIL İŞLEM GÖRMEYEN	
	EĞİLME (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	BASINÇ (Mpa)
Siyah Tomarza taşı (Andezitik tüf)	3,12	12,53	1,01	5,93
Gri Kamber taşı (Trakitik tüf)	0,82	2,94	0,32	1,44
Sarı Koçcağz taşı (Trakitik tüf)	0,35	1,41	0,13	0,67
Pembe Erkilet taşı (Riyolitik tüf)	0,64	3,56	0,49	2,11
Kahv. Başakpınar taşı (Trakitik tüf)	2,74	9,73	1,16	4,76
Yanıkdağ kumu	2,52	11,25	1,48	5,83
Bünyan toprağı	2,68	11,18	1,44	5,72
Barsama toprağı	2,36	13	1,55	6,71

Puzolanik aktivite deneylerinden sonra, üretilecek olan onarım harcında puzolan olarak kullanılacak malzemenin kararının verilebilmesi için bağlayıcı rengi değerlendirmesi yapılmıştır. Bu bağlamda, puzolanik aktivite deneyleri sonucu elde edilen örnekler ile özgün örneklerin renkleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucu, dayanımları yüksek olmasına rağmen Bünyan ve Barsama toprağının renklerinin özgün bağlayıcı renklerine uygun olmadığı görülmüştür. İncelenen tüfler ve ocak kumunun değirmende öğütülmesi ile elde edilen 63 mikron altı tozlarının tek başına veya çeşitli oranlarda karıştırılarak kullanılması sonucu özgün örneklerin renklerine yakın bağlayıcı rengi elde edilebilmiştir.

Renk, doku ve ortalama mekanik dayanımların özgün örneklerle karşılaştırılabilmesi için farklı oranlarda ve agrega karışımlarında bir çok döküm yapılmış olup renk ve dokunun en uygun olduğu karışım denemesinin açıklamaları aşağıda verilmektedir.

Ortalama 21 °C sıcaklık ve % 70 bağıl neme sahip laboratuvar ortamında hazırlanan örnekler için; kireç ve bir örnek grubunda alçının karıştırılması ile elde edilen bağlayıcı ile katkı malzemesi olarak tüf tozları harç karıştırma makinasında karıştırıldıktan sonra 55 °C'de kurutulmuş agregalar eklenmiş, karıştırıldıktan sonra (4x4x16) cm. ebatlarında yağlanmış kalıplara dökülmüş ve kalıptan çıktıktan sonra günde 2 kere su ile spreylenecek bekletilmiştir. 7. günde ve 28. günde örneklerin eğilme ve basınç dayanımları ölçümlenmiştir.

Gri bağlayıcı rengine ve ortalama 7 Mpa basınç dayanımına sahip özgün örnekler için üretilen “Harç 1” onarım harcı önerisi için 1:3 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,8’dir. Siyah tuf tozu ile sönmüş kireç karıştırılarak yapılan renk denemesinde özgün harç bağlayıcısının renginden daha koyu olduğu, gri tuf tozu ile sönmüş kireç karıştırılarak yapılan renk denemesinde özgün harç bağlayıcısının renginden açık olduğu saptanmıştır. Bu nedenle sönmüş kirecin içerisine kuru kireç:puzolan oranı 1:2 olacak şekilde 63 µ altı siyah andezitik tuf tozu (Tomarza)/gri trakitik tuf tozu (Kamber) karışımı eklenmiştir. Puzolan içerisindeki siyah tuf:gri tuf oranı 1:5’dir. Agregalar karışımı içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregalar karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.6). 7 gün ve 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları Çizelge 6.12’de verilmektedir.

Çizelge 6.6 : Harç 1 deneme karışımı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI			
HARÇ 1	Bağlayıcı/agrega/ su oranı	1 : 3 : 0.8 (kuru agregalı karışımda)	
	Bağlayıcıda kireç/puz. oranı	1 : 2	
	Puzolan içeriği ve oranı	Siyah tuf : Gri tuf (1 : 5)	
	Bağlayıcı rengi	Gri	
	Agregaların su emme oranı	%28	
	AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ		
Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oran(%)	Agrega içeriği	
		Malzeme türü	Malz. oranları
8 mm. agregalar	12	Gri tuf	1
4 mm. agregalar	14	Gri tuf: Irmak kumu: Siyah tuf: Ocak kumu	1 : 1 : 2 : 3,5
2 mm. agregalar	12	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1
1 mm. agregalar	13	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1
500 µ agregalar	15	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 3
250 µ agregalar	16	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1
125 µ agregalar	18	Ocak kumu	1

Açık sarı bağlayıcı rengine ve ortalama 6 Mpa basınç dayanımına sahip özgün örnekler için üretilen “Harç 2” onarım harcı önerisi için 1:2,5 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,8’dir. Sarı tuf tozu ile sönmüş kireç karıştırılarak yapılan renk denemesinde özgün harç bağlayıcısının renginden daha koyu olduğu saptanmıştır. Bu nedenle sönmüş kirecin içerisine kuru kireç:puzolan

oranı 1:2 olacak şekilde 63 µ altı sarı trakitik tuf tozu (Koççağız)/gri trakitik tuf tozu (Kamber) karışımı eklenmiştir. Puzolan içerisindeki sarı tuf:gri tuf oranı 1:1'dir. Agregaya karışımı içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregaya karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.7). 7 gün ve 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları Çizelge 6.12'de verilmektedir.

Çizelge 6.7 : Harç 2 deneme karışımı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI				
HARÇ 2	Bağlayıcı/agrega/su oranı	1 : 2,5 : 0.8 (kuru agregalı karışımda)		
	Bağlayıcıda kireç/puzolan oranı	1 : 2		
	Puzolan içeriği ve oranı	Sarı tuf : Gri tuf (1 : 1)		
	Bağlayıcı rengi	Sarı		
	Agregaların su emme oranı	%31		
	AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ			
	Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oranı (%)	Agrega içeriği	
			Malzeme türü	Malz. oranları
	8 mm. agregaya	12	Gri tuf	1
	4 mm. agregaya	14	Sarı tuf: Gri tuf: Ocak kumu	1 : 1,5 : 1,5
2 mm. agregaya	12	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1	
1 mm. agregaya	13	Sarı tuf: Pembe tuf: Ocak kumu	1 : 1 : 4	
500 µ agregaya	15	Sarı tuf: Pembe tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1 : 3	
250 µ agregaya	16	Sarı tuf: Pembe tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 2,5 : 2,5	
125 µ agregaya	18	Pembe tuf: Ocak kumu: Sarı tuf	1 : 1,5 : 1,5	

Pembe bağlayıcı rengine ve ortalama 3,5 Mpa basınç dayanımına sahip özgün örnekler için üretilen “Harç 3” onarım harcı önerisi için 1:3,5 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0.8'dir. İki çeşit üretilen bu harç tipinde sönmüş kirecin içerisine kuru kireç:puzolan oranı “a” örneğinde 1:1,5 ve “Harç 3b” örneğinde 1:1 olacak şekilde 63 µ altı pembe riyolitik tuf tozu (Erkilet) eklenmiştir. Agregaya karışımı içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregaya karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.8, Çizelge 6.9). 7 gün ve 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları Çizelge 6.12'de verilmektedir.

Çizelge 6.8 : Harç 3a deneme karışımı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI			
Bağlayıcı/agrega/su oranı		1 : 3,5 : 0.8 (kuru agregalı karışımda)	
Bağlayıcıda kireç/puzolan oranı		1 : 1,5	
Puzolan içeriği		Pembe tüf	
Bağlayıcı rengi		Pembe	
Agregaların su emme oranı		%34	
AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ			
Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oran(%)	Agrega içeriği	
		Malzeme türü	Malz. oranları
4 mm. agregası	11	Ocak kumu: Pembe tüf	1 : 2
2 mm. agregası	26	Pembe tüf: Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1 : 1
1 mm. agregası	19	Pembe tüf: Ocak kumu	1 : 2
500 µ agregası	13	Irmak kumu: Ocak kumu: Pembe tüf	1 : 2 : 2
250 µ agregası	9	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1
125 µ agregası	22	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 4

Çizelge 6.9 : Harç 3b deneme karışımı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI			
Bağlayıcı/agrega/su oranı		1 : 3,5 : 0.8 (kuru agregalı karışımda)	
Bağlayıcıda kireç/puzolan oranı		1 : 1	
Puzolan içeriği		Pembe tüf	
Bağlayıcı rengi		Pembe	
Agregaların su emme oranı		%34	
AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ			
Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oran(%)	Agrega içeriği	
		Malzeme türü	Malz. oranları
4 mm. agregası	11	Ocak kumu: Pembe tüf	1 : 2
2 mm. agregası	26	Pembe tüf: Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1 : 1
1 mm. agregası	19	Pembe tüf: Ocak kumu	1 : 2
500 µ agregası	13	Irmak kumu: Ocak kumu: Pembe tüf	1 : 2 : 2
250 µ agregası	9	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1
125 µ agregası	22	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 4

Krem rengi bağlayıcı rengine ve ortalama 3 Mpa basınç dayanımına sahip özgün iç mekan sıvaları için üretilen “Sıva 1” onarım harcı önerisi için 1:2 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,6’dır. Sönmüş kirecin içerisine kuru kireç:puzolan oranı 1:1 olacak şekilde 63 mikron altı Yanıkdağ kumu

eklenmiştir. Agrega karışımı içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregası karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.10). 7 gün ve 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları Çizelge 6.12’de verilmektedir.

Çizelge 6.10 : Sıva 1 deneme karışımı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI			
SIVA 1	Bağlayıcı/agrega/ su oranı	1 : 2 : 0.6 (kuru agregalı karışımda)	
	Bağlayıcıda kireç/puzolan oranı	1 : 1	
	Puzolan içeriği	Ocak kumu	
	Bağlayıcı rengi	Açık gri / krem	
	Agregaların su emme oranı	%35	
	AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ		
Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oranı (%)	Agrega içeriği	
		Malzeme türü	Malz. oranları
4 mm. agregası	11	Ocak kumu: Sarı tuf	1 : 5
2 mm. agregası	26	Sarı tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 2
1 mm. agregası	19	Sarı tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1
500 µ agregası	13	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1
250 µ agregası	9	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 2
125 µ agregası	22	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 2

Toprak rengi bağlayıcı rengine ve ortalama 3 Mpa basınç dayanımına sahip özgün iç mekan sıvaları için üretilen “Sıva 2” onarım harcı önerisi için 2,5:1 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,7’dir. Orijinalinde alçılı olduğu tespit edilen örneklerin içerisine 1:5 oranında alçı katılmıştır. Sönmüş kirecin içerisine kuru kireç+alçı:puzolan oranı 1:1 olacak şekilde 63 mikron altı gri trakitik tuf tozu (Kamber)/ siyah andezitik tuf tozu (Tomarza)/ Kahverengi trakitik tuf tozu (Başakpınar) eklenmiştir. Agrega karışımı içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregası karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.11). 7 gün ve 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları Çizelge 6.12’de verilmektedir.

Çizelge 6.11 : Sıva 2 deneme karışımı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI				
Bağlayıcı/agrega/su oranı		2,5 : 1 : 0.7 (kuru agregalı karışımda)		
Bağlayıcıda (kireç+alçı)/puzolan oranı		1 : 1		
Puzolan içeriği		Gri tuf: Siyah tuf: Kahverengi tuf (1 : 1 : 2)		
Bağlayıcı rengi		Toprak rengi		
Kireç/alçı oranı		1 : 5		
Agregaların su emme oranı		%38		
AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ				
SIVA 2	Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oranı(%)	Agrega içeriği	
			Malzeme türü	Malz. oranları
	4 mm. agregası	11	Ocak kumu: İrmak kumu	1 : 2
	2 mm. agregası	26	Sarı tuf: Siyah tuf: Ocak kumu	1 : 1 : 1
	1 mm. agregası	19	Kahverengi tuf: İrmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1
	500 µ agregası	13	Sarı tuf: İrmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1
	250 µ agregası	9	Ocak kumu: İrmak kumu	1 : 1
	125 µ agregası	22	Ocak kumu: İrmak kumu	1 : 1

28 gün boyunca laboratuvar ortamında spreylenecek bekletilen örneklerin 7. gün ve 28. gün eğilme dayanımı (TS EN 12372) ve basınç dayanımı (TS EN 1926) deneyleri gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Çizelge 6.12'de verilmektedir.

Çizelge 6.12 : Deneme karışımı örneklerinin eğilme ve basınç dayanımları.

ÖRNEK	NEMLİ ÖRNEK			
	7 gün		28 gün	
	EĞİLME (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	BASINÇ (Mpa)
HARÇ 1	0,22	0,97	0,47	1,74
HARÇ 2	0,17	0,63	0,36	1,35
HARÇ 3a	0,19	0,44	0,27	1,22
HARÇ 3b	0,15	0,42	0,26	1,20
SIVA 1	0,21	0,66	0,25	0,97
SIVA 2	0,41	1,41	0,64	2,95
	AÇIK HAVADA KURUTULMUŞ ÖRNEK			
	7 gün		28 gün	
	EĞİLME (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	BASINÇ (Mpa)
HARÇ 1	0,24	1,01	0,48	1,94
HARÇ 2	0,19	0,85	0,41	1,52
HARÇ 3	0,28	0,95	0,49	1,87
HARÇ 3b	0,24	0,93	0,47	1,85
SIVA 1	0,16	0,82	0,34	1,13
SIVA 2	0,48	1,57	0,71	3,12

Yapılmış olan ön deneylerde üretilen harçlar ile özgün harçlar arasında renk ve doku uyumluluğuna rağmen mekanik dayanımlarının 7 gün ve 28 gün ölçümlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Puzolan miktarının düşüklüğü veya agregaların su emme değerlerinin yüksekliği nedeniyle mekanik dayanımın düşük olabileceği ihtimalinden yola çıkılarak puzolan miktarının artırılmasına ve agregaların nemli olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

6.3.2 Onarım harcı üretimi

Karışım denemelerinden elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak aynı bağlayıcı:agrega oranlarına sahip olacak ve puzolan miktarı arttırılacak şekilde yeniden döküm yapılmış (Ahunbay ve diğ., 2003) ve mekanik dayanımların arttığı görülmüştür.

2 yıl suda bekletilen sönmüş kireç ile tuf tozlarının karıştırılması sonucu elde edilen bağlayıcıya, agrega olarak ocak kumu, ırmak kumu ve aynı tüflerin kırıkları katılarak örnekler dökülmüştür. Öncelikle tüfler değirmende (Şekil B.16) farklı sürelerde öğütülerek 8 mm. ile 63 mikron arası değişen boyutlarda tuf kırıkları elde edilmiştir. Örneklerin Fuller parabolüne göre agrega boyutu dağılımları tespit edildikten sonra özgün örneklerdeki agrega tipi dağılımları da gözönünde bulundurularak agregaların karışımları gerçekleştirilmiştir. Agregada karışımından alınan belirli miktarda örnek 24 saat suda bekletilerek agregaların su emme oranları belirlenmiştir. Kireç, tuf tozu ve bir örnek grubunda alçının karıştırılması ile elde edilen bağlayıcı, harç karıştırma makinesinde (Şekil B.17) karıştırıldıktan sonra su ile spreylenerek nemlendirilmiş agregalar eklenmiş, karıştırıldıktan sonra (4x4x16) cm. ebatlarında yağlanmış kalıplara dökülmüş ve sarsma tablasında (Şekil B.18) yerleştirilmiştir. Bir miktar örnek alınarak taze harç kıvamının tayini gerçekleştirilmiş (T.S. EN 1015-3) ve kalıptan çıktıktan sonra ortalama 21 °C sıcaklık ve % 70 bağıl neme sahip laboratuvar ortamında günde 2 kere su ile spreylenerek bekletilmiştir. Örneklerin 7 gün, 1 ay, 2 ay, 3 ay ve 6 aylık sürelerde eğilme dayanımı (TS EN 12372) ve basınç dayanımı (TS EN 1926) ölçümlenmiştir (Şekil B.19). 1. ay, 3. ay ve 6. ayın sonunda fiziksel analizleri yapılmıştır.

Gri bağlayıcı rengine ve ortalama 7 Mpa basınç dayanımına sahip özgün duvar örgü harcı örnekleri için üretilen “Harç 1” onarım harcı önerisi (Şekil 6.12) için 1:3 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,6’dır. Puzolan olarak sönmüş kirecin içerisine kuru kireç:puzolan oranı 1:2,5 olacak şekilde 63 µ

altı siyah andezitik tuf tozu (Tomarza)/gri trakitik tuf tozu(Kamber) karışımı eklenmiştir. Puzolan içerisindeki siyah tuf:gri tuf oranı 1:5'dir. Agrega karışımı (Şekil E.4) içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agrega karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.13).



Şekil 6.12 : Harç 1 onarım harcı önerisi.

Çizelge 6.13 : Harç 1 onarım harcı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI				
HARÇ I	Bağlayıcı/agrega/ su oranı	1 : 3 : 0.6 (nemli agregalı karışımda))		
	Bağlayıcıda kireç/puz. oranı	1 : 2,5		
	Puzolan içeriği ve oranı	Siyah tuf : Gri tuf (1: 5)		
	Bağlayıcı rengi	Gri		
	Taze harç kıvamı	16,5 cm.		
	AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ			
	Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oran(%)	Agrega içeriği	
			Malzeme türü	Malz. oranları
	8 mm. agregası	12	Gri tuf	1
	4 mm. agregası	14	Gri tuf: Irmak kumu: Siyah tuf: Ocak kumu	1 : 1 : 2 : 3,5
	2 mm. agregası	12	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1
	1 mm. agregası	13	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1
	500 µ agregası	15	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 3
	250 µ agregası	16	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1
125 µ agregası	18	Ocak kumu	1	

Açık sarı bağlayıcı rengine ve ortalama 6 Mpa basınç dayanımına sahip özgün duvar örgü harcı örnekleri için üretilen “Harç 2” onarım harcı önerisi (Şekil 6.13) için 1:2,5 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,6’dır. Sönmüş kirecin içerisine kuru kireç:puzolan oranı 1:2,5 olacak şekilde 63 µ altı sarı trakitik tuf tozu (Koççağız)/gri trakitik tuf tozu (Kamber) karışımı eklenmiştir. Puzolan içerisindeki sarı tuf:gri tuf oranı 1:1’dir. Agregada karışımı (Şekil E.5) içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregada karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.14).



Şekil 6.13 : Harç 2 onarım harcı önerisi.

Çizelge 6.14 : Harç 2 onarım harcı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI				
Bağlayıcı/agrega/su oranı	1 : 2,5 : 0.6 (nemli agregalı karışımda)			
Bağlayıcıda kireç/puzolan oranı	1 : 2,5			
Puzolan içeriği ve oranı	Sarı tuf : Gri tuf (1 : 1)			
Bağlayıcı rengi	Sarı			
Taze harç kıvamı	17 cm.			
AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ				
HARÇ 2	Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oranı(%)	Agrega içeriği	
			Malzeme türü	Malz. oranları
	8 mm. agregada	12	Gri tuf	1
	4 mm. agregada	14	Sarı tuf: Gri tuf: Ocak kumu	1 : 1,5 : 1,5
	2 mm. agregada	12	Ocak kumu: İrmak kumu	1 : 1
	1 mm. agregada	13	Sarı tuf: Pembe tuf: Ocak kumu	1 : 1 : 4
	500 µ agregada	15	Sarı tuf: Pembe tuf: İrmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1 : 3
	250 µ agregada	16	Sarı tuf: Pembe tuf: İrmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 2,5 : 2,5
	125 µ agregada	18	Pembe tuf: Ocak kumu: Sarı tuf	1 : 1,5 : 1,5

Pembe bağlayıcı rengine ve ortalama 3,5 Mpa basınç dayanımına sahip özgün duvar örgü harcı örnekleri için döküm yapılan “Harç 3” onarım harcı önerisi (Şekil 6.14) için 1:3,5 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0.6’dır. Sönmüş kirecin içerisine kuru kireç:puzolan oranı 1:1 olacak şekilde 63 µ altı pembe riyolitik tuf tozu (Erkilet) eklenmiştir. Agregası karışımı (Şekil E.6) içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregası karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.15).



Şekil 6.14 : Harç 3 onarım harcı önerisi.

Çizelge 6.15 : Harç 3 onarım harcı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI				
Bağlayıcı/agrega/su oranı		1 : 3,5 : 0.5 (nemli agregalı karışımda)		
Bağlayıcıda kireç/puzolan oranı		1 : 1,5		
Puzolan içeriği		Pembe tuf		
Bağlayıcı rengi		Pembe		
Taze harç kıvamı		17 cm.		
AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ				
HARÇ 3a	Agrega	Agrega bütünü içerisindeki oranı (%)	Agrega içeriği	
	Boyutu (elek üstü)		Malzeme türü	Malz. oranları
	4 mm. agregası	11	Ocak kumu: Pembe tuf	1 : 2
	2 mm. agregası	26	Pembe tuf: Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1 : 1
	1 mm. agregası	19	Pembe tuf: Ocak kumu	1 : 2
	500 µ agregası	13	Irmak kumu: Ocak kumu: Pembe tuf	1 : 2 : 2
	250 µ agregası	9	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1
	125 µ agregası	22	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 4

Krem rengi bağlayıcı rengine ve ortalama 3 Mpa basınç dayanımına sahip iç mekan sıva harcı örnekleri için üretilen “Sıva 1” onarım harcı önerisi (Şekil 6.15) için 1:2 bağlayıcı:agrega oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,5’dir. Sönmüş

kirecin içerisinde kuru kireç:puzolan oranı 1:1,5 olacak şekilde 63 mikron altı Yanıkdağ kumu eklenmiştir. Agregaya karışımı (Şekil E.7) içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregaya karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.16).



Şekil 6.15 : Sıva 1 onarım harcı önerisi.

Çizelge 6.16 : Sıva 1 onarım harcı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI			
SIVA 1	Bağlayıcı/agrega/ su oranı	1 : 2 : 0.5 (nemli agregalı karışımda)	
	Bağlayıcıda kireç/puzolan oranı	1 : 1,5	
	Puzolan içeriği	Ocak kumu	
	Bağlayıcı rengi	Açık gri / krem	
	Taze harç kıvamı	17 cm.	
	AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ		
Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oranı (%)	Agrega içeriği	
		Malzeme türü	Malz. oranları
4 mm. agregaya	11	Ocak kumu: Sarı tuf	1 : 5
2 mm. agregaya	26	Sarı tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 2
1 mm. agregaya	19	Sarı tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1
500 µ agregaya	13	Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1
250 µ agregaya	9	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 2
125 µ agregaya	22	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 2

Toprak rengi bağlayıcı rengine ve ortalama 3 Mpa basınç dayanımına sahip iç mekan sıva harçları için üretilen “Sıva 2” onarım harcı önerisi (Şekil 6.16) için 2,5:1 bağlayıcı:agrega (kireç + alçı + puzolan: agregaya) oranı kullanılmış olup katılan su miktarının oranı 0,6’dır. Orijinalinde alçılı olduğu tespit edilen örneklerin içerisinde 1:5 oranında alçı katılmıştır. Sönmüş kirecin içerisinde kuru kireç+alçı:puzolan oranı

1:1,5 olacak şekilde 63 mikron altı sarı trakitik tuf tozu (Koçcağız)/ siyah andezitik tuf tozu (Tomarza)/ kahverengi trakitik tuf tozu (Başakpınar) eklenmiştir. Agregalar karışımı (Şekil E.8) içerisinde kullanılan tuf kırıkları ve kumlar özgün örneklerin agregalar karışımlarına uygun hazırlanmaya çalışılmıştır. Agregaların oranları ise Fuller parabolüne uygun olarak düzenlenmiştir (Çizelge 6.17).



Şekil 6.16 : Sıva 2 onarım harcı önerisi.

Çizelge 6.17 : Sıva 2 onarım harcı oranları.

BAĞLAYICI İÇERİK VE ORANLARI				
Bağlayıcı/agrega/su oranı		2,5 : 1 : 0.6 (nemli agregalı karışımda))		
Bağlayıcıda (kireç+ alçı)/puzolan oranı		1 : 1,5		
Puzolan içeriği		Sarı tuf: Siyah tuf: Kahverengi tuf (1 : 1 : 2)		
Bağlayıcı rengi		Toprak rengi		
Kireç/alçı oranı		1 : 5		
Taze harç kıvamı		17 cm.		
AGREGA BOYUT, ORAN VE MALZEMELERİ				
SIVA 2	Agrega Boyutu (elek üstü)	Agrega bütünü içerisindeki oranı (%)	Agrega içeriği	
			Malzeme türü	Malz. oranları
	4 mm. agregası	11	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 2
	2 mm. agregası	26	Sarı tuf: Siyah tuf: Ocak kumu	1 : 1 : 1
	1 mm. agregası	19	Kahverengi tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1
	500 µ agregası	13	Sarı tuf: Irmak kumu: Ocak kumu	1 : 1 : 1
	250 µ agregası	9	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1
	125 µ agregası	22	Ocak kumu: Irmak kumu	1 : 1

6.3.3 Onarım harçlarının mekanik ve fiziksel özellikleri

Laboratuar ortamında spreylenerek bekletilen örneklerin 7. gün, 1 ay, 2 ay, 3 ay ve 6 aylık süreçlerde eğilme dayanımı (TS EN 12372) ve basınç dayanımı (TS EN 1926) deneyleri gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Çizelge 6.18 ve Çizelge 6.19'da verilmektedir.

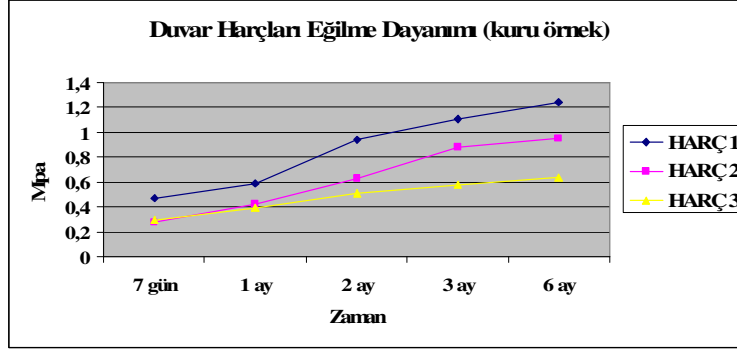
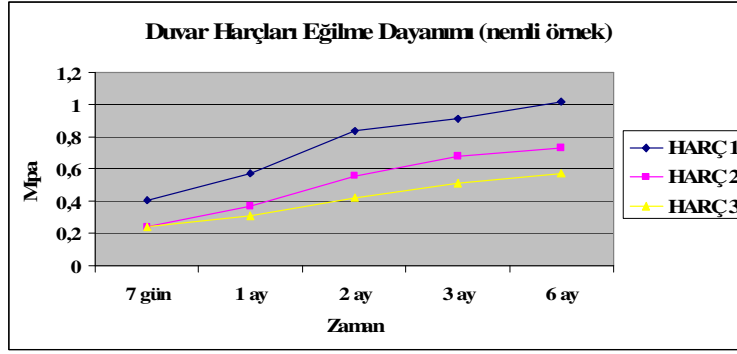
Çizelge 6.18 : Onarım harçlarının eğilme dayanımı ölçümleri.

ÖRNEK	NEMLİ ÖRNEK				
	7 gün	1 ay	2 ay	3 ay	6 ay
	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)
HARÇ 1	0,41	0,57	0,84	0,91	1,02
HARÇ 2	0,24	0,37	0,56	0,68	0,73
HARÇ 3	0,24	0,31	0,42	0,51	0,57
SIVA 1	0,22	0,28	0,38	0,47	0,53
SIVA 2	0,46	0,61	0,64	0,69	0,71
ÖRNEK	AÇIK HAVADA KURUTULMUŞ ÖRNEK				
	7 gün	1 ay	2 ay	3 ay	6 ay
	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)	EĞİLME (Mpa)
HARÇ 1	0,47	0,59	0,94	1,11	1,24
HARÇ 2	0,27	0,42	0,63	0,88	0,95
HARÇ 3	0,29	0,39	0,51	0,58	0,64
SIVA 1	0,25	0,36	0,46	0,59	0,63
SIVA 2	0,49	0,68	0,73	0,77	0,78

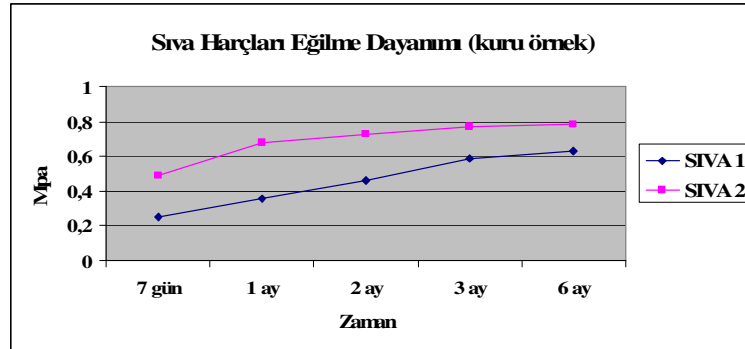
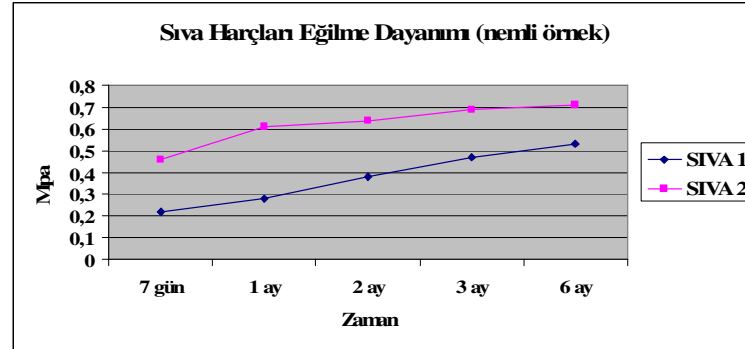
Çizelge 6.19 : Onarım harçlarının basınç dayanımı ölçümleri.

ÖRNEK	NEMLİ ÖRNEK				
	7 gün	1 ay	2 ay	3 ay	6 ay
	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)
HARÇ 1	1,64	2,22	3,97	4,77	7,62
HARÇ 2	1,23	1,99	3,15	4,16	6,99
HARÇ 3	0,92	1,31	2,11	2,95	4,02
SIVA 1	1,01	1,52	2,18	2,91	3,89
SIVA 2	1,77	3,05	3,31	3,52	3,75
ÖRNEK	AÇIK HAVADA KURUTULMUŞ ÖRNEK				
	7 gün	1 ay	2 ay	3 ay	6 ay
	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)	BASINÇ (Mpa)
HARÇ 1	1,83	2,65	4,17	5,07	7,83
HARÇ 2	1,55	2,44	3,43	4,79	7,26
HARÇ 3	1,02	1,52	2,35	3,02	4,33
SIVA 1	1,18	1,64	2,24	3,15	4,01
SIVA 2	1,81	3,21	3,44	3,77	3,93

Nemli ve açık havada kurutulmuş örneklerin 6 aylık süre içerisindeki eğilme dayanımı grafikleri Şekil 6.17 ve Şekil 6.18’de verilmektedir.

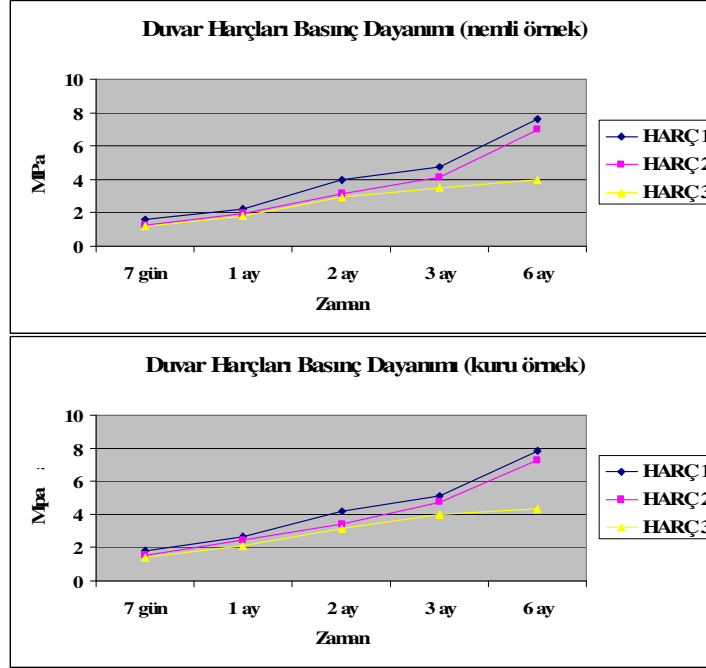


Şekil 6.17 : Duvar örgü harcı örneklerinin eğilme dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek).

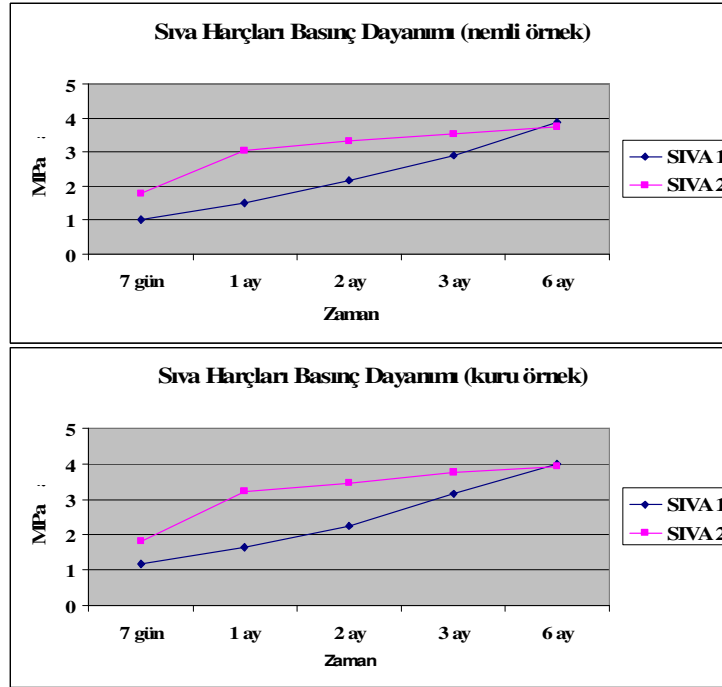


Şekil 6.18 : Sıva harcı örneklerinin eğilme dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek).

Nemli ve açık havada kurutulmuş örneklerin 6 aylık süre içerisindeki basınç dayanımları ölçümlenmiş olup grafikleri Şekil 6.19 ve Şekil 6.20’de verilmektedir.



Şekil 6.19 : Duvar örgü harcı örneklerinin basınç dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek).



Şekil 6.20 : Sıva harcı örneklerinin basınç dayanımı grafiği (nemli ve kuru örnek).

Örneklerin ısıtma işlemi sonucu dayanımlarının ölçülebilmesi amacıyla 55 °C’de etüvde bekletildikten sonra basınç dayanımları ölçümlenmiş olup sonuçlar Çizelge 6.20’de

verilmektedir. Bu işlemle, örneklerin 1 yıl sonra ulaşabilecekleri yaklaşık dayanımın ölçülmesi hedeflenmiştir.

Çizelge 6.20 : Onarım harçlarının ısıtma işlem sonrası basınç dayanımları.

ÖRNEK	7 gün
	BASINÇ DAYANIMI (Mpa)
HARÇ 1	8,04
HARÇ 2	7,13
HARÇ 3a	5,44
HARÇ 3b	4,47
SIVA 1	4,22
SIVA 2	4,19

Üretilen harç örneklerinin SEM ve EDS analizleri gerçekleştirilmiş olup Şekil F1-F8 ve Çizelge F1-F8’de verilmiştir. Fiziksel özellikler TS 699, ASTM C 20-92, ASTM C 121-90 ve ASTM E 12-70’e göre 1 ay, 3 ay ve 6 aylık sürelerde fiziksel özellikleri tespit edilmiş olup sonuçlar Çizelge 6.21’de verilmektedir.

Çizelge 6.21 : Onarım harçlarının fiziksel özellikleri.

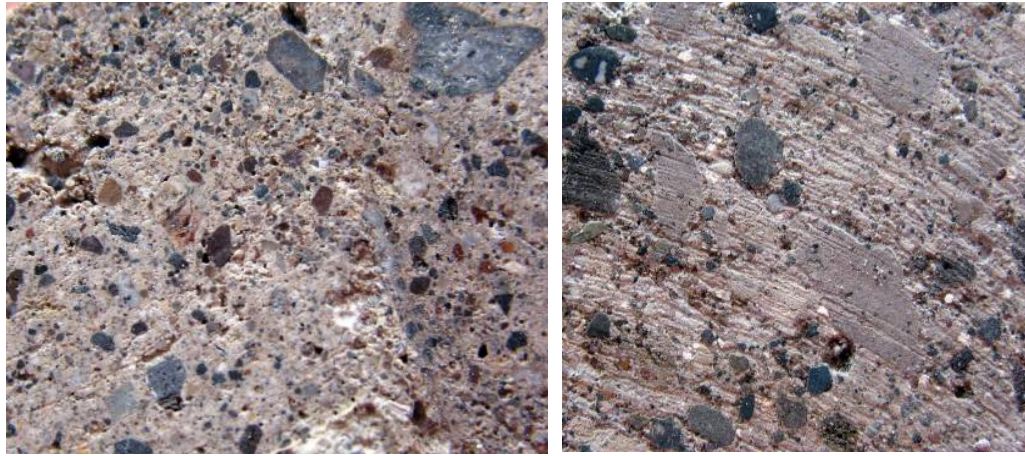
ÖRNEK VE SÜRE	Ağırlıkça su emme (%)	Hacimce su emme (%)	Yaş birim hacim ağırlığı (g/cm ³)	Görünür yoğunluk (g/cm ³)	Gerçek yoğunluk (g/cm ³)	Porozite (%)	Kompozite (%)
HARÇ 1	1 ay	24,18	1,51	1,47	2,49	40,97	59,03
	3 ay	22,75		1,49	2,49	40,17	59,83
	6 ay	21,14		1,49	2,49	40,17	59,83
HARÇ 2	1 ay	25,16	1,43	1,41	2,41	43,48	56,52
	3 ay	24,11		1,47	2,41	43,01	56,99
	6 ay	22,67		1,48	2,41	42,59	57,41
HARÇ 3	1 ay	30,45	1,25	1,22	2,34	47,87	52,13
	3 ay	29,76		1,26	2,34	46,16	53,84
	6 ay	28,15		1,27	2,34	45,73	54,27
SIVA 1	1 ay	29,94	1,15	1,12	2,32	51,73	48,27
	3 ay	27,51		1,18	2,32	49,14	50,86
	6 ay	26,55		1,19	2,32	48,71	51,29
SIVA 2	1 ay	22,14	1,35	1,34	2,37	49,46	50,54
	3 ay	21,55		1,38	2,37	48,77	51,23
	6 ay	20,28		1,38	2,37	48,77	51,23

6.4 Üretilen Örneklerin Özgün Örneklerle Karşılaştırılması

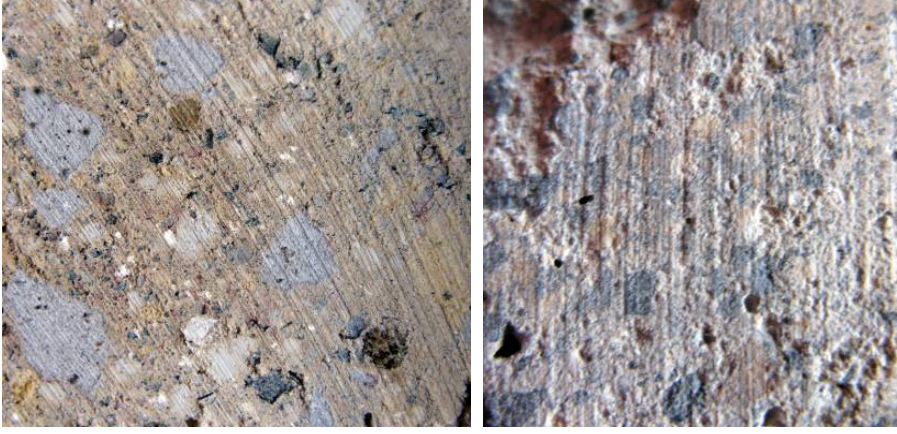
Çalışma kapsamında üretilen 3 çeşit duvar örgü harcı ve 2 çeşit sıva harcı için öncelikle özgün örneklerin bağlayıcı:agrega karışım oranlarının ve bağlayıcı/agrega malzemelerinin uyumu esas alınmıştır. Mekanik dayanımın ve renk/doku uyumunun sağlanması için kireç/puzolan karışımları için farklı oranlarda deneme karışımları yapılmış, basınç dayanımları ve renk/doku uyumu (Şekil 6.21, Şekil 6.22, Şekil 6.23, Şekil 6.24, Şekil 6.25) açısından en yakın örnekler onarım harcı önerisi olarak üretilmiştir. Özgün örneklerle onarım harçlarının bağlayıcı:agrega oranı, bağlayıcı rengi ve basınç dayanımı karşılaştırmaları Çizelge 6.22’de verilmektedir.

Çizelge 6.22 : Özgün örneklerin ve onarım harçlarının karşılaştırılması.

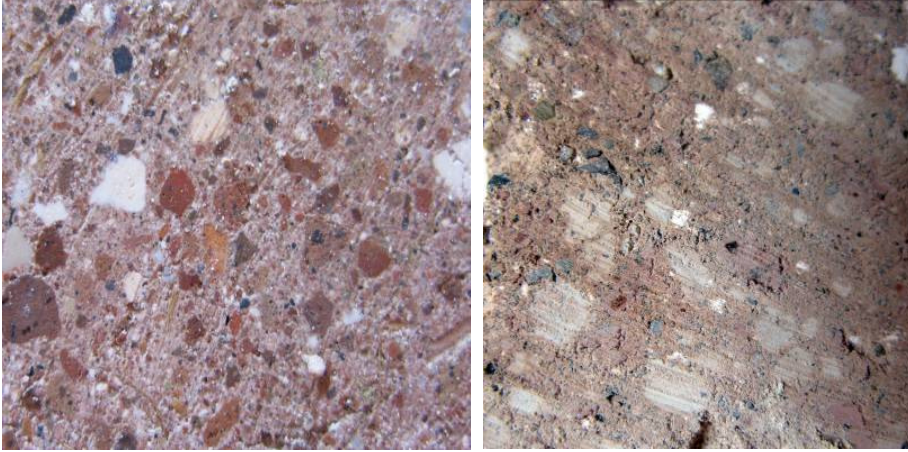
	Bağlayıcı: Agregası Oranı		Bağlayıcı Rengi		Basınç Dayanımı (6 ay)	
	Özgün örnekler	Onarım harcı	Özgün örnekler	Onarım harcı	Özgün örnekler	Onarım harcı
HARÇ 1	1 : 3	1 : 3	Gri	Gri	7 Mpa	7,83 Mpa
HARÇ 2	1 : 2,5	1 : 2,5	Açık sarı	Açık sarı	6 Mpa	7,26 Mpa
HARÇ 3	1 : 3,5	1 : 3,5	Pembe	Pembe	3,5 Mpa	4,33 Mpa
SIVA 1	1 : 2	1 : 2	Krem	Krem	Ölçülemedi -Zayıf	4,01 Mpa
SIVA 2	2,5 : 1	2,5 : 1	Toprak rengi	Toprak rengi	Ölçülemedi -Zayıf	3,93 Mpa



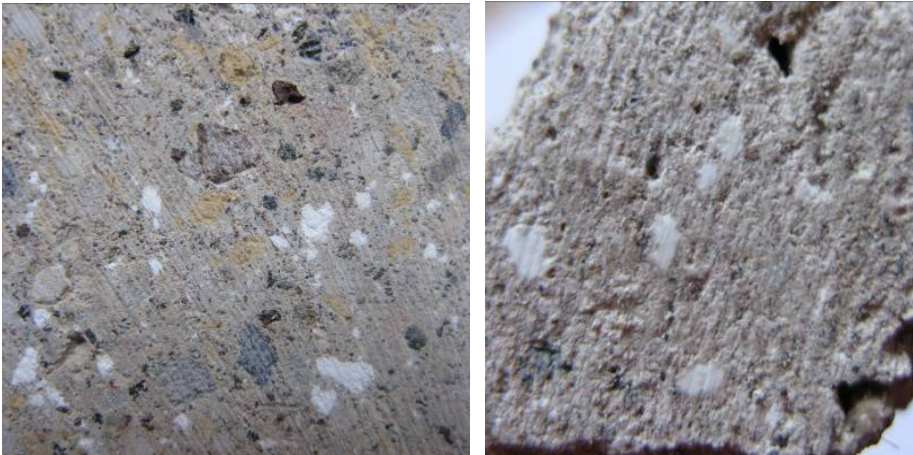
Şekil 6.21 : Harç 1 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması.



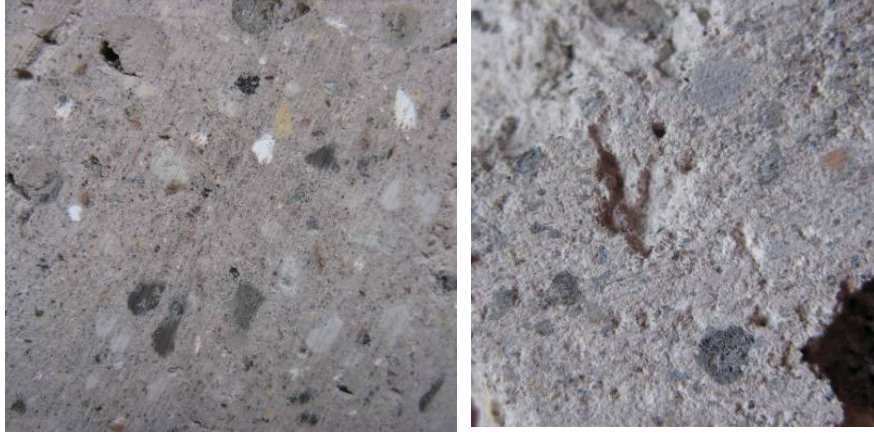
Şekil 6.22 : Harç 2 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması.



Şekil 6.23 : Harç 3 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması.



Şekil 6.24 : Sıva 1 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması.



Şekil 6.25 : Siva 2 onarım harcı ile özgün örneğin karşılaştırması.

Özgün örneklerin fiziksel özellikleri ile onarım harçlarının 6 aylık süre sonundaki fiziksel özellikleri Çizelge 6.23’de verilmektedir.

Çizelge 6.23 : Özgün örneklerin ve onarım harçlarının fiziksel özellikleri.

	Görünür yoğunluk (g/cm ³)		Gerçek yoğunluk (g/cm ³)		Ağırlıkça su emme (%)		Hacimce su emme (%)	
	Özgün örnekler	Onarım harcı	Özgün örnekler	Onarım harcı	Özgün örnekler	Onarım harcı	Özgün örnekler	Onarım harcı
HARÇ 1	1,49	1,49	2,46	2,49	21,96	21,14	31,69	33,12
HARÇ 2	1,43	1,48	2,54	2,41	25,55	22,67	36,31	34,89
HARÇ 3	1,23	1,27	2,73	2,34	33,15	28,15	40,72	39,74
SIVA 1	1,27	1,19	2,49	2,32	19,94	26,55	28,42	38,66
SIVA 2	1,34	1,38	2,47	2,37	24,91	20,28	34,58	32,13

Özgün örnekler ile onarım harçlarının temel özellikleri karşılaştırıldığında, renk/doku uyumunun sağlandığı, fiziksel özelliklerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Kesin mekanik dayanım karşılaştırması için en az 1 yıl süre gerekte olup 6 aylık değerlendirme sonuçlarının beklenen sonuçları verdiği görülmektedir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bilimsel restorasyonda mümkün olduğunca az müdahale temel ilkedir. Bu bağlamda özgün malzemelerinin özelliklerin tespit edilmeleri, yeni malzemeler ile yapının özgün malzemelerinin uyumu ve bütünleşmesi, sağlıklı bir restorasyon çalışmasının gerçekleştirilebilmesi için temel adımlardandır. Mevcut özgün malzemeler hakkında yapılan karakterizasyon çalışması sonucu elde edilen bilgilerin, özgününe uygun onarım malzemelerinin hazırlanabilmesini sağlayacak yeterlilikte ve açıklıkta olması, yapının eskiyen veya yok olan elemanlarının yeniden üretilmesini ve yapılacak restorasyonun yapının otantiklik değerine zarar vermemesini sağlayacaktır. Bu nedenle korunması gerekli yapıların öncelikle özgün yapıım teknikleri ve strüktür sistemleri belgelenmeli, malzemelerin bu sistem içerisinde kullanım şekilleri tespit edilmelidir. Daha sonra özgün malzemelerden alınan örnekler laboratuvar ortamında analiz edilerek içerikleri ve bozulma morfolojileri tanımlanmalı, restorasyon projesinin yanısıra hazırlanan konservasyon projesinde bu bozulmalar detaylı çizimlerle belgelenmelidir. Doğru koruma müdahalesinin yapılabilmesi için belirlenen özgün özelliklere göre yeni malzeme olanakları araştırılmalı, kullanılacak onarım malzemesinin özgün malzeme ile uyumu laboratuvar ortamında karşılaştırıldıktan sonra yerinde uygulamalara geçilmelidir.

Onarım harçları ile özgün harçlarının uyumunun sağlanabilmesi için geleneksel harçların temel özelliklerinin doğru tespit edilmesi ve onarımlarda bu özelliklere uygun malzemeler kullanılması son derece önemli bir konudur. Bu temel özellikler incelendiğinde, özgün harç ile onarım harcının boşluklulukları ve boşluk boyutu dağılımları arasındaki uyumun sağlanmaması durumunda çok ciddi problemler ortaya çıktığı görülmektedir. Temel bağlayıcı malzemesi kireç olan geleneksel harçlar makro boşluklu bir yapıya sahiptir. Boşlukluluk harcın basınç dayanımını, su emme ve su tutma değerlerini, su buharı geçirgenliğini, dona karşı direncini belirleyen önemli bir faktördür. Kireç harçları makro boşluklarının fazlalıkları nedeniyle hızlı su emip hızlı kururlar. Su tutma değerleri düşük olup çabuk kurumaları nedeniyle dona karşı dirençleri daha yüksektir. Boşluk içerisindeki tuz

kristallenmelerinin oluşturacağı iç gerilmelere daha uzun süre direnebilirler. Uygulanacak olan onarım harcının, bu genel özelliklerle uyumlu olması gerekmektedir. Geçmişte onarım harçlarının güçlendirilmesi amacıyla kireç harcına beyaz çimento eklenerek oluşturulan onarım harçlarının kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu katkılar gerçekleştirilirken uygun mekanik dayanımın sağlanabilmesi için gerekli miktarların tespiti ve uygulaması her zaman mümkün olamamış ve uygulamaların bir kısmı yapılarda bozulmalara neden olmuştur. Beyaz çimentonun uygun miktarlarda kullanılmaması, hem mikro boşluklu hem de orijinalinden daha yüksek dayanıma sahip harçların oluşmasına yol açabilmektedir. Makro boşluklu bir geleneksel harca, çimento harcı veya çimento katkılı kireç harcı gibi mikro boşluklu bir onarım harcı uygulanması; mekanik özellikleri, donma çözülme süreçleri gibi özelliklerde farklılıklar olmasına yol açabileceğinden bu uyumsuzluk yapının iyileştirilmesini sağlamak yerine bozulma sürecini hızlandırabilmektedir. Ayrıca melez bir harç olan çimento katkılı kireç harcının, kirecin karbonatlaşması ve çimentonun silikatlaşması gibi 2 ayrı fazda oluşan priz mekanizmasına sahip olması, uygulama esnasında problemler çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, restore edilecek yapının özgün harcının replikasyonunun yapılarak onarım harçlarının hazırlanması, yapının otantiklik değerini koruyarak yaşamını sürdürebilmesi açısından son derece önemlidir (Boynton, 1966; Dupas, 1981; Feilden, 1982; Ashurst, 1984; Ashurst ve Ashurst, 1990b; Güleç, 1992; Ashall ve diğ., 1996; Holmes ve Wingate, 1997; Borrelli, 1999; Allen ve diğ., 2003; Ersen, 2003b). Ancak bu çalışmalar yapılırken harçların farklı yapılarda ve bölgelerde farklı özellikler göstereceği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Özgün harçlarda hem bölgenin malzeme olanakları hem de yapım tekniği gelenekleri nedeniyle görülebilecek farklılıklar nedeniyle onarım harçlarının standartlaştırılmaları mümkün değildir. Hatta aynı bölgedeki yapılarda temel özellikler aynı olsa da yapılar arasında bile farklılaşmalar görülmektedir. Bu nedenle gerek karakterizasyon gerekse onarım harçlarında kullanılacak ham maddeler konusunda bölgesel çalışmalar yapılmalı, yapılarda kullanılacak duvar örgü harcı ve sıva harçlarının temel özellikleri ve yeni malzeme alternatifleri belirlenmeli, restore edilecek yapının özgün harç karakterizasyonuna göre onarım harcı alternatifleri değerlendirilmelidir. Bu bağlamda gerçekleştirilen tez çalışmasında, Kayseri bölgesinde kullanılacak onarım harçları için alternatifler üretilmiş ve bu önerilerin restorasyon uygulamalarında kullanılabilmesi için öneriler geliştirilmiştir.

Bu kapsamda, Kayseri’de Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi’ne tarihlenen 15 adet yapıdan alınan duvar örgü harcı ve iç mekan sıva harçları değerlendirilerek onarım harcı önerileri geliştirilmiştir. Öncelikle Kayseri ve civarında bulunan Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi yapıları araştırılarak listelenmiş, tüm yapılar yerinde incelenerek özgün örnek alımı olanakları araştırılmıştır. İncelenen yapıların büyük çoğunluğunun son dönemlerde restorasyon görmüş olduğu, özgün yapım sistemleri ve malzemelerinin büyük oranda kaybolduğu veya yenilediği görülmüştür. Bazı yapılarda ise bitişik derzli kesme taş duvar yapım tekniğinde inşa edilmiş olmalarından ve yapıya zarar verebilecek karot alımı yöntemi tercih edilmemesinden kaynaklanan zorluklardan dolayı örnek almak mümkün olamamıştır. Bu nedenle örnek alınabilecek yapılar belirlenirken, resmi kayıtlara göre mümkün olduğunca az onarım görmüş veya son dönemlerde onarım görmemiş yapılar veya yapı bölümleri tercih edilmiştir (Kayseri Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu Arşivi, Vakıflar Genel Müdürlüğü Arşivi). Cumhuriyet Dönemi öncesinde yapılmış olabilecek onarımlar veya ekler ise dönem eki olarak kabul edilmiştir.

Yapılardan alınan sıva ve duvar örgü harçlarının sağlıklı değerlendirilebilmesi için öncelikle yapıların ve dönemlerinin yapım sistemleri, malzeme karakterleri ve harçların yapım sistemleri içerisindeki kullanımları araştırılmıştır. Bölgede taş malzeme olanaklarının fazlalığı ve tuğla kullanımının tercih edilmemesi nedeniyle günümüze ulaşabilmiş Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi yapılarının duvarlarının tümünde yığma yapım sistemi ve taş malzeme kullanıldığı görülmektedir. Kayseri geleneksel mimarisinde hemen hemen her dönemde moloz taş duvar, kuru taş duvar, kaba veya ince yonu taş duvar, kesme taş duvar, çift cidarlı taş duvar gibi birçok duvar örgü tekniğinin örneklerini görmek mümkündür. Günümüzde bile özellikle kırsal mimaride bu yapım teknikleri ile inşa edilmiş yapılara rastlamak mümkündür. Bu nedenle yapım teknikleri ve harçların bu teknikler içerisinde kullanımları ile ilgili dönemsel bir ayırım yapmak zordur.

Harçlar, taşları derzli/derzsiz birleştirmek için veya çift cidarlı taş duvar örgüsü içerisinde tuf kırıklarını birbirine bağlamak amacıyla kullanılmışlardır. Duvar taşlarını birleştirmek için kullanılan harçların tümü kireç harcı olup suya karşı dayanımlarını ve mekanik özelliklerini güçlendirmek amacıyla bölgenin volkanik toprakları veya tuf tozları bağlayıcıya katkı malzemesi olarak eklenmiştir. Duvar örgü harçlarında alçı kullanımı nadirdir. Sıva harçlarında ise kirecin yanında alçı da

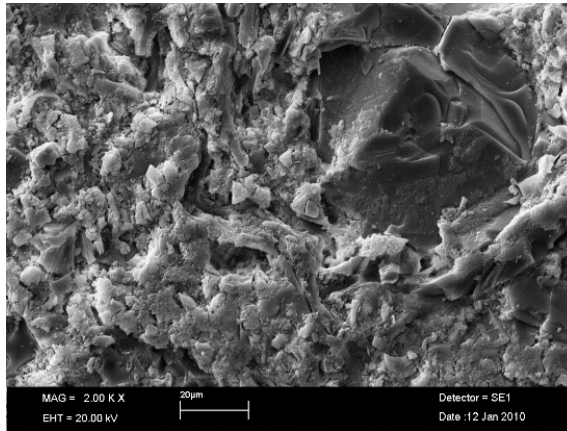
kullanıldığı görülmektedir. Agregada olarak yine bölgede en yakın ocaklardan çıkarılan dere ve ocak kumlarına yapı taşı olarak kullanılan tüflerin kırıkları da eklenmiştir. Özellikle sıva harçlarında katkı nitelikli reaktif agregalara ek olarak lifli malzemeler de sıklıkla kullanılmıştır. Günümüze ulaşabilmiş sıva harçlarının tümü iç mekan sıvasıdır. Dönemlerin hiç birinde yapı duvarlarının dış yüzeyinde sıva kullanımı olduğuna dair bir belge veya ize rastlanmamıştır.

Yapılardan alınan örneklerin öncelikle görsel analizleri gerçekleştirilmiş, örneklerin korunmuşluk durumları, bağlayıcı ve agregada renkleri, agregada içerikleri, dayanımları, lifli malzeme kullanımları değerlendirilmiştir. Örneklerin bağlayıcı:agregada oranlarının saptanabilmesi için kızdırma kaybı ve asit kaybı analizlerinden faydalanılmıştır. Kızdırma kaybı ve asit kaybı değerlerinin karşılaştırılması sonucu farklılık gösteren örnekler tekrar incelenmiş, XRD, SEM, EDS analizleri ve ince kesitler yardımıyla agregada cinsleri, karbonatlı agregada ve alçı içerikleri değerlendirilmiştir.

Yapılan analizler sonucu, yapı sistemlerinde olduğu gibi yapılarda kullanılan harçlarda da bağlayıcı/agregada oranları ve içerikleri, fiziksel özellikleri ve mekanik dayanımları açısından dönemsel bir farklılaşma veya yapı tiplerine göre bir değişim tespit edilememiştir. İncelenen örneklerde Roma Döneminden başlayarak Cumhuriyet Dönemine kadar yapı sistemleri içerisinde sıva ve duvar örgü harçlarının kullanımının değişmediği görülmektedir. Ele alınan tüm yapı tiplerinde, yapı malzemesi olarak bölgeden elde edilen volkanik taşlar kullanılmış, sıva ve duvar örgü harcı olarak da kireç harcı tercih edilmiştir. Harç içerisinde kullanılan agregalar yine bölgeden elde edilen kumlar ve taş kırıklarıdır. Aynı taşların tozları, daha kuvvetli ve suya dayanıklı harçlar elde edilebilmesi için puzolanik katkı olarak da değerlendirilmiştir. Bu benzerlikler nedeni ile değerlendirmeler yapılırken dönemsel, bölgesel veya yapısal bir ayırım yapılamamış, duvar örgü harçları ve sıva harçları kendi aralarındaki görsel benzerliklere ve dayanımlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sonucu 5 tip duvar örgü harcı, 7 tip sıva harcı olduğu belirlenmiş, 3 tip duvar örgü harcı ve 2 tip sıva harcı için onarım harcı önerileri geliştirilmiştir. Bağlayıcı/agregada içerikleri, renk, doku ve karışım oranları özgün harçların ortalama değerleri ile uygun olacak şekilde üretilen yeni harçların öncelikle renk ve doku açısından özgün harçlara uyumu sağlanmıştır. Puzolanik aktivite deneyleri ve deneme karışımlarından elde edilen sonuçlara göre, 1 yıllık süre sonunda özgününe

yakın mekanik dayanıma sahip olabilecek oranlarda puzolanik katkılarla güçlendirilen onarım harçlarının 6 aylık eğilme ve basınç dayanımları ile fiziksel özellikleri ölçülünerek özgün harçlarla uyumluluğu değerlendirilmiştir.

Özgün örnekleri ortalama 7 Mpa basınç dayanımına sahip olan “Harç 1” kodlu onarım harcının 6 aylık basınç dayanımı 7,83 Mpa; özgün örnekleri ortalama 6 Mpa basınç dayanımına sahip olan “Harç 2” kodlu onarım harcının 6 aylık basınç dayanımı 7,26 Mpa, özgün örnekleri ortalama 3,5 Mpa basınç dayanımına sahip olan “Harç 3” kodlu onarım harcının 6 aylık basınç dayanımı 4,33 Mpa olarak saptanmıştır. Özgün örneklerin kalınlıklarının yetersizlikleri nedeniyle mekanik dayanımları ölçümlenemeyen “Sıva 1” kodlu onarım harcının 6 aylık basınç dayanımı 4,01 Mpa; “Sıva 2” kodlu onarım harcının 6 aylık basınç dayanımı 3,93 Mpa olarak ölçümlenmiştir. Örneklerin fiziksel özelliklerinde bir değişim beklenmemekte olup mekanik dayanım analizi sonuçlarının, 1 yıllık süre sonunda elde edilmesi gereken özgün mekanik dayanım değerleri ile tutarlı olduğu görülmektedir. Örneklerin silikatlaşma süreci tamamlanmış olup Şekil 7.1, Şekil F.2, Şekil F.4 ve Şekil F.6’da görülmektedir.



Şekil 7.1 : 6 aylık süre sonucunda örneklerin bağlayıcılarındaki silikatlaşma.

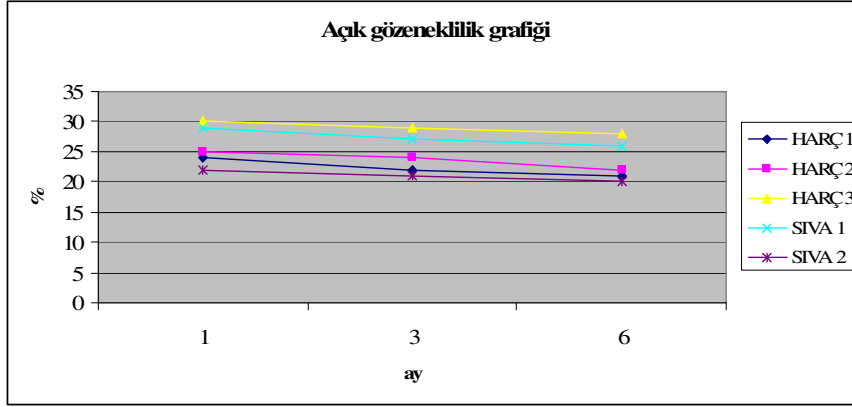
Tez çalışması kapsamında 4x4x16 boyutlarında üretilen örneklerin eğilme ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiş olup, yapılacak uygulamalarda yerindeki örnek ile laboratuvar ortamında üretilen örneğin boyutlarının aynı olamayacağı, boyut faktörünün, yapıdaki çekme gerilmeleri ve yanal kuvvetlerin etkisinin, laboratuvar şartları ile açık hava şartlarının ölçümlerde farklılıklara yol açabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Onarımlarda özgün harç ile yeni harç arasında gözlemlenebilen renk ve doku farklılıklarının yarattığı estetik problemler de göz önünde bulundurulduğunda, incelenen özgün harçlar ile üretilen onarım harçları arasındaki renk ve doku benzerliğinin sağlandığı görülmektedir. Bu uyumluluk söz konusu yapıların ve Kayseri’de benzer özellikte harçlara sahip yapıların restorasyonlarında bu onarım harcı önerilerinin kullanılabilirliğini göstermektedir. Çizelge 7.1’de üretilen onarım harçlarının, bağlayıcı/agrega içeriği ve dayanımları uygun olduğu takdirde kullanılabilecekleri yapı türleri ve dönemleri belirtilmektedir.

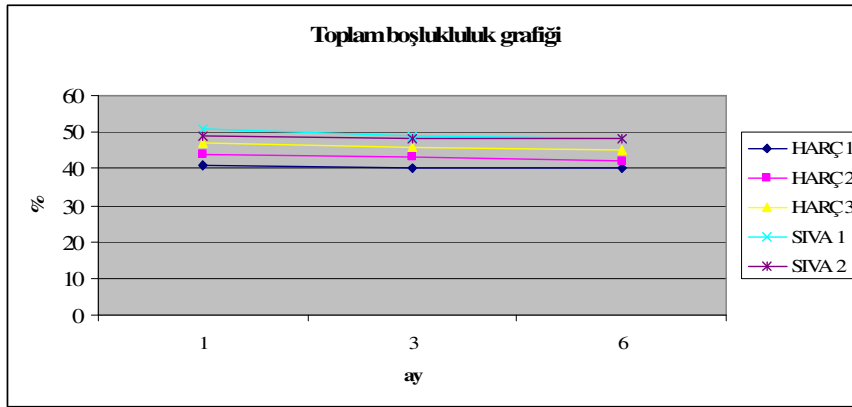
Çizelge 7.1 : Onarım harçlarının kullanılabilecekleri yapı türleri ve dönemleri.

ÖRNEK	KULLANILDIĞI YAPILAR	KULLANILDIĞI DÖNEM	BAĞLAYICI RENĞİ-İÇERİĞİ	AGREGA İÇERİĞİ	BASINÇ DAY.(Mpa)
HARÇ 1	Kale Köprü Manastır Medrese Hamam Han Konut	Roma Bizans Selçuklu Osmanlı	Gri- Kireç + Puzolan	Kum+ Tüf kırıkları	7,83
HARÇ 2	Köprü Köşk Hamam	Roma Selçuklu Osmanlı	Açık sarı- Kireç + Puzolan	Kum+ Tüf kırıkları	7,26
HARÇ 3	Köprü	Roma	Pembe- Kireç + Puzolan	Kum+ Tüf kırıkları	4,33
SIVA 1	Kilise Köşk	Bizans Selçuklu	Krem- Kireç + Puzolan	Kum+ Tüf kırıkları	4,01
SIVA 2	Köşk Hamam	Selçuklu Osmanlı	Toprak rengi- Kireç + Puzolan+ Alçı	Kum+ Tüf kırıkları	3,93

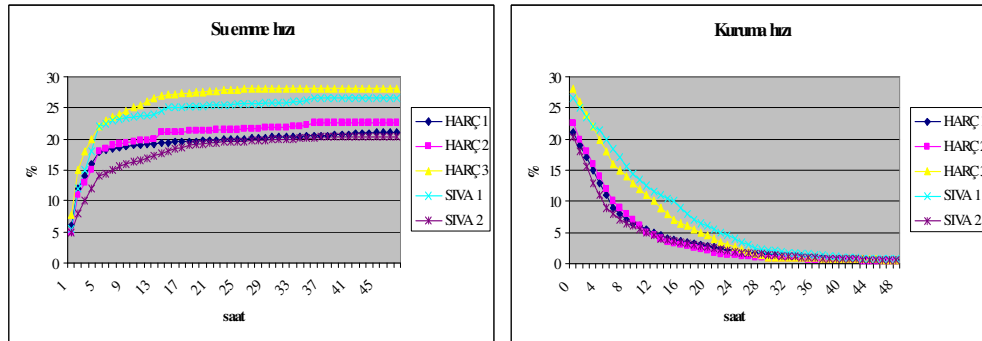
Örneklerin bünye denklemleri değerlendirildiğinde, örneklerin fiziksel özellikleri ile basınç dayanımları arasında bağlantılar olduğu görülmektedir. Örneklerin fiziksel özellikleri kapsamında elde edilen sonuçlar yardımıyla açık gözeneklilik, toplam boşlukluluk ve doyma katsayıları hesaplanmış olup Şekil 7.2, Şekil 7.3, Şekil 7.4 ve Şekil 7.5’de belirtilmektedir.



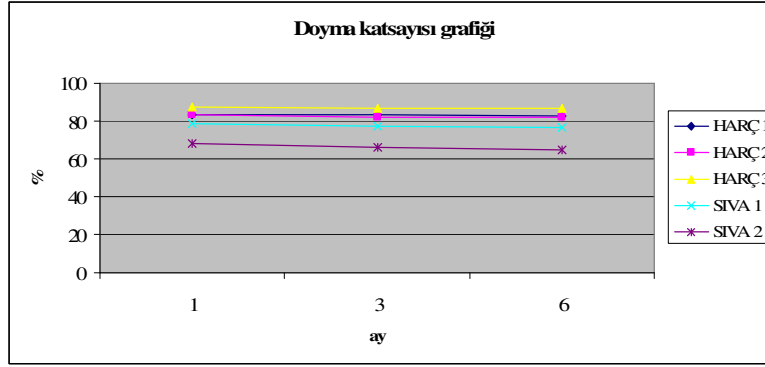
Şekil 7.2 : Onarım harçlarının açık gözeneklilik grafiği.



Şekil 7.3 : Onarım harçlarının toplam boşluluk grafiği.



Şekil 7.4 : Onarım harçlarının su emme ve kuruma hızı grafikleri.



Şekil 7.5 : Onarım harçlarının doyma katsayısı grafiği.

Bu grafikler incelendiğinde, onarım harçlarının özgün harçların yapısına uygun olacak şekilde makro boşluğa sahip oldukları, hızlı su emip hızlı kurdukları, zaman içerisinde açık gözeneklilik, toplam boşlukluluk ve doyma katsayısı yüzdeleri azaldıkça basınç dayanımlarının arttığı görülmektedir.

Tez çalışması kapsamında yapılmış olan tüm çalışmalar, üretilen onarım harçlarının özgün harçlara uygun olduğunu ve bölgedeki restorasyonlarda kullanılacak harçlara uyumluluk sağlayabileceği göstermektedir. Bu kapsamda belirlenmiş ve üretimleri gerçekleştirilmiş olan oranlardan yola çıkarak, yapıların konservasyon ve restorasyonlarında kullanılacak olan harçların pozları ve birim fiyatları da tanımlanabilecektir.

Restorasyon uygulamalarında ihale bedellerinin hesaplanabilmesi amacıyla, kamu kurumlarınca, iş kalemlerinin verildiği çeşitli pozlar ve birim fiyat tarifleri belirlenmiştir. Ancak bu pozlar, Türkiye'deki tüm bölgeleri ve yapıları kapsayan tarifler olup dönemsel, yapısal veya bölgesel bir ayırım yapılmamıştır. Her bölgenin yapım tekniği ve yapı malzemesi geleneğinin farklı olduğu düşünüldüğünde özellikle harçlar konusunda böyle bir genelleme yapılması doğru değildir. Ancak 1999'dan itibaren geçerli olan Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri incelendiğinde, tüm bölgelerde aynı pozların geçerli olduğu görülmektedir (Çizelge G.1). Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri, harçlar için belirlenen pozlar 3 farklı kalemde ele alınmıştır.

Birinci grupta (Çizelge 7.2), kireç harcı dolgulu moloz taş duvar yapılmasını tarifleyen pozlar bulunmaktadır. Bu pozlara göre moloz taş duvarlarda kullanılacak tüm duvar örgü harçlarına 225 veya 250 doz çimento takviyesi yapılması ön görülmektedir. Tariflerde harcın içeriği, oranları veya özgününe uygunluğu

konusunda herhangi bir açıklamada bulunulmamış, sadece kullanılacak moloz taşların şekillendirilmesi ile ilgili detaylar verilmiş, kireç harcının içerisine çimento takviyesi yapılması gerektiği belirtilmiştir (Çizelge G.1)

Çizelge 7.2 : Kireç harç dolgulu moloz taş duvar yapımı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

V.0902. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla moloz taş duvar yapılışı işçiliği (m ³):
V.0903. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla sıralı moloz taş duvar yapılışı işçiliği (m ³):
V.0904. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla sıralı moloz taş ile kubbe ve tonoz yapılışı (m ³):
V.0905. 250 doz harçlı moloz taş dolgu yapılışı işçiliği (m ³):
V.0906. Ocak taşı ile 250 doz çimento harçlı dolgu yapılışı (m ³):

İkinci grupta sıva harçları ele alınmış olup (Çizelge 7.3) 5 farklı tür sıva harcı belirlenmiştir. Ancak bu ayırımın hangi kriterlere göre yapıldığı belirsizdir. Bu ayırım sadece çimento takviyeli kireç sıva harcı, Horasan harcı, çamur harcı, yonu taşı tozu ve beyaz çimento takviyeli kireç sıva harcı, kırıklı veya keçi kılı kireç sıva harcı olarak yapılmıştır. Bu pozlarda sadece sıva katmanlarının kalınlıkları ve uygulamanın nasıl yapılacağı açıklanmış, çimentonun veya yonu taşı tozunun hangi kriterlere göre harç içine eklendiği belirlenmemiş, Horasan harcının içeriği konusunda bir bilgi verilmemiştir (Çizelge G.1).

Çizelge 7.3 : Sıva harcı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

V.1660. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla eski duvar yüzlerine tirfil veya çelik mala perdahlı düz sıva yapılışı (m ²):
V.1660/A. Düz satıhta kaba sıva yapılışı (m ²):
V.1661. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile yüzü bozuk eski düz ve kavisli duvar satıhtarına sıva altı dolgusu yapılışı (m ²):
V.1661/A. Horasan harcı ile yüzü bozuk, eski, düz ve kavisli duvar satıhtarında sıva altı dolgu yapılışı (m ²):
V.1662. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla kavisli satıhta, eski duvar yüzlerine tirfil veya çelik mala perdahlı münhani sıva yapılışı (m ²):
V.1663. Kavisli satıhta kaba sıva yapılışı (m ²):
V.1664. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine tirfil veya çelik mala perdahlı düz sıva yapılışı (m ²):
V.1664/A. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine tirfil veya çelik mala perdahlı düz sıva yapılışı (m ²):
V.1664/B. Horasan harcı ile mevcut sıva üzerine tirfil veya çelik mala perdahlı düz ince sıva yapılışı (m ²):

**Çizelge 7.3 (devam) : Sıva harcı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü
Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).**

V.1665. Horasan harcı ile kavisli satırlı eski duvar yüzlerine, tirfil veya çelik mala perdahlı münhani sıva yapılması (m ²):
V.1665/A. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine, tirfil veya mala perdahlı kavisli sıva yapılması (m ²):
V.1665/B. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine, tirfil veya çelik mala perdahlı kavisli ince sıva yapılması (m ²):
V.1666. Yonu taşı tozu ve beyaz çimentolu harçla sıva yapılması ve taraklanması (m ²):
V.1667. Kıtıklı veya keçi kıllı kireç harcı ile bağdadi veya diğer ahşap veya kargir düz satırlar üzerine sıva yapılması (m ²):
V.1667/A. Kıtıklı veya keçi kıllı kireç harcı ile bağdadi veya diğer ahşap veya kargir kavisli satırlar üzerine sıva yapılması (m ²):
V.1668. Çamur harçla kurşun altına sıva yapılması (m ²):
V.1668/A. Çamur harçla düz veya münhani satırlı duvar, kubbe, tonoz v.b. yerlerde sıva yapılması (m ²):
V.1669. Beyaz çimento ve yonu taşı tozu harcı ile malakari stelaktit ve sıvasının yapılması (m ²):
V.1669/A. Takviyeli harç ile mukarnaslı ve müzeyyen sıva yapılması (m ²):

Üçüncü grupta yonu taşlarının derzlerinde kullanılacak duvar örgü harçları ele alınmış (Çizelge 7.4), yine harçların içeriği ve oranları hakkında bir bilgi verilmemiş, Horasan harcı da dahil tüm kireç harçlarına çimento takviyesi yapılması ön görülmüştür (Çizelge G.1).

Çizelge 7.4 : Yonu taşı duvarlarda kullanılacak örgü harcı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

V.1751. 250 doz çimento harcı ile moloz taş duvarda derz yapılması (m ²):
V.1752. 250 doz çimento takviyeli kireç harcı ile moloz taş duvarda klasik kabartma derz yapılması
V.1753. Kireç harçla moloz taş duvarda derz yapılması (m ²):
V.1754. Kireçli Horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması (m ²):
V.1755. 255 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması (m ²):
V.1756. 300 doz çimento takviyeli kireçli horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması (m ²):
V.1757. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması (m ²):
V.1758. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması (m ²):
V. 1759. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması (m ²):
V. 1760. Horasan harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması (300 doz çimentolu) (m ²):
V. 1761. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması

Çizelge 7.4 (devam) : Yonu taşı duvarlarda kullanılacak örgü harcı pozları (Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

V.1762. Kireçli Horasan harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması (300 doz çimentolu) (m ²):
V.1763. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması (m ²):
V. 1764. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taslak yonu taşı duvarda klasik kabartma derz yapılması (m ²):
V.1765. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması (m ²):
V.1766. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması (m ²):
V.1767. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taslak yonu taş duvarda klasik kesme, kabartma derz yapılması (m ²):
V.1768. 600 Doz beyaz çimentolu ve yonu taşı tozlu harç ile yonu taşı imalatta derz yapılması (m ²):
V.1769. 600 doz beyaz çimentolu ve yonu taşı tozlu harç ile yonu taşı korniş altlarına derz yapılması (m ²):
V.1770. 225 doz beyaz çimento takviyeli kireç harcı ile münhani klasik tuğla imalat veya tuğla minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması (m ²):
V.1771. Horasan harcı ile münhani klasik tuğla imalat veya tuğla minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması (m ²):
V.1772. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile münhani klasik tuğla imalat veya tuğla minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması (m ²):
V.1773. Tuğla minare gövde ve peteğinde tezyini tuğla aralarında 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile henesi tezyinatlı klasik derz yapılması (m ²):
V.1774. Harçla bastırılmış tek katlı imitasyon kiremit örtüde 2-3 cm. genişlikte 350 doz çimento harçla derz yapılması (m ²):
V.1775. Horasan harcı ile moloz taş duvarda taş yüzleri ile hem yüz ve/veya sifıra yakın derz yapılması (taş tozlu derz harcı ile) (m ²):
V.1776. Horasan harcı ile tuğla hatıllı moloz taş duvarda sifıra yakın derz yapılması

Restorasyon uygulamalarında geçerli olan bu pozlar incelendiğinde, konservasyon tekniklerine ve temel koruma prensiplerine aykırı olduğu, yapıya zarar verecek uygulamalara yol açtığı görülmektedir. Yapılacak tüm harç uygulamalarında, projenin restorasyon raporunda farklı bir ibare bulunmadığı sürece çimento takviyesinin yapılmasının önerilmesi çok ciddi bir hatadır. Çimento katkılı harç ile özgün kireç harçlarının ısı genleşme katsayıları, mekanik dayanımları, yoğunlukları, boşlukluluk ve boşluk boyutu dağılımları arasındaki farklıklar, ayrıca çimentonun yapı malzemelerinde yol açtığı kimyasal korozyon ve tuz reaksiyonlarının özgün yapı malzemesine verdiği zararlar çeşitli çalışmalarla ispatlandığı halde restorasyonlarda çimento kullanımının bu pozlarla resmileştirilmesi, yapılarda geri dönüşümü mümkün olmayan yıpranmalara ve hasarlara yol açmaktadır. Yine pozlarda kullanılacak ham maddelerle ilgili hiçbir sınırlama getirilmemesi, sadece sönmüş kirecin en az 1 yıl kuyuda dinlendirilmesi şartının belirtilmesi de bu konuda

bilinçsiz ve kontrolsüz uygulamaların yapılmasına neden olmaktadır. Kayseri bölgesi için değerlendirildiğinde, geleneksel harçlarda kullanılması gereken temel bağlayıcı malzeme kireç ve alçıdır. Dayanımı arttırmak için ise tuf tozları veya puzolanik topraklar kullanılmıştır. Bölgedeki özgün harçların büyük çoğunluğunun mekanik dayanımlarının yüksek olması nedeniyle onarım harcı uygulamalarında kireç harcına çimento katılmaktadır. Gerek bu çalışmada gerekse harçlar konusunda yapılmış olan bilimsel çalışmalarda onarım harcı olarak çimento harcın kullanılmaması gerektiği ve sebepleri açıkça belirtilmiştir. Dayanımı yüksek bir harcın elde edilmesi için çimento yerine hidrolik kireç ve puzolanik katkıları kullanılması gerekli sonuçları vermektedir (Allen ve diğ., 2003). Bölgede puzolanik toprak ve tuf tozlarının kolaylıkla elde edilebildiği göz önünde bulundurulduğunda hidrolik kireç kullanımına gerek kalmamakta olup sönmüş kirece eklenecek tuf tozları veya puzolanik topraklarla istenen dayanımda harçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle birim fiyat tarifleri ve pozlardan çimento kullanımının kaldırılması, özgününe uygun harç karışımlarının kullanılmasının zorlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Söz konusu pozlarda kullanılacak ham maddelerin ve harç karışımlarının tüm bölgelerde aynı olduğunun varsayılması, bölgelerin yerel yapı malzemelerinden ve yapım tekniklerinden uzaklaşmaya, uygulamalarda tek tip ve özgünü göz önünde bulundurulmadan hazırlanan harçların kullanılmasına yol açmaktadır. Bu nedenle birim fiyat tarifleri ve pozlar oluşturulurken her bölgenin kendi özel tariflerini oluşturması gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikle bölgenin geleneksel yapım teknikleri ve yapı malzemeleri araştırılmalı, restorasyon uygulamalarında kullanılabilecek ve özgününe en uygun ham maddeler analiz edilmeli, tipoloji çalışmaları ile yeni malzeme önerileri getirilmelidir. Hazırlanacak olan pozlar, bu tipoloji çalışmasına göre tariflenmelidir.

Geleneksel duvar örgü harçları ve sıva harçları için de benzer şekilde bölgesel çalışmalar yapılmalı ve pozlar bu çalışmalara göre oluşturulmalıdır. Kayseri bölgesi için yapılan bu çalışmada elde edilen bilgiler, bu bölgede yeni pozlar hazırlanabilmesi için kullanılabilecektir.

Çalışma kapsamında üretilen duvar örgü harçları, örneklerin bağlayıcı renklerine, sıva harçları ise bağlayıcı renklerinin yanısıra alçı içeriklerine göre birbirinden ayrılmaktadır. Uygulamalarda özgün ile yeni üretim harç arasında uyumsuzluk olmasına neden olan en önemli faktörlerden birinin mekanik dayanım olduğu göz

önünde bulundurulduğunda, pozlarda duvar örgü harçları önerilirken yüksek dayanıma ve düşük dayanıma sahip olan harçlar için farklı öneriler geliştirilmelidir. Her yapının kendine özgü malzemeleri olabileceği ve yapılar ve duvarlar arasında farklılıklar bulunacağı da hesaba katılarak özgün harçların bağlayıcı:agrega oranları, içerikleri ve mekanik dayanımları analiz edilmeli, hangi tür harcın uygun olduğuna bu analizlere göre karar verilmelidir.

Çizelge 7.4 ve Çizelge 7.5'de Kayseri ve civarındaki yapıların onarımlarında kullanılacak onarım harçları için poz önerileri yer almaktadır. Bu önerilere göre onarımda kullanılacak harçlar kireç harcı olup bağlayıcı malzemeye katkı olarak tuf tozu veya alçı kullanılmalıdır. Restorasyonu yapılacak olan yapının onarımında kullanılacak harç tipi, özgün harçlarının özellikleri analiz edildikten sonra belirlenecek özelliklere ve mekanik dayanımına göre belirlenmeli ve yerinde uygulanmadan önce laboratuvar şartlarında uygunluğu kontrol edilmelidir. Kullanılacak olan kireç bölgeden elde edilmeli ve kuyuda en az 1 yıl dinlendirilmiş kireç olmalıdır. Dolomitik kireçlerin söndürme sürecinin uzunluğu ve harca MgO olarak giren kirecin rutubetli ortamda zaman içinde $Mg(OH)_2$ ' e sonra $MgCO_3$ 'a dönüşmesinin oluşturacağı kimyasal kaynaklı genleşmelerin yol açacağı hacim artışları duvar harçlarında veya sıvalarda bir takım iç gerilmelere yol açabilmektedir. Bu olumsuzluklar göz önünde bulundurularak onarım harçlarında dolomitik kireç kullanılmamalı, sönmüş kirecin saf $CaCO_3$ 'dan oluşmasına dikkat edilmelidir (Allen ve diğ., 2003). Bağlayıcı rengindeki uyumun sağlanabilmesi için uygun renkte tuf tozu kullanılmalıdır. Bağlayıcı rengi pozlarda belirtilen renklerden farklı olduğu takdirde kullanılacak alternatif renkte tuf tozunun gerekli puzolanik aktivite deneyleri yapılmalı, nihai mekanik dayanımda farklılık olmaması için pozda belirtilen tuf tozunun puzolanik aktivite değerine uygun olan malzeme kullanılmalıdır. Alçı malzeme kullanılacağı zaman alçı çok kısa sürede priz yapacağından sonradan bağlayıcıya eklenmeli veya anhidrit alçı, hazır sıva alçısı gibi priz süresi kontrol edilmiş alçılar kullanılmalıdır. Agregada kullanılan tuf kırıkları ve ocak kumu hafif nemli olmalıdır. İnce puzolanik agregaların fazlalığı, orta ve büyük agregaların yüksek poroziteleri reaksiyon esnasında daha fazla suya ihtiyaç duyulmasına neden olmakta ve su miktarının fazlalığı nihai dayanımın düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle agrega ve tuf tozu kuruyken karıştırılmalı, atomize su püskürtülerek ön ıslatma işlemi yapılarak ilk kuruluk bir miktar

giderilmelidir. Harç hazırlanırken betonyere önce kireç kaymağı atılmalı, sonra agrega-tüf tozu karışımı eklenerek karıştırılmalıdır. Hidrolik harçların sıcak havada daha çabuk sertleşecekleri göz önünde bulundurulmalı, soğuk aylarda da üstü örtülerek kuruması önlenmelidir. Kuruyan karışım tekrar çözülerek kullanılmamalıdır. Kuruma ve sertleşmenin engellenmesi için harçlar az miktarda üretilmeli, en fazla 1-2 günlük kullanıma yetecek miktarda harçlar hazırlanmalıdır (ASTM C 618, 1994; TS EN 1015-2, 2000). Lifli malzeme kullanılacağı takdirde özgülüne uygun saman veya kıtık kullanılmalıdır. Saman/kıtık miktarı 1 m³ harçta 600-1000 g. arasında değişebilir. Kıtık, küçük küçük kesilerek kireçle birlikte söndürülmelidir. Kaba sıvada rötrenin engellenmesi için 10 mm. altı boyutlarda polipropilen lif tercih edilebilir. Polipropilen lif kullanıldığı takdirde kullanılacak miktar 1 m³ harçta 600-700 gramdır (TS EN 15319, 2008). Harç içerisinde kullanılan suyun içilebilir kalitede su olmasına dikkat edilmelidir (Allen ve diğ., 2003).

Çizelge 7.5'de sıva harçları için geliştirilen poz önerileri yer almaktadır. Sıva harçlarının ortalama dayanımı 4 Mpa'dır. Poz 1.A'da ortalama 4 Mpa basınç dayanımına sahip ve alçı içermeyen harçlar, Poz 1.B'de ortalama 4 Mpa basınç dayanımına sahip ve alçı içeren harçlar için geliştirilen öneriler yer almaktadır.

Çizelge 7.6'da duvar örgü harçları için geliştirilen poz öneriler yer almaktadır. Poz 2.A'da ortalama 8 Mpa ve daha yüksek basınç dayanımına sahip harçlar, Poz 2.B'de ortalama 6-7 Mpa basınç dayanımına sahip harçlar, Poz 2.C'de ortalama 4 Mpa basınç dayanımına sahip harçlar için, Poz 2.D'de 4 Mpa'dan düşük basınç dayanımına sahip harçlar için geliştirilen öneriler yer almaktadır.

Çizelge 7.5 : Sıva harçları için poz önerileri.

POZ 1	SIVA HARÇLARI	Onarımda kullanılacak sıva harçları, özgün harçların özellikleri analiz edildikten sonra belirlenecek özelliklere ve mekanik dayanıma uygun harç önerilerinden seçilmeli ve yerinde uygulanmadan önce laboratuvar şartlarında uygunluğu kontrol edilmelidir. Kullanılacak olan kireç bölgeden elde edilmeli ve kuyuda en az 1 yıl dinlendirilmiş kireç olmalıdır. Agregası olarak kullanılan tuf kırıkları ve ocak kumu hafif nemli olmalıdır. Bağlayıcı rengindeki uyumun sağlanabilmesi için uygun renkte tuf tozu kullanılmalıdır. Bağlayıcı rengi pozlarda belirtilenden farklı olduğu takdirde gerekli puzolanik aktivite deneyleri yapıldıktan sonra farklı renkte bir tuf tozu kullanılabilir. Çimento kesinlikle kullanılmamalıdır.	
POZ 1.A	Alçısız sıva harçları	Bağlayıcı:Agrega:Su oranı 1:2:0,5 olup, (kireç:tuf tozu oranı 1:1,5 olacak şekilde) bağlayıcı sönmüş kireç ve ocak kumu tozundan, agrega dere kumu, ocak kumu ve tuf kırıklarından oluşmaktadır. Açık gri/krem bağlayıcı rengine sahip harç için detaylı açıklamalar Çizelge 6.16'da verilmektedir.	1 m ³ harç için, 334 kg. sönmüş kireç, 320 kg. ocak kumu tozu, 1066 kg. agrega kullanılmalıdır.
POZ 1.B	Alçılı sıva harçları	Bağlayıcı:Agrega:Su oranı 2,5:1:0,6 olup (kireç+alçı:tuf tozu oranı 1:1,5; kireç:alçı oranı 1:5 olacak şekilde), bağlayıcı sönmüş kireç, alçı ve tuf tozundan, agrega dere kumu ve tuf kırıklarından oluşmaktadır. Toprak rengibağlayıcı rengine sahip harç için detaylı açıklamalar Çizelge 6.17'de verilmektedir..	1 m ³ harç için, 116 kg. sönmüş kireç, 372 kg. alçı, 670 kg. tuf tozu, 447 kg. agrega kullanılmalıdır.

Çizelge 7.6 : Duvar örgü harçları için poz önerileri.

POZ 2	DUVAR ÖRGÜ HARÇLARI	Moloz taş, yonu taş, kesme taş ve sandık duvarlarda kullanılacak örgü ve dolgu harçları, özgün harçların özellikleri analiz edildikten sonra belirlenecek özelliklere ve mekanik dayanıma uygun harç önerilerinden seçilmeli ve yerinde uygulanmadan önce laboratuvar şartlarında uygunluğu kontrol edilmelidir. Kullanılacak olan kireç bölgeden elde edilmeli ve kuyuda en az 1 yıl dinlendirilmiş kireç olmalıdır.* Agregası olarak kullanılan tuf kırıkları ve ocak kumu hafif nemli olmalıdır. Sandık duvarlarda çekirdek harcı olarak kullanılacak harçlar için daha iri agregalar tercih edilmelidir. Bağlayıcı rengindeki uyumun sağlanabilmesi için uygun renkte tuf tozu kullanılmalıdır. Bağlayıcı rengi pozlarda belirtilenden farklı olduğu takdirde gerekli puzolanik aktivite deneyleri yapıldıktan sonra farklı renkte bir tuf tozu kullanılabilir. Çimento kesinlikle kullanılmamalıdır.	
POZ 2.A	Yüksek dayanıma sahip harçlar	Bağlayıcı:Agrega:Su oranı 1:3:0,6 olup (kireç:tuf tozu oranı 1:2,5 olacak şekilde), bağlayıcı sönmüş kireç ve tuf tozundan, agrega dere kumu, ocak kumu ve tuf kırıklarından oluşmaktadır. Gri bağlayıcı rengine sahip harç için detaylı açıklamalar Çizelge 6.13'de verilmektedir.	1 m ³ harç için, 175 kg. sönmüş kireç, 279 kg. tuf tozu, 1172 kg. agrega, 234 lt. su kullanılmalıdır.
POZ 2.B	Orta kuvvette dayanıma sahip harçlar	B:A:S oranı 1:2,5:0,6 olup (kireç:tuf tozu oranı 1:2,5 olacak şekilde), bağlayıcı sönmüş kireç ve tuf tozundan, agrega dere kumu, ocak kumu ve tuf kırıklarından oluşmaktadır. Sarı bağlayıcı rengine sahip harç için detaylı açıklamalar Çizelge 6.14'de verilmektedir.	1 m ³ harç için, 203 kg. sönmüş kireç, 327 kg. tuf tozu, 1143 kg. agrega, 274 lt.su kullanılmalıdır.
POZ 2.C	Düşük dayanıma sahip harçlar	B:A:S oranı 1:3,5:0,5 olup (kireç:tuf tozu oranı 1:1,5 olacak şekilde), bağlayıcı sönmüş kireç ve tuf tozundan, agrega dere kumu, ocak kumu ve tuf kırıklarından oluşmaktadır. Pembe bağlayıcı rengine sahip harç için detaylı açıklamalar Çizelge 6.15'de verilmektedir.	1 m ³ harç için, 222 kg. sönmüş kireç, 213 kg. tuf tozu, 1245 kg. agrega, 200 lt. su kullanılmalıdır.
POZ 2.D	Çok zayıf harçlar	B:A:S oranı 1:3,5:0,5 olup (kireç:tuf tozu oranı 1:1 olacak şekilde), bağlayıcı sönmüş kireç ve tuf tozundan, agrega dere kumu, ocak kumu ve tuf kırıklarından oluşmaktadır. Pembe bağlayıcı rengine sahip harç için detaylı açıklamalar Çizelge 6.9'da verilmektedir.	1 m ³ harç için, 276 kg. sönmüş kireç, 177 kg. tuf tozu, 1245 kg. agrega, 200 lt. su kullanılmalıdır.

*: Kirecin su kaybı yaklaşık %50'dir.

Tez çalışması kapsamında; Kayseri’de Roma Bizans, Selçuklu ve Osmanlı Dönemi yapılarında kullanılan sıva ve duvar örgü harcı örneklerinin orijinal malzemeleri ve bileşimleri tespit edilmiş, mevcut ham madde kaynakları araştırılarak özgününe uygun onarım harçları üretilmiş, yeni malzemelerle üretilen onarım harçlarının eski harçlara uyumu analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda, üretilen harç önerilerinin özgününe uygun olduğu, bu harç karışımlarının, benzer örnekler içeren yapıların onarımında kullanılabileceği tespit edilmiştir. Bu bağlamda restorasyon uygulamalarında Kayseri bölgesi için kullanılabilecek alternatifler belirlenerek Vakıflar Genel Müdürlüğü pozlarına uyarlanmıştır. Ancak bu harç karışımları uygulanmadan önce mutlaka restorasyonu yapılacak olan yapının harç karakterizasyonu yapılmalı ve öneriler ile uygunluğu değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Acun, S. ve Gürdal, E.**, 2003. Yenilenebilir bir malzeme: Kerpiç ve alçılı kerpiç, *TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri*, **427**, 71-77.
- Açıkgöz, G., Ş.** 2007. Kayseri ve çevresindeki 19. yüzyıl kiliseleri ve korunmaları için öneriler, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Adam, J. P.**, 2001. *Roman Building Materials and Techniques*. Routledge Publishing. London.
- Adriano, P., Santos Silva, A., Veiga, R., Mirao, J. ve Candeias, A. E.**, 2009. Microscopic characterization of old mortars from the Santa Maria Church in Evora, *Material Characterization*, **60**, 610-620.
- Ahunbay, M.**, 2005. Bizans Dönemi Yapım Teknikleri, *Anadolu'da Malzeme ve Mimarlık Sempozyumu, UIA 2005 İstanbul 22. Dünya Mimarlık Kongresi*, İstanbul, Türkiye, Temmuz 2005.
- Ahunbay, Z.**, 1996. *Tarihi Çeçe Koruma ve Restorasyon*. YEM Yayınları. İstanbul.
- Ahunbay, Z., Ersen, A., Gürdal, E., Acun, S., Güleç, A., Erdoğan, M. ve Geçkinli, A.E.**, 2003. Research on the characterization and deterioration of the stones, the bricks and the Khorasan mortars of the Tower 4 of the land walls of Istanbul (Constantinople), FORTMED final report, İstanbul, Turkey.
- Akbulut, E. D.**, 2006. Tarihi yapıların onarımında kullanılacak harçların seçimine yönelik bir öneri, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akurgal, E.**, 1998. *Anadolu Uygarlıkları*. Net Yayınları. İstanbul.
- Allen, G., Allen, J., Elton, N., Farey, M., Holmes, S., Livesey, P. ve Radonjic, M.**, 2003. Hydraulic Lime Mortar for Stone, Brick and Block Masonry. Donhead Publishing. England.
- Altun, F., Tanyeli, G., Kozlu H. ve Düğenci, O.**, 2009. Kayseri'de Roma ve Bizans Dönemi tarihi yapılarında kullanılan harç ve sıvaların özellikleri, TÜBİTAK (Mühendislik Araştırma Grubu) Araştırma Projesi Raporu, **107M538**, Ankara.
- Anadolu-USman, M.**, 2001. *İstanbul ve Anadolu'daki Roma İmparatorluk Dönemi Mimarlık Yapıtları*. Arkeoloji ve Sanat Yayınları. İstanbul.
- Andersen, H. D., Zimmermann, H. D., Friis, H. ve Schnell, U.**, 1999. Examination of hydraulic lime mortars of medieval churches in Denmark, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 37-42.

- Arioğlu, A. ve Acun, S.**, 2006. A research about a method for restoration of traditional lime mortars and plasters: A staging system approach, *Building and Environment*, **41**, 1223-1230.
- Arino, X., ve Saiz-Jimenez, C.**, 1996. Colonization and deterioration process in Roman mortars by cyanobacteria, algae and lichens, *Aerobiologia*, **12/1**, 9-18.
- Ashall, G., Butlin, R. N, Teutonico, J. M. ve Martin, W.**, 1996. Development of lime mortar formulations for use in historic buildings. *Durability of Building Materials and Components 7, V.I.*, Stockholm, Sweden, May 19-23, pp. 353-359.
- Ashurst, J.**, 1984. *Mortars, Plaster and Renders in Conservation*, Ecclesiastical Architects' and Surveyors' Association, London.
- Ashurst, J. ve Ashurst, N.**, 1990a. *Practical Building Conservation- Stone Masonry. Volume 1*. Gower Technical Press. England.
- Ashurst, J. ve Ashurst, N.**, 1990b. *Practical Building Conservation- Mortars, Plasters & Renders. Volume 3*. Gower Technical Press. England.
- Ashurst, J. ve Dimes, F. G.**, 1990. Mortars of stone buildings, *Conservation of Building and Decorative Stone*, **2**, 78-93.
- Aslanapa, O.**, 1991. *Anadolu'da İlk Türk Mimarisi Başlangıcı ve Gelişmesi*. Atatürk Kültür Merkezi Yayını. Ankara.
- ASTM C 20-92**, 1992. Standard test methods for apparent porosity, apparent specific gravity, and bulk density, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.
- ASTM C 110-96a**, 1997. Standard test methods for physical testing of quicklime, hydrated lime and limestone, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.
- ASTM C 121-90**, 1999. Standard test method for water absorption of slate, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.
- ASTM C 144-93**, 1980. Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use as a mineral admixture in portland cement concrete, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.
- ASTM C 593-89**, 1989. Specifications for fly ash and other pozzolans for use with lime, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.
- ASTM C 618**, 1994. Specification for aggregate for masonry mortar, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.
- ASTM D 5731-08**, 1994. Standard test method for determination of the point load strength index of rock and application to rock strength classifications, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.
- ASTM E 12-70**, 1999. Standard definitions of terms relating to density and specific gravity of solids, liquids, and gases, *American Society for Testing and Materials Standards*, U.S.A.

- Avdan, H. B.**, 1997. Alçı taşının minerolojisi, alçı çeşitleri, fazların oluşumu ve analizi, *II. Ulusal Alçı Kongresi*, Alçı Üreticileri Derneği, İstanbul, 2-3 Mayıs 1997.
- Ayrancı, B.**, 1970. Orta Anadolu'nun Kayseri civarındaki Erciyes volkanik bölgesinin petrolojisi ve jeolojisi, *M. T. A. Dergisi*, **74**, 13-24.
- Bakırer, Ö.**, 2002. Tuğla, ahşap ve cam, *Selçuklu Çağında Anadolu Sanatı-Doğan Kuban*, s. 291-308. Yapı Kredi Yayınları. İstanbul.
- Baronio, G., Binda, L. ve Saisi, A.**, 1999. Mechanical and physical behaviour of lime mortars reproduced after the characterisation of historic mortars, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 307-325.
- Başgelen, N.**, 1993. *Çağlar Boyunca Anadolu'da Duvar*. Arkeoloji ve Sanat Yayınları. Grafbas Matbaacılık. İstanbul.
- Baturayoğlu-Yöney, 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.
- Baykal, F. ve Tatar, Y.**, 1970. Erciyes volkanizmasının yaşı hakkında yeni gözlemler, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **1312**, 19-25.
- Baykara, T.**, 1988. *Anadolu'nun Tarihi Coğrafyasına Giriş I: Anadolu'nun İdari Taksimatı*. Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü Yayınları. Sevinç Matbaası. Ankara.
- Benedetti, D., Valetti, S., Bontempi, E., Piccioli, C. ve Depero, L.E.**, 2004. Study of ancient mortars from the Roman Villa of Pollio Felice in Sorrento (Naples), *Applied Physics A: Materials Science&Processing*, **79/2**, 341-345.
- Berlucchi, N. ve Corradini, G. R.**, 1995. Experimentation of a chemical- physical methodology for the reconstruction of historic mortars, *International Colloquium, Methods of Evaluating Products for the Conservation of Porous Building Materials in Monuments*. ICCROM, Rome, 19-21 June. pp. 1-13.
- Billur, M. Z.**, 1986. Kayseri ilinin Dere (Çiftehan) dolayının cevherleşmesi ve volkaniklerin jeokimyasal incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Binan, M.**, 1961. *Tabii Taş Duvar*. İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesi Yayınları. İstanbul.
- Blaeuer, C. ve Kueng, A.**, 2007. Examples of microscopic analysis of historic mortars by means of polarising light microscopy of dispersions and thin sections, *Materials Characterization*, **58**, 1199-1207.
- Boethius, A.**, 1978. *Etruscan and Early Roman Architecture*. Yale University Press. U.S.A.
- Bogue, R. H.**, 1929. Composition of the compounds in Portland cement, *Industrial and Engineering Chemistry Analytical Edition*, **1 (4)**, 192-197.

- Bonazza, A., Sabbioni, C., Sardella, A., Favoni, O., Rendini, P. ve Sabelli, R.,** 2009. Compability of repair mortars at the archeological site of Villa Domizia on Giannutri Island, Italy: , *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 63-72.
- Borrelli, E.,** 1999. *Binders*. ARC Laboratory Handbooks. ICCROM. S.p.A. Pres. Rome.
- Borrelli, E. ve Urland, A.,** 1999. *ICCROM-UNESCO-WHC ARC Laboratory Handbook: Conservation of Architectural Heritage, Historic Structures and Materials*. ICCROM. Rome.
- Boynton, R. S.,** 1966. *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*. John Wiley & Sons. England.
- Bozkaya, Ö. ve Yalçın, H.,** 2009. Kil diyajenezi metamorfizması ve jeotektonik konum, *14. Ulusal Kil Sempozyumu*, Trabzon, 1-3 Ekim 2009, s. 46-70.
- Böhm, C. B.,** 1999. Analysis of mortars containing pozzolanas, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 105-112.
- Böke, H., Akkurt, H. ve İpekoğlu, B.,** 2004. Tarihi yapılarda kullanılan Horasan harcı ve sıvalarının özellikleri, *Yapı*, **269**, 90-95.
- Böke, H., Akkurt, H., İpekoğlu, B. ve Uğurlu, E.,** 2006. Characteristics of brick used as aggregate in historic brick-lime mortars and plasters, *Cement and Concrete Research*, **36**, 1115-1122.
- Böke, H., Çizer, Ö., İpekoğlu, B., Uğurlu, E., Şerifaki, K. ve Toprak, G.,** 2008. Characteristics of lime produced from limestone containing diatoms, *Construction and Building Materials*, **22**, 866-874.
- Böke, H. ve Özkaya, Ö. A.,** 2009. Properties of Roman bricks and mortars used in Serapis temple in the city of Pergamon, *Materials Characterization*, **60**, 995-1000.
- Böke, H. ve Uğurlu, E.,** 2009. The use of brick-lime plasters and their relevance to climatic conditions of historic bath buildings, *Construction and Building Materials*, **23**, 2442-2450.
- Brook, N.,** 1985. The equivalent core diameter method of size and shape correction in point-load testing, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstract*, **22/2**, 61-70.
- BS7913,** 1998. Guide to the principles of conservation of historic buildings, *British Standards Institution*, England.
- Budak, M.,** 2005. Characterization of selected Beylikler Period mortars and processing of new intervention mortars for restoration purposes, *Yüksek Lisans Tezi*, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.
- Büyükmihçi, G.,** 1997. Taş sivil mimarlık örneklerinde korumaya yönelik yöntem önerileri ve bu yöntemlerin Kayseri örneğinde uygulanışı, *Doktora Tezi*, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Büyükmişçi, G., Özcan, Z. ve Kozlu, H.,** 2007. Three Greek Orthodox churches from Kayseri-Turkey in the context of local ethnic composition of the Otoman society, *Transections of the Ancient Monuments Society*, **51**, 57-77.
- Callebaut, K., Viaene, W., Van Balen, K. ve Ottenburgs, R.,** 1999. Petrographical, mineralogical and chemical characterisation of lime mortars in the Saint Michael's Church (Leuven, Belgium), *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 113-123.
- Candeias, A.E., Nogueira, P., Mirao, J., Silva, A. S., Veiga, R., Casal, M.G., Ribeiro, I. ve Seruya, A. I.** (2006). Characterization of ancient mortars: Present methodology and future perspectives, *Chairmen of the European Research Councils' Chemistry Comittee*, Evora University, National Laboratory of Civil Engineering (LNEC) from www.conservarcal.lnec.pt.
- Caner, E., Demirci, Ş. ve Türkmenoğlu A. G.,** 1985. Deterioration of dolomite by soluble salts in Divriği Great Mosque, Turkey. *5th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, V: 1.*, Lausanne, Switzerland, September 25-27, pp. 453-464.
- Caner-Saltık, E., Türkmenoğlu, A., Göktürk, H., Demirci, Ş., Özer, A. M., Özgenoğlu, A., Böke, H. ve İnalpulat, E.,** 1987. Structural conservation of Göreme: Investigation of the mechanism os stone deterioration for the purpose of conservation of Göreme tuffs, Unpublished progress report, *METU Research Team*, Ankara.
- Cardiano, P., Sergi, S., Concetta, D. S., Ioppolo, S. ve Piraino, P.,** 2008. Investigations on ancients mortar from The Basilian monastery of Fragala, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **91/2**, 477-485.
- Cazalla, O., Sebastian, E., Cultrone, G., Nechar, M. ve Bagur, M. G.** 1999. Three-way ANOVA interaction analysis and ultrasonic testing to evaluate air lime mortars used in cultural heritage conservation projects, *Cement and Concrete Research*, **29**, 1749-1752.
- Ceran, M.** 2004. *Kayseri İl Çevre Durum Raporu*. T.C. Kayseri Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. İstanbul.
- Cerny, R., Kunca, A., Vratislav, T., Drchalova, J. ve Rovnanikova, P.,** 2006. Effect of pozzolanic admixtures on mechanical, thermal and hygric properties of lime plasters, *Construction and Building Materials*, **20/10**, 849-857.
- Charola, A. E.,** 1981. Study of hydrated cement pastes of aged concretes from Acropolis monuments, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, pp. 207-217.
- Charola, A. E., Dupas, M., Sheryll, R. P. ve Freund, G. G.,** 1986. Characterization of ancient mortars, chemical and instrumental methods, *International Symposium on Scientific Methodologies Applied to Works of Art*, Firenze, Italy, 2-5 May1984, pp.28-33.

- Cowan, H. J.**, 1977. Structure in the ancient world, in *Master Builders*, John Willey& Sons, UK.
- Croci, G.**, 1998. *The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*. Computational Mechanics Publications. UK.
- Çakıroğlu, N.**,1952. *Kayseri Evleri*. Pulhan Matbaası. İstanbul
- Çayırdağ, M.**, 2001. *Kayseri Tarihi Araştırmaları*. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları. Mira Ofset. Kayseri.
- Çorapçioğlu, K., Çakır, S., Aysel, N. R., Görgülü, H. C., Kolbay, D., Seçkin, P. ve Ünsal, E.**, 2008a. *Kırsal Alanda Yöresel Mimari Özelliklerin Belirlenmesi-Kayseri Pilot Projesi, 1-Yöresel Kırsal Mimari Kimlik*. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. M. S. G. S. Ü., İstanbul.
- Çorapçioğlu, K., Çakır, S., Aysel, N. R., Görgülü, H. C., Kolbay, D., Seçkin, P. ve Ünsal, E.**, 2008b. *Kırsal Alanda Yöresel Mimari Özelliklerin Belirlenmesi-Kayseri Pilot Projesi, 3-Rehber Kitap*. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. M. S. G. S. Ü., İstanbul.
- Çizer, Ö.**, 2004. Investigation of lime mortar characteristics for the conservation of the Ottoman baths in Seferihisar-Urla region, *Yüksek Lisans Tezi*, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.
- Davey, N.**, 1961. Gypsum plaster-limes and cements-stucco mortar and concrete, *A History of Building Materials*, pp. 86-128, Ed. Davey, N., Phoenix House, London,
- Day, R. L. ve Caijun, S.**, 1994. Influence of the fineness of pozzolan on the strength of lime-natural pozzolan cement pastes, *Cement and Concrete*, **24/8**, 1485-1491.
- De Bernardi Ferrero, D.**, 1966. *Teatri Classici in Asia Minore*. Turin.
- Degryse, P, Elsen, J. ve Waelkens, M.**, 2002. Study of ancient mortars from Sagalassos (Turkey) in view of their conservation, *Cement and Concrete Research*, **32**, 1457-1463.
- Demirci, Ş., Caner, E., Türkmenoğlu, A., Özer, A. ve Göktürk, H.**, 1984. Göreme tüflerinin bozulma mekanizması, *TÜBİTAK Arkeometrisi Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri Kitabı 5*, Ankara, 4-7 Temmuz, s. 6-18.
- Demirer, A. ve Alaygut, D.**, 1993. *Magmatik Kayalar*. TPAO Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı Eğitim Yayınları No: 26. Ankara.
- De Witt, E.**, 1993. Conservation of the Göreme Rock, the safeguard of the rock-hewn churches of the Göreme Valley, *Proceedings of an International Seminar*, ICCROM, Rome.
- Diehl, C.**, 1953. Byzantine art, in *Byzantium, An Introduction to East Roman Civilization*, ed. Baynes, N. H., Moss, H. L. B, Oxford At The Clarendon Press, London.
- Dikmen, F.**, 2002. Kayseri yöresinin (Mimarsinan-Yazır arası) jeolojisi ve deprenselliği, *Yüksek Lisans Tezi*, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

- Dogliani, F.**, 1992. The importance of the plaster for the authenticity of conservation in architectural restoration, *International Workshop on Conservation of Architectural Surfaces: Stones and Wall Covering*, Venice, Italy, March 12-14, pp.37-42.
- Duffy, A. P., Copper, T. P. ve Perry, S. H.**, 1993. Repointing mortars for conservation of a historic stone building in Trinity College, Dublin, *Materials and Structures*, **26/5**, 302-306.
- Dupas, M.**, 1981. L'analyse des mortiers et enduits des peintures murales et des batiments anciens, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, pp. 19-24.
- Dupas, M. ve Charola, A. E.**, 1986. A simplified chemical analysis system for the characterization of mortars, *Materials Science and Restoration*, pp.309-312. Ed. Wittmann F. H., Technische Akademie Esslingen, Germany.
- Duran, A., Robador, M. D., Haro, M. C. J. ve Ramirez-Valle, V.**, 2008. Study by thermal analysis of mortars belonging to wall paintings corresponding to some historical buildings of Sevillian art, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **92/1**, 353-359.
- Earl, J.**, 2001. *Building Conservation Philosophy*. Donhead Publishing. London.
- Eckel-Edwin, C.**, 1928. *Cements, Limes and Plasters: Their Materials, Manufacture and Properties*. New York.
- Edhem, H.**, 1982. *Kayseri Tarihi*. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. Ankara
- Ekici, Ş.**, 1991. Kayseri jeolojik etüt raporu, İller Bankası İmar Planlama Daire Başkanlığı Jeolojik Etüt Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Ellis, P. R.**, 1999. Analysis of mortars (to include historic mortars) by differential thermal analysis, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 133-147.
- EN 1015-3**, 1999. Methods of test for mortar for masonry–Part 3: determination of consistence of fresh mortar (by flow table), *CEN (European Committee of Standardization)*, Brussels.
- EN 1015-11**, 1999. Methods of test for mortar for masonry–Part 11: determination of flexural and compressive strength of hardened mortars, *CEN (European Committee of Standardization)*, Brussels.
- EN 1015-12**, 2000. Methods of test for mortar for masonry–Part 12: determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates, *CEN (European Committee of Standardization)*, Brussels.
- EN 1015-18**, 2000. Methods of test for mortar for masonry–Part 18: determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened rendering mortar, *CEN (European Committee of Standardization)*, Brussels.
- Elsen, J.**, 2006. Microscopy of historic mortars-a review, *Cement and Concrete Reserch*, **36**, 1416-1424.

- Eravşar, O.**, 1998. Ortaçağ'da Kayseri kent dokusunun gelişimi, *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Eravşar, O.**, 2000. *Seyahatnamelerde Kayseri*. Kayseri Ticaret Odası Yayınları. Kayseri.
- Ercan, T.**, 1986. Orta Anadolu'daki senozoyik volkanizması, *MTA Dergisi*, **107**, 119-140.
- Erder, C.**, 1977. Venedik Tüzüğü tarihi bir anıt gibi korunmalıdır, *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **3/2**, 167-190.
- Erdoğan, M.**, 1985. Nevşehir-Ürgüp yöresi tüflerinin mühendislik jeolojisi ve işletilebilme olanaklarının araştırılması, TÜBİTAK (Temel Bilimler Araştırma Grubu), Araştırma Projesi Raporu, **581**, Ankara.
- Erdoğan, M.**, 1986. Nevşehir-Ürgüp yöresi tüflerinin malzeme jeolojisi açısından incelenmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdoğan, T. Y.**, 1997. *Admixtures for Concrete*. The Middle East Technical University Press. Ankara.
- Eriç, M.**, 2002. *Yapı Fiziği ve Malzemesi 2*. Literatür Yayınları. İstanbul.
- Erkiletlioğlu, H.**, 1993. *Kayseri Tarihi*. İl Kültür Müdürlüğü Yayınları. No: 5. Erciyes Üniversitesi Matbaası. Kayseri.
- Erkiletlioğlu, H.**, 2006. *Geniş Kayseri Tarihi*. Can Matbaası. İstanbul.
- Ersen, A.**, 1986. Erken Osmanlı mimarisinde cephe biçim düzenleri ve Bizans etkilerinin niteliği, *Doktora tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ersen, A.**, 1988. Korumada malzeme sorunu, *İnşaat Dergisi*, **8**, 22-25.
- Ersen, A.**, 1990. *Koruma Amaçlı Yapı Malzemeleri*. İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesi Restorasyon Anabilim Dalı. İstanbul.
- Ersen, A.**, 1991. *Taş Koruma Kuramı ve Uygulamalarının Evrimi*. İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesi Restorasyon Anabilim Dalı. İstanbul.
- Ersen, A.**, 2003a. "Koruma Kuramı" ders notları. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Restorasyon Anabilim Dalı 2003-2004 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Yarıyılı Doktora Dersi Yayınlanmamış Ders Notları. İstanbul.
- Ersen, A.**, 2003b. "Deterioration and conservation of traditional building materials" ders notları. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Restorasyon Anabilim Dalı 2003-2004 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Yarıyılı Doktora Dersi Yayınlanmamış Ders Notları. İstanbul.
- Ersen, A.**, 2009. Mimari bütünlemede otantiklik ve bütünleme sorunu, *Restorasyon, Konservasyon Çalışmaları*, **1**, 8-15.
- Ersen, A., Acun, S., Gürdal, E. ve Güleç, A.**, 2004. A characterization method of the ancient mortars, *Sanat Tarihi Defterleri 8/ Metin Ahunbay'a Armağan "Bizans Mimarisi Üzerine Yazılar"*, Ege Yayınları, İstanbul.
- Ersen, A. ve Güleç, A.**, 1991. Geleneksel harçlar konusunda bir araştırma, Tahtakale Hamamı, *Taç Vakfı Yıllığı I*, s. 55-75, Taç Vakfı Yayınları, İstanbul.

- Ersen, A., Güleç, A. ve Alkan, N., 2009. Konservasyon raporunun önemi, içeriği ve hazırlanma adımları, *Restorasyon, Konservasyon Çalışmaları*, **2**, 3-16.
- Ersen, A., Karagüler, M. ve Güleç, A., 1995. Possible substitutes for Khorasan mortar in Byzantine and Ottoman Monuments, *International Colloquium Methods of Evaluating Products for the Conservation of Porous Building Materials in Monuments*, ICCROM, Rome, Italy, June 19-21, pp. 15-27
- Ersen, A., Karagüler, M., Gürdal, E. ve Güleç, A., 1996. Hoca Ahmet Yesevi Külliyesi restorasyon harç, sıva ve enjeksiyon şerbetleri. *Yapı*, **176**, 120-126.
- Eskici, B., 2004. Wall paintings and plasters of Side harbour baths: Techniques, problems and conservation methodology, *Anatolia*, **27**, 27-43.
- Faria, P., Henriques, F. ve Rato, V., 2008. Comparative evolution of lime mortars for architectural conservation, *Journal of Architectural Heritage*, **9**, 338-346.
- Feilden, B., 1982. *Conservation of Historic Buildings*. Butterworth-Heinemann. UK.
- Felicetti, R. ve Gattesco, N., 1998. A penetration test to study the mechanical response of mortar in ancient masonry buildings, *Materials and Structure*, **31/5**, 350-356.
- Feng, Q., Yamamichi, H., Shoya, M. ve Sugita, S., 2004. Study on the pozzolanic properties of rice husk ash by hydrochloric acid pretreatment. *Cement and Concrete Research*, **34**, 521-526.
- Franzini, M., Leoni, L., Lezzerini, M. ve Sartori, F., 1999. On the binder of some ancient mortars, *Minerology and Petrology*, **67/1-2**, 59-69.
- Gabriel, A., 1954. *Kayseri'de Türk Devri Anıtları*. Ankara.
- Giavarini, C., Ferretti, A. S. ve Santarelli, M. L., 2006. Mechanical characteristics of Roman "Opus Caementicium", in *Fracture and Failure of Natural Building Stones Applications in The Restorations of Ancient Monuments*, pp. 107-120, Ed. Kourkoilis, S., Springer, Netherlands.
- Gibbons, P., 1999. Pozzolans for Lime Mortars. E-article from <http://www.buildingconservation.com/articles/pozzo/pozzo.htm>
- Gillott, J. E., 1975, Alkali-aggregate reactions in concrete, *Engineering Geology*, **9**, 303-326.
- Gleize, P. J. P., Motta, E. V., Silva, D. A., ve Roman, H. R., 2009. Characterization of historical mortars from Santa Catarina (Brazil), *Cement & Concrete Composites*, **31**, 342-346.
- Gosselin, C., Verges-Belmin, V., Royer, A. ve Martinet, G., 2009. Natural cement and monumental restoration, *Materials and Structures*, **42/6**, 749-763.
- Grissom, C. A., 1994, The deterioration and treatment of volcanic stone: A review of the literature, *Lavas and Volcanic Tuffs, Proceedings of the International Meeting*, Rome, October 25-31, pp: 1-29.
- Grunau, E. B., 1970. *Bautenschutz und Bautenschutzmittel*. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller. Köln.

- Güleç, A.**, 1992. Bazı tarihi anıt harç ve sıvalarının incelenmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güleç, A. ve Ersen, A.**, 1998, Characterization of ancient mortars: Evaluation of simple sophisticated methods, *Journal of Architectural Conservation*, **1**, 56-67.
- Güleç, A., Acun, S., Ersen, A., Gürdal, E. ve Koçu, N.**, 2003, Evaluation of Konya region volcanic tuff as a pozzolanic additive in conservation mortars, *Industrial Materials and Building Stones Proceedings of International Symposium*, September 15-18, İstanbul, pp. 507-516.
- Güleç, A., Acun, S. ve Ersen, A.**, 2004, A characterization method for the fifth-century traditional mortars in the land walls of Constantinople, Yedikule, *Studies in Conservation*, **50**, 295-306.
- Güleç, A.**, 2009. Enez Ayasofyası'nın harç ve sıvalarının analizleri, *Kagir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri*, 28-29 Eylül, İstanbul, s. 176-186.
- Güler, O.**, 1995. *Antik Çağ İkonografisinde Erciyes*. Kanaat Matbaası. İstanbul.
- Gündoğdu, G.**, 1986. Kayseri sit alanı içinde yer alan sivil mimarlık örnekleri üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güner, Y., Emre Ö. ve Baş, H.**, 1983a. Erciyes yanardağının jeolojik ve morfolojik özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu 37. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı*, Şubat 1983, Ankara, s. 156-157.
- Güner, Y., Emre Ö. ve Baş, H.**, 1983b. Erciyes volkanitlerinin petrolojisi ve jeokimyası, *Türkiye Jeoloji Kurumu 37. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı*, Şubat 1983, Ankara, s. 110.
- Güney, E.**, 2003. *Yerbilim Terimleri Sözlüğü: Mineroloji, Petrografi, Jeoloji, Jeomorfoloji*. Nobel Kitabevi. İstanbul.
- Güner, Y., Emre Ö. ve Baş, H.**, 1984. *Erciyes Yanardağının Jeolojisi ve Morfolojisi*. M.T.A Temel Araştırmalar Dairesi. Ankara.
- Gürdal, E.**, 1976. Kuzey ve Orta Anadolu alçıları üzerine bir araştırma, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gürdal, E.**, 2003. Geleneksel Yapı Malzemeleri ders notları. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Anabilim Dalı 2003-2004 Eğitim-Öğretim Yılı Güz Yarıyılı Yüksek Lisans Dersi Yayınlanmamış Ders Notları. İstanbul.
- Gürdal, E.**, 2009. Türkiye'deki puzolan katkıların restorasyon uygulamalarında kullanılması, *Kagir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri*, KUDEB, 28-29 Eylül, İstanbul.
- Hamilton, W. J.**, 1842. *Researches in Asia Minor, Pontus and Armenia V.I.*, Almarle Street, London.
- Henriques, F. M. A.**, 1996. Testing methods for the evaluation of new mortars for old buildings, *Science and Technology for Cultural Heritage*, **5/1**, 57-61.

- Henriques, F. M. A. ve Charola, A. E.,** 1996. Comparative study of standart test procedures for mortars, *Proceedings of the 8th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, September 30-October 4, Berlin, Germany, pp. 1521-1528.
- Hill, P. R. ve David, J. C. E.,** 1995. *Practical Stone Masonry*. Donhead Publishing. London.
- Holmes, S. ve Wingate, M.,** 1997. *Building with Lime (A Practical Introduction)*. Intermediate Technology Publications. England.
- Holmstrom, I.,** 1981. Mortars, cements and grouts for conservation and repair, some urgent needs of research, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, s. 19-24.
- Hughes, D. C. ve Sugden, D. B.,** 1999. The use of brick dust as a pozzolanic addition to hydraulic lime mortars, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 351-359.
- Hughes, J. ve Callebaut, K.,** 2002. In-situ visual analysis and practical sampling of historic mortars, *Materials and Structures*, **35/2**, 70-75.
- Hughes, J. ve Cuthbert, S.,** 2000. The petrography and microstructure of medieval lime mortars from the west of Scotland: Implications for the formulation of repair and replacement mortars, *Materials and Structures*, **33/9**, 594-600.
- ISRM,** 1985. Suggested methods for determining point load strength, *Int. J. Rock. Mech. Min. Sci. And Geomechanical Abstr.*, **22/2**, 51-60.
- İlbeyli, N., Pearce, J. A., Thirlwall, M. F. ve Mitchell, J. G.,** 2004. Petrogenesis of collision-related plutonics in central Anatolia, *Lithos*, **72**, 163-182.
- İlbeyli, N.,** 2005a. Mineralogical- geochemical constraints on intrusives in central Anatolia, Turkey: tectono-magmatic evolution and characteristics of mantle source, *Geological Magasine*, **142 (2)**, 187-207.
- İlbeyli, N. ve Pearce, J. A.,** 2005b. Petrogenesis of igneous enclaves in plutonic rocks of the central Anatolian crystalline complex, Turkey, *Geological Magasine*, **47**, 1011-1034.
- İmamoğlu, V.,** 1992. *Geleneksel Kayseri Evleri*. Halk Bankası Yayınları. Ankara.
- İpekoğlu, B., Böke, H., Hamamcıoğlu, M., Akkurt, S ve Çizer, Ö.,** 2003. Tarihi yapılarda malzeme bozulmasının sınıflandırılması ve sorunların saptanmasına yönelik bir yöntem araştırması, TÜBİTAK İçtaş I Araştırma Projsi Raporu, **101I035**, Ankara.
- Jedrzejewska, H.,** 1960. Old mortars in Poland: A new method of investigation, *Studies in Conservation*, **5/4**, 132-138.
- Jedrzejewska, H.,** 1981. Ancient mortars as criterion in analysis of old architecture, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, November 3-6, Rome, Italy, pp. 311-330.
- Jokilehto, J.,** 1999. *A History of Architectural Conservation*. Butterworth Heinemann. England.

- Kafesçioğlu, R. ve Gürdal, E.,** 1985. *Alker-Alçılı Kerpiç*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Shell Yayını. İstanbul.
- Kahya, Y.,** 1992. İstanbul Bizans mimarisinde kullanılan tuğlanın fiziksel ve mekanik özellikleri, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kan, A.,** 1999. Pasinler- Esendere volkanik tüf kumunun harç yapımında kullanılabilirliğinin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kaplan, T.,** 2001. Kayseri ili (merkez) geoteknik yapısı ve depremselliği, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Karahan, O.,** 2002. Kayseri yöresinde üretilen PKÇ/B-32, 5R ve PÇ-42. 5 çimentoları betonlarının mukavemetinin ve sülfata dayanıklılığının karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Karakaya, N.,** 2003. 2002 yılı, Kayseri Yeşilhisar ilçesi Erdemli köyündeki kaya kiliseleri duvar resimleri, *21. Araştırma Sonuçları Toplantısı 2. Cilt*, Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 26-31 Mayıs, Ankara, s. 17-28.
- Karakaya, N.,** 2004. 2003 yılı, Kayseri Yeşilhisar ilçesi Erdemli köyündeki kaya kiliseleri duvar resimleri, *22. Araştırma Sonuçları Toplantısı 2. Cilt*, Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 24-28 Mayıs, Konya, s. 119-128.
- Karatepe, Ş.,** 1999. *Kendini Kuran Şehir*. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları. Önder Matbaası. Ankara.
- Katsioti, M., Gkanis, D., Pipilikaki, P., Sakellariou, A., Papathanasiou, A., Teas, C., Chaniotakis, E., Moundoulas, P. ve Moropoulou, A.,** 2009. Study of the substitution of limestone filler with pozzolanic additives in mortars, *Construction and Building Materials*, **23**, 1960-1965.
- Kavas, T. ve Çelik, M. Y.,** 2001, Ayazini (Afyon) tüflerinin çimento sanayiinde tras olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi, *Madencilik TMMOB Maden Mühendisleri Odası Dergisi*, **40/ 2-3-4**, 39-46.
- Kaviak, T.,** 1990. Gypsum mortars from a twelfth century church in Wislica, Poland, *Studies in Conservation*, **36**, 142-150.
- Kayseri Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu Müdürlüğü arşivi**, Kuru Köprü envanter fişi, Kayseri.
- Kayseri İli Yapı Gereçleri ve Yöresel Koşulları**, 1973. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Araştırma ve Geliştirme Dairesi. Ankara.
- Ketin, İ.,** 1963, *Türkiye jeoloji haritası Kayseri paftası*, Ölçek: 1/500.000, M. T. A. Yayını, Ankara.
- Ketin, İ.,** 1983. *Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları. İstanbul.
- Kılınçkale, F. M.,** 1996. Çeşitli puzolanların puzolanik aktivitesi ve bu puzolanlarla üretilen harçların dayanımı. *IMO Teknik Dergi*, **7/3**, 1217-1229.

- Knöfel, D. F. E., ve Wisser, S. G.,** 1988. Microscopical investigations of some historic mortars. *2nd Expert Meeting of The NATO-CCMS-Pilot Study*. Berlin, April 11-14. pp. 212-222.
- 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, İstanbul.
- Köker, A.H.,** 1996. *Selçuklu Gevher Nesibe Sultan Tıp Medresesi (1206)*. Erciyes Üniversitesi G.N.T.T. Enstitüsü Yayınları. Kayseri.
- Kuckova, S., Hynek, R. ve Kodicek, M.,** 2009. Application of peptide mass mapping on proteins in historical mortars, *Journal of Cultural Heritage*, **10**, 244-247.
- Kuleli, A. E.,** 2005. Efes yamaçevler 2'de, 1, 2 ve 4 nolu evler örneğinde Roma dönemi harçları araştırması, *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kurugöl, S.,** 2008. Malzeme Raporu. *Kırsal Alanda Yöresel Mimari Özelliklerin Belirlenmesi-Kayseri Pilot Projesi, 5-Proje Raporları*. Ed. Çorapçioğlu, K. ve diğ., T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. M.S.G.S.Ü., İstanbul.
- Küçükılıç, H.,** 2002. Kültür varlıklarının onarımlarında kullanılan hidrolik kireç harçlarının özellikleri ve Kapadokya kaya oyma kiliselerinin konsolidasyonunda hidrolik kireç uygulamaları, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Labiadh, M. R., Oueddou, M. B., Hajjem, B. T. ve Mensi, R.,** 2009. Characterization of waterproof-covering mortars on Otoman monuments of “Ghar el Melh” (Tunisia), *Construction and Building Materials*, **23**, 423-433.
- Lamprecht, H.,** 1987. *Opus Caementitium Bautechnik der Römer*. Beton-Verlag. Düsseldorf.
- Lanas, J., Perez Bernal, J. L., Bello, M. A. ve Alvarez, J. I.,** 2006a. Mechanical properties of masonry repair dolomitic lime-based mortars, *Cement and Concrete Research*, **36**, 951-960.
- Lanas, J., Sirera, R. ve Alvarez, J. I.,** 2006b. Study of the mechanical behavior of masonry repair lime-based mortars cured and exposed under different conditions, *Cement and Concrete Research*, **36**, 961-970.
- Lea, F. M.,** 1970. *The Chemistry of Cement*. Ed. Edward Arnold. London. pp. 414-453.
- Leckebush, R.,** 1984. *Türkiye'deki Doğal Puzolanların Çimentoya Katkı Maddesi Olarak Kullanımı*. Türkiye Çimento Müstahzilleri Birliği Yayını. Ankara.
- Leslie, A. ve Gibbons, P.,** 1999. Mortar analysis and repair specification in the conservation of Scottish historic buildings, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 273-280.

- Lewin, S. Z.**, 1981. X-Ray diffraction and scanning electron microscope analysis of conventional mortars, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, pp. 101-132.
- Livesey, P.**, 2002. Succeeding with hydraulic lime mortars, *Journal of Architectural Conservation*, **8/2**, 23-37.
- Livingston, R. A., Wolde-Tinsae, A. ve Chaturbahai, A.**, 1991. The use of gypsum mortar in historic buildings. *Structure and Maintenance of Historic Buildings II*. Computational Mechanics Publications. Boston. s. 157-165.
- Luxan, M. P., Dorrego, F. Ve Dorrego, J.**, 2009. Repair mortars for the conservation of cultural heritage: a multilayer render system with mass water-repelling to be applied in facings with high moisture and salts, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 242-265.
- MacDonald, W. L.**, 1986. *The Architecture of the Roman Empire I*. Yale Publications in the History of Art. U.S.A.
- Magie, D.**, 1950. *Roman Rule in Asia Minor-2*. Princeton University. New Jersey.
- Maguregui, M. ve diğ.**, 2008. Analytical diagnosis methodology to evaluate nitrate impact on historical building materials, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **391/4**, 1361-1370.
- Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakolas, A. ve Moropoulou, A.**, 2003. Physico-chemical study of Cretan ancient mortars, *Cement and Concrete Research*, **33/5**, 651-661.
- Martinet, G. ve Quenee, B.**, 1999. Proposal for a useful methodology for the study of ancient mortars, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 81-91.
- Massari, G.**, 1993. *Damp Buildings, Old and New*. ICCROM. Sintesi Grafica. Rome.
- Massazza, F. ve Pezzuoli, M.**, 1981. Some teaching of a Roman concrete, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, pp. 219-248.
- Massazza, F.**, 1989. Puzolanlar, *Puzolanlı Çimentolar ve Kullanım Alanları Semineri*, Ankara, 1983, pp.154-160.
- Matero, F. 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*, **1**, 5-24.
- Mavi, Ö.**, 2000. Kireç harç ve sıvaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mellaart, J.**, 2003. *Çatalhöyük-Anadolu'da Bir Neolitik Kent*. Yapı Kredi Yayınları. İstanbul.

- Mertens, G., Elsen, J., Brulet, R., Brutsaert, A. ve Deckers, M.,** 2009. Quantitative composition of ancient mortars from the Notre Dame Cathedral in Tournai (Belgium), *Materials Characterization*, **60**, 580-585.
- Middendorf, B., Baronio, G., Callebaut, K. ve Hughes, J.,** 1999. Chemical-mineralogical and physical-mechanical investigations of old mortars, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 53-59.
- Miriello, D. ve Crisci, G. M.,** 2006. Image analysis and flatbed scanners, a visual procedure in order to study the macro-porosity of the archeological and historical mortars, *Journal of Cultural Heritage*, **7**, 186-192.
- Moore, J. ve Stewart, J.,** 1981. Chemical techniques of historic mortars analysis, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, pp. 297-310.
- Montoya, C., Lanas, J., Arandigoyen, M., Garcia-Casado, P. J. ve Alvarez, J. I.,** 2004. Mineralogical, chemical and thermal characterisations of ancient mortars of the church of Santa Maria de Irache monastery, *Materials and Structure*, **37/6**, 433-439.
- Mora, L., Mora, P. ve Philippot, P.,** 1984. Technology of the principal constituents of renderings, *Conservation of Wall Paintings*, ICCROM, Butterworths, s. 35-56.
- Morehead, D., R.,** 1986. Cementation of hydrated lime, *Cement and Concrete Research*, **16**, 700-708.
- Moropoulou, A., Biscontin, G., Bakolas, A., Michailidis, P. ve Basiotis, J.,** 1997. Historic mortars in Mediterranean monuments. *4th International Symposium on the Conservation of Monuments in Mediterranean Vol. 3*, Rhodos, Greece, May.6-11, pp. 213-237.
- Moropoulou, A., Athanasiadou, A. Bakolas, A. ve Moundoulas, P.,** 2000. Design and in situ application of repair mortars for the works of restoration and strengthening of the Markos' Water Mill in Veria, Greece, *Compatible Materials Recommendations for the Preservation of European Cultural Heritage*, Athens, Greece, pp. 163-176.
- Moropoulou, A., Çakmak, A., Labropoulos, K.C., Van Grieken, R. ve Torfs, K.,** 2004a. Accelerated microstructural evolution of a calcium-silicate-hydrate (C-S-H) phase in pozzolanic pastes using fine siliceous sources: comparison with historic pozzolanic mortars, *Cement and Concrete Research*, **34**, 1-6.
- Moropoulou, A., Bakolas, A. ve Agelakopoulou, E.,** 2004b. Evaluation of pozzolanic activity of natural and artificial pozzolans by thermal analysis, *Thermochimica*, **420**, 135-140.
- Moropoulou, A., Labropoulos, K., Moundoulas, P. ve Bakolas, A.,** 2006. The contribution of historic mortars on the earthquake resistance of Byzantine monuments. *An International Symposium on Measuring, Monitoring and Modelling Concrete Properties*. May 3-7, U.S.A. pp. 643-652.

- Moropoulou, A., Bakolas, A. Moundoulas, P. ve Agelakopoulou, E.,** 2009. Reverse engineering; a proper methodology for compatible restoration mortars, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 278-291.
- Mutlu, B.,** 1996. *Mimarlık Tarihi Ders Notları*. Mengitan Matbaacılık. Ankara.
- Mutlu, S.,** 2005. *Türkiye'nin Doğal Taşlarının Yörelere Göre Dağılımı, Stone 2005*. Y. E. M. Yayınları. İstanbul.
- Nara Document on Authenticity,** 1994. *Nara Conference on Authenticity in Relation to the World Heritage Convention*, Nara, Japan, 1-6 November 1994.
- Naumann, R.,** 1975. *Eski Anadolu Mimarlığı*, Türk Tarih Kurumu Yayınları. İstanbul.
- Özkan, S. B.,** 1992. Türkiye doğal puzolanları ile üretilen çimentoların sülfata ve nitrata dayanıklılığı, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özgüç, N.,** 1955. *Frakdin Eserleri*. Belleken. T. T. K. Yayınları. Ankara.
- Papayianni, I.,** 1997. Technology of mortars and bricks used in Ottoman monuments in Thessaloniki, *Conference on Studies in Ancient Structures*, İstanbul, July 14-18, pp. 245-263.
- Papayianni, I., ve Stefanidou, M.** 1997. Repair mortars suitable for interventions of Ottoman buildings, *Conference on Studies in Ancient Structures*, İstanbul, July 14-18, pp. 245-263.
- Papayianni, I., ve Stefanidou, M.** 2006. Strength-porosity relationships in lime-pozzolan mortars, *Construction and Building Materials*, **20**, 700-705.
- Papayianni, I., ve Stefanidou, M.** 2007. Durability aspects of ancient mortars of the archeological site of Olynthos, *Journal of Cultural Heritage*, **8**, 193-196.
- Papayianni, I.,** 2009. Design and manufacture of repair mortars for interventions on monuments and historical buildings, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 292-304.
- Pavia, S. ve Caro, S.,** 2008. An investigation of Roman mortar technology through the petrographic analysis of archeological material, *Construction and Building Materials*, **22**, 1807-1811.
- Penelis, G, Papayianni, J. ve Karaveziroglou, M.,** 1989. Pozzolanic mortars for repair of masonry structures, *Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings*, Southampton, Boston, U.S.A., April 1989, pp. 161-169.
- Perander, T.,** 1981. Mortar study in Finland, maintenance of historic buildings, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, pp. 141-145.
- Peroni, S. ve diğ.,** 1981. Lime water consolidation, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, Rome, Italy, November 3-6, pp. 63-100.

- Postacıoğlu, B., Çakıroğlu, N. ve Ortabaşı, N.,** 1960. *Kayseri Puzolanları*. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Araştırma Kurumu. Seri: C. Sayı: 1., İstanbul.
- Price, C. A.,** 2006. Consolidation, in *Stone Conservation Principles and Practice*. Ed. by A. Henry. Don Head. Dorset.
- Price, W. H.,** 1975. Pozzolans-A review, *ACI Journal*, **May**, 225-232.
- Pusat, S.E.,** 2002, Tarihi yapıların onarımında kullanılacak harç üretimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Restle, M.,** 1979. *Studien zur fruhbyzantinischen Architektur in Kappadokien*. C.1. Wien.
- RILEM,** 1978. Determination of mortar consistence, 13-MR Committee on Mortars and Renderings, Technical Report, Sweden.
- RILEM,** 1980. Tentative recommendations, commission-25-PEM, Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods, *Materiaux and Construction*, **13/73**, 173-253.
- RILEM TC 167-COM,** 2001. Characterization of old mortars with respect to their repair, *Materials and Structure*, **34**, 387-388.
- RILEM TC 177-MDT. D. 3.,** 2004. Determination “in situ” of the adhesive strength of rendering and plastering mortars to their substrate, *Materials and Structure*, **37**, 488-490.
- RILEM TC 167-COM,** 2005. Investigative methods for the characterisation of historic mortars-Part 2: Chemical characterisation, *Materials and Structure*, **38**, 387-388.
- Rizzo, G., Ercoli, L., Megna, B. ve Parlapiano, M.,** 2008. Characterization of mortars from ancient and traditional water supply systems in Sicily, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **92/1**, 323-330.
- Rossi-Doria, P., R.,** 1990. Ancient mortars and mortars for restoration Ravello, 9–11 November 1988 , *Materials and Structure*, **23/3**, 235-238.
- Rott, H.,** 1908. *Kleinasiatische Denkmäler aus Pisidien, Pamphylien, Kappadokien und Lykien*. Leipzig. Germany.
- Roy, R.,** 1954. The application of phase equilibrium data to certain aspects of clay mineralogy, *Second National Conference on Clay and Clay Minerals*, University of Missouri, October 15-17 1953, Columbia, Missouri, pp.124-140.
- Ruskin, J.,** 1849. *The Seven Lamps of Architecture*. Smith, Elder and Co., London.
- Sanchez de Rojas, M. I., Rivara, J. ve Frias, M.,** 1999. Influence of the microsilica state on pozzolanic reaction rate, *Cement and Concrete Research*, **29**, 945-949.
- Sanchez-Moral, S, Luque, L., Canaveras, J.C., Soler, V., Garcia-Guinea, J. ve Aparicio, A.,** 2005. Lime pozzolana mortars in Roman catacombs: composition, structures and restoration, *Cement and Concrete Research*, **35**, 1555-1565.

- Sanpaolesi, P.**, 1972. Factors contributing to the deterioration of monuments, *Preserving and Restoring Monuments and Historic Buildings*, Unesco, 1972, Paris, France, pp. 109-124.
- Satongar, L., Ş.**, 1994. İstanbul şehir surları Horasan harçları üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sawczak, M., Kaminska, A., Rabczuk, G., Ferretti, M., Jendrzewski, R. ve Sliwinski, G.**, 2009. Complementary use of the Raman and XRF techniques for non-destructive analysis of historical paint layers, *Applied Surface Science*, **255**, 5542-5545.
- Sayar, M. ve Erguvanli, K.**, 1962. *Türkiye Mermerleri ve İnşaat Taşları*. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi. İstanbul.
- Schaffer, R. J.**, 1932. The Weathering of Natural Building Stones, Department of Scientific and Industrial Research, Special Report, No:18, London.
- Seeley, N.**, 2000. Magnesian and dolomitic lime mortars in building conservation, *Journal of Architectural Conservation*, **6/2**, 21-29.
- Sickels, L. B.**, 1981. Organics vs synthetics, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, November 3-6, Rome, Italy, pp. 25-52.
- Sölpüker, U.**, 2002, Use of tuffs as pozzolanic materials in cement industry, *Yüksek Lisans Tezi*, O. D. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sanders, M. M. ve Van Hees, R. P. J.**, 2009. Monitoring of the moisture and salt load in restoration plasters in St. Barbara's Church in Culemborg, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 316-327.
- Stefanidou, M. ve Papayianni, I.**, 2005. The role of aggregates on the structure and properties of lime mortars, *Cement and Concrete Composites*, **27**, 914-919.
- Stefanidou, M.**, 2009. The role of compaction in the quality of repair mortars, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 339-344.
- Steward, J. ve Moore, J.**, 1981. Chemical techniques of historic mortar analysis, *Mortars, Cements and Grouts Used in the Conservation of Historic Buildings Symposium 3*, November 3-6, Rome, Italy, pp. 297-310.
- Subaşı, M.İ.**, 1991. *Dünden Bugüne Kayseri*. Selçuklu Yayın Dağıtım. Kayseri.
- Sumanov, L., Staniseva, T., Trajkoska, V., Danilovski, D. ve Sendova, V.**, 1995. Lime mortar and lime based mixtures for conservation, restoration, repair and strengthening of Byzantine churches in Republic of Macedonia, *International Colloquium Methods of Evaluating Products for the Conservation of Porous Building Materials in Monuments*, ICCROM, Rome, Italy, June 19-21, pp. 1-13.
- Swallow, P. ve Carrington, D.**, 1995. Limes and lime mortars: Part 1, *Journal of Architectural Conservation*, **1/3**. 7-25.
- T.S. 19**, 1992. Çimento-Portland çimentoları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- T.S. 25**, 2008. Doğal puzolan (tras)-Çimento ve betonda kullanılan tarifler, gerekler ve uygunluk kriterleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. 30**, 1993. Kireçler-Söndürülmemiş-Yapılarda kullanılan, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. 197-1**, 2002. Çimento-1: Genel çimentolar-Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. 699**, 1987. Tabii yapı taşları muayene ve deney metotları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. 2514**, 1977. Kerpiç bloklar ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. 2514**, 1977. Kerpiç bloklar ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. 3441**, 1994. Klinkerler-Portland çimentosu klinkeri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 196-1**, 2002. Çimento deney metotları-Bölüm 1: Dayanım, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 1015-2**, 2000. Kagir harcı deney metotları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 1015-3**, 2001. Kagir harcı deney metotları: Taze harç kıvamının tayini (Yayıma Tablası ile), *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 1926**, 2000. Doğal taşlar deney metotları: Basınç dayanımı tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 1936**, 2001. Doğal taşlar deney metotları: Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 12372**, 2000. Doğal taşlar deney metotları: Tek eksenli yük altında eğilme dayanımı tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 13279-1**, 2007. Yapı ve sıva alçıları-1: Tarihler ve gerekler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- T.S. EN 15319**, 2008. Lifli sıva uygulamalarının tasarımında ele alınan temel prensipler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Tayla, H.**, 2007. *Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem ve Elemanları I*. TAÇ Vakfı Yayınları. İstanbul.
- Temel, A.**, 1992. Kapadokya eksploziv volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Teutonico, J. M.**, 1988. *A Laboratory Manual for Architectural Conservators*. ICCROM. Sintesi Grafica. Rome.

- Thomson, M. L. ve Wathne, J. M.**, 2009. Key considerations in the development of ASTM standart specification for mortar for historic structures: materials, test procedures and properties, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 354-361.
- Tokmanoğlu, T.**, 1960. Kerpiç, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **B/10/1**, 58-70.
- Tomasi, C., Ricci, O., Perotti, G. ve Ferloni, P.**, 2006. Plasters and mortars in the central building of the university of Pavia, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **84/1**, 33-38.
- Topal, T.**, 2000. Nokta yükleme deneyi ile ilgili uygulamalarda karşılaşılan problemler, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **24-I (2)**, 73-86.
- Torraca, G.**, 1982. *Porous Building Materials*. Rome.
- Torraca, G.**, 1996. Lime technology in architectural conservation, *Lime News*, **4/1**, 34-41.
- Toumbakari, E. E., Malami, C. B., Adami, C. E. ve Vintzileou, E. N.**, 2009. Development of lime-pozzolan-cement compositions for the repair and strengthening of historic structures, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 362-373.
- Tunçoku, S., S.**, 2001. Characterization of masonry mortars used in some Anatolian Seljuk monuments in Konya, Beyşehir and Akşehir, *Doktora Tezi*, O.D.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tunçoku, S. S. ve Caner-Saltık, E.**, 2006. Opal-A rich additives used in ancient lime mortars, *Cement and Concrete Research*, **36**, 1886-1893.
- Turanlı, L., Bektaş, F. ve Monteiro, M.**, 2003. Use of ground clay brick as a pozzolanic material to reduce the alkali-silica reaction, *Cement and Concrete Research*, **33**, 1539-1542.
- Türkçü, Ç.**, 1997. *Yapım; İlkeler, Yöntemler, Malzemeler, Çözümler*. Mimarlar Odası İzmir Yayınları. İzmir.
- Türker, P. ve Yeğinoğlu, A.**, 2003. Farklı puzolanik sistemlerin hidrasyon ürünlerinin karşılaştırılması, *Çimento ve Beton Dünyası*, **8/46**, 52-66.
- Türkmenoğlu, A. G. ve Tankut, A.**, 2002. Use of tuffs from central Turkey as admixture in pozzolanic cements, assessment of their petrographical properties, *Cement and Concrete Research*, **32**, 629-637.
- Ubbriaco, P. ve Tasselli, F.**, 1998. A study of the hydration of lime-pozzolan binders, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **52/3**, 1047-1054.
- Uğurlu, E. ve Böke, H.**, 2006. Osmanlı dönemi hamam yapılarında kullanılan horasan sıvaların özellikleri, *3. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, İstanbul, 15-17 Kasım, s. 585-596.
- Urak, G. ve Çelebi, G.**, 2005. Beypazarı geleneksel evlerinde uygulanan tatlı sıva üzerine bir inceleme, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **20/3**, 401-409.

- Uzgil, E.**, 1995. Tarihi eserlerde kullanılan CaSO₄ harç ve sıvalarının incelenmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ünsal, N.**, 1998. Yozgat dolayındaki tras sahalarının kimyasal, jeolojik ve teknolojik özelliklerinin incelenmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **11/3**, 577-587.
- Vakıflar Genel Müdürlüğü Arşivi**, Gevher Nesibe Medresesi Eski Restorasyon Projeleri, Ankara.
- Valek, J. ve Slizkova, Z.**, 2009. Tests on lime and metakaolinite mortars intended for application on historic buildings, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 374-381.
- Van Balen, K., Toumbakari, E., Blonco, M. T., Aguilere, J., Puertas, F., Sabbioni, C., Zappia, G., Riontino, C. ve Gobbi, G.**, 1999. Procedure for a mortar type identification: A proposal, *Historic Mortars: Characteristics and Tests, International RILEM Workshop*, Paisley, Scotland, May 12-14, pp. 61-70.
- Van Hees, R. P. J., Binda, L., Papayianni, I., ve Toumbakari, E.**, 2004. Characterization and damage analysis of old mortars, *Materials and structures*, **37/9**, 644-648.
- Veiga, M. R.**, 2009. Characteristics of repair mortars for historic buildings concerning quantified hygric requirements, *The Workshop of Repair Mortars for Historic Masonry, RILEM*, Delft, The Netherlands, January 2005, pp. 305-315.
- Veiga, M. R., Velosa, A. ve Magakhaes, A.**, 2009. Experimental applications of mortars with with pozzolanic additions: Characterizations and performance evaluation, *Construction and Building Materials*, **23**, 318-327.
- Velosa, A. L., Coroado, J. ve Rocha, F.**, 2006. Characterization of stone and mortar decay, *Casa Major Pessoa, Aveiro, Heritage, Weathering and Conservation Conference HWC, V.2.*, Madrid, Spain, June 21-23, pp. 103-108,
- Velosa, A. L., Coroado, J., Veiga, M. R. ve Rocha, F.**, 2007. Characterisation of Roman mortars from Conimbriga with respect to their repair, *Materials Characterization*, **58**, 1208-1216.
- Vermeule, C. C.**, 1968. *Roman Imperial Art in Greece and Asia Minor*. Harvard University. Cambridge.
- Vicat, L. J.**, 1997. *Mortars and Cements (A Practical and Scientific Treatise on Calcerous Mortars and Cements, Artificial and Natural etc.)*, (ilk basım John Weale Architectural Library, 1837). Donhead. UK.
- Vitruvius**, 1998. . *Mimarlık Üzerine On Kitap*. Çev. S. Güven. Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları. İstanbul.
- Ward-Perkins, J. B.**, 1970. *Roman Imperial Architecture*. Penguin Books. UK.

- Weaver, M., E.**, 1997. *Conserving Buildings, A Guide Techniques and Materials*. John Wiley & Sons. Inc. Canada.
- Winfield, D.**, 1964. A report on some work on Byzantine wall paintings at Eski Gümüş, Turkey, 1962-1963, *IIC News, The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works*, **3**, 11-12.
- Wisser, S., Kraus, K. ve Knöfel, D.**, 1988. Composition and properties of historic lime mortars, *6th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, September 12-14, Torun, Poland, pp. 426-431.
- Wren, C.**, 1750. *Parentalia, Memoirs of the Family of the Wrens*. London.
- Yang, F., Zhang, B., Pan, C. ve Zeng, Y.**, 2009. Traditional mortar represented by sticky rice lime mortar-One of great inventions in ancient China, *Science in China*, **52/6**, 1641-1647.
- Yavuz, A. T.**, 1983. Anadolu Selçuklu mimarisinde tonoz kullanılışı, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yavuz, A. T.**, 2002. Anadolu Selçuklu mimarisinin yapı özellikleri, *Selçuklu Çağında Anadolu Sanatı-Doğan Kuban*, s. 271-289. Yapı Kredi Yayınları. İstanbul.
- Yavuz, A. T.**, 2005. Anadolu Selçuklu Döneminde malzeme- mimarlık ilişkisi, *Anadolu'da Malzeme ve Mimarlık Sempozyumu, UIA 2005 İstanbul 22. Dünya Mimarlık Kongresi*, İstanbul, Temmuz 2005.
- Yeğen, A.**, 1993. *Kayseri'de Tarihi Eserler*. Kayseri Valiliği İl Özel İdaresi Yayınları. Kent Basımevi. İstanbul.
- Zamba, I. C., Stamatakis, M. G., Cooper, F. A., Themelis, P. G. ve Zambas, C. G.**, 2007. Characterization of mortars used for the construction of Saithidai Heroon Podium (1st century AD) in ancient Messene, Peloponnesus, Greece, *Materials Characterization*, **58**, 1229-1239.
- Zeng, Y., Zhang, B. ve Liang, X.**, 2008. A case study and mechanism investigation of typical mortars used on ancient architecture in China, *Thermochimica Acta*, **473**, 1-6.

EKLER

EK A : Kayseri Jeolojisi

EK B :Deney Yöntemleri ve Mevcut Örneklerin XRD Analizleri

EK C : Mevcut Örneklerin SEM Görüntüleri ve EDS Analizleri

EK D : Mevcut Örneklerin Agregaları

EK E : Kullanılan Ham Maddeler

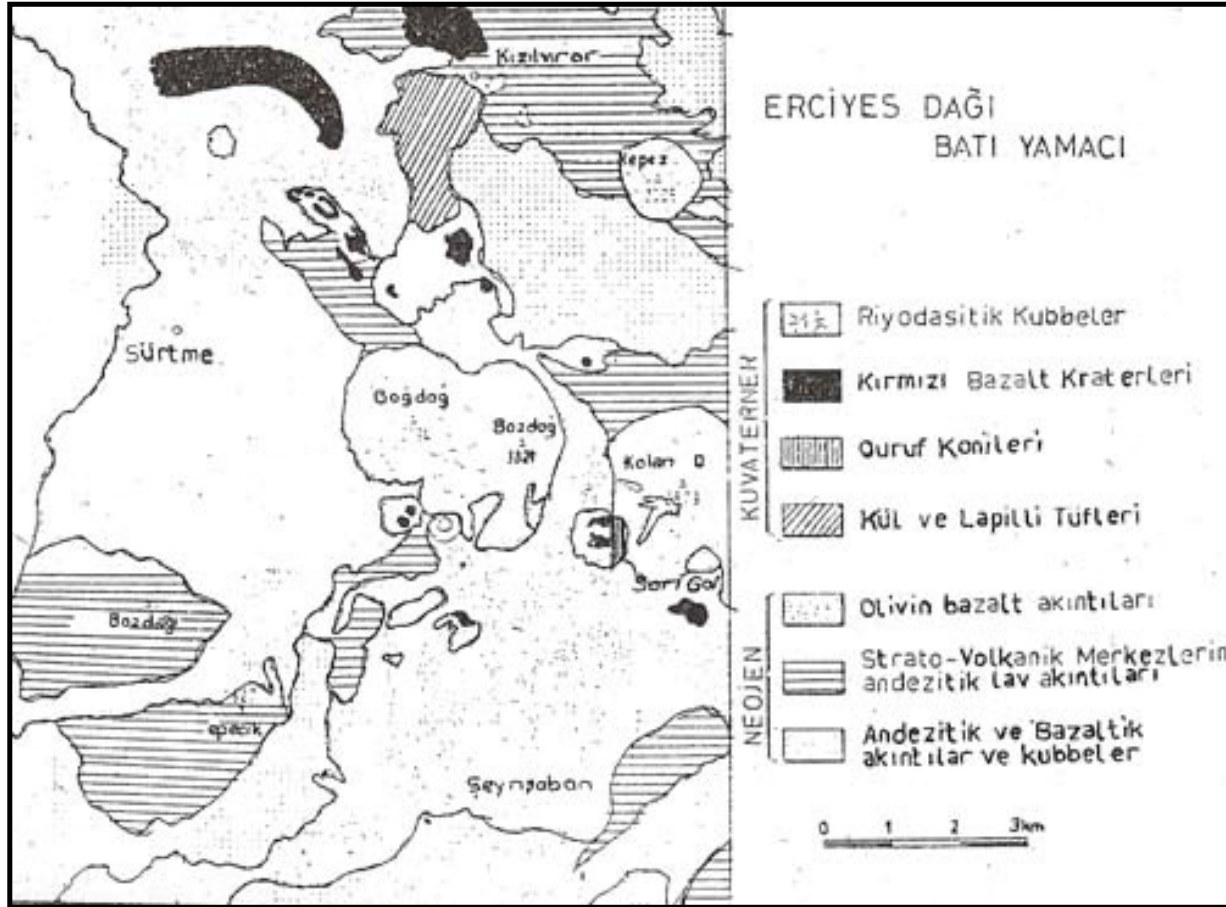
EK F : Onarım Harçlarının SEM Görüntüleri ve EDS Analizleri

EK G : Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün Onarımlarda Kullanılan Birim Fiyat Tarifleri

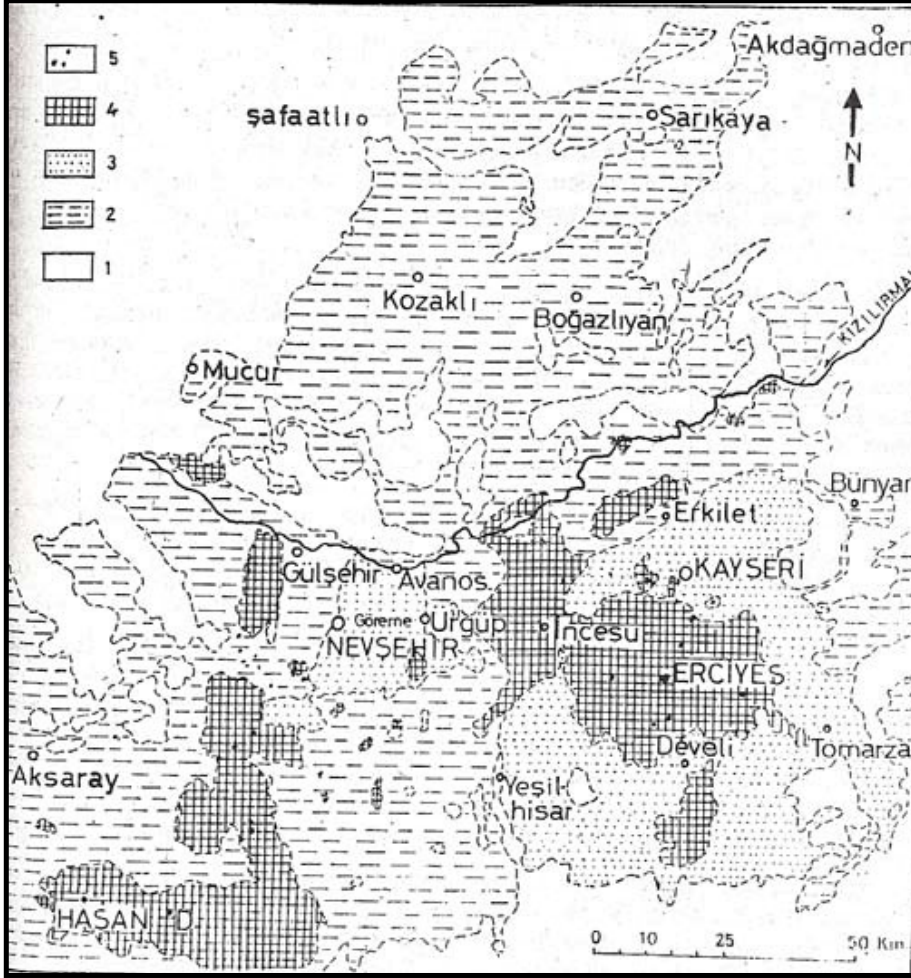
EK A : Kayseri Jeolojisi

Çizelge A.1 : Erciyes volkanitleri element dağılımlarının, Batı Pasifik ada yayı element dağılımları ile karşılaştırılması (Güner ve diğ. 1984).

	Andesit	Dasit	Erciyes (24 örn.)	Kıtasa kabuk	Granit
SiO₂	60,10	65,10	64,64	60,30	71,20
Al₂O₃	17,20	16,50	16,66	15,60	14,70
FeO	6,10	3,86	3,38	7,20	3,20
MgO	3,50	1,48	2,70	3,90	0,60
CaO	7,10	4,75	5,76	5,80	2,00
Na₂O	3,38	4,60	3,84	3,20	2,50
K₂O	1,30	2,05	1,90	2,50	4,20
TiO₂	0,70	0,51	0,70	1,00	0,50
FeO/MgO	1,74	2,61	1,25	2,14	5,33
K₂O/Na₂O	0,38	0,45	0,49	0,43	1,20

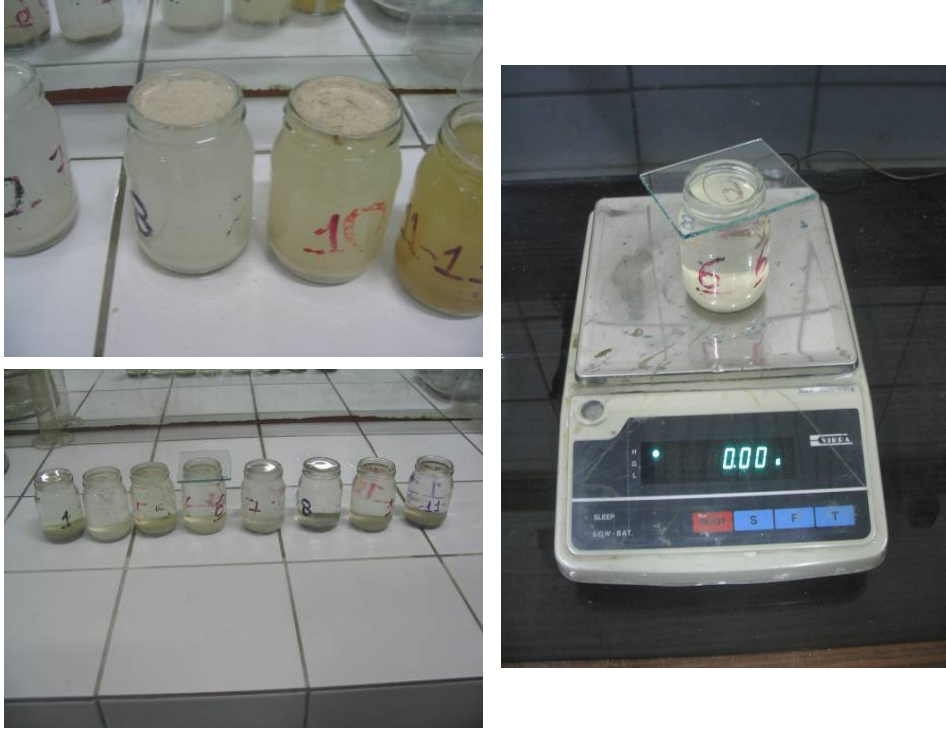


Şekil A.1 : Erciyes Dağı batı yamacı jeolojik haritası (Pasquare, 1968).

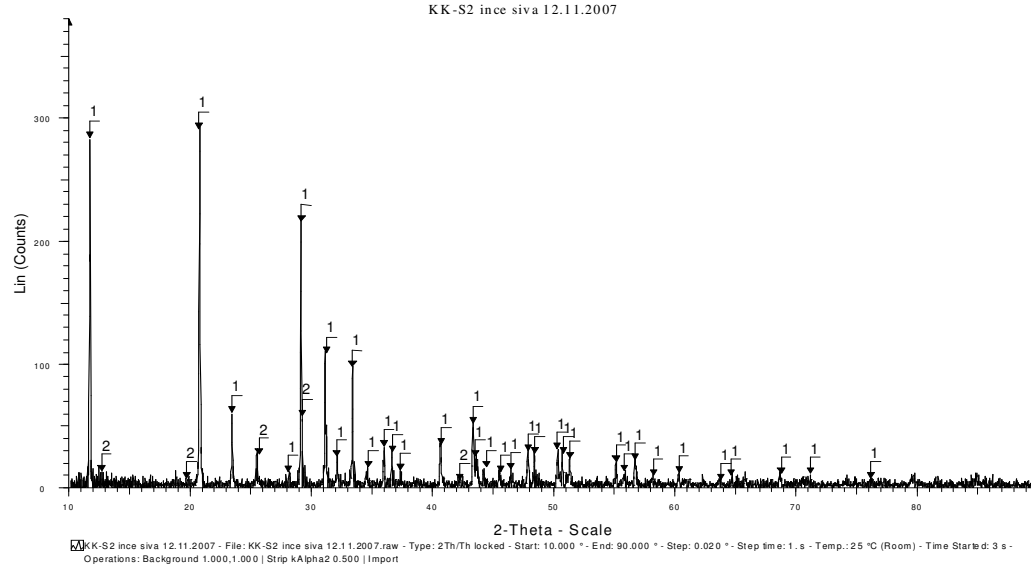


Şekil A.2 : Erciyes ve Hasan Dağı volkanlarına ait lav ve tüflerin yayıldığı bölgeler (1. Neojen öncesi oluşumlar, 2. Tüflü neojen, 3. Tüf ve ignimbrit yatakları, 4. Lav akıntıları, 5. Püskürme merkezleri) (Ketin, 1983).

EK B : Deney Yöntemleri ve Mevcut Örneklerin XRD Analizleri

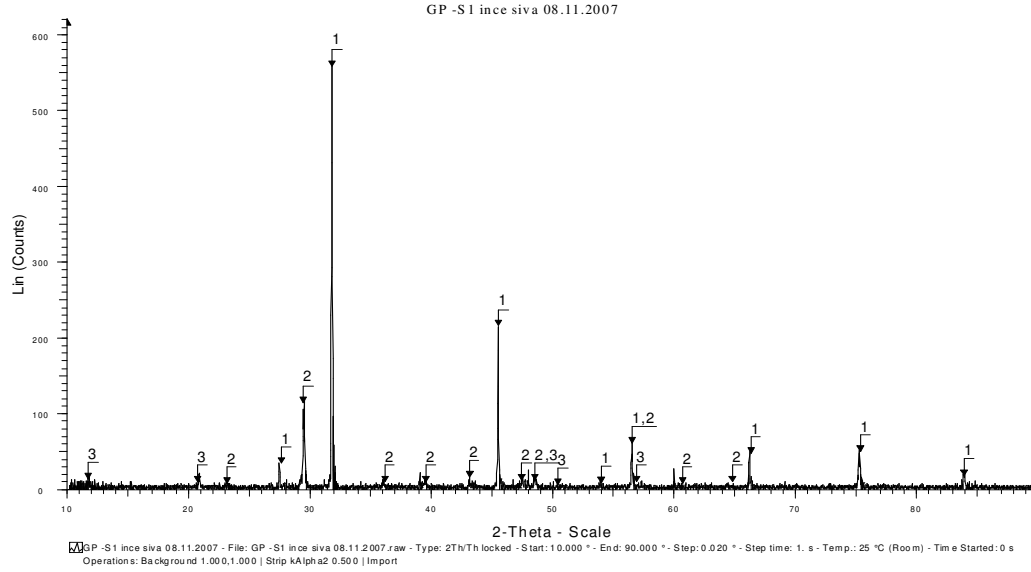


Şekil B.1 : Piknometre yöntemi ile gerçek yoğunluk tayini.



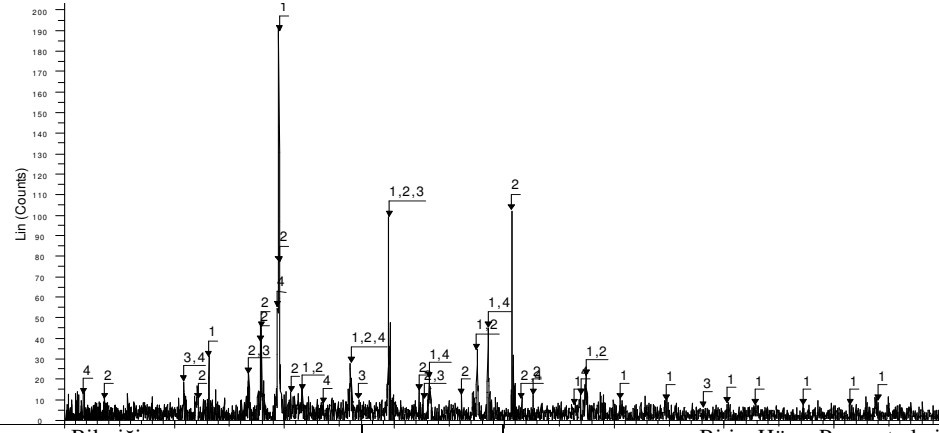
Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	33-0311	Gypsum, syn	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Monoclinic	6.2845	15.2079	5.6776	90.000	114.09	90.000	Base-centred	4
2	70-1224	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	12.28400	12.28400	23.58200	90.000	90.000	90.000	Body-centred	32

Şekil B.2 . KK S2i numaralı siva harcı örneği XRD grafiği.



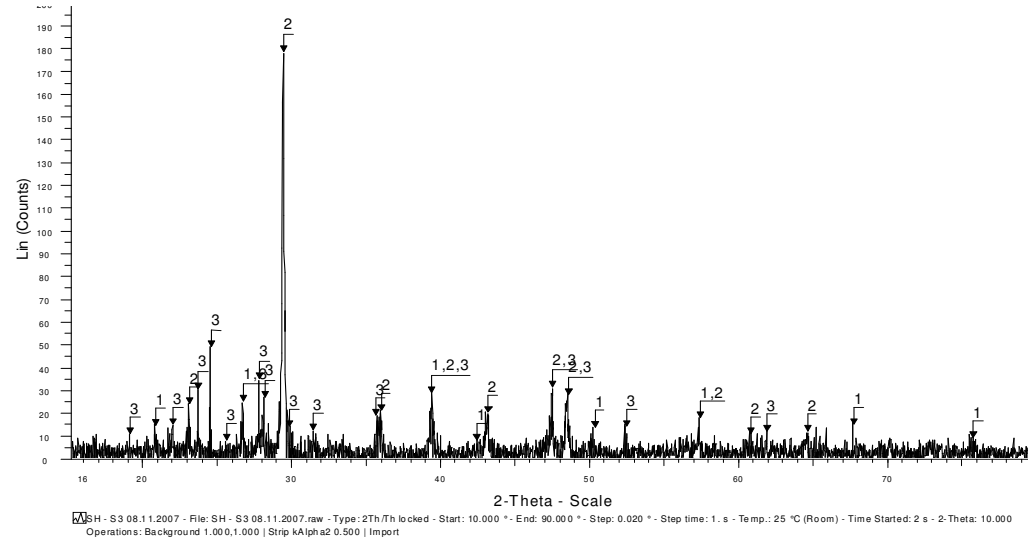
Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri					Bravais Örgüsü	Z*	
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta			gama
1	75-0306	Halite	NaCl	Cubic	5.64000	5.64000	5.64000	90.000	90.000	90.000	Face-centred	4
2	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
3	72-0596	Gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	Monoclinic	10.47000	15.15000	6.51000	90.000	151.550	90.000	Base-centred	4

Şekil B.3 . GP S1i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği (sıvada tuz varlığı).



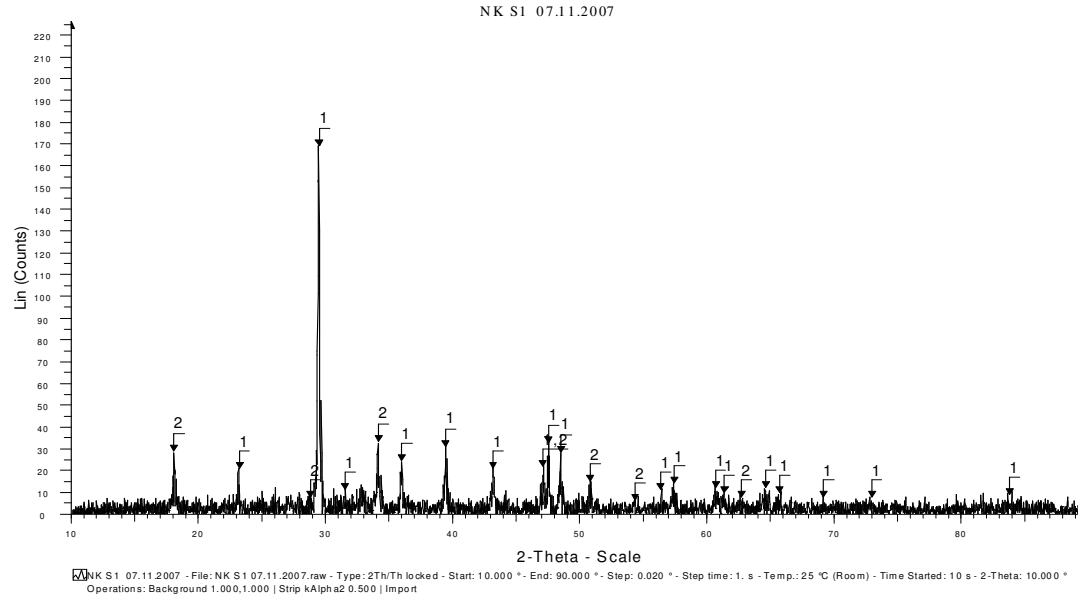
Bileşimin Numarası	PDF No	İsmi	Kapalı formül	Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
					a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
2	79-1149	Andesine	Na ₄ 99Ca ₄ 91(Al ₁₁ 488Si ₂ 506O ₈)	Triclinic	8.17900	12.88000	7.11200	93.440	116.210	90.230	Base-centred	4
3	46-1045	Quartz, syn	SiO ₂	Hexagonal	4.91344	4.91344	5.40524	90.000	90.000	120.00	Primitive	3
4	33-0311	Gypsum, syn	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Monoclinic	6.2845	15.2079	5.6776	90.000	114.09	90.000	Base-centred	4

Şekil B.4 : SH S2k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



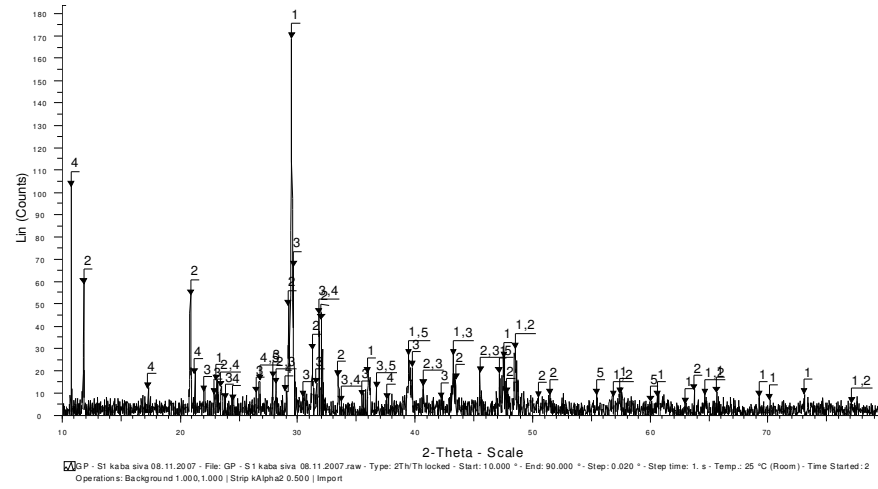
Bileşimin No	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	46-1045	Quartz, syn	SiO ₂	Hexagonal	4.91344	4.91344	5.40524	90.000	90.000	120.000	Primitive	3
2	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
2	85-1415	Anorthite (Na-exchanged)	(Na _{0.45} Ca _{0.55})(Al _{1.55} Si _{2.45} O ₈)	Triclinic	8.17000	12.86000	7.11000	93.600	116.300	89.800	Base-centred	4

Şekil B.6 : SH S3 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



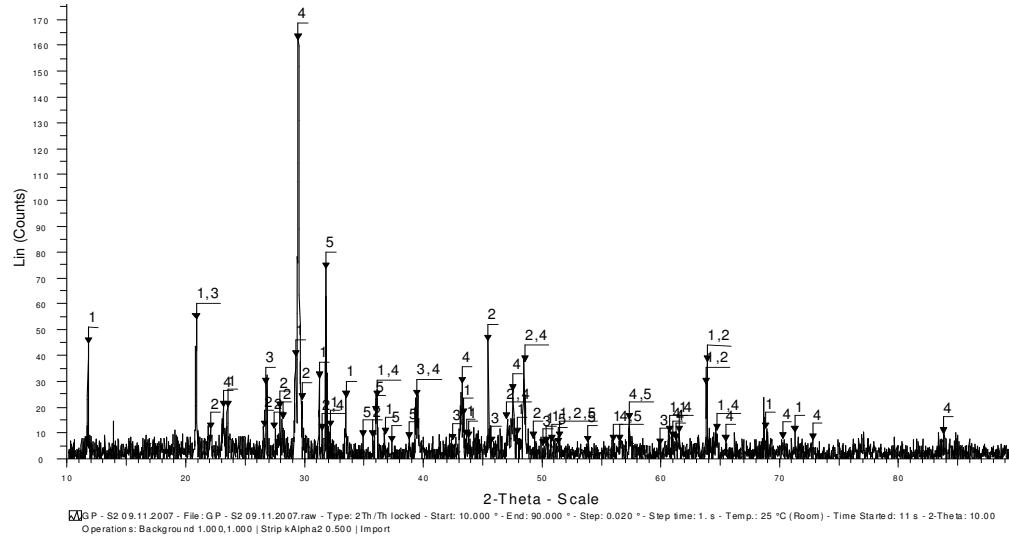
Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri					Bravais Örgüsü	Z*	
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta			gama
1	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
2	44-1481	Portlandite, syn	Ca(OH) ₂	Hexagonal	3.5899	3.58990	4.916	90.000	90.000	120.00	Primitive	1

Şekil B.7 : NK S1 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



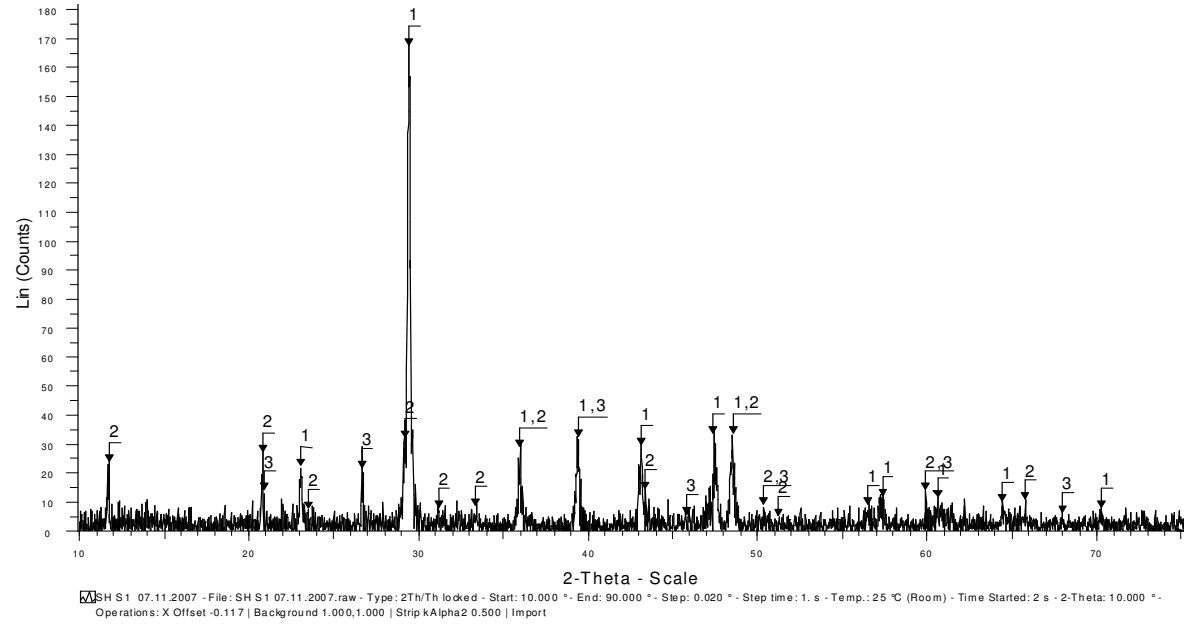
Bileşimin PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*	
	İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama			
1	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
2	33-0311	Gypsum, syn	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Monoclinic	6.2845	15.2079	5.6776	90.000	114.09	90.000	Base-centred	4
3	79-1149	Andesine	Na ₄₉ Ca ₄₉ (Al ₁₁ 488Si ₂ 506O ₈)	Triclinic	8.17900	12.88000	7.11200	93.440	116.210	90.230	Base-centred	4
4	79-1464	Clinoptilolite-Na	(Ca _{1.76} Na _{2.4} K _{.52})(Al _{8.16} Si _{27.84} O ₇₂)(H ₂ O) _{3.72}	Monoclinic	17.00000	16.66000	7.35000	90.000	116.440	90.000	Base-centred	1
5	46-1045	Quartz, syn	SiO ₂	Hexagonal	4.91344	4.91344	5.40524	90.000	90.000	120.00	Primitive	3

Şekil B.8 : GP S1k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



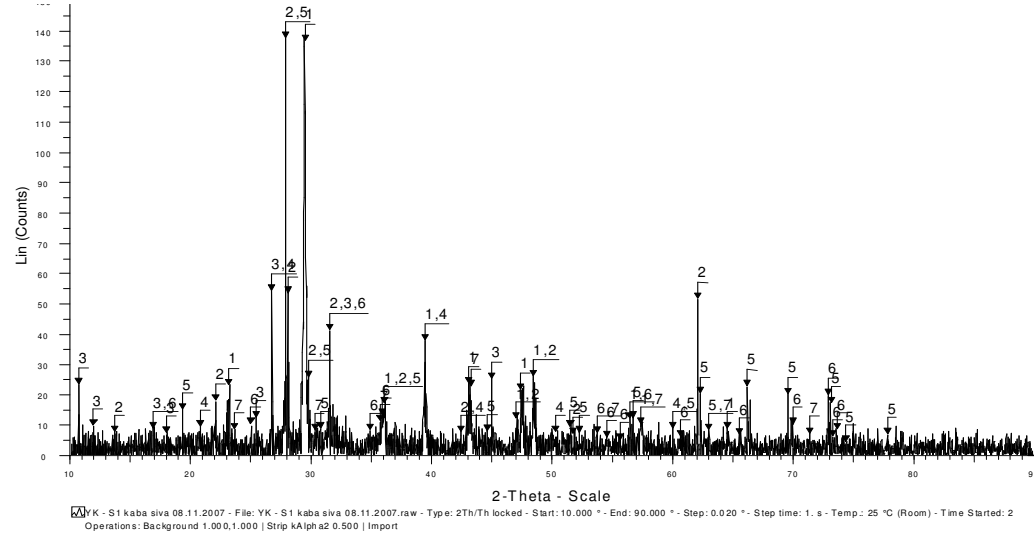
Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z [#]
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	72-0596	Gypsum	Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	Monoclinic	10.47000	15.15000	6.51000	90.000	151.550	90.000	Base-centred	4
2	79-1149	Andesine	Na ₄ 99Ca ₄ 91(Al ₁₁ 488Si ₂ 506O ₈)	Triclinic	8.17900	12.88000	7.11200	93.440	116.210	90.230	Base-centred	4
3	46-1045	Quartz, syn	SiO ₂	Hexagonal	4.91344	4.91344	5.40524	90.000	90.000	120.00	Primitive	3
4	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
5	71-1399	Fayalite	Fe ₂ SiO ₄	Orthorhombic	4.82500	10.49100	6.10000	90.000	90.000	90.000	Primitive	4

Şekil B.9 : GP S2 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



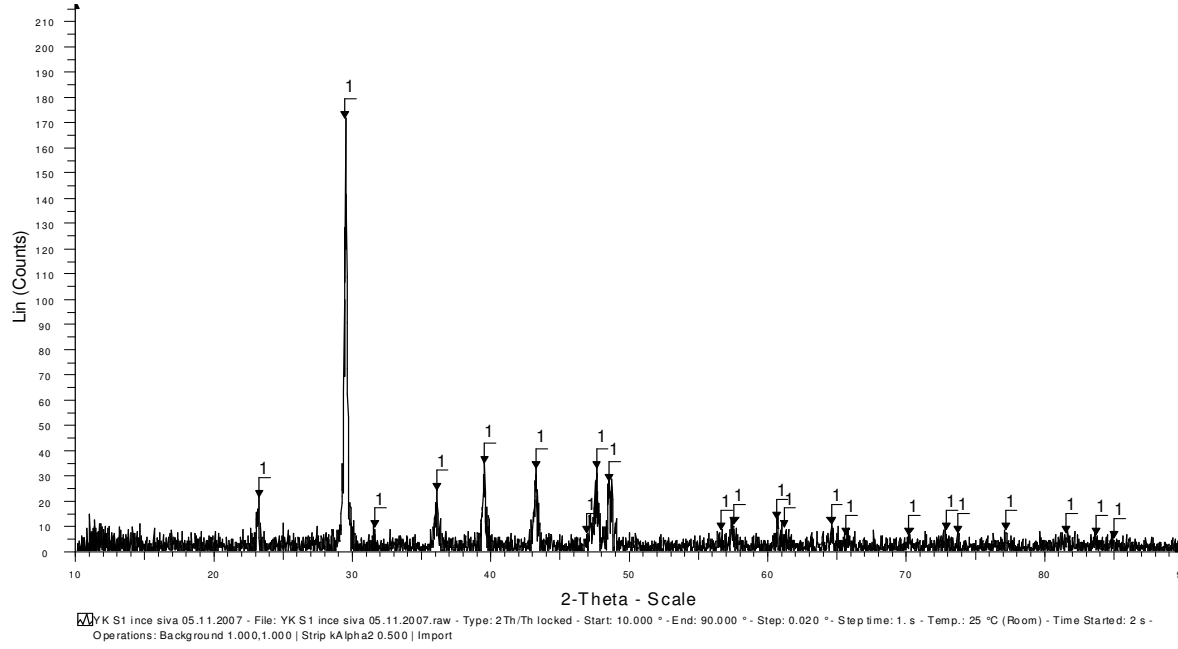
Bileşğin Numarası	PDF No	Bileşğin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
2	33-0311	Gypsum, syn	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Monoclinic	6.2845	15.2079	5.6776	90.000	114.09	90.000	Base-centred	4
3	46-1045	Quartz, syn	SiO ₂	Hexagonal	4.91344	4.91344	5.40524	90.000	90.000	120.000	Primitive	3

Şekil B.10 : SH S1 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



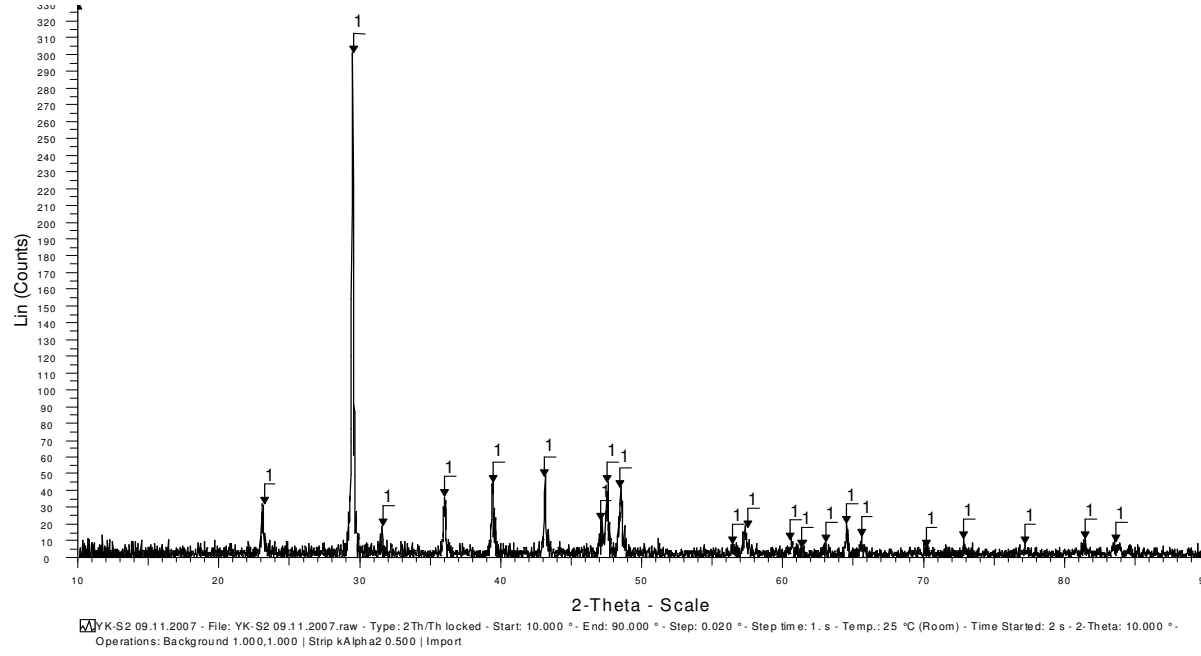
Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
2	79-1149	Andesine	Na ₄ 99Ca ₄ 91(Al ₁₁ 488Si ₂ 506O ₈)	Triclinic	8.17900	12.88000	7.11200	93.440	116.210	90.230	Base-centred	4
3	79-1464	Clinoptilolite-Na	(Ca _{1.76} Na _{2.4} K _{0.52})(Al _{8.16} Si _{27.84} O ₇₂)(H ₂ O) _{3.72}	Monoclinic	17.00000	16.66000	7.35000	90.000	116.440	90.000	Base-centred	1
4	46-1045	Quartz, syn	SiO ₂	Hexagonal	4.91344	4.91344	5.40524	90.000	90.000	120.00	Primitive	3
5	71-0985	Pigeonite	(Ca _{0.06} Mg _{0.68} Fe _{0.26})SiO ₃	Monoclinic	9.68300	8.90000	5.22800	90.000	108.500	90.000	Primitive	8
6	71-1399	Fayalite	Fe ₂ SiO ₄	Orthorhombic	4.82500	10.49100	6.10000	90.000	90.000	90.000	Primitive	4
7	39-1346	Maghemite-C, syn	Fe ₂ O ₃	Cubic	8.3515	8.35150	8.35150	90.000	90.000	90.000	Primitive	10.667

Şekil B.11 : YK S1k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



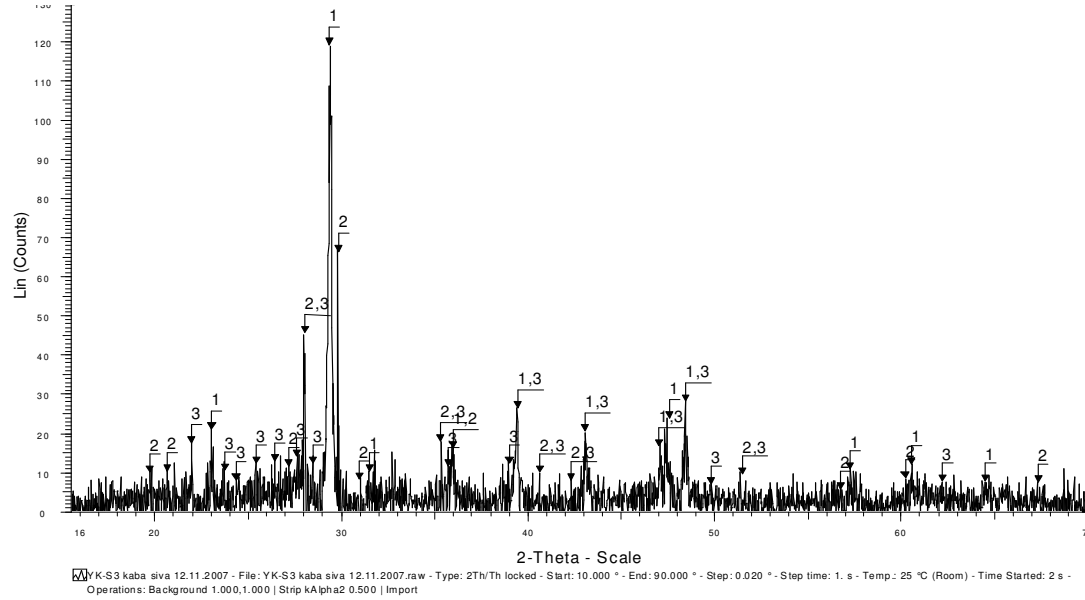
Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.9890	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6

Şekil B.12 : YK S1 i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



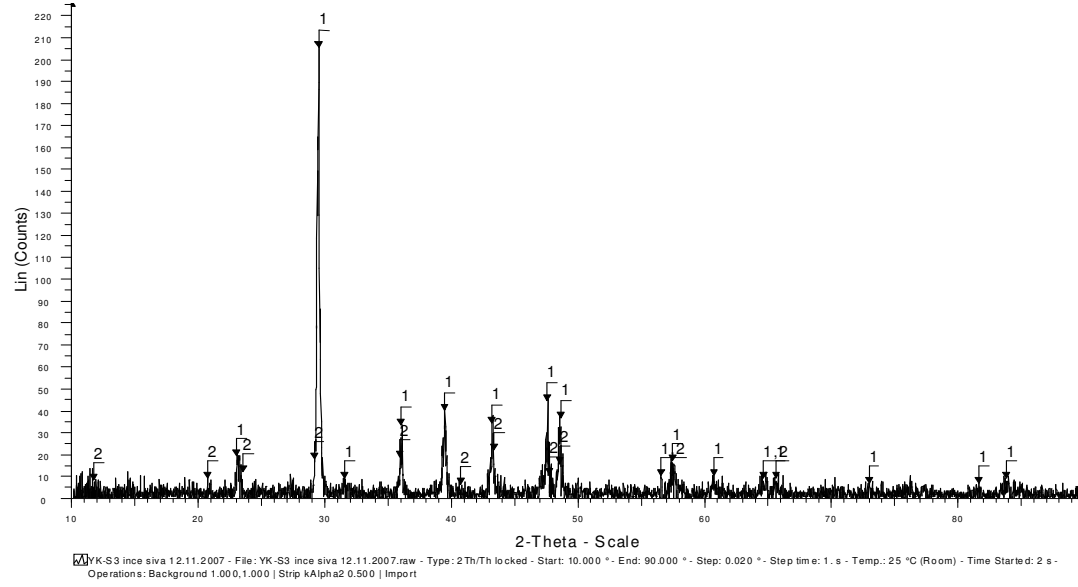
Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	83-1762	Calcite	Ca(CO ₃)	Hexagonal	4.98960	4.98960	17.06100	90.000	90.000	120.00	Primitive	6

Şekil B.13 : YK S2 numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	72-1937	Calcite	CaCO ₃	Hexagonal	4.99400	4.99400	17.08100	90.000	90.000	120.000	Primitive	6
2	71-0985	Pigeonite	(Ca.06Mg.68Fe.26)SiO ₃	Monoclinic	9.68300	8.90000	5.22800	90.000	108.500	90.000	Primitive	8
3	79-1149	Andesine	Na.499Ca.491(Al1.488Si2.506O8)	Triclinic	8.17900	12.88000	7.11200	93.440	116.210	90.230	Base-centred	4

Şekil B.14 : YK S3k numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



Bileşimin Numarası	PDF No	Bileşimin		Kristal Sistemi	Birim Hücre Parametreleri						Bravais Örgüsü	Z*
		İsmi	Kapalı formül		a	b	c	Alfa	beta	gama		
1	05-0586	Calcite, syn	CaCO ₃	Hexagonal	4.989	4.98900	17.062	90.000	90.000	120.00	Primitive	6
2	33-0311	Gypsum, syn	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Monoclinic	6.2845	15.2079	5.6776	90.000	114.09	90.000	Base-centred	4

Şekil B.15 : YK S3i numaralı sıva harcı örneği XRD grafiği.



Şekil B.16 : Tuf kırıklarının öğütüldüğü değirmen.



Şekil B.17 : Harç karıştırma makinesi.

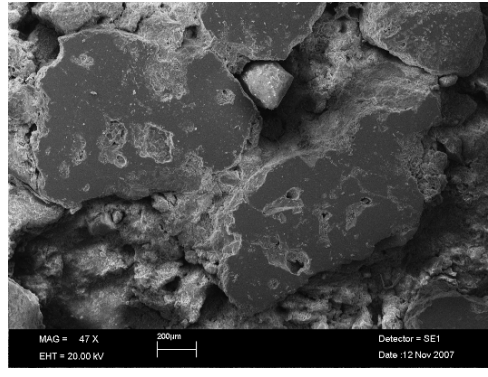
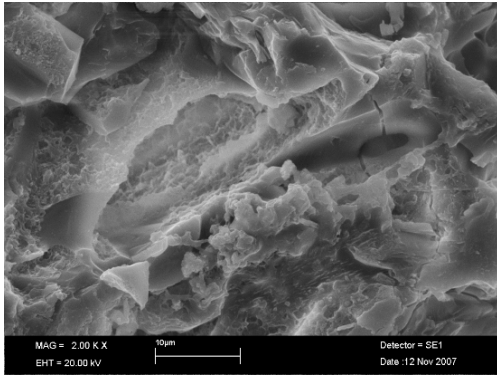
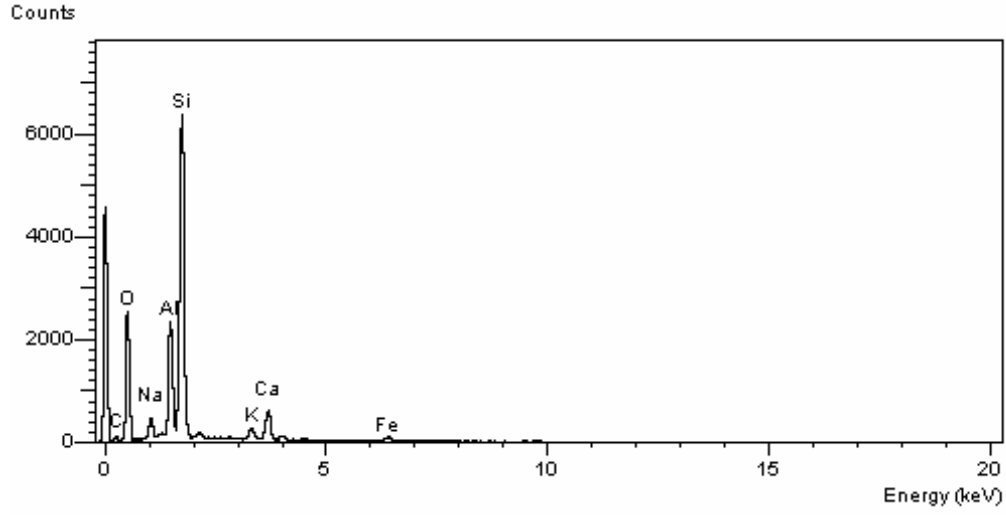


Şekil B.18 : Sarsma tablası.



Şekil B.19 : Eğilme ve basınç dayanımı deneyleri.

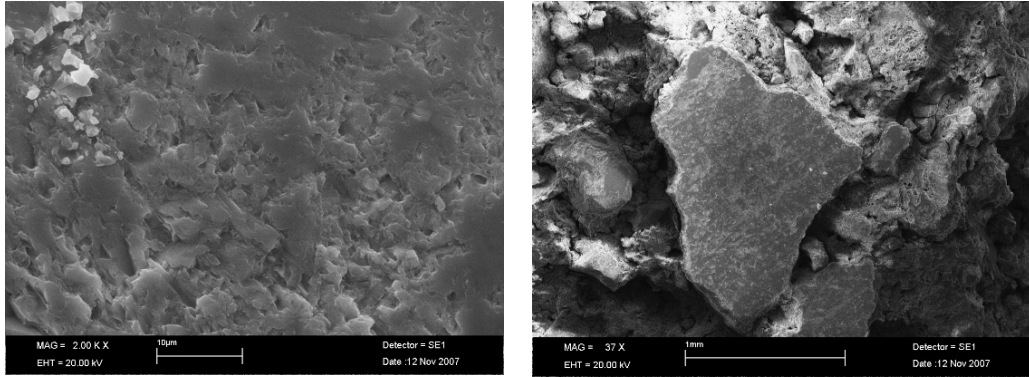
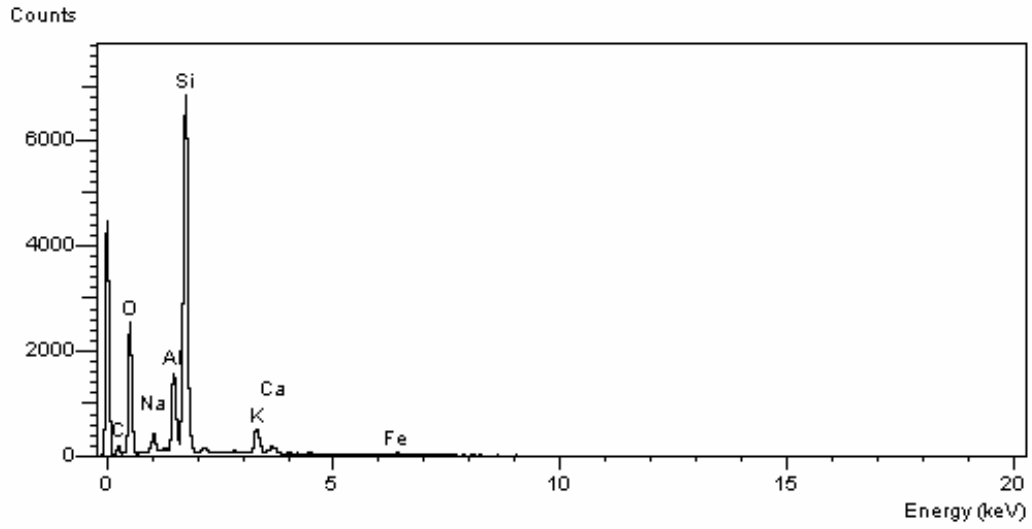
EK C : Mevcut Örneklerin SEM Görüntüleri ve EDS Analizleri



Şekil C.1a : BK H1 numaralı d. harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.1a : BK H1 numaralı d. harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları.

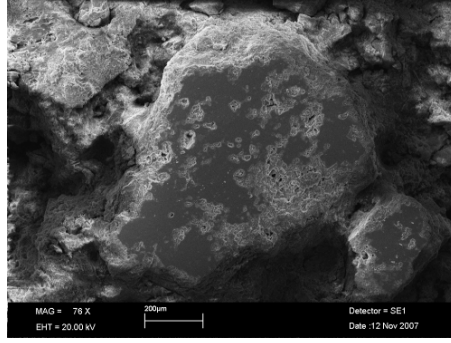
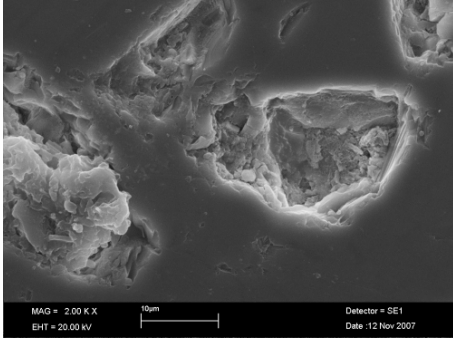
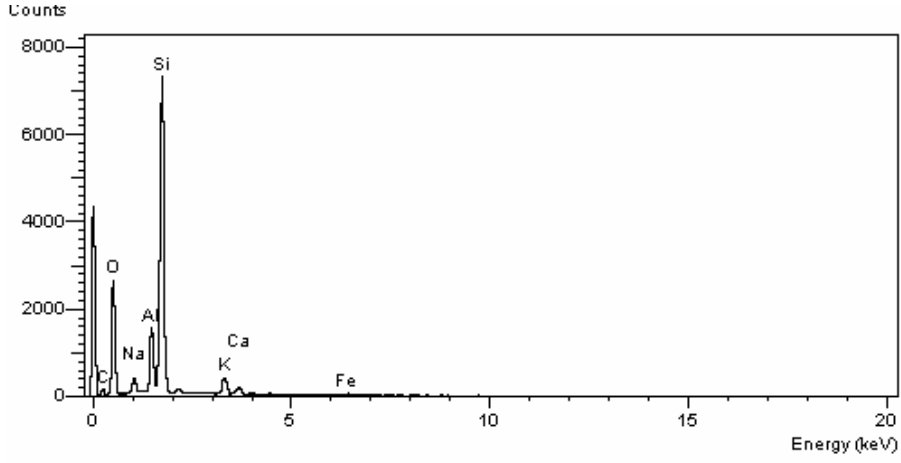
Element	Element %
C	5.42
O	47.38
Na	2.56
Al	9.19
Si	28.55
K	1.29
Ca	4.13
Fe	1.48



Şekil C.1b : BK H1 numaralı d. harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.1b : BK H1 numaralı d. harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları.

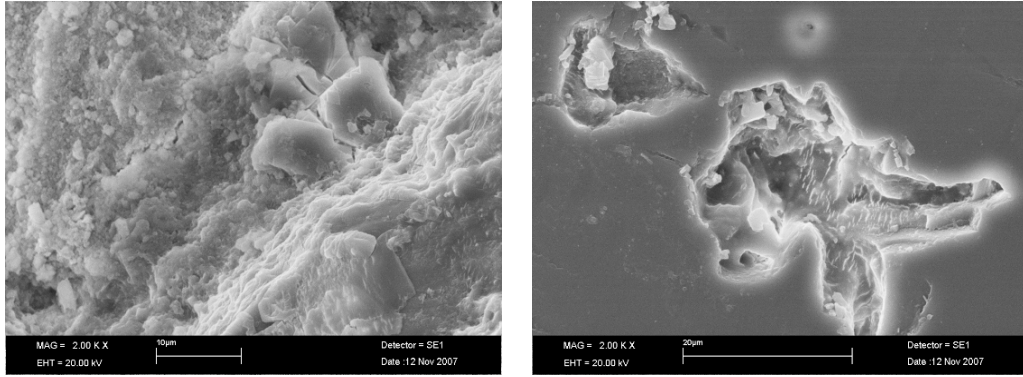
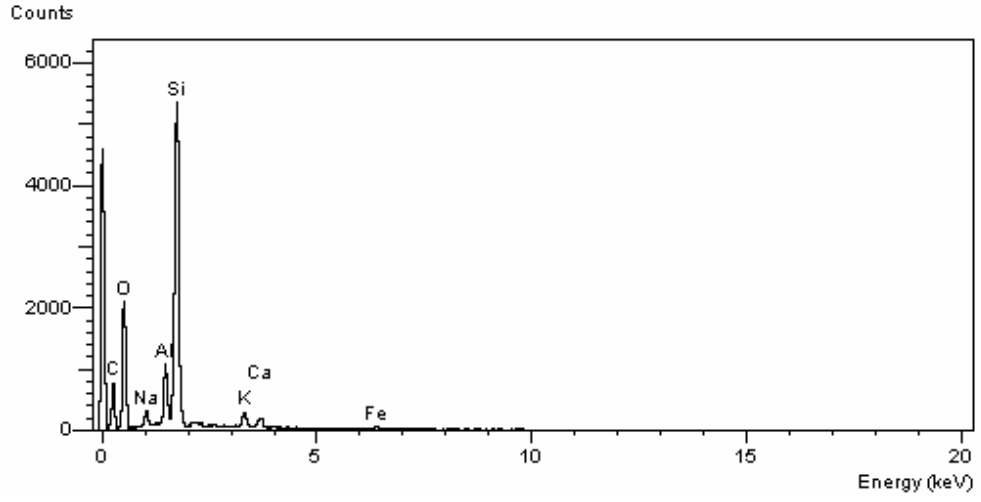
Element	Element %
C	9.83
O	47.47
Na	2.16
Al	6.00
Si	29.77
K	3.24
Ca	0.90
Fe	0.64



Şekil C.1c : BK H1 numaralı d. harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.1c : BK H1 numaralı d. harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları.

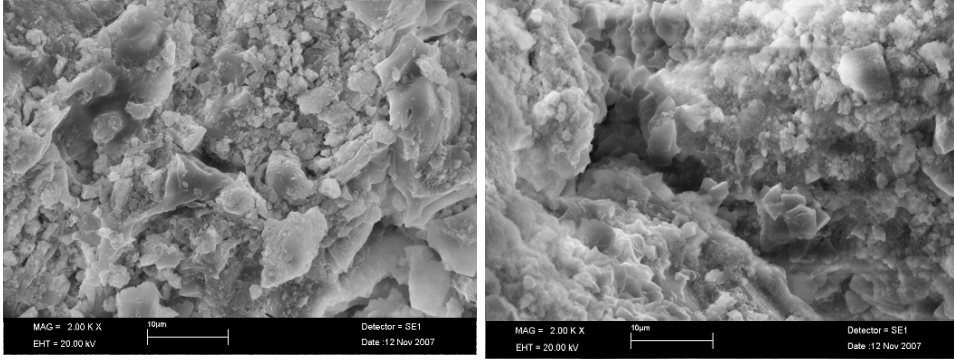
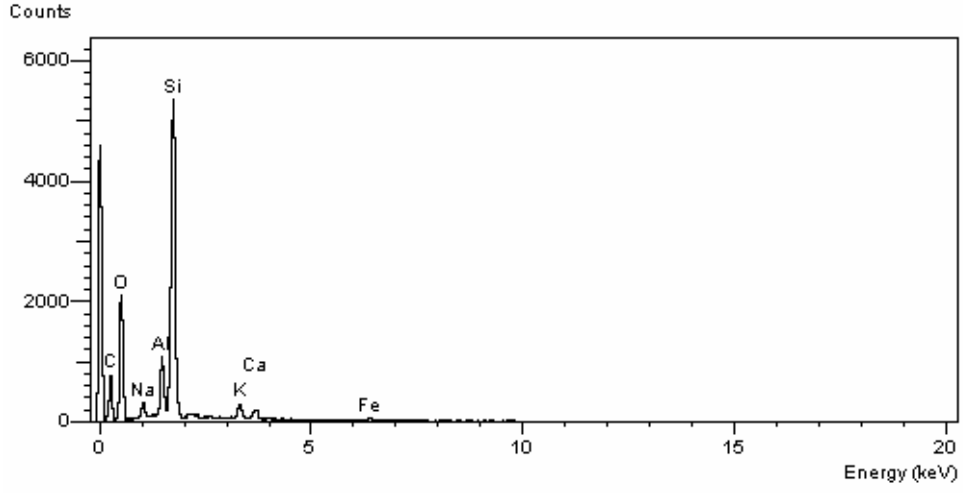
Element	Element %
C	8.08
O	48.21
Na	2.21
Al	5.89
Si	31.34
K	2.65
Ca	1.01
Fe	0.60



Şekil C.1d : BK H1 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.1d : BK H1 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları.

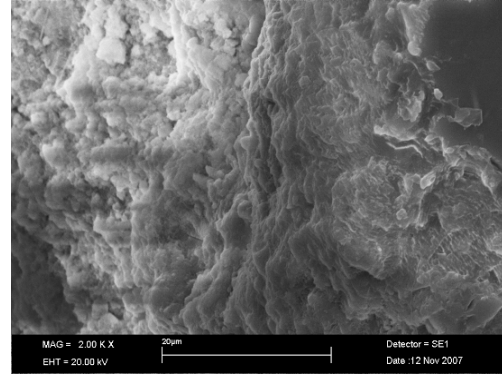
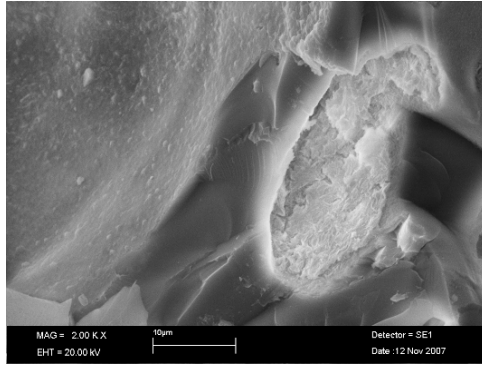
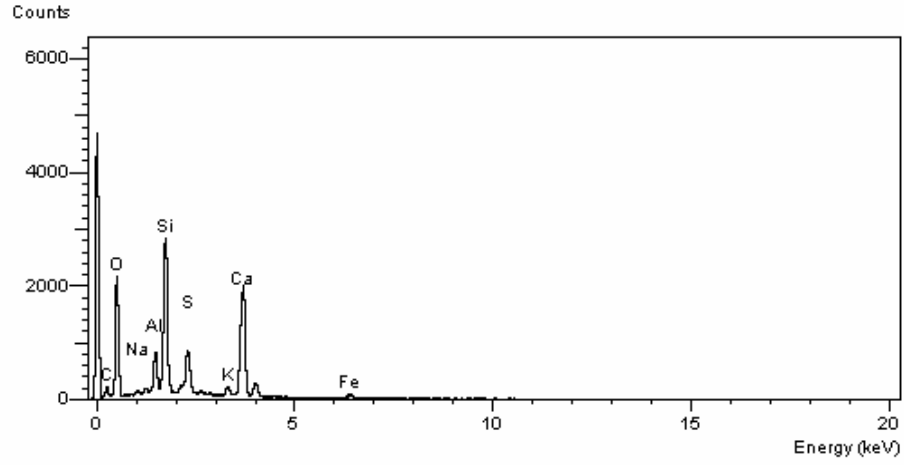
Element	Element %
C	2.97
O	54.69
Na	2.14
Al	5.28
Si	27.75
S	0.81
K	2.50
Ca	2.51
Fe	1.35



Şekil C.1e : BK H1 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.1e : BK H1 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları.

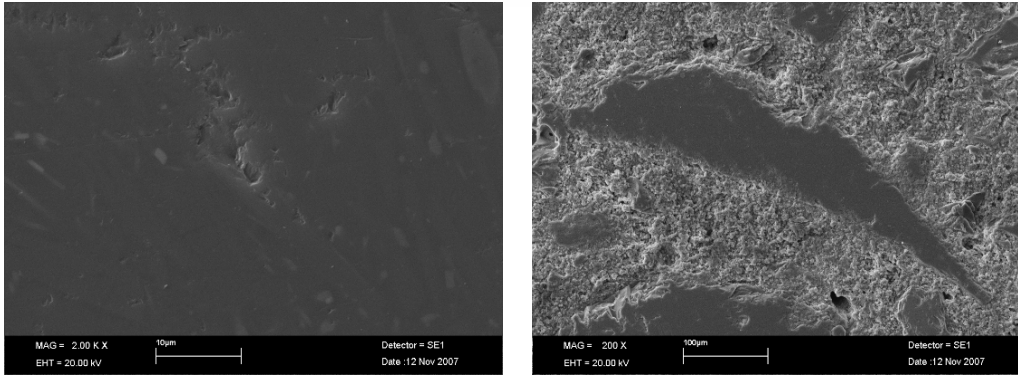
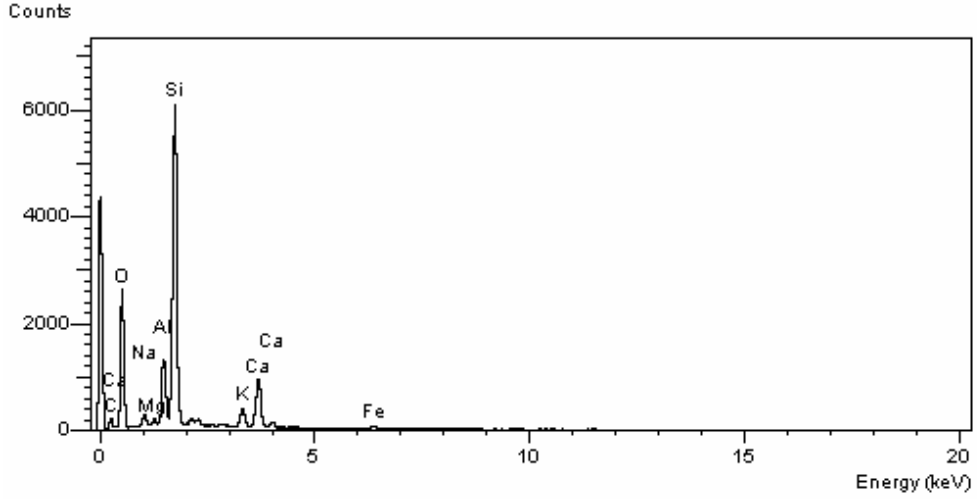
Element	Element %
C	26.98
O	43.83
Na	1.41
Al	3.45
Si	21.06
K	1.41
Ca	1.04
Fe	0.82



Şekil C.1f : BK H1 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.1f : BK H1 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonuçları.

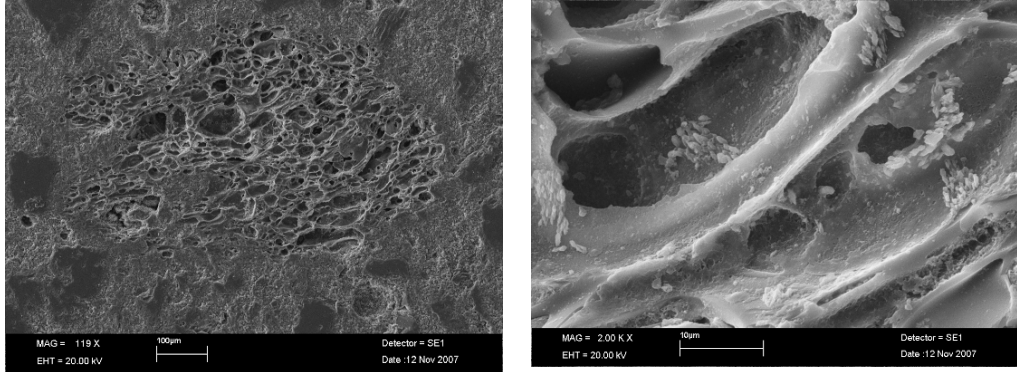
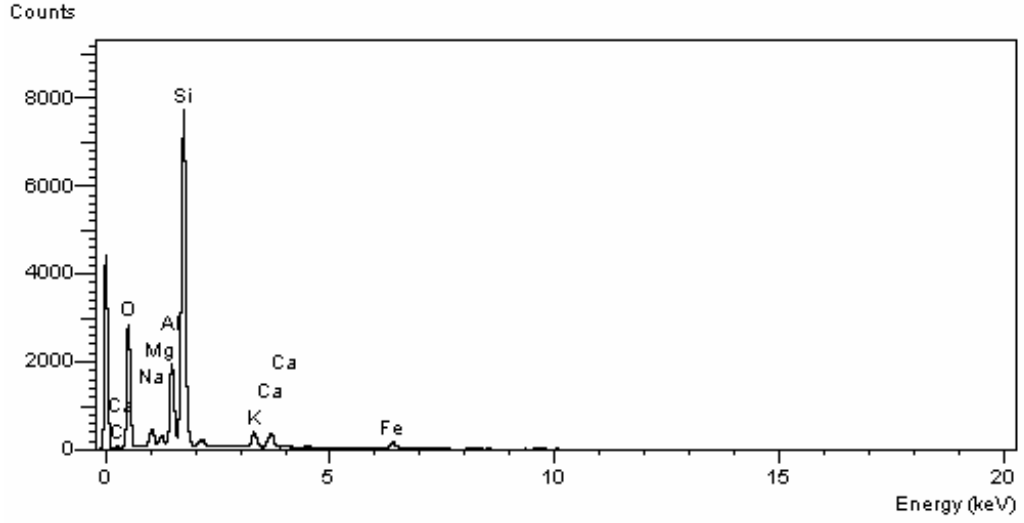
Element	Element %
C	7.70
O	54.67
Na	0.54
Al	3.15
Si	12.90
S	3.70
K	1.05
Ca	15.04
Fe	1.26



Şekil C.2a : AB H2 numaralı d. harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.2a : AB H2 numaralı d. harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları.

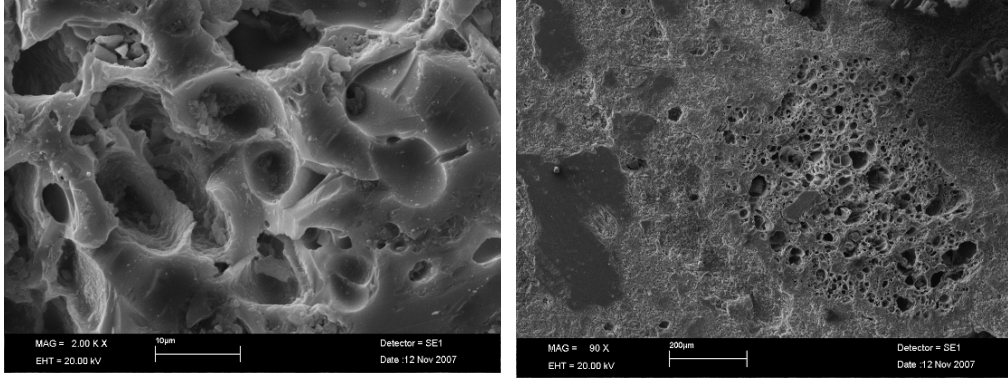
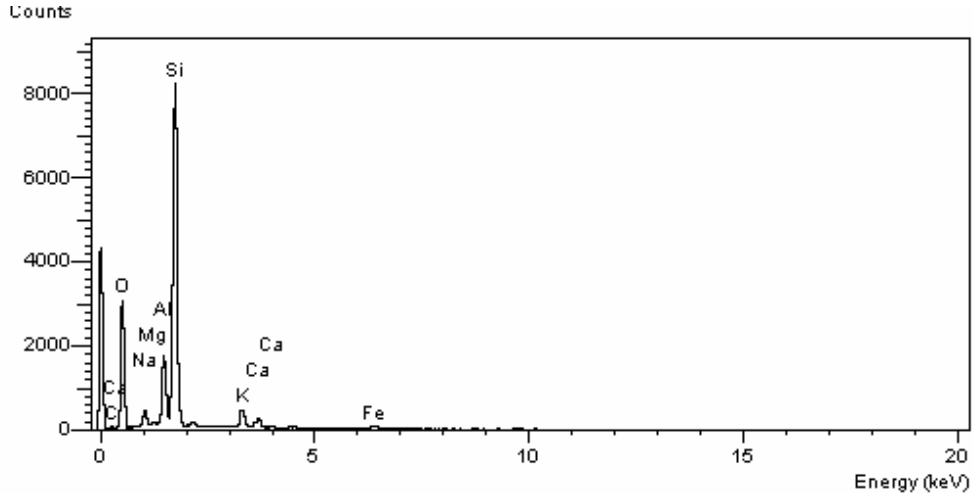
Element	Element %
C	8.85
O	49.83
Na	1.56
Mg	0.39
Al	5.03
Si	24.98
K	2.23
Ca	6.10
Fe	1.04



Şekil C.2b : AB H2 numaralı d. harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.2b : AB H2 numaralı d. harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları.

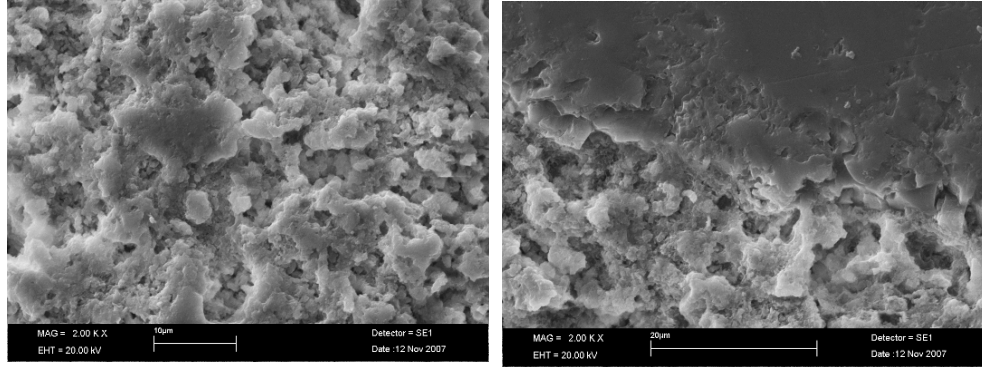
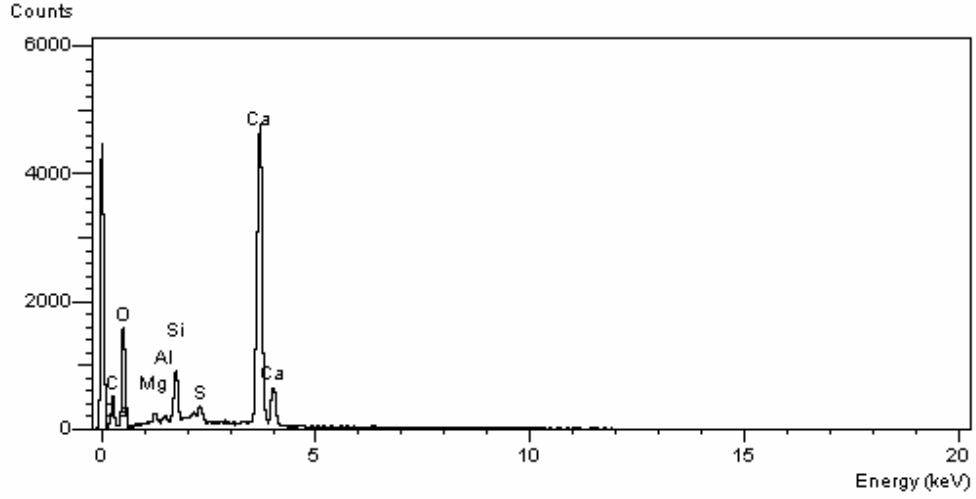
Element	Element %
C	3.17
O	47.64
Na	2.50
Mg	0.84
Al	7.33
Si	31.80
K	2.11
Ca	2.14
Fe	2.47



Şekil C.2c : AB H2 numaralı d. harcı örneği ağrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.2c : AB H2 numaralı d. harcı örneği ağrega-3 EDS analizi sonuçları.

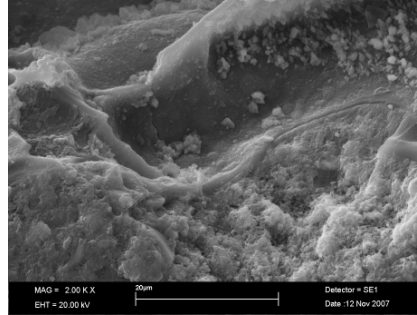
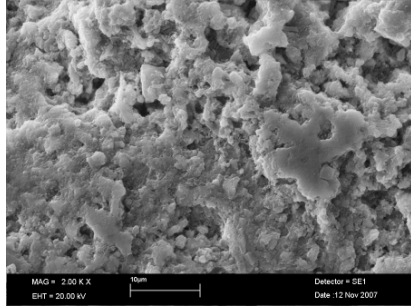
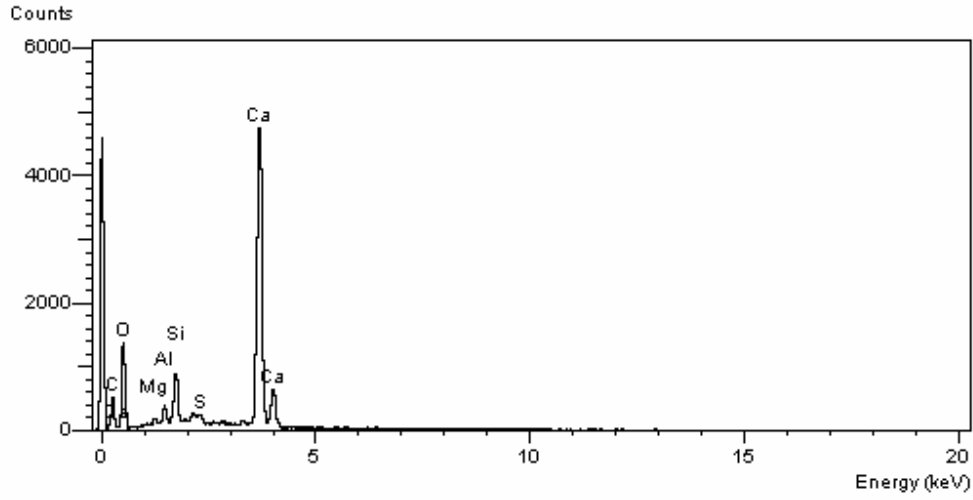
Element	Element %
C	3.28
O	49.49
Na	2.19
Mg	0.20
Al	6.23
Si	33.04
K	2.83
Ca	1.36
Fe	1.39



Şekil C.2d : AB H2 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.2d : AB H2 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları.

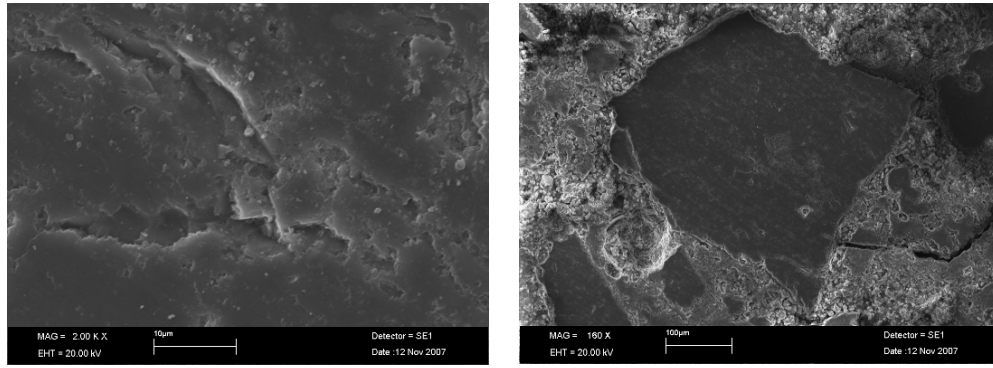
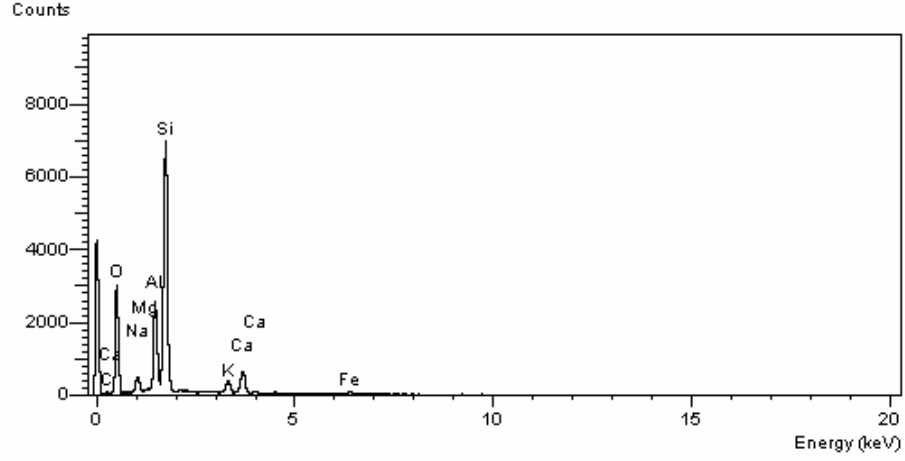
Element	Element %
C	9.62
O	50.60
Mg	0.60
Al	1.16
Si	3.72
S	0.29
Ca	34.02



Şekil C.2e : AB H2 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.2e : AB H2 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları.

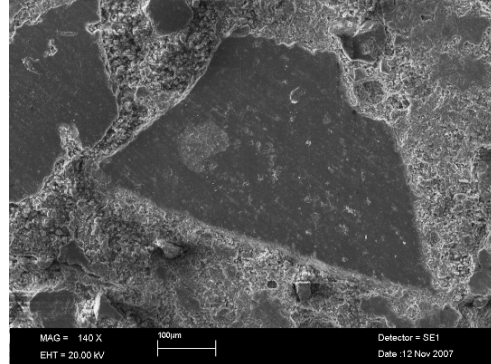
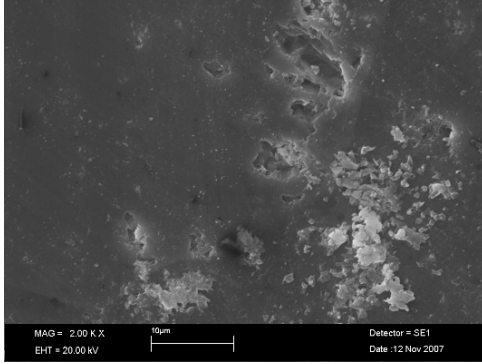
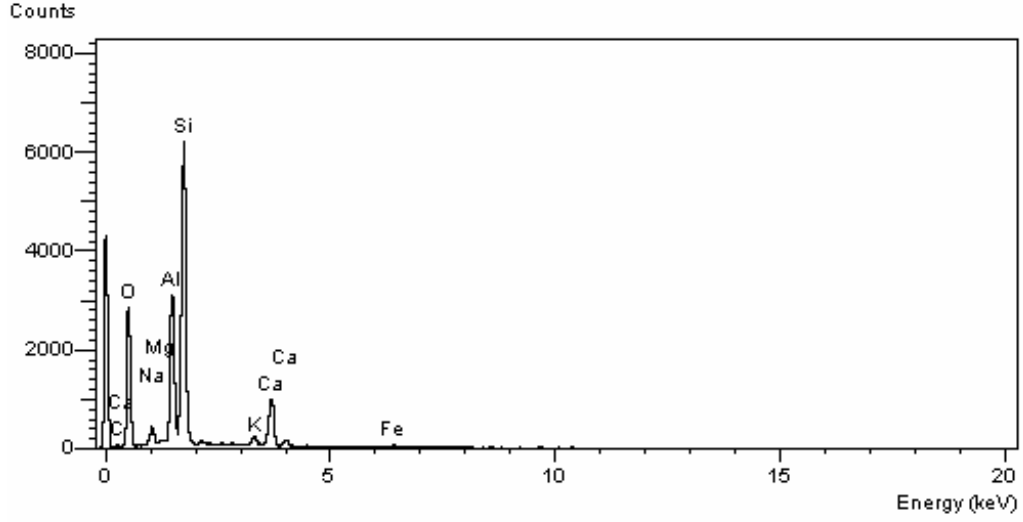
Element	Element %
C	8.92
O	52.02
Mg	1.26
Al	1.60
Si	6.75
S	1.08
Ca	28.37



Şekil C.3a : AB H4 numaralı d. harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.3a : AB H4 numaralı d. harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları.

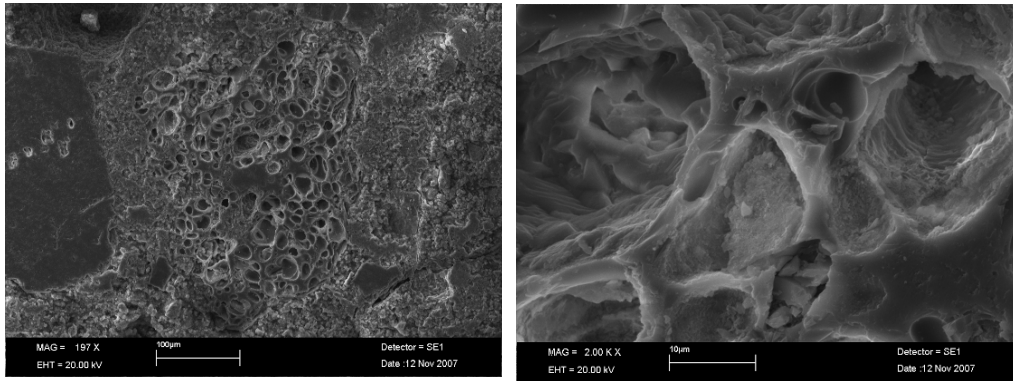
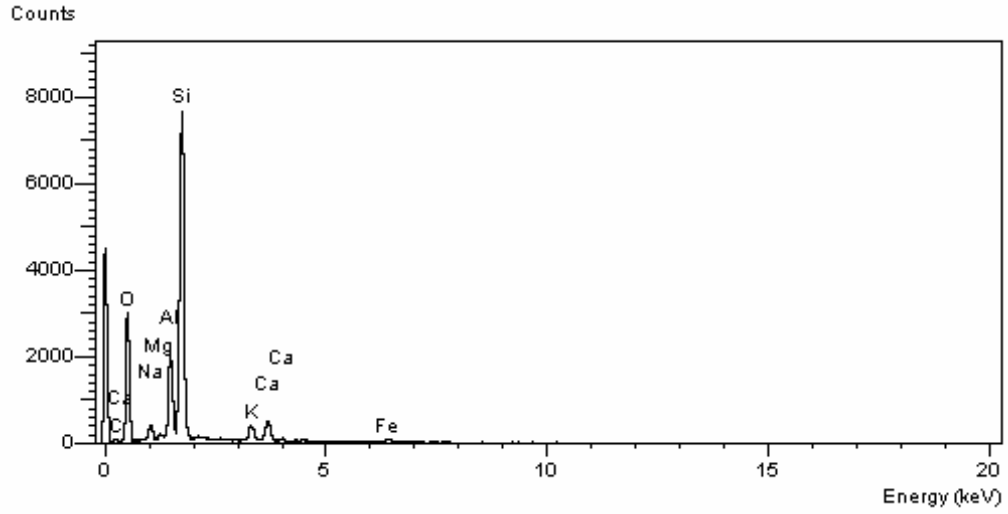
Element	Element %
C	3.28
O	49.30
Na	2.47
Al	9.18
Si	28.64
K	1.93
Ca	3.92
Fe	1.27



Şekil C.3b : AB H4 numaralı d. harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.3b : AB H4 numaralı d. harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları.

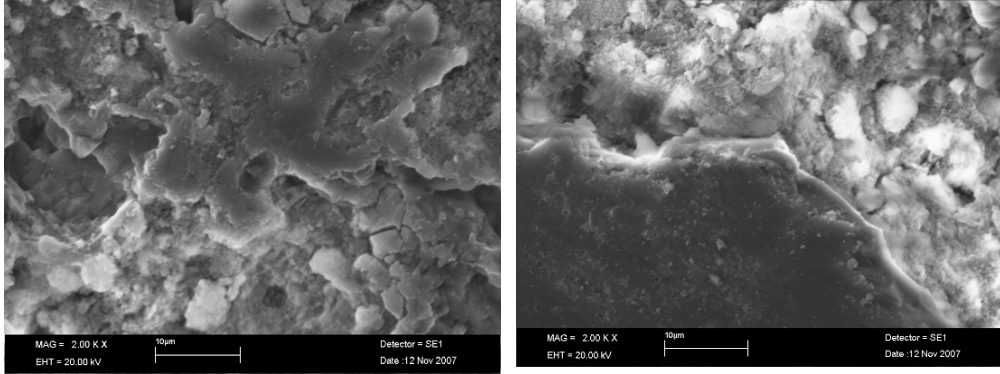
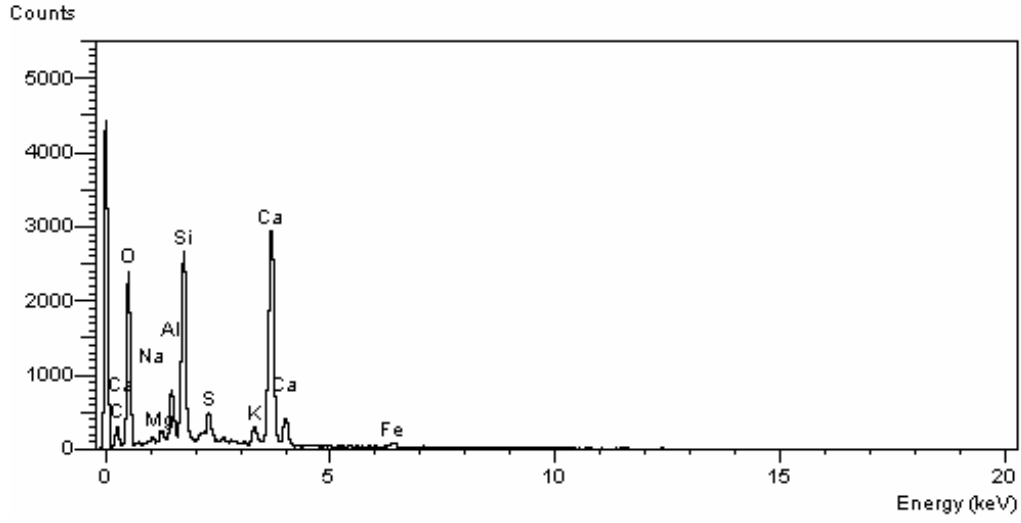
Element	Element %
C	2.93
O	49.45
Na	2.06
Al	11.66
Si	25.68
K	1.08
Ca	6.32
Fe	0.81



Şekil C.3c : AB H4 numaralı d. harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.3c : AB H4 numaralı d. harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları.

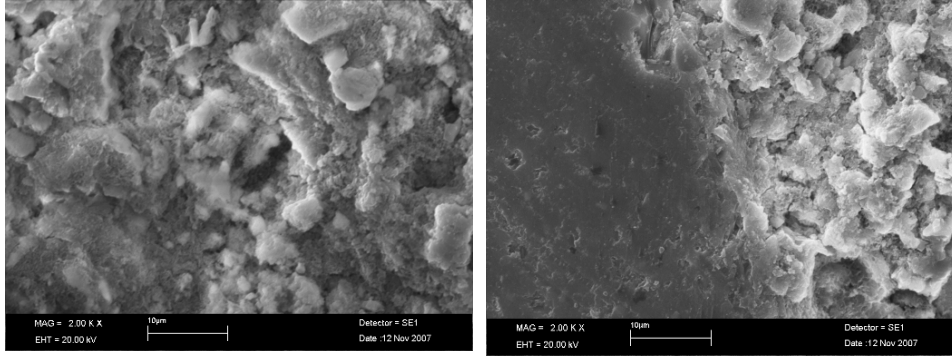
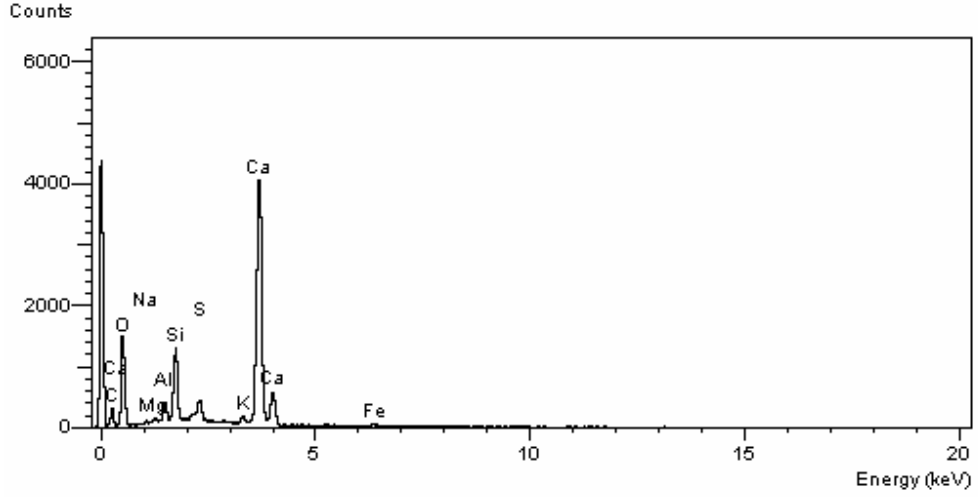
Element	Element %
C	3.79
O	49.64
Na	2.17
Al	7.25
Si	30.81
K	2.25
Ca	2.89
Fe	1.21



Şekil C.3d : AB H4 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.3d : AB H4 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları.

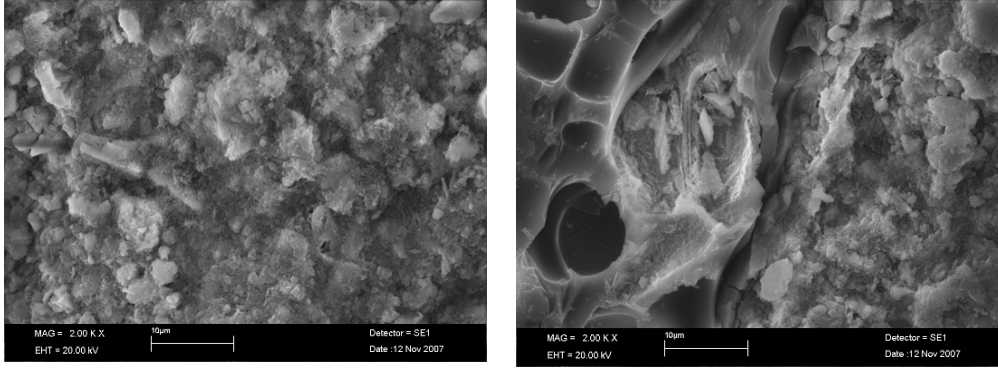
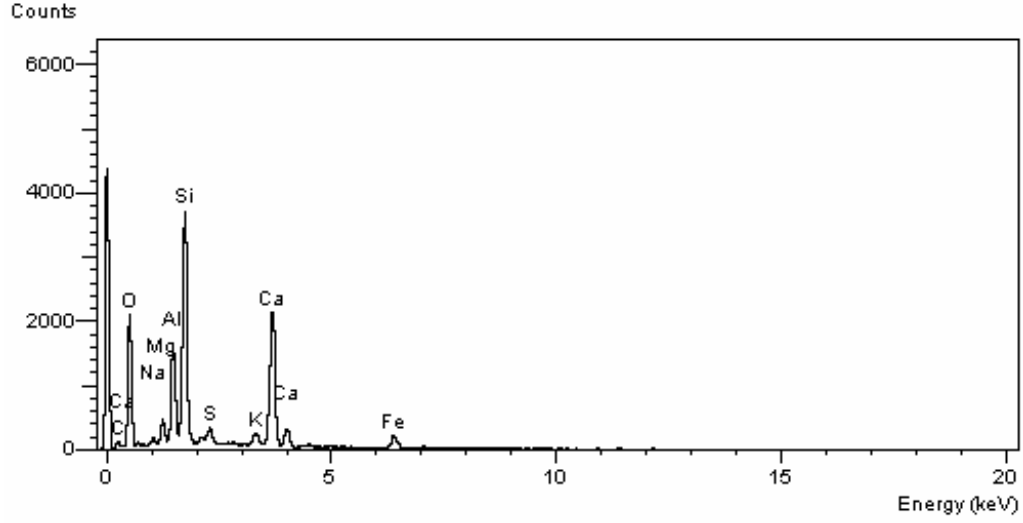
Element	Element %
C	7.81
O	55.42
Na	0.52
Mg	0.68
Al	2.69
Si	10.35
S	1.48
K	1.28
Ca	18.74
Fe	1.02



Şekil C.3e : AB H4 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.3e : AB H4 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları.

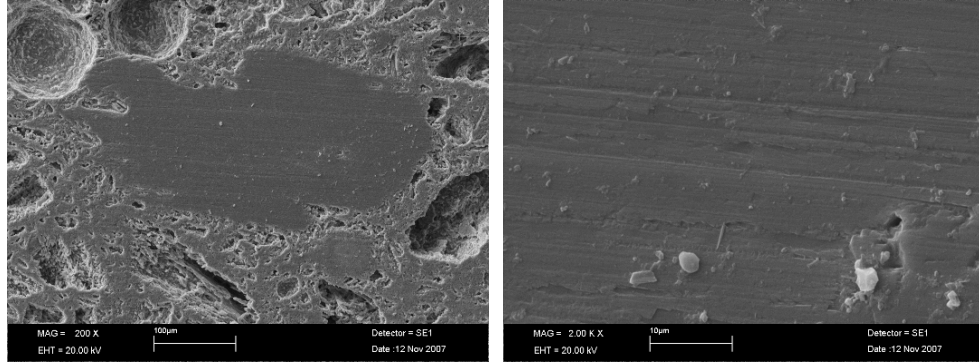
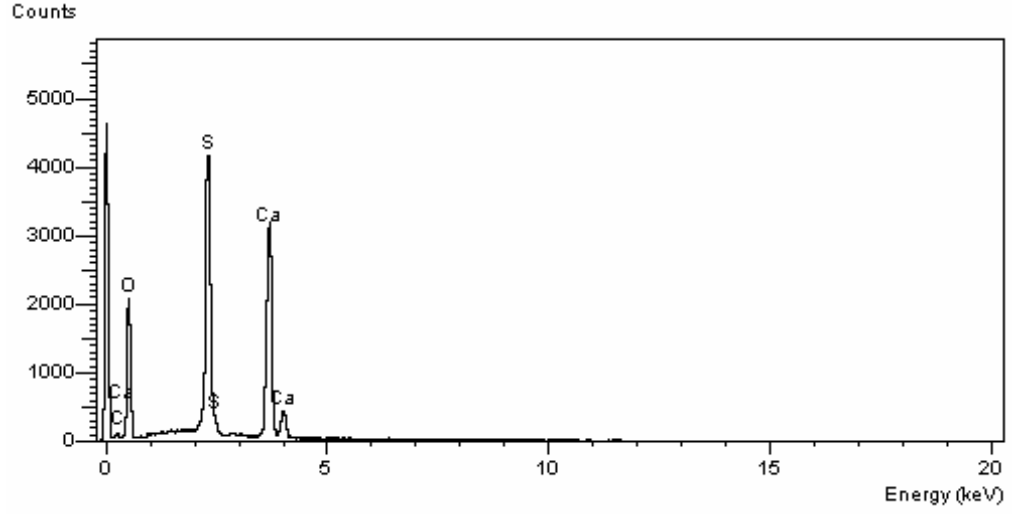
Element	Element %
C	6.65
O	53.40
Na	0.27
Mg	0.40
Al	1.53
Si	5.62
K	0.71
Ca	30.71
Fe	0.71



Şekil C.3f : AB H4 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.3f : AB H4 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonuçları.

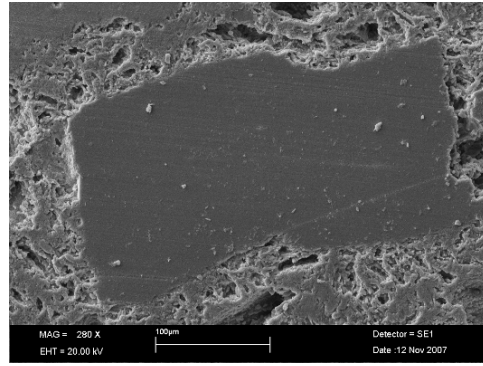
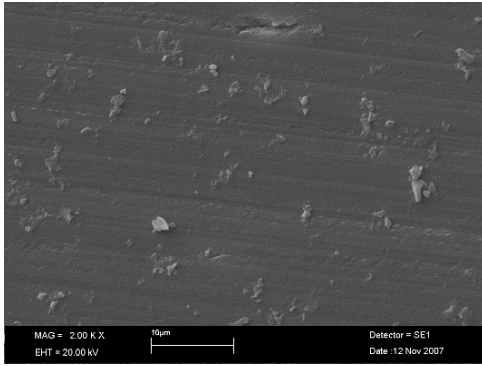
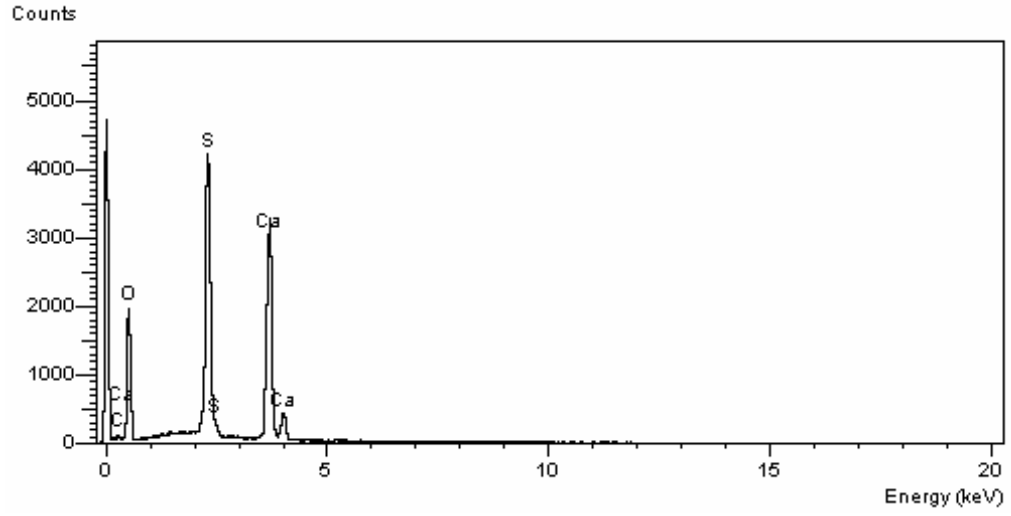
Element	Element %
C	3.82
O	49.45
Na	0.68
Mg	1.86
Al	7.13
Si	16.97
K	1.21
Ca	15.03
Fe	3.84



Şekil C.4a : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.4a : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları.

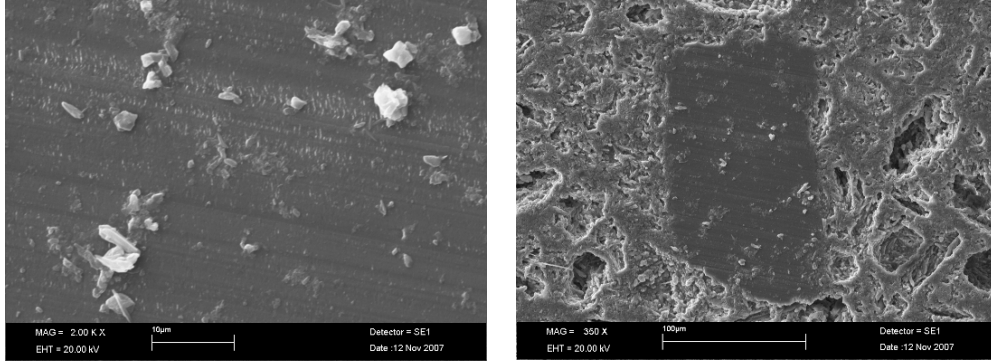
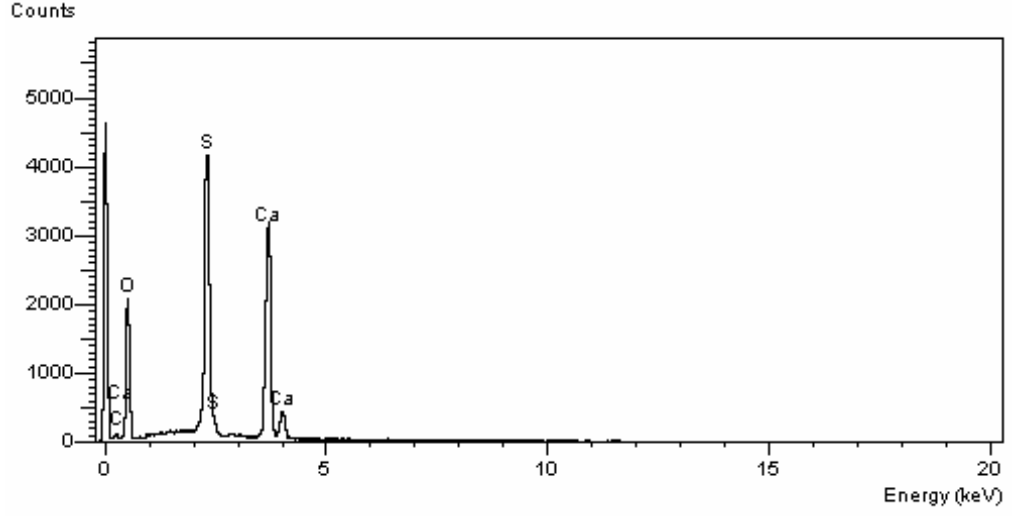
Element	Element %
C	3.76
O	56.54
S	17.69
Ca	22.01



Şekil C.4b : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.4b : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları.

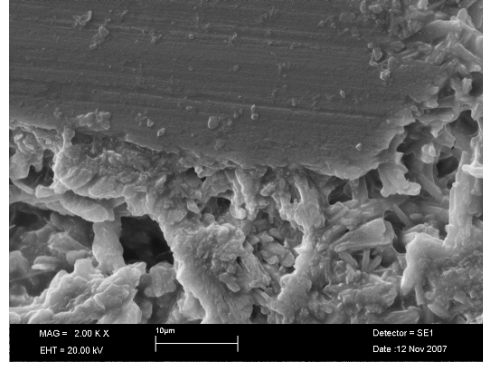
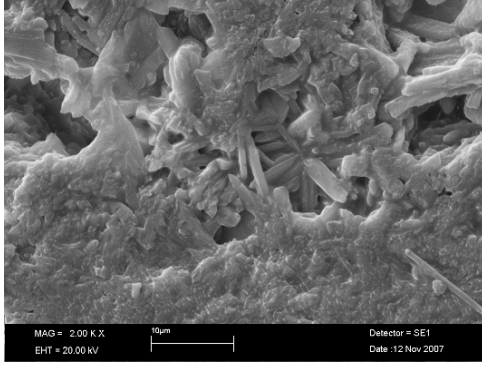
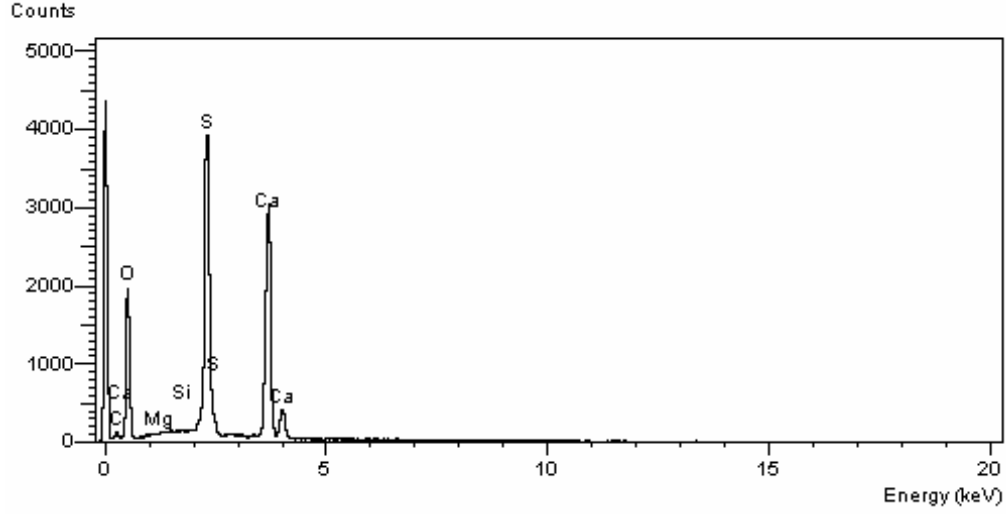
Element	Element %
C	3.52
O	55.85
S	18.19
Ca	22.44



Şekil C.4c : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.4c : KK S1 numaralı sıva harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları.

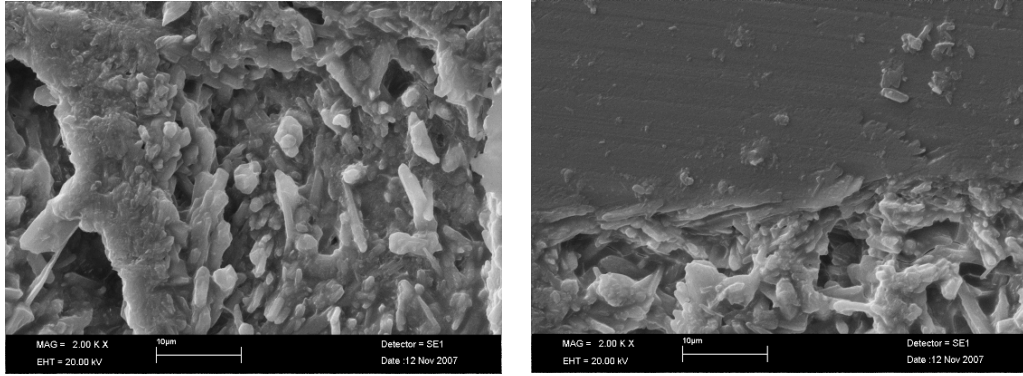
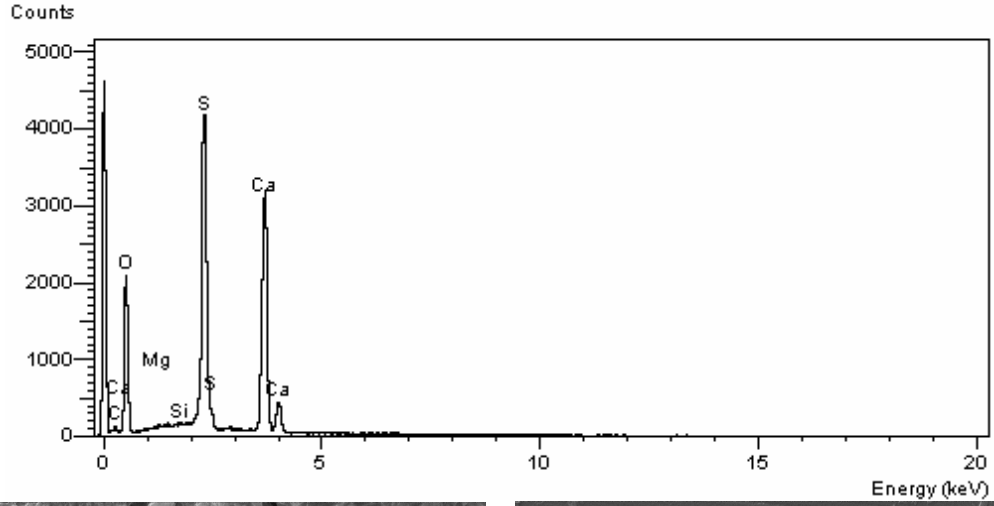
Element	Element %
C	3.83
O	55.20
S	18.33
Ca	22.64



Şekil C.4d : KK S2 numaralı s. harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.4d : KK S2 numaralı s. harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları.

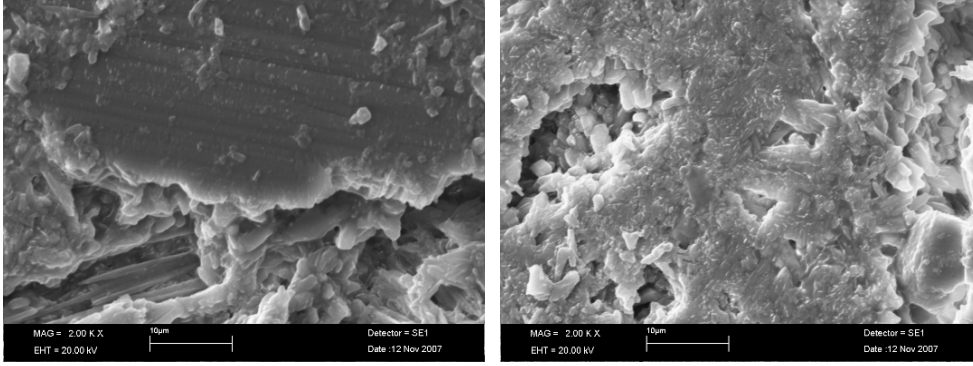
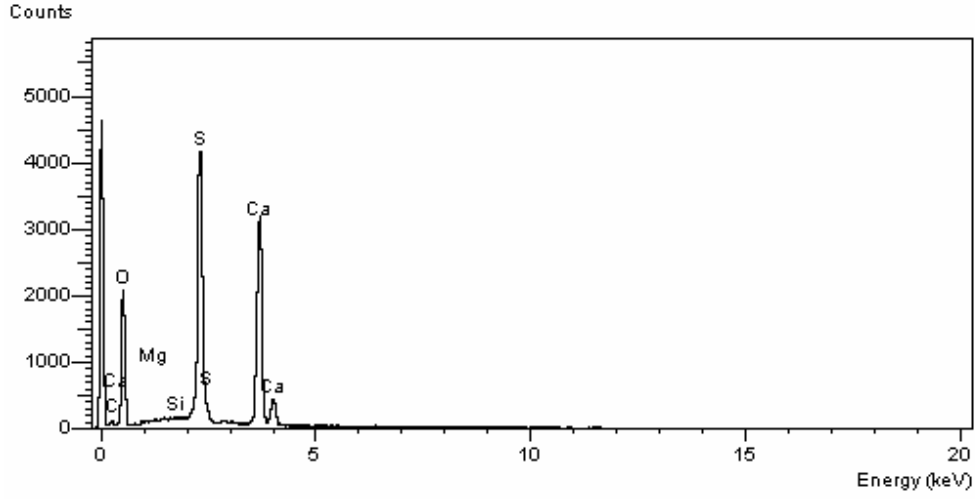
Element	Element %
C	11.44
O	50.90
Mg	0.18
Si	0.30
S	16.08
Ca	21.10



Şekil C.4e : KK S2 numaralı s. harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.4e : KK S2 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları.

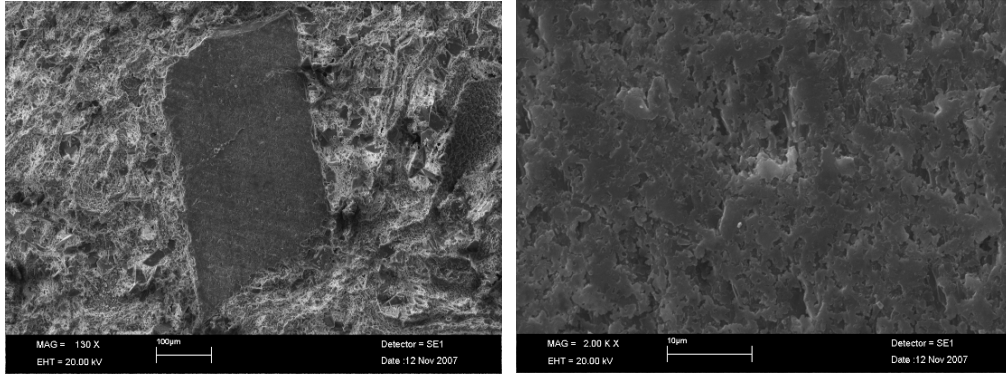
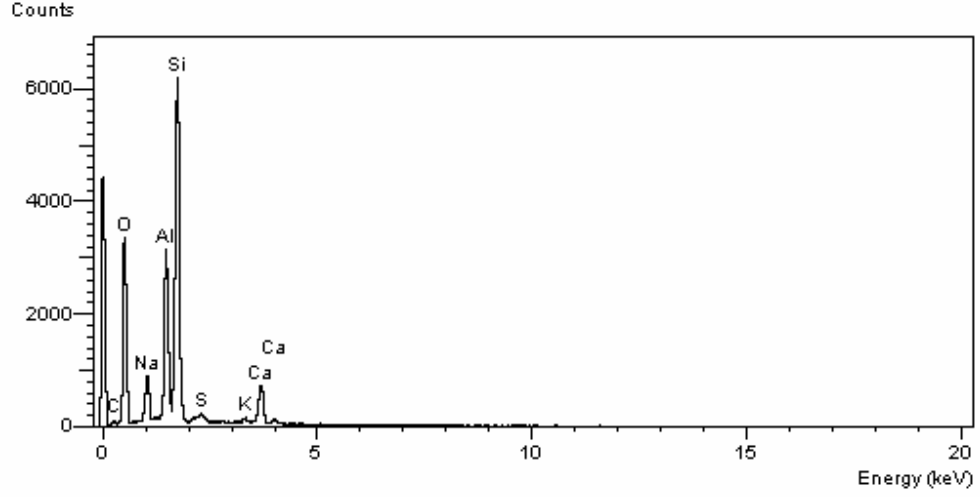
Element	Element %
C	8.47
O	54.78
Mg	0.15
Si	0.29
S	16.14
Ca	20.17



Şekil C.4f : KK S2 numaralı s. harcı örneği bağlayıcı-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.4f : KK S2 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonuçları.

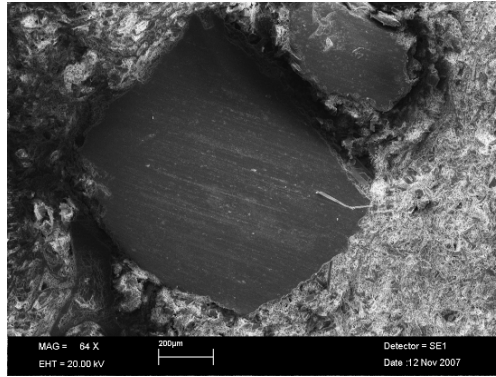
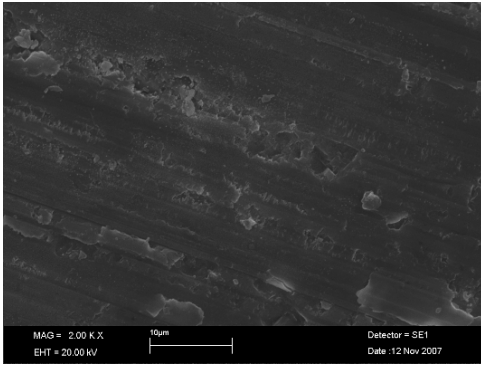
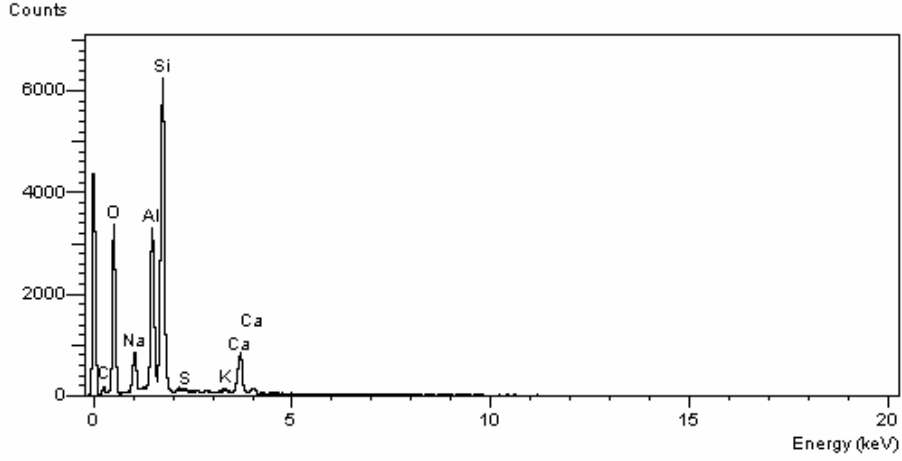
Element	Element %
C	11.32
O	50.74
Mg	0.32
Si	1.39
S	16.04
Ca	20.20



Şekil C.5a : GP H3 numaralı d. harcı örneği agrega-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.5a : GP H3 numaralı d. harcı örneği agrega-1 EDS analizi sonuçları.

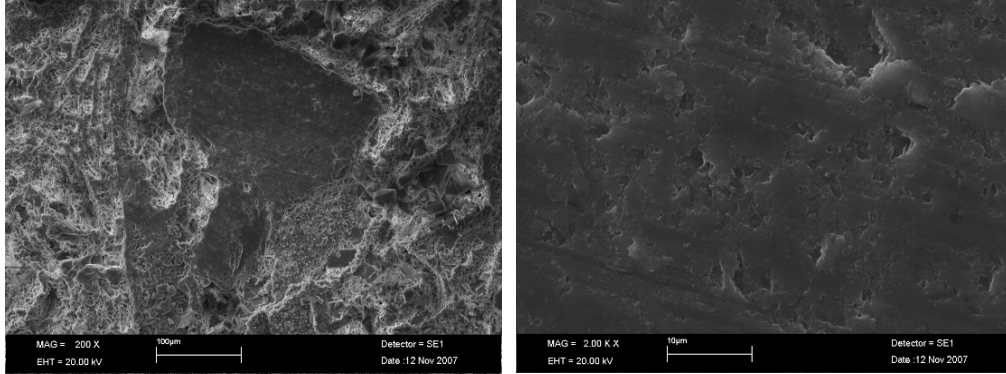
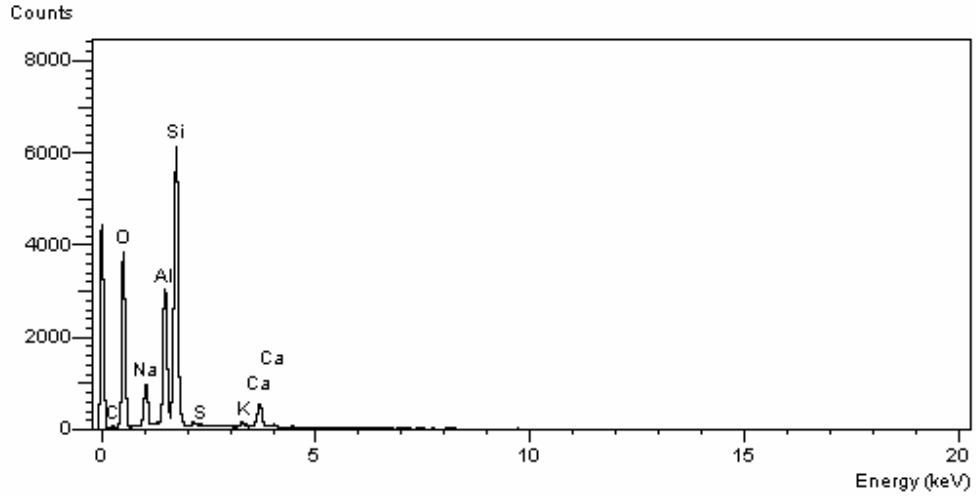
Element	Element %
C	4.25
O	50.59
Na	4.58
Al	10.84
Si	24.99
K	0.44
Ca	4.30



Şekil C.5b : GP H3 numaralı d. harcı örneği agrega-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.5b : GP H3 numaralı d. harcı örneği agrega-2 EDS analizi sonuçları.

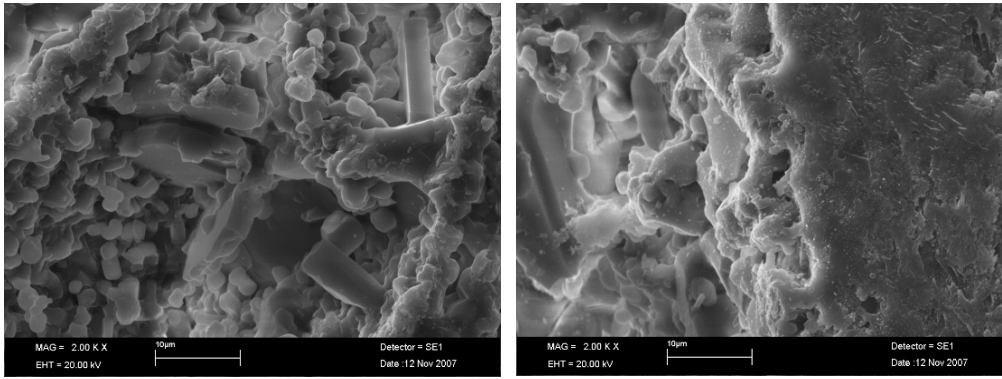
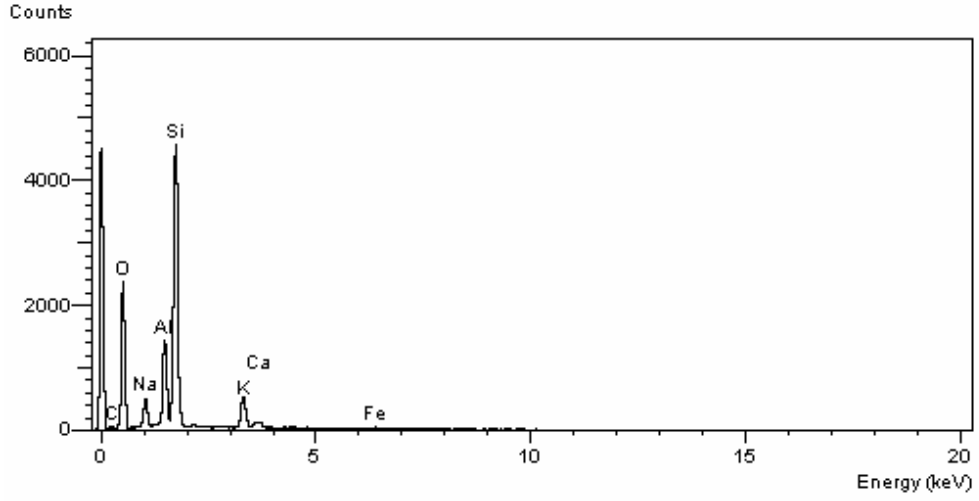
Element	Element %
C	7.51
O	49.03
Na	4.15
Al	11.02
Si	23.34
K	0.31
Ca	4.63



Şekil C.5c : GP H3 numaralı d. harcı örneği agrega-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.5c : GP H3 numaralı d. harcı örneği agrega-3 EDS analizi sonuçları.

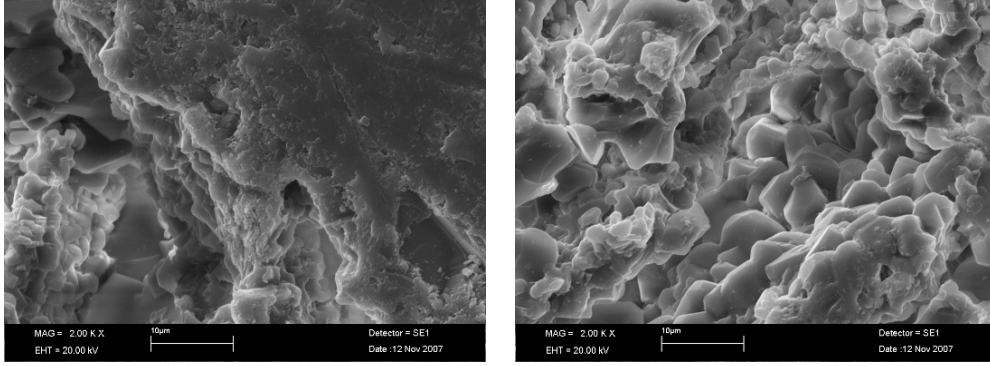
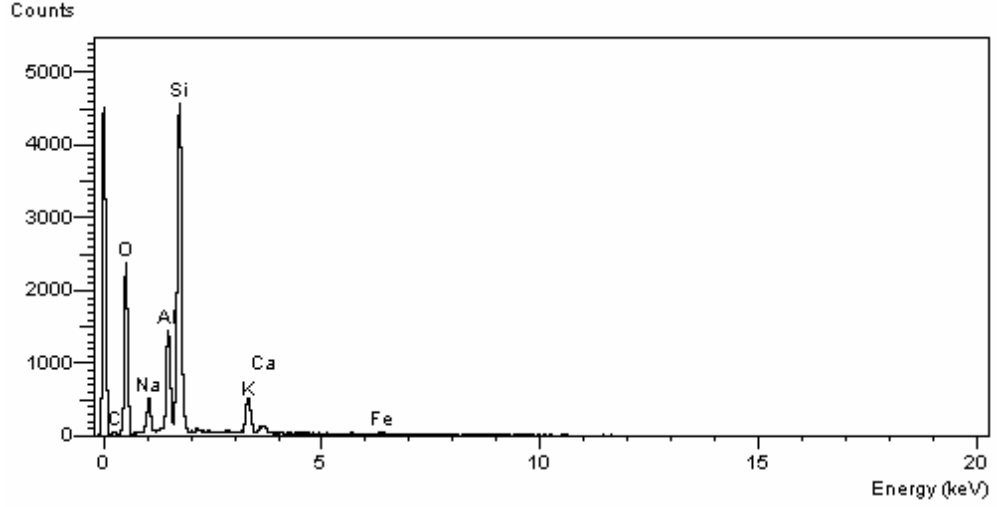
Element	Element %
C	2.77
O	52.64
Na	5.20
Al	11.16
Si	24.71
K	0.48
Ca	3.04



Şekil C.5d : GP H3 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.5d : GP H3 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-1 EDS analizi sonuçları.

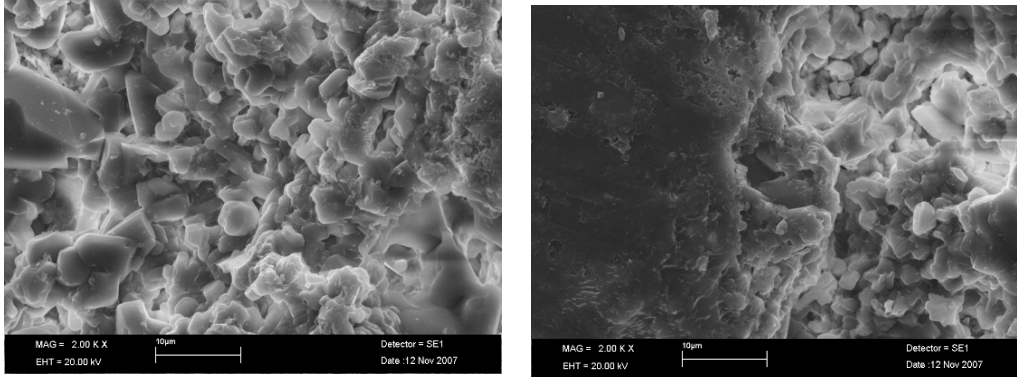
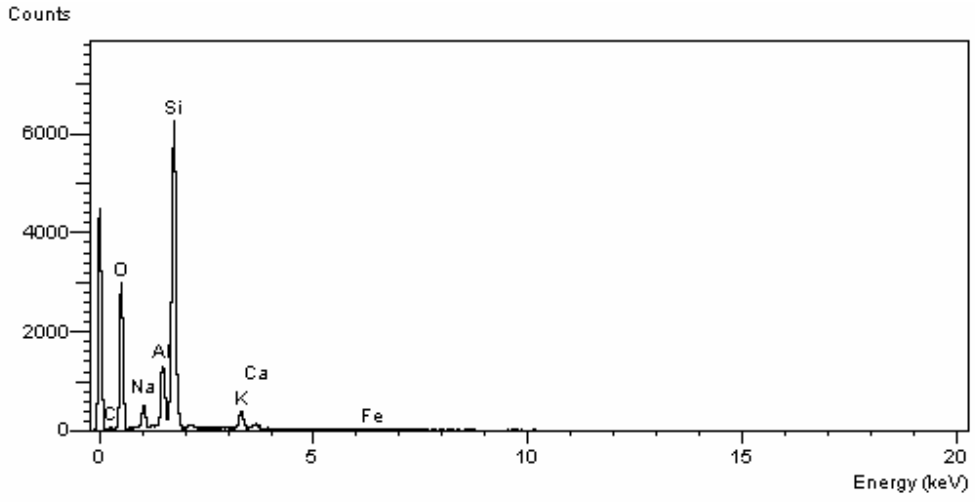
Element	Element %
C	5.16
O	53.65
Na	2.40
Al	4.57
Si	31.03
K	2.20
Ca	0.42
Fe	0.57



Şekil C.5e : GP H3 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.5e : GP H3 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-2 EDS analizi sonuçları.

Element	Element %
C	2.43
O	52.14
Na	4.00
Al	7.94
Si	27.94
K	4.39
Ca	0.66
Fe	0.50



Şekil C.5f : GP H3 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-3 SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge C.5f : GP H3 numaralı d. harcı örneği bağlayıcı-3 EDS analizi sonuçları.

Element	Element %
C	3.83
O	53.76
Na	3.09
Al	5.75
Si	29.89
K	2.64
Ca	0.63
Fe	0.40

Çizelge C.6 : KK S1 numaralı sıva harcı örneği bağlayıcı EDS analizi sonuçları.

Element	Element %
C	4,19
O	44,24
Mg	0,10
Si	0,13
S	22,51
Cl	0.28
Ca	28,55

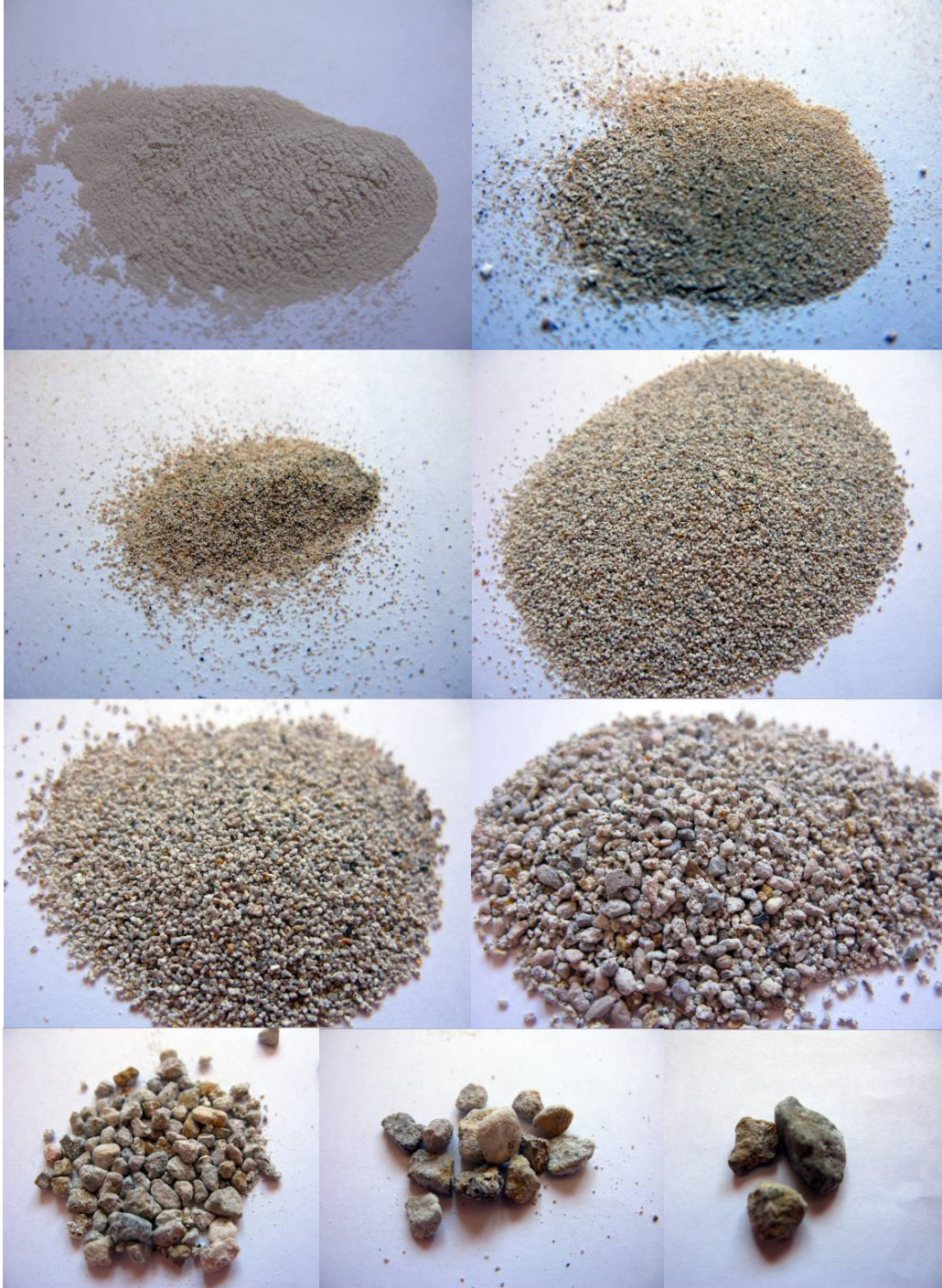
EK D : Mevcut Örneklerin Agregaları



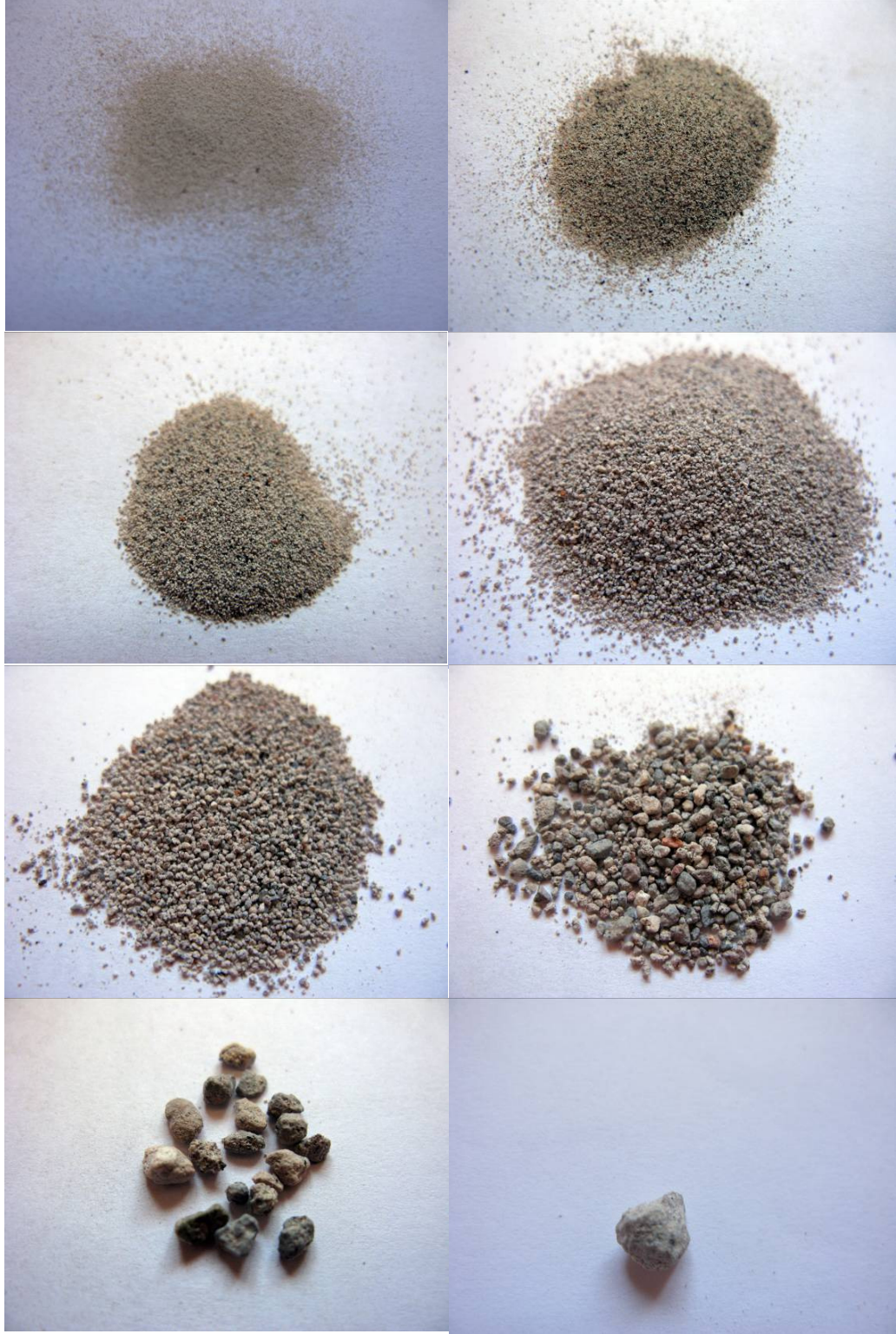
Şekil D.1 : AB H3 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<63 µ, 63 µ, 125 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm., 2 mm, 4 mm. elek üstü).



Şekil D.2 : BK H2 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<math><63 \mu</math>, 63μ, 125μ, 250μ, 500μ, 1 mm, 2 mm, 4 mm. elek üstü).



Şekil D.3 : KP H3 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<63 µ, 63 µ, 125 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm., 2 mm, 4 mm., 8 mm. elek üstü).



Şekil D.4 : GM H1 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (63μ, $63 \mu</math>, $125 \mu</math>, $250 \mu</math>, $500 \mu</math>, $1 \text{ mm.}</math>, $2 \text{ mm.}</math>, $4 \text{ mm.}</math>, elek üstü) .$$$$$$$



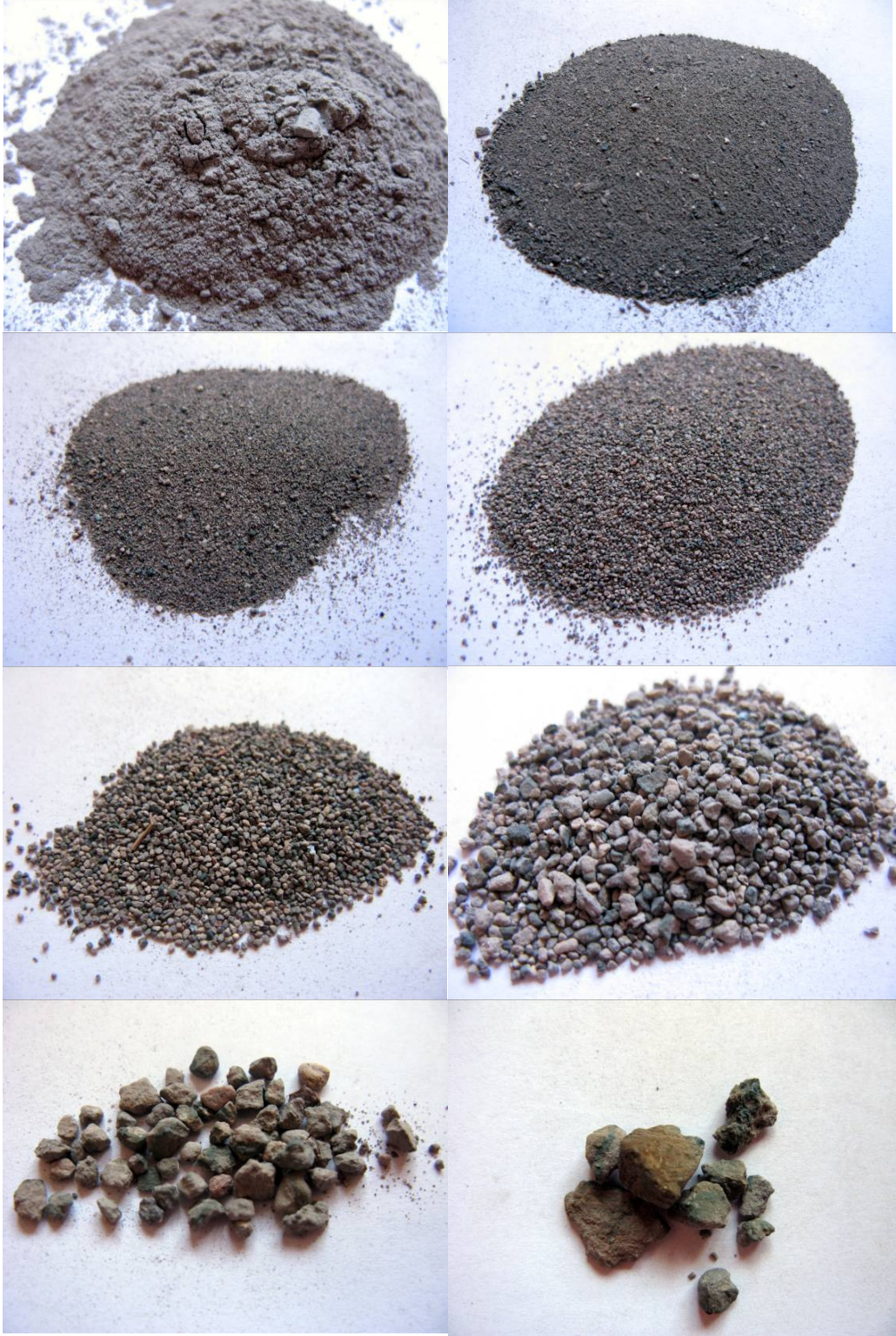
Şekil D.5 : KK H2 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<63 µ, 63 µ, 125 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm., 2 mm. elek üstü).



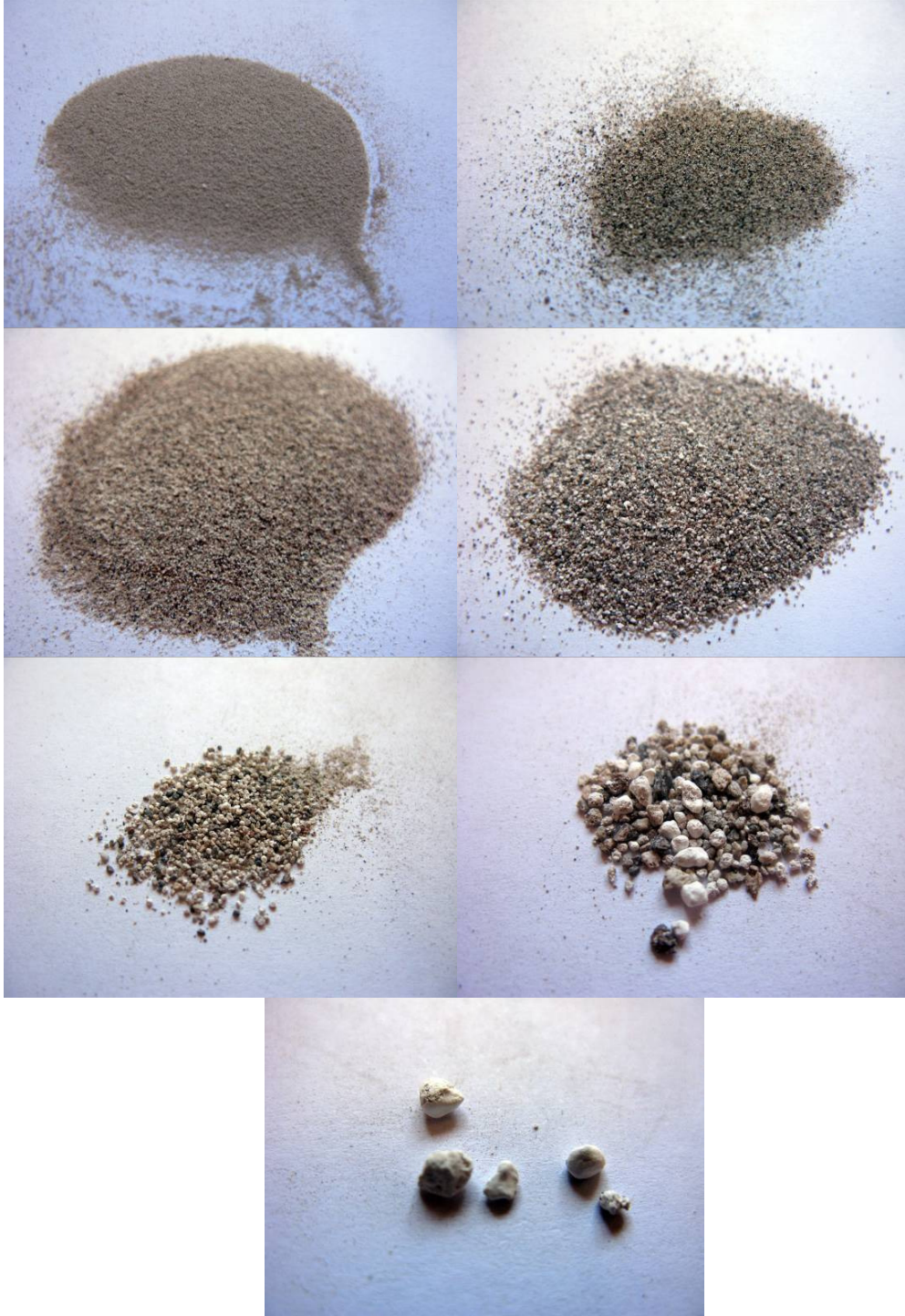
Şekil D.6 : GP H2 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (63 µ, 125 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm., 2 mm. elek üstü).



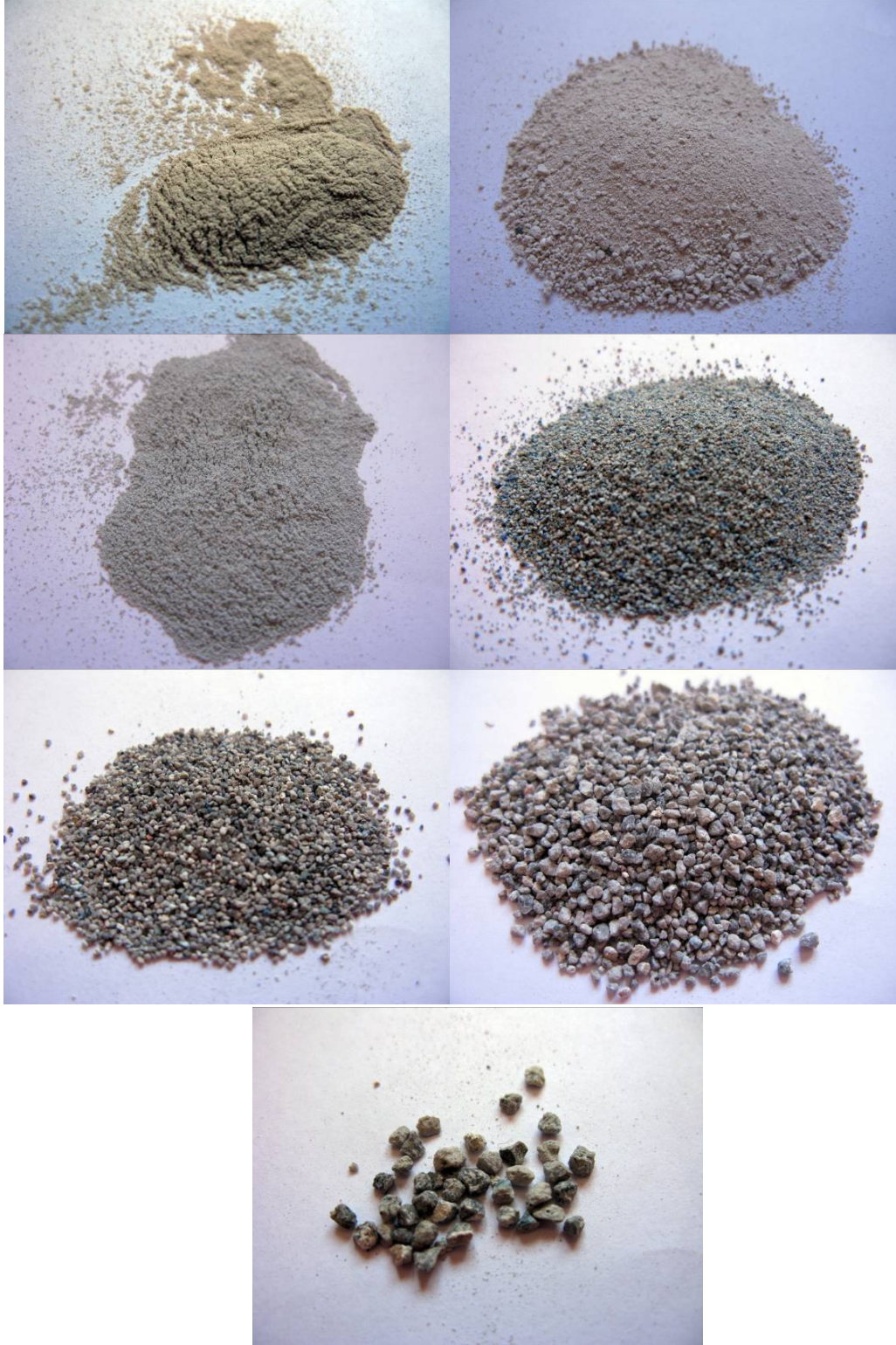
Şekil D.7 : GH H2 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (125 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm., 2 mm.4 mm., 8 mm. elek üstü).



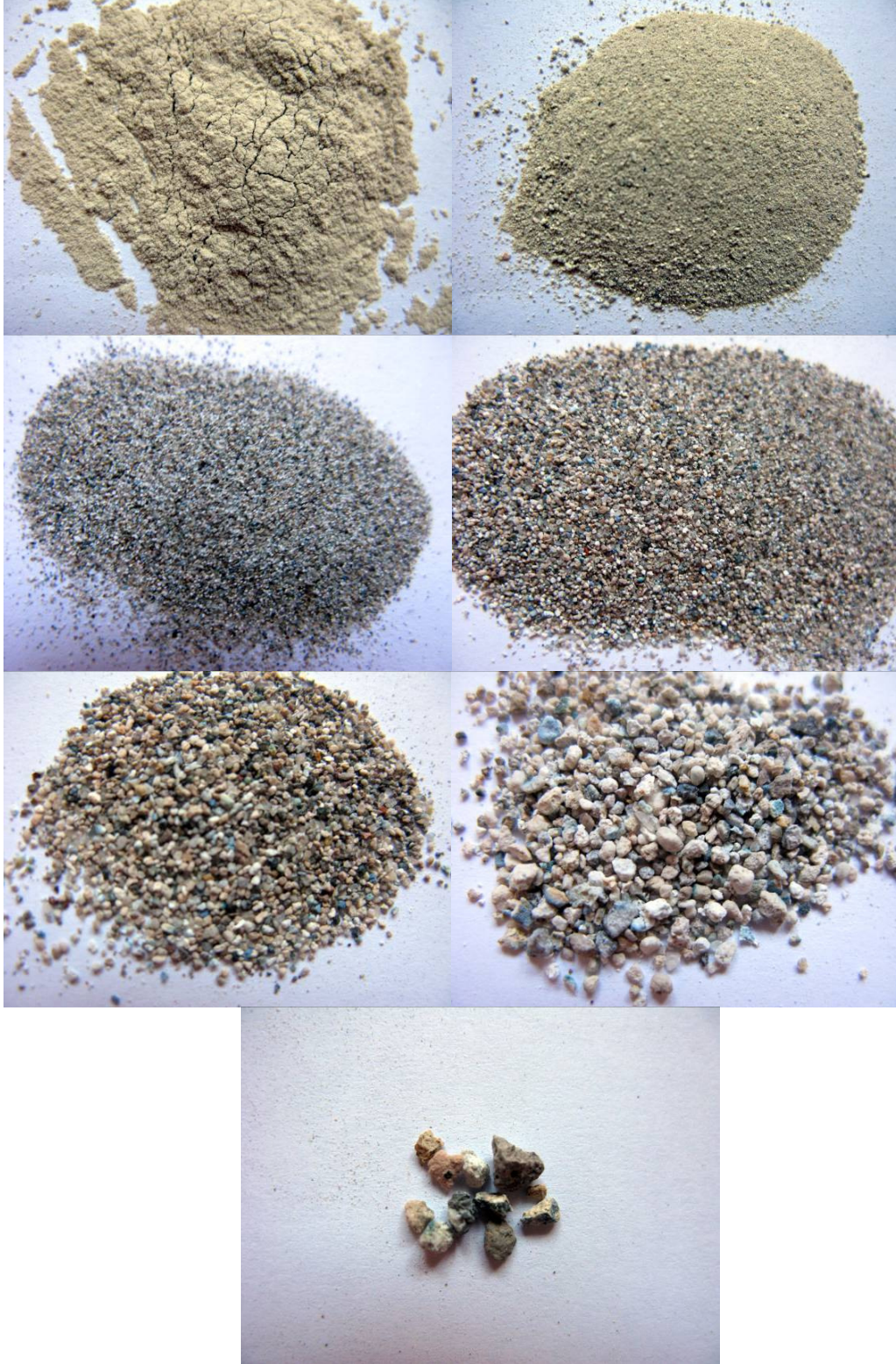
Şekil D.8 : GK H2 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<63 μ , 63 μ , 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm, 4 mm. elek üstü).



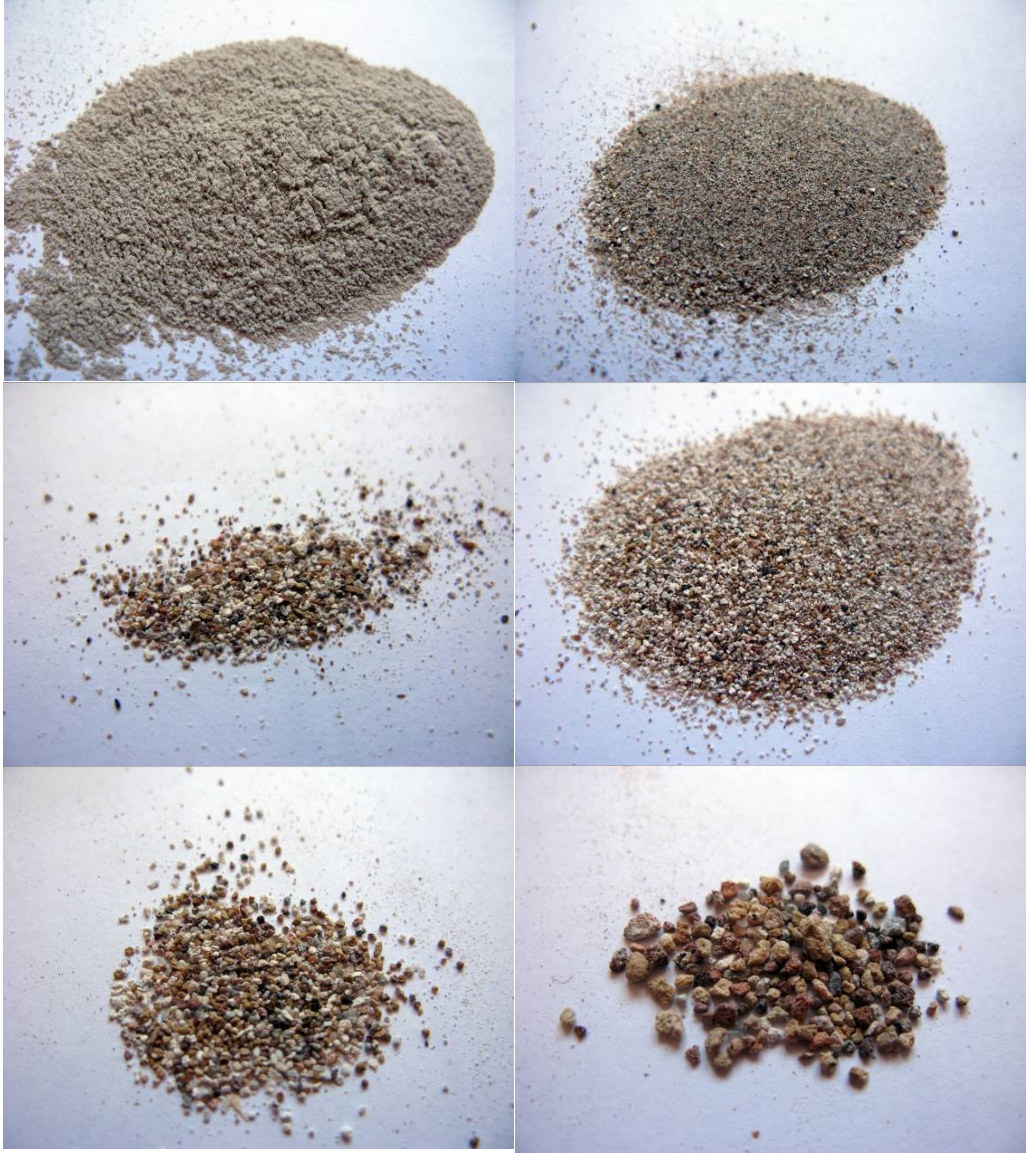
Şekil D.9 : KU H3 numaralı d. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<math>< 63 \mu</math>, 63 μ , 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm. elek üstü).



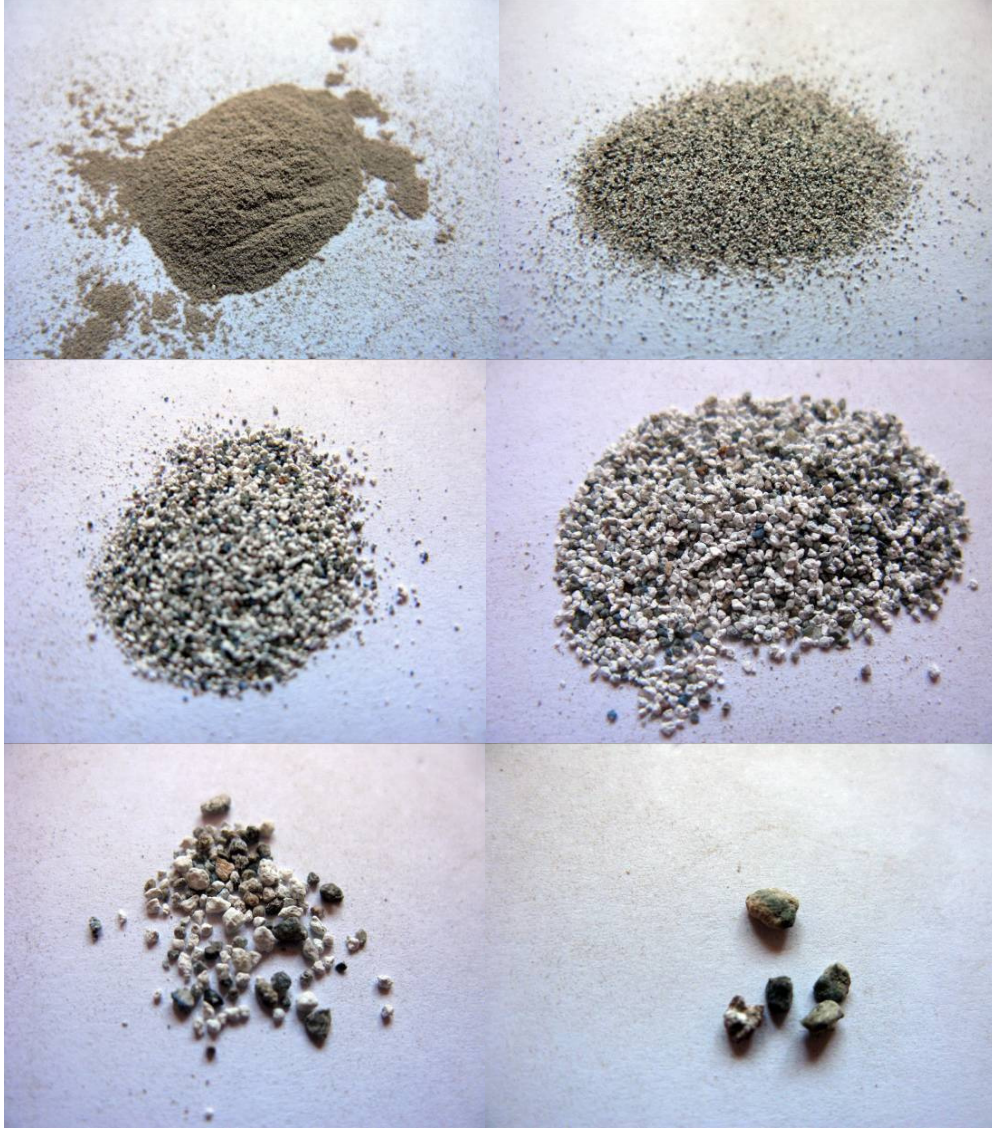
Şekil D.10 : GK S1 numaralı s. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<math><63 \mu</math>,



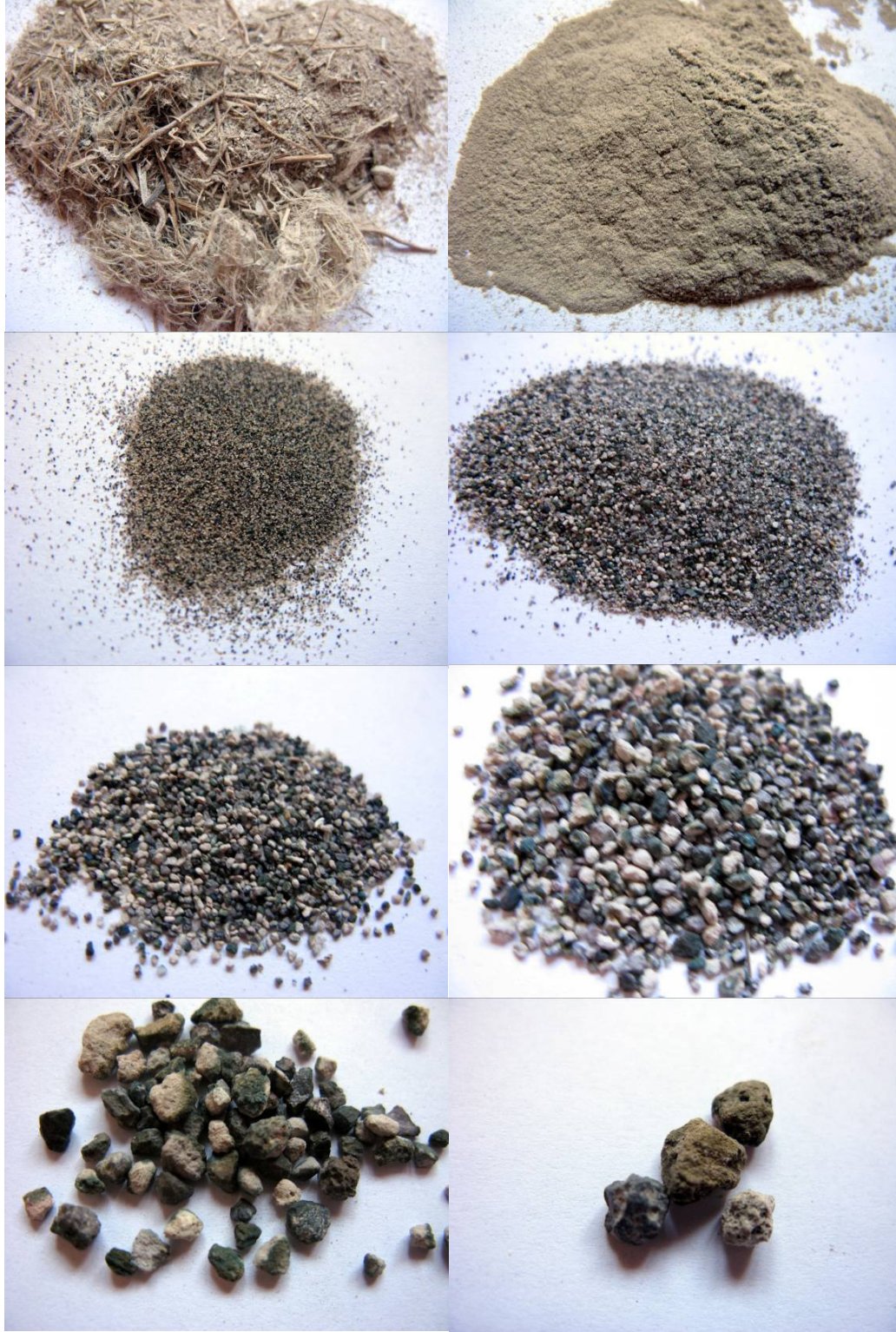
Şekil D.11 : NK S3 numaralı s. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<63 μ , 63 μ , 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm. elek üstü).



Şekil D.12 : EU S2 numaralı s. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (<63 μ , 63 μ , 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm. elek üstü).

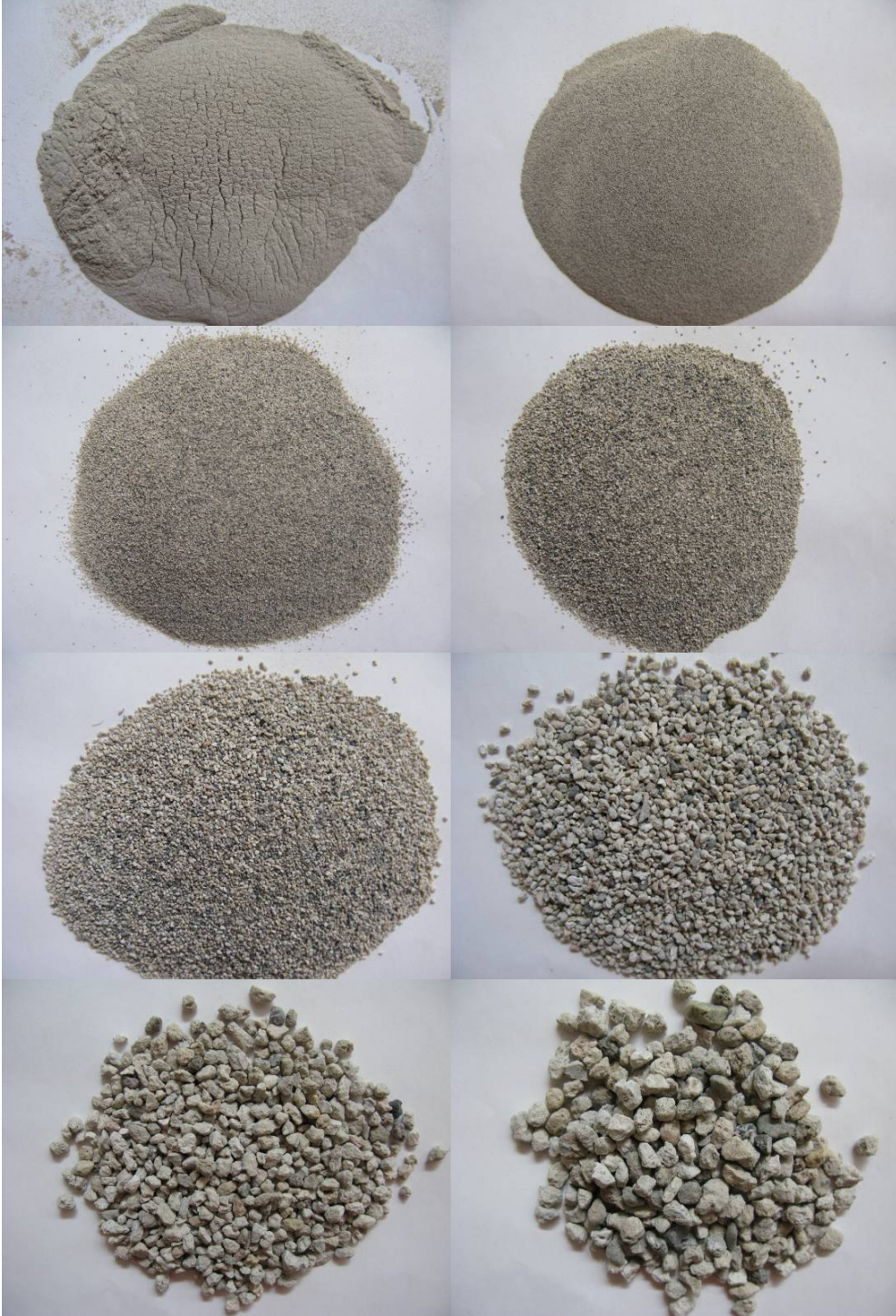


Şekil D.13 : KK S2 numaralı s. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları (63 μ , 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm, 2 mm.. elek üstü).



Şekil D.14 : YK S1k numaralı s. harcının asit kaybı analizinden sonra kalan agr. (f. kağıdı, 63 µ, 125 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm., 2 mm., 4 mm. elek üstü).

EK E : Kullanılan Ham Maddeler



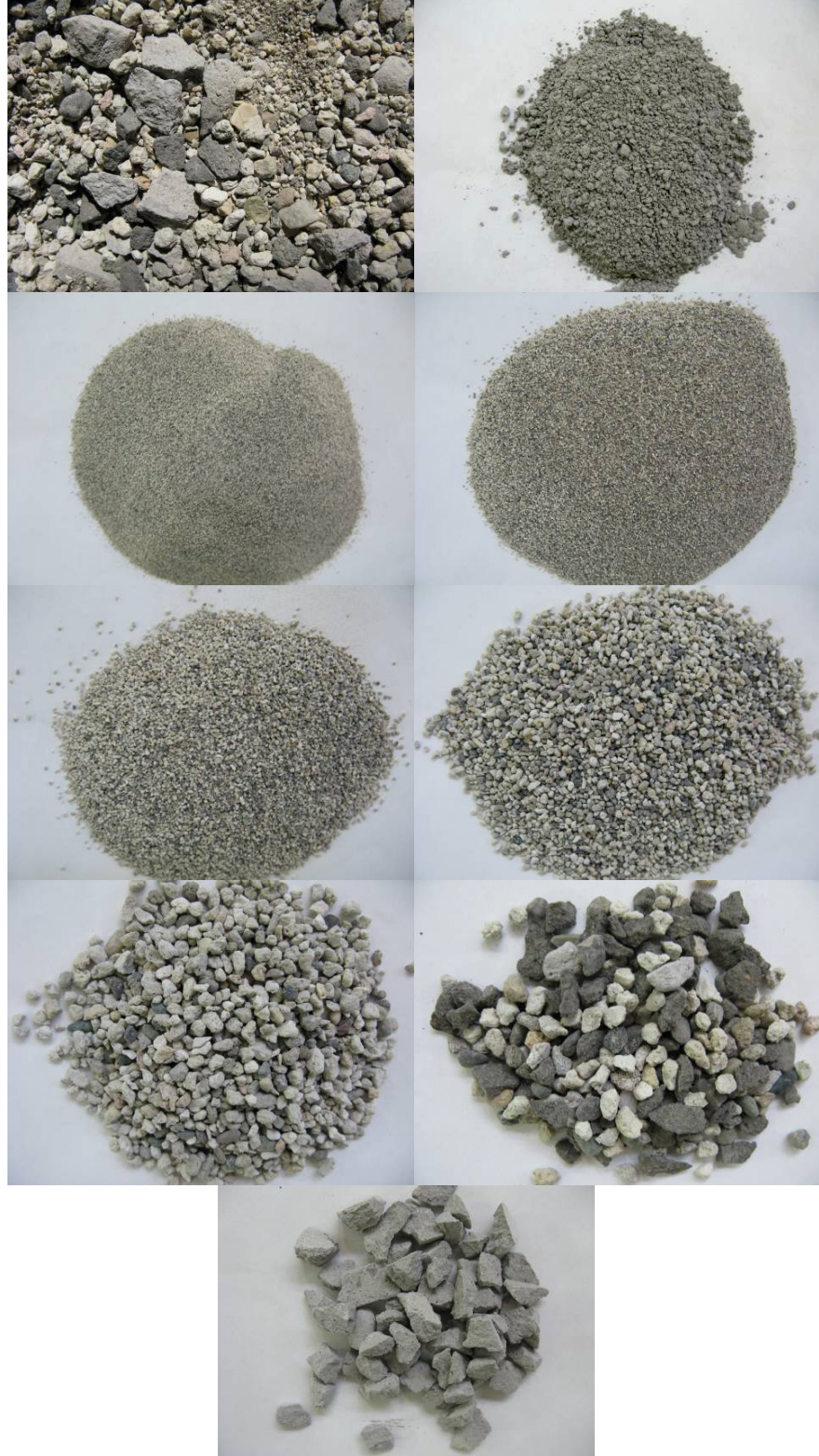
Şekil E.1 : Yanıkdağ kumu (<63 μ , 63 μ , 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm, 4 mm.. elek üstü) .



Şekil E.2 : Kızılırmak kumu (<63 µ, 63 µ, 125 µ, 250 µ, 500 µ, 1 mm., 2 mm, 4 mm.. elek üstü).



Şekil E.3 : Puzolan olarak kullanılan tüfler ve 63 mikron altı öğütülmüş tozları (Gri Kamber trakitik tüfü, Kahverengi Başakpınar trakitik tüfü, Pembe Erkiyet riylitik tüfü, Sarı Koççağız trakitik tüfü, Siyah Tomarza andezitik tüfü).



Şekil E.4 : Harç 1 onarım harcında kullanılan agregalar (Agrega karışımı, <math>< 63 \mu</math> puzolan, 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm, 4 mm., 8 mm. elek üstü).



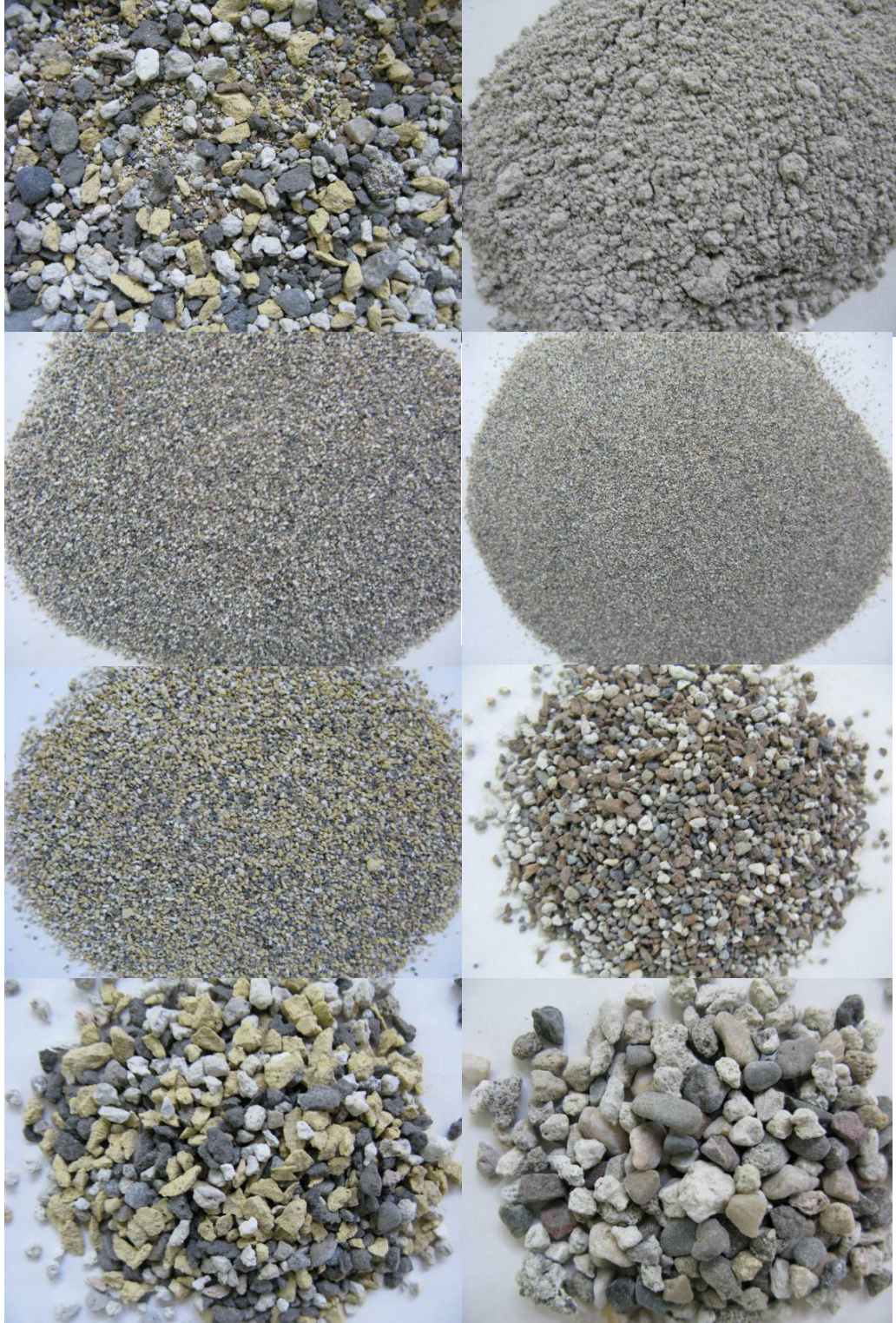
Şekil E.5 : Harç 2 onarım harcında kullanılan agregalar (Agrega karışımı, <math><63 \mu</math> puzolan, 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm, 4 mm., 8 mm. elek üstü).



Şekil E.6 : Harç 3 onarım harcında kullanılan agregalar (Agrega karışımı, <math><63 \mu</math> puzolan, 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm, 4 mm. elek üstü).

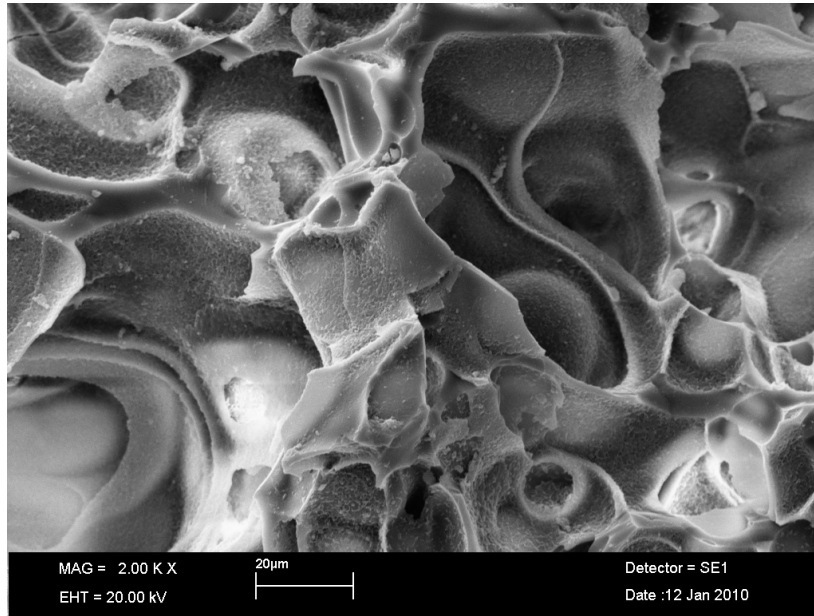
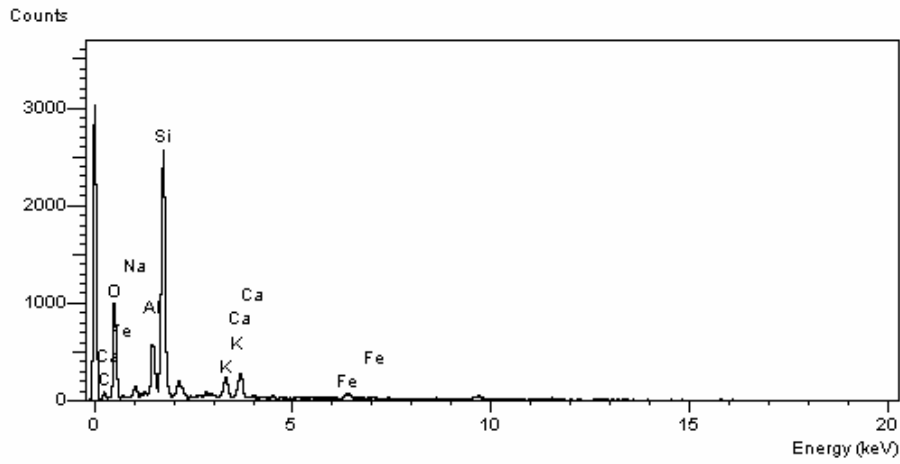


Şekil E.7 : Sıva 1 onarım harcında kullanılan agregalar (Agrega karışımı, $<63 \mu$ puzolan, 125μ , 250μ , 500μ , 1 mm. , 2 mm. , 4 mm. elek üstü).



Şekil E.8 : Sıva 2 onarım harcında kullanılan agregalar (Agrega karışımı, <63 μ puzolan, 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1 mm., 2 mm, 4 mm. elek üstü).

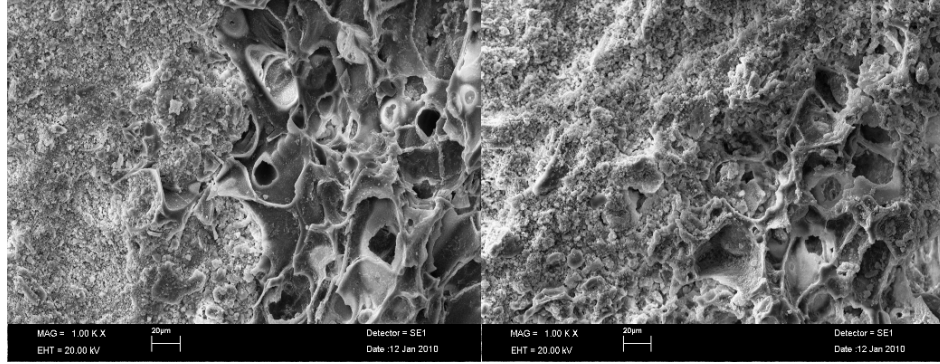
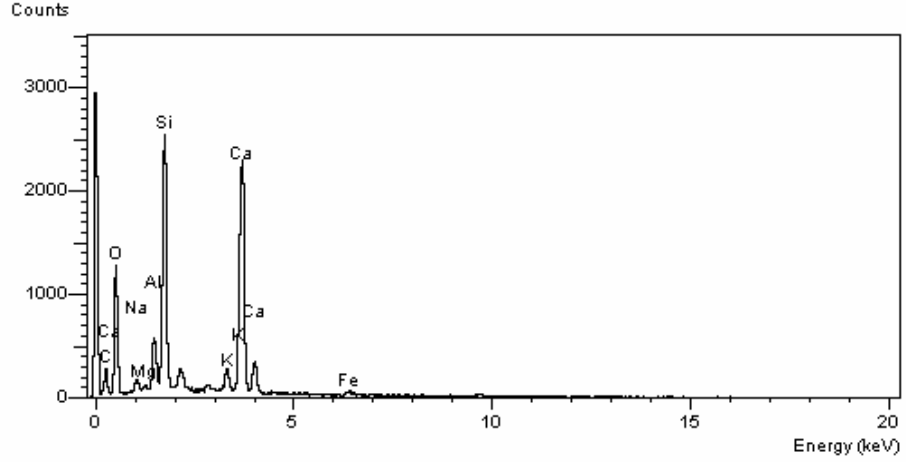
EK F : Onarım Harçlarının SEM Görüntüleri ve EDS Analizleri



Şekil F.1 : H1 numaralı onarım harcı önerisi agrega SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.1 : H1 numaralı onarım harcı önerisi agrega EDS analizi sonuçları.

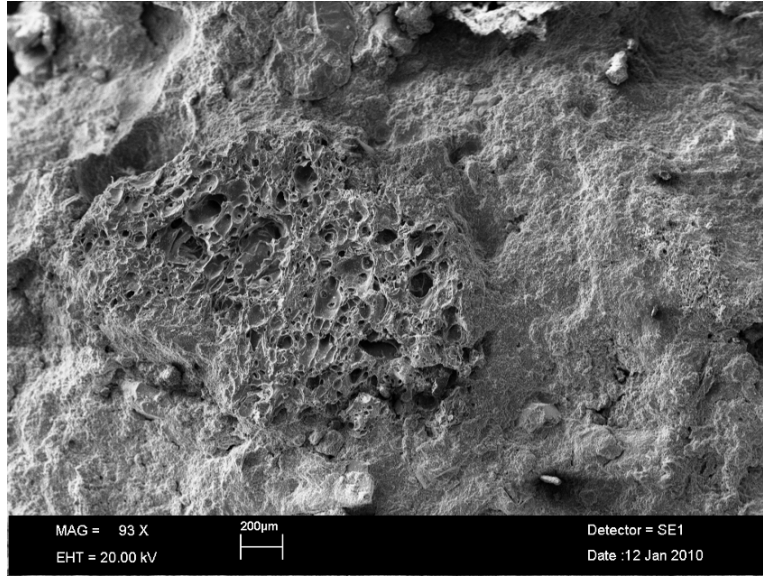
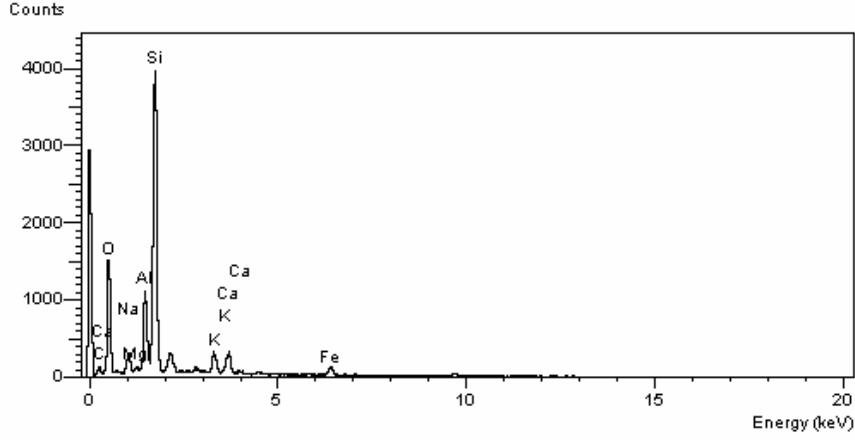
Element	Element %
C	8.37
O	48.22
Na	1.79
Al	5.45
Si	26.28
K	3.12
Ca	4.25
Fe	2.53



Şekil F.2 : H1 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.2 : H1 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları.

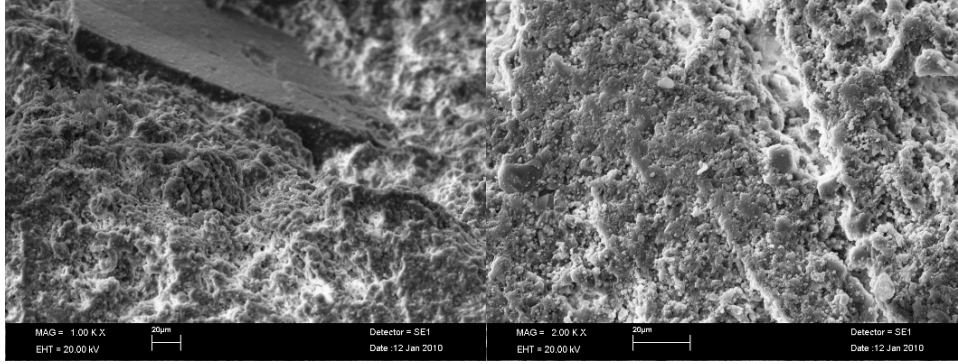
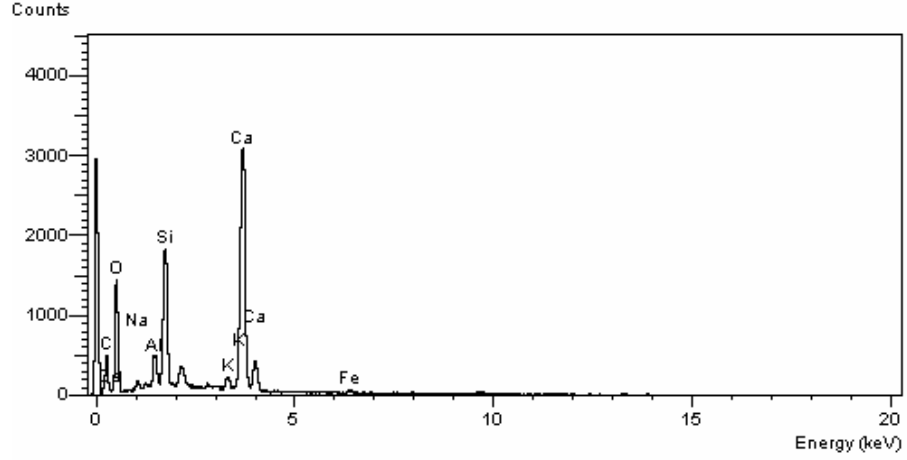
Element	Element %
C	10.33
O	47.21
Na	1.04
Mg	0.25
Al	2.58
Si	11.72
K	1.70
Ca	24.41
Fe	0.76



Şekil F.3 : H2 numaralı onarım harcı önerisi agregası SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.3 : H2 numaralı onarım harcı önerisi agregası EDS analizi sonuçları.

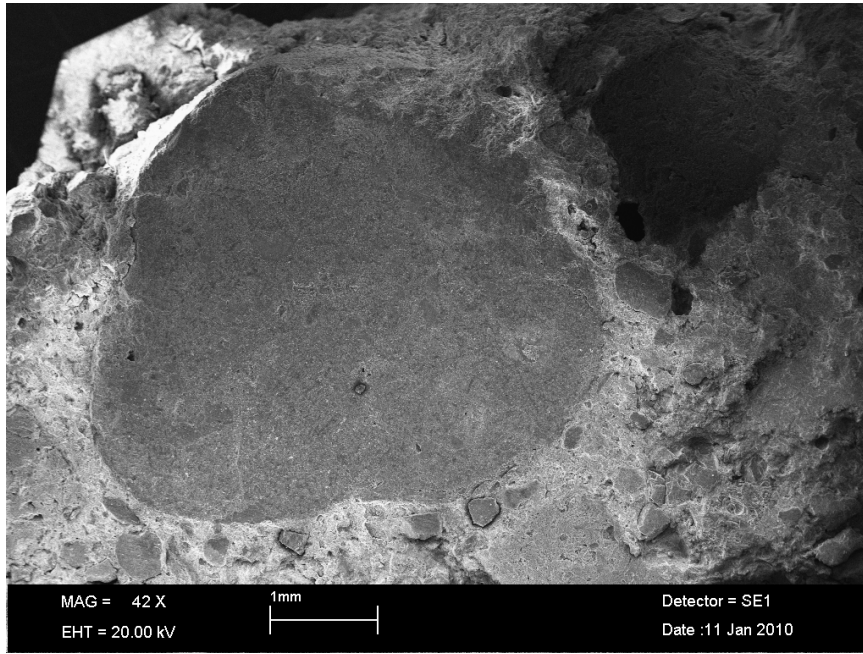
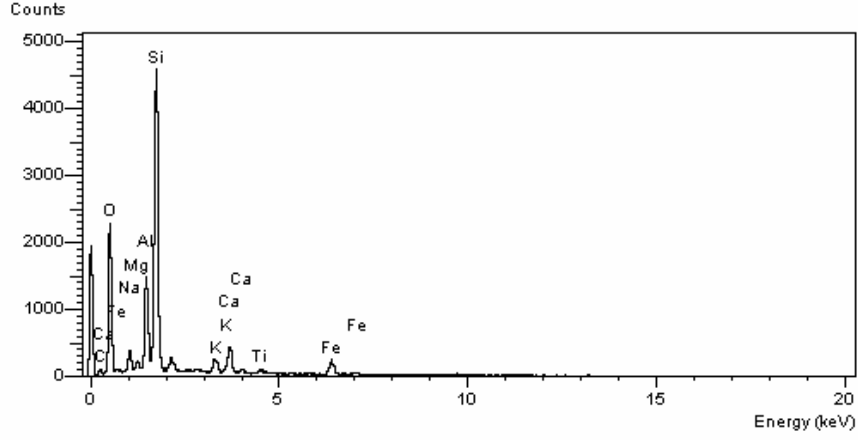
Element	Element %
C	9.30
O	45.99
Na	2.60
Mg	0.26
Al	6.44
Si	26.97
K	2.66
Ca	2.88
Fe	2.90



Şekil F.4 : H2 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.4 : H2 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları.

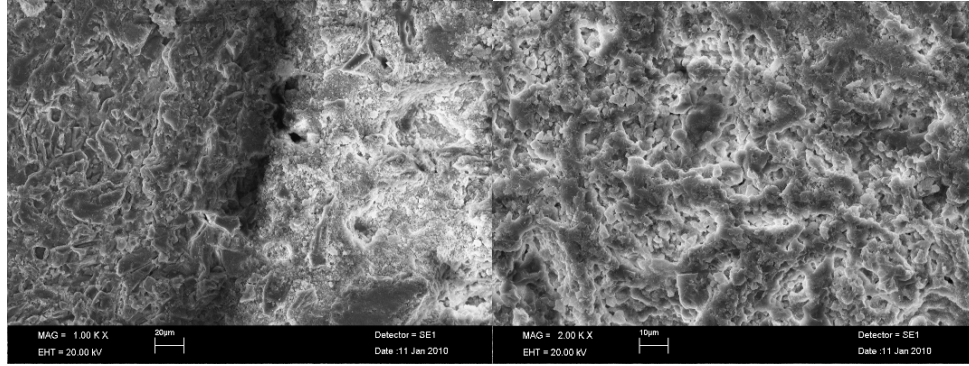
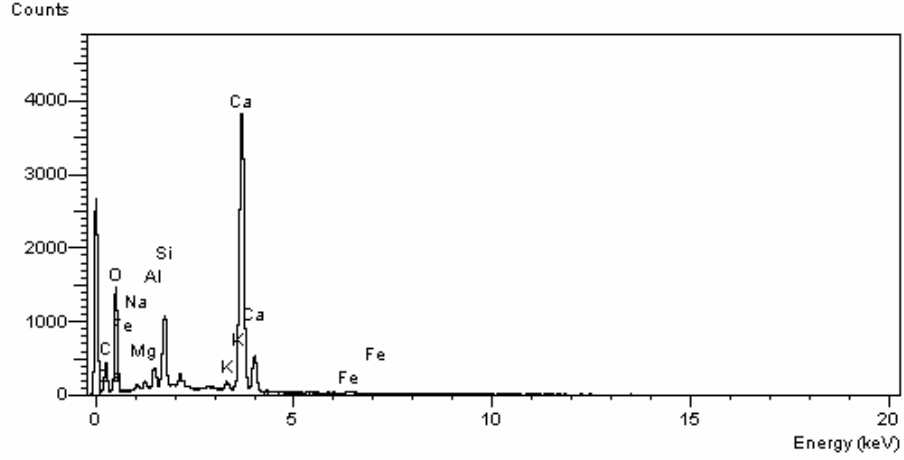
Element	Element %
C	11.19
O	46.18
Na	0.62
Al	1.59
Si	8.79
K	1.29
Ca	29.73
Fe	0.62



Şekil F.5 : S1 numaralı onarım harcı önerisi agregası SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.5 : S1 numaralı onarım harcı önerisi agregası EDS analizi sonuçları.

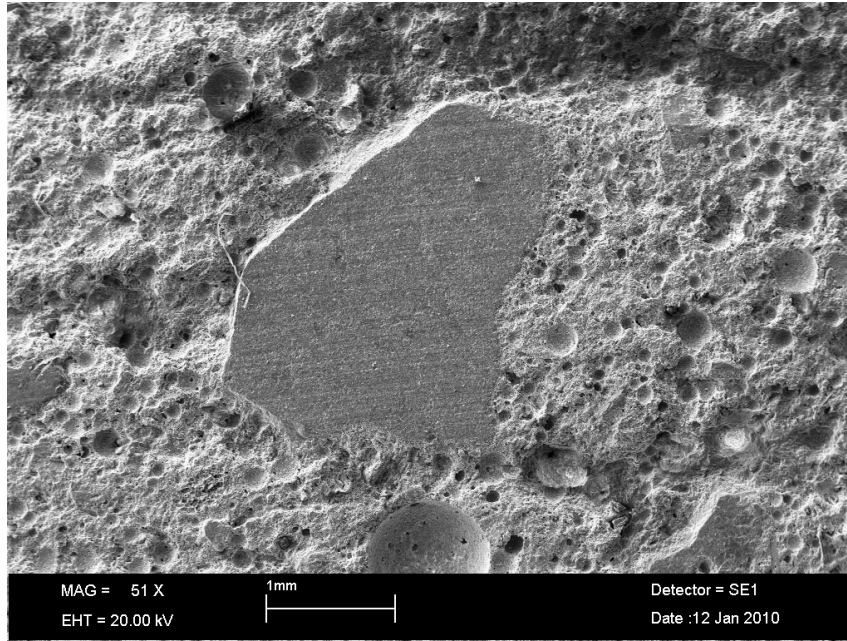
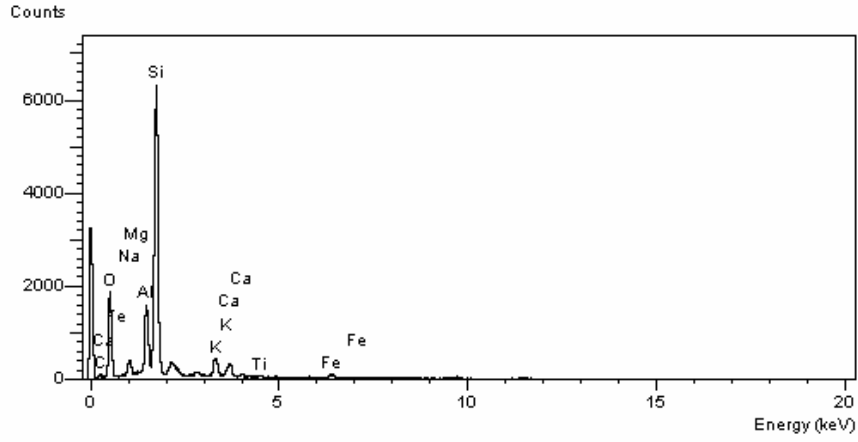
Element	Element %
C	14.33
O	48.32
Na	2.11
Mg	0.60
Al	5.90
Si	20.26
K	0.08
Ca	0.18
Fe	0.19



Şekil F.6 : S1 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.6 : S1 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları.

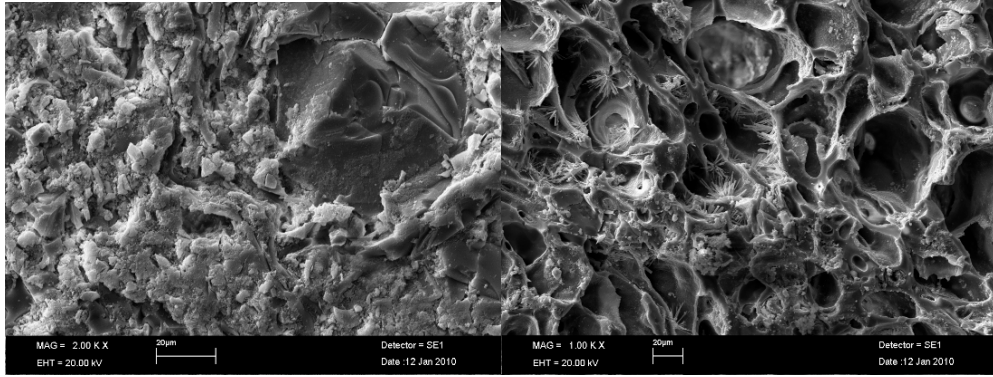
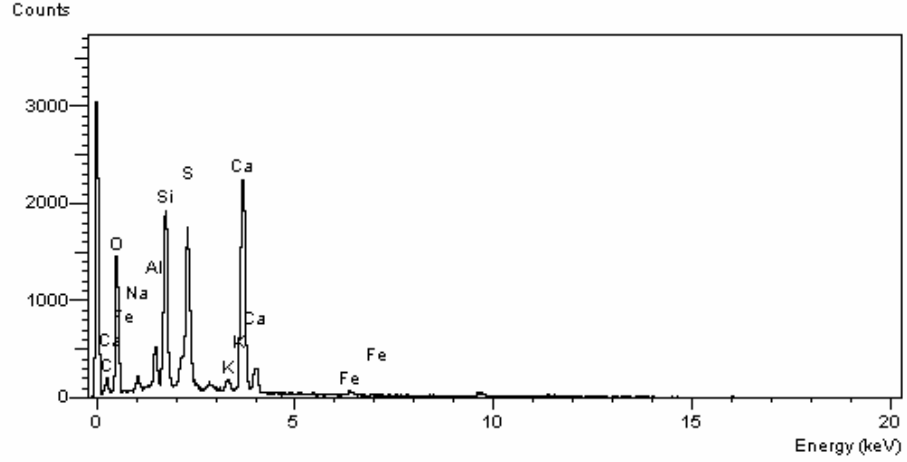
Element	Element %
C	9.87
O	48.30
Na	0.54
Mg	0.46
Al	2.19
Si	8.15
K	0.78
Ca	28.25
Fe	1.47



Şekil F.7 : S2 numaralı onarım harcı önerisi agregası SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.7 : S2 numaralı onarım harcı önerisi agregası EDS analizi sonuçları.

Element	Element %
C	14.69
O	43.53
Na	2.27
Mg	0.17
Al	6.08
Si	26.71
K	0.10
Ca	0.18
Fe	0.15



Şekil F.8 : S2 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı SEM ve EDS görüntüleri.

Çizelge F.8 : S2 numaralı onarım harcı önerisi bağlayıcı EDS analizi sonuçları.

Element	Element %
C	9.18
O	47.27
Na	0.95
Al	2.08
Si	8.80
S	7.36
K	1.14
Ca	22.38
Fe	0.84

**EK G : Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün Onarımlarda Kullanılan Birim Fiyat
Tarifleri**

Çizelge G.1 : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri
(Vakıflar Genel Müdürlüğü Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

<p>V.0902. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla moloz taş duvar yapılması işçiliği (m³): Kontrollükçe verilecek direktife veya projesine veyahut mevcut ve orijinal örneğine uygun şekilde ve ölçüde olarak mevcut moloz veya yeni ocak taşı ile 225 kg. çimento takviyeli kireç harçlı moloz ve taş duvar yapılması işçiliği, moloz taşların geniş yüzlerinin yatak sathı olarak kullanılması, derz ve taş aralarında fazlaca harç yerine moloz taş parçaları konulması, şakuli derzlerin alttaki taşın ortasına gelecek şekilde şaşırtılması, yonu taşı veya tuğla ile bağlantı gerektiğinde sıraların bu bağlantıyla uygun seviyelerde örülmesi (moloz taş hariç) her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m³ bedeli</p>
<p>V.0903. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla sıralı moloz taş duvar yapılması işçiliği (m³): Kontrolün direktifine veya idarece verilecek projesine veya mevcut ve orijinal örneğine uygun şekilde ve ölçüde olmak üzere poz no: V.0902 şartlarıyla ve 225 Kg. çimento takviyeli kireç harçla taş sıralarının yüksekliklerinin duvarın iki başında aynı olmak şartıyla yüzüne derz yapılacak tarzda taş yüzü madırğa ile düzeltilmiş olarak sıralı moloz taş duvar yapılması işçiliği (moloz taş hariç) her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m³ bedeli</p>
<p>V.0904. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla sıralı moloz taş ile kubbe ve tonoz yapılması (m³): Poz no: V.0903 şartlarıyla taş sıralarının genişliği, tonoz ve kubbe aynı yükseklikte düzgün sıralar halinde olmak şartıyla yüzüne derz yapılacak tarzda taş yüzünün madırğa ile düzeltilmesi ve kalıba üzengi hattın paralel olarak yerleştirilmiş sıralı moloz taş tonoz ve kubbe yapılması işçiliği</p>
<p>V.0905. 250 doz harçlı moloz taş dolgu yapılması işçiliği (m³): Tonoz, kubbe ve kemer koltuklarında, tromp üzerinde istenen meyilin temininde, köşe dolgularında, iki yüzü sıralı moloz duvar veya yonu taşı kaplama olan duvarların ortaların da kontrolün direktifine uygun olarak mevcut moloz taşı veya yeni ocak taşı ile 250 doz çimento harçlı moloz taş dolgu yapılma işçiliği, dolgu taşlarının geniş sathları üzerine yatırılarak fazla harç yerine moloz taşı bastırılarak dolgunun yapılması (moloz taşı hariç), her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m³ bedeli</p>
<p>V.0906. Ocak taşı ile 250 doz çimento harçlı dolgu yapılması (m³): Poz no: V.0905 şartlarıyla ocak taşı ile 250 doz harçla dolgu yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil., beher m³ bedeli</p>
<p>V.1660. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla eski duvar yüzlerine tirfil veya çelik mala perdahlı düz sıva yapılması (m²):Sıva yapılacak satıhtaki derzlerin açılması, sathın temizlenip yıkanması, poz no: V.109/A'daki 225 kg çimento takviyeli kalın kireç harcı ile 1. tabakası takriben 3 cm. kalınlıkta, 2. tabakası takriben 1 cm. kalınlıkta olmak üzere toplam 4 cm. kalınlıkta düz sathlı sıva yapılması. 1. tabaka sıvanın yüzünün panolar arasına master çekilmesi ve mala ile perdah edilmesi, 2. tabaka sıvanın gerekiyorsa eserin altındaki örneğine veya kontrolün direktifine uygun olarak poz no: V.0109'daki 225 kg. çimento takviyeli ince kumlu kireç harcı ile yapılması, yüzün tirfil veya çelik mala ile perdah edilmesi, harcın prizinin tamamlayıncaya kadar 8 saat arayla sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>

Çizelge G.1 (devam) : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Gen. Müd. Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

<p>V.1660/A. Düz satıhta kaba sıva yapılması (m²): İnce sıva yapılmayacak durumlarda azami 4 cm. kalınlığında kaba sıvanın yapılmasında; zeminin temizlenip yıkanması poz no: V.0109'daki 225 kg. çimento takviyeli harç ile sıvanın düz olarak yapılması, çelik mala perdahının yapılması, prizini tamamlanıncaya kadar sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1661. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile yüzü bozuk eski düz ve kavisli duvar satıhlarına sıva altı dolgusu yapılması (m²): Sıva yapılacak eski duvarların yılların tahribatı ile eskimiş yer yer dökülmüş ve oyulmuş, çok engebeli 4 cm. farkla şakülünden kaçık, poz no: V.1660'da belirtilen takriben 4 cm. kalınlıkta sıva ile düzeltilmeyecek yüzlerinin de veya 4 cm. kalınlıktaki sıva ile belirlenmeyecek kenar ve köşelerde estetik hat veya kavisleri sağlanamayacak, kemer, tonoz, kubbe, tromp, köşe binisi vs. gibi kavisli satıhların teşkilinde kontrolün müsaadesi ile ve direktifine uygun olarak ortalama 5 cm. kalınlığa kadar poz no: V.0109/A'daki 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile sıva dolgusu yapılması, dolgu harcının en az iki tabaka halinde vurulması ve yüzünün master çekilmeden engebeli bırakılmaması, harcın prizi tamamlanıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1661/A. Horasan harcı ile yüzü bozuk, eski, düz ve kavisli duvar satıhlarında sıva altı dolgu yapılması (m²): Poz no: V.1661 şartları ile poz no: V.0129 Horasan harcı ile sıva yapılması, dolgu harcının en az iki tabaka halinde vurulması ve yüzünün master çekilmeden engebeli bırakılmaması harcın prizi tamamlayıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1662. 225 doz çimento takviyeli kireç harçla kavisli satıhta, eski duvar yüzlerine tirfil veya çelik mala perdahlı münhani sıva yapılması (m²): Poz no: V.1660 şartları ile ve poz no: V.0109 veya V.0109/A'daki 225 kg. çimento takviyeli kireç harçla kavisli satıhtaki eski duvar yüzlerinde tirfil veya çelik mala perdahlı münhani sıva yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1663. Kavisli satıhta kaba sıva yapılması (m²): İnce sıva yapılmayacak durumlarda, veya somaki ve kalem işi zeminlerin hazırlanmasından önce, 3 cm. kalınlığa kadar kavisli satıhlarda kaba sıvanın yapılmasında, zeminin temizlenip yıkanması, poz no: V.0109'daki 225 kg. çimento takviyeli harç ile sıvanın kavisli olarak yapılması, çelik mala perdahının yapılmaması prizini tamamlayıncaya kadar sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1664. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine tirfil veya çelik mala perdahlı düz sıva yapılması (m²): Alt tabakası poz no: V.0109/A'ya uygun 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile ortalama 3-5 cm. kalınlıkta üst tabakası poz no: V.0118'e uygun 300 kg. çimento takviyeli kireçli horasan harcı ile ortalama 1 cm. kalınlıkta olmak üzere poz no: V.1660 şartlarıyla eski duvar yüzlerinde düz satıhlarda Horasan harçlı tirfil veya çelik mala perdahlı sıva yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>

Çizelge G.1 (devam) : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Gen. Müd. Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

<p>V.1664/A. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine tırfil veya çelik mala perdahlı düz sıva yapılması (m²): Sıva yapılacak satıhtaki derzlerin hararetli olan harçlarının temizlenip yıkanması için poz no: V.0129'daki horasan harcı ile ortalama 3 cm. kalınlıkta 2 tabaka, poz no: V.0130'daki horasan harcı ile ortalama 1 cm. kalınlıkta üst tabaka olmak üzere tırfil veya çelik mala perdahlı düz sıva yapılması, yüzeylerinin pürüzsüz ve kalem işi yapılacak hale getirilmesi her türlü malzeme ve işçilik dahil, (sıva yapılacak alanda derz açılması gerekiyor ise derz açma bedeli ilgili pozundan ayrıca ödenir.) beher m² bedeli</p>
<p>V.1664/B. Horasan harcı ile mevcut sıva üzerine tırfil veya çelik mala perdahlı düz ince sıva yapılması (m²): Sıva yapılacak mevcut zemin ve sıva satıhlarının yıkanarak temizlenmesi poz no: V.0130'daki Horasan harcı ile ortalama 1 cm. kalınlıkta sıva yapılarak yüzünün tırfil veya çelik mala ile perdahlanmış sıva yüzünün pürüzsüz ve kalem işi yapılacak hale getirilmesi her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1665. Horasan harcı ile kavisli satıhlı eski duvar yüzlerine, tırfil veya çelik mala perdahlı münhani sıva yapılması (m²): Alt tabakası poz no: V.0109/A'ya uygun 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile ortalama 2-5 cm. kalınlıkta, üst tabakası poz no: V.0118'e uygun 300 kg. çimento takviyeli kireçli Horasan harcı ile ortalama 1 cm. kalınlıkta olmak üzere poz no: V.1660 şartlarıyla kavisli satıhlarda eski duvar yüzlerinde tırfil veya çelik mala perdahlı münhani sıva yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1665/A. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine, tırfil veya mala perdahlı kavisli sıva yapılması (m²): Kavisli sıva yapılacak mevcut zemin ve sıva satıhların yıkanması alt tabakaların poz no: V.0129'daki horasan harcı ile ortalama 2-5 cm. kalınlıkta üst, tabakası poz no: V.0130'daki Horasan harcı ile ortalama 1 cm. kalınlıkta olmak üzere tırfil veya çelik mala ile perdahlı kavisli sıva yapılması, yüzeylerin pürüzsüz ve kalem işi yapılacak hale getirilmesi her türlü malzeme ve işçilik dahil, (sıva yapılacak alanda derz açılması gerekiyor ise derz açma bedeli ilgili pozundan ayrıca ödenir.) beher m² bedeli</p>
<p>V.1665/B. Horasan harcı ile eski duvar yüzlerine, tırfil veya çelik mala perdahlı kavisli ince sıva yapılması (m²): Kavisli sıva yapılacak mevcut zemin ve sıva satıhların yıkanarak temizlenmesi poz no: V.0130'daki Horasan harcı ile ortalama 1 cm. kalınlıkta sıvanarak yüzünün tırfil veya çelik mala ile perdahlanması sıva yüzü pürüzsüz ve kalem işi yapılacak hale getirilmesi her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1666. Yonu taşı pirinci ve beyaz çimentolu harçla sıva yapılması ve taraklanması (m²): Alt tabakası poz no: V.0106'ya uygun 500 dozlu çimento harcı ile ortalama 3 cm. kalınlıkta, üst tabakası poz no: V.0115'e uygun 600 doz beyaz çimentolu ve yonu taşı tozlu harçla ortalama 1 cm. kalınlıkta olmak üzere poz no: V.1660 şartlarıyla her türlü satıhta çelik mala perdahlı sıva yapılması sıvanın prizi tamamlanmasından sonra ince dişli el tarağı ile hep aynı istikamette olmak üzere taraklanması, taraklanmada satıhın bozulmaması ve oyulmaması, köşelerin kırılmaması, kavislerde hatların bozulmaması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>

Çizelge G.1 (devam) : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Gen. Müd. Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

<p>V.1667. Kıtıklı veya keçi kıllı kireç harcı ile bağdadi veya diğer ahşap veya kargir düz satırlar üzerine sıva yapılması (m²): Bağdadi veya benzeri, ahşap veya kagir satırlar üzerine alt tabakası poz no: V.0114'deki kıtıklı veya keçi kıllı kireç harcı ile ortalama 3 cm. kalınlıkta, üst tabakası poz no: V.0108'deki ince kumlu yağlı kireç harcı ile ortalama 1 cm. kalınlıkta olmak üzere poz no: V.1660 şartlarıyla 4 cm. kalınlıkta kıtıklı veya keçi kılı kireç harçla sıva yapılması, alt satır altındaki bağdadi veya benzeri ahşap kaplama aralarının sıva girecek tarzda temizlenmesi, satırların yıkanması, birinci kat sıvanın, panolar arasına master çekildikten sonra ıslatılarak çelik mala ile kıtık veya keçi kılı dışarıda kalmayacak şekilde perdahı, köşelerin keskin hatların muntazam çıkarılması, ikinci kat sıvanın yüzünün de sıva çektikten sonra çelik mala ile perdahının yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1667/A. Kıtıklı veya keçi kıllı kireç harcı ile bağdadi veya diğer ahşap veya kagir kavisli satırlar üzerine sıva yapılması (m²): Poz no: V.1667 şartlarıyla kıtıklı veya keçi kıllı kireç harcı bağdadi veya diğer ahşap veya kagir kavisli satırlar üzerine sıva yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1668. Çamur harçla kurşun altına sıva yapılması (m²): Poz no: V.0122'deki çamur harcın hazırlanıp 48 saat bekletilmesinden sonra, temizlenmiş satırlarda, alt satırın kavisine uygun olarak ortalama 5 cm. kalınlıkta çamur sıva yapılması, sıva kendisini çektikten sonra üzerine kurşun taksimatının çizilmesi, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1668/A. Çamur harçla düz veya münhani satırlı duvar, kubbe, tonoz v.b. yerlerde sıva yapılması (m²): Poz no: V.1668 şartlarıyla düz veya münhani satırlı duvar, tonoz kubbe vesaire gibi yerlerde çamur harçla ortalama 3,5 cm. kalınlıkta sıva yapılması, sıva çektikten sonra yüzünün çelik mala ile perdah edilmesi, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1669. Beyaz çimento ve yonu taşı tozu harcı ile malakari stelaktit ve sıvasının yapılması (m²): Kontrolün direktifine, mevcut ve orijinal örneğine veya örneğine uygun olarak müteahhitçe hazırlanarak idarece tasdik edilecek krokisine veya idarece verilecek detay projesine uygun olarak beyaz çimento ve yonu taşı tozu harcı ile malakari stelaktit yapılması, stelaktit yapılacak satırltaki bozuk kısımların düzeltilmesi veya kırık kısımların tamir edilmesinden sonra poz no: V.0106'da 500 dozlu çimento harcı ile ortalama 4 cm. kalınlıkta alt tabaka sıvanın yapılması, harç priz yapıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması, üzerine poz no: V.0115'deki 600 dozlu beyaz çimentolu taş tozlu harçla ortalama 1 cm. kalınlıkta olmak üzere stelaktitlerin yapılması, stelaktitlerin kenar ve köşelerin keskin olarak kesilmesi ve motiflerinin muntazam çıkarılması, yüzlerini çelik mala ile perdahlanması, harç prizini tamamlanıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>

Çizelge G.1 (devam) : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Gen. Müd. Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

<p>V.1669/A. Takviyeli harç ile mukarnaslı ve müzeyyen sıva yapılması (m²): Kontrollüğün direktifleri doğrultusunda, mevcut ve orijinal örneğine uygun olarak müteahhitçe hazırlanıp idarece tasdik edilecek kroki veya detaylı projesi veya idarece verilecek detaylı projesine göre alt tabakası tezyinatlı sıva olarak poz no: V.0109'daki takviyeli harçla ortalama 4 cm. kalınlığında hazırlanması, alt tabaka hazırlandıktan sonra poz no: V.0101'deki 250 doz çimento harcı ile ortalama 1 cm. kalınlığında olmak üzere mukarnasların yapılması, mukarnasların kenar ve köşelerinin düzgün ve keskin olarak kesilmesi ve motiflerin muntazam olarak çıkarılması, yüzeylerin çelik mala ile perdahlanması, harç prizini tamamlanıncaya kadar 6 saat ara ile sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1751. 250 doz çimento harcı ile moloz taş duvarda derz yapılması (m²): Derz yapılacak taş duvarın daha önceden poz no: V.0413 veya V.0416'ya göre hangisi uygunsa derzlerin açılması, bulunması muhtemel bitki köklerinin temizlenmesi, yüzeyin yıkanmasından sonra 250 doz çimento harcı ile duvar yüzeyinin derzlenmesi, harcın taş yüzeyine buluşmaması, derz yüzüne fırça sürülmeden, çelik mala ucu ile derz yüzünün bastırılarak perdah edilmesi harcın prizi tamamlanıncaya kadar 8 saat ara ile derzlerin sulanması, inşaat yerindeki yüklenme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, bütün malzeme ve zayıtı, işçilik giderleri ile müteahhit karı ve genel giderler dahil, (derz açma bedeli hariç), beher m² bedeli</p>
<p>V.1752. 250 doz çimento takviyeli kireç harcı ile moloz taş duvarda klasik kabartma derz yapılması (m²): Poz no: V.0413'e göre temizlenerek derz yapılmaya hazır hale getirilmiş olan moloz taş duvar yüzünde, kontrolün direktifine veya mevcut ve orijinal örneğine uygun olarak müteahhitçe örnek yapılması, örnek kontrolce beğenildikten sonra 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile örneğine uygun klasik kabartma derz yapılması, derzin kenar ve köşelerinin, moloz taşının her birinin tabii kenar ve köşelerine paralel olarak tanzimi, derzin taş yüzünden balık sırtı kesitinde olarak en çok 2 cm. kabartılması ve yüzün çelik mala ile bastırılarak perdahı, derz yüzüne fırça sürülmemesi, taş yüzüne bulaşan harcın derz bozulmadan temizlenmesi, harcın prizi tamamlanıncaya kadar 8 saat ara ile derzlerin sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1753. Kireç harçla moloz taş duvarda derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla, kireç harçla moloz taş duvarda derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1754. Kireçli Horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla, poz no: V.0118'deki 300 kg. çimentolu ve kireçli horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1755. 255 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla, poz no: V.0109'deki 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1756. 300 doz çimento takviyeli kireçli horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması (m²): Poz no: V.1752 şartlarıyla, poz no: V.0118'deki 300 kg. çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede, klasik kabartma derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>

Çizelge G.1 (devam) : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Gen. Müd. Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

V.1757. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması (m²): Poz no: V.1752 şartlarıyla, poz no: V.0109'daki 225 kg. çimento takviye kireç harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli
V.1758. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla, poz no: V.0119'daki 300 kg. beyaz çimento ve kireçli horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli
V. 1759. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması (m²): Poz no: V.1752 şartlarıyla, poz no: V.0119'daki 300 kg. beyaz çimento ve kireçli horasan harcı ile taş ve tuğla karışık cephede klasik kabartma derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil beher m ² bedeli
V. 1760. Horasan harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması (300 doz çimentolu) (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla, poz no: V.0118'deki 300 kg. çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması, derzin tuğla kenarları görünecek kadar ortalama 1 mm. çukurda bırakılması, derz yüzünün özel çelik mala ile sıkıştırılarak perdah edilmesi, derz yüzüne fırça sürülmemesi harç prizini tamamlayıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması, tuğla kenar ve köşelerinin kırılmaması ve harcın tuğla yüzüne bulaştırılmaması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli
V. 1761. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması (m²): Poz no: V.1760 şartlarıyla ve poz no: V.0118'deki 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli
V.1762. Kireçli Horasan harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması (300 doz çimentolu) (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla, poz no: V.0118'deki 300 kg. çimentolu ve kireçli horasan harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli
V.1763. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla ve poz no: V.0109'daki 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil. beher m ² bedeli
V. 1764. 225 doz çimento takviyeli kireç harcı ile taslak yonu taşı duvarda klasik kabartma derz yapılması (m²): Poz no: V.1752 şartlarıyla ve poz no: V.0109'daki 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile taslak yona taşı duvarda klasik kabartma derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli
V.1765. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla ve poz no: V.0119'daki 300 kg. beyaz çimentolu ve kireç harçlı Horasan harcı ile klasik tuğla imalatta derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli
V.1766. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlan ile poz no: V.0119'daki 300 kg. beyaz çimento ve kireç harçlı horasan harcı ile taslak yonu taşı duvarda derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m ² bedeli

Çizelge G.1 (devam) : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Gen. Müd. Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

<p>V.1767. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile taslak yonu taş duvarda klasik kesme, kabartma derz yapılması (m²): Poz no: V.1752 şartlarıyla ve poz no: V.0119'daki 300 kg. beyaz çimento ve kireçli Horasan harcı ile taslak yonu taşı duvarda klasik kesme kabartma derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1768. 600 Doz beyaz çimentolu ve yonu taşı tozlu harç ile yonu taşı imalatta derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla ve poz no: V.0115'deki 600 kg. beyaz çimento ve yonu taşı tozlu harç ile derzli yonu taşı imalatta derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1769. 600 doz beyaz çimentolu ve yonu taşı tozlu harç ile yonu taşı korniş altlarına derz yapılması (m²): Derz yapılacak yonu taşı korniş altlarınının 3 cm. derinlikte açılması, bulunması muhtemel bitki köklerinin temizlenmesi, derzlerin yıkanması, poz no: V.0115'teki 600 kg. beyaz çimentolu ve yonu taşı tozlu harç ile, kontrolce verilecek direktife veya mevcut ve orijinal örneğine uygun olarak derz yapılması, harcı yonu taşı yüzlerine bulaştırılmaması, derz yüzünün özel çelik mala ile perdahı, derz yüzüne fırça sürülmemesi, harç prizini tamamlayıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması, korniş kenar ve köşelerinin kırılmaması, taş yüzüne bulaşan harcın ince dişli el tarağı ile işlenerek temizlenmesi, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1770. 225 doz beyaz çimento takviyeli kireç harcı ile münhani klasik tuğla imalat veya tuğla minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması (m²): Poz no: V.1760 şartlarıyla ve poz no: V.0109'daki 225 kg. çimento takviyeli kireç harcı ile münhani klasik tuğla imalat veya minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1771. Horasan harcı ile münhani klasik tuğla imalat veya tuğla minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması (m²): Poz no: V.1760 şartlarıyla ve poz no: V.0118'deki 300 kg. çimento ve kireçli horasan harcı ile münhani klasik tuğla imalatında veya minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1772. 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile münhani klasik tuğla imalat veya tuğla minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması (m²): Poz no: V.1760 şartlarıyla ve poz no: V.0119'daki 300 kg. beyaz çimento ve kireçli Horasan harcı ile münhani klasik tuğla imalatında veya minare gövde ve peteğinde klasik derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1773. Tuğla minare gövde ve peteğinde tezyini tuğla aralarında 300 doz beyaz çimentolu ve kireçli Horasan harcı ile hendesi tezyinathı klasik derz yapılması (m²): Poz no: V.1760 şartlarıyla ve poz no: V.0119'daki 300 kg. beyaz çimento ve kireçli horasan harcı ile tuğla minare gövde ve peteğinde tezyini tuğla aralarında bendesi tezyinat olarak klasik derz yapılması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli</p>
<p>V.1774. Harçla bastırılmış tek katlı imitasyon kiremit örtüde 2-3 cm. genişlikte 350 doz çimento harçla derz yapılması (m²): Poz no: V.1751 şartlarıyla, harçla bastırılmış tek katlı imitasyon kiremit örtüsünde 2-3 cm. genişlikte olmak üzere 350 doz çimento harçla derz yapılması, derz yüzünün kiremit içlerine doğru iki istikamette eğilmesi ve çelik mala ile bastırarak perdah edilmesi, derz yüzüne fırça sürülmemesi, kiremit yüzlerine harç bulaştırılmaması, harç prizini tamamlayıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması, beher m² bedeli</p>

Çizelge G.1 (devam) : Tarihi yapı restorasyonlarında kullanılan pozlar ve birim fiyat tarifleri (Vakıflar Gen. Müd. Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri).

V.1775. Horasan harcı ile moloz taş duvarda taş yüzleri ile hem yüz ve/veya sifıra yakın derz yapılması (taş tozlu derz harcı ile) (m²): Poz no: V.0413'e göre temizlenerek derz yapılmaya hazır hale getirilmiş moloz taş duvarda orijinal örneğine ve/veya kontrolün direktifine uygun olarak ve yapılan örnek kontrolce beğenildikten sonra V.0127 derz harcı ile taş duvar yüzlerine hem yüz ve/veya sifıra yakın derz yapılması, taş yüzlerinde kalan harç artıklarının temizlenmesi, harcın prizi tamamlanıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli

V.1776. Horasan harcı ile tuğla hatıllı moloz taş duvarda taş ve tuğla yüzleri ile hem yüz ve/veya sifıra yakın derz yapılması (tuğla tozlu derz harcı ile) (m²): Poz no: V.0413'e göre temizlenerek derz yapılmaya hazır hale getirilmiş tuğla hatıllı moloz taş duvarda orijinal örneğine ve/veya kontrolün direktifine uygun olarak ve yapılan örnek kontrolce beğenildikten sonra V.0128 derz harcı ile taş ve tuğla hatıllı duvar yüzlerine hem yüz ve/veya sifıra yakın derz yapılması, taş ve tuğla yüzlerinde kalan harç artıklarının temizlenmesi, harcın prizi tamamlanıncaya kadar 8 saat ara ile sulanması, her türlü malzeme ve işçilik dahil, beher m² bedeli

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: H. Hale Kozlu
Doğum Yeri ve Tarihi: Zile/Tokat- 1977
Adres: Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü Kayseri
Lisans Üniversitesi: Selçuk Üniversitesi