ELAZIĞ- HÜSEYNİK (ULUKENT) GELENEKSEL EVLERİNDEKİ YAPISAL SORUNLARIN GÖRSEL TESPİTİ İLE EVLERDE KULLANILAN KERPİÇ MALZEME ÖRNEKLERİNDE SEM-XRD ANALİZİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

OKTAY EKİCİ

HAZİRAN 2024

DİYARBAKIR

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELAZIĞ- HÜSEYNİK (ULUKENT) GELENEKSEL EVLERİNDEKİ YAPISAL SORUNLARIN GÖRSEL TESPİTİ İLE EVLERDE KULLANILAN KERPİÇ MALZEME ÖRNEKLERİNDE SEM-XRD ANALİZİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

OKTAY EKİCİ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
MİMARLIK ANA BİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

HAZİRAN 2024

DİYARBAKIR

ELAZIĞ- HÜSEYNİK (ULUKENT) GELENEKSEL EVLERİNDEKİ YAPISAL SORUNLARIN GÖRSEL TESPİTİ İLE EVLERDE KULLANILAN KERPİÇ MALZEME ÖRNEKLERİNDE SEM-XRD ANALİZİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

Oktay EKİCİ tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **Mimarlık Ana Bilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü** _____

Doç. Dr. Nursen IŞIK
Danışman, **Mimarlık Bölümü, Dicle Üniversitesi** _____

Sınav Jürisi:

Prof. Dr. Fatma Meral HALİFEOĞLU **(*)**
Mimarlık Bölümü, Dicle Üniversitesi _____

Doç. Dr. Nursen IŞIK **(**)**
Mimarlık Bölümü, Dicle Üniversitesi _____

Doç. Dr. Süleyman İPEK
Mimarlık Bölümü, Bingöl Üniversitesi _____

ONAY

Savunma Tarihi: 10/06/2024

(*) Jüri Başkanı.
(**)Tez Danışmanı.

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılayıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyadı: Oktay EKİCİ

İmza: …….

TEŞEKKÜR

Tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Nursen IŞIK' a çalışma başından sonuna kadar bilgi ve tecrübeleriyle göstermiş olduğu ilgi, alaka ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmanın değerlendirme aşamasında kıymetli vakitlerini ayırarak, yapmış oldukları katkı ve öneriler için sayın jüri üyelerim: Prof. Dr. Fatma Meral HALİFEOĞLU ve Doç. Dr. Süleyman İPEK'e teşekkür ederim.

Tez çalışması MİMARLIK.24.004 numaralı BAP projesi ile desteklenmiştir. Sağlamış oldukları finansal destekten dolayı Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (DÜBAP)' a teşekkür ederim.

Deneysel süreç içerisinde SEM analizlerinin yapılmasında laboratuvarlar imkânlarını kullandıran DÜBTAM' a ve SEM (Scanning Electron Microscope) Laboratuvarı sorumlusu Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇOLAK' a teşekkür ederim.

Son olarak dışarıdan her ne kadar basit gözükse de sayısız gecelerce devam eden bu akademik çalışmada benimle beraber uykusuz kalan ve bana ortak olan annem, babam ve biricik ablama sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR v

İÇİNDEKİLER vi

ŞEKİLLER LİSTESİ viii

TABLOLAR LİSTESİ xvi

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ xvii

ÖZET xix

ABSTRACT xx

1. GİRİŞ 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4

2.1 Geleneksel Yapılardaki Strüktürel Sorunlar Üzerine Yapılan Akademik Çalışmalar 4

2.2 SEM ve XRD Analizleri İle İlgili Yapılan Akademik Çalışmalar 6

3. MALZEME VE YÖNTEM 10

3.1 Kerpiç Yapı Malzemesi ve Tarihsel Gelişimi 10

3.1.1 Kerpiç üretimi 13

3.1.2 Kerpiç yapı malzemesinin kullanım alanları 21

3.2 SEM ve XRD Analiz Yöntemleri 24

3.2.1 SEM ve XRD analiz yöntemlerinin kerpiç malzemede kullanımı 27

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 30

4.1 Elazığ Hüseynik (Ulukent) Mahallesi Konumu ve Tarihi 30

4.2 Elazığ Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki Geleneksel Evlerin Mimari Özellikleri ve Yapım Tekniği 35

4.3 Elazığ Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde Bulunan Geleneksel Evlerde Görsel Olarak Tespit Edilen Yapısal Sorunlar 36

4.3.1 Yatay taşıyıcı elemanlardaki yapısal sorunlar 37

4.3.2 Düşey taşıyıcı elemanlardaki yapısal sorunlar 38

4.4 Deneysel Analiz İçin Numune Alınan Yapı Örnekleri 44
4.5 Numuneler Üzerinde Yapılan Deneysel Analizler ve Kullanılan Cihazlar.. 73
4.5.1 Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri ve x ışını difraktometresi (XRD) analizleri 76
4.5.2 Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi 136
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 140
5.1 Sonuçlar 140
5.2 Öneriler 143
KAYNAKLAR 146
ÖZGEÇMİŞ 152

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Kerpiç üretim şeması (Abanto vd., 2017) (düzenlenmiştir) 13
Şekil 3.2 Anadolu'da kullanılan kerpiç kalıpları (Acun vd., 2012) 15
Şekil 3.3 Kerpiç harcının hazırlanma aşaması (Rudaw, 2020) 16
Şekil 3.4 Kerpiç harcının kalıplara dökülme aşaması (Dekorasyoninşaat, 2017; Tolacı, Hürmüzlü, 2020) 17
Şekil 3.5 Kerpiç harcının kurumaya bırakılma ve istiflenme aşaması (Rudaw, 2020; Wordpress, 2015) 17
Şekil 3.6 Ahşap karkas sistem ile yapılan bağdadi duvar tekniği (Alemdağ vd., 2023) 18
Şekil 3.7 Kerpiç yığma sistem ile yapılan yapı örnekleri 19
Şekil 3.8 Karma sistem kullanılarak yapılan yapı örneği (Tolacı, Hürmüzlü, 2020) 20
Şekil 3.9 Mısır'da MÖ 1300 dolaylarında inşa edilen Ramasseum tonozları (Auroville Earth Institute, n.d.) 21
Şekil 3.10 Toprak yapıların dünya üzerindeki dağılımı (Auroville Earth Institute, n.d.) 22
Şekil 3.11 Djenne Camii giriş bölümünün de yer aldığı ön cepheden görüntü (Zwart, 2015) 22
Şekil 3.12 Hattuşa Kent Suru'nun rekonstrüksiyonu (Seeher, 2007) 24
Şekil 3.13 Kerpiç kullanılarak inşa edilen Harran evleri (Acar, 2020) 24
Şekil 3.14 SEM'in iki ana bölümü olan elektron kolonu ile elektronik konsolu (Goldstein vd., 2003) 25
Şekil 3.15 XRD analiz cihazı bileşenleri (Stefanov, 2015) 26
Şekil 3.16 Tumacacori Kilisesi'nden alınan kerpiç malzeme örneğine ait taramalı elektron mikrografisi ve enerji dağılımlı X ışını element haritası (Clifton vd., 1978) 28
Şekil 4.1 Elazığ ili Harput eski görüntüsü (Harput, n.d.) 31
Şekil 4.2 Elazığ il merkezi ve Hüseynik (Ulukent) Mahallesi konumu 31
Şekil 4.3 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi eski görüntüsü (Hayg 1959, Taşcıyan 2012) 32
Şekil 4.4 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi Köyiçi yerleşkesi kullanım analizi (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir) 34

Şekil 4.5 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel yapıların yer aldığı Köyiçi yerleşkesi (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir)..... 35
Şekil 4.6 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel yapı örnekleri 36
Şekil 4.7 Ev döşemelerinde meydana yapısal sorunlar..... 37
Şekil 4.8 Yıkılan döşeme örnekleri..... 38
Şekil 4.9 Ev döşemelerindeki kullanıcı müdahalesi kaynaklı meydana gelen yapısal sorunlar..... 38
Şekil 4.10 Evlerin duvarlarında meydana gelen yapısal sorunlar..... 39
Şekil 4.11 Evlerin duvarlarında meydana gelen yapısal sorunlar..... 40
Şekil 4.12 Aslına uygun olmayan malzemeler ile doldurulmuş pencere boşlukları.. 40
Şekil 4.13 Evlerde özgüne aykırı çimento esaslı sıva ve boya uygulamaları 41
Şekil 4.14 Evlerdeki şahnişin(cumba) bölümlerinde meydana gelen yapısal sorunlar 41
Şekil 4.15 Evlerdeki niteliksiz çatı eklentileri 42
Şekil 4.16 Ev duvarlarındaki strüktürel çatlaklar..... 42
Şekil 4.17 Cephelere yapılan hatalı müdahale örnekleri..... 43
Şekil 4.18 Ev duvarlarındaki malzeme kayıpları 43
Şekil 4.19 Ev duvarlarındaki özgüne aykırı malzeme ile yapılan eklemeler..... 44
Şekil 4.20 1656 parselde yer alan yapının konumu (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir) 45
Şekil 4.21 1656 parselde yer alan yapının zemin kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 45
Şekil 4.22 1656 parselde yer alan yapının birinci kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 46
Şekil 4.23 1656 parselde yer alan yapıya ait yıkılan köşk odası (Karakaş, 2008)..... 46
Şekil 4.24 1656 parselde yer alan yapı kuzey ve güney cephesi rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 47
Şekil 4.25 1656 parselde yer alan yapı doğu ve batı cephesi rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 47
Şekil 4.26 1656 parselde yer alan yapı A-A ve 1-1 kesitleri rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 47
Şekil 4.27 1656 parselde yer alan yapı malzeme türü lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 47

Şekil 4.28 1656 parselde yer alan yapı plandaki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 48
Şekil 4.29 1656 parselde yer alan yapı kuzey ve güney cephesindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 48
Şekil 4.30 1656 parselde yer alan yapı doğu ve batı cephesindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 48
Şekil 4.31 1656 parselde yer alan yapı A-A ve 1-1 kesitlerindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 48
Şekil 4.32 1656 parselde yer alan yapı hasar tespit lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 49
Şekil 4.33 1656 parselde yer alan yapı kuzey ve güney cepheleri..... 49
Şekil 4.34 1656 parselde yer alan yapı avlu duvarlarında gözlemlenen yapısal hasarlar 50
Şekil 4.35 1656 parselde yer alan yapı güney cephesindeki gözlemlenen yapısal hasarlar ve köşk odası kalıntısı 50
Şekil 4.36 1656 parselde yer alan yapı avlu döşeme ve merdivenlerinde gözlemlenen hasarlar..... 51
Şekil 4.37 1656 parselde yer alan yapı avlusunda yer alan dam bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar ve niteliksiz betonarme ekler..... 52
Şekil 4.38 1656 parselde yer alan yapı eyvan bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar 52
Şekil 4.39 1656 parselde yer alan yapı eyvan bölümündeki merdivende ve tavan döşemesinde gözlemlenen hasarlar..... 53
Şekil 4.40 1656 parselde yer alan yapı güneybatı cephesinde yer alan ahır ve dam bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar 53
Şekil 4.41 1656 parselde yer alan yapı özgüne aykırı çatı uygulaması ve oluşturduğu yapısal hasarlar..... 54
Şekil 4.42 1656 parselde yer alan yapı doğu cephesinde yer alan şahnişin(cumba) bölümü iç ve dış kısımlarında gözlemlenen yapısal hasarlar..... 55
Şekil 4.43 1656 parselde yer alan yapı avluya bakan sofanın şahnişin (cumba) kısmında gözlemlenen yapısal hasarlar..... 55
Şekil 4.44 1656 parselde yer alan yapı avluya bakan sofanın duvar ve döşemesinde gözlemlenen yapısal hasarlar 56

Şekil 4.45 1656 parselde yer alan yapı selamlık sofasında gözlemlenen yapısal hasarlar 56
Şekil 4.46 1656 parselde yer alan yapı selamlık bölümündeki avluya bakan odada gözlemlenen yapısal hasarlar 57
Şekil 4.47 1656 parselde yer alan yapı selamlık bölümündeki ikinci odada gözlemlenen yapısal hasarlar 58
Şekil 4.48 1656 parselde yer alan yapı haremlik sofasında gözlemlenen yapısal hasarlar 58
Şekil 4.49 1656 parselde yer alan yapı haremlik odalarında gözlemlenen yapısal hasarlar 59
Şekil 4.50 1656 parselde yer alan yapı mutfak bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar 59
Şekil 4.51 1656 parselde yer alan yapı banyo bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar 60
Şekil 4.52 1656 parselde yer alan yapı revak bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar 60
Şekil 4.53 1788 parselde yer alan yapının konumu (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir) 61
Şekil 4.54 1788 parselde yer alan yapı zemin kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 62
Şekil 4.55 1788 parselde yer alan yapı bodrum kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 62
Şekil 4.56 1788 parselde yer alan yapı birinci kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 63
Şekil 4.57 1788 parselde yer alan yapı doğu ve kuzey cepheleri rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 63
Şekil 4.58 1788 parselde yer alan yapı batı cephesi rölöve çizimi (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 63
Şekil 4.59 1788 parselde yer alan yapı 2-2 ve 3-3 kesitleri rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 63
Şekil 4.60 1788 parselde yer alan yapı malzeme türü lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir) 63

Şekil 4.61 1788 parselde yer alan yapı bodrum-zemin ve 1. katlardaki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 64
Şekil 4.62 1788 parselde yer alan yapı doğu ve kuzey cephelerindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 64
Şekil 4.63 1788 parselde yer alan yapı batı cephesindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 64
Şekil 4.64 1788 parselde yer alan yapı 2-2 ve 3-3 kesitleri hasar tespiti (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 64
Şekil 4.65 1788 parselde yer alan yapı hasar tespit lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)..... 64
Şekil 4.66 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesi..... 65
Şekil 4.67 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesindeki yapısal sorunlar..... 65
Şekil 4.68 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesinde yer alan cumba kalıntısı..... 66
Şekil 4.69 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesinde yer alan ahşap elemanlardaki hasarlar..... 66
Şekil 4.70 1788 parselde yer alan yapı doğu cephe duvarlarında aks kayması ve eğilme hasarı..... 67
Şekil 4.71 1788 parselde yer alan yapı zemin katında yer alan merek ve ağıl duvarlarındaki hasarlar..... 67
Şekil 4.72 1788 parselde yer alan yapı kuzey cephesinde yer alan ahşap elemanlardaki hasarlar..... 68
Şekil 4.73 1788 parselde yer alan yapı kuzey cephesinde yer alan duvarlardaki hasarlar..... 68
Şekil 4.74 1788 parselde yer alan yapı zemin kat hela bölümündeki duvar ve üst döşeme hasarları..... 69
Şekil 4.75 1788 parselde yer alan yapı batı cephesinde yer alan niteliksiz eklerin oluşturduğu hasarlar..... 69
Şekil 4.76 1788 parselde yer alan yapı eyvan bölümündeki döşeme hasarları..... 70
Şekil 4.77 1788 parselde yer alan yapı eyvan bölümü duvarlarındaki hasarlar..... 70
Şekil 4.78 1788 parselde yer alan yapı eyvan bölümü merdiveninde meydana gelen hasarlar..... 71
Şekil 4.79 1788 parselde yer alan yapı kış odası bölümü duvar ve döşemelerinde meydana gelen hasarlar..... 71

Şekil 4.80 1788 parselde yer alan yapı kış odası bölümü ahşap tavan kiriş ve lentolarındaki hasarlar 72
Şekil 4.81 1788 parselde yer alan yapı birinci kat döşemesinde meydana gelen hasarlar 72
Şekil 4.82 1788 parselde yer alan yapı birinci kat duvarlarında meydana gelen hasarlar 73
Şekil 4.83 1788 parselde yer alan yapı bodrum katında meydana gelen hasarlar..... 73
Şekil 4.84 QUANTA FEG 250 SEM cihaz elemanları modellemesi (Afmlab.physics.leidenuniv, 2018) 74
Şekil 4.85 QUANTA FEG 250 modelindeki SEM cihazı ve numune analiz çalışması 74
Şekil 4.86 Rigaku D/MAX-2200 XRD cihaz elemanları modellemesi (Panalytical, 2013) 75
Şekil 4.87 Rigaku D/MAX-2200 modeli XRD cihazı ve numune analiz çalışması .. 75
Şekil 4.88 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 76
Şekil 4.89 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 76
Şekil 4.90 Numuneye Ait EDX Grafiği 76
Şekil 4.91 Numuneye Ait XRD Grafiği 78
Şekil 4.92 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 79
Şekil 4.93 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 79
Şekil 4.94 Numuneye Ait EDX Grafiği 79
Şekil 4.95 Numuneye Ait XRD Grafiği 81
Şekil 4.96 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 82
Şekil 4.97 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 82
Şekil 4.98 Numuneye Ait EDX Grafiği 82
Şekil 4.99 Numuneye Ait XRD Grafiği 84
Şekil 4.100 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 85
Şekil 4.101 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 85
Şekil 4.102 Numuneye Ait EDX Grafiği 85
Şekil 4.103 Numuneye Ait XRD Grafiği 87
Şekil 4.104 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 88
Şekil 4.105 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 88
Şekil 4.106 Numuneye Ait EDX Grafiği 88

Şekil 4.107 Numuneye Ait XRD Grafiği 90
Şekil 4.108 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 91
Şekil 4.109 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 91
Şekil 4.110 Numuneye Ait EDX Grafiği 91
Şekil 4.111 Numuneye Ait XRD Grafiği 93
Şekil 4.112 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 94
Şekil 4.113 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 94
Şekil 4.114 Numuneye Ait EDX Grafiği 94
Şekil 4.115 Numuneye Ait XRD Grafiği 96
Şekil 4.116 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 97
Şekil 4.117 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 97
Şekil 4.118 Numuneye Ait EDX Grafiği 97
Şekil 4.119 Numuneye Ait XRD Grafiği 99
Şekil 4.120 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 100
Şekil 4.121 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 100
Şekil 4.122 Numuneye Ait EDX Grafiği 100
Şekil 4.123 Numuneye Ait XRD Grafiği 102
Şekil 4.124 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 103
Şekil 4.125 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 103
Şekil 4.126 Numuneye Ait EDX Grafiği 103
Şekil 4.127 Numuneye Ait XRD Grafiği 105
Şekil 4.128 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 106
Şekil 4.129 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 106
Şekil 4.130 Numuneye Ait EDX Grafiği 106
Şekil 4.131 Numuneye Ait XRD Grafiği 108
Şekil 4.132 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 109
Şekil 4.133 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 109
Şekil 4.134 Numuneye Ait EDX Grafiği 109
Şekil 4.135 Numuneye Ait XRD Grafiği 111
Şekil 4.136 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 112
Şekil 4.137 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 112
Şekil 4.138 Numuneye Ait EDX Grafiği 112
Şekil 4.139 Numuneye Ait XRD Grafiği 114

Şekil 4.140 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 115
Şekil 4.141 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 115
Şekil 4.142 Numuneye Ait EDX Grafiği 115
Şekil 4.143 Numuneye Ait XRD Grafiği 117
Şekil 4.144 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 118
Şekil 4.145 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 118
Şekil 4.146 Numuneye Ait EDX Grafiği 118
Şekil 4.147 Numuneye Ait XRD Grafiği 120
Şekil 4.148 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 121
Şekil 4.149 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 121
Şekil 4.150 Numuneye Ait EDX Grafiği 121
Şekil 4.151 Numuneye Ait XRD Grafiği 123
Şekil 4.152 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 124
Şekil 4.153 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 124
Şekil 4.154 Numuneye Ait EDX Grafiği 124
Şekil 4.155 Numuneye Ait XRD Grafiği 126
Şekil 4.156 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 127
Şekil 4.157 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 127
Şekil 4.158 Numuneye Ait EDX Grafiği 127
Şekil 4.159 Numuneye Ait XRD Grafiği 129
Şekil 4.160 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 130
Şekil 4.161 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 130
Şekil 4.162 Numuneye Ait EDX Grafiği 130
Şekil 4.163 Numuneye Ait XRD Grafiği 132
Şekil 4.164 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları 133
Şekil 4.165 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri 133
Şekil 4.166 Numuneye Ait EDX Grafiği 133
Şekil 4.167 Numuneye Ait XRD Grafiği 135

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Kerpiç boyut standartları (TSE 2514, 1977)..... 14
Tablo 4.1 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 77
Tablo 4.2 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 80
Tablo 4.3 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 83
Tablo 4.4 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 86
Tablo 4.5 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 89
Tablo 4.6 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 92
Tablo 4.7 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 95
Tablo 4.8 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 98
Tablo 4.9 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 101
Tablo 4.10 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 104
Tablo 4.11 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 107
Tablo 4.12 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 110
Tablo 4.13 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 113
Tablo 4.14 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 116
Tablo 4.15 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 119
Tablo 4.16 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 122
Tablo 4.17 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 125
Tablo 4.18 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 128
Tablo 4.19 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 131
Tablo 4.20 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri 134

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simge	**Açıklama**
Cm	Santimetre
m	Metre
mm	Milimetre
dm^3	Desimetreküp
nm	Nanometre
α	Alfa
B	Beta
θ	Teta
Pa	Pascal
Torr	Basınç
°/dak	Derece/Dakika
Å	Ångström
V	Volt
kV	Kilovolt

Kısaltma	**Açıklama**
SEM	Scanning Electron Microscopy
EDX/EDS/ EDAX	Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy
XRD	X-Ray Diffraction
CRT	Katot Işın Tüpü
FEG	Field Emission Gun
ESEM	Environmental Scanning Electron Microscope
ETD	Electron-Transfer Dissociation
DBS	Directional Back Scatter Detector
GAD	Gaseous Analytical Detector
GSED	Gaseous Secondary Electron Detector

XRF	X-Ray Fluorescence
TGA	Thermal Gravimetric Analysis
FTIR	Fourier Transform İnfrared Spectroscopy
LIBS	Laser Induced Breakdown Spectroscopy
İLBANK	İller Bankası Anonim Şirketi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
MÖ	Milattan Önce
CEM	Çimento

ÖZET

ELAZIĞ- HÜSEYNİK (ULUKENT) GELENEKSEL EVLERİNDEKİ YAPISAL SORUNLARIN GÖRSEL TESPİTİ İLE EVLERDE KULLANILAN KERPİÇ MALZEME ÖRNEKLERİNDE SEM-XRD ANALİZİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

EKİCİ, Oktay
Yüksek Lisans, Mimarlık Bölümü
Danışman: Doç. Dr. Nursen IŞIK
Haziran 2024, 173 sayfa

Elazığ il merkezinin kuzeybatısında bulunan Hüseynik (Ulukent), kentin köklü bir geçmişe sahip olan mahallelerinden birisidir. Elazığ'ın ilk yerleşim yeri olan Harput'un bulunduğu yamacın eteklerinde kurulan ve Harput Sancağı'na bağlı bir köy olan Hüseynik 1900'lü yıllarda mahalle halini almıştır. Elazığ mimari üslubunu taşıyan birçok tarihi yapının ayakta kalmayı sürdürdüğü yerleşkede kerpiç yapı malzemesinin yoğun olarak kullanıldığı gözlemlenmektedir. Kerpiç malzeme kullanılarak inşa edilmiş yapıların çoğunluğunu geleneksel evler oluşturmaktadır. Uzun yıllar çeşitli etkilere maruz kalan evlerde birçok deformasyonlar meydana gelerek yapısal sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde yer alan geleneksel evlerdeki yapısal sorunların tespiti ve kayıt altına alınması ile seçilen yapılardan(1656 ve 1788 parselde yer alan yapılar) alınan kerpiç örneklerinin, SEM(Scanning Electron Microscopy)-EDX(Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) ve XRD(X-Ray Diffraction) yöntemleri kullanılarak laboratuvar ortamında deneysel analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Yapılardaki gözlemsel olarak tespit edilen hasarların yatay ve düşey taşıyıcı elemanlardaki yapısal sorunlar başlıkları altında sınıflandırılarak yapıların sürdürülebilirliğinin sağlanması için gerekli önerilerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Yapılan deneysel analizler sonucunda belirlenen özgün malzeme içeriklerinin, evlere uygulanacak koruma ve restorasyon gibi çalışmalar için bir referans oluşturması çalışmanın amaçlarındandır. Hüseynik (Ulukent) Mahallesi çalışma alanı olarak belirlenmiş ve bu alanda bulunan geleneksel evler çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır. Bu kapsamda alan çalışması yapılarak yapılar incelenmiş ve tespit edilen yapısal sorunlar fotoğraflanarak kayıt altına alınmıştır. Alan çalışması sonucunda hasar durumları tespit edilerek hasarlara yönelik önerilerde bulunulmuştur. Alanda seçilen iki adet geleneksel evin farklı kısımlarından, yapılara herhangi bir hasar verilmeden kerpiç malzeme numuneleri alınmış ve numuneler üzerinde laboratuvar ortamında SEM-EDX ve XRD yöntemleri uygulanarak analizler yapılmıştır. SEM analizi kapsamında numunelerin 500, 2500 ve 5000 kat büyütülmüş görüntüleri elde edilmiştir. Analiz sonucunda numunelerin gözenekli yapıları ve mineral boyutları ile dağılımları tespit edilmiştir. Yapılan EDX analizi kapsamında numune içeriklerinde farklı oranlarda silisyum (Si), potasyum (K) alüminyum (Al), magnezyum (Mg) ve demir (Fe) gibi elementlerin varlığına rastlanmıştır. XRD yöntemi kullanılarak faz analizleri yapılmış ve numunelerin mineralojik içerikleri belirlenmiştir. Numune içeriklerinde kuvars, kalsit ve grafit gibi mineraller tespit edilmiştir. Yapılan analizlerin yorumları değerlendirme kısmında verilmiştir. Yapılan çalışma kapsamındaki analizlerin, Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde ilk kez yapılıyor olması dolayısıyla literatüre katkı sağlayacağı ve ileriki çalışmalar için referans oluşturacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Hüseynik, Kerpiç, Yapısal Sorun, SEM Analizi, EDX Analizi, XRD Analizi

ABSTRACT

VISUAL DETECTION OF STRUCTURAL PROBLEMS IN ELAZIĞ-HÜSEYNİK (ULUKENT) TRADITIONAL HOUSES AND SEM-XRD ANALYSIS AND EVALUATION OF ADOBE MATERIAL SAMPLES USED IN THE HOUSES

EKİCİ, Oktay
Master of Science in Department of Architecture
Supervisor: Doç. Dr. Nursen IŞIK
June 2024, 173 pages

Hüseynik (Ulukent), located in the northwest of Elazığ city center, is one of the neighborhoods of the province with a deep-rooted history. Hüseynik, a village founded on the slopes of the slope where Harput, the first settlement of Elazığ, is located and is affiliated with the Harput Sanjak, became a neighborhood in the 1900s. It is observed that adobe building material is used extensively in the campus, where many historical buildings bearing the Elazığ architectural style continue to survive. The majority of the buildings built using adobe materials are traditional houses. Many deformations have occurred in houses that have been exposed to various effects for many years, resulting in structural problems. In this study, by detecting and recording the observational damages in the traditional houses in the Hüseynik (Ulukent) District, adobe samples taken from the selected buildings (buildings located in the 1656 and 1788 parcels) were examined using SEM (Scanning Electron Microscopy)-EDX (Energy Dispersive X-Ray). It is aimed to carry out experimental analyzes in a laboratory environment using Spectroscopy) and XRD (X-Ray Diffraction) methods. It is aimed to determine the necessary recommendations to ensure the sustainability of the structures by classifying the observationally detected damages in the buildings under the headings of structural problems in the horizontal and vertical load-bearing elements. One of the aims of the study is to create a reference for the original material contents determined as a result of the experimental analyzes for studies such as conservation and restoration to be applied to houses. Hüseynik (Ulukent) District was determined as the study area and the traditional houses in this area constitute the scope of the study. In this context, field work was carried out and the structures were examined and the structural problems detected were photographed and recorded. As a result of the field study, damage conditions were identified and suggestions were made for the damages. Adobe material samples were taken from different parts of two selected traditional houses in the area, without causing any damage to the structures, and analyzes were carried out on the samples by applying SEM-EDX and XRD methods in a laboratory environment. Within the scope of SEM analysis, 500, 2500 and 5000 times magnified images of the samples were obtained. As a result of the analysis, the porous structures and mineral sizes and distributions of the samples were determined. Within the scope of the EDX analysis, the presence of elements such as silicon (Si), potassium (K), aluminum (Al), magnesium (Mg) and iron (Fe) in different proportions was found in the

sample contents. Phase analyzes were performed using the XRD method and the mineralogical contents of the samples were determined. Minerals such as quartz, calcite and graphite were detected in the sample contents. Comments on the analyzes made are given in the evaluation section. Since the analyzes within the scope of the study are conducted for the first time in Hüseynik (Ulukent) District, it is thought that it will contribute to the literature and serve as a reference for future studies.

Keywords: Elazığ, Hüseynik, Adobe, Structural Problem, SEM Analysis, EDX Analysis, XRD Analysis

1. GİRİŞ

Tarih boyunca insanlar barınma ihtiyaçlarını karşılayabilmek için sığınak arayışı içerisinde olmuşlardır. Başlarda doğanın sunmuş olduğu sığınaklar olan mağara yapıları ve ağaç kovukları, avcı-toplayıcı toplumlar için ideal barınma alanları olmuştur. Çevresel tehlikelere karşı da savunma sağlayan bu yapılar, atalarımız için güvenli limanlar olmuştur. Zaman içerisinde insanlar artık avcılık ve toplayıcılıkla geçen göçebe yaşamlarını bırakıp, tarımı keşfederek kalıcı yerleşim birimlerinde yaşamaya başlamışlardır. Bu dönem, Neolitik Devrim olarak adlandırılan ve insanlık tarihindeki en önemli dönemlerden biri olan bir çağın başlangıcını oluşturmuştur.

Neolitik çağ, insanlık tarihinin önemli bir dönemi olarak kabul edilir. Bu dönemde, insanlar mağaralardan yerleşik hayata geçiş sürecinde, kendilerine daha kalıcı barınaklar inşa etmeye başladılar. Mağara duvarları artık sığınak olarak kullanılmak yerine, daha işlevsel ve uzun ömürlü konutlar inşa etmek için kullanıldı. Bu süreç, insanların toplu olarak yaşadığı ilk köylerin ve şehirlerin oluşumunu hızlandırmıştır. Neolitik çağın önemli bir özelliği de kerpiç malzemenin kullanımının yaygınlaşmasıdır. Kerpiç, bu dönemde yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanmış ve insanların yerleşim birimlerini inşa etmelerinde önemli bir rol oynamıştır.

Kerpicin, Neolitik Dönem ’den itibaren tarım topluluklarının yerleşik hayata geçmeleriyle, ihtiyaçları doğrultusunda inorganik malzemeleri bir araya getirerek oluşturduğu ve istediği şekilleri verebildiği ilk yapı malzemesi olarak Anadolu’da da kullanımına rastlanmaktadır. Farklı ebatlarda şekillendirilerek fırınlarda ısıl işleme tabi tutulup adeta taş kadar sağlam bir yapı kazanan kerpiç, yaygın olarak bulunan aynı zamanda ekonomik açıdan da uygun yeni bir yapı malzemesi şeklinde ortaya çıkmıştır. Jeolojik oluşumların çeşitliliği ve formları nedeniyle ağaç ve taş malzemelere ulaşılabilirliğin zor olduğu şartlarda binalarda temel yapı aracı olarak kerpiç kullanılmıştır (Kuban, 1990). Yakın tarihlere kadar geleneksel konut mimarisi için önemini koruyan kerpiç, günümüzde de yığma yapı malzemeleri sektörü içerisinde ısıl direncinin yüksek oluşu, yerel hammadde kullanılarak elde edilebilirliği ve nefes alabilen yapısı dolayısıyla önde gelen bir yapı malzemesi olmuştur. (Pekmezci vd., 2012; Yüncü vd., 2014).

Dünyanın çeşitli bölgelerinde ve birçok farklı yapı kültüründe yüzyıllar boyunca kullanımına devam edilen toprak malzemeyle üretilmiş mimari miraslar gün geçtikçe kaybedilmektedir. Öyle ki insanlığın ortak mirası olarak UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne giren kerpiç mimari mirasın % 57'si dahi tehlike altındadır (Getty Conservatıon Instıtute).

Binlerce yıldır kullanımına devam edilen ve tanınmış bir yapı malzemesi olmasına rağmen kerpiç, 1950'den itibaren sanayi ülkelerinde unutulmuştur. Türkiye' de ise bazı köy yerleşkelerinde kullanımına devam edilmektedir (Kömürcüoğlu, 1962).

Anadolu'da toprak yapı kültürünün diğer geleneksel yapı kültürlerinde de yaygın olarak görüldüğü üzere endüstrileşme ile birlikte ileri teknoloji ürünü olan malzeme ve yapım sistemlerinin yaygınlaşmasıyla ve betonarme yapım sisteminin ülkede ivme kazanmasıyla ile yüzyıllardır süren toprak yapı geleneğinin unutulması ve kerpiç mimarinin yok oluşu 1970'lerden itibaren hızlanmıştır. Bu terkediliş ve unutuluş geleneksel malzemelerin üretimini neredeyse durdurarak bulunmasını zorlaştırmış ve yeni nesil geleneksel yapı ustalarının da yetişmesini engellemiştir. Yüzyıllardır süren geleneksel üretim düzenindeki bu kırılma, günümüzde özgünlük ve bütünlük bağlamında gerçekleştirilen nitelikli koruma uygulamalarında da gerekli malzemelerin ve yapı ustalarının bulunamaması gibi sorunlara da neden olmaktadır (Ulusoy Binan vd., 2017).

Anadolu' da yer alan zengin geleneksel mimari miras; yeterince gelişemeyen koruma bilinci, ilgisizlik ve bilhassa kırsal yerleşim alanları ile küçük kentlerde bulunan kullanıcıların bu alanları terk etmeleri gibi sorunlar dolayısıyla her geçen gün yitirilmektedir. Doğal yapı malzemelerinden olan taş, toprak ve ahşap kullanılarak inşa edilmiş geleneksel yapıların, tıpkı canlı bir organizma gibi devamlı bir bakıma ihtiyaç duyduğu bilinmektedir (Ulusoy Binan vd., 2017).

Geleneksel yapıların terkedilmesiyle bağlantılı olarak bakımsız kalması, giderek harap hale gelmeleri ve yıkılmaları sonucunu doğurmaktadır. Geleneksel mimariyi oluşturan doğal yapı malzemelerini etkileyen bozulma mekanizmaları kerpiç yapılarda da benzer şekilde ancak daha hızlı etkisini göstermektedir. Yapıyı oluşturan malzemeler iklim,

olumsuz çevresel nedenler (doğal ve çevresel şartlar), hatalı yapımlara bağlı olarak kendi bünyelerinden gelen özellikler (teknik hatalar) ya da kendisiyle fiziksel olarak uyumsuz malzemelerin bir arada kullanılmasıyla (fiziksel uyumsuzluk) çeşitli şekillerde bozulmalara uğrarlar (Binan, 1994). Bu noktada, hasar tespiti süreci tarihi kerpiç yapıların korunması açısından kritik bir öneme sahiptir. Hasar tespiti, yapının mevcut durumunun anlaşılmasını sağlar ve gelecekteki koruma çabalarının temelini oluşturur. Bu nedenle, tarihi kerpiç yapıların hasar tespiti sürecinin önemi, sadece kültürel mirasımızın korunması açısından değil, aynı zamanda gelecek nesillere aktarılması ve değerinin bilinmesi açısından da büyük bir önem taşır.

Tarihi yapının tahribatsız muayenesi "malzeme bozulmalarının görsel analizi" ile başlar. Yapıdaki sorunların teşhisinde önemli bir basamak olan bu yöntem; öncelikli sorunların tespitinde ve yapının uzun süreli bakımı ve takibine yönelik çalışmalarda yararlı ve pratik bir tahribatsız inceleme yöntemidir. Bu yöntem, tarihi yapıda görsel olarak izlenen malzeme bozulma şekillerinin tanımlanması, sınıflandırılması ve çizim ve/veya fotoğraflar üzerinde haritalandırılması çalışmalarını içerir (Fitzner, 2004; Fitzner, vd., 1995, 1997). Bu sayede bozulma çeşitleri ve dağılımları ile yapının iç ve dış ortam iklim koşulları, işlevsel sistemlerindeki aksaklıkları, nem ve ısıl sorunları arasındaki ilişkiler incelenebilmekte; kısaca malzeme bozulmalarına neden olabilecek sorunların yapı ölçeğinde değerlendirmesi yapılabilmektedir (Tavukçuoğlu, 2000; Tavukçuoğlu vd., 1999; Tavukçuoğlu, vd., 2002; Dişli, vd., 2008).

Kerpiç yapı malzemesiyle inşa edilmiş tarihi yapılarda, mevcut yapısal sorunların tespit edilmesi sonrasında uygulanması gereken müdahalelerde yapının orijinalliğinin bozulmaması için özgün malzeme kullanımına dikkat edilmesi önem arz etmektedir. Kerpiç yapılarda, zaman içerisinde özelliğini yitiren bağlayıcı malzemeler dolayısıyla malzeme kayıplarına sıklıkla rastlanmaktadır. Bakımları düzenli olarak yapılmayan yapılarda ayrışmalar ve malzeme kopmaları meydana gelmektedir. Malzeme kaybına uğrayan kerpiç yapılarda yapılması gereken tamamlama ve yeniden yapım uygulamaları için yapıdaki malzemelerin analizlerinin yapılması ve özgün kerpiç malzeme karakterizasyonunun tespit edilmesi gerekmektedir. Gerekli müdahalelerde kullanılacak yeni malzemeler, belirlenen içeriklere uygun olarak üretilerek, yapının orijinalliğine zarar verilmeden gerekeli koruma sağlanmış olur (Ekici ve Işık 2023).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde tez çalışmasına referans oluşturacak detaylı literatür çalışması yapılmıştır. Tez konusuna benzer çalışmaların yer aldığı makaleler, kitaplar, yüksek lisans ve doktora tezleri ve bildiriler gibi birçok kaynak incelenerek özetlenmiştir. İncelenen çalışmalar geleneksel yapılardaki strüktürel sorunlar Üzerine yapılan akademik çalışmalar ile SEM ve XRD analizleri ile ilgili yapılan akademik çalışmalar olmak üzere iki başlık altında derlenmiştir.

2.1 Geleneksel Yapılardaki Strüktürel Sorunlar Üzerine Yapılan Akademik Çalışmalar

Üstündağ ve Öztürk (2022). "Geleneksel Bitlis Evleri: Yapısal Sorunlar ve Çözüm Önerileri" başlıklı araştırma makalesinde Bitlis geleneksel mimarisi ile inşa edilen yapılar kapsamında çalışma yapılmıştır. Geleneksel Bitlis evlerinin mimarisi incelenmiş ve kimlik öğeleri ortaya konmuştur. Yapıların mevcut yapısal sorunları yerinde tespit metodu ile belirlenerek analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda sürdürülebilirlik bağlamında yapısal sorunlara yönelik önerilere yer verilmiş ve değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Çırak (2011). "Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar, Nedenleri Ve Öneriler" başlıklı, Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi' nde yayınlanan makale çalışmasında yığma yapım sistemiyle inşa edilen yapılardaki hasar türleri incelenmiş ve hasarlara neden olan faktörler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda yığma yapıların inşa sürecinde dikkat edilmesi gereken hususlar ilgili öneriler sunulumuştur.

Aktürk ve Çobancaoğlu (2015). "Birgi geleneksel ahşap konutlarında yapısal sorunlar ve çözüm önerileri" başlıklı, 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu' nda sunulan bildiride İzmir İli Ödemiş İlçesi' ne bağlı Birgi Mahallesi' nde yer alan geleneksel üslup ile inşa edilmiş ahşap yapılar konutlar incelenmiştir. Alan kapsamında iki adet konak seçilmiş ve konaklara ait yapısal bozulmalar mimari çizimler üzerinden irdelenmiştir. Yapıların sürdürülebilirliği için döşeme, duvar, başoda ve çatı başlıkları altında, meydana gelen yapısal sorunlara yönelik çözüm önerilerine yer verilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ve

yapılan tespitler benzer yapıların onarımları için bir örnek olarak literatüre dahil edilmiştir.

Ekici ve Işık (2023). "Elâzığ İli Hüseynik (Ulukent) Mahallesinde Bulunan Geleneksel Yapılarda Gözleme Dayalı Tespit Edilen Yapısal Sorunlar" başlıklı kitap bölümünde Elazığ ili Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde bulunan geleneksel yapılar kapsamında alan çalışması yapılmıştır. Çalışma alanı tarihsel ve coğrafi konumu itibariyle incelenerek tanıtılmıştır. Alanda bulunan geleneksel yapılar mimari açıdan incelenerek plan ve fotoğraflar ile önemleri vurgulanmıştır. Bu yapılarda meydana gelen yapısal sorunlar yerinde tespit edilerek fotoğraflanmıştır. Tespit edilen sorunlar başlıklar halinde sınıflandırılmış ve çalışma sonucunda alandaki geleneksel yapılar ile ilgili değerlendirmeler ile önerilere yer verilmiştir.

Mustafaraj (2014). "Assessment of Historical Structures, A case study of five Ottoman Mosques in Albania" başlıklı 2. Uluslararası Balkan İnşaat Mühendisliğinin Zorlukları Konferansı' nda sunulan bildiride Arnavutluk' ta yer alan 5 adet Osmanlı camisine ait incelemelerde bulunulmuştur. Çalışmada bu yapıların bölge açısından önemi vurgulanmış, yapıların mevcut strüktürel sorunları mimari çizimler ve fotoğraflar üzerinden tespit edilmiştir. Tespit edilen sorunalar ve elemanlar tablo haline getirilmiştir. Çalışma sonunda camilerin yapısal dayanımlarının arttırılmasına yönelik değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Ekici ve Işık (2023). "Hüseynik (Ulukent) Mahallesindeki Geleneksel Evlerde Gözlemsel Olarak Belirlenen Yapısal Hasarların Tek Yapı Ölçeğinde Değerlendirilmesi" başlıklı sempozyum bildirisinde Elazığ ili Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde yer alan geleneksel evler ile ilgili alan çalışması yapılmıştır. Çalışmada geleneksel Elazığ ve Hüseynik evleri tanıtılmış ve tek yapı ölçeğinde mimari özellikler ile yapım tekniği incelenmiştir. Yapıdaki mevcut yapısal hasarların gözlemsel olarak tespitleri yapılmış ve fotoğraflanarak belgelenmiştir. Çalışma sonucunda evlerdeki hasar durumları değerlendirilerek önerilere yer verilmiştir.

2.2 SEM ve XRD Analizleri İle İlgili Yapılan Akademik Çalışmalar

Güleç (1992). "Bazı Tarihi Anıt Harç Ve Sıvaların İncelenmesi " başlıklı doktora tez çalışmasında belirlenen yapı örneklerinden alınan numuneler üzerinde fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri kullanılarak incelemelerde bulunulmuştur. XRD, SEM, EDAX analiz yöntemlerinin kullanıldığı çalışma sonucunda elde edilen veri sonuçları değerlendirilmiştir.

Sağın (2012). "Characteristics Of Roman Mortars Produced From Natural And Artificial Pozzolans In Aigai And Nysa " başlıklı doktora tez çalışmasında Anadolu'da kullanılmış olan Roma dönemi kireç harçlarının, teknolojilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Aigai ve Nysa antik kentlerinde bulunan ve doğal ve suni puzolanlardan üretilen Roma dönemi harçları incelenmiştir. Harçlar üzerinde SEM-EDS, XRD, XRF, TGA, FTIR ve LIBS yöntemleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda harçların mikroyapısal özellikleri, hammadde kompozisyonları, hidrolik özellikleri ve temel fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen roma harçlarının içerikleri Anadoluda yapılacak olan restorasyon ve onarım çalışmaları için bir referans oluşturmuştur.

Noei (2011). "Güvercinkayası Kerpiç Karakterizasyonu" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Güvercinkayası'nda bulunan kerpiç harçlar üzerinde deneysel ve görsel analizler yapılmıştır. Çalışmada alandan harç numuneleri alınmış ve SEM-XRD analizleri de kullanılarak harç içerikleri belirlenmiştir. Tespit edilen malzeme içerikleri, günümüzde yapılabilecek çalışmalarda kullanılacak benzer üretimler için bir referans oluşturmaktadır.

Güneri (2023). "Ayçiçeği Sapı İlavesi İle Kerpiç Malzemenin Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Trakya bölgesinde ortaya çıkan ve atık niteliğindeki kullanılmayan ayçiçek sapları ilave edilerek üretilen kerpiç malzemenin analizleri yapılmıştır. İlave edilen sapların kerpicin fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada SEM analiz yöntemi kullanılarak, elde edilen kerpicin yüzey morfolojisi gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda üretilen kerpiçlerin basınç ve eğilme dayanımlarının arttığı ve suya karşı direncinin de arttığı tespit edilmiştir.

Aras (2011). “Borlu Aktif Belit Çimetolu Betonların Taramalı Elektro Mikroskop (SEM) Ve XRD Işınlarıyla Analizi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Borlu Aktif Belit Çimentolu betona ait üç farklı çeşit çimento kullanarak aynı boyutlardaki agregalar ile betonlar üretilmiştir. Üretilen beton numunelerin mikroyapıdaki değişimleri SEM ve XRD yöntemleri başta olmak üzere çeşitli laboratuvar analizleri kullanılarak ele alınmıştır.

Gülmez (2005). “Antik Yapılarda Kullanılan İnşaat Malzemeleri Ve Bu Malzemelerin Özelliklerinin Mineralojik, Petrografik, Kimyasal, Fiziksel, Mekanik Ve Tahribatsız Deney Yöntemleri Kullanılarak Saptanması” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Anadolu’nun Isparta ve Burdur illerinde bulunan Sığırlık Harabesi, İncirlihan Kervansarayı, Kremna, Zorzila, Psidia Antiokya ve Adada gibi ören yerlerinde kullanılmış olan harç, tuğla ve taş (agrega ve bağlayıcı) gibi çeşitli yapı malzemelerinde deneysel incelemeler yapılmıştır. Yapılardan tuğla, taş ve harç numuneleri alınmış ve alınan numuneler XRD, SEM-EDX yöntemleri kullanılarak petrografik ve mineralojik başta olmak üzere birçok deneysel analizler yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda tarihi yapılarda kullanılmış olan malzemelerin kronolojik olarak üretim tarihleri belirlenmiş, yapı malzeme içerikleri tespit edilmiş ve kullanılan inşa teknikleriyle ilgili bulgular elde edilmiştir.

Öztürk (2022). “Ayatekla (Meryemlik) Ören Yeri Su Yapılarının Duvar Örgü Tekniklerinin Belgelenmesi Ve Yapılarda Kullanılan Harç Ve Sıvaların Karakterizasyonu” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Mersin/Silifke’de bulunan Ayatekla (Meryemlik) Ören Yeri’ndeki kapalı ve açık sarnıçların duvar örgü tekniklerinin belgelenmesi ve yapılarda kullanılmış olan harç ve sıvaların hammadde kompozisyonunun belirlenmesi için yapılardan yerinde harç ve sıva örnekleri alınmıştır. Laboratuvarda uygulanan basit ve ileri analiz yöntemleri sonucunda örneklerin petrografik, minerolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Petrografik ve minerolojik analizler başlığı altında kalın kesitler üzerinden yürütülen petrografik analizlere yer verilmiş, örnekler elde edilen mikroskop görüntüleri üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. X-Işınları Kırınımı (XRD), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM-EDS) gibi ileri analiz yöntemleri kullanılarak yapılan deney sonuçları çeşitli görseller, grafikler ve çizelgeler aracılığıyla

paylaşılmıştır. Analiz çalışmaları sonucu elde edilen tüm veriler son bölümde karşılaştırmalı olarak incelenmiş, malzeme ve duvar yapım sistemi arasındaki ilişki bağlamında değerlendirilmiştir.

Arslan (2014). "Sülfat Etkisine Maruz Kalmış Mineral Ve Nano Katkılı Harçların Durabilitesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında harçlara etkiyen sülfatın oluşturacağı hasarlar ve harçların iç yapısında neden olacağı değişimler incelenmiştir. Çalışmada uçucu kül, nano silika, mikro silika ve yüksek fırın cürufu gibi katkı malzemelerinin, sülfata maruz kalan harçların durabilitesini nasıl etkilediği araştırılmıştır. XRD analiz yöntemi ile durabilite incelenmiştir. Çalışma sonucunda analiz verileri kullanılarak numunelerdeki yapısal hasarların nedenleri açığa çıkartılmıştır.

Uzbaş (2019). "Çimento Esaslı Silis Dumanlı Uçucu Küllü Kompozitlerin SEM Ve XRD Destekli Görsel Analizlerin Yapay Sinir Ağları İle Modellenmesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında çimento yerine çeşitli miktarlarda silis dumanı, uçucu kül ve bunların birlikte kullanılmasıyla beton numuneler elde edilmiştir. Kullanılan katkı malzemelerinin beton hidratasyon ürünlerine (C-S-H ve CH), çimento hamuruna, betonun mikroyapısına ve mekanik davranışına olan etkisi incelenmiştir. Mekanik testlerin yanısıra numuneleri mikroyapısal özelliklerinin belirlenmesinde SEM ve XRD analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler kullanılarak elde edilen görüntüler yapay zeka programlarına aktarılarak analiz edilmiştir. Bu doğrultuda öneriler oluşturulmuştur.

Arslanbaba (2015). "Kütahya Kırgıllı Tüflerinin Karaterizasyonu" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Kırgıllı mevkisinde bulunan Frig vadisi içerisinde yoğun olarak bulunan tüflerin karekerizasyonları belirlenmiştir. Tüflerden karot numuneleri alınmış ve alınan örnekler üzerinde XRF, XRD, optik mikroskop, SEM,TG-DTA gibi laboratuvar analizleri yapılmıştır. Numunelere ısıl işlem uygulanmıştır. Çalışma sonucunda türlerin karakteristik özellikleri ile ısıl işlem sonrasında bu özelliklerde meydana gelen değişimler kayıt altına alınmıştır.

Dinçer (2012). “Bazı Orta Çağ tuğla ve çinilerinin teknolojik özellikleri ve koruma problemleri” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında Sivas Gök Medrese ve Tokat Gök Medrese’lerinde meydana gelen tuzla ayrışma hasarları görsel olarak tespit edilmişve autocad programı ile kayıt altına alınmıştır. Bu hasarların ortadan kaldırılabilmesi için yapılardan alınan numunelerin labortuvar ortamında analizleri yapılmıştır. X-ray difraksiyon (XRD) ve elektron tarama mikroskobu – enerji dağıtma spektrometresi (SEM/EDX) analiz yöntemleri çalışmada kullanılarak yapılan incelemeler sonucunda önerilere yer verilmiştir.

İdil ve Kılıççöte (2022). “Acemhöyük Sarıkaya Sarayi Kerpiç Koruma Ve Onarımında Nano Kireç Ve Yumurta Akı Kullanımı” başlıklı Sanat ve Tasarım Dergisi’nde yayımlanan makale çalışmasında Acemhöyük Sarıkaya Sarayı’ndaki meydana gelen çatlak ve boşlukların doldurulması için kerpiç malzeme önerileri getirilmiştir. Bunun için yapıdan örnek malzeme numuneleri alınarak XRD ve SEM analizleri başta olmak üzere çeşitli deneysel analizler yapılmıştır. İçerikleri belirlenen özgün malzemeler doğrultusunda nanokireç ve yumurta akı kullanılarak yeni onarım çözeltileri hazırlanmıştır. Çalışmada XRD ve SEM analizlerinin özgün malzemede detaylı incelemeler yapılırken kullanılmıştır.

Mellaikhaf vd. (2021). “Characterization and thermal performance assessment of earthen adobes and walls additive with different date palm fibers” başlıklı Case Studies in Construction Materials Dergisi’nde yayınlanan makale çalışmasında beş farklı bitki atık lifi kullanılarak elde edilen kerpiç malzemelerin termofiziksel karakterizasyonları ortaya konmuştur. Çalışmada malzemelerin elde edilmesinde kullanılan toprak XRD ve SEM analizleri kullanılarak incelenmiş ve içerikleri belirlenmiştir.

Literatürde benzer çalışmalardan örnekler arttırılablir. Fakat XRD ve SEM analizlerinin Elazığ İli Hüseynik(Ulukent) Mahallesi’nde yer alan kerpiç evlerde kullanımıyla ilgili bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle çalışma özgün olup literatüre katkı sağlayacaktır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Elazığ İli Hüseynik (Ulukent) Mahallesi tarihi yapıların ve geleneksel evlerin bulunduğu, kentin en eski yerleşim alanlarından birisidir. Yapı malzemesi olarak kerpicin yoğun bir şekilde kullanıldığı alandaki yapıların bir kısmı aktif şekilde kullanılırken bir kısmı boşaltılmış ve kullanılmamaktadır. Tez kapsamında kerpiç malzemeden yapılmış geleneksel evlerle ilgili alan çalışması yapılmıştır. Alan çalışmasında geleneksel evlerin yapısal sorunlarına yönelik görsel tespitler yapılarak fotoğraflar ile belgelenmiştir.

Deneysel analiz için yapılardan, ağır hasarlı olan iki adet yapı seçilmiştir. Numuneler seçilen yapıların farklı bölgelerinden alınarak numaralandırılmış olup planlar üzerinde bu noktalar işaretlenmiştir. Numune alımı öncesinde yüzeysel temizleme işlemi yapılarak alanlar hazır hale getirilmiştir. Yapıların hasarlı bölgelerinden numuneler alınmış, yapılara herhangi bir zarar verilmesinin önüne geçilmiştir. Alınan numuneler ayrı ayrı numune torbalarına yerleştirilerek laboratuvar analizleri için uygun halde muhafaza edilmiştir.

Kerpiç numuneler, laboratuvar ortamında analizlerin yapılması için uygun boyutlara getirilmiştir. Numuneler üzerinde SEM ve XRD yöntemleri kullanılarak laboratuvar ortamında analizler yapılmıştır. SEM analizleri için alınan numuneler Diyarbakır Dicle Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBTAM)'ne gönderilmiş ve deneysel çalışmalarda buradaki laboratuvar kullanılmıştır. XRD analizleri için İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi (İBTAM)' e numuneler gönderilerek analizler tamamlanmıştır.

Elde edilen SEM ve XRD analizleri ile kerpiç numunelerin karakterizasyonu belirlenmiştir. Belirlenen içerikler doğrultusunda konu uzmanlarından destek alınarak değerlendirmeler yapılmış ve öneriler sunulmuştur.

3.1 Kerpiç Yapı Malzemesi ve Tarihsel Gelişimi

Kerpiç hem ayrı ayrı kalıplanmış ıslak toprak birimleri hem de bu birimler kullanılarak inşa edilmiş yapıların genel adıdır. İngilizce ismi olan "adobe" kelimesi İspanyolca kökenlidir (Morton, 2010). Kerpiç güneşte kurutulmuş çamur bloklardır ve şüphesiz

insanlığın kullandığı en eski geleneksel strüktür malzemesidir. Kalın, yumuşak ve esnek çamur kullanılarak yapılan kerpiç genellikle saman karıştırılarak yapılmaktadır. El işi ve benzer teknikler kullanılarak yapılan kerpiç, sonrasında güneşte kurumaya bırakılır (Cerqueira, 2018)

Toprağın yapı malzemesi olarak kullanımı M.Ö. 10000 yılına kadar dayanır (Heathcote, 1995). Kerpiç binlerce yıldır inşaatlarda kullanılan bir yapı malzemesidir. Orta Doğu'da geçmişi 10000 yıl öncesine kadar dayanan ve alanda bilinen en eski yapılar kerpiç kullanılarak inşa edilmiştir. Bunun nedeni kerpicin yerel malzemelerden olan toprak ve bitki liflerinin kullanılarak üretilebilir olmasıdır. Günümüzde dahi 800 yılı aşkın bir süredir kullanımına devam edilen kerpiç yapılar bulunmaktadır. Bu yapılar arasında en çok bilinenler İspanya'da bulunan ve Avrupa Genişleme Çağı'ndan kalan kiliselerdir. Aynı zamanda Ortadoğu'da kerpiç kullanılarak inşa edilmiş yüzlerce yıllık tapınaklar da mevcuttur. Kerpiç, dünyanın pek çok bölgesinde uzun zamandır kullanılan bir yapı malzemesi olmasına rağmen günümüzde çoğunlukla konut inşalarında kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise kerpicin, mekanik özellikleri hakkında yeterli bilginin mevcut olmayışı ve bu özelliklerin inşaat alanındaki koşullara bağlı olarak ciddi farklılıklar göstermesidir (Smith, 1982). Kerpiç geçmişten günümüze yaygın şekilde kullanımı devam eden bir yapı malzemesidir. Tarihsel süreç içerisinde kolaylıkla temin edilebilmesi ve doğallığı dolayısıyla tercih edilen kerpiç, sade yapım teknikleri kullanılarak yapıların inşasında yerini korumuştur.

Tarih boyunca kullanımı süregelen kerpiç en önemli yapı malzemeleri arasında yer almaktadır. Bileşimindeki katkı maddeleri dâhil toprak ve suyun yapı alanında ve çevresinden rahatlıkla temin edilebilme ve inşa alanında pratik şekilde hazırlanabilmesi, kerpici değerli kılan etmenler arasında yer almaktadır (Naumann, 1975). Taş ve ahşap malzemenin kolaylıkla elde edilemediği yöre ve ülkelerde kerpiç kullanımı daha yaygındır. 6000 yıl öncesinde Asurluların Mezopotamya'da kerpiç malzeme kullanarak yığma yapılar inşa ettikleri bilinmektedir. O devirlerde Mezopotamya'nın kerpiç yapılar ile kaplanmış olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Kerpiç malzeme eski Mısır'da da bilinen ve kullanılan yapı malzemeleri arasında yer almaktaydı (Türkçü, 2015). 2. Ramses'in 3000 yıl önce inşa edilmiş olan Luksor'daki

"Ölüler Tapınağı" girişinde yer alan tonozlar kerpiç malzeme kullanılarak üretilmiş ve günümüzde hala ayakta bulunmaktadır (Minke, 1983).

Mezopotamya neolitik tarım köy kalıntıları keşfedilmiş kerpiç yapı örneklerinin en eski kalıntıları arasında yer almaktadır. Alanın tarihi M.Ö. 7000 yılına kadar uzanmaktadır. Aynı dönemde el ve kalıp kullanılarak şekillendirilmiş kerpiç tuğlalara; Mezopotamya, Hindistan, Mısır ve Girit' teki yapı kalıntılarında da rastlanmaktadır. Çamurun inşaatlarda kullanımı doğuda Asya boyunca; batıda ise Kuzey Afrika ve Akdeniz Havzası boyunca ve Buzul Çağı buzullarının da gerilemesiyle bütün Avrupa'da hızlı bir şekilde yayılmıştır. Bu arada yenidünya da benzer şekilde bir gelişim içerisindeydi. Kullanımı büyük çağlardaki kadar eski olmasa da, Doğu Yarım Küre'de bulunan uygarlıkların Peru'da bulunan Chicama Vadisi'nde M.Ö. 3000 gibi yakın bir tarihe kadar kerpiç yapılar inşa ettikleri bilinmektedir (Steen, 1972).

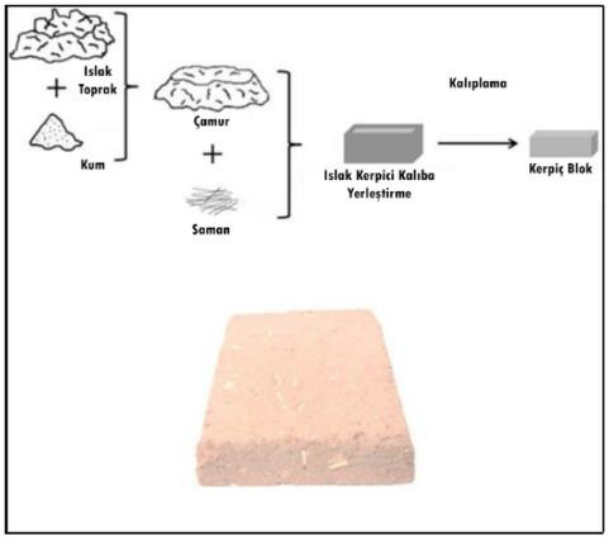
Ülkemizde de kerpiç malzeme kullanılarak inşa edilen geleneksel yapılara sıklıkla karşılaşılmaktadır. Özellikle geleneksel yapılarda kerpiç malzemenin taş ve ahşap malzemeler ile birlikte kullanıldığı örnekler mevcuttur. Günümüzde toprağın yapı malzemesi olarak kullanımı bazı hususlar ile ilişkilidir. Bu malzemeye ilginin iki dönemde arttığı söylenebilmektedir. İlki 1930'lardan 1950'li yılların başına kadar olan dönem, ikincisi ise 1970'lerin ikinci yarısına kadardır. Hâlihazırda bu malzemeye duyulan ilgi, farklı alanlardaki toprak yapısının büyük ölçüde değişiklik göstermesinden dolayı kimyasal ve mekanik özelliklerinin detaylı şekilde incelenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Başlarda toprağın inşaat malzemesi olarak kullanımı düşük maliyetli konutlarda birkaç alternatif arasında görülmektedir. Bazı sanayi ülkelerinde 1930-1950 arasındaki dönemde malzemeye dair konut projelerinden ziyade malzemenin kendisi ile ilgili deneyler yapılmıştır. Dünyanın geri kalanında, bilhassa Asya ve Güney Amerika'da toprak malzeme ile inşa edilmiş konutlardaki deneysel çalışmalar 1945'ten sonra sürekli programlardan çok, hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir (Germen, 1979).

Son yıllarda etkisini artıran iklim krizi ve doğal çevrenin tahribatı dolayısıyla meydana gelen kirlilikler insanların sürdürülebilir ve doğal yapı malzemelerine olan ilgisini

artırmıştır. Bu doğrultuda kerpiç yapı malzemesi geleneksel bir yapı malzemesi olarak öne çıkmaktadır.

3.1.1 Kerpiç üretimi

Kerpiç, toprak materyaller kullanılarak oluşturulan bir karışımdan meydana gelir (Bkz. Şekil 3.1). Oluşturulan karışım genellikle bir kalıp ile bazen de el yardımıyla ve mekanik bir sıkıştırmaya gerek kalmadan şekillendirilir. Kerpiç bloklar standart olarak yüksek sıcaklıklarda ısıtılan ve belirli kil türleri kullanılarak elde edilen pişmiş elemanlardan farklı olarak birkaç hafta açık havada kurumaya bırakılır. Bu işlem sonrasında kerpiç, yapılarda kullanılabilir hale gelir. Kerpiç bloklar genellikle aynı malzemeden imal edilen harçlar ile bir araya getirilir ve kerpiç duvarlar oluşturulur. Her kerpiç blok harç yatağına yerleştirilmeden önce suya batırılır ya da kaplanır (Morton, 2010; Jaquin ve Augarde, 2012).



Şekil 3.1 Kerpiç üretim şeması (Abanto vd., 2017) (düzenlenmiştir)

Toprağın özelikleri

Kerpiç yapılacak killi toprağın içindeki taşlar 3 cm' den daha büyük olmamalıdır. İyi bir kerpiç toprağının yaklaşık % 40' lık bir kısmı 0,063 mm' lik elekten geçmeli, yani % 60' lık kısmının eleğin üzerinde kalması gerekmektedir. Kerpiç yapımında kullanılabilecek topraklar, içerisinde bulunan kil miktarına göre yağsız, orta yağlı, yağlı ve çok yağlı olabilirler. Bünyesinde fazla kil barındıran topraklarda işlemeyi kolaylaştırmak ve kısmi olarak çatlamaların önüne geçmek amacıyla kerpiç harcına cüruf, tuğla kırıntıları, kum ve benzeri taş kırıkları gibi katkı maddeleri karıştırılabilir.

Kerpiç yapılacak toprak içerisinde turba ve bitkisel toprak bulunmamalıdır. Harç içerisindeki iri taşlar ve çakıllar, kökler vb. ayıklanmış olmalıdır (TSE 2514, 1977).

Saman ve diğer bitkisel maddeler özelliği

Kerpiçte kullanılacak saman ve bitkisel maddeler kuru ve çürümemiş olmalı, harmanın işlenebilme özelliğini bozacak şekilde kalın ve iri olmamalıdır. Uzun bitkisel maddeler, boyları 10 - 12 cm olacak şekilde biçilmelidir (TSE 2514, 1977).

Kullanılacak suyun özeliği

Kerpiç harcına katılacak suyun içerindeki tuz, yağ ve çürümüş maddeler kabarmalara neden olacak kadar çok miktarda bulunmamalıdır. Bileşiminde insan sağlığını tehdit edecek zararlı maddeler barındıran ve kilin koloit formuna dönüşmesine neden olan maddeler ile fabrika artıkları bulunmamalıdır (TSE 2514, 1977).

Kalıplar

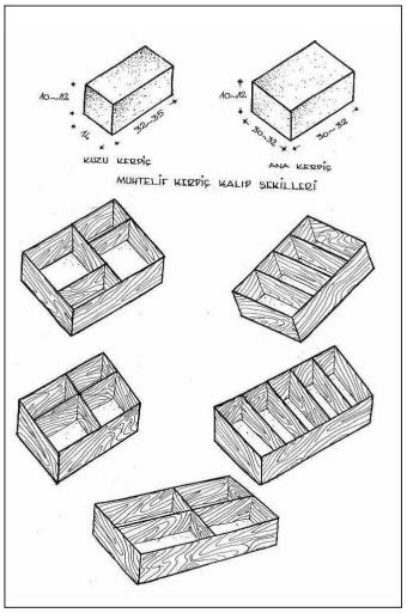
Kalıp, kerpiç hamuruna şekil veren ve çeşitli boyutlardaki araçtır (Bkz. Tablo 3.1) (TSE 2514, 1977). Kerpiç üretiminde kullanılan kalıplar genellikle rendelenmiş ve özgül ağırlıkları düşük ahşap malzemeler kullanılarak imal edilir. Çeşitli kullanımlarda ahşap kalıp içleri metal malzemeler ile kaplanır. Kaplamalar, kerpiç harcın kalıplara yapışmasını engelleyerek kenar kısımlarında biçimsel bozulmaların oluşmasını engeller. Aynı zamanda kerpiç harcı metale oranla ahşaba daha fazla yapıştığından dolayı metal kalıpların temizlenmesi ahşap kalıplara oranla daha kolaydır. Kalıplar istenilen kerpiç ölçülerine göre boyutlandırılabilir (Tokmanoğlu, 1960).

Tablo 3.1 Kerpiç boyut standartları (TSE 2514, 1977)

Sınıf	Boyutlar Cm	Hacim dm^3	Yaklaşık ağırlık kg
I	12X19X40	9,12	10-12 (Kuzu)
II	12x30x40	14,40	15 –25 (Ana)
III	12x18x30	6,48	7-11 (Kuzu)
IV	12x25x30	9,00	10-15 (Ana)

Gerekli araçların temini ve kerpiç kesilme yerinin hazırlanmasının ardından en az bir gece bekletilen çamur, tekrar iyice karıştırılır ve kerpiç kesim alanına taşınır. Taşıma sırasında çamurun el arabasına ya da teskereye yapışmaması için bunların içerisine

ince bir tabaka şeklinde saman serilir ve kerpici kesecek olan ustanın yanına getirilir. Usta kovadan ya da tenekeden aldığı ıslak bez ile veya suya daldırarak kalıp kenarlarını iyice ıslatır ve kalıbın tabanı ile yanlarına gelecek kısımlara ince saman serpiştirir. İşçiler tarafından getirilen çamur harç doğruca kalıp üzerine dökülür. Usta elindeki malayı kullanarak harcın dökülmesine yardım eder; daha sonrasında çamuru kalıbın içerisine boşluk kalmayacak şekilde yerleştirir; köşelerdeki boşluklara dikkat eder (Bkz. Şekil 3.2). Boşluk kalmaması için harç mala ile sıkıştırılır, malayı kullanarak kalıbın üst yüzeyini düzelterek, kerpiçlerin üst yüzeylerinin pürüzsüz şekilde çıkmasını sağlar (TSE 2514, 1977).



Şekil 3.2 Anadolu'da kullanılan kerpiç kalıpları (Acun vd., 2012)

Toprağın Hazırlanması

Hazırlanacak toprak miktarı bir günde işlenebilecek kadar olmalıdır. Yapım işleminden bir gün öncesinde toprak ıslatılarak yumuşak hale getirilir. Yeteri kadar toprak yaklaşık 8-10 cm kalınlığında tabakalar şeklinde serilerek aralarına su dökülerek çapalar yardımıyla karıştırılır (Bkz. Şekil 3.3). Genellikle insanlar çıplak ayaklarıyla karışımı çiğneyerek cıvık bir hale getirirler. Toprak homojen bir şekilde ıslatıldıktan sonra üzerine yaklaşık 2-3 cm kalınlığında saman tabakası serilir ve çiğnenir. Bu aşamada samanın, elde edilen kerpiç karışımın altına inmesini engellemek için toprak karışım iyi bir harç olana kadar saman ilavesinin yapılmaması gerekmektedir. Kerpiç harcı 6 dişli yaba kullanılarak kalıplara yerleştirilebilecek kadar katı ve elastik bir kıvam alana kadar su ilavesi yapılır (Tokmanoğlu, 1960).



Şekil 3.3 Kerpiç harcının hazırlanma aşaması (Rudaw, 2020)

Eğer yeterli imkânlar mevcut ise karıştırma işleminin bir makine ile yapılması el yapımına kıyasla daha hızlı ve uygun olacaktır. Toprak, gerekirse kum, su ve saman birlikte karıştırılır. Karışımın kuruluğuna göre su eklemesi yapılabilir. Fakat yapılacak su ilavesi çamur kullanılabilecek bir hal alana kadar olmalıdır (Tokmanoğlu, 1960).
Toprak ile karıştırılacak samanın miktarı toprak çeşidine göre değişmekle birlikte tecrübeyle kararlaştırılması en iyi yöntemdir. Kerpiç harcına saman karıştırılmasında esas amaç kuruma esnasında yeterli havalandırma sağlanarak bütünsel kurumanın elde edilmesidir. Bu sayede oluşacak çatlaklar en aza indirilmiş olur. Aşırı saman kullanımı veya samana gübre karıştırılması kerpicin dayanımını düşürmektedir. Genellikle samanın çamura oranı bire beş olacak şekilde kullanım mevcuttur (Tokmanoğlu, 1960).

Kerpicin Yapılması

Kerpiç imalatı için, kullanılacak uygun bir toprağın yakınlarında bulunan ve kerpiçlerin kurutularak sertleştirilmesi için geniş bir alanın seçilmesi gerekir (Dominguez, 2011). Kerpiç üretiminde düze yakın bir alan seçilir. Üzerinde uzun çayırların olduğu alanlar bu işlem için uygun değildir. Seçilen alanın tesviyesi yapılır. Sonrasında üretimi yapılacak kerpiç blokların yere yapışmasının engellenmesi için alana saman serilir (Tokmanoğlu, 1960).

Hazırlanan kerpiç harcı el arabaları yardımıyla imalat alanına taşınır. Kürek veya tırmık yardımıyla hazırlanan kalıplara yerleştirilir (Bkz. Şekil 3.4). İşçiler el ya da kürek kullanarak kalıbın boş kısımlarını bastırarak doldurur ve yüzeyini mala ya da sopa yardımıyla düzeltir. Kerpiç şekillendirildikten sonra kalıp kaldırılır. Kalıba

yapışan çamur temizlenerek aynı işlem tekrarlanır. Kolay çıkmayan kalıpların kenarlarına vurularak kenar aralıkları artırılır (Lokmanoğlu, 1960).



Şekil 3.4 Kerpiç harcının kalıplara dökülme aşaması (Dekorasyoninşaat, 2017; Tolacı, Hürmüzlü, 2020)

Kurutma

Hava durumuna bağlı olarak kerpiçler yaklaşık bir hafta kurumaya bırakılır. Kerpicin her iki yüzünün de yaklaşık aynı miktarda güneşe ve rüzgâra tabi tutularak kurutulmasına önem gösterilmektedir. Yer değiştirebilecek duruma gelen kerpiçler kaldırılarak alt kısımlarındaki samanlar kazınır. Bir alanda istiflenerek yağmura karşı korunur ve kurumaya bu alanda devam edilir. Tam olarak kuruyarak dayanımın elde edilebilmesi için yaklaşık iki üç hafta süre gereklidir (Bkz. Şekil 3.5). Don oluşabilecek zamanlarda kerpiç yapılmamalı ve dona karşı çok iyi muhafaza edilmelidir. Düşük sıcaklıklarda kerpiçte çatlaklar meydana gelir (Tokmanoğlu, 1960).



Şekil 3.5 Kerpiç harcının kurumaya bırakılma ve istiflenme aşaması (Rudaw, 2020; Wordpress, 2015)

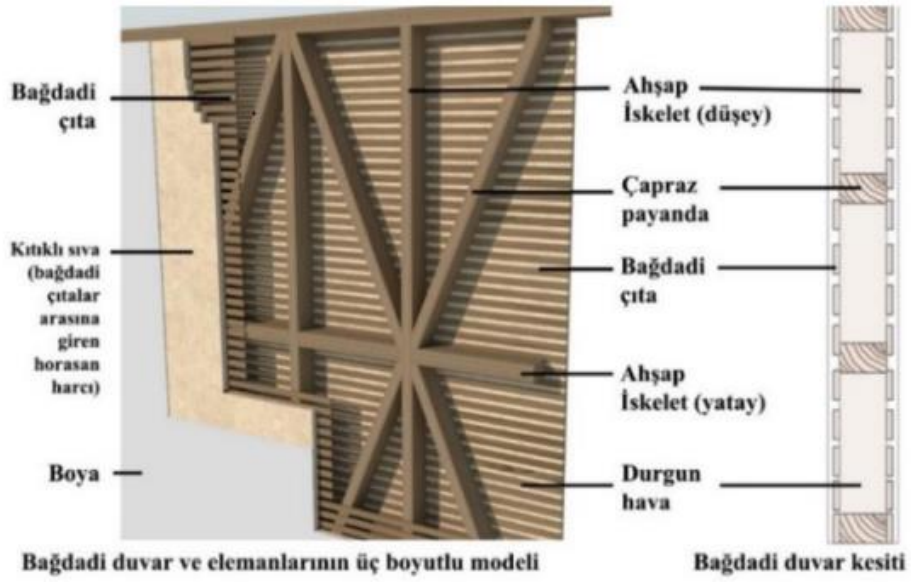
Kuruyan kerpiçler zarar görmesinin engellenmesi için istiflenme belirli bir yöntem ile yapılmalıdır. Sütun kenarlarına üç dört sıra kerpiç yerleştirilecek şekilde düz biçimde yerleştirilen kerpiçlerden bir orta sütun oluşturularak istiflenme yapılır (Dominguez, 2011).

Kerpiç yapım sistemleri

Geçmişten günümüze geleneksel kerpiç malzeme kullanılarak inşa edilen yapılarda masif ve hafif kerpiç yapım sistemleri olarak iki teknik kullanılmaktadır. Masif kerpiç yapım sistemlerinde kerpiç bloklar kullanılarak taşıyıcı duvarlar inşa edilir. Hafif kerpiç yapım sistemlerinde ise ahşap dikme ve hatıllar belirli aralıklar ile duvar içerisine yerleştirilir ve taşıyıcı görev üstlenirler. Bu sistemde kerpiç dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır (Tolacı ve Hürmüzlü, 2020)

Ahşap karkas sistem

Anadolu'da sivil yapı örnekleri başta olmak üzere çeşitli yapılarda sıklıkla karşılaşılan bu yapım sistemi: Güneydoğu Anadolu, Kuzey Anadolu, Orta Anadolu, Marmara ve Batı Anadolu Bölgeleri'nde yaygın şekilde görülmektedir. Yatay ve dikey ara bölme elemanları, tabanlar, başlıklar, payandalar, köşe dikmeler, ara dikmeler ve destekler ahşap karkas sistemin elemanlarını oluşturmaktadır (Bkz. Şekil 3.6) (Ergün ve Çavdar, 2010).



Şekil 3.6 Ahşap karkas sistem ile yapılan bağdadi duvar tekniği (Alemdağ vd., 2023)

Bu sistemde ahşap malzemeler kullanılarak taşıyıcı iskelet oluşturulur. İnsan vücudunun iskelet sistemine benzer biçimde, yatay, dikey ve çaprazlama şeklinde ahşap elemanlar, belirli bir düzende bir araya getirilerek taşıyıcı çatkı sistem oluşturulur. Oluşturulan taşıyıcı sistemin ahşap elemanları arasındaki boşluklar çeşitli malzemeler kullanılarak doldurulur ve oluşturulan duvarlar ile kapalı hacimler

meydana getirilir. Bu sistem kullanılarak inşa edilen yapıların sıvanmaları durumunda ahşap iskelet sistemi içerisindeki dolgu işlemi görünmeyeceğinden dolayı duvar dolgularına özen gösterilmemektedir. Yapının sıvanmadan bırakılacağı ve ahşap elemanlar ile dolgu işleminin açıkta kalacağı durumlarda, duvar örgülerinin farklı motif ve desenler kullanılarak estetik hale getirildiği örneklere rastlanmaktadır (Yalçın vd., 2022).

Kerpiç yığma sistem

Geçmişten günümüze süregelen ve en eski yapı strüktür sistemi olan yığma sistem Anadolu'da en çok kullanılan yapım sistemi olmuştur. Bu sistemde kullanılacak yapı malzemeleri üst üste koyularak kendi yükünü yine kendisi taşır. Yığma sistem kullanılarak inşa edilen yapılarda yükü zemine aktaracak harici bir sistem mevcut değildir. Yapının beden duvarları taşıyıcı görevi üstlenmektedir. Bu nedenle bir mimari unsur olarak duvarlar yapıyı oluştururken aynı zamanda bölme ve taşıma görevlerini de bir arada yaparlar. Kerpiç blokların bu sistem kullanılarak harici bir taşıyıcı sistem olmadan üst üste dizilmesi ve bağlayıcı maddelerle bir araya getirilmesiyle oluşturulan yapılara 'yığma sistemli kerpiç yapılar' denilmektedir (Bkz. Şekil 3.7). Modern yapı malzemelerinde kullanılan çimentonun yerine kerpiç yapılarda bağlayıcı malzeme olarak kerpiç harcından elde edilen ve kil oranı yüksek çamur sıvalar kullanılır. Bu sistem ile inşa edilen konut gruplarına genellikle Anadolu'nun kırsal yerleşimlerinde rastlanmaktadır (Tuztaşı ve Çobanoğlu, 2016).



Şekil 3.7 Kerpiç yığma sistem ile yapılan yapı örnekleri

Kerpiç yığma sistemler daha çok Anadolu'daki kırsal yerleşim alanlarında yer alan az katlı, düz damlı ve prizmatik görünüşteki yapılarda görülmektedir (Ulusoy Binan vd.,

2017). Bu yapılar el ile hazırlanmış şekilli topraklar veya harç yığınlarından rastgele olarak alınmış malzeme kümelerinden yapılırlar (Çelebi, 2012).

Bu sistemde kullanılan yatay ahşap hatıllar pencere ve kapı boşluklarının altından ve üstünden geçecek şekilde yerleştirilir ve duvar boyunca uzatılırlar. Bazı bölgelerdeki deprem riskine bağlı olarak, duvar içerisinde yer alan bu hatıllar daha sık aralıklar ile kullanılmıştır. Yığma sistem ile inşa edilen yapılarda kerpiç duvar içerindeki ahşap hatıllar ile birlikte, en az iki cephede ahşap karkas iç duvar ile döşemeye bağlantılı ahşap dikmeler de yer almaktadır (Ulusoy Binan vd., 2017).

Karma sistem

Karma sistemde kerpiç dolgulu ahşap karkas-çatkı sistem ile yığma kerpiç sistem bir arada kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.8). İki sistemin karışımından oluşan karma sistem geçici yerleşim alanlarında da kullanılmaktadır. Günümüzde bu sistem ile inşa edilmiş örneklere pek rastlanılmamaktadır (Ataman, 2007).



Şekil 3.8 Karma sistem kullanılarak yapılan yapı örneği (Tolacı, Hürmüzlü, 2020)

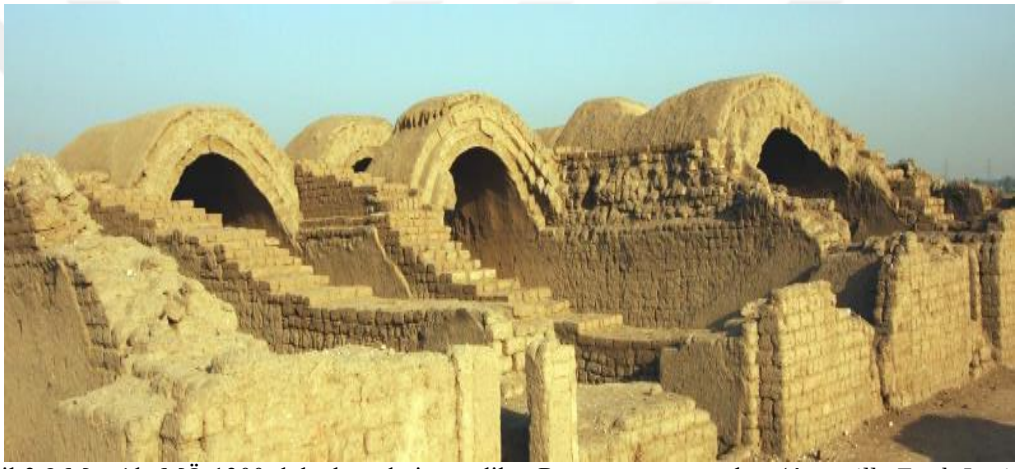
Yapıların dış duvarlarında kullanılan kerpiç bloklar yağış miktarı ve zemin eğimine göre yüksekliği değişiklik gösteren (minimum 50 cm) ve suya dayanıklı bir malzeme olan taş kullanılarak yapılmış bir su basman duvarının üstüne yerleştirilir. Taş malzemeden kerpice geçişte tüm duvar boyunca ahşap hatıllar kullanılır. Duvar

birleşim noktalarından geçmeli biçimde bağlanmış bu hatıllar sistemin taşıyıcılığını sağlar (Ulusoy Binan vd., 2017). Karma sistemin, Anadolu kırsal yerleşimlerinde daha fazla sayıda uygulanmış olduğu gözlemlenmiştir (Tolacı ve Hürmüzlü, 2020).

3.1.2 Kerpiç yapı malzemesinin kullanım alanları

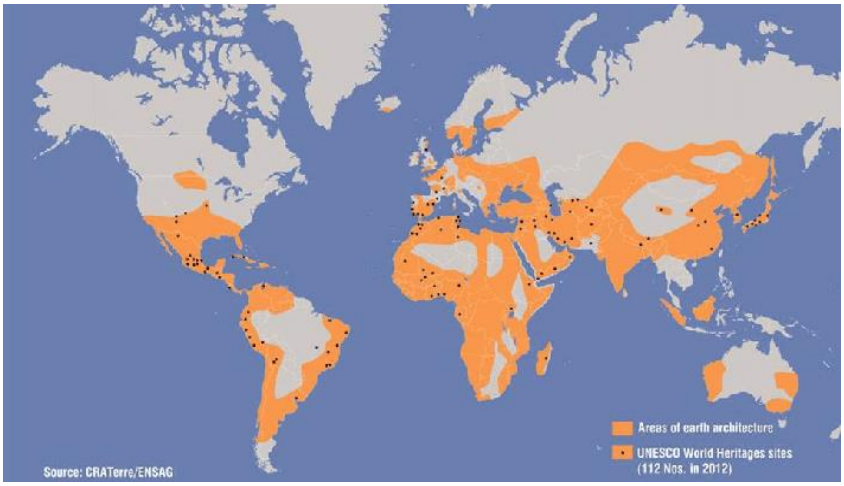
Dünyadaki kullanım alanları

Kerpiç kullanımı Orta Doğu, Afrika, Latin Amerika, Karayipler, Hindistan gibi odun ve bitki örtüsünün az olduğu tüm sıcak-kuru, subtropikal ve ılıman iklim bölgelerinde çok yaygındır. Asya, Pasifik ve Güney Avrupa'nın bir parçası olan alt kıtada yoğun kullanımlar gözlemlenmektedir (Bkz. Şekil 3.9) (Samal, 2017).



Şekil 3.9 Mısır'da MÖ 1300 dolaylarında inşa edilen Ramasseum tonozları (Auroville Earth Institute, n.d.)

Dünya nüfusunun yaklaşık %30 ila %50'si (yaklaşık 3 milyar insan) toprak binalarda yaşamakta veya çalışmaktadır (Bkz. Şekil 3.10) (Rael 2009). Gelişmekte olan ülkelerde kırsal nüfusun çoğunluğu ve kentsel nüfusun en az %20'si dâhil olmak üzere nüfusun yaklaşık %50'si toprak evlerde yaşamaktadır. Örneğin, 2007 nüfus sayımına göre Peru'da evlerin neredeyse %40'ı topraktan yapılmıştır (bu, yaklaşık dokuz milyon insanın yaşadığı iki milyon ev demektir) (Blondet, 2011).



Şekil 3.10 Toprak yapıların dünya üzerindeki dağılımı (Auroville Earth Institute, n.d.)

2001 Nüfus Sayımına göre Hindistan'da tüm binaların %30'u topraktan yapılmıştır (buna yaklaşık 305 milyon insanın yaşadığı 73 milyon ev dâhildir). Kerpiç inşaatı çoğunlukla kırsal alanlarda kullanılmaktadır. Evler genellikle tek katlı olup duvar yükseklikleri yaklaşık 3,0 m ve kalınlıkları 250 mm ile 850 mm arasında değişmektedir. And Dağları (Peru) gibi dik yamaçlara sahip dağlık bölgelerde evler üç kata kadar yüksek olanları mevcuttur (Bkz. Şekil 3.11) (Samal, 2017).


Şekil 3.11 Djenne Camii giriş bölümünün de yer aldığı ön cepheden görüntü (Zwart, 2015)

Orta Doğu ve Asya'nın bazı bölgelerinde toprak evler genellikle üst üste inşa edilir, böylece bir evin çatısı yukarıdaki evin alt katı olarak kullanılır. Kerpiç evler İran, Bolivya, Etiyopya, Özbekistan gibi gelişmekte olan ülkelerin çoğunun kentsel alanlarında bulunur (Samal, 2017).

Türkiye'deki kullanım alanları

Anadolu'da Neolitik Dönem (yaklaşık olarak MÖ 11500-6000) içerisindeki yerleşmeler ilk köylerin kurulumu ve mimarinin doğuşunu göstermektedir. Bu zamanda inşa edilen yapılarda kerpicin ana yapı malzemesi olarak kullanıldığı bilinmektedir (Özdoğan, 1996).

Kültepe, Norşuntepe, Acemhöyük, Hacılar, Beycesultan ve Çatalhöyük'te yapılan kazılar sonucunda ortaya çıkan büyük yerleşmelerde, 3m'yi aşan yüksekliklere sahip hatıllı veya hatılsız şekilde inşa edilmiş kerpiç duvarlara rastlanılmıştır. Kazılarda ortaya çıkan yerleşmeler içerisinde, doğal şartlara karşı taş ve ahşap malzemeye göre dayanımı daha zayıf olan kerpiç duvarlar dini, askeri ve sivil yapılarda kullanılmıştır. Neolitik Çağ' da inşa edilen kerpiç duvarlar taş malzemenin azlığından dolayı direkt olarak toprağa oturtulurken; geç Neolitik Çağ başlarında kerpiç duvarlarda taş temelin kullanılması neredeyse bir zorunluluk şeklini almıştır. Kerpiç duvarlarda kullanılan ahşap hatıllar, yapı yükünün temele homojen ve doğrusal bir biçimde aktarımını sağlamakta ve bu hatıllar kullanılarak inşa edilen yapıların daha uzun süre dayanım gösterdiği bilinmektedir. Buna rağmen Neolitik Çağ'da, Hacılarda, Mersin ve Çatalhöyük' te moloz taş temel üzerine çeşitli kalınlıkta ve düzensiz şekilde inşa edilen kerpiç duvarlarda ahşap hatıl kullanılmadığı gözlenmektedir (Naumann 1975).

Orta Tunç Çağı'nda (MÖ yaklaşık 1900-1400'ler) , Anadolu'nun ilk imparatorluğu olan Hititlerin başkenti Hattuşa'da bulunan yapılarda güneşte kurutulmuş kerpiç ile ahşap malzemenin tercih edildiği bilinmektedir. Anadolu'da kerpiç ve ahşap malzemenin bir arada kullanıldığı yapılar Neolitik Çağ üslubuyla yapılmış ve kerpiç malzeme taş temeller üzerinde kullanılmıştır. Saray, konut ve tapınak yapılarında bu yöntemin yaygın şekilde kullanıldığı gözlenmektedir (Seeher ve Schachner, 2014). Üstüne belirli aralıklarla yerleştirilmiş kulelerin bulunduğu sur duvarlarında da bu inşa tekniğinin kullanılmıştır (Seeher, 2007). Hattuşa surlarının yeniden canlandırıldığı projede surların dönemindeki durumlarını bugün görebilmek mümkündür (Bkz. Şekil 3.12) (Seeher, 2007).



Şekil 3.12 Hattuşa Kent Suru'nun rekonstrüksiyonu (Seeher, 2007)

Günümüzde Doğu, Güneydoğu ve İç Anadolu bölgelerinde yapı malzemesi olarak kerpiç, halen yaygın şekilde kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.13). Bu alanın tarihçesi 9000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Yapılan kazılarda Anadolu'da kerpicin yaygın bir şekilde kullanıldığı açıkça ortaya çıkmıştır. Örnek olarak Boğazköy ve Çatalhöyük gibi antik kentlerde kerpicin, yapılarda ana strüktür malzemesi olarak kullanıldığı açıkça gözlemlenmektedir (Tunalı, 2015).



Şekil 3.13 Kerpiç kullanılarak inşa edilen Harran evleri (Acar, 2020)

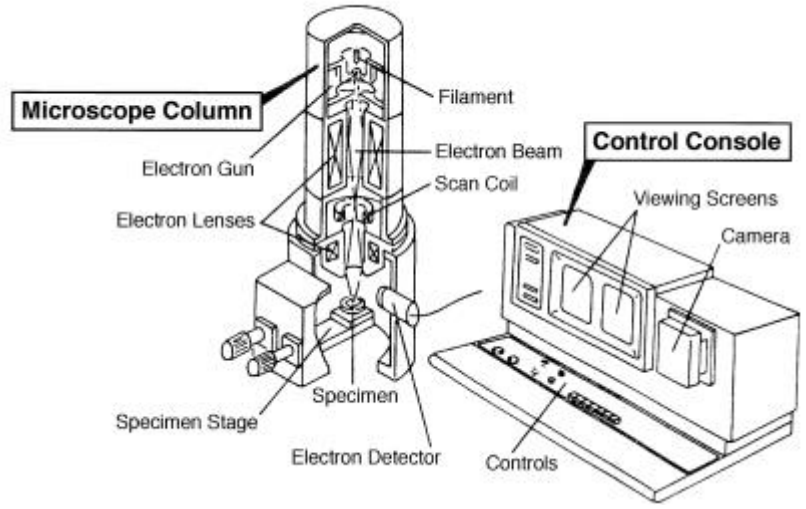
3.2 SEM ve XRD Analiz Yöntemleri

Büyük boyuttaki bir numunenin çok küçük bir kısmının kimyasal olarak analiz edilmesine mikro analiz adı verilir. Analizi yapılan alanın çapı mikron ya da daha azdır. Bu gibi analizler bir X ışını mikroprobu (X ışını mikro analizörü) ya da X ışını spektrometresi entegre edilmiş farklı formlardaki elektron mikroskopları kullanılarak

yapılabilmektedir. Bu cihazlar toplu olarak elektron sütunlu cihaz adıyla bilinmektedir. Bunların tamamı analiz edilecek numune üzerindeki çok küçük bir noktaya, filamentten çıkan elektron ışınını odaklamak için aşırı önlemlerin alındığı detaylı X ışını tüpleri olarak nitelendirilebilir (Cullity, 1978).

SEM analiz yöntemi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) heterojen yapıya sahip organik ve inorganik malzemelerin nanometrik ve mikrometrik boyutlarda görüntülenerek malzeme karakterizasyonlarının belirlenmesine imkân tanır. Bu yöntem ile çok çeşitli malzemelere ait yüzeylerin üç boyutluya benzer görüntüleri alınabildiğinden dolayı popülerliği fazladır. SEM kullanılarak elde edilen görüntüler bilimsel dergilerden popüler dergilere ve filmlere kadar uzanan çok farklı alanlarda kullanılabilmektedir. Bir SEM cihazı elektron kolonu ve elektronik konsolu olmak üzere iki kısımdan meydana gelir (Bkz. Şekil 3.14) (Goldstein., vd. 2003).

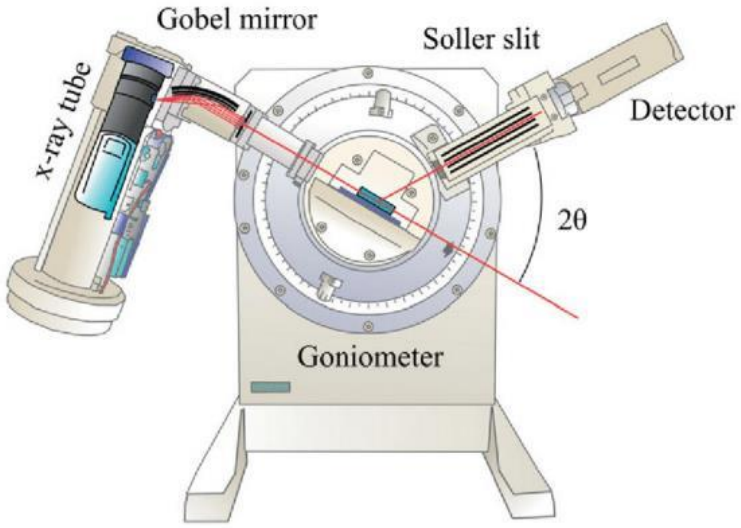


Şekil 3.14 SEM'in iki ana bölümü olan elektron kolonu ile elektronik konsolu (Goldstein vd., 2003)

Elektron sütununda elektronları oluşturan bir elektron tabancası ile boş bir tüp içerisinde ilerleyen elektronların gidiş yolunu etkilemekte kullanılan iki ya da daha fazla elektron merceği yer almaktadır. Kolon bölümünün tabanında genelde 10^{-4} Pa'a yakın (yaklaşık 10^{-4} torr veya atmosfer basıncının milyarda biri) bir vakum üreten vakum pompaları bulunmaktadır. Kontrol konsolunda ise bir katot ışın tüpü (CRT) görüntüleme ekranı ve çıkan elektron ışınlarını kontrol etmekte kullanılan düğmeler ile bilgisayar klavyesi bulunmaktadır (Goldstein., vd. 2003).

XRD analiz yöntemi

X ışını kırınım metodu ana prensip olarak bir X ışını kaynağından(Cu) üretilen alfa (α) ve beta (β) parçacıklarının analizi yapılacak numune minerallerine gönderilmesi ve gönderilen parçacığın analiz edilen minerale ait kristal forma göre hangi açıda yansıdığının tespitine dayanır (Bkz. Şekil 3.15). Bu prensip aynı zamanda X ışını analizlerinin ana kanunu olan Bragg prensibinin de temelidir. Üretilen parçacığa ait kırınımın özelliklerine bakılarak minerale ait kafes yapısı hakkında detaylı veriler elde edilebilmekte ve ölçülen değerler doğrultusunda analizler yapılmaktadır. Bu nedenle minerale ait kristal yapı büyük önem arz etmektedir. Başka bir değişle gönderilen X ışını parçacıklarında sapma izlenmeyen, kristal kafes sisteme sahip olmayan(Obsidyen, cam) ya da kristal sistemi aşırı derecede küçük olan element kökenli minerallerin(Bor) analizlerinde bu yöntem kullanılamamaktadır (Yünsel vd., 2019).



Şekil 3.15 XRD analiz cihazı bileşenleri (Stefanov, 2015)

XRD analiz yönteminde tamamıyla faklı yönlerde kırılan bir X ışınını kullanarak numuneye ait atomik ve moleküler yapıyı belirlemede kullanılan bilindik bir yöntem ve cihazdır. Bu cihaz kullanılarak genellikle polikristalize ya da amorf formlu inorganik numune içerisindeki katı ya da toz halde bulunan malzemelerin fazı tespit ve analiz edilebilir. XRD analiz yöntemi genellikle kalitatif ve kantitatif kimyasal analizlerde kullanılır. Günümüzde X ışını kırınımı kristal haldeki yapılar ve atomik aralıkların incelenmesinde kullanılan standart bir teknik halini almıştır (Sequeira, 2022).

X ışını toz difraktometrisi (XRD) nano boyuttaki malzemeler için kullanılan yaygın bir karakterizasyonu metodudur. Bu analiz yöntemi kullanılarak farklı mikroskobik ve spektroskopik metotları tamamlayıcı önemli bilgilerden olan numuneye ait faz tanımı yapılabilir, numune saflığı ve kristalit boyutları ile bazı durumlarda malzeme morfolojisi elde edilebilir. Toplu bir teknik olarak XRD analizi ile elde edilen bilgiler, numunenin az bir kısmındaki gözlemlerin tamamını temsil edip etmediğini belirlemek için mikroskopi verileri ile değerlendirilebilir (Holder ve Schaak, 2019).

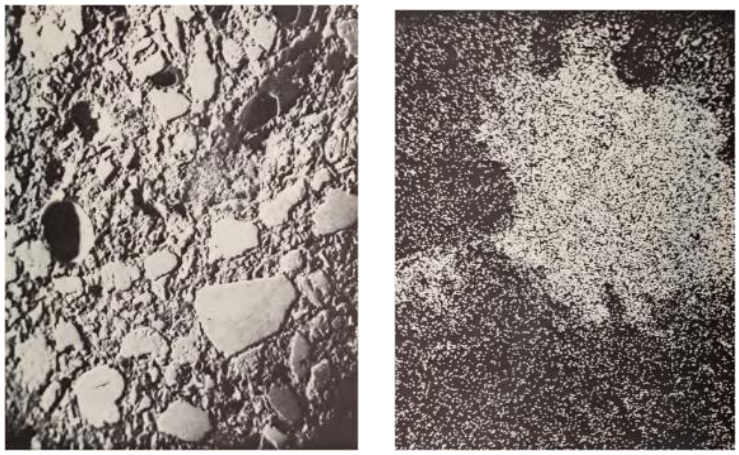
3.2.1 SEM ve XRD analiz yöntemlerinin kerpiç malzemede kullanımı

SEM analiz yöntemi kullanımı

Taramalı Elektron Mikroskobunun (SEM) büyütme kapasitesi 20 ila yaklaşık 150 000 kattır. Bu mikroskopların optik mikroskoplara oranla alan derinlikleri yaklaşık 300 kat daha fazladır. Bu cihazın çalışmasında elektronlar numune üzerine çarptırılır ve ikincil elektronlar numuneden saçılır. Saçılan elektronlar üç boyutlu görüntülere benzer şekilleri oluşturur.

Maliyet açısından X Işını kırınım cihazları ile aynı civarda yer almaktadır. Bu cihazlar ile önemli bilgiler elde edilebildiğinden dolayı pek çok üniversite ve araştırma laboratuvarlarında yaygın olarak bulunmaktadır. Bu cihazlarda cilalanmış ya da kırılmış yüzeyler ile ayrı ayrı kristaller ve ya tozların incelemesinde kullanılır.

SEM analiz yöntemi ile toprak ve kerpiç malzemenin mikro dokusu incelenebilir, optik mikroskoplar ile görüntülenmesi mümkün olmayan Kil parçacıkları gözlemlenebilir. Yine Kil ve Silt parçacıklarının gözenekliliği ile düzeni de SEM yöntemi kullanılarak incelenebilir. Bu cihazlar enerji dağılımlı X ışını eklentisi ile toprak ve kerpiç malzemenin elementel ve kimyasal analizleri de yapılabilmektedir. Şekilde Tumacacori Kilisesi'nden alınan cilalı kerpiç malzeme numunelerine ait SEM görüntüsü ve ince bir parçacığın element haritası yer almaktadır (Bkz. Şekil 3.16) (Clifton vd., 1978).



Şekil 3.16 Tumacacori Kilisesi'nden alınan kerpiç malzeme örneğine ait taramalı elektron mikrografisi ve enerji dağılımlı X ışını element haritası (Clifton vd., 1978)

SEM analiz yöntemi ile elementlerin niteliksel analizlerinin yanı sıra, bilgisayar ile arayüzler oluşturularak niceliksel element analizleri de yapılabilmektedir. Kerpiç malzeme içerisinde yer alan ayrı ayrı çözünebilir tuzların kantitatif tayinleri, malzemede meydana gelen bozulmalara sebep olan faktörlerin incelenmesinde önemli veriler ortaya koymaktadır (Clifton vd., 1978).

XRD Analiz Yöntemi Kullanımı

Kerpiç ve toprak malzemelerin içeriğindeki mineral bileşimi ve parçacık boyutlarının dağılımı, malzemenin dayanımını ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde kontrol eder. Örnek olarak içeriğinde montmorillonit türünde bir kil barındıran kerpiç su aldığında aşırı miktarda şişer ve kuruyunca tekrar büzüşür. Bu durumda malzemenin dayanıklılığı azalır. Bu nedenle böyle özelliklere sahip bir malzeme, bozulmuş kerpiç yerine ya da onarım çalışmalarında kullanmak için uygun değildir. Tarihi yapılarda kullanılan kerpiç malzemenin değiştirilmesi ve onarılmasında, mümkün olduğu kadar özgün kerpiç ile aynı mineral içeriğine sahip malzemenin kullanılması gerekmektedir (Clifton vd., 1978).

Kerpiç ve toprak malzemenin içerdiği bileşenlerin mineralojisinin belirlenmesinde kullanılan X Işını toz difraktometrisi hızlı bir metottur. Yapıların onarımında kullanılacak olan toprağın özgün kerpiç malzeme ile aynı mineralojik özellikleri taşıyıp taşımadığının tespitinde de faydalıdır. Bu yöntemle ortaya çıkan kırınım desenleri numune içerisindeki farklı minerallerin tür ve miktarlarını yansıttığından dolayı, belirli bir kerpiç karakterizasyonunu ya da numuneye özgü bir parmak izini

oluşturur. Bu nedenle analistler, kerpicin minarelojik bileşimini belirlemeden, yalnızca yapıda kullanılacak onarım malzemesi ile özgün kerpiç malzemeye ait kırınım desenlerini kıyaslayarak farklılıkların miktarı hakkında tespitte bulunabilirler (Clifton vd., 1978).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

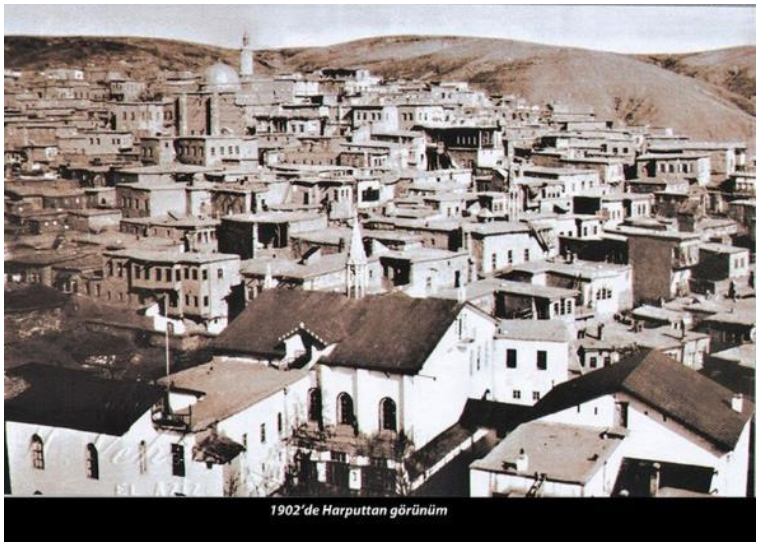
Elazığ İli Hüseynik (Ulukent) Mahallesi mevcut konumu ve tarihi gelişimi incelenmiştir. Alanda bulunan geleneksel evler mimari açıdan irdelenerek analiz edilmiştir. Evlerin yapım teknikleri, kullanılan malzeme türleri, plan şemaları vb. özellikleri örnekler üzerinde incelenmiştir. Evlerde çeşitli nedenler ile meydana gelen yapısal sorunların görsel olarak tespit edilmiş ve fotoğraflanarak belgelenmiştir. Tespit edilen yapısal sorunlar yatay ve düşey taşıyıcı elemanlarda sorunlar olmak üzere iki başlık altında sınıflandırılmıştır.

Numuneler üzerinde yapılan deneysel analizlere bu bölümde yer verilmiştir. Deneysel analizlerde kullanılmak üzere numune alımı için seçilen yapılar mimari proje çizimleriyle incelenmiştir. Analizlerde kullanılan cihazlar ve analiz sonuçları üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Deneysel analiz sonuçları grafik, tablolarla gösterilmiş ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleri verilmiştir.

4.1 Elazığ Hüseynik (Ulukent) Mahallesi Konumu ve Tarihi

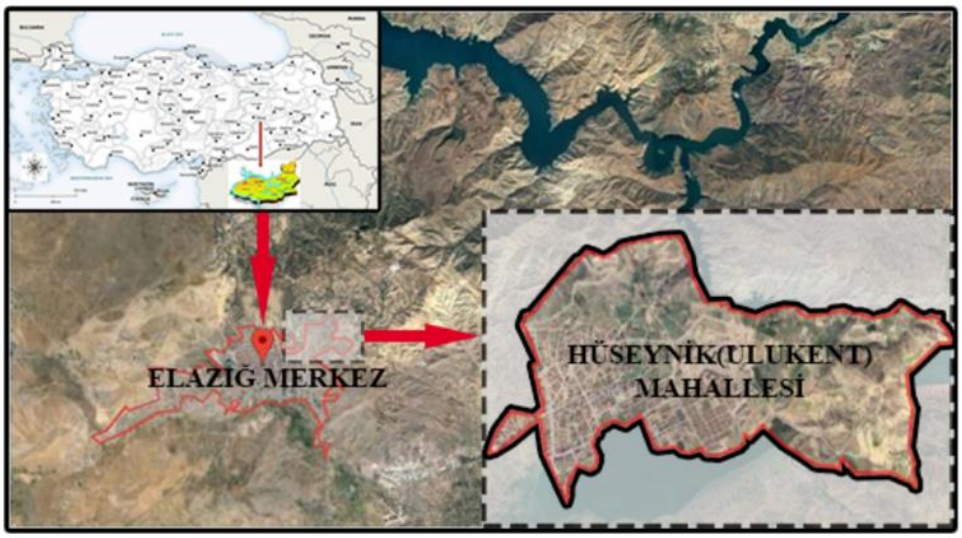
Elazığ ili ve çevresi(ilçeleri) Paleolitik Çağ'dan günümüze kadar önemli ve tarihi yerleşim bölgesi olmuş, tarihi boyunca birçok farklı kültürleri içerisinde barındırmıştır. Barındırmış olduğu farklı kültürlerin bir etkileşim alanı olmuştur. Köklü tarihi geçmişi ile Elazığ İli, Türklerin Anadolu'ya gelmeleriyle birlikte önem kazanan bir bölge olmuştur (Arslan, 2003).

Harput, Urartular döneminde yapılan kalesi ile bölge halkı için dış etkiler karşısında ciddi bir koruma sağlamıştır (Bkz. Şekil 4.1). Bulunduğu konumun, çevresinde yer alan yerleşim bölgelerine kıyasla stratejik olması, pek çok devletin bu alana sahip olma isteğine neden olmuştur (Karakaş, 2008).



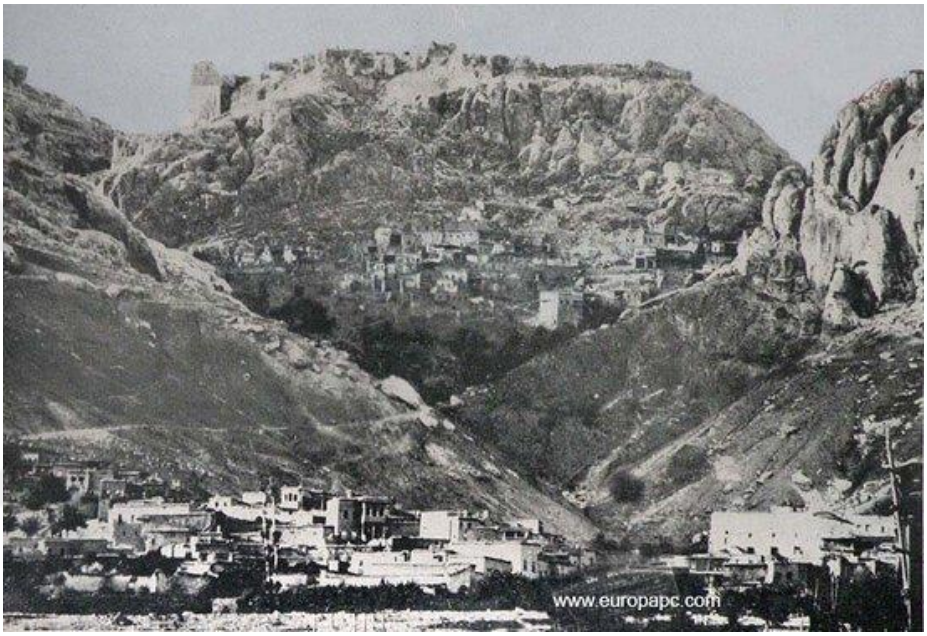
Şekil 4.1 Elazığ ili Harput eski görüntüsü (Harput, n.d.)

Harput, Urartular döneminde yapılan kalesi ile bölge halkı için dış etkiler karşısında ciddi bir koruma sağlamıştır. Bulunduğu konumun, çevresinde yer alan yerleşim bölgelerine kıyasla stratejik olması, pek çok devletin bu alana sahip olma isteğine neden olmuştur. Sahip olduğu geniş ve verimli topraklar da bölgenin her an işgali için bir neden oluşturmuştur. Harput'un sahip olduğu bu olumlu imkânlar, tarih boyunca çok kez el değiştirmesinin nedenini ortaya çıkarmaktadır. Şehrin sahip olduğu sınırlı alan sokakların dar olmasına neden olmuştur. Toprakların tamamı bir tepe üzerinde yer alan şehir, bu alanların dolmasıyla beraber aşağılara doğru kaymaya başlamıştır. Böylece Harput'un güneyine doğru şehir büyüyerek Hüseynik başta olmak üzere günümüzdeki mahalleler oluşmuştur (Bkz. Şekil 4.2) (Karakaş, 2008).



Şekil 4.2 Elazığ il merkezi ve Hüseynik (Ulukent) Mahallesi konumu

1888’de nüfusun artışıyla birlikte Mamürat’ül Aziz ve Harput’tan sonra 3. Belediye dairesi Hüseynik’te kurulmuştur (Bkz. Şekil 4.3). Mahalle, iptida, rüştiye mekteplerinde Hüseynik’li çocuklar eğitim görmüştür. Gayrimüslimlere ait ise 6 mektep vardı. İlk fotoğrafhane 1874 yılında Hüseynik’te açılmıştır. 3 adet dokuma atölyesi kurulmuştur. Bu atölyelerde askeriyenin yazlık üniforma kumaşları dokunmuştur. Suların bol, arazilerin verimli oluşu sayesinde çeşitli tarım ürünleri yetiştirilmiştir. Osmanlı Dönemi’nde yaptırılan askeri kışla ve depolar Hüseynik’e ayrı bir önem kazandırmıştır(Çağlıyan, 2022).



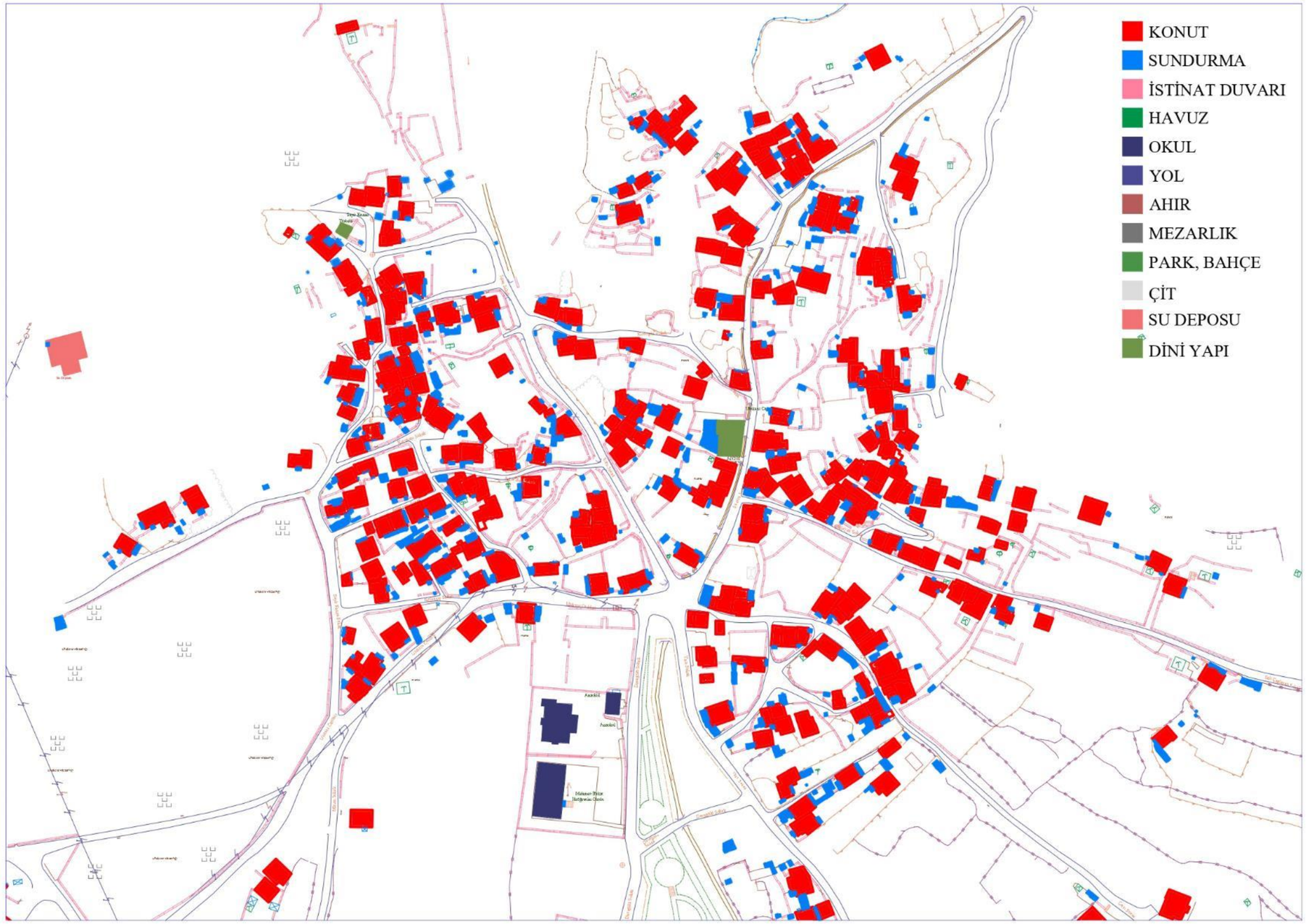
Şekil 4.3 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi eski görüntüsü (Hayg 1959, Taşcıyan 2012)

Hüseynik’te Hurriler, Etiler, Asurlar, Urartular, Medler, Persler, Partlar, Sasaniler, Selefküsler, Ermeniler, Roma-Bizanslılar, Süphane Krallığı, İslam Halifeleri Devri, Emevîler, Abbasiler, Bölgeye gelen Türk akınları, Çubuk Emareti, Selçuklular, Artukoğulları, Moğollar, Dulkadiroğulları, Akkoyunlular ve Osmanlılar hüküm sürmüşlerdir (Çağlıyan, 2022).

1518 yılının Osmanlı belgelerinde Hüseynik ismine rastlanmaktadır. Hüseynik Türkçe bir kelime olup hüsnü niyetli insanların yaşadığı bir belde olarak tanımlanmıştır.
Başbakanlık arşiv belgelerinde Cevdet Türkay’ın kaleme aldığı “Aşiret ve Cemaatler” adlı kitabında cemaatin adı Hüseynik ve ayrıca Hüseynik Uşağı adıyla yerleşim yeri olarak bu aşiret, Kilis Sancağı(Halep Eyaleti), Zülkadriye Kazası(Maraş Sancağı),

Harput Kazası (Diyarbekir Eyaleti) ekrat taifesinden insanlar bu yerlere yerleştirilmiştir (Türkay, 1979).

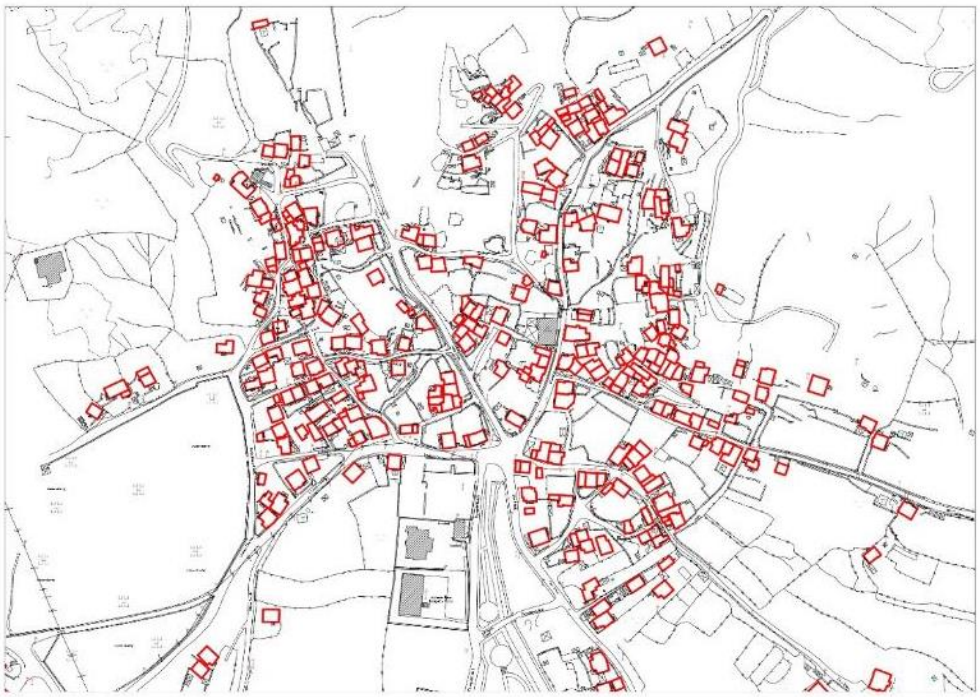
Bugün Elazığ'ın merkez mahallelerinden biri olan Hüseynik köyünün adı, Cumhuriyet devrinde "Ulukent" olarak değiştirilmiştir. I. Dünya Savaşı sırasında 102. Alay'ın üslendiği Hüseynik köyü, "Hüseynik' ten çıktım yola" sözleriyle başlayan bir türküyle de ün kazanmıştır (Yurt Ansiklopedisi, 1989).



Şekil 4.4 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi Köyiçi yerleşkesi kullanım analizi (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir)

4.2 Elazığ Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki Geleneksel Evlerin Mimari Özellikleri ve Yapım Tekniği

Elâzığ'ın merkezinde yer alan Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde kentin özgün mimari üslubunu yansıtan birçok geleneksel yapı inşa edilmiştir. Bu yapılardan bir kısmı günümüze ulaşabilmiş ve bunların çoğunluğu gelenekselliğini koruyan ev niteliğindedir (Bkz. Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel yapıların yer aldığı Köyiçi yerleşkesi (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir)

Hüseynik evleri, 19. yüzyılın sonlarına ve 20. yüzyılın başlarına tarihlenen geleneksel Elâzığ evlerinin örnekleridir. Bu evler, Osmanlı Dönemi'nde inşa edilmiş olup, şehirdeki yerel mimari üslubunu yansıtmaktadır. Hüseynik (Ulukent) Mahallesi, geleneksel evlerin en yoğun olduğu bölgedir.

Evlerin mimari özellikleri

Eğimli alandaki yerleşmeleri ve dar sokakları ile Hüseynik evleri, Harput evleriyle benzer özelliklere sahiptir (Karakaş, 2008). Hüseynik Köyiçi yerleşkesinde bulunan geleneksel evler genellikle iki veya üç katlı olacak şekilde inşa edilmiştir (Bkz. Şekil 4.6). Üçüncü katlar, yapılarda arazi eğiminden dolayı oluşmuş bodrum katlar ya da en üst katta özelleşmiş, dinlenme mekânlarının bulunduğu katlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Cepheleri ana yollara bakan evlerde girişler genellikle doğruca sokaktan

verilirken iç kısımdaki evlerde, bir bahçe ya da avludan girişler sağlanmaktadır (Kocaman, 2018). Hüseynik Mahallesi'ndeki geleneksel evlerin büyük bir kısmında toprak dam örtü kullanılmıştır.



Şekil 4.6 Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel yapı örnekleri

Evlerde kullanılan yapım tekniği

Hüseynik (Ulukent) geleneksel Evleri'nde yapı malzemesi olarak kerpiç ana yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Kerpiç malzemenin bölgede kolay temini ve iklimsel şartlara uygunluğu tercih edilmesinde önemli etken olmuştur. Zemin kat duvarları taştan yapılan evlerin üst kat duvarlarında, şahnişin (cumba)[1] kısımlarında ve duvarlarda ve dış cephede özellikle sıva olarak kullanılmıştır. Kerpiç, ahşap malzeme ile kullanılarak bağdadi duvarlar oluşturulmuştur.

4.3 Elazığ Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde Bulunan Geleneksel Evlerde Görsel Olarak Tespit Edilen Yapısal Sorunlar

Hüseynik (Ulukent) Mahallesindeki geleneksel evler, bulundukları yerleşkenin tarihi ve alan çevresinde yer alan yapıların inşa dönemlerinden tahminle yaklaşık 19. yüzyıl başlarına dayanan geçmişe sahiptir. İnşa tarihlerinden itibaren başta iklimsel faktörler olmak üzere, zemin hareketliliği ve depremler, kullanıcı müdahaleleri, hayvan istilaları, yağma ve bakımsızlık gibi çeşitli etkilere maruz kalan evlerde artarak devam eden yapısal sorun meydana gelmiştir. Bu sorunlar evlerin taşıyıcı sistemlerini etkileyerek ciddi hasarların ve yıkılmaların oluşmasında etkili olmuştur. Bununla birlikte modern yapılarının gölgesinde kalan evler, günümüz ihtiyaçlarına cevap veremeyerek konfor şartlarını sağlayamamalarından dolayı terk edilmiştir. Atıl hale

[1] **Şahnişin:** Yapının üst katında odalardan bir veya bir kaçının cumba şeklinde dışarıya yaptığı çıkma (Karakaş, 2008).

gelerek dış etkilere tamamen açık durumdaki evlerde yapısal sorunlar ciddi boyutlara ulaşmıştır.

Elazığ geleneksel mimari üslubunun önemli örneklerinden olan evlerin, gelecek nesillere özgün halleriyle aktarılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için yapısal sorunların tespit edilerek gerekli müdahale çalışmalarının başlatılması önem arz etmektedir. Bu bölümde Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'nde bulunan geleneksel evler üzerinde alan çalışması yapılmıştır. Evlerde meydana gelen yapısal sorunların gözlemsel tespitleri yapılmıştır. Yerinde tespit edilen yapısal sorunlar fotoğraflanarak kayıt altına alınmıştır. Tespit edilen yapısal sorunlar yatay ve düşey taşıyıcı elemanlardaki yapısal sorunlar olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

4.3.1 Yatay taşıyıcı elemanlardaki yapısal sorunlar

Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel evlerin yatay taşıyıcı elemanlarını döşemeler, çatılar ve hatıllar oluşturmaktadır. Bu elemanlarda ahşap, taş ve kerpiç malzemeler kullanılmıştır. Yatay taşıyıcı elemanlarda: malzeme kayıpları, sehim, ahşap malzemelerde çürüme, kararma ve çatlamalar ile ayrışmalar başta olmak üzere çeşitli yapısal sorunlar meydana gelmiştir. Yatay taşıyıcı eleman hasarları yapı bütünlüklerini etkileyerek hasarlara neden olmuştur.

Evlerin yatay taşıyıcı elemanlarında ahşap malzeme kullanılmıştır. Bu elemanlar bakımsızlık, doğal koşullar ve zemindeki hareketliliğe bağlı duvarlarda oluşan aks kaymaları döşemelerde yapısal sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ahşap kirişlerde biçimsel bozulmalar, kararmalar ve sehim oluştuğu tespit edilmiştir. Bazı evlerin bodrum katlarında bulunan pişirme alanlarında ateş yakılması dolayısıyla islenmeler meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Ev döşemelerinde meydana yapısal sorunlar

Yapılan alan çalışmasında birçok evin döşeme elemanlarında ciddi yapısal sorunlar tespit edilmiştir. Döşemeleri taşıyan ahşap kirişlerin zaman içerisinde taşıyıcılık özelliğini kaybetmesi ve meydana gelen malzeme kayıpları döşemelerde göçmelere ve yıkılmalara neden olmuştur (Bkz. Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Yıkılan döşeme örnekleri

Evlerin bir kısmında ahşap döşeme kirişleri ve dikmeler kullanılamaz hale gelmiş ve yapı kullanıcıları tarafından bu bölümlere müdahalelere yapılmıştır. Eskiyen ve hasarlı ahşap elemanlar yenileriyle değiştirilmiş ya da niteliksiz malzemeler kullanılarak tamamlanmıştır (Bkz. Şekil 4.9). Kullanıcıların bilinçsiz müdahaleleri ile özgüne aykırı malzeme ve tekniklerin kullanılması döşeme elemanlarında yapısal sorunları ortaya çıkarmıştır. Döşemede oluşturulan süreksizlikler ve dengesiz yük dağılımları sehim ve çatlakların meydana gelmesine neden olmuştur.



Şekil 4.9 Ev döşemelerindeki kullanıcı müdahalesi kaynaklı meydana gelen yapısal sorunlar

4.3.2 Düşey taşıyıcı elemanlardaki yapısal sorunlar

Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel evlerin düşey taşıyıcı elemanlarını yığma duvarlar, ahşap sütunlar ve dikmeler oluşturmaktadır. Bu elemanlar taş, kerpiç ve ahşap malzeme kullanılarak inşa edilmiştir. Düşey taşıyıcı elemanlarda çatlaklar, ayrışmalar, aks kaymaları, malzeme kayıpları gibi sorunlar tespit edilmiştir.

Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel evlerin zemin katlarında taş ve kerpiç malzeme kullanılırken üst katlarda kerpiç ve ahşap malzeme kullanıldığı gözlenmektedir. Zemin kat duvarları taşıyıcı duvarlar olup kalın kesitli olarak inşa edilmiştir. Üst kat duvarlarında taşıyıcı duvarlar ile birlikte bağdadi teknikle inşa edilen ayırıcı duvarlar kullanılmıştır. Evlerin taşıyıcı kerpiç duvarlarında zemin hareketliliği ve oturmadan kaynaklanan yapısal sorunlar tespit edilmiştir. Duvarlarda kılcal ve derin çatlakların oluştuğu gözlemlenmektedir. Duvar sıvalarında dökülmeler meydana gelmiştir. Bağlayıcı harç malzemedeki kayıplar ayrışmalara neden olmuştur (Bkz. Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Evlerin duvarlarında meydana gelen yapısal sorunlar

Çalışma kapsamında incelenen geleneksel evlerin bazılarında çatı ve ara kat döşemelerinin ağır hasarlı veya yıkık durumda olduğu gözlenmiştir. Yapın döşemeleri taşıyıcı duvarları bir arada tutarak yapı bütünlüğünü koruyan elemanlardır. Döşemelerde meydana gelen hasarlar neticesinde duvarlar mesnetlerini kaybetmiş ve yapısal sorunlar ortaya çıkmıştır. Duvar akslarında ciddi kaymalar ve biçimsel bozulmalar meydana gelmiştir. Meydana gelen aks kaymaları duvarlardaki kapı ve pencere boşluklarında deformasyonlara neden olmuştur. Duvar birleşimlerinde ayrışmalar ve çatlaklar ortaya çıkmıştır (Bkz. Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Evlerin duvarlarında meydana gelen yapısal sorunlar

İncelenen evlerin bir kısmında yıkılan duvarlar ile kapı ve pencere çevrelerinde malzeme kayıplarından kaynaklı oluşan boşlukların aslına uygun olmayan malzemelerle tamamlandığı gözlemlenmektedir. Bazı evlerin özgün halinde var olan kapı ve pencere boşluklarının da niteliksiz malzeme kullanılarak kapatıldığı tespit edilmiştir. Taşıyıcı duvarlara harici bir yük oluşturan dolgular ve duvar sürekliliğini bozan niteliksiz eklemeler dolayısıyla düzensiz yük dağılımları meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak duvar akslarında kaymalar ve çatlaklar oluşmuştur (Bkz. Şekil 4.12).



Şekil 4.12 Aslına uygun olmayan malzemeler ile doldurulmuş pencere boşlukları

Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel evlerin bir kısmının kullanımına devam edilmektedir. Kullanım süreci içinde bilinçli-bilinçsiz birçok müdahaleye maruz kalan evlerde kullanıcı kaynaklı yapısal sorunlar tespit edilmiştir. Bazı evlerde dış duvarlardaki özgün kerpiç sıvalar çimento esaslı sıvalar ile değiştirilmiş ve cepheler boyanmıştır (Bkz. Şekil 4.13). Bu durum duvarlarda yüzeysel çatlakları meydana getirmiştir.



Şekil 4.13 Evlerde özgüne aykırı çimento esaslı sıva ve boya uygulamaları

Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel evlerin birçoğunda özgün mimaride kullanılan Şahnişin (Cumba) bölümleri yer almaktadır. Bu bölümler ahşap elemanlar kullanılarak oluşturulan düşey strüktürler üzerine inşa edilmiştir. Bazı evlerin Şahnişin (Cumba) bölümlerinin tamamen yıkıldığı ve oluşan boşlukların duvar örülerek kapatıldığı gözlemlenmiştir. Bazı evlerde ise Şahnişin (Cumba) duvarlarının yıkılarak yalnız ahşap strüktürlerinin ayakta kaldığı tespit edilmiştir (Bkz. Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Evlerdeki şahnişin(cumba) bölümlerinde meydana gelen yapısal sorunlar

Hüseynik (Ulukent) Mahallesinde yer alan geleneksel evlerin düz dam şeklindeki üst örtüsü zaman içinde dış ortam koşullarına karşı korumak amacıyla ahşap kirişlerle desteklenen sundurma çatıya dönüştürülmüştür (Bkz. Şekil 4.15). Ancak evlere eklenen çatıların niteliksiz ve yapı strüktürüne uygun olmayan çözümlerle oluşturulması yapıda kısmi hasarlar meydana gelmesine neden olmuştur. Üst kattaki duvarlarda oluşan düzensiz yük dağılımı duvar ve döşemelerde bozulmalarla mevcut hasarların artmasına yol açmıştır. Duvarlar üzerine konumlandırılan ahşap kirişlerin çürümesiyle çatı, duvar birleşim noktalarında strüktürel bozulmalara bağlı oluşan hasarlar meydana gelmiştir.



Şekil 4.15 Evlerdeki niteliksiz çatı eklentileri

Zemin hareketlerinden kaynaklı duvarlarda meydana gelen gerilmeler uzun ve derin strüktürel çatlaklar oluşturmuştur. Bazı yapılardaki çatlaklar yüzeysel ve kılcal sıva çatlakları şeklinde olup birçok yapıda yapısal bütünlüğü bozacak şekilde derin strüktürel çatlakların meydana geldiği gözlemlenmiştir (Bkz. Şekil 4.16). Yapıların iç duvarlarında da yer yer meydana gelen çatlaklar ayrışmalara ve harç kayıplarına neden olmuştur.



Şekil 4.16 Ev duvarlarındaki strüktürel çatlaklar

Geleneksel evlerde yapılan en önemli müdahalelerden biri ahşap iskeletli kerpiç cephe duvarlarının saç malzemelerle kaplanmasıdır (Bkz. Şekil 4.17). Bu kaplamalarla, dış ortam koşullarına karşı kerpiç duvarlar ve ahşap yapı elemanlar koruma altına alınmıştır. Ayrıca cepheyi kaplayan saç kaplamalar zaman içinde ortam nemine bağlı korozyona uğramıştır. Cephede kullanılan saç kaplamalar ahşap yapı elemanlarına düzensiz monte edilmesi nedeniyle ahşap elemanlarda çatlak, kırık ve duvarlarda kısmi kayıp şeklinde malzeme bozulmaları meydana gelmiştir.



Şekil 4.17 Cephelere yapılan hatalı müdahale örnekleri

Evlerin duvarlarında meydana gelen strüktürel çatlakların zemin hareketliliği ve deprem etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir. Sıva kaybına uğrayan evlerde taşıyıcı özelliği bulunan hatıl, dikme ve diyagonal formundaki yapı elemanlarındaki kayıplar yapısal sorunların artmasına neden olmuştur. Sıva kaybıyla açıkta kalan ahşap yapı elemanları dış ortama açık durumu nedeniyle savunmasız kalmıştır. Uzun yıllar boyunca, yenilenmeyen ya da restorasyonu yapılmayan duvar malzemeleri yıpranmış, harçlar bağlayıcılık özelliklerini yitirerek ayrışmalar meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Ev duvarlarındaki malzeme kayıpları

Çalışma kapsamında incelenen geleneksel evler günümüzde aktif olarak kullanılmaktadır. Ancak yıllar içerisinde bu yapılarda meydana gelen yapısal sorunlar yaşam konforunu etkilemiştir. Yapı sahipleri bulundukları mekânları günümüz konfor koşullarına uyarlamak için bazı müdahalelerde bulunmuşlardır. Yapılan müdahaleler her yapı özelinde farklılık göstermektedir. Yapı kullanıcıları tarafından özgüne uygun olmayan malzemeler ile tamamlamalar yapılmaya çalışılmış fakat özgün dokuya zarar

verilmiştir Kullanıcı kaynaklı duvarlardaki eklemeler birleşim noktalarında süreksizlikler ve bozulmalar meydana getirmiştir (Bkz. Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Ev duvarlarındaki özgüne aykırı malzeme ile yapılan eklemeler

4.4 Deneysel Analiz İçin Numune Alınan Yapı Örnekleri

Çalışmada deneysel analizler için alanda yer alan iki adet geleneksel yapı seçilmiştir. Bu yapılar kullanım dışı olup atıl vaziyettedir. Ciddi hasar ve yıkılmaların meydana geldiği yapıların farklı kısımlarından kerpiç numune örnekleri toplanmıştır. Numune alımı için mevcut yıkılmaların olduğu kısımlar tercih edilmiş ve yapılara herhangi bir zarar verilmemiştir. Seçilen ilk yapı 1656 parselde yer alan bir konak yapısıdır. İkinci yapı ise 1788 parselde bulunan konut yapısıdır. Yapılar mimari açıdan detaylı şekilde incelenerek numune alınan kısımlar parsel numaraları, katları ve bazı bölüm adlarının kısaltmaları kullanılarak isimlendirilmiş ve yerinde fotoğraflanmıştır.

1656 parselde yer alan yapı

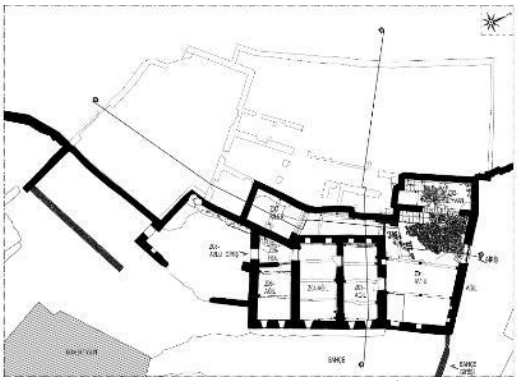
Yapı konumu itibariyle Hüseynik (Ulukent) Mahallesi Köyiçi mevkii kuzeydoğusunda yer almaktadır (Bkz. Şekil 4.20). Miri Ümera Hacı Muharrem Paşa' ya ait olan yapının tavanında yer alan yazıda 1911 yılında inşa edildiği belirtilmiştir (Karakaş, 2008).



Şekil 4.20 1656 parselde yer alan yapının konumu (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir)

Yapının mimari özellikleri

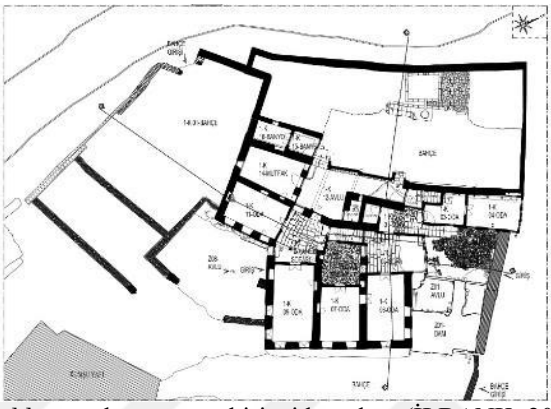
1656 parselde yer alan yapı zemin+1 kattan oluşmaktadır. Konağın haremlik ve selamlık ayrımı mevcuttur. Eğimli bir arazi üzerine inşa edilen konak yüksek duvarlı avlu ile çevrilmiş plan şemasına sahiptir. Avluya giriş kesme taştan örülmüş yüksekçe bir cümle kapısından[2]sağlanmaktadır. Yapının zemin katında taş kemerle ayrılmış bir eyvan[3] ve ahır-merek[4] bölümleri yer almaktadır (Bkz. Şekil 4.21). Avlunun bir kısmının üzeri kapatılarak dam oluşturulmuş fakat günümüzde bu bölüm büyük oranda yıkılmıştır. Zemin kattan üst katlara geçişi sağlayan iki adet merdiven bulunmaktadır. Bu merdivenlerden bir tanesi eyvan içerisinde konumlandırılmış ve avlu bölümünden bir taş kemer vasıtasıyla ayrılmıştır. Bu merdivenden üst katta yer alan haremlik bölümüne geçiş sağlanmaktadır. Avluda yer alan diğer merdiven ise taş kemere bitişik şekilde konumlandırılmış ve üst kattaki selamlık bölümüne geçişi sağlamaktadır.



Şekil 4.21 1656 parselde yer alan yapının zemin kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

[2] Cümle Kapısı: Büyük bir yapının ana girişi; ana kapı, (eski büyük yapılarda) taçkapı (Hasol, 1979).
[3] Eyvan: Geleneksel Hüseynik evlerinde yapının girişinde bulunan plan elemanıdır (Kocaman, 2018).
[4] Ahır-Merek: Elazığ evlerinin ayrılmaz bir parçası olan ahır dikdörtgen planlı ve içerisinde hayvan yemliklerinin bulunduğu alanlardır. Ahırın kenarı ve ona bitişik yer alan merekler samanlık olarak kullanılır. Buraya hayvanların kışlık yiyecek, ot ve samanları depolanır (Yünkül, 2005).

Yapının birinci kat planında sofa, mutfak, hela, banyo ve oda bölümleri yer almaktadır (Bkz. Şekil 4.22). Avluda yer alan merdiven ile ulaşılan selamlık bölümünde sofa etrafında odalar hela ve depo mekânları bulunmaktadır. Sofa bölümünün avluya bakan duvarı çıkma yaparak şahnişin oluşturmuştur. Bu bölümden avluda yer alan dama geçiş sağlanabilmektedir.



Şekil 4.22 1656 parselde yer alan yapının birinci kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

Selamlık bölümünde köşk odasına[5] geçiş için kullanılan ahşap bir merdiven yer almaktadır. Yapının eski fotoğraflarında görülen köşk odası günümüze ulaşamamıştır (Bkz. Şekil 4.23).

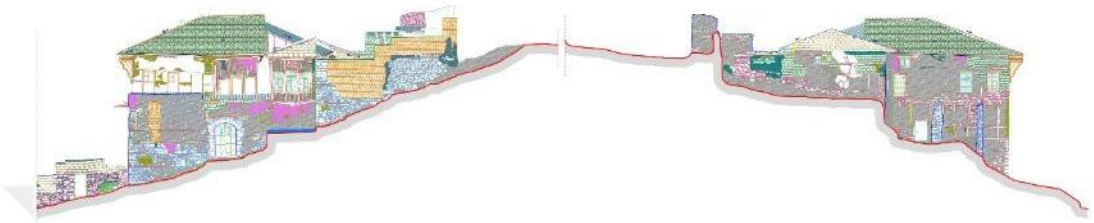


Şekil 4.23 1656 parselde yer alan yapıya ait yıkılan köşk odası (Karakaş, 2008)

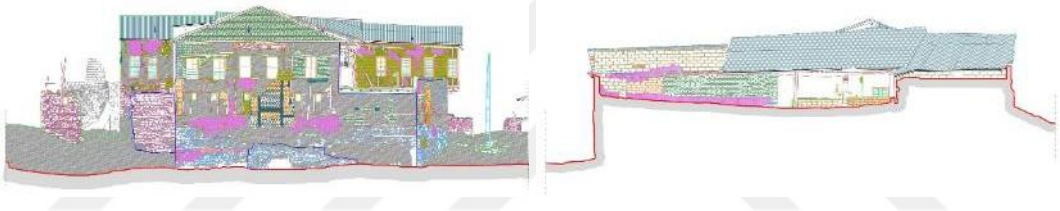
[5] Köşk Odası: Yapıların son katında yer alan odalardır. Bulunduğu katta tek başına yer alan köşk odası manzarası olan özel odalardır (Kocaman, 2018).

Yapıda Kullanılan Malzeme ve Teknikler

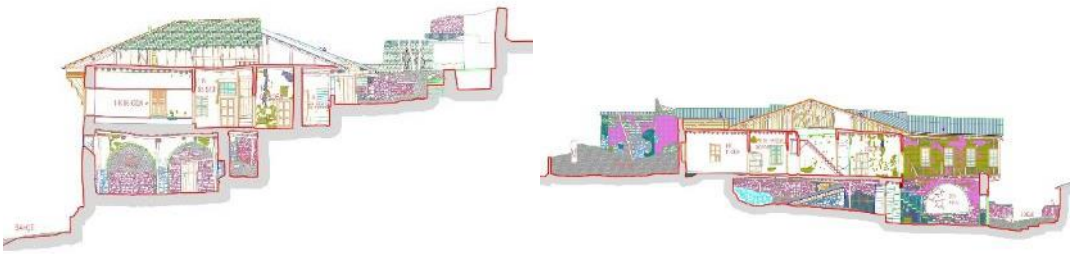
1656 parselde yer alan yapıda yapı malzemesi olarak taş, ahşap ve kerpiç kullanılmıştır. Yapının zemin kat taşıyıcı duvar ve kemerlerinde taş malzeme kullanılırken, üst kat duvar ve döşemelerinde ahşap ile kerpiç malzeme kullanımı gözlemlenmektedir. Yapı yığma yapım tekniği ile yapılmış ve üst kat duvarlarında bağdadi duvar yapım sistemi kullanılmıştır. Yapının şahnişin kısımlarındaki çıkmalar ve taşıyıcı sütunlar ahşap malzemeden yapılmıştır.



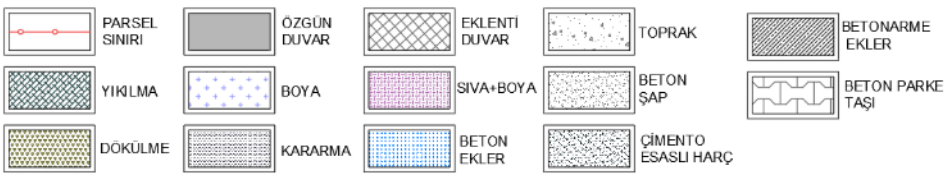
Şekil 4.24 1656 parselde yer alan yapı kuzey ve güney cephesi rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.25 1656 parselde yer alan yapı doğu ve batı cephesi rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.26 1656 parselde yer alan yapı A-A ve 1-1 kesitleri rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



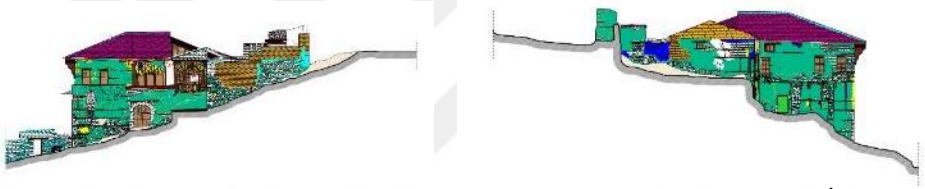
Şekil 4.27 1656 parselde yer alan yapı malzeme türü lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

1656 Parselde Yer Alan Yapıdaki Yapısal Sorunlar

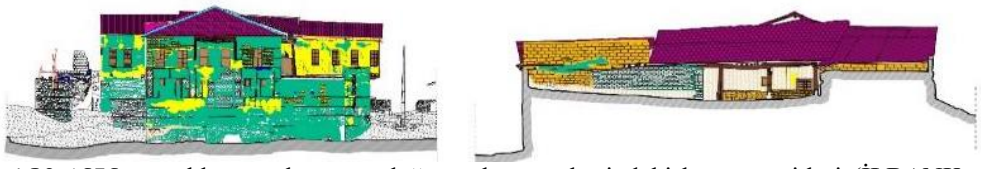
1656 parselde yer alan geleneksel ev örneği yapı inşa tarihinden günümüze ulaşma süreci içerisinde çeşitli etki ve müdahalelere maruz kalmıştır. Uzun süre kullanılmayan yapı, bakımsızlık ve terk nedeniyle boş kalmış ve mevcut yapısal sorunlar artmıştır. Bölgede ikamet eden mahalle sakinlerinden edinilen bilgilere göre yapı birçok kez yağmaya uğramış ve ciddi zararlara uğratılmıştır. Yakın tarihlerde bölge çevresinde yaşanan depremler yapı üzerinde etkili olmuş ve hasarlara neden olmuştur.



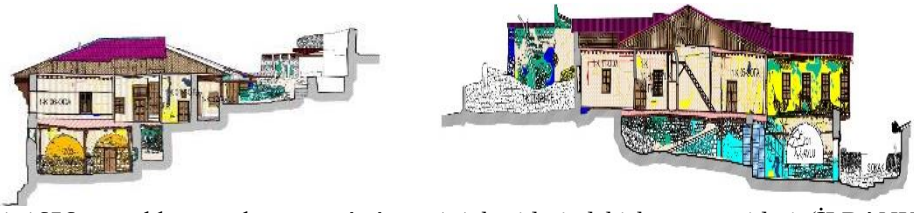
Şekil 4.28 1656 parselde yer alan yapı plandaki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.29 1656 parselde yer alan yapı kuzey ve güney cephesindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.30 1656 parselde yer alan yapı doğu ve batı cephesindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.31 1656 parselde yer alan yapı A-A ve 1-1 kesitlerindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.32 1656 parselde yer alan yapı hasar tespit lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.33 1656 parselde yer alan yapı kuzey ve güney cepheleri

Yapı yüksek avlu duvarıyla çevrilidir. Avlu duvarlarında moloz taş, kesme taş, kerpiç ve ahşap malzeme kullanılmıştır. Boş ve kullanılmayan yapının kerpiç duvarlarında zaman içinde, malzeme kayıpları, eksen kaymaları ve ayrışma hasarları meydana gelmiştir.

Yapıda, kullanıcılar tarafından yıkılan kısımlarda niteliksiz müdahaleler ile özgüne özgün kerpiç duvarlar, tuğla malzemelerle tamamlanmıştır. Bu nedenle kerpiç duvarlarda niteliksiz müdahaleler nedeniyle yapısal bütünlük bozularak, mevcut hasarları arttırmıştır. Avlu duvarlarının üzerleri sac malzeme ile kaplanarak duvarlarda yük düzensizliklerine bağlı yapısal sorun ve hasarlar oluşmuştur. Dış etkilere karşı savunmasız kalan kerpiç Duvarlar ve ahşap hatıllarda yapısal ve biçimsel bozulmaların artmasına yol açmıştır (Bkz. Şekil 4.34)



Şekil 4.34 1656 parselde yer alan yapı avlu duvarlarında gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının, kerpiç malzemeden yapılan cephe duvarlarında kayıplar oluşmuş ve bu kısımlara yapı kullanıcıları tarafından bilinçsiz müdahaleler uygulanmıştır. Özgüne aykırı malzeme ve teknikler kullanılarak tamamlanan cephe duvarlarında düzensiz yük dağılımları meydana gelmiştir. Taşıyıcı cephe duvarlarında oluşan süreksizlikler dolayısıyla aks kaymaları, çatlaklar ve derz boşalmaları gibi hasarlar oluşmuştur. Yapıya ait eski fotoğraflarda özgün halinde köşk odası adı verilen ve dışa çıkmalı olarak tasarlanmış bir bölümün mevcut olduğu gözlemlenmektedir. Günümüzde bu bölümün tamamına yakın kısmı yıkılarak yok olmuştur. Köşk odasının yalnız çıkma kısmına ait ahşap döşeme ve taşıyıcı eleman kalıntıları günümüze ulaşmıştır. Burada yer alan ahşap elemanlarda sehim, şekil bozulmaları, çürüme, renk değişimi ve malzeme kayıpları meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.35).



Şekil 4.35 1656 parselde yer alan yapı güney cephesindeki gözlemlenen yapısal hasarlar ve köşk odası kalıntısı

Yapının avlu bölümü zemini taş malzeme ile kaplanmıştır (Bkz. Şekil 4.36). Avludaki malzeme kayıplarına bağlı Yer yer çökmeler meydana gelerek süreksizlikler

oluşmuştur. Yapının dam kısmındaki ve avlu duvarlarında yıkılmalar dolayısıyla avluda moloz birikintileri ortaya çıkmıştır. Avluda yer alan ve yapı kullanıcıları tarafından yapılan betonarme kolonlar zeminde hasarlara neden olmuştur.



Şekil 4.36 1656 parselde yer alan yapı avlu döşeme ve merdivenlerinde gözlemlenen hasarlar

Yapı avlusunun bir kısmının üzeri kapatılarak dam bölümü oluşturulmuştur. Birinci kattan ulaşımın sağlandığı dam bölümü ahşap taşıyıcı elemanlar kullanılarak inşa edilmiştir. Bu bölümde malzeme kayıplarına bağlı oluşan hasarlar yapıda yıkılmaları hızlandırmıştır. Kullanıcıların özgüne aykırı niteliksiz müdahaleleri nedeniyle betonarme kolonlar ile yapım sistemi değiştirilmiştir (Bkz. Şekil 4.37). Betonarme kolonlar ile ahşap malzeme arasındaki uygunsuz birleşimler dolayısıyla dam bölümünde çökmelere betonarme ekler yapı duvarlarına bitişik yapılarak duvarlarda hasarlara meydana gelmiştir. Özgün ahşap elemanlarda malzeme kayıpları ve çürümeler taşıyıcı sistemde süreksizliklere ve yıkılmalara neden olmuştur.





Şekil 4.37 1656 parselde yer alan yapı avlusunda yer alan dam bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar ve niteliksiz betonarme ekler

Yapı avlusundan taş kemerle ayrılan bir eyvan bölümü bulunmaktadır. Eyvana, avludan merdivenle çıkılarak ulaşılmaktadır. Eyvandaki taş kemerde ayrışmalar ve derz kayıpları oluşmuştur. Kullanıcıların müdahalelerine bağlı olduğu düşünülen, kerpiç duvarlarda islenme ve kararmalara bağlı bozulmalar mevcuttur. Ayrıca avlu zeminindeki taş kaplamalarda malzeme kayıpları olduğu görülmüştür (Şekil Bkz. 4.38).



Şekil 4.38 1656 parselde yer alan yapı eyvan bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar

Eyvanda birinci kata ulaşımı sağlayan taş malzeme kullanılarak yapılmış bir merdiven yer alır. Merdiven aksında kaymalar ve basamak yüzeylerinde aşınmalar meydana gelmiştir. Eyvan bölümü tavan döşemesinde kullanılan ahşap elemanlarda biçimsel bozulmalar, renk değişimleri ve çürümeler gözlenmektedir. Merdiven üzerindeki döşemede çökmeler oluşmuştur (Bkz. Şekil 4.39).



Şekil 4.39 1656 parselde yer alan yapı eyvan bölümündeki merdivende ve tavan döşemesinde gözlemlenen hasarlar

1656 parselde yer alan yapının güneybatı cephesinde üzeri dam olarak kullanılan bir ahır bölümü bulunmaktadır. Günümüzde bu bölümde malzeme kayıpları mevcut olup büyük bölümü yıkılmıştır (Bkz. Şekil 4.40). Tavan döşemesi tamamen yok olan ahır bölümünün ayakta kalan duvarlarında ayrışmalar ve çatlaklar meydana gelmiştir. Duvarların içerisinde yer alan ahşap hatıllarda biçimsel bozulmalar ve kayıplar gözlenmektedir.



Şekil 4.40 1656 parselde yer alan yapı güneybatı cephesinde yer alan ahır ve dam bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar

1656 parselde yer alan yapının üst örtüsü toprak damlıdır. Kullanıcıları tarafından toprak dam yerine kiremit ve sac malzemeler kullanılarak eğimli çatı eklentileri yapılmıştır (Bkz. Şekil 4.41). Özgüne aykırı yapılan bu eklemeler yapı temel ve duvarlarında dengesiz yük dağılımı meydana getirmiş, hasarlara neden olmuştur. Bazı

bölümlerde çatı eğiminin sağlanabilmesi amacıyla niteliksiz malzemeler ile duvarlar örülmüş ve taşıyıcı duvarlarda ayrışma hasarı oluşturmuştur.



Şekil 4.41 1656 parselde yer alan yapı özgüne aykırı çatı uygulaması ve oluşturduğu yapısal hasarlar

Yapının doğu cephesinde yer alan ve sokağa bakan bir şahnişin (Cumba) bölümü bulunmaktadır. Bu bölümün dış cephesinde yoğun malzeme kayıpları gözlenmektedir (Bkz. Şekil 4.42).

Sıva dökülmeleri dolayısıyla şahnişin bölümünün bağdadi duvarlarında ahşap malzeme ve kerpiç dolgular açığa çıkmıştır. Ayrışma ve çatlakların meydana geldiği duvarlardaki ahşap elemanlarda biçimsel bozulmalar, kararmalar ve çürüme hasarları oluşmuştur. Şahnişin döşemesinde ve ahşap taşıyıcılarında sehim gözlemlenmiştir. Pencere boşluklarında ve duvar akslarında kaymalar ve şekil bozulmaları meydana gelmiştir. Yıkılan bazı duvar bölümleri yerine özgüne aykırı malzemeler ile dolgular yapılarak duvar bütünlükleri bozulmuştur. Şahnişin bölümünün özgün toprak taban döşemesinde aşınmalar ve yüzey bozulmaları meydana gelmiştir.



Şekil 4.42 1656 parselde yer alan yapı doğu cephesinde yer alan şahnişin(cumba) bölümü iç ve dış kısımlarında gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının birinci katında şahnişin (cumba) şeklinde çıkması olan bir sofa yer almaktadır (Bkz. Şekil 4.43). Bu bölüm yapı kullanıcıları tarafından yapılan betonarme kolon ve kirişler ile dışarıdan desteklenmiştir. Bilinçsizce yapılan kullanıcı müdahaleleri ile bu kısımda ciddi hasarlar meydana gelmiş ve bir kısmı yıkılmıştır. Avluya bakan şahnişin bölümünde malzeme kayıpları ve bağdadi duvarın ahşap elemanlarında deformasyonlar gözlenmektedir. Sofanın duvarlarındaki aks kaymaları pencere boşluklarında biçimsel bozulmalara neden olmuştur.



Şekil 4.43 1656 parselde yer alan yapı avluya bakan sofanın şahnişin (cumba) kısmında gözlemlenen yapısal hasarlar

Sofa bölümünün kerpiç duvarlarında derin yapısal çatlaklar meydana gelmiştir. Duvarlarda, bağlayıcı malzemelerin özelliğini kaybetmesinden kaynaklı çatlak ve malzeme kayıpları mevcuttur. Tavan döşemesindeki yalıtım eksikliği dolayısıyla duvarlarda neme bağlı bozulmalara ve nem hasarları oluşmuştur. Sofa bölümü zemininde taş kaplama kullanılmıştır. Kullanılan taş malzemelerde kayıplar ile zemin döşeme yüzeyinde aşınmalar meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.44).



Şekil 4.44 1656 parselde yer alan yapı avluya bakan sofanın duvar ve döşemesinde gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının selamlık sofasında duvar ve döşeme hasarları mevcuttur (Bkz. Şekil 4.45). Sofa duvarlarında sıva dökülmeleri ve çatlaklar oluşmuştur. Duvarda yer alan ve girişteki sofaya açılan bir açıklık bulunmaktadır. Açıklığın alt kısmında ve duvarlarında çatlaklar meydana gelmiş, yüzey bozulmaları ortaya çıkmıştır. Selamlık sofasının zeminini oluşturan taş kaplama malzemelerinde ayrışmalar ile Sofa tavan döşemesindeki ahşap elemanlarda biçimsel bozulmalar kararmalar ve sehim meydana gelmiştir.



Şekil 4.45 1656 parselde yer alan yapı selamlık sofasında gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının selamlık bölümünde yer alan iki adet oda bulunmaktadır. Avluya bakan selamlık odasının zemini ahşap malzeme ile kaplanmıştır. Ahşap kaplama elemanlarında meydana gelen bozulmalar dolayısıyla döşeme yüzeyinde süreksizlikler

oluşmuştur. Odadaki kerpiç duvarlarda zemin hareketliliğinden kaynaklı ahşap elemanlar boyunca ayrışmalar gözlemlenmektedir. Duvarlarda sıva dökülmeleri, çatlaklar, akmalar ve kaymalar meydana gelmiştir. Oda tavan döşemesindeki ahşap elemanlarda kayıplar mevcuttur (Bkz. Şekil 4.46).



Şekil 4.46 1656 parselde yer alan yapı selamlık bölümündeki avluya bakan odada gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının selamlık bölümünde bulunan ikinci odadaki kerpiç duvarlarda sıva dökülmeleri ve kaymalar meydana gelmiştir. Duvar nişinde ve yüzeyinde yer alan ahşap elemanlarda kopmalar ve malzeme kayıpları ile oda pencerelerinin yer aldığı duvarda üst döşemedeki su sızmalarından kaynaklı akmalar ve nem hasarları oluşmuştur.

Duvar köşe birleşimleri ile tavan döşemesindeki ahşap elemanlarda çatlak ve ayrışmalar oluşmuştur. Ahşap kaplamada malzeme kayıpları, ayrışmalar ve biçimsel bozulmalar meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.47).




Şekil 4.47 1656 parselde yer alan yapı selamlık bölümündeki ikinci odada gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının haremlik sofasının içinde özgün ahşap kemer bulunmaktadır. Kemerdeki ahşap elemanlarında ayrışma, biçimsel bozulmalar ile zemininde taş malzemelerinde kayıplar ile sofa içerisinde yer alan ahşap yüklük bölümünde ayrışmalar vardır. Sofadaki kerpiç duvarlarda sıva dökülmeleri, çatlaklar, kabarmalar ve yüzey bozulmaları oluşmuştur (Bkz. Şekil 4.48).


Şekil 4.48 1656 parselde yer alan yapı haremlik sofasında gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının haremlikteki oda zeminlerinde ahşap kaplama kullanılmıştır. Yer yer kaplamalar sökülerek malzeme kayıpları ve ayrışmalar meydana gelmiştir. Kerpiç duvarlarda sıva dökülmeleri ve nem hasarları ile duvar akslarında kaymalar ve ahşap elemanları boyunca ayrışmalar vardır. Duvar döşeme birleşimlerinde zemin hareketliliğinden kaynaklı derin çatlaklar ve yıkılmalar oluşmuştur (Bkz. Şekil 4.49).





Şekil 4.49 1656 parselde yer alan yapı haremlik odalarında gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının mutfak bölümünde yapı kullanıcıları tarafından niteliksiz malzeme kullanılarak seramik kaplamalar yapılmış ve mutfak tezgâhı kaldırılmıştır. Mutfak duvarlarında sıva dökülmeleri malzeme kayıpları ve çatlaklar ile zemin döşemesinde kullanıcılar tarafından niteliksiz müdahale ile şap uygulaması yapılarak özgün yapısı bozulmuştur. Mutfaktaki ahşap kirişlemede biçimsel bozulmalar, sehim ve ayrışmalar oluşmuştur (Bkz. Şekil 4.50).



Şekil 4.50 1656 parselde yer alan yapı mutfak bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının banyo duvarlarında, aks kaymaları, sıva dökülmeleri, çatlaklar ve ayrışma ve yıkılmalar vardır (Bkz. Şekil 4.51). Yıkılan duvar bölümleri kullanıcılar tarafından özgüne aykırı malzemeler ile tamamlanarak taşıyıcı özelliği olan kerpiç duvarlarda süreksizliklere neden olmuştur. Ahşap kirişlerde kullanıma bağlı is ve kararmalar ile sehim oluşmuştur. Ahşap döşeme ve doğrama elemanlarında biçimsel bozulmalar meydana gelmiştir.



Şekil 4.51 1656 parselde yer alan yapı banyo bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar

Yapının kuzey yönde revak bölümü bulunmaktadır. Bu bölümün üzeri taş kaideler üzerine oturan ahşap sütunların taşıdığı ahşap tavan döşemesiyle kapatılmıştır. Revak bölümünün bahçeye bakan duvarı yapı kullanıcıları tarafından özgüne aykırı malzemeler kullanılarak yükseltilmiş; kaide ve ahşap sütunlar eklenti duvar içerisinde kalarak hasarlar almıştır. Yapının revak bölümüne bakan duvarlarında sıva dökülmeleri ve çatlaklar meydana gelmiştir. Revak zemin döşemesinde yüzey bozulmaları ve aşınmalar meydana gelmiştir. Revak üst örtüsündeki ahşap elemanlarda ve sütunlarda ayrışmalar, çatlaklar ve biçimsel bozulmalar mevcuttur (Bkz. Şekil 4.52).



Şekil 4.52 1656 parselde yer alan yapı revak bölümünde gözlemlenen yapısal hasarlar

1788 Parselde Yer Alan Yapı

Yapı Hüseynik (Ulukent) Mahallesi Köyiçi mevkii güneydoğusunda bulunmaktadır (Bkz. Şekil 4.53). Yapım tarihi ile ilgili kesin bir veri bulunmayan yapı alandaki yerleşimlerin tarihi ve çevresindeki diğer yapılardan yola çıkılarak yaklaşık 20 yy. başlarında yapıldığı tahmin edilmektedir.



Şekil 4.53 1788 parselde yer alan yapının konumu (Elazığ Belediyesi, 2023) (düzenlenmiştir)

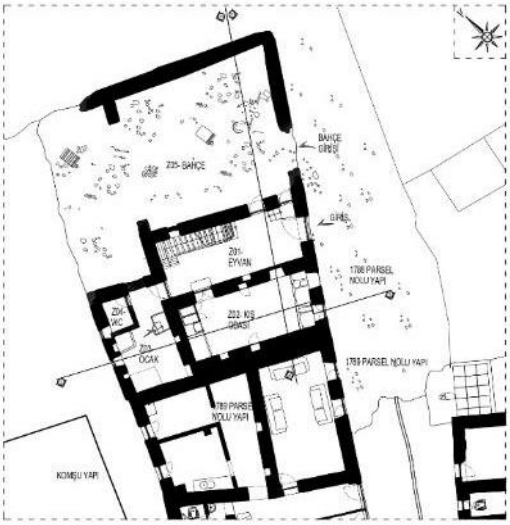
Yapının Mimari Özellikleri

Yapı bodrum, zemin ve birinci kat olmak üzere üç katlı olarak inşa edilmiştir. İnşa tarihi bilinmeyen yapı bitişik nizam şeklinde yapılmıştır. Uzun zaman kullanılmayan da yer yer yıkılmış bölümler mevcuttur.

Yapıya güneydoğu cephesinde yer alan çift kanatlı ahşap bir kapı ile giriş sağlanmaktadır. Zemin katta bir eyvan ve etrafında dizilmiş kış odası, ocak, merek ve ağıl bölümleri yer almaktadır (Bkz. Şekil 4.54). Merek[6] ve ağıl[7] kısımları günümüzde yıkılmış fakat bu kısımların dam ve duvar izleri görülebilmektedir (Kocaman, 2018).

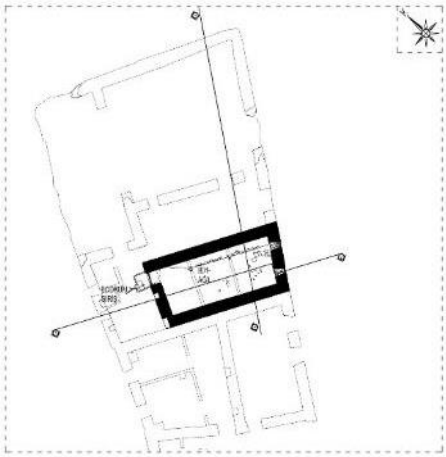
Yapının zemin kat duvarlarında kerpiç, döşeme kısmında ise sıkıştırılmış toprak kullanılmıştır. Tavan döşemesinde ve doğramalarda ahşap elemanlar mevcuttur. Eyvan bölümünün kuzeybatısında ahşap bir merdiven yer almaktadır. Yapının birinci katına ulaşım bu merdiven ile sağlanmaktadır. Kış odasına ve merek bölümleri eyvana göre yüksek, ocak bölümü ise eyvana göre alçak bir kotta yer almaktadır. Bu bölümlere basamaklar ile ulaşım sağlanmaktadır.

[6] **Merek:** Hayvanların yiyeceklerinin depolandığı bölümdür (Kocaman, 2018).
[7] **Ağıl:** Koyun ve keçi sürülerinin barındırıldığı, çit veya duvarla çevrili yer (Hasol, 1979).



Şekil 4.54 1788 parselde yer alan yapı zemin kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

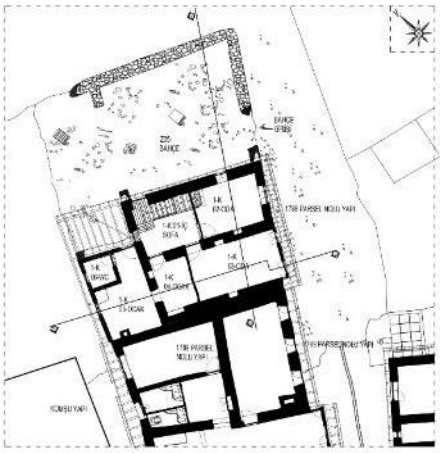
Yapının bodrum katına ocak bölümünden giriş sağlanmaktadır. Bodrum katında bir ağıl bölümü yer almaktadır (Bkz. Şekil 4.55). Bodrum kat zemininde beton kaplama yer almaktadır. Bodrum kat duvarlarında taş malzeme kullanılmıştır. Bodrum katının örtü sistemi, ahşap taşıyıcı kirişler ve kirişleri taşıyan ahşap sütunlardan oluşmaktadır.



Şekil 4.55 1788 parselde yer alan yapı bodrum kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

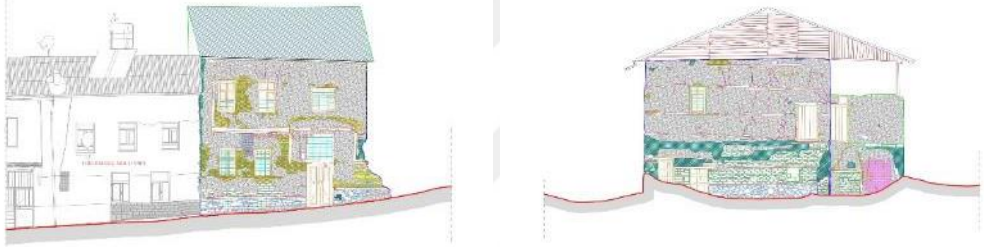
Yapının birinci katında, iki adet ocak odası, hela ve iki adet oda bulunmaktadır (Bkz. Şekil 4.56). Bu kattaki merdiven sahanlığından ve ocak odasından günümüzde yıkılan dam kısmına geçişi sağlayan kapılar yer almaktadır. Dış sofalı plan şemasına sahip katın güneydoğu cephesinde gönyeli çıkma[8] ve bir cumba yer almaktadır. Cumba kısmının duvar ve pencereleri yıkılmış yalnız ahşap strüktürü ayakta kalmıştır.

[8] **Gönyeli Çıkma:** Sokak veya arazinin düzgün olmadığı durumlar için veya özellikle bir manzara veya rüzgârı içeri almak için yapılan çıkmalardır (Özel, 2019).



Şekil 4.56 1788 parselde yer alan yapı birinci kat planı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

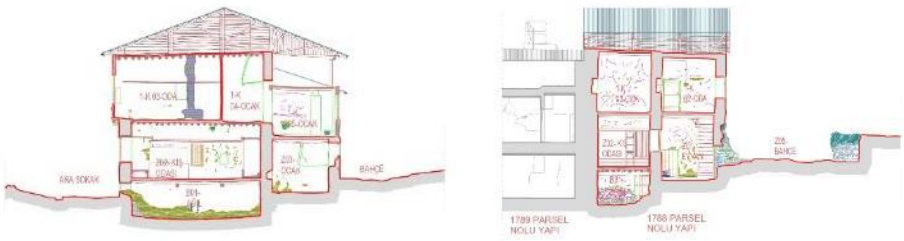
Yapıda Kullanılan Malzeme ve Teknikler



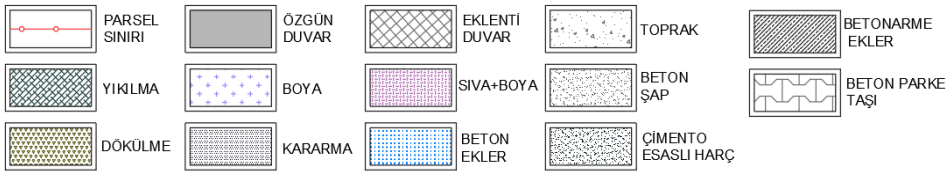
Şekil 4.57 1788 parselde yer alan yapı doğu ve kuzey cepheleri rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.58 1788 parselde yer alan yapı batı cephesi rölöve çizimi (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

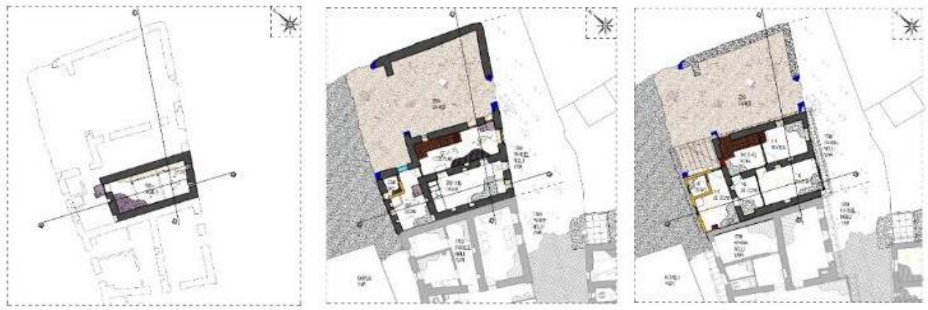


Şekil 4.59 1788 parselde yer alan yapı 2-2 ve 3-3 kesitleri rölöve çizimleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

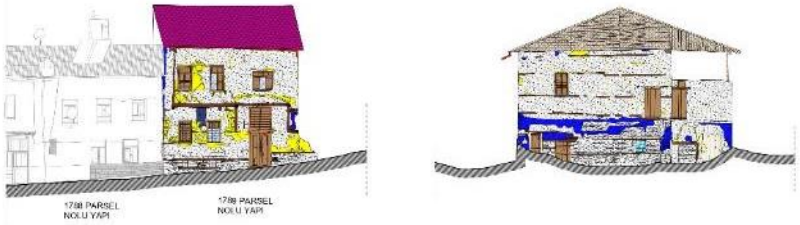


Şekil 4.60 1788 parselde yer alan yapı malzeme türü lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

1788 Parselde Yer Alan Yapıdaki Yapısal Sorunlar



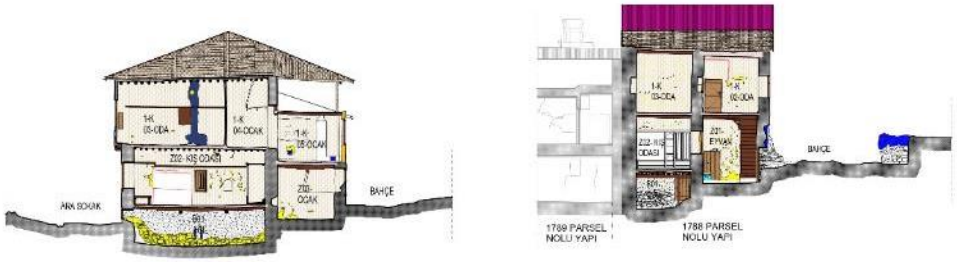
Şekil 4.61 1788 parselde yer alan yapı bodrum-zemin ve 1. katlardaki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.62 1788 parselde yer alan yapı doğu ve kuzey cephelerindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.63 1788 parselde yer alan yapı batı cephesindeki hasar tespitleri (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.64 1788 parselde yer alan yapı 2-2 ve 3-3 kesitleri hasar tespiti (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)



Şekil 4.65 1788 parselde yer alan yapı hasar tespit lejantı (İLBANK, 2024) (düzenlenmiştir)

1788 parselde yer alan yapının, yapım tarihi kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte yapı çevresinde bulunan benzer yapılar dikkate alınınca yaklaşık olarak 19. Yüzyıl başlarında inşa edildiği tahmin edilmektedir. Yaklaşık bir asırlık geçmişe sahip olan yapı, uzun süre çeşitli etkilere maruz kalarak birçok yapısal sorun ile karşı karşıya kalmıştır. Yapının bazı bölümleri yıkılmış ve günümüze ulaşamamıştır. Bölge ve çevresindeki zemin hareketliliği ve özellikle 24 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen 6.8 şiddetindeki deprem ile 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ve Gaziantep illerinde meydana gelen depremlerde yapının hâlihazırda ver olan hasarları artmıştır. Ağır hasarlı olan yapının yıkılma tehlikesi mevcuttur. Yapının dış cephelerinde birçok yapısal sorun gözlemlenmektedir (Bkz. Şekil 4.66).



Şekil 4.66 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesi

Bitişik nizam olarak inşa edilen yapının girişinin yer aldığı doğu cephesinde belirgin şekilde ortaya çıkmış yapısal sorunlar mevcuttur. Doğu cephe duvarlarında yüzeysel ve derin çatlaklar bulunmaktadır. Cephenin bazı kısımlarında sıva dökülmeleri gözlenmekte ve bu kısımlarda bağdadi duvarın ahşap ve kerpiç elemanları açığa çıkmıştır. Dış etkilere açık hale gelen elemanlarda bozulmalar meydana gelmiştir. Kerpiç ve ahşap kullanılarak inşa edilen taşıyıcı duvar elemanlarında malzeme kayıpları ve ayrışmalar gözlenmiştir (Bkz. Şekil 4.67).



Şekil 4.67 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesindeki yapısal sorunlar

Yapının doğu cephesinde giriş kapısının üzerinde kalacak şekilde şahnişin (cumba) kalıntısı bulunmaktadır. Geleneksel Elâzığ evlerinde sıklıkla kullanılan bu bölüm cepheden çıkma şeklinde inşa edilmiştir. Şahnişin (cumba) kısmında ciddi malzeme kayıpları gözlenmektedir. Bu kısmın kerpiç duvarları tamamen yıkılmış ve sadece ahşap taşıyıcı elemanlar kalmıştır (Bkz. Şekil 4.68). Şahnişin (cumba) kısmını eli böğründe adı verilen ahşap diyagonaller taşımaktadır. Eli böğründe ve diğer ahşap elemanlarda dış etmenlerden kaynaklı sehim çürüme ve bozulmalar meydana gelmiştir. Yıkılan Şahnişin (cumba) bölümü niteliksiz bir duvar ile kapatılarak yapı özgünlüğü bozulmuştur.



Şekil 4.68 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesinde yer alan cumba kalıntısı

Doğu cephesinde bulunan ahşap kapı ve pencere doğramalarında, kerpiç duvarların arasında yer alan ahşap hatıllarda ve gönye çıkma bölümünde bulunan ahşap taşıyıcı elemanlarda deformasyonlar meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.69). Bu kısımlarda kullanılan ve uzun süre dış etkilere maruz kalan ahşap elemanlarda çürüme, sehim, malzeme kayıpları ve çatlaklar gözlemlenmektedir.



Şekil 4.69 1788 parselde yer alan yapı doğu cephesinde yer alan ahşap elemanlardaki hasarlar

1788 parselde bulunan yapı yanında bulunan yapıya bitişik şekilde inşa edilmiştir. Yapıların inşası sırasında herhangi bir dilatasyon derzi kullanılmamış ve boşluk bırakılmamıştır. Bu durumdan kaynaklı olarak zaman zaman içerisinde meydana gelen

aks kaymaları ve zemin oturmaları dolayısıyla yandaki yapı ile arasında zeminden üst kata doğru artan bir açıklık meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.70). Yapı, kuzey yönüne doğru belirgin şekilde eğilmiş ve duvar aksları kaymıştır. Bu durum taşıyıcı duvarların statiğini bozarak malzeme kayıpları ve ayrışmaları ortaya çıkarmıştır.



Şekil 4.70 1788 parselde yer alan yapı doğu cephe duvarlarında aks kayması ve eğilme hasarı

1788 parselde yer alan yapının kuzey cephesinde ciddi malzeme kayıpları ve yapısal sorunlar mevcuttur. Yapının zemin katında yer alan ağıl ve merek bölümleri tamamen çökmüş ve yalnız bazı duvar kalıntıları kalmıştır (Bkz. Şekil 4.71). Kalan taş duvarlarda bağlayıcı harç malzemesindeki kayıplardan kaynaklı ayrışmalar ve yıkılmalar gözlemlenmektedir. Kuzey cephede döşeme ve duvar kısımları yıkılan bu bölümler cephe duvarlarında malzeme hasarlarına neden olmuştur. Cephenin taşıyıcı duvarlarındaki malzeme kayıpları duvar bütünlüğünü bozarak yapısal sorunları ortaya çıkarmıştır.



Şekil 4.71 1788 parselde yer alan yapı zemin katında yer alan merek ve ağıl duvarlarındaki hasarlar

Kuzey cephe duvar yüzeylerinde bağlayıcı özelliğini yitiren sıvalarda dökülmeler ve çatlaklar oluşmuştur. Kerpiç duvarların harçlarında kayıplar meydana gelmiş ve duvarlarda ayrışmalara neden olmuştur. Yapının çatı kısmında ve kerpiç duvar

arasındaki hatıllarda ahşap elemanlar kullanılmıştır. Dış etkilere açık haldeki ahşap elemanlarda renk değişimleri, çürüme ve bozulmalar meydana gelmiştir. Cephede açıkta kalan kapı ve pencere etraflarındaki etrafındaki ahşap elemanlarda kayıplar, çürümeler ve biçimsel bozulmalar gözlemlenmektedir (Bkz. Şekil 4.72).



Şekil 4.72 1788 parselde yer alan yapı kuzey cephesinde yer alan ahşap elemanlardaki hasarlar

Yapının zemin katında bulunan ocak bölümünün kuzey ve batı yönündeki taşıyıcı duvarlarında malzeme kayıpları ve ayrışmalar gözlemlenmektedir. Bu kısımdaki kerpiç duvarlarda meydana gelen aks kaymaları dolayısıyla köşe birleşim noktasında ayrışmalar oluşmuş ve duvarın yapısal bütünlüğü bozulmuştur. Yapının zemin kat hizasında özgüne aykırı malzemeler kullanılarak kapatılan bir kapı boşluğu bulunmaktadır (Bkz. Şekil 4.73).



Şekil 4.73 1788 parselde yer alan yapı kuzey cephesinde yer alan duvarlardaki hasarlar

Zemin katındaki ocak bölümünden hela bölümüne bir geçiş bulunmakta ve bu geçiş kapısı üzerindeki kerpiç duvar kısmına ayrışmalar meydana gelmiştir. Ocak odasının kuzey duvarındaki aks kayması dolayısıyla mesnetsiz kalan hela duvarının kerpiç elemanları birbirinden ayrılmıştır. Hela bölümü tavanında bulunan ahşap kirişlerde is birikiminden dolayı bozulma ve kararmalar meydana gelmiştir. Ocak bölümünde yakılan yakıtların bu hasarların ortaya çıkmasında etkili olmuştur (Bkz. Şekil 4.74).



Şekil 4.74 1788 parselde yer alan yapı zemin kat hela bölümündeki duvar ve üst döşeme hasarları

Yapının batı cephesinde, birinci kat seviyesinde yapıya sonradan eklenen bölümler bulunmaktadır. Yapının yıkılan hela ve ocak bölümlerinin yerine yapılan eklerde özgüne aykırı niteliksiz malzeme kullanımı gözlenmektedir. Yapı kullanıcıları tarafında sonradan eklenen bu bölüm, yapının statik bütünlüğünü bozarak yük dengesizliğini ortaya çıkarmıştır. Batı cephesi zemin ve birinci kat duvarlarında ayrışmalar, malzeme kayıpları ve derz boşalmaları meydana gelmiştir. Yapının özgün dam döşemesi üzerine yapı kullanıcıları tarafından ahşap iskelet ve sac malzeme kullanılarak beşik çatı inşa edilmiştir. Sonradan eklenen çatı bölümü yapıya harici bir yük oluşturarak taşıyıcı duvar ve döşemelerde yapısal hasarların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çatı bölümünü oluşturan ahşap taşıyıcı elemanlar dış etkilere maruz kalarak sehim yapmış, çürüme ve biçimsel bozulmalar meydana gelmiştir. Sac kaplamalarda korozyon oluşumu gözlenmektedir (Bkz. Şekil 4.75).



Şekil 4.75 1788 parselde yer alan yapı batı cephesinde yer alan niteliksiz eklerin oluşturduğu hasarlar

Yapının zemin katında bulunan eyvan bölümünün döşeme kısımlarında yapısal sorunlar tespit edilmiştir. Zemin döşemesi özgün halde ve sıkıştırılmış toprak kullanılarak inşa edilmiştir. Toprak döşeme yüzeyinde malzeme kayıpları ve çökmeler ortaya çıkmıştır. Döşeme üzerindeki kullanıcı sirkülasyonundan dolayı yüzey aşınmaları oluşmuştur. Tavan döşemesinde kullanılan ahşap kiriş ve taşıyıcı elemanlarda biçimsel bozulmalar, belirgin sehim ve çatlamalar meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.76).



Şekil 4.76 1788 parselde yer alan yapı eyvan bölümündeki döşeme hasarları

Eyvan bölümü duvarlarında kullanıcılar tarafından özgüne aykırı sıva ve boya uygulaması yapılmıştır. Kerpiç taşıyıcı duvarlarda sıva ve boya dökülmeleri, çatlaklar ve malzeme kayıpları gözlemlenmektedir. Merdiven altında bulunan açıklık niteliksiz malzeme kullanılarak kapatılmıştır. Duvar yüzeylerinde aşınmalar ve yüzey kayıpları meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.77).



Şekil 4.77 1788 parselde yer alan yapı eyvan bölümü duvarlarındaki hasarlar

Eyvan bölümünün kuzey duvarına bitişik şekilde inşa edilen ve üst kata ulaşımı sağlayan ahşap bir merdiven mevcuttur. Bu merdivenin ilk iki basamağında taş

malzeme kullanılmış ve üzeri beton ile sıvanmıştır. Merdivenin oluşturan ahşap elemanlarda biçimsel bozulmalar ve ayrışmalar meydana gelmiştir. Taşıyıcılığını büyük ölçüde yitiren merdivende, kaymalar ve eğilmeler tespit edilmiştir. Eyvandan diğer odalara geçişlerde kullanılmak üzere beton ile sıvanmış basamaklar inşa edilmiş ve bu kısımlarda aşınma ve yüzey bozulmaları meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.78).



Şekil 4.78 1788 parselde yer alan yapı eyvan bölümü merdiveninde meydana gelen hasarlar

Yapının zemin katında bulunan kış odasının duvar ve döşeme kısımlarında yapısal sorunları ortaya çıkmıştır. Zemin döşemesinde kullanılan toprak malzemede kayıplar ve ayrışmalar ile döşeme yüzeyinde aşınmalar tespit edilmiştir. Kerpiç duvarlara yapı kullanıcıları tarafından niteliksiz sıva ve boya uygulaması yapılmıştır. Duvarlarda aks kaymaları ve ayrışmalar, yüzeylerinde çatlaklar ve sıva dökülmeleri meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.79).



Şekil 4.79 1788 parselde yer alan yapı kış odası bölümü duvar ve döşemelerinde meydana gelen hasarlar

Kış odası tavan döşemesini oluşturan ahşap kirişlerde ve taşıyıcı ahşap elemanlarda çürüme kaynaklı sehim meydana gelmiştir. Pencere üzerinde ahşap lento kullanılmış ve bu kısımda çatlaklar, ayrışmalar ve biçimsel bozulmalar meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.80).



Şekil 4.80 1788 parselde yer alan yapı kış odası bölümü ahşap tavan kiriş ve lentolarındaki hasarlar

Yapının birinci katında, iç sofa bölümü incelenmiş yıkılma tehlikesi dolayısıyla, diğer odalara giriş sağlanamamıştır. Sofa bölümü döşemesi toprak malzeme ile oluşturulmuş ve döşeme yüzeyinde malzeme kayıpları, sehim, ayrışma ve parçalanmalar oluşmuştur. Bununla birlikte bakımsızlık ve kullanıcı sirkülasyonu dolayısıyla döşemede aşınmalar ile kot düzensizlikleri ortaya çıkmıştır. Sofa tavanında yer alan ahşap kirişlerde nem dolayısıyla oluşan çürümeler ve buna bağlı sehim hasarları tespit edilmiştir (Bkz. Şekil 4.81).



Şekil 4.81 1788 parselde yer alan yapı birinci kat döşemesinde meydana gelen hasarlar

Yapının birinci kat duvarlarında kullanıcılar tarafından özgüne aykırı boya uygulamaları yapılmış, duvar yüzeylerinde dökülmelere bağlı malzeme kayıpları ile sıva çatlakları ve ayrışmalar ortaya çıkmıştır. Duvar yüzeyinde ahşap dikmeler kullanılmış ve bu dikmelerde biçimsel bozulmalar ile çatlaklar tespit edilmiştir (Bkz. Şekil 4.82).



Şekil 4.82 1788 parselde yer alan yapı birinci kat duvarlarında meydana gelen hasarlar

Yapının bodrum katında tavan ve zemin döşemelerinde yapısal sorunlar ortaya çıkmıştır. Tavan döşemesinin ahşap kirişlerde sehim oluşumu gözlenmiş ve çatlaklar meydana gelmiştir. Tavanı destekleyen ahşap dikmelerde biçimsel bozulmalar gözlemlenmiştir. Zemin döşemesinde oturmalar ve kaplamalarda kayıplar ortaya çıkmıştır. Bodrum kat duvarları taş malzeme kullanılarak inşa edilmiş ve duvarlarda ayrışmalar, aks kaymaları ve malzeme kayıpları meydana gelmiştir (Bkz. Şekil 4.83).



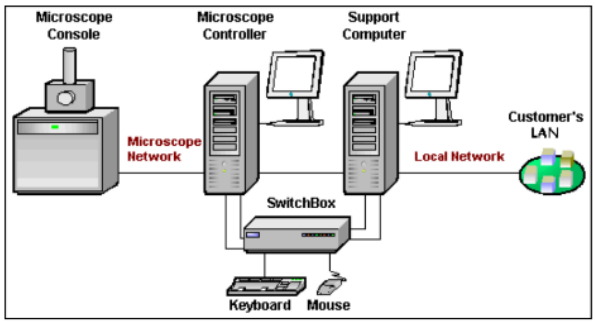
Şekil 4.83 1788 parselde yer alan yapı bodrum katında meydana gelen hasarlar

4.5 Numuneler Üzerinde Yapılan Deneysel Analizler ve Kullanılan Cihazlar

Çalışma kapsamında Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki 1656-1788 parselde yer alan geleneksel yapılardan alınan numuneler üzerinde SEM(Scanning Electron Microscope) ve XRD(X Ray Diffraction) analiz yöntemleri kullanılarak detaylı incelemeler yapılmıştır.

Kullanılan SEM Analiz Cihazı

SEM analizinde Diyarbakır Dicle Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (DÜBTAM) bulunan QUANTA FEG 250 modelindeki cihaz kullanılmıştır (Bkz. Şekil 4.84).



Şekil 4.84 QUANTA FEG 250 SEM cihaz elemanları modellemesi (Afmlab.physics.leidenuniv, 2018)

Cihazın teknik özellikleri:

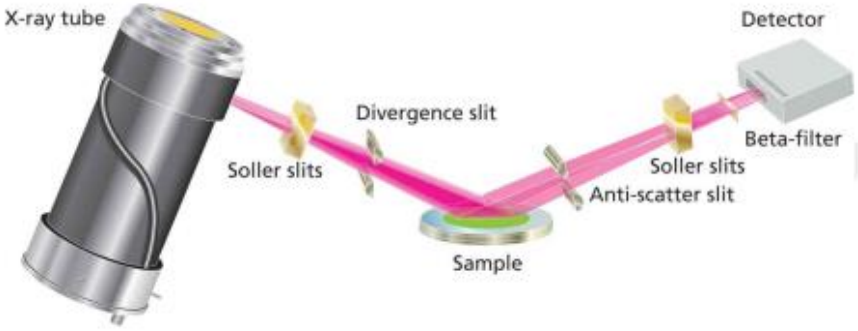
- 14X-1.000.000X arası büyütme kapasitesi mevcuttur ve elektron Kaynağı Alan Yayınımlı Kaynak (FEG) tır.
- EDAX X-ray analiz spektrometreleri mevcuttur.
- High vacuum, Low vacuum ve ESEM olmak üzere 3 farklı vakum sistemine sahiptir.
- Secondary (ETD), Backscattered (DBS), GAD, GSED ve X-ray elektron detektörüne sahiptir. Numune tablası hareketleri minimum X=50 mm Y=50 mm Z=50 mm Tilt= -150-750, Dönme= 3600 ile çalışmaktadır.
- Gaseous ESEM (GSED) Dedektörüne sahiptir (10 – 4000 Pa). Bu özelliği ile biyolojik numuneler gibi nemli örneklerde iletken kaplama yapılmadan görüntü alınabilmektedir.
- Demet hız kesme özelliği (Beam Deceleration 20 V – 30 kV) bulunmaktadır.



Şekil 4.85 QUANTA FEG 250 modelindeki SEM cihazı ve numune analiz çalışması

Kullanılan XRD Analiz Cihazı

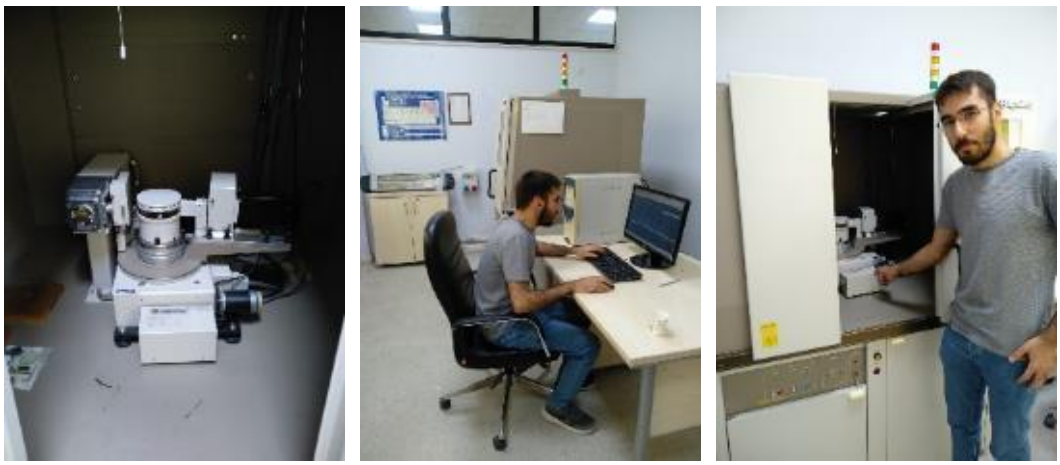
XRD analizinde İnönü Üniversitesi İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi (İBTAM)'da bulunan Rigaku D/MAX-2200 modelindeki cihaz kullanılmıştır (Bkz. Şekil 4.86).



Şekil 4.86 Rigaku D/MAX-2200 XRD cihaz elemanları modellemesi (Panalytical, 2013)

Cihazın teknik özellikleri:

- Yatay bir gonyometre ile donatılmıştır ve tarama hızı 0,002 °/dak ile 100 °/dak arasında değişebilir.
- Sapma, saçılma ve alma slitleri tamamen otomatiktir ve yazılım içindeki bir grafiksel kullanıcı arayüzü ile kontrol edilir.
- Kafes parametresindeki küçük değişiklikleri belirlemeye çalışırken daha büyük dalga boyu tercih edilir, çünkü tepe değerleri kafes parametresindeki küçük değişikliklere daha fazla hassasiyet sağlayan daha yüksek 2θ değerlerine kaydırılır.

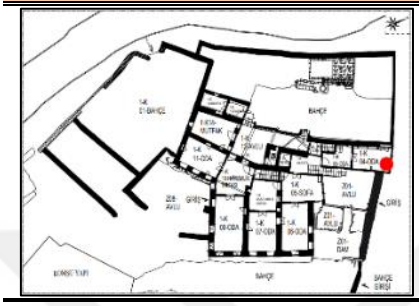


Şekil 4.87 Rigaku D/MAX-2200 modeli XRD cihazı ve numune analiz çalışması

4.5.1 Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri ve x ışını difraktometresi (XRD) analizleri

1656P ŞH-1 numaralı numune (1656 parsel şahnişinden alınan 1. numune)

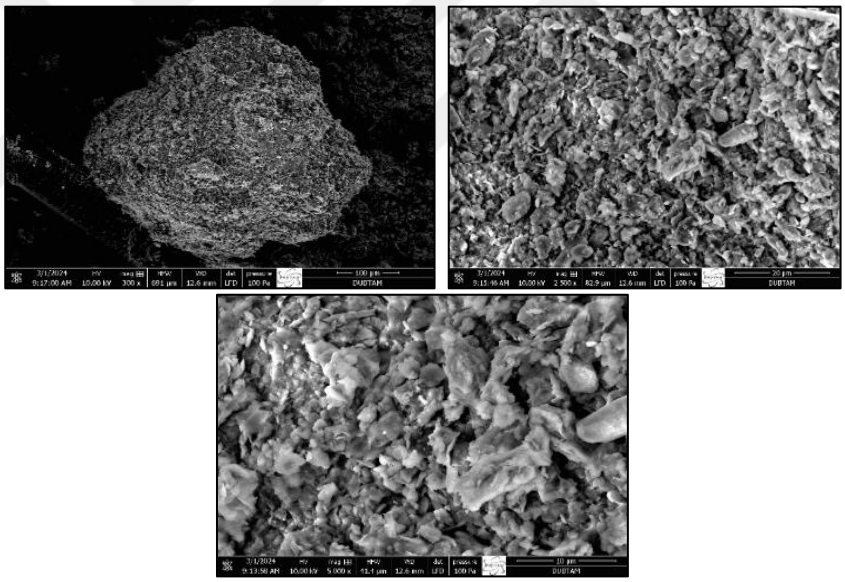
Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P ŞH-1	1656 Parseldeki Yapı 1K-04 Oda	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	



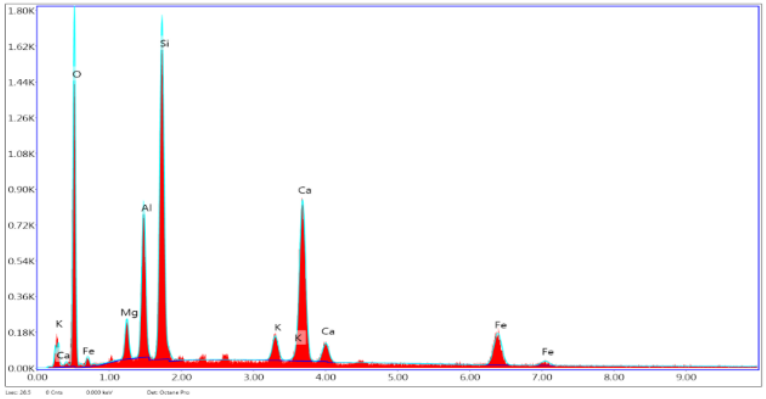




Şekil 4.88 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.89 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.90 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.1 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

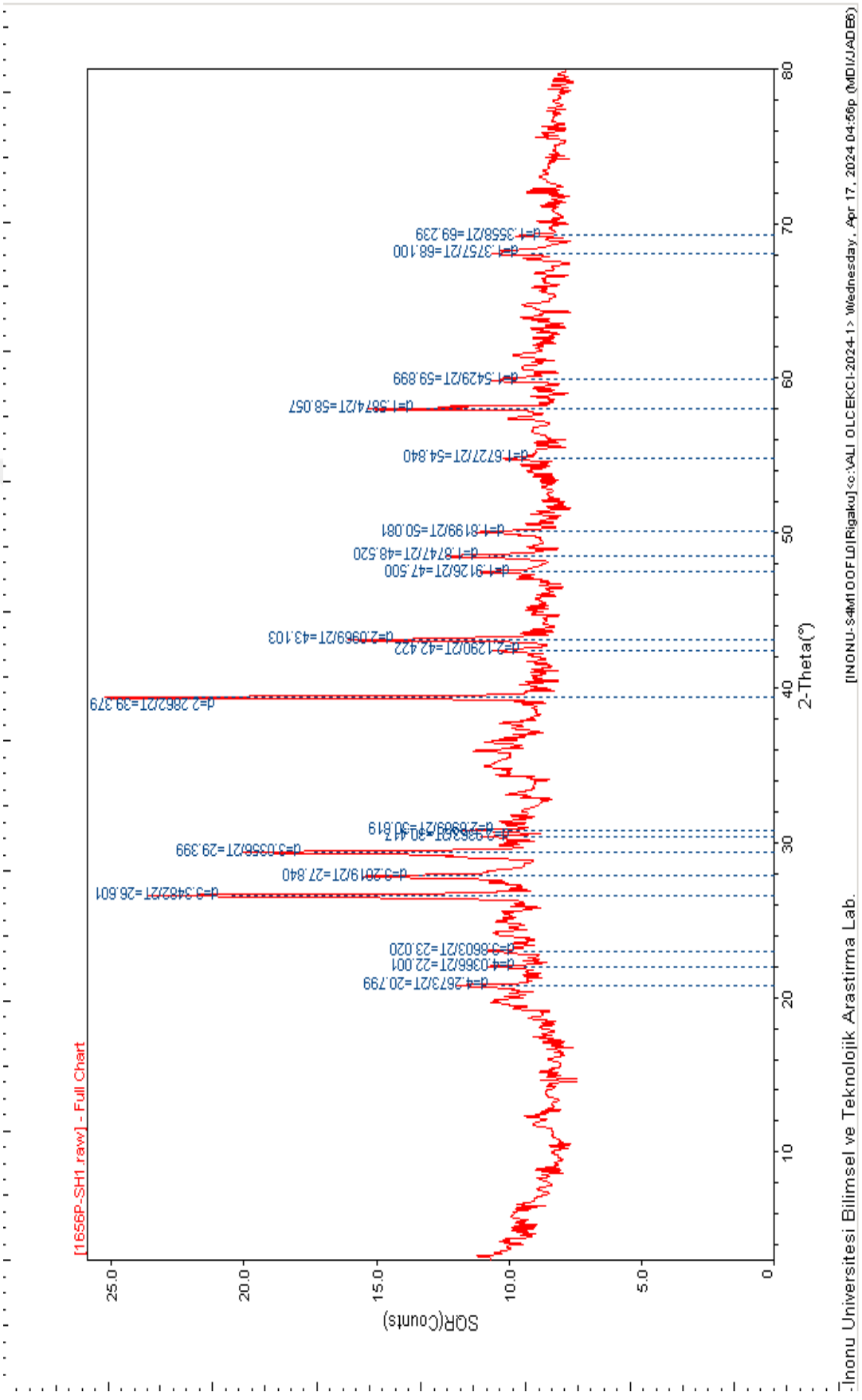
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	57,61	2,7	8,38	16,58	1,28	9,74	3,7

1656P ŞH-1 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P ŞH-1 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunenin % 57,61' lik kısmını oksijen (O) elementi oluşturmaktadır. SEM görüntülerinde ortaya çıkan numunenin boşluklu yüzeyinde bulunan atmosferik hava ve numune içerisinde yer alan minerallerin yapısındaki oksijen (O) bu oranın oluşmasında etkili olmuştur. Numunedeki silisyum (Si) oranı % 16,58 olarak tespit edilmiştir. Silisyum (Si) miktarı diğer elementlere oranla daha yüksektir. Alüminyum (Al) oranı % 8,38 ve demir (Fe) oranı ise % 3,7' dir. Diğer numunelere göre alüminyum (Al) oranı daha yüksek, demir (Fe) oranı ise daha düşük olarak tespit edilmiştir. Kalsiyum (Ca) oranı % 9,74 olarak gözlemlenmiş ve silisyum (Si) oranına göre düşük olması ve numune alınan duvarın dış duvar olması dışarıdan nüfuz kaynaklı olma ihtimalini arttırmaktadır. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,7 ve potasyum (K) oranı % 1,28 olarak düşük miktarlarda rastlanmıştır. Bu elementlerin düşük oranda tespiti, malzeme içeriğindeki minerallerin yapısında bulunmalarından ve kerpiç harcına eklenen katkı maddeleri kaynaklı olabileceğini ortaya koymaktadır.

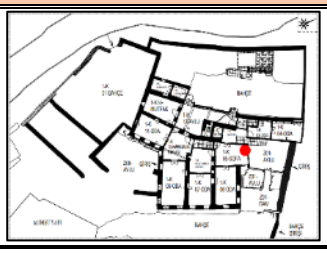
1656 ŞH-1 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P ŞH-1 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu ana bileşen olarak tespit edilmiştir. Grafik verilerinde silisyum (Si) bileşeni olan moganit mineralinin de gelişim gösterdiği söylenebilmektedir. Numunede kalsiyum (Ca) bileşeni olarak kalsit ve kalsian mineralleri tespit edilmiştir. Numunedeki kalsiyum (Ca) varlığı EDX analizleri ile eşleşmektedir. Numune içeriğinde demir (Fe), bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan izokubanit; silisyum (Si), demir (Fe), alüminyum (Al), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K) ve kalsiyum (Ca) bileşeni olarak muskovit; bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olarak amaninit minerallerine ait pik uyumları gözlenmektedir.

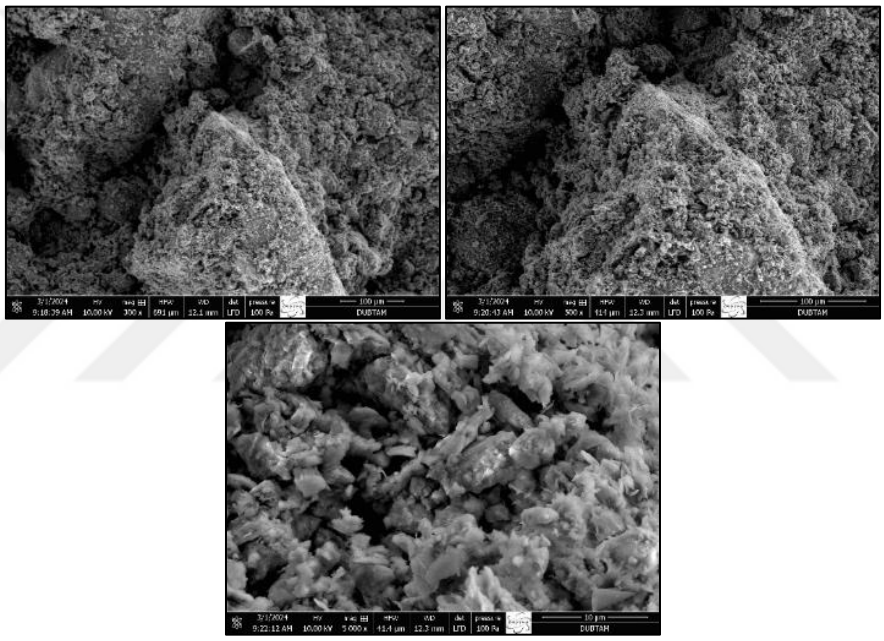


Şekil 4.91 Numuneye Ait XRD Grafiği

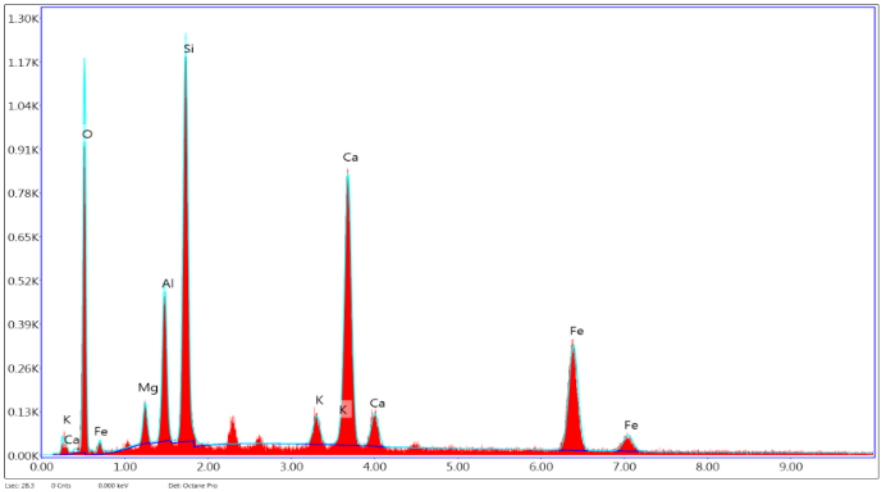
1656P ŞH-2 numaralı numune (1656 parsel şahnişinden alınan 2. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
ŞH-2	1K-05 Sofa	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.92 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.93 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.94 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.2 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

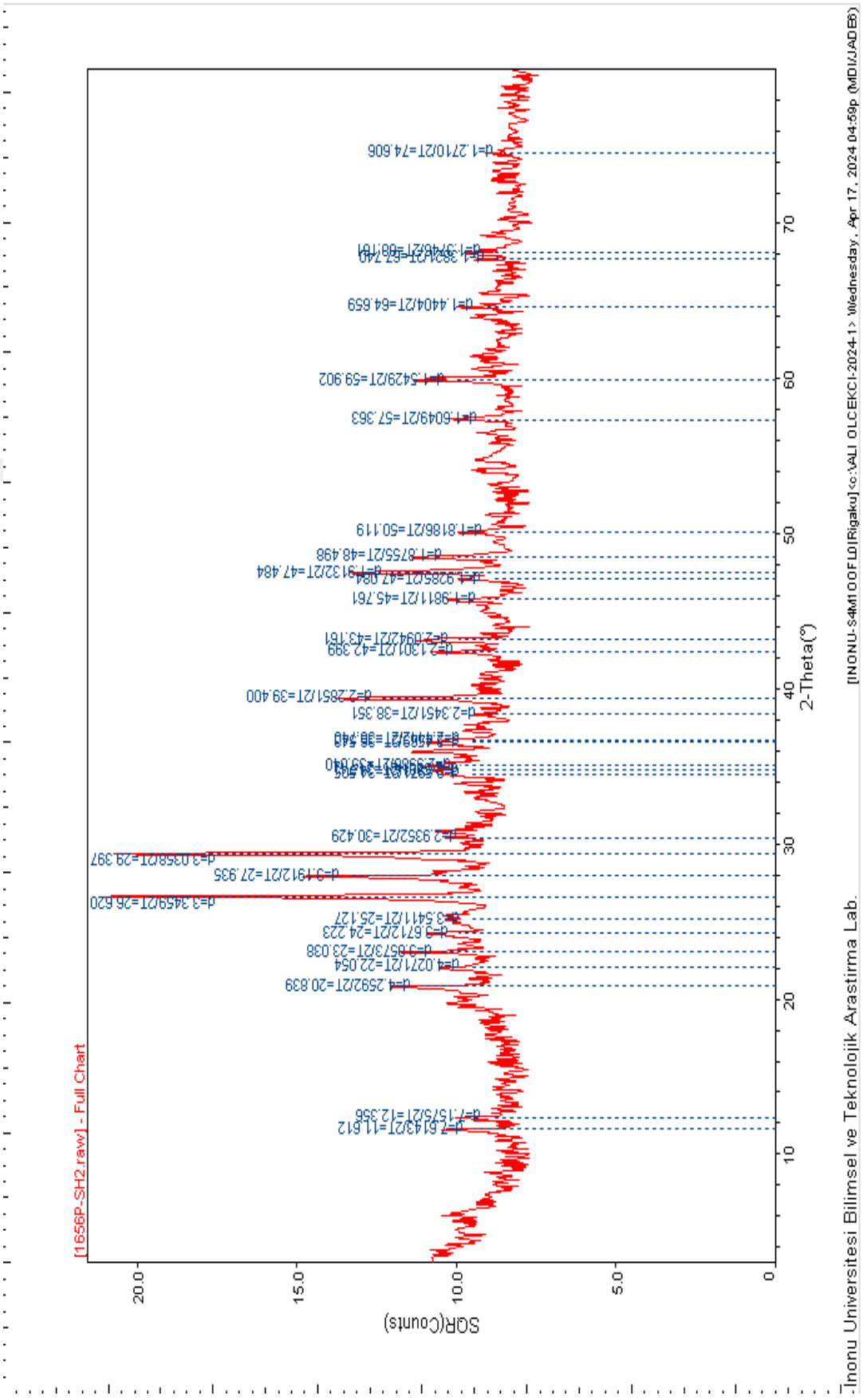
EDX	Element Türleri						
	O K	**Mg K**	**Al K**	**Si K**	**K K**	**Ca K**	**Fe K**
%	**50,82**	**3,84**	**8,63**	**20,45**	**1,22**	**5,89**	**9,14**

1656P ŞH-2 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P ŞH-2 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunenin % 50,82' sini oksijen (O) elementi oluşturmaktadır. Numuneye ait SEM analizlerinde tespit edilen yapısal boşluklar ve yüzeydeki atmosferik oksijen (O) ile numune içeriğini oluşturan minerallerin yapısında yer alan oksijen (O) bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Numunedeki silisyum (Si) numunenin % 20,45' ini oluşturmaktadır. Silisyum (Si) numunede en yüksek oranda bulunan elementtir. Alüminyum (Al) oranı % 8,63 ve demir (Fe) oranı ise % 9,14' tür. Bu iki metalin de diğer numunelere göre miktarlarının daha yüksek olduğu söylenebilir. Kalsiyum (Ca) oranı % 5,89' dur ve silisyum (Si) oranına göre daha düşüktür. Numune içeriğindeki düşük miktardaki kalsiyum (Ca), numune alınan duvarın dış cephe duvarı olması ile kerpice etkiyen sulardan ve yağışlardan kaynaklanabilir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 3,84 ve potasyum (K) oranı % 1,22 olarak tespit edilmiştir.

1656 ŞH-2 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P ŞH-2 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu ile kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit numunenin ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit minerali de numune içeriğinde bulunmaktadır. Numune içeriğinde bakır (Cu) bileşiği olan kuprit; karbon (C) bileşiği olan grafit ve demir (Fe), magnezyum (Mg) bileşiği olan piceonit mineralleri ile uyumlu piklerin varlığı gözlenmektedir.

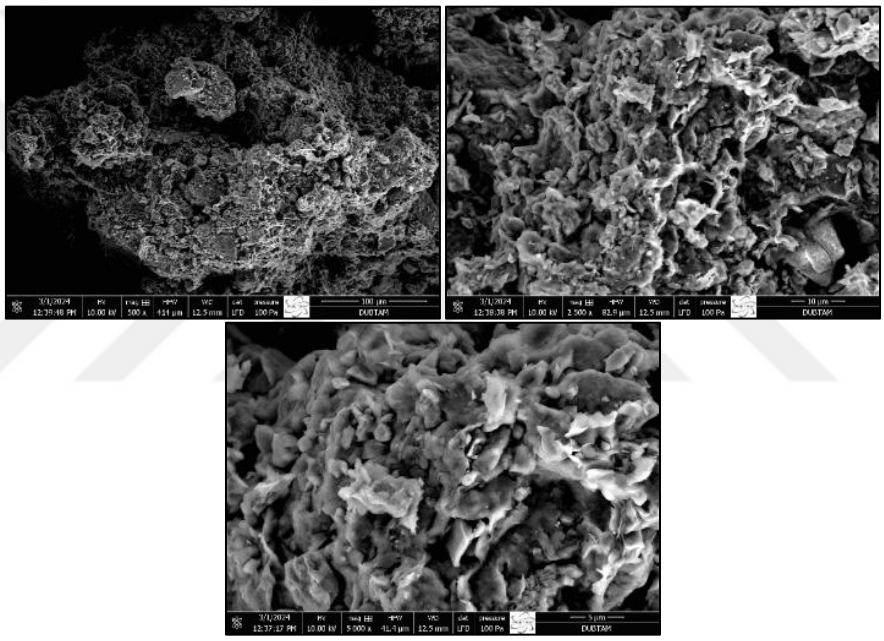


Şekil 4.95 Numuneye Ait XRD Grafiği

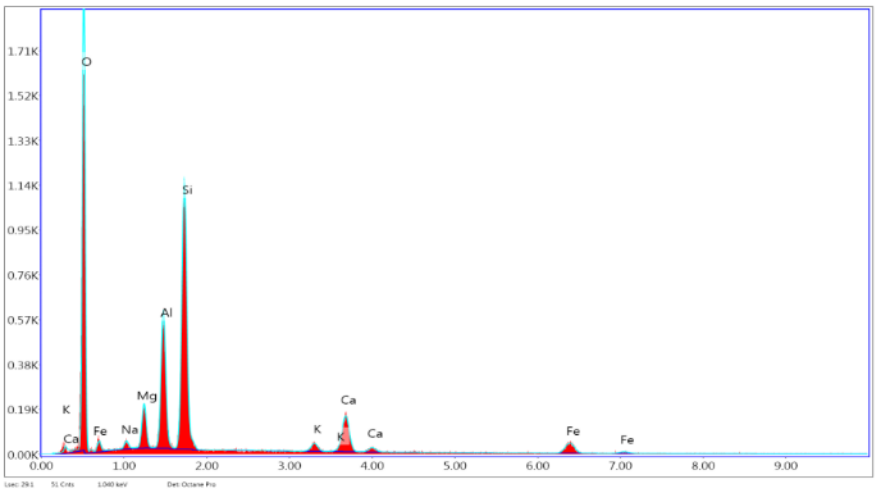
1656P Z-1 numaralı numune (1656 parsel zemin kattan alınan 1. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
Z-1	Z01-Avlu	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.96 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.97 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.98 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.3 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

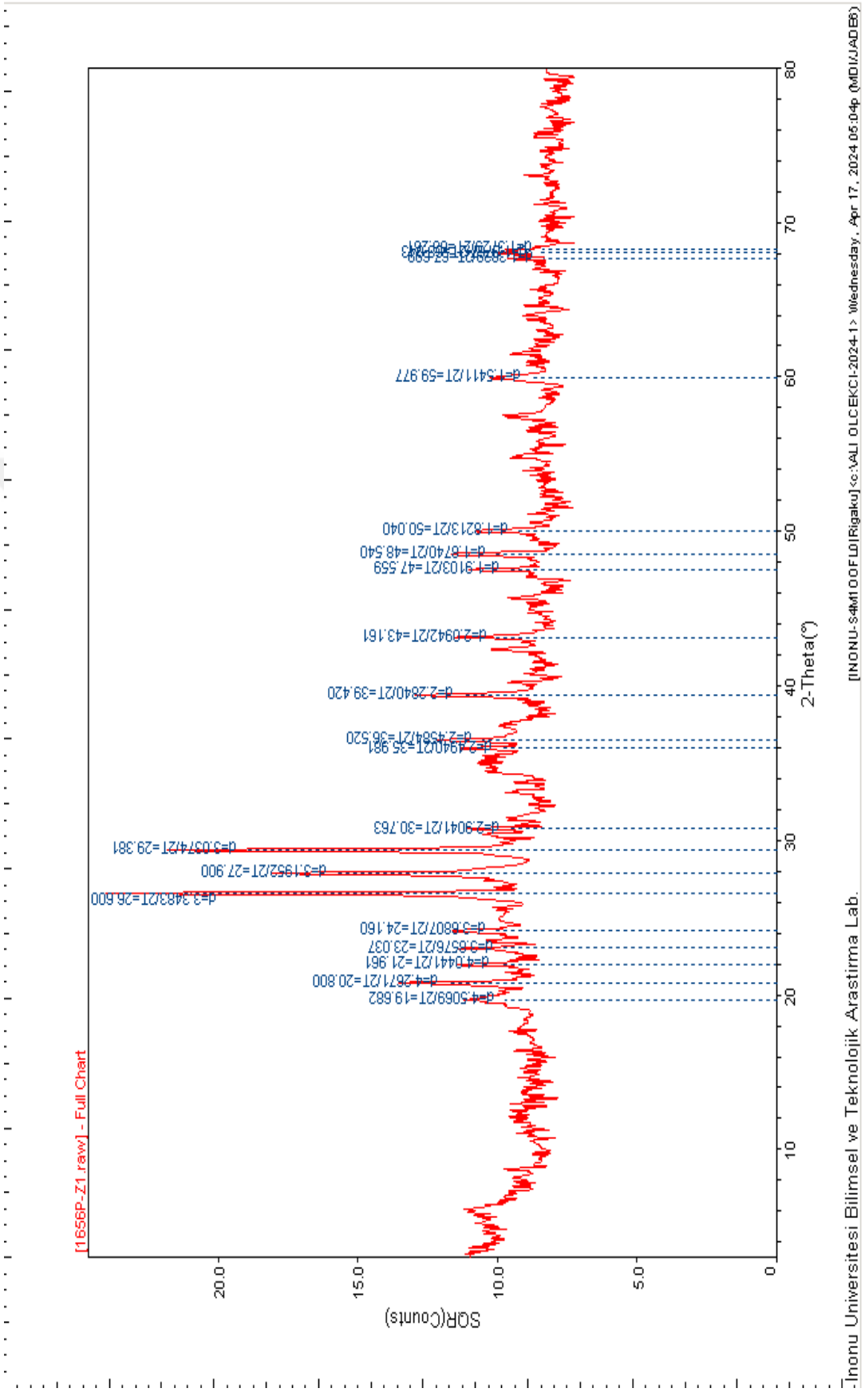
EDX	Element Türleri							
	O K	Na K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	49,62	0,77	3,18	9,91	20,45	1,27	7,44	7,36

1656P Z-1 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P Z-1 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, oksijen (O), sodyum (Na), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 49,62 oranında oksijen (O) bulunmaktadır. SEM analizinde numunenin gözenekli yapıda olduğu gözlemlenmektedir. Gözeneklerde ve yüzeyde bulunan atmosferik oksijen (O) ile tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O) bu oranın yüksek çıkmasında etkili olmuştur. Numunenin % 0,77 gibi düşük kısmını sodyum (Na) elementi oluşturmaktadır. Sodyum (Na) elementinin varlığı numune içeriğindeki tuzdan kaynaklanabilmektedir. Numunenin yapı dış yüzeyinden alınmış olması tuzun dış etkilerden kaynaklı olma ihtimalini arttırmaktadır. Benzer şekilde numunede % 7,44 oranında kalsiyum (Ca) bulunmaktadır. Düşük miktarda rastlanan kalsiyumun (Ca) da yağış gibi dış etkilerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Silisyum (Si) numunenin % 20, 45' lik kısmını oluşturmaktadır. Silisyum (Si) miktarı diğer elementlere göre daha yüksektir. Numunedeki alüminyum (Al) oranı % 9,91 ve demir (Fe) oranı % 7,36 olarak tespit edilmiştir. Alüminyum (Al) ve demir (Fe) miktarları diğer numunelere oranla artmıştır. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 3,18 ve potasyum (K) oranı % 1,27 olarak tespit edilmiştir.

1656P Z-1 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P Z-1 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenini oluşturmaktadır. Benzer şekilde silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit minerali de numune içeriğinde bulunmaktadır. Kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit varlığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte silisyum (Si), demir (Fe) ve alüminyum (Al) bileşiği olan sekaninait; alüminyum (Al) ve silisyum (Si) bileşiği olan kiyanit mineralleri ile bazı piklerin uyum sağladığı gözlenmektedir. Karbon (C) bileşiği olan kaoit ve grafit mineralleri de numune yapısında yer almaktadır.

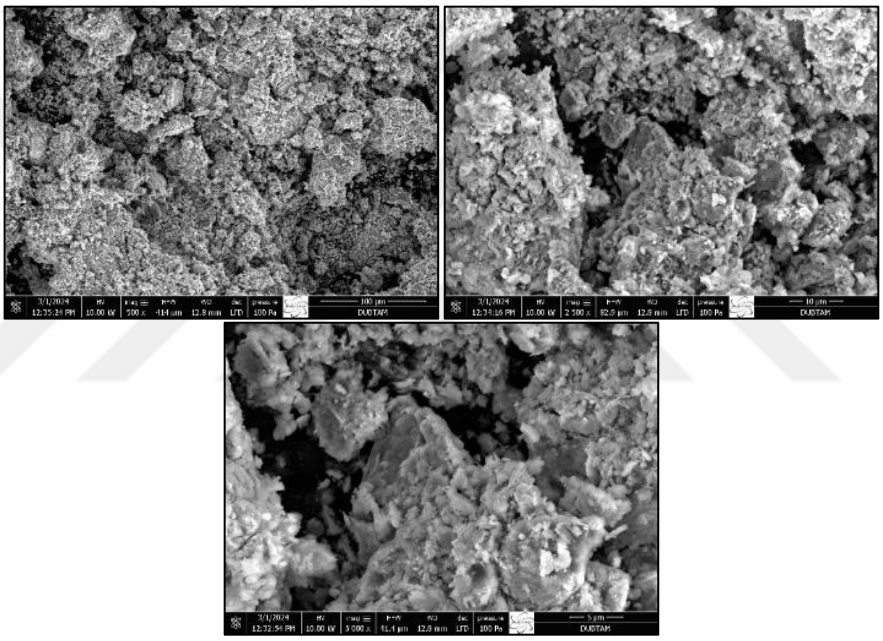


Şekil 4.99 Numuneye Ait XRD Grafiği

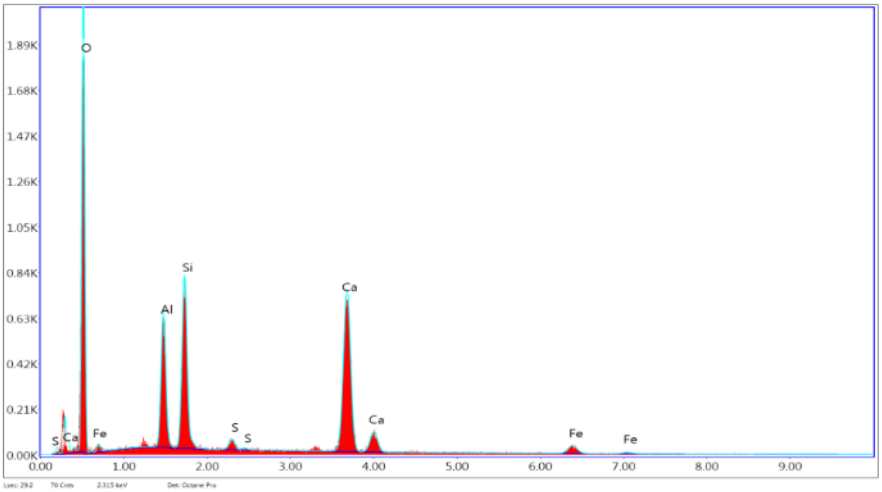
1656P Z-2 numaralı numune (1656 parsel zemin kattan alınan 2. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
Z-2	Z01-Avlu	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.100 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.101 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.102 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.4 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

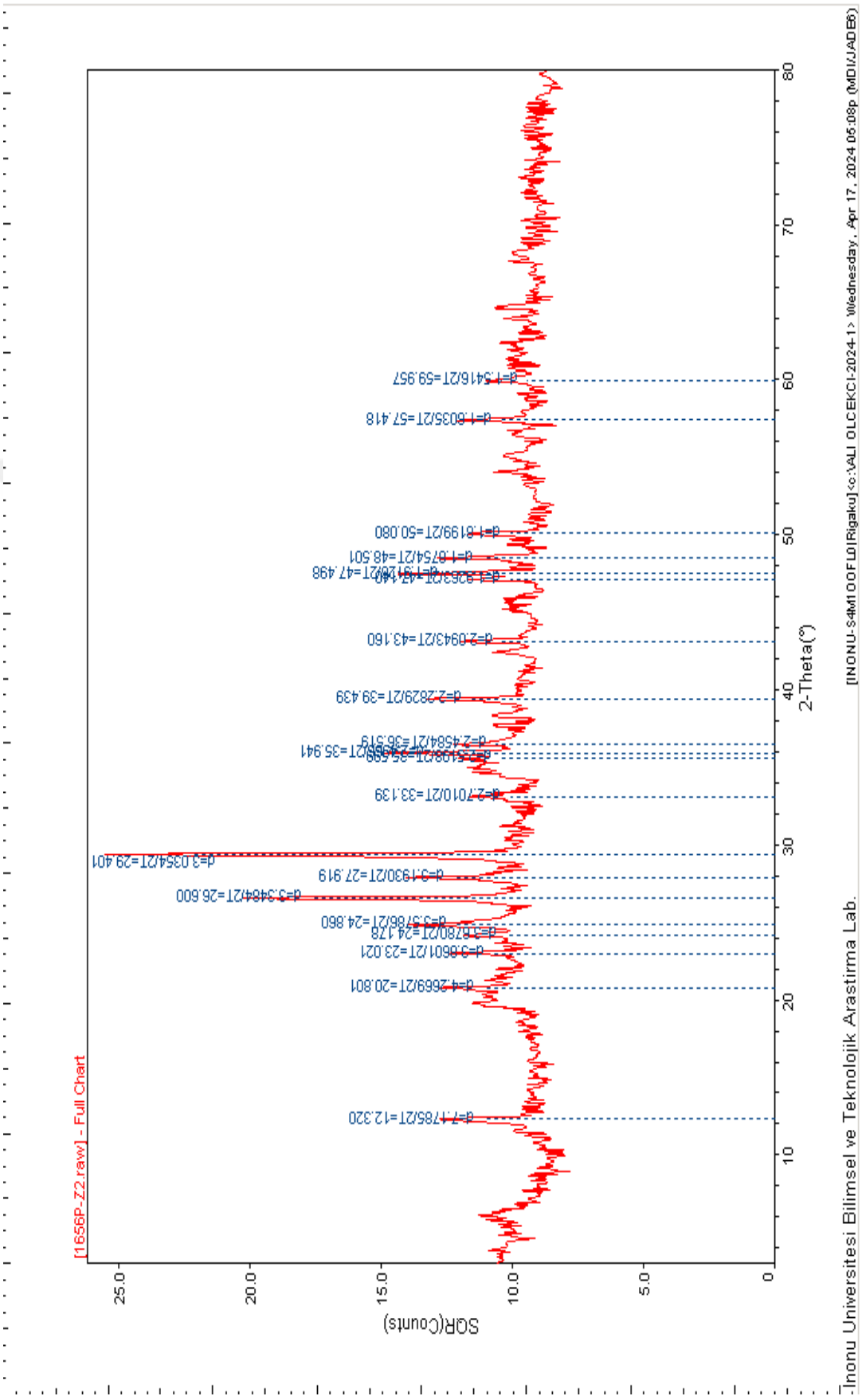
EDX	Element Türleri					
	O K	Al K	Si K	S K	Ca K	Fe K
%	53,91	7,3	9,37	0,77	24,45	4,21

1656P Z-2 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P Z-2 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), alüminyum (Al), silisyum (Si), kükürt (S), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunenin % 53,91' lik kısmını oksijen (O) elementi oluşturmaktadır. Numuneye ait SEM görüntülerinde yapısal boşluklar tespit edilmiştir. Bu boşluklarda ve numune yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) ile numunenin içeriğini oluşturan minerallerin yapısındaki oksijen (O) bu oranın çıkmasında etkili olmuştur. Numunedeki silisyum (Si) oranı % 9,37 iken kalsiyum (Ca) oranı % 24,45olarak tespit edilmiştir. Kalsiyum (Ca) oranının silisyum (Si) oranından fazla olması toprak yapısındaki kireç varlığını göstermektedir. % 0,77' lik oranıyla kükürt (S) düşük miktarda bulunmaktadır. Numunenin yapı dış yüzeyinden alınması kükürt (S)' ün dışarıdan nüfuz etmiş olma ihtimalini arttırmaktadır. Silisyum (Si)'dan sonra % 7,3 oranıyla alüminyum (Al) ve % 4,21 oranıyla demir (Fe) elementi yüksek miktarda bulunmaktadır. Diğer numunelerden farklı olarak bu numunede magnezyum (Mg) ve potasyum (K) varlığına rastlanılmamıştır.

1656P Z-2 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P Z-2 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit numunenin ana bileşenini oluşturmaktadır. Silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu; silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit numune içeriğinde yer almaktadır. Potasyum (K), bakır (Cu), kükürt (S) ve klor (Cl) bileşiği olan klorotiyonit ve demir (Fe) ve magnezyum (Mg) bileşiği olan piceonit mineralleri ile kalsiyum (Ca), demir (Fe), silisyum (Si) bileşiği olan andradit ve kalsiyum (Ca), silisyum (Si) bileşiği olan wollastonit mineralleri ile pik uyumları gözlenmektedir. Bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kovelit ve bakır (Cu) ve alüminyum (Al) bileşiği olan katrikit mineralleri ile uyumlu piklerin varlığı tespit edilmiştir.

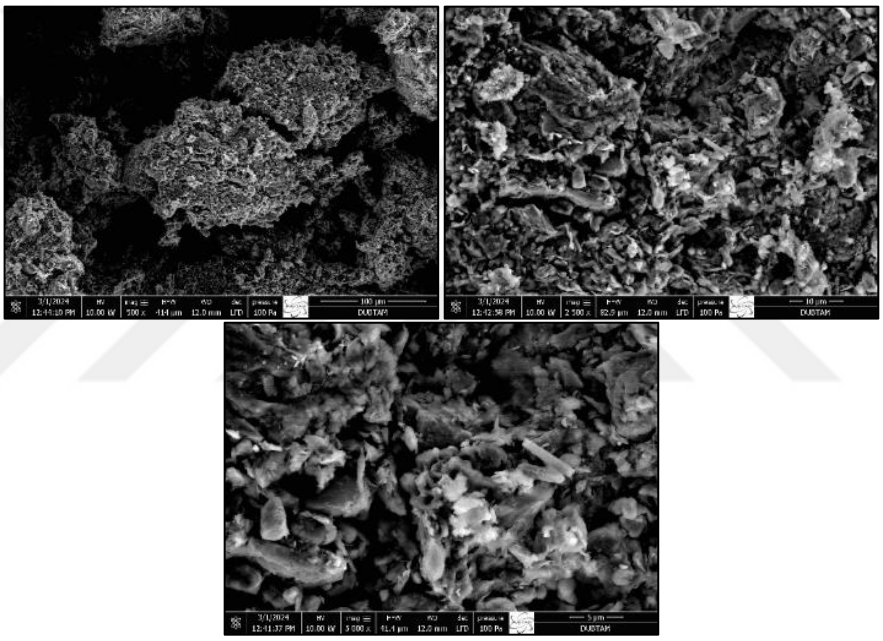


Şekil 4.103 Numuneye Ait XRD Grafiği

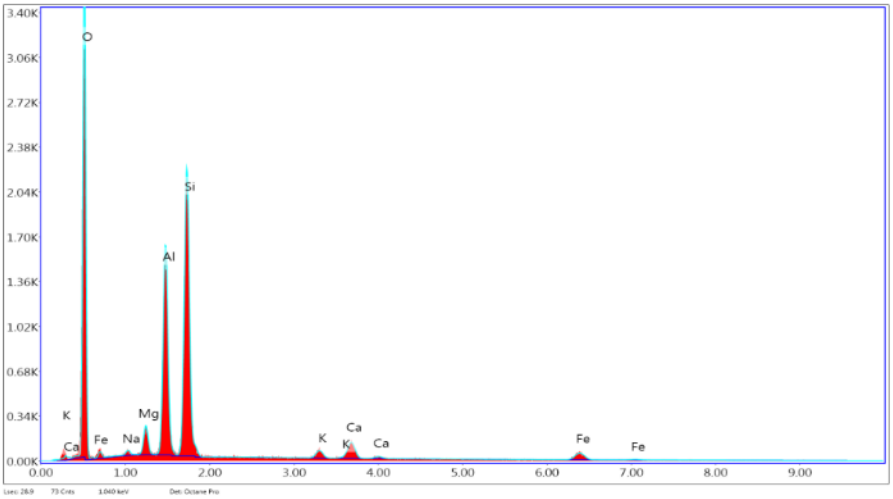
1656P Z-3 numaralı numune (1656 parsel zemin kattan alınan 3. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
Z-3	Z07-Kiler	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.104 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.105 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.106 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.5 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

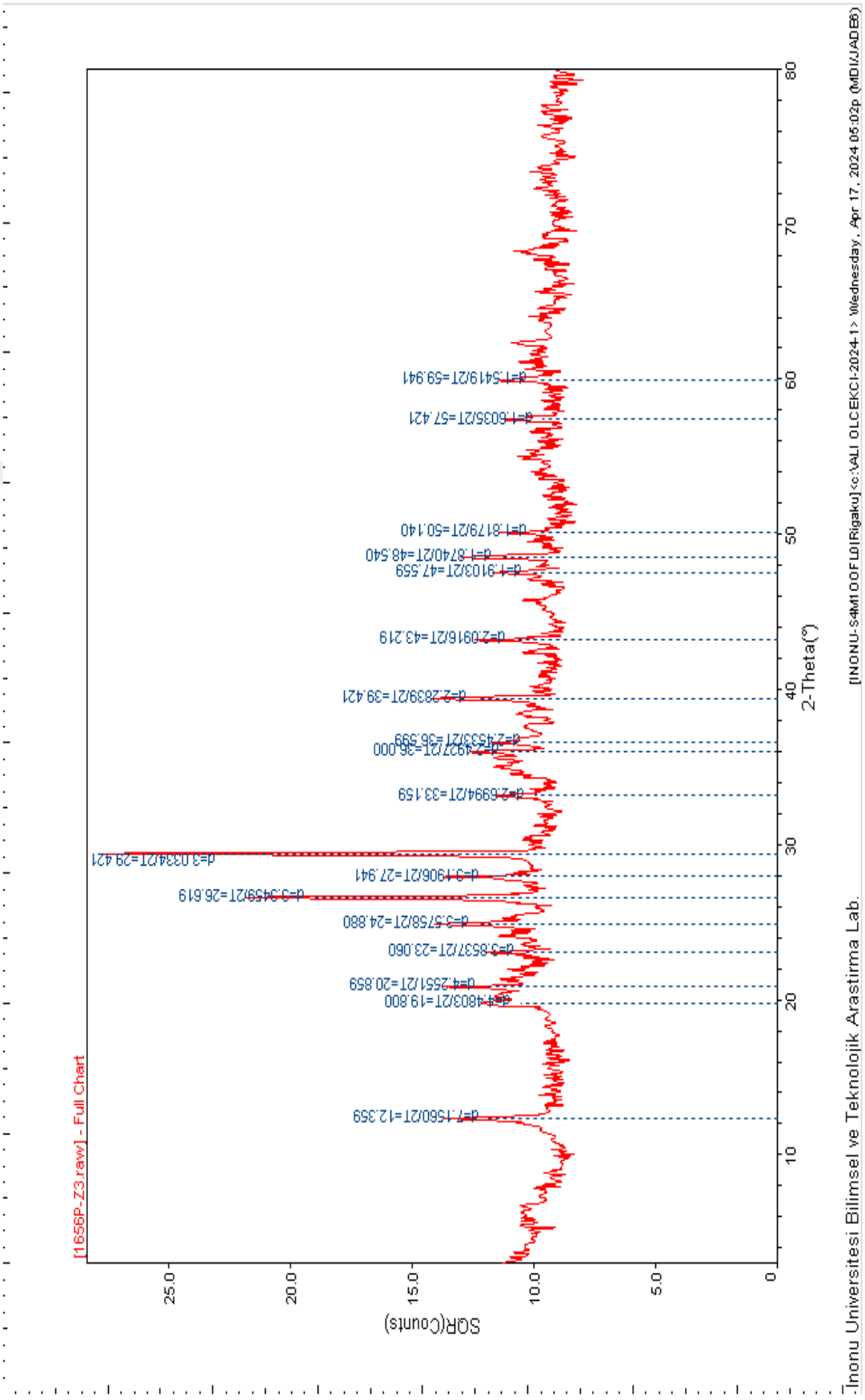
EDX	Element Türleri							
	O K	Na K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	49,98	0,43	2,03	14,83	22,95	1,27	3,47	5,04

1656P Z-3 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P Z-3 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, oksijen (O), sodyum (Na), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 49,98 oranında oksijen (O) bulunmaktadır. SEM görüntüleri numunedeki gözenekli yapıyı göstermekte ve gözeneklerin hava ile dolu olduğu gözlemlenmektedir. Gözeneklerdeki hava ve yüzeydeki atmosferik oksijen (O) ile numunedeki minerallerin bileşimindeki oksijen (O) varlığı oksijen (O) tespitinde etkili olmuştur. Numunede % 0,43 oranında sodyum (Na) elementinin varlığına rastlanmıştır. Düşük oranda tespit edilen sodyum (Na) numune içeriğindeki tuz varlığının bir göstergesidir. Numunedeki silisyum (Si) oranı % 22, 95 olarak tespit edilmiştir. Silisyum (Si) miktarı diğer elementlere göre daha yüksektir. Silisyum (Si)'dan sonra % 14,83 oranıyla alüminyum (Al) yüksek miktarda bulunmaktadır. Numunenin alüminyum (Al) oranının diğer numunelere kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Kalsiyum (Ca) numunenin % 3,47' lik kısmını oluşturmakta ve diğer numunelere göre daha düşük miktarda bulunmaktadır. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,03; potasyum (K) oranı % 1,43 ve demir (Fe) oranı % 5,04 olarak tespit edilmiştir. Toprağın içerisindeki mineraller ve organik katkılar ile atıklar bu elementlerin numune içeriğinde yer almasındaki nedenlerindendir.

1656 Z-3 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P Z-3 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit ile silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenlerini oluşturmaktadır. Magnezyum (Mg) bileşiği olan piceonit minerali ile uyum gösteren bazı pikler mevcuttur. Karbon (C) bileşiği olan grafit numune içeriğinde yer almaktadır. Bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olan kovelit ve kalkosit mineralleri ile uyumlu pikler bulunmaktadır.

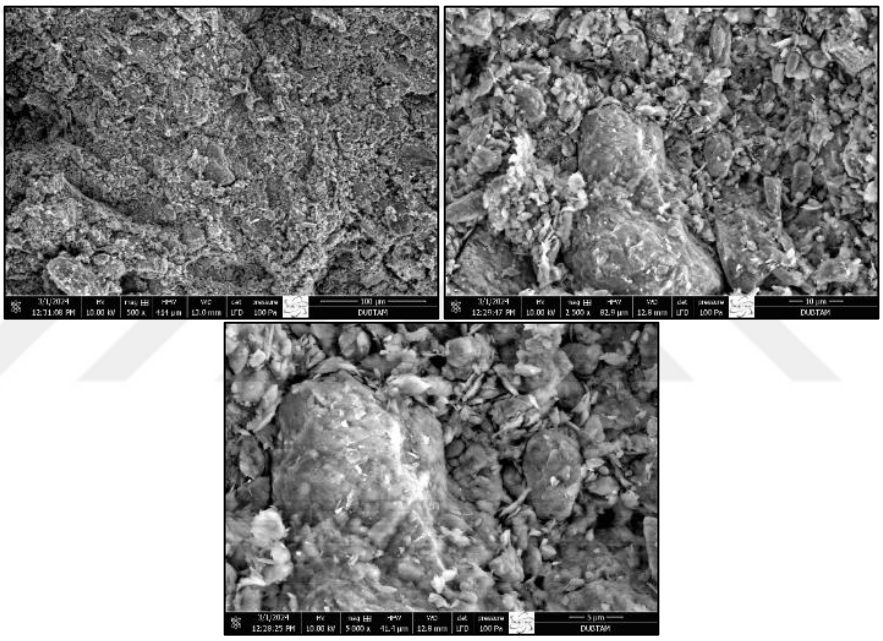


Şekil 4.107 Numuneye Ait XRD Grafiği

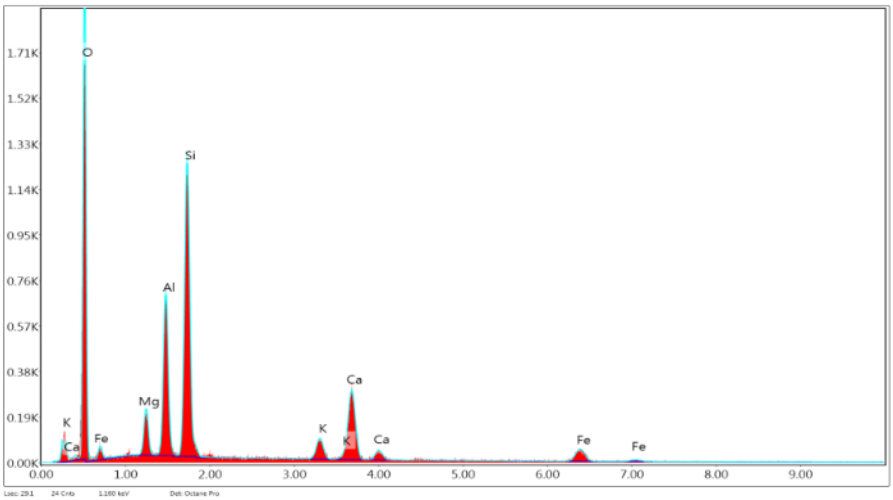
1656P Z-4 numaralı numune (1656 parsel zemin kattan alınan 4. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
Z-4	Z08-Avlu	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.108 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.109 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.110 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.6 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

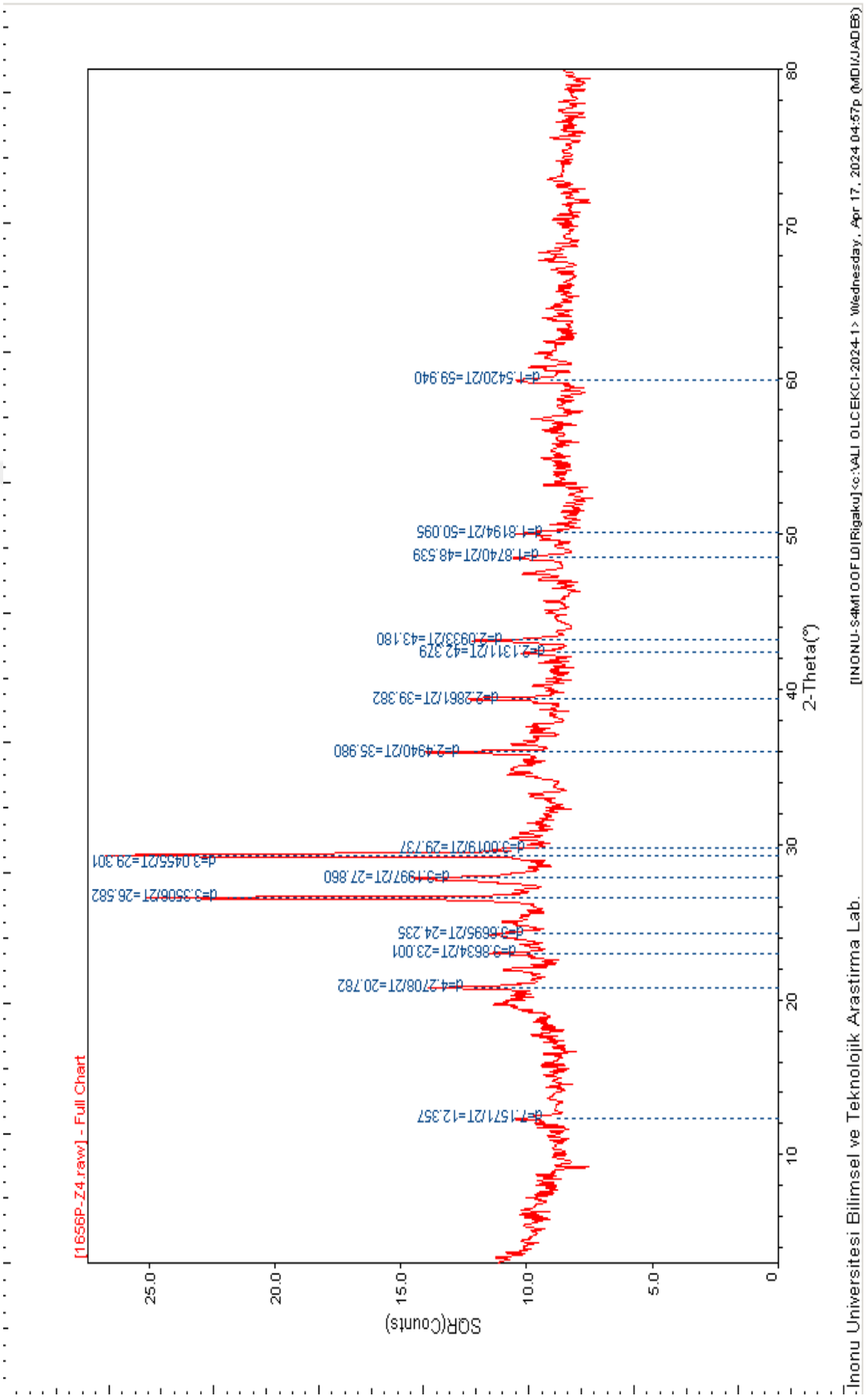
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	48,3	2,74	9,43	18,28	2,65	11,47	7,13

1656P Z-4 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P Z-4 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunedeki tespit edilen oksijen (O) numunenin % 48,3'lük kısmını oluşturmaktadır. Bu oran, SEM görüntüleriyle birlikte değerlendirildiğinde numunenin boşluklu bir yapıya sahip olduğunu ve bu boşluklardaki hava tutulumunu göstermektedir. Yapısal boşluklardaki ve yüzeydeki atmosferik oksijen (O) ile numunenin mineral içeriğindeki oksijen (O) bu oranın ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Numunedeki silisyum (Si) oranı % 18,28 olarak tespit edilmiştir. Silisyum (Si) miktarı diğer elementlere oranla daha yüksektir. Silisyum (Si)'dan sonra % 11,47 oranıyla kalsiyum (Ca) yüksek miktarda bulunmaktadır. Alüminyum (Al) numunenin % 9,43' lük kısmını, demir (Fe) ise % 7,13' lük kısmını oluşturmaktadır. Diğer numunelere göre alüminyum (Al) ve demir (Fe) miktarında artışın meydana geldiği gözlemlenmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,74 ve potasyum (K) oranı % 2,65 olarak düşük miktarlarda var oldukları tespit edilmiştir. Düşük oranda tespit edilen elementlerin kerpiç yapısındaki minerallerden, eklenen katkı maddeleri ve atıklardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

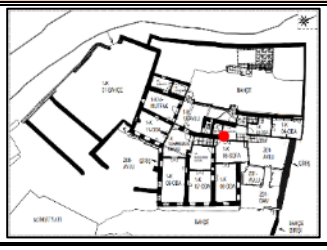
1656 Z-4 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P Z-4 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşiği olan kuvars minerali ve düşük formu ana bileşen olarak tespit edilmiştir. Karbon (C) bileşiği olan grafit mineralinin varlığı gözlemlenmektedir. Benzer şekilde silisyum (Si) bileşeni olan moganit minerali de numune içerisinde bulunmaktadır. Numune içeriğinde Numunede kalsiyum (Ca) bileşeni olarak kalsit minerali tespit edilmiştir. Magnezyum (Mg) bileşiği olan piceonit ile bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olan kovelit ve magnezyum (Mg), alüminyum (Al) ve silisyum (Si) bileşiği olan kordierit mineralleri ile uyumlu pikler bulunmaktadır.

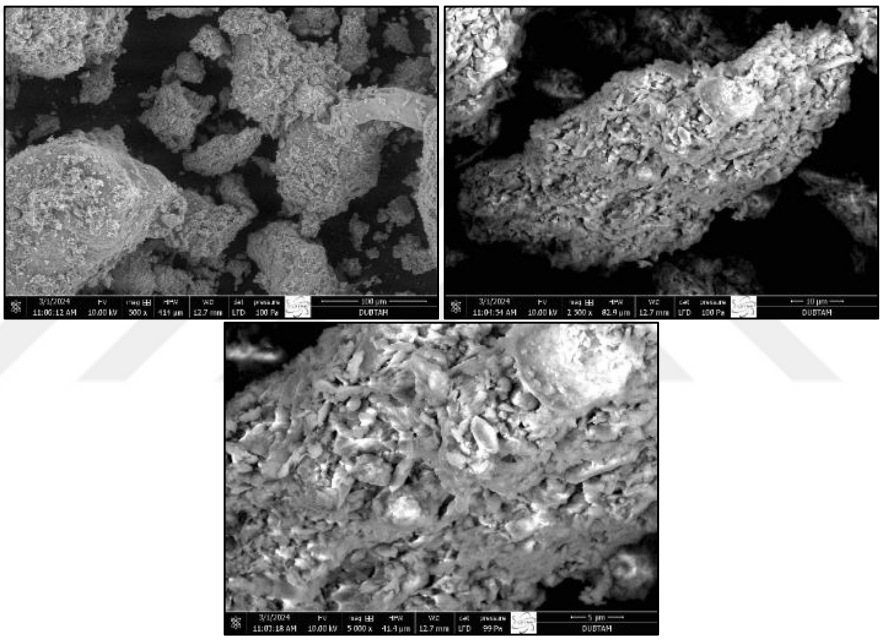


Şekil 4.111 Numuneye Ait XRD Grafiği

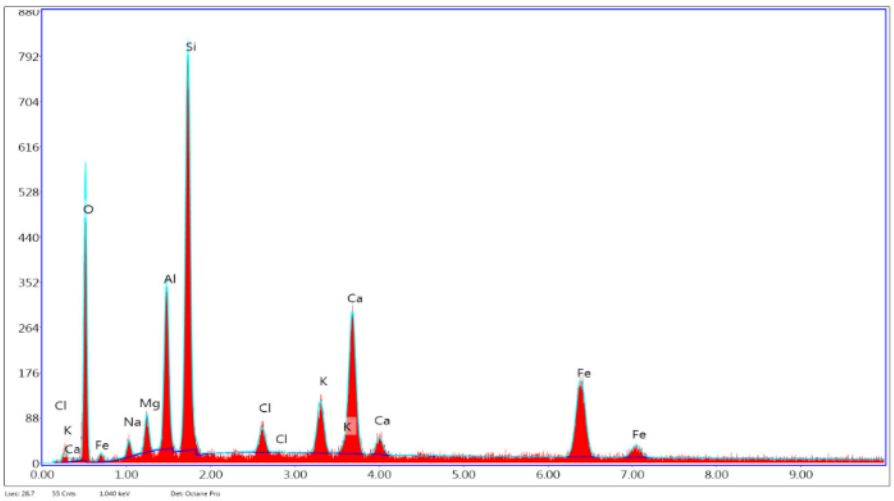
1656P 1K-1 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 1. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-1	1K-01-Sofa	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.112 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.113 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.114 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.7 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

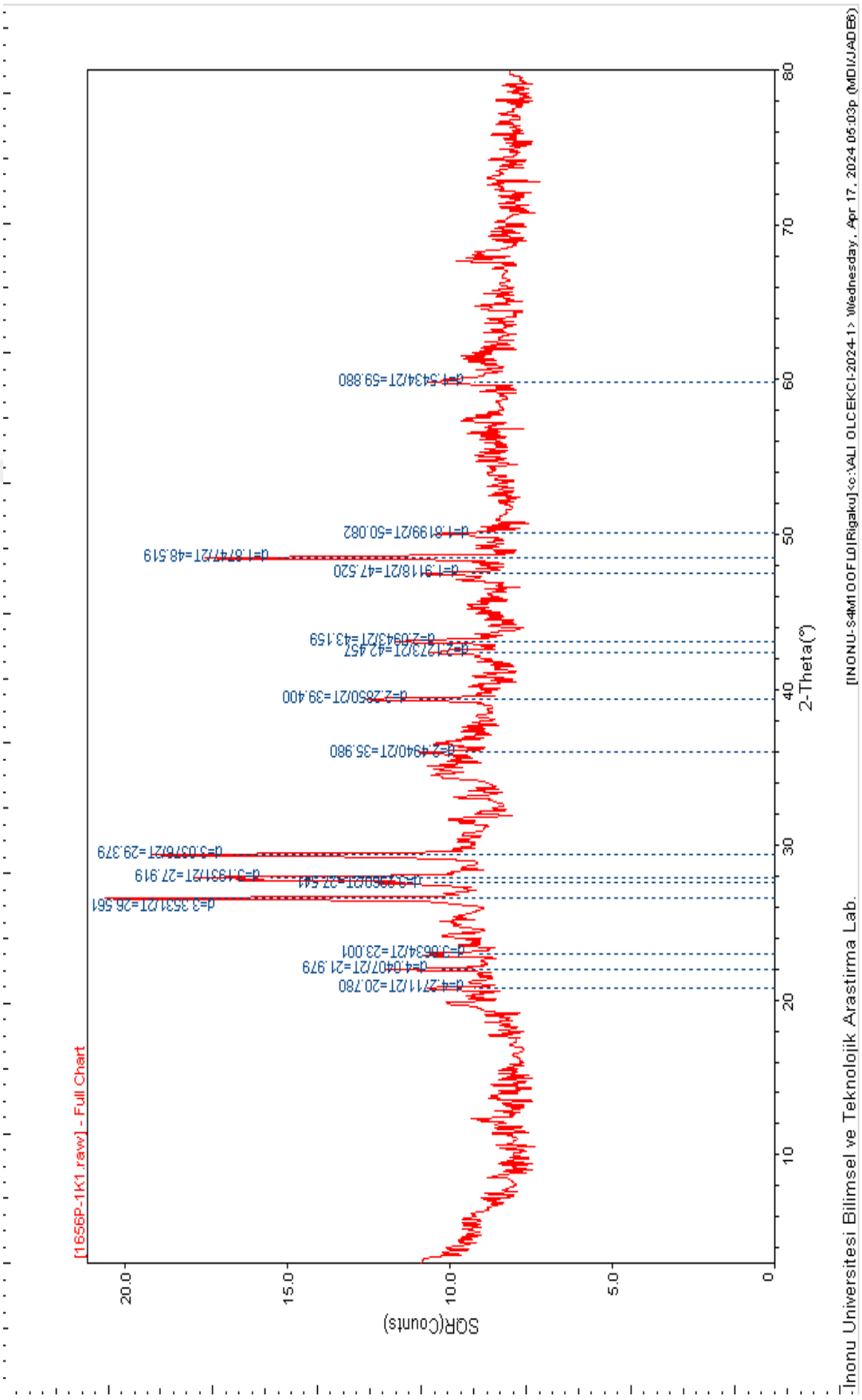
EDX	Element Türleri								
	O K	Na K	Mg K	Al K	Si K	Cl K	K K	Ca K	Fe K
%	46,98	1,99	2,56	8,96	19,19	1,22	2,54	8,08	8,48

1656P 1K-1 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-1 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, oksijen (O), sodyum (Na), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), klor(Cl), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 46,98 oranında oksijen (O) bulunmaktadır. Numunenin gözenekli bir yapıya sahip olduğu SEM görüntülerinden de anlaşılabildiği gibi, yüksek oranda oksijen (O) varlığı hava ile dolu olan boşluklu yapıdaki ve yüzeydeki atmosferik oksijen (O) ile tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O) varlığını ortaya koymaktadır. Numunede % 19,19 oranında silisyum (Si) en fazla bulunan element olmuştur. Bu numunede diğerlerinden farklı olarak % 1,99 oranda sodyum (Na) ve % 1,22 oranında klor (Cl) elementine rastlanmıştır. Sodyum (Na) ve klor (Cl) elementlerinin bu numunede bir arada bulunması tuz varlığını göstermektedir. Numunenin alındığı duvar üzerinde gözlemlenen ve yağış kaynaklı akıntıların neden olduğu tuzlanmalar bu elementlerin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Numunede % 8,08 oranında tespit edilen kalsiyumun (Ca) da benzer şekilde yağış kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Numunedeki alüminyum (Al) oranı % 8,96 ve demir (Fe) oranı % 8,48 olarak tespit edilmiştir. Diğer numunelere oranla alüminyum (Al) ve demir (Fe) miktarlarında artış gözlemlenmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,56 ve potasyum (K) oranı % 2,54'tür.

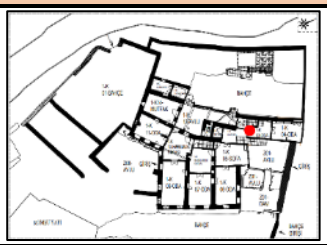
1656 1K-1 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-1 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit ile silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenlerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte numune yapısında potasyum (K), titanyum (Ti) ve silisyum (Si) bileşiği olan davanit; potasyum (K), bakır (Cu), kükürt (S) ve klor (Cl) bileşiği olan klorotiyonit; kalsiyum (Ca) ve klor (Cl) bileşiği olan hidrofilit mineralleri ile pik uyumları tespit edilmiştir. Bakır (Cu), demir (Fe), kükürt (S) bileşiklerinden putoranit minerali ile uyumlu pikler bulunmaktadır.

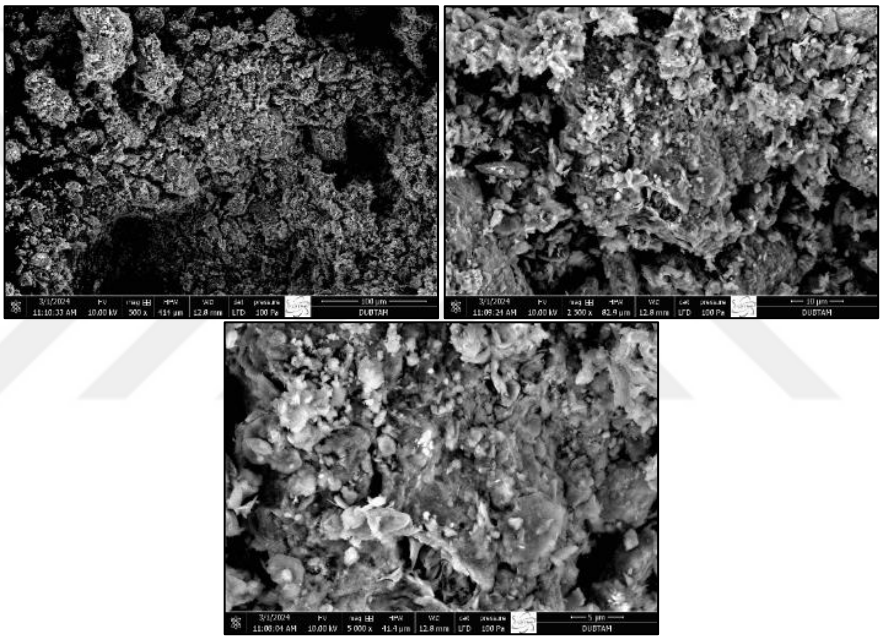


Şekil 4.115 Numuneye Ait XRD Grafiği

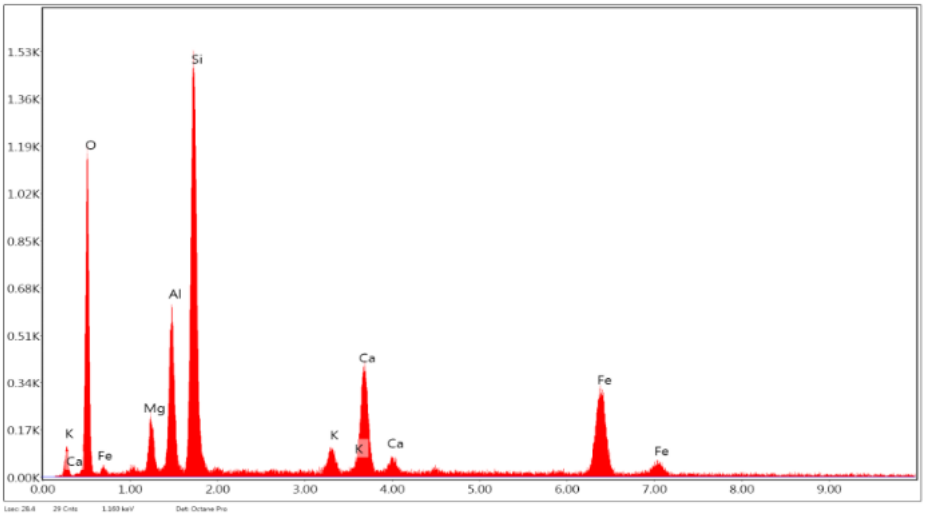
1656P 1K-2 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 2. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-2	1K-03-Oda	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.116 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.117 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.118 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.8 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

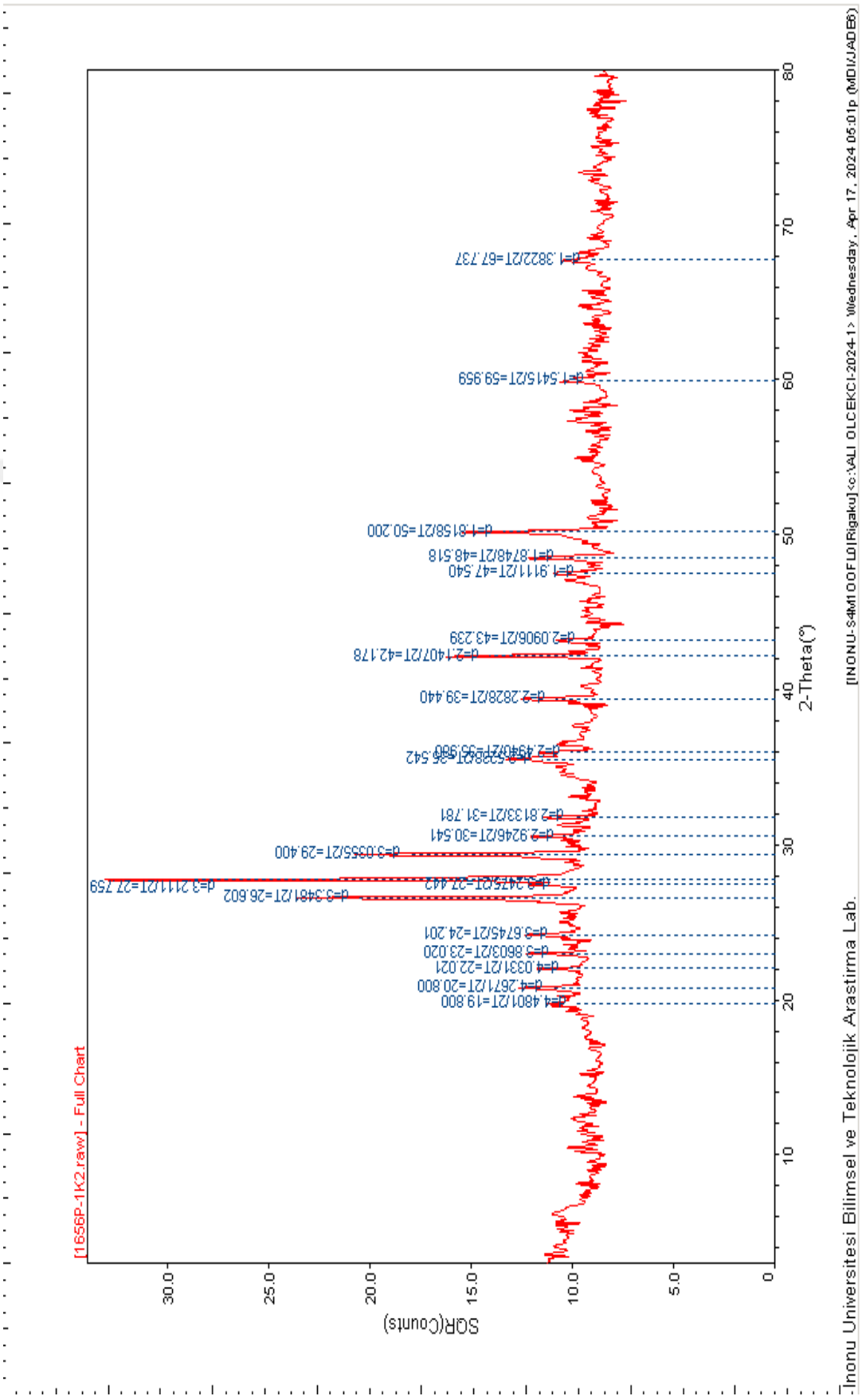
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	50,82	3,84	8,63	20,45	1,22	5,89	9,14

1656P 1K-2 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-2 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunedeki tespit edilen oksijen (O) numunenin % 50,82'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu oran, SEM görüntülerinde gözlemlenen numunenin boşluklu yapısının bir sonucu olarak bu boşluklarda bulunan hava, yüzeysel atmosferik oksijen (O) ve numune içeriğinde tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O)' den kaynaklanmaktadır. Numune içeriğindeki silisyum (Si) % 20,45'lik oranıyla en fazla bulunan element olarak tespit edilmiştir. Numunenin % 5,89' luk kısmını oluşturan kalsiyum (Ca) elementi ise diğer numunelere oranla azalma göstermiştir. Numunedeki alüminyum (Al) oranı % 8,63; magnezyum (Mg) oranı % 3,84 ve demir (Fe) oranı % 9,14'tür. Diğer numunelere göre alüminyum (Al), magnezyum (Mg) ve demir (Fe) miktarlarının bu numunede arttığı gözlenmektedir. Numunedeki potasyum (K) oranı % 1,22 olarak tespit edilmiştir. Düşük miktarlarda tespit edilen bu elementlerin kerpiç içerisinde bulunan minerallerin bileşiminde bulunmasından kaynaklanmaktadır.

1656 1K-2 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-2 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu ile kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit numunenin ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Karbon (C) bileşiği olan grafit numune içeriğinde yer almaktadır. Bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olan kovelit minerali ile demir (Fe), bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kalkopirit mineralleri ile uyumlu pikler bulunmaktadır.

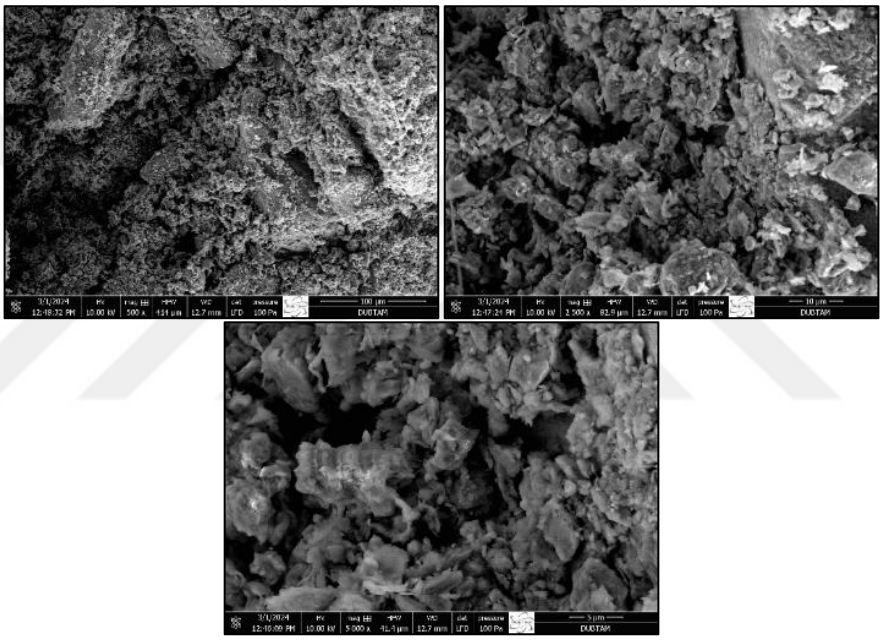


Şekil 4.119 Numuneye Ait XRD Grafiği

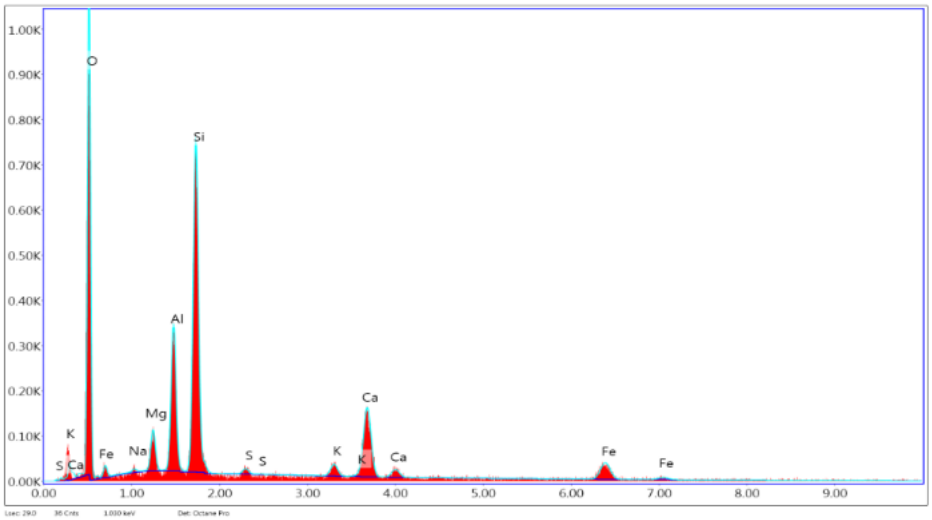
1656P 1K-3 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 3. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-3	1K-06-Oda	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.120 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.121 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.122 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.9 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

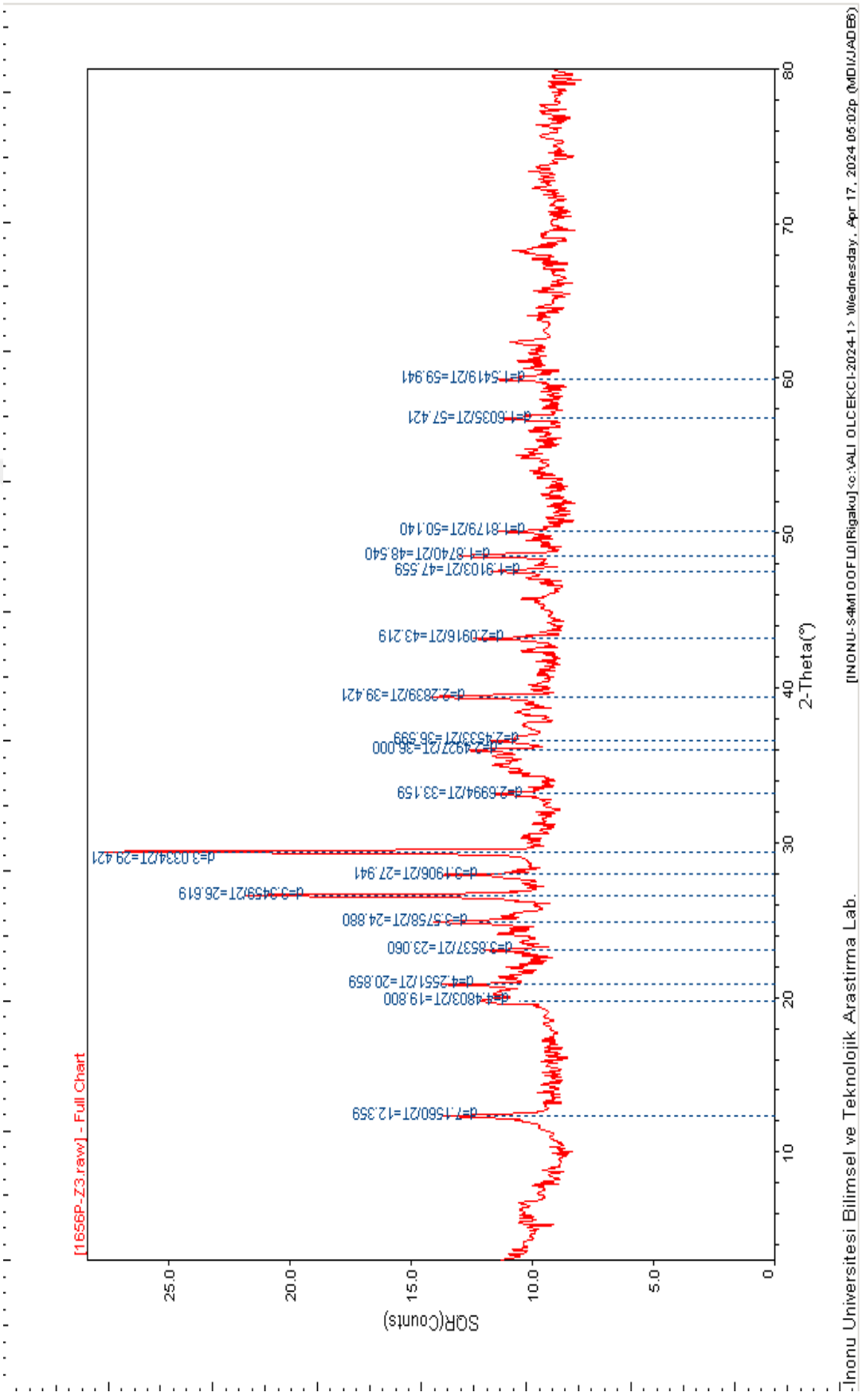
EDX	Element Türleri								
	O K	Na K	Mg K	Al K	Si K	S K	K K	Ca K	Fe K
%	47,02	0,23	2,33	8,27	19,61	0,46	1,43	11,21	9,44

1656P 1K-3 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-3 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, oksijen (O), sodyum (Na), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), kükürt (S), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 47,02 oranında oksijen (O) bulunmaktadır. SEM görüntüleri numunenin gözenekli bir yapısı olduğunu göstermiş ve gözeneklerin hava ile dolu olduğu belirlenmiştir. Gözenekli yapı içerisindeki hava, numune yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) ve numuneyi oluşturan minerallerin yapısındaki oksijen (O), analiz sonucundaki tespit edilen oksijen (O) varlığının nedenlerindendir. Numunede % 0,23 oranında sodyum (Na) elementinin varlığına rastlanmıştır. Düşük oranda tespit edilen sodyum (Na) numune yapısında tuz olduğunu ortaya koymaktadır. Tuz yapının oda duvarından alınan numuneye yalıtım sorunları nedeniyle ulaşan yağmur suları neticesinde dâhil olmuş olabilir. Numunede % 0,46 oranında bulunan kükürt (S) elementinin varlığı bu ihtimali güçlendirmektedir. % 19,61 oranında silisyum (Si) ve %11,21 oranında kalsiyum (Ca) yüksek miktarda yer almaktadır. Bu numunede diğerlerinden farklı olarak % 9,44 gibi yüksek oranda demir (Fe) elementine rastlanmıştır. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,33; alüminyum (Al) oranı 8,27 ve potasyum (K) oranı % 1,43 olarak tespit edilmiştir. Kerpiç içerisindeki minerallerin bileşenleri ve organik katkılar ile atıklar bu elementlerin bulunma sebeplerindendir.

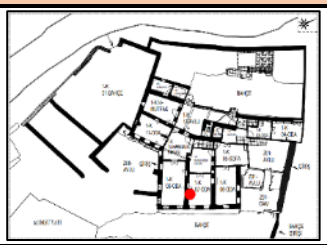
1656 1K-3 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-3 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu, kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit ve potasyum (K), bakır (Cu), kükürt (S) ve klor (Cl) bileşiği olan klorotiyonit numunenin ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Magnezyum (Mg) ve silisyum (Si) bileşiği olan forsterit minerali ile uyum gösteren pikler gözlenmektedir. Bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olan kovelit minerali ile demir (Fe), bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kalkopirit mineralleri ile uyumlu pikler bulunmaktadır.

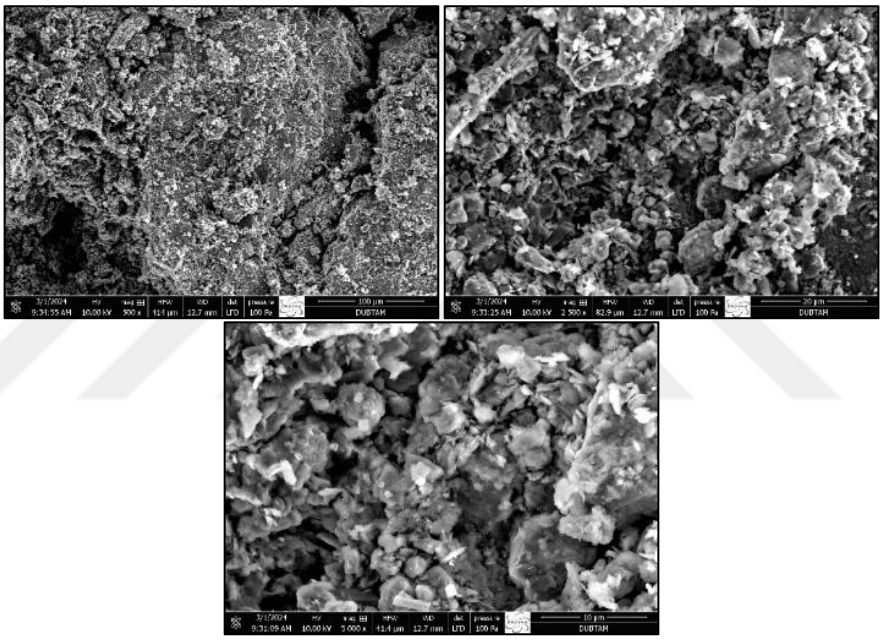


Şekil 4.123 Numuneye Ait XRD Grafiği

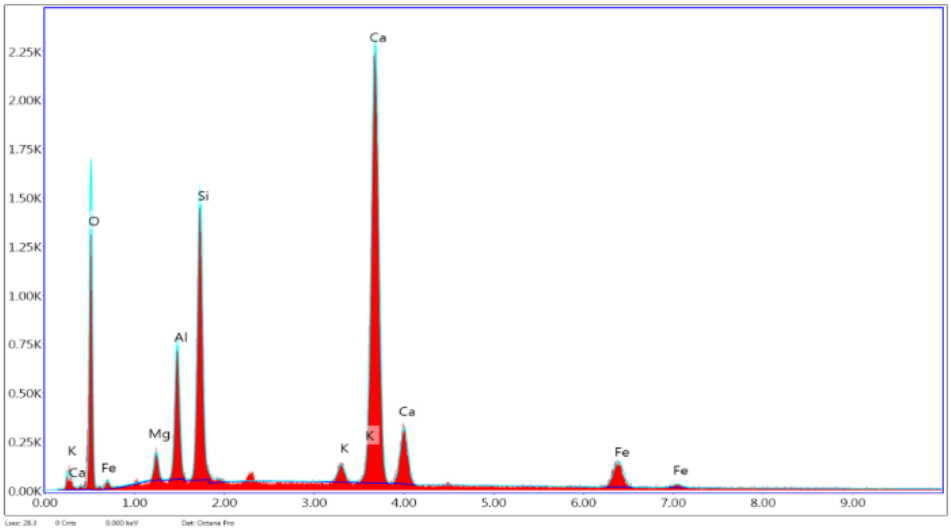
1656P 1K-4 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 4. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-4	1K-07-Oda	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.124 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.125 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.126 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.10 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

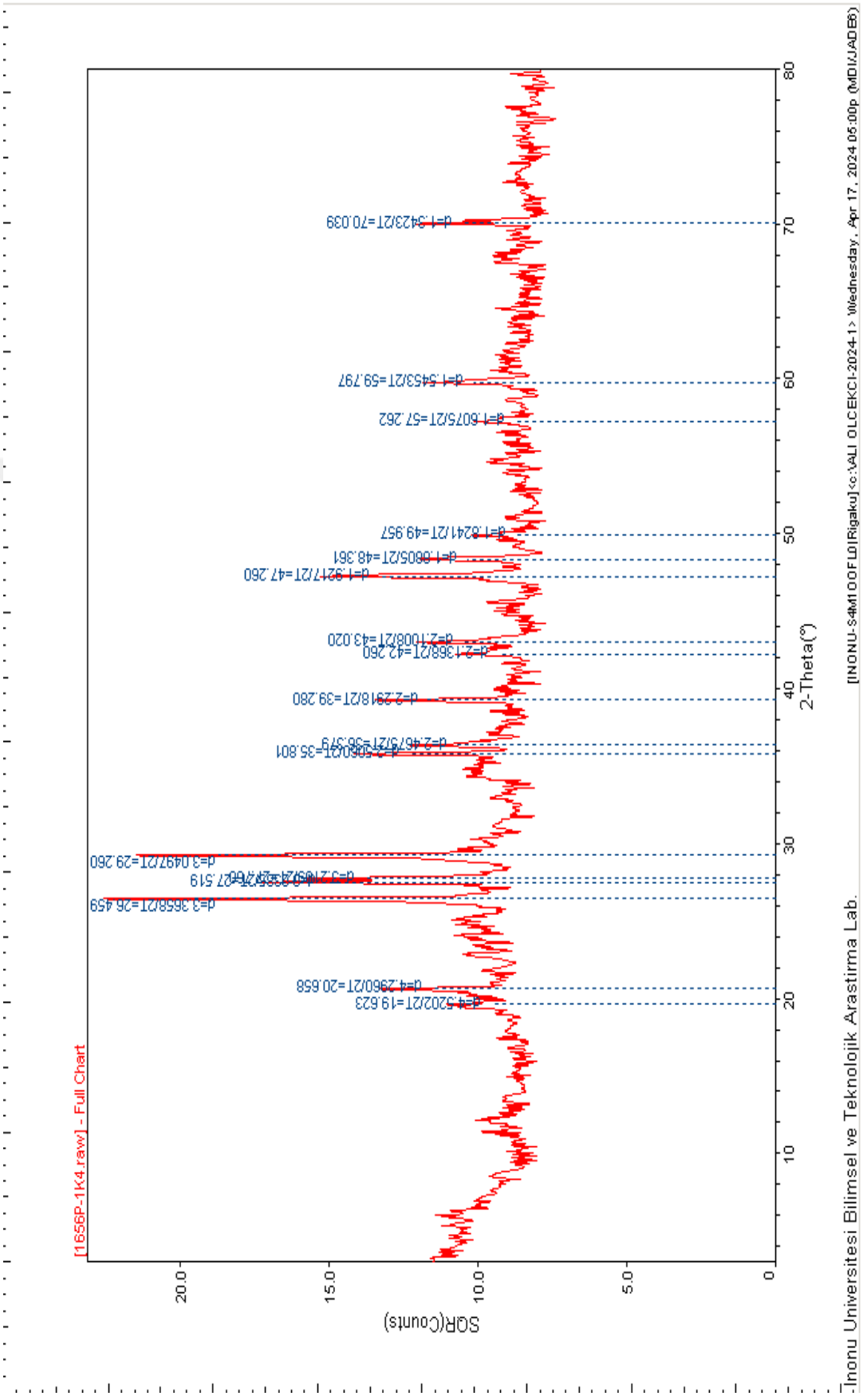
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	56,92	1,92	6,31	11,19	0,68	20,48	2,49

1656P 1K-4 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-4 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunedeki tespit edilen oksijen (O) numunenin % 56,92'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu oran ve SEM görüntüleri numunenin boşluklu yapısı içerisindeki hava ve yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) ile tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O)' den kaynaklanmaktadır. Numune içeriğindeki kalsiyum (Ca) % 20,48'lik oranıyla en fazla bulunan elementtir. % 11,19 oranında silisyum (Si) tespit edilmiştir. Numunedeki kalsiyum (Ca) miktarının silisyum (Si) miktarından fazla olduğu tespit edilmiştir. Toprak yapısındaki kireç varlığını gösteren bu durum, numunenin alındığı oda duvarının sıvasında bulunan kireçten kaynaklanmış olabilir. Numunede magnezyum (Mg) oranı % 1,92; alüminyum (Al) oranı 6,31; potasyum (K) oranı % 0,68 ve demir (Fe) oranı % 2,49 olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen elementler kerpiç yapısını oluşturan minerallerin bileşimindeki elementlerden ve organik katkı, atıkların kerpiç harcına karışmasından kaynaklı olabilmektedir.

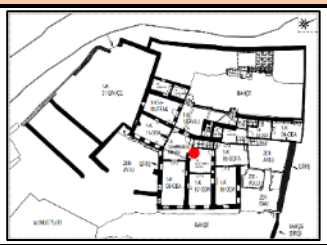
1656 1K-4 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-4 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit minerali ile silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte silisyum (Si), demir (Fe) ve alüminyum (Al) bileşiği olan sekaninait ile alüminyum (Al) bileşiği olan mullit mineralleriyle uyumlu piklerin varlığı gözlenmektedir.

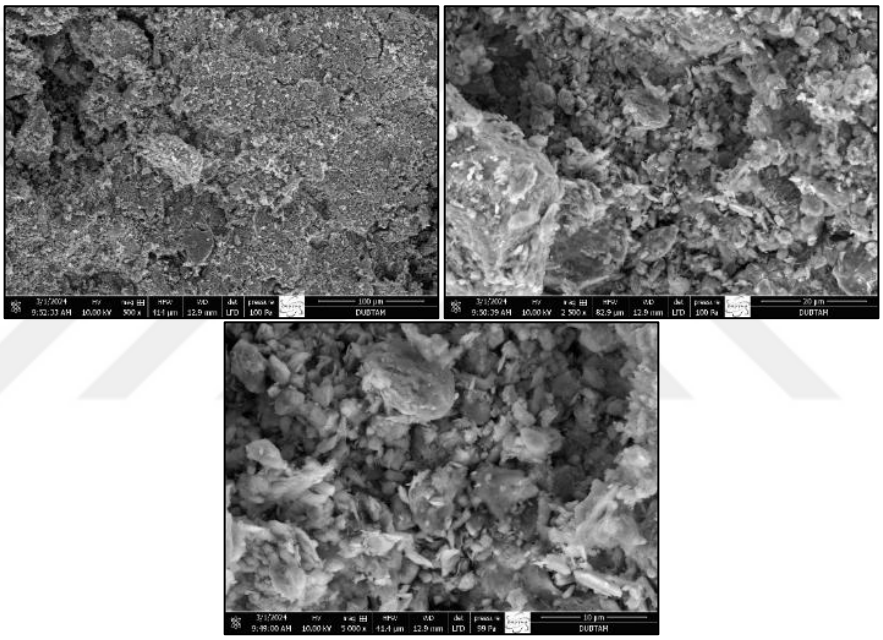


Şekil 4.127 Numuneye Ait XRD Grafiği

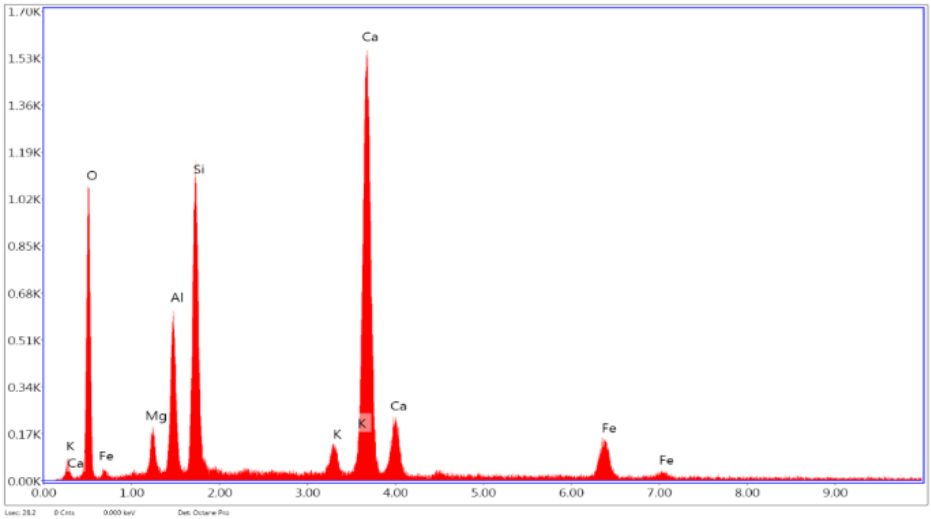
1656P 1K-5 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 5. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-5	1K-08 Selamlık Sofası	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.128 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.129 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.130 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.11 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

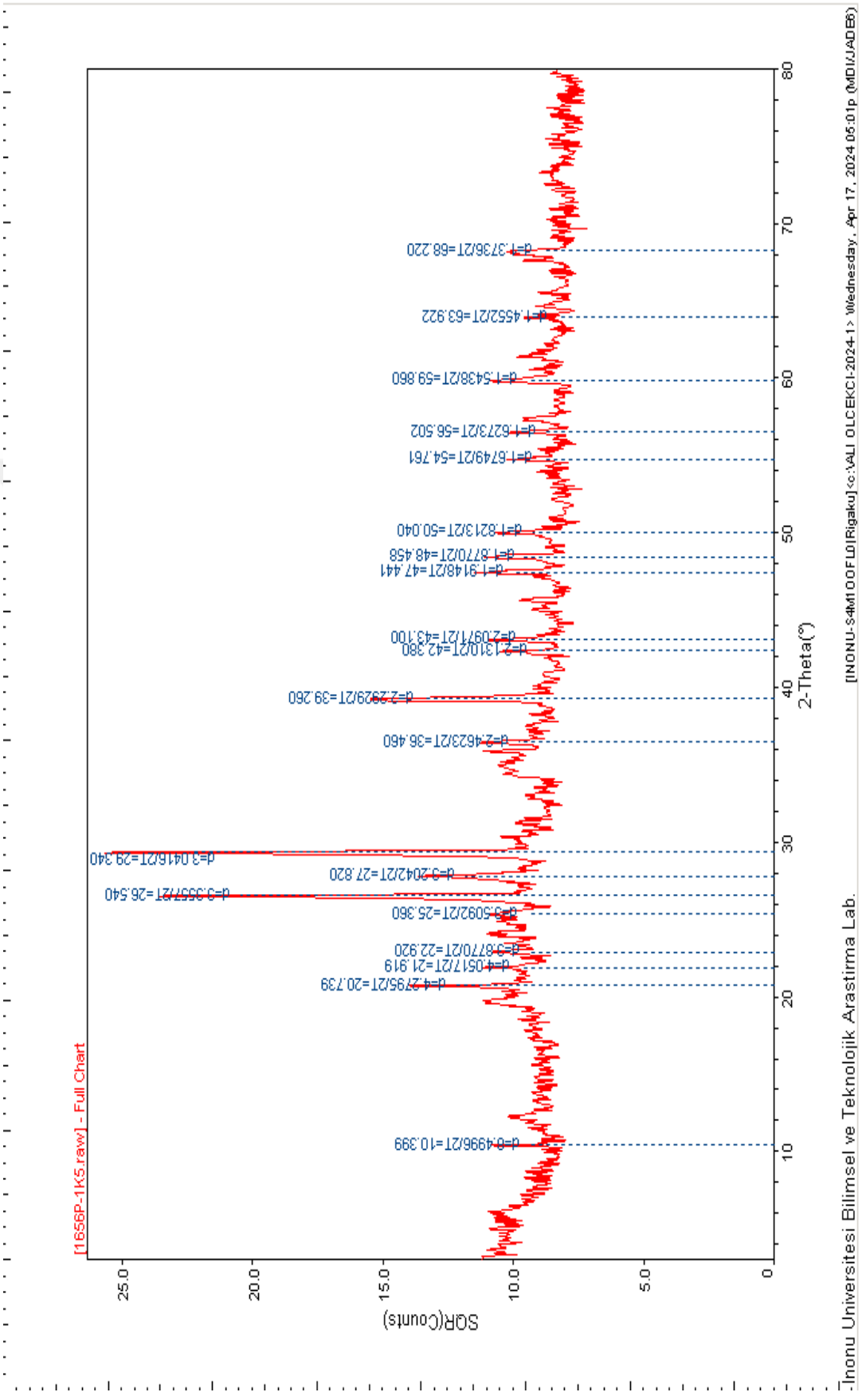
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	56,97	2,25	6,68	11,47	0,91	18,57	3,15

1656P 1K-5 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-5 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 56,97 oranında oksijen (O) varlığı, SEM analizleri numunenin yapısındaki boşluklardaki hava, yüzeydeki atmosferik oksijen (O) ve numune içeriğini oluşturan minerallerin yapısındaki oksijen (O)' den kaynaklanmaktadır. Numunede % 18,57 oranında kalsiyum (Ca) bulunduğu gözlemlenmektedir. Kalsiyum (Ca)'dan sonra % 11,47 oranında silisyum (Si) numunede en çok bulunan element olmuştur. Numunede tespit edilen kalsiyum (Ca) miktarının silisyum (Si) miktarından fazla olduğu görülmektedir. Bu durum topraktaki kireç varlığının bir göstergesidir. Numunenin alındığı oda duvarındaki sıva içeriğinde bulunan kireç bu tespitin ortaya çıkmasında etkili olabilmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,25; alüminyum (Al) oranı 6,68; potasyum (K) oranı % 0,91 ve demir (Fe) oranı % 3,15 olarak tespit edilmiştir. Düşük miktarlarda rastlanılan bu elementler kerpiç içeriğinde bulunan minerallerden, harç içeriğindeki organik katkı ve atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

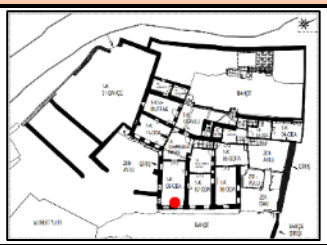
1656 1K-5 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-5 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında ile silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Karbon (C) bileşiği olan grafit ve kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit minerali numune içeriğinde yer almaktadır. Silisyum (Si), demir (Fe) ve alüminyum (Al) bileşiği olan sekaninait minerali ile pik uyumları tespit edilmiştir. Demir (Fe), bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kalkopirit ile bakır (Cu) ve kükürt bileşiği olan spionkopit mineraline ait uyumlu pikler bulunmaktadır.

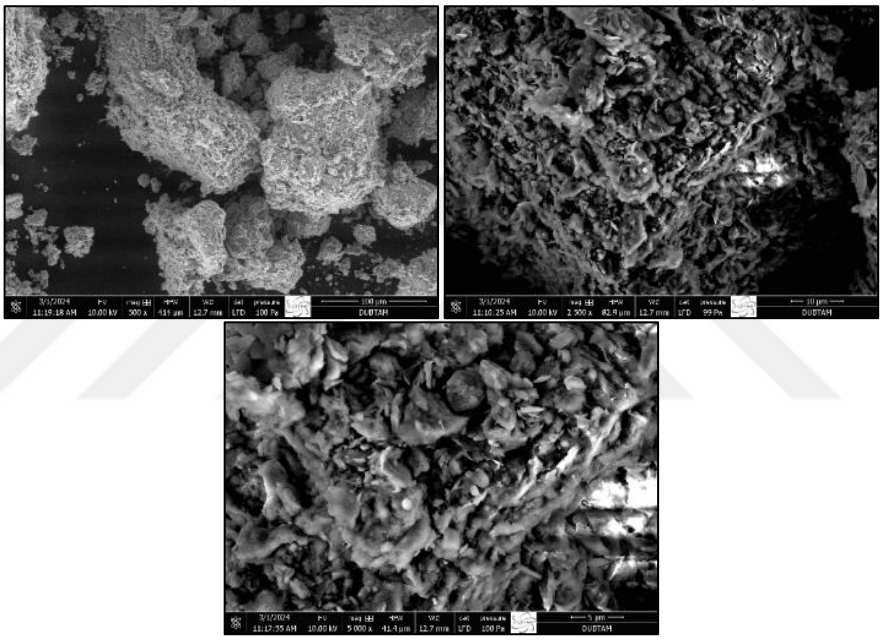


Şekil 4.131 Numuneye Ait XRD Grafiği

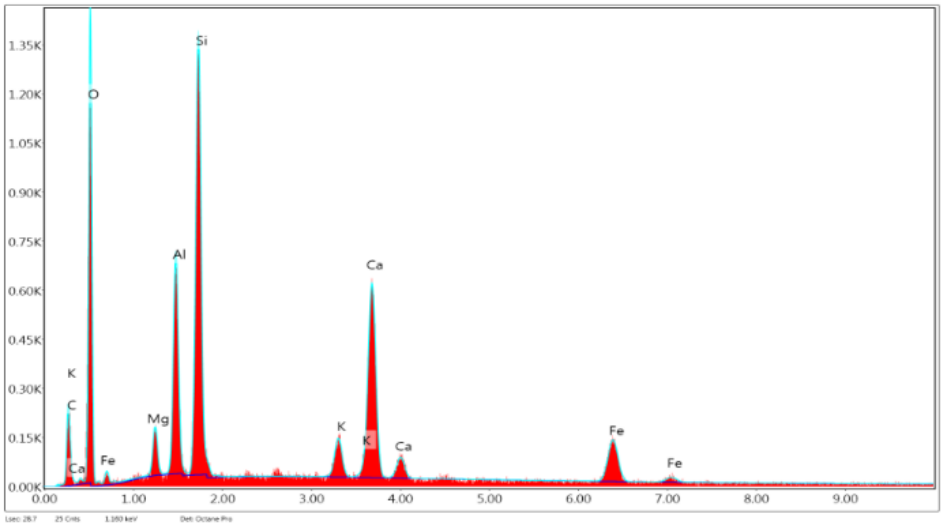
1656P 1K-6 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 6. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-6	1K-09 Oda	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.132 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.133 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.134 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.12 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

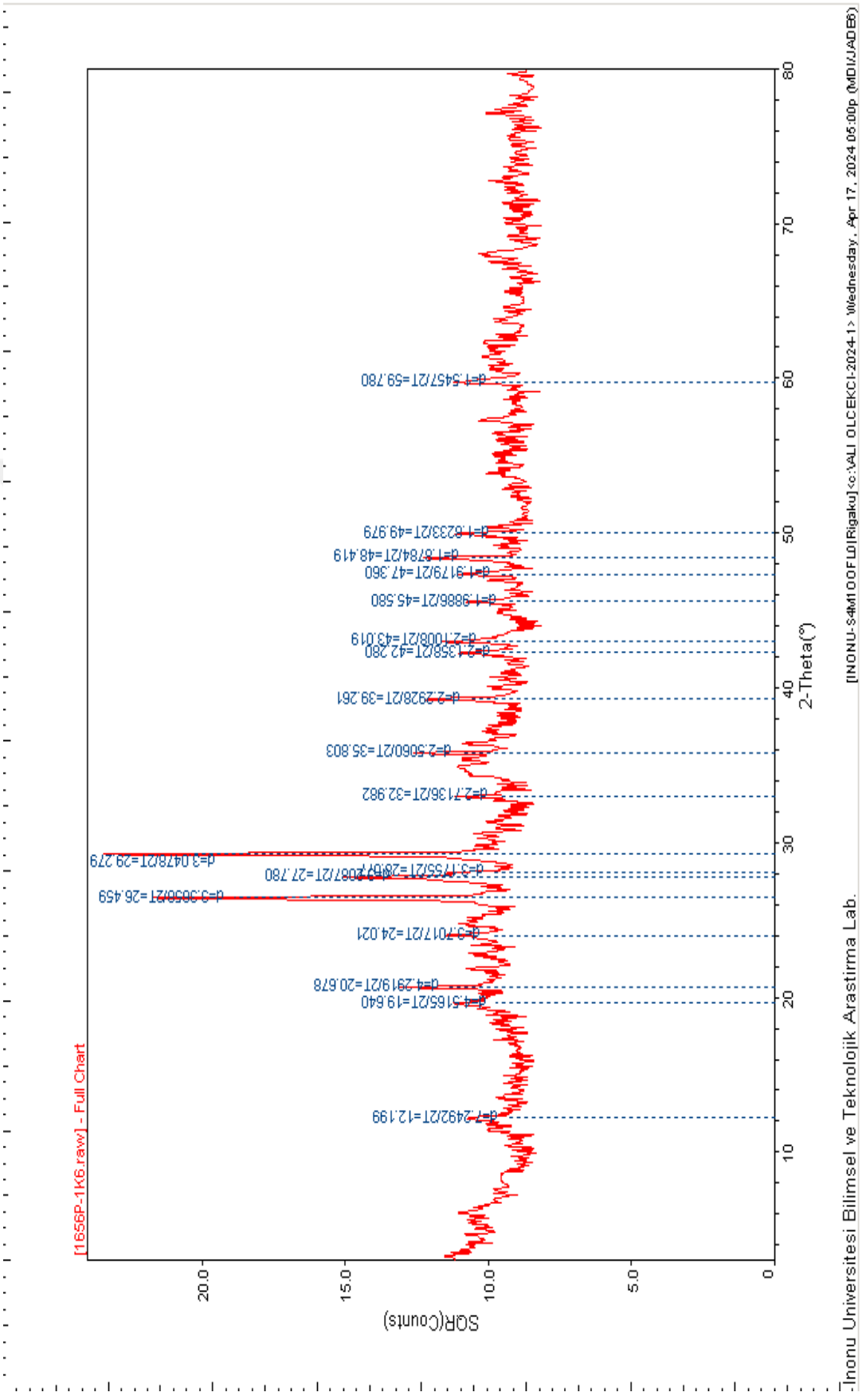
EDX	Element Türleri							
	C K	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	18,08	52,67	1,91	6,38	11,09	1,05	6,19	2,62

1656P 1K-6 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-6 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, karbon (C), oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunede % 18,08 oranında karbon (C) elementine rastlanmıştır. Karbon (C) elementi kerpiç içeriğinde bulunan bitkisel kalıntılardan meydana geldiği düşünülmektedir. Silisyum (Si) elementinin oranı % 11,09 olup, karbon (C) elementinden daha düşük oranda bulunmaktadır. Toprağın temel yapısını oluşturan silisyum (Si) miktarının karbon (C) miktarından daha az olması numunedeki organik kalıntıların fazla olduğunun göstergesidir. Numune içeriğinde tespit edilen %52,67 oranındaki oksijen (O), numunenin SEM analizinde gözlemlenen boşluklu yapısındaki hava, yüzeysel atmosferik oksijen (O) ve numune yapısındaki minerallerin bileşimindeki oksijen (O)' den ileri gelmektedir. Numunede kalsiyum (Ca) oranı % 6,19' dur. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 1,91; alüminyum (Al) oranı 6,38; potasyum (K) oranı % 1,05 ve demir (Fe) oranı % 2,62 olarak tespit edilmiştir. Bu elementlerin kerpiç içeriğindeki minerallerden ve organik katkılar ile atıkların kerpiç harcına girmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

1656 1K-6 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-6 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit minerali ile silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenleri olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve alüminyum (Al) bileşiği olan mullit minerali ile bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olan kovelit mineralleriyle uyumlu piklerin varlığı gözlenmektedir.

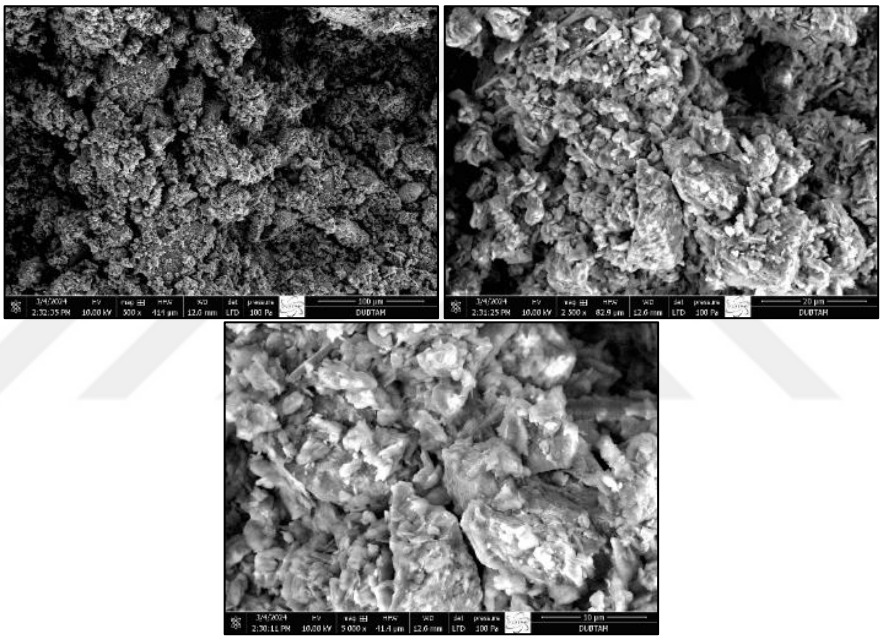


Şekil 4.135 Numuneye Ait XRD Grafiği

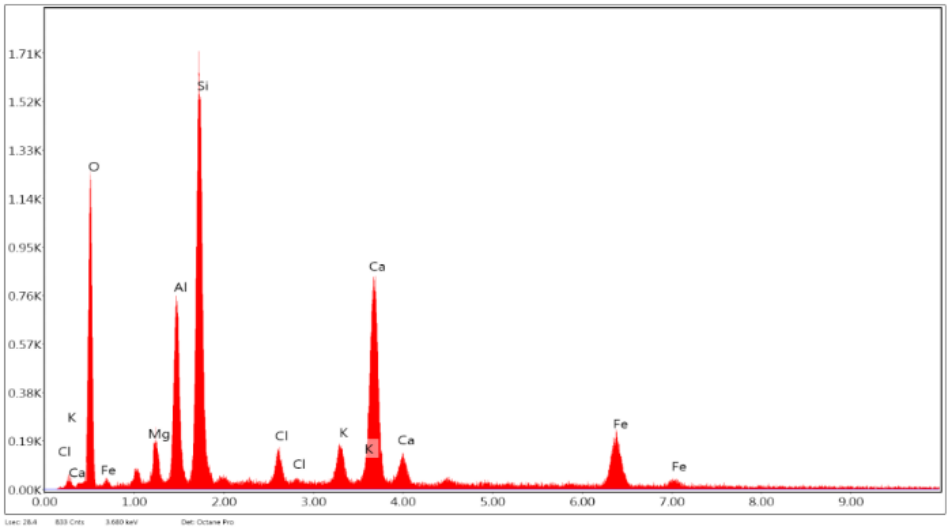
1656P 1K-7 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 7. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-7	1K-10 Haremlik Sofası	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.136 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.137 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.138 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.13 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

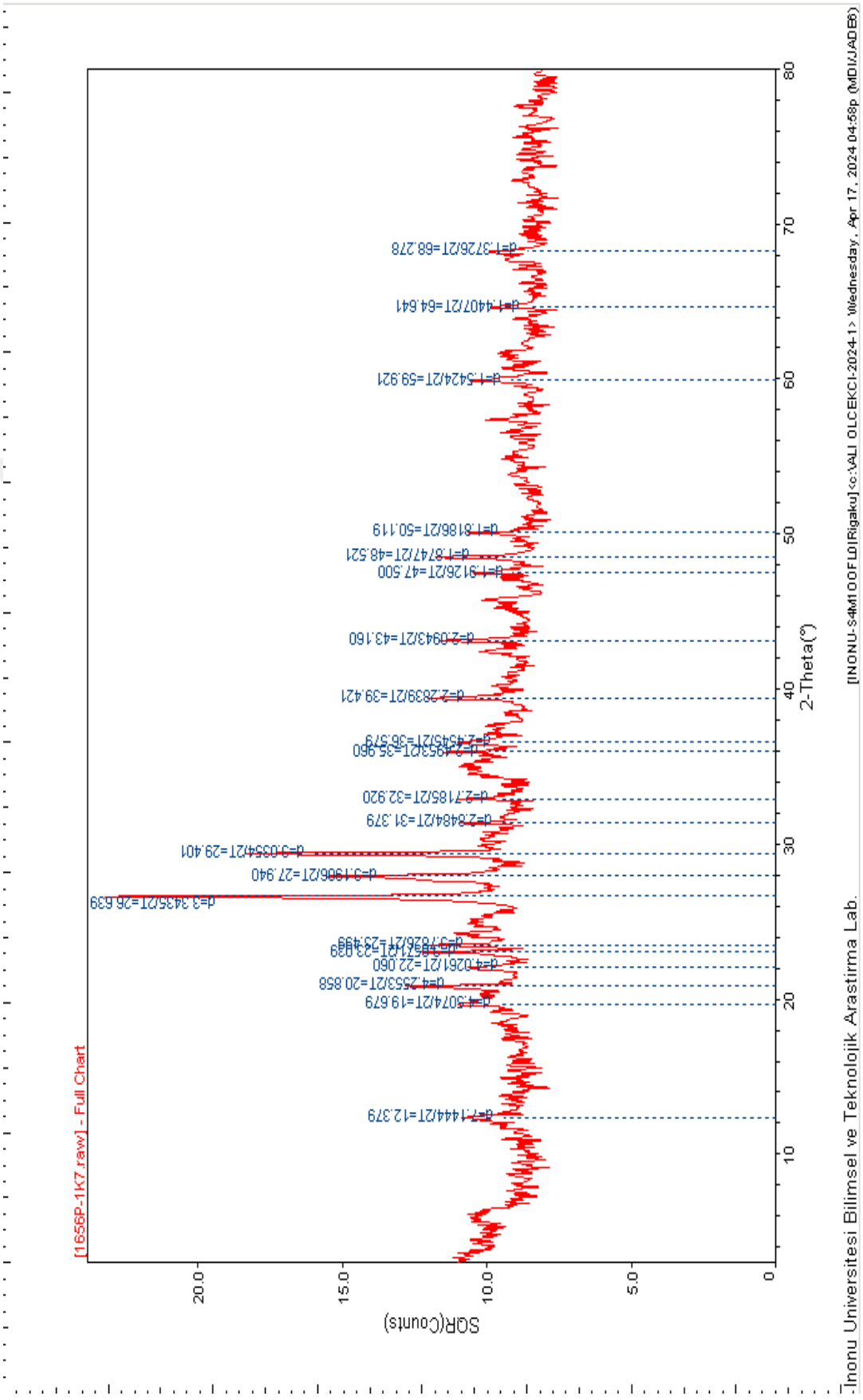
EDX	Element Türleri							
	O K	Mg K	Al K	Si K	Cl K	K K	Ca K	Fe K
%	53,79	2,62	8,54	17,32	1,27	1,61	10,27	4,58

1656P 1K-7 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-7 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), klor(Cl), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 53,79 oranında oksijen (O) bulunmaktadır. Numunenin gözenekli yapısı SEM görüntüleriyle ortaya konmuş ve boşluklarda hava tutulumu gözlemlenmiştir. Tespit edilen oksijen (O), boşluklu yapıdaki hava ve numune yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) ile tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O) varlığından kaynaklanmaktadır. Numunede % 17,32 oranında silisyum (Si) ve %10,27 oranında kalsiyum (Ca) yüksek oranda yer almaktadır. Bu numunede diğerlerinden farklı olarak % 1,27 gibi düşük oranda klor (Cl) elementine rastlanmıştır. Bu oran her ne kadar düşük olsa da numunedeki tuz varlığının bir göstergesidir. Haremlik sofasının dış duvarından alınan numunedeki tuz, deforme olmuş pencereden giren yağış ve dış etkilerden kaynaklı olabilmektedir. Bu numunede %8,54' lük oranı ile alüminyum (Al) miktarının da diğer numunelere göre yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,62; potasyum (K) oranı % 1,61 ve demir (Fe) oranı % 4,58 olarak tespit edilmiştir. Bu elementler kerpiç içeriğini oluşturan minerallerin bileşiminden kerpiç harca karıştırılan organik katkılar ile atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

1656 1K-7 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-7 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşiği olan kuvars ve düşük formu numunenin ana bileşeni olarak tespit edilmiştir. Kuvars gibi yine silisyum (Si) bileşiği olan sanidin minerali de numune içeriğinde bulunmaktadır. Benzer şekilde silisyum (Si) ve kalsiyum (Ca) bileşiği olan rankinit mineraliyle uyum gösteren pikler mevcuttur. Bununla birlikte kalsiyum (Ca) bileşiği olan kalsit varlığına rastlanmıştır. Numune içeriğinde ve karbon (C) bileşiği olan grafit ve kaoit mineralleri ile uyumlu piklerin varlığı gözlenmektedir.

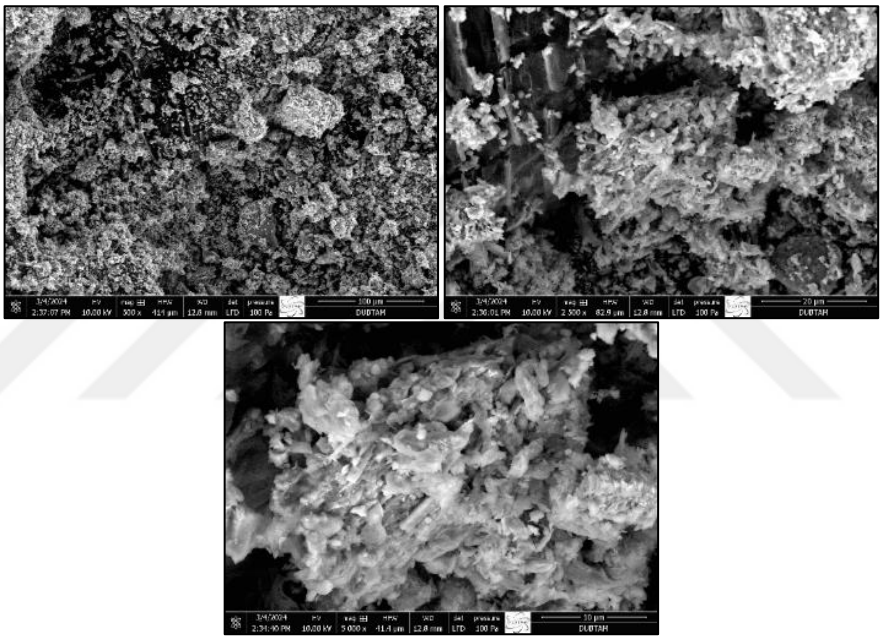


Şekil 4.139 Numuneye Ait XRD Grafiği

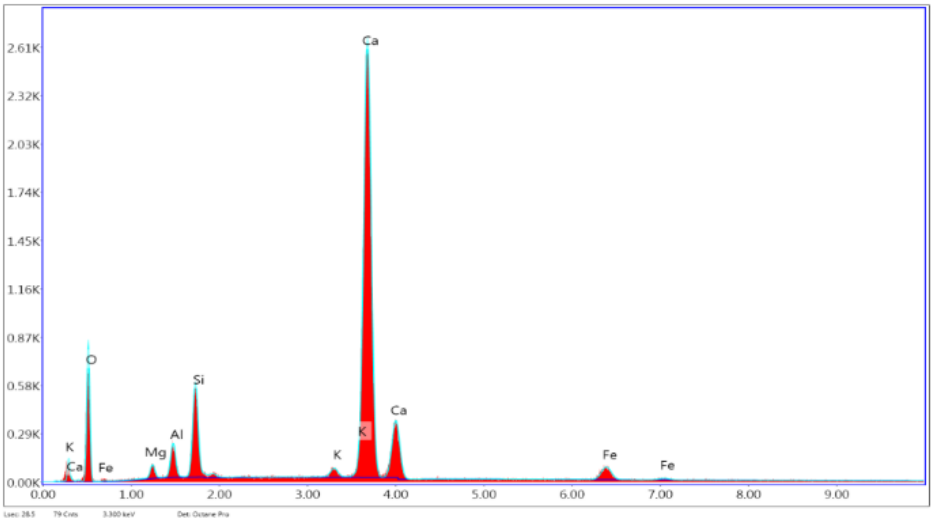
1656P 1K-8 numaralı numune (1656 parsel birinci kattan alınan 8. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1656P	1656 Parseldeki Yapı	
1K-8	1K-11 Oda	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.140 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.141 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.142 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.14 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

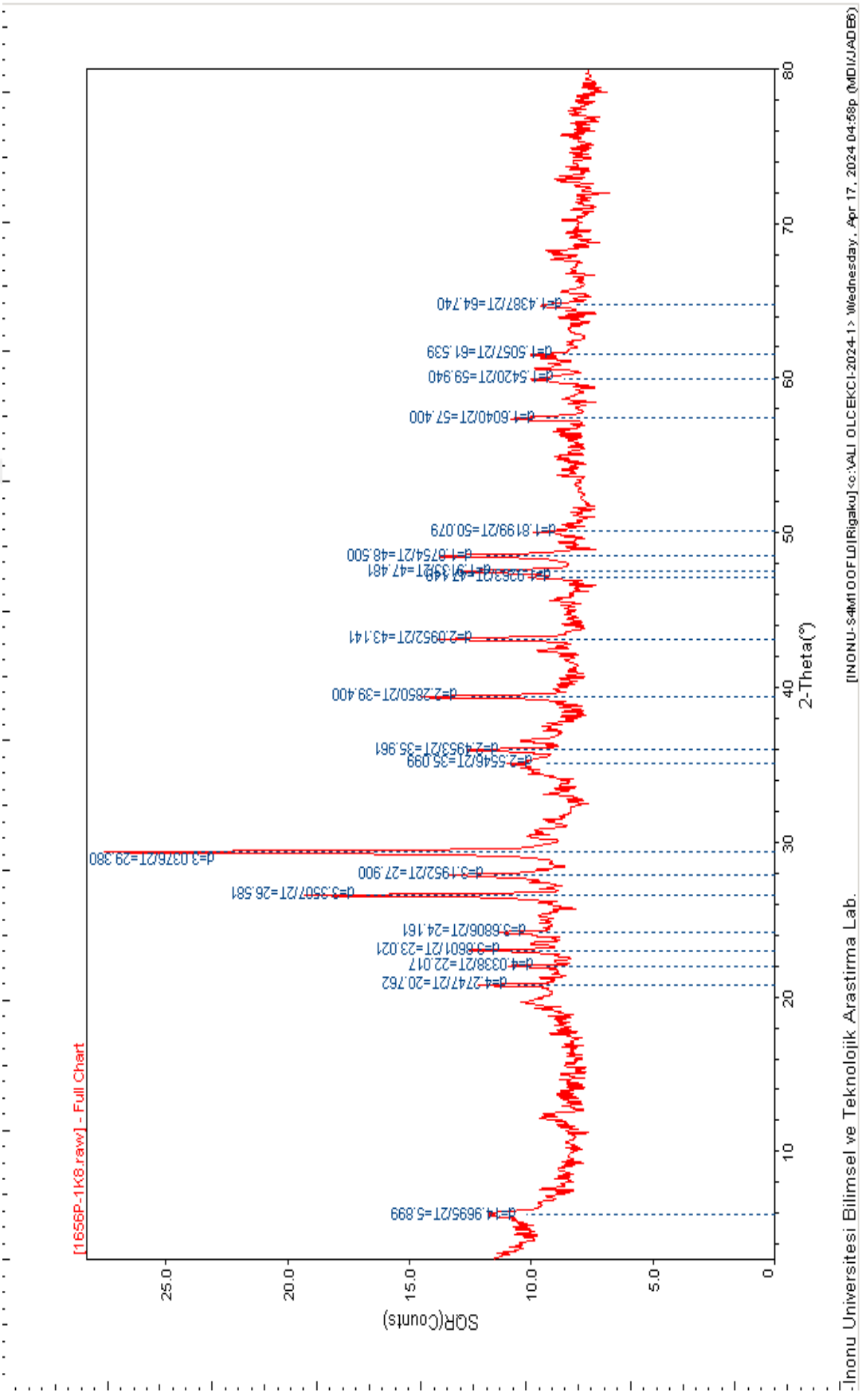
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	53,88	1,49	2,7	5,86	0,58	33,22	2,26

1656P 1K-8 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1656P 1K-8 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde bulunan % 53,88 oranında oksijen (O), SEM görüntüleriyle birlikte değerlendirildiğinde numunedeki boşluklu yapıda bulunan hava, yüzeysel atmosferik oksijen (O) ve numune içerisinde tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O) varlığını ortaya koymaktadır. Diğer numunelerden farklı olarak bu numunede % 33,22 oranında kalsiyum (Ca) tespit edilmiştir. Numunenin yaklaşık üçte birini oluşturan kalsiyum (Ca) en yüksek miktarda bulunan element olarak gözlemlenmektedir. Bu oran toprak yapısının kireç içerdiğini ortaya koymaktadır. Kalsiyum (Ca)'dan sonra % 5,86 oranında silisyum (Si) numunede en fazla bulunan element olmuştur. Bu numunede de kalsiyum (Ca) miktarının silisyum (Si) miktarından çok daha fazla olması numune alınan duvardaki kireçli sıvanın kerpice nüfuz etmesinden kaynaklı olabilmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 1,49; alüminyum (Al) oranı 2,7; potasyum (K) oranı % 0,58 ve demir (Fe) oranı % 2,26 olarak düşük miktarda bulundukları tespit edilmiştir. Bu elementler kerpiç içeriğindeki minerallerin bileşimlerinden ve organik katkılar ile atıkların kerpiç harcına katılmasından kaynaklanabilmektedir.

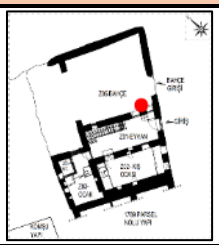
1656 1K-8 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1656P 1K-8 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsit minerali numunenin ana bileşeni olarak tespit edilmiştir. Numuneye ait EDX analizinde Numune içeriğinde silisyum (Si) bileşiği olan kuvars ve düşük formu tespit edilmiştir. Kuvars ile birlikte yine silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve silisyum (Si), karbon (C) bileşiği olan moissanit mineralleriyle uyum gösteren piklere rastlanmaktadır. Magnezyum (Mg) bileşiği olan piceonit ile bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olan kovelit ve bakır (Cu), demir (Fe) bileşiği olan putoranit; alüminyum (Al) bileşiği olan korundum mineralleri ile uyumlu pikler bulunmaktadır.

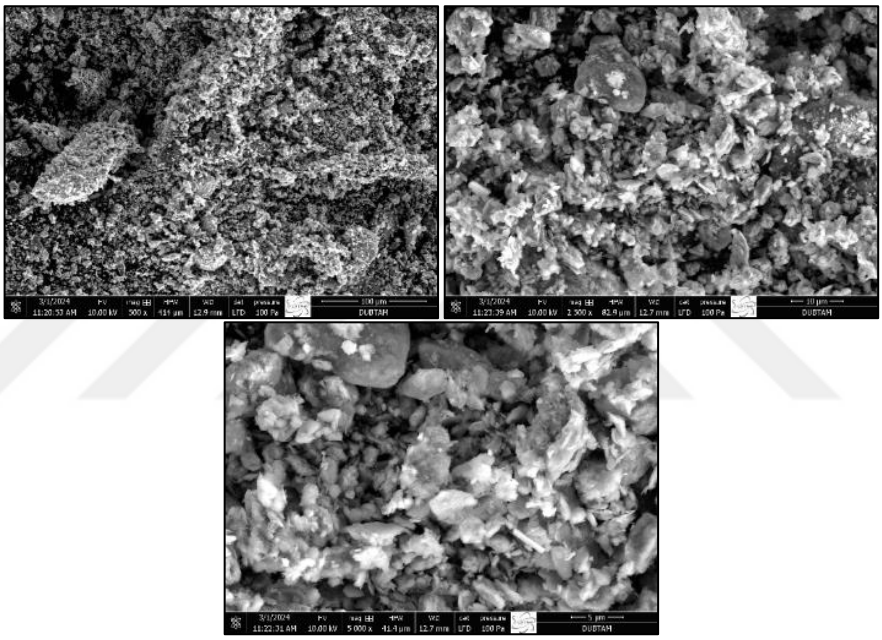


Şekil 4.143 Numuneye Ait XRD Grafiği

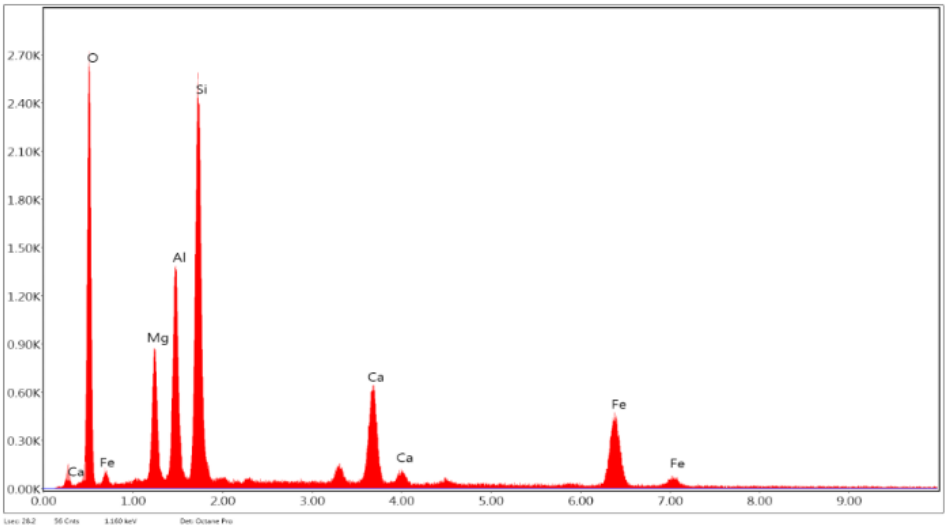
1788P Z-1 numaralı numune (1788 parsel zemin kattan alınan 1. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1788P	1788 Parseldeki Yapı	
Z-1	Z-01 Eyvan	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.144 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.145 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.146 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.15 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

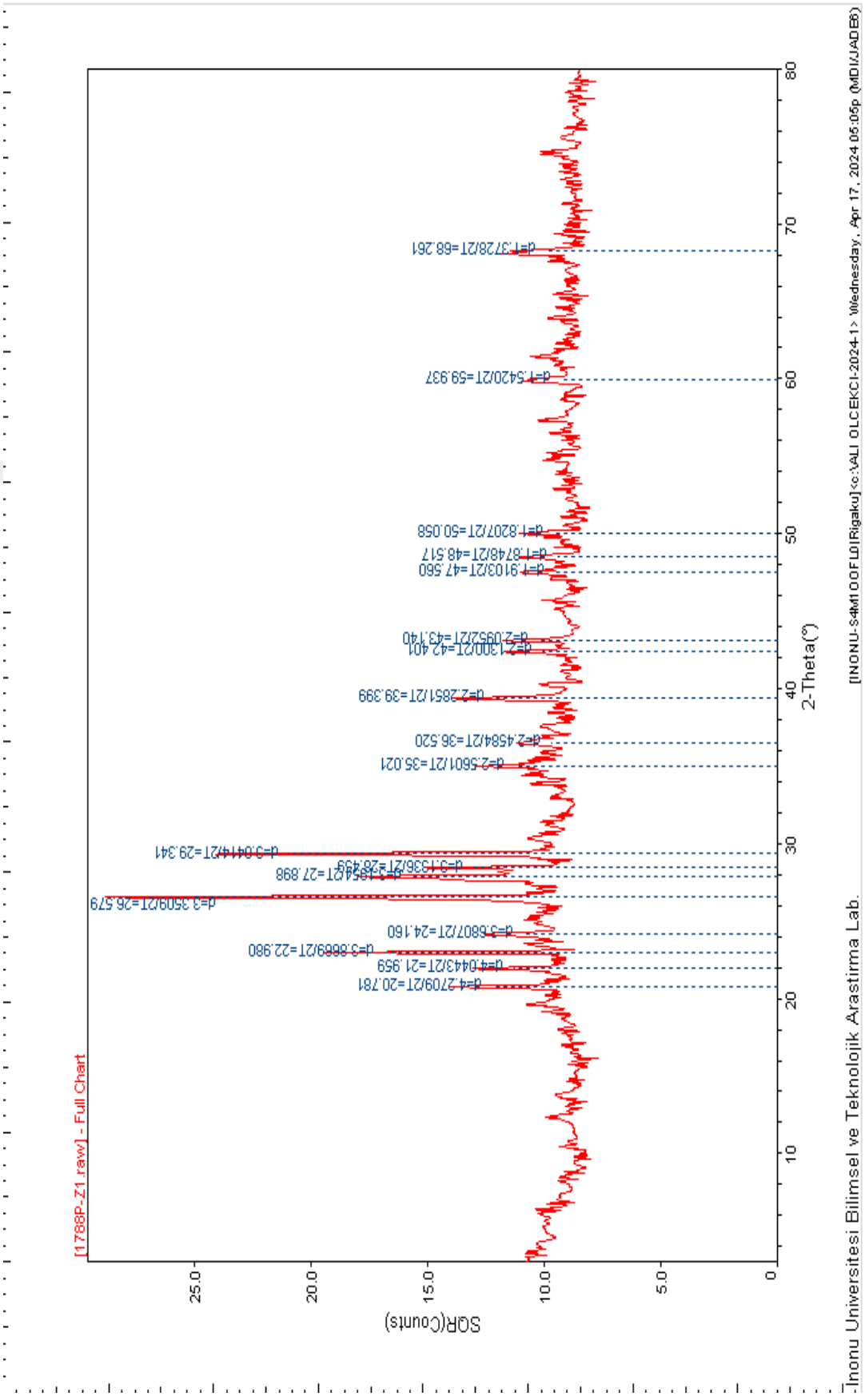
EDX	Element Türleri					
	O K	**Mg K**	**Al K**	**Si K**	**Ca K**	**Fe K**
%	**53,22**	**7,61**	**10,53**	**17,81**	**4,74**	**6,09**

1788P Z-1 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1788P Z-1 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunede % 53,22 oranında oksijen (O) elementi varlığı gözlemlenmektedir. SEM görüntüleri ile gözlemlenen numunedeki boşluklu yapılardaki hava ve numune yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) ile numune içerisinde tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O) bu oranın yüksekliğindeki temel nedendir. Numunedeki silisyum (Si) oranı % 17,81 olarak tespit edilmiştir. Silisyum (Si) miktarı diğer elementlere göre daha yüksektir. Silisyum (Si)'dan sonra % 10,53 oranıyla alüminyum (Al) ve % 7,61 oranıyla magnezyum (Mg) yüksek miktarda bulunmaktadır. Diğer numuneler kıyasla alüminyum (Al) ve magnezyum (Mg) oranları iki kata yakın bir yükselme göstermiştir. Numunedeki kalsiyum (Ca) oranı % 4,74 ve demir (Fe) oranı % 5,56 olarak tespit edilmiştir. Bu numunede diğerlerinden farklı potasyum (K) varlığına rastlanılmamıştır.

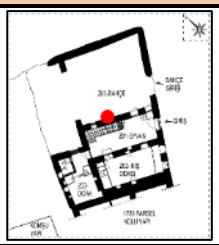
1788P Z-1 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1788P Z-1 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşiği olan kalsit ve silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenini oluşturmaktadır. Benzer şekilde silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit mineralleriyle uyumlu pikler gözlenmektedir. Karbon (C) bileşiği grafit mineralleri de numune yapısında yer almaktadır. Kalsiyum (Ca), silisyum (Si), demir (Fe), alüminyum (Al) ve kükürt (S) bileşiği olan buryatit minerali; silisyum (Si) ve demir (Fe) bileşiği olan klinoferrosilit minerali ve alüminyum (Al) bileşiği olan korundum mineralleri ile pik uyumları tespit edilmiştir.

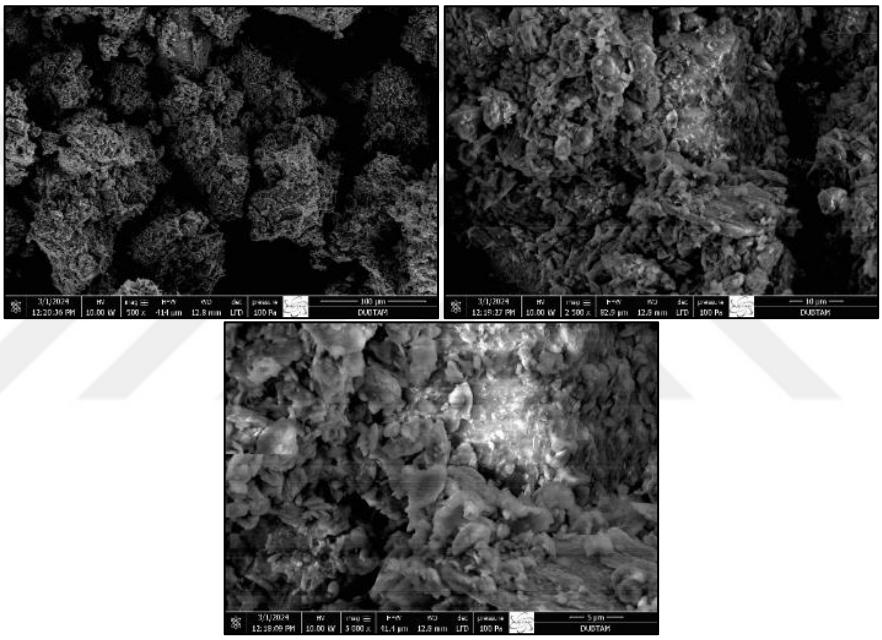


Şekil 4.147 Numuneye Ait XRD Grafiği

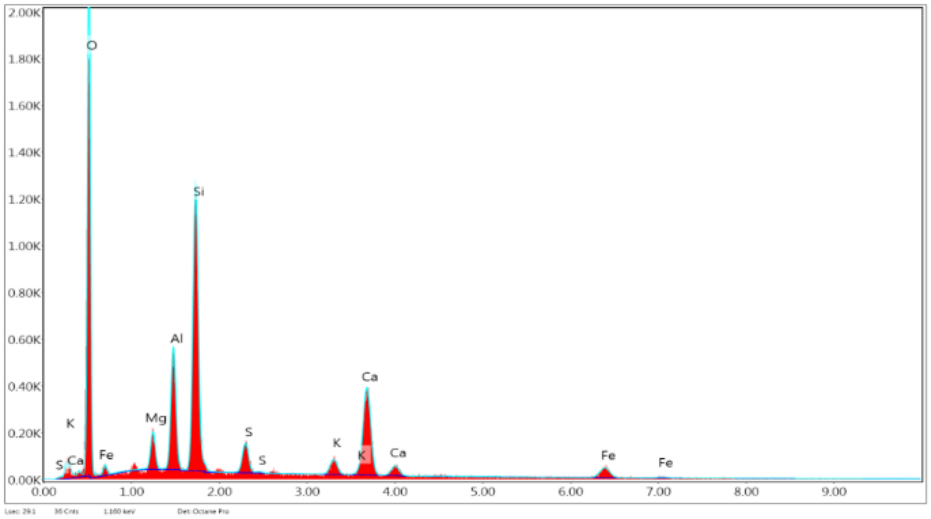
1788P Z-2 numaralı numune (1788 parsel zemin kattan alınan 2. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1788P	1788 Parseldeki Yapı	
Z-2	Z-05 Bahçe	
Plandaki Konumu	**Numune Fotoğrafı**	
		

Şekil 4.148 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.149 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.150 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.16 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

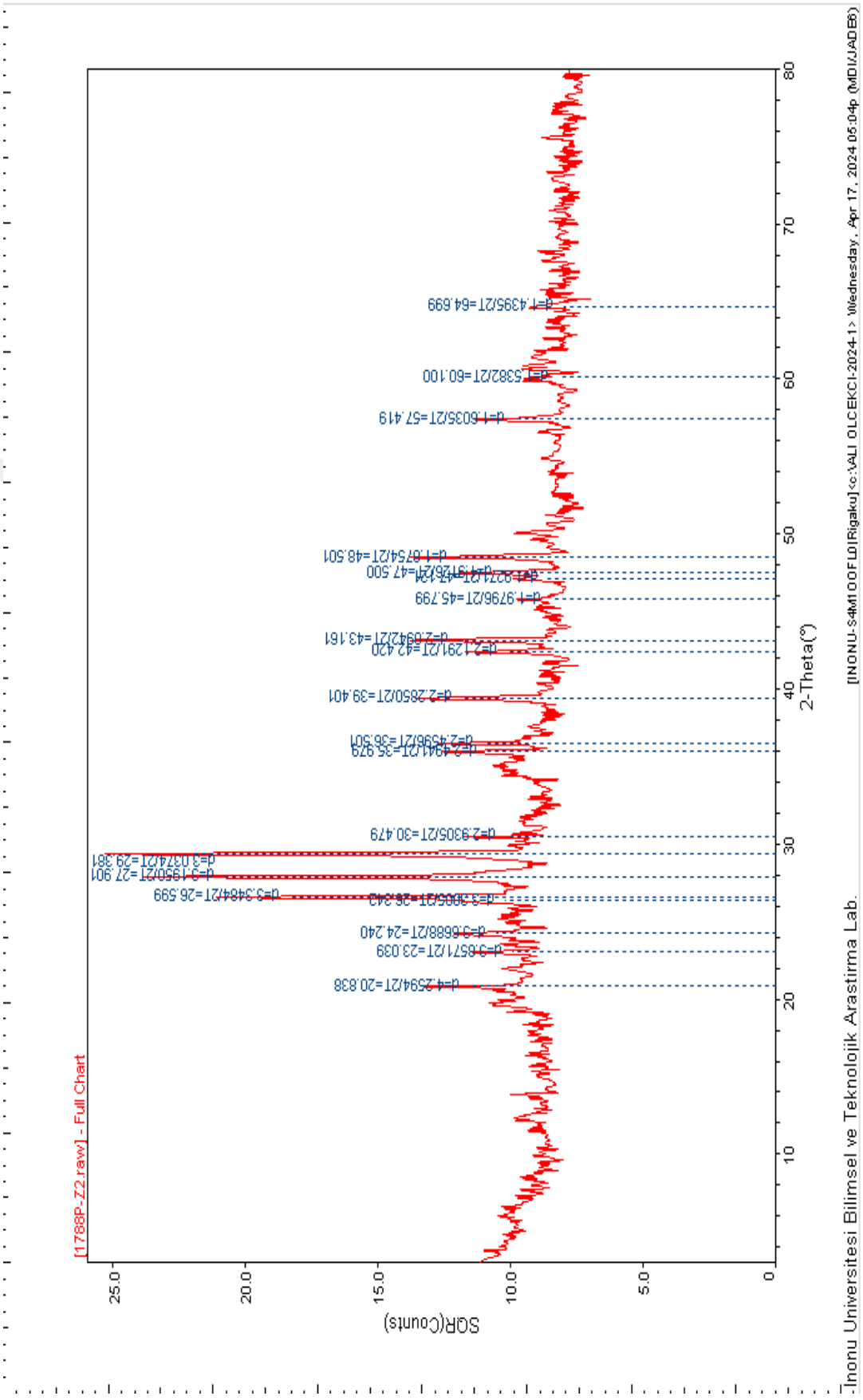
EDX	Element Türleri							
	O K	Mg K	Al K	Si K	S K	K K	Ca K	Fe K
%	50,7	2,16	6,81	16,32	2,43	1,9	14,12	5,56

1788P Z-2 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1788P Z-2 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), kükürt (S), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numunenin % 50,7'ni oksijen (O) elementi oluşturmaktadır. Diğer numuneler ile benzer şekilde, SEM analizleri sonucu gözlemlenen boşluklarda hapsolmuş hava, yüzeysel atmosferik oksijen (O) ve numune yapısını oluşturan minerallerin bileşimindeki oksijen (O) bu elementin varlığının temel sebebidir. % 16,32'lik oranı ile silisyum (Si) en yüksek oranda bulunmaktadır. Silisyum (Si)'dan sonra en yüksek oranda kalsiyum (Ca) yer almakta ve numunenin % 14,12'lik kısmını oluşturmaktadır. Diğer numunelerin genelinden farklı olarak bu numunede kükürt(S) varlığı tespit edilmiştir. Kükürt(S) ve kalsiyum (Ca) elementi numune alınan duvarın dış etkilere maruz kalmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,16; alüminyum (Al) oranı % 6,81; potasyum (K) oranı % 1,9 ve demir (Fe) oranı % 5,56 olarak tespit edilmiştir. Bu numunede diğerlerine kıyasla demir oranının yüksekliği dikkat çekmektedir. Numune içeriğindeki minerallerin bileşenleri ve harç yapımında kullanılan organik katkı malzemeleri ile atıklar bu elementlerin ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

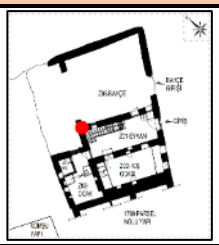
1788P Z-2 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1788P Z-2 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit ve silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenini oluşturmaktadır. Benzer şekilde kalsiyum (Ca), alüminyum (Al) silisyum (Si) bileşiği olan anortit ile alüminyum (Al) ve silisyum (Si) bileşiği olan kiyanit mineralleri ile bazı piklerin uyumları gözlenmiştir. Analiz sonuçlarında bakır (Cu) bileşiği olan kuprit ile bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kovelit mineralleri ile uyumlu piklerin varlığı gözlenmektedir.

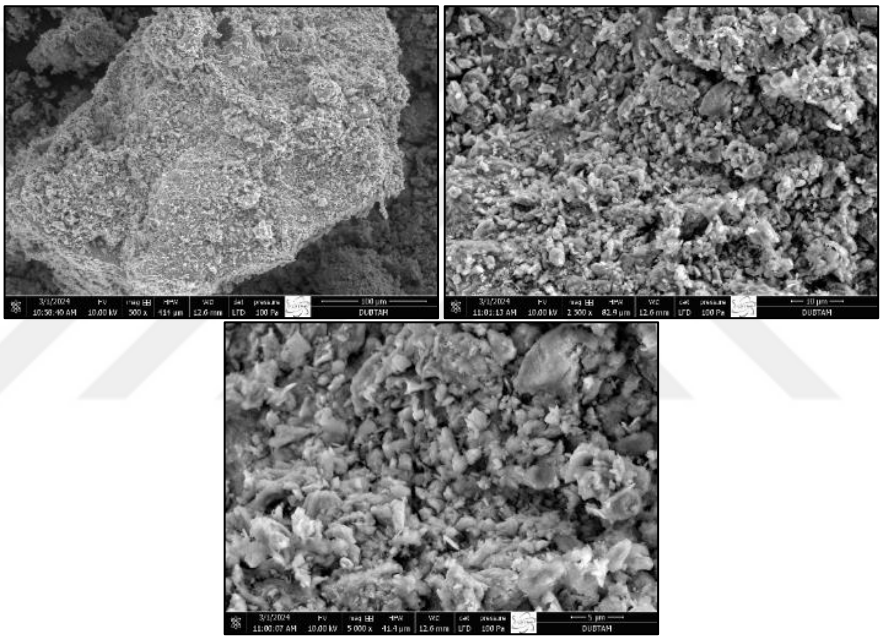


Şekil 4.151 Numuneye Ait XRD Grafiği

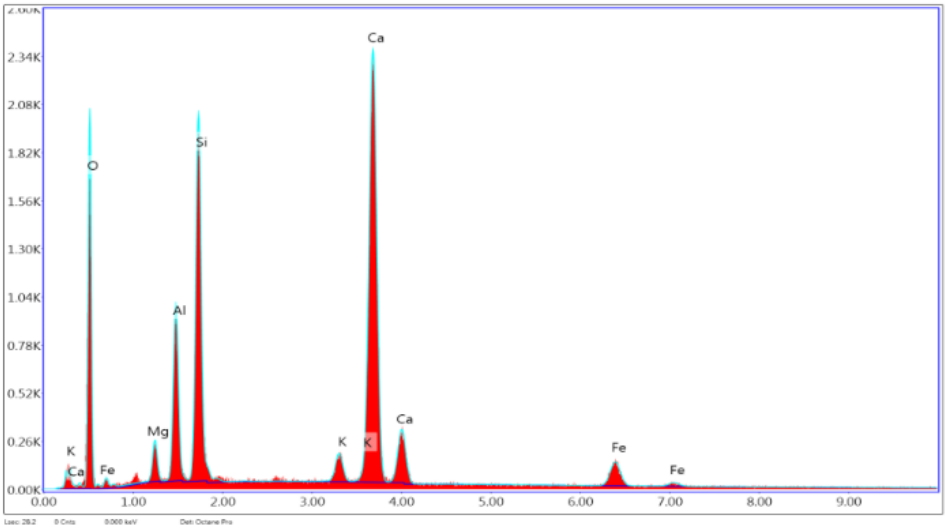
1788P Z-3 numaralı numune (1788 parsel zemin kattan alınan 3. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1788P	1788 Parseldeki Yapı	
Z-3	Z-05 Bahçe	
Plandaki Konumu	**Numune Fotoğrafı**	
		

Şekil 4.152 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.153 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.154 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.17 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

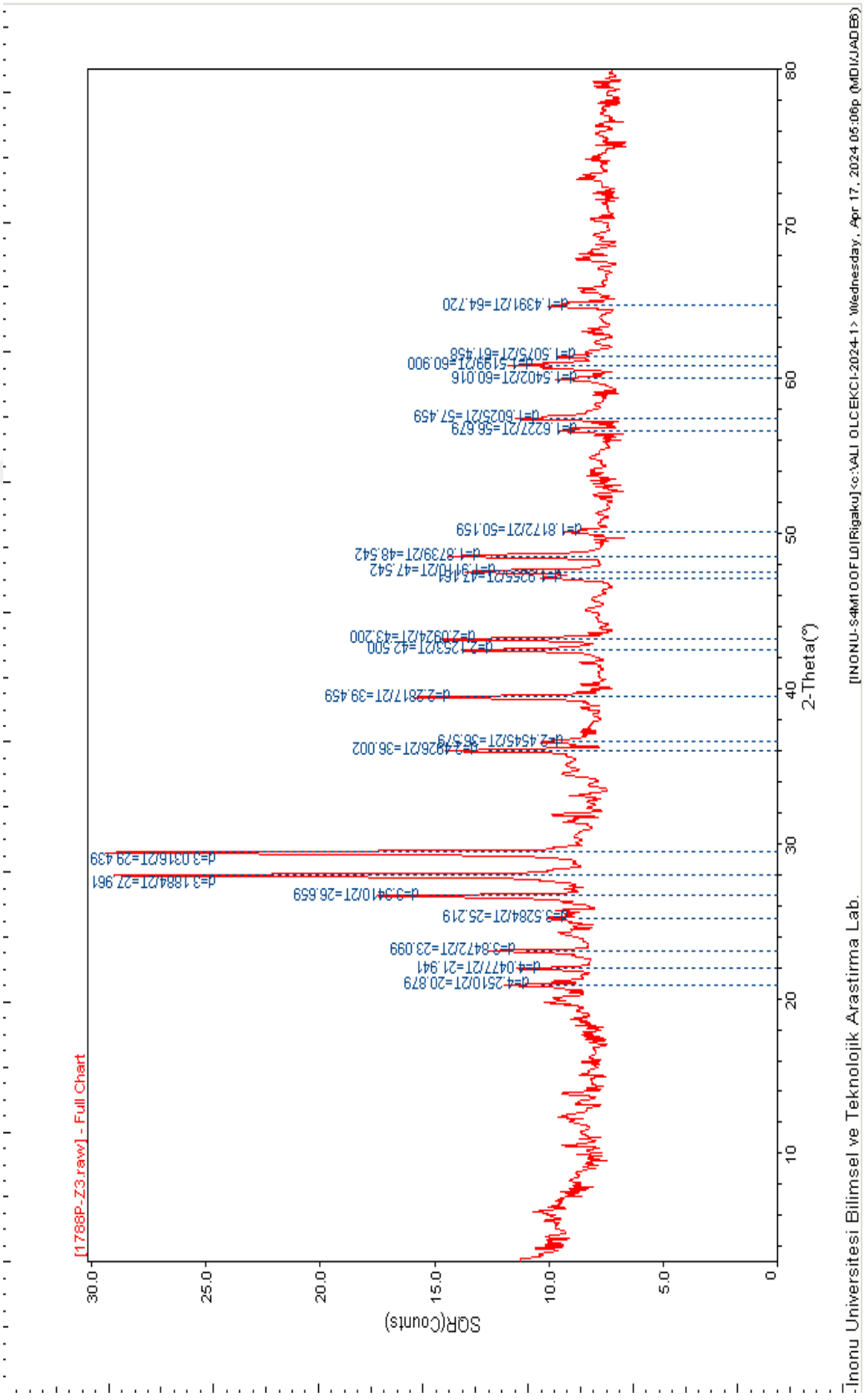
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	56,82	2,18	7,01	12,65	1,01	18,26	2,08

1788P Z-3 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1788P Z-3 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 56,82 oranında oksijen (O) bulunmaktadır. SEM görüntülerindeki boşluklu yapının bünyesinde barındırdığı hava, numune yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) ve tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O) bu oranın ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Numune % 12,65 oranında silisyum (Si) içerirken, % 18,26 oranında kalsiyum (Ca) içermektedir. Kalsiyum (Ca) miktarının silisyum (Si) miktarından fazla olduğu gözlemlenmektedir. Bu numunede yüksek miktarda kalsiyum (Ca) bulunması toprak yapısının kireç içermesinden ve numune alınan duvarın dış etkilere açık olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 2,18; alüminyum (Al) oranı 7,01; potasyum (K) oranı % 1,01 ve demir (Fe) oranı % 2,08 olarak tespit edilmiştir. Kerpiç harcında kullanılan toprak yapısında bulunan bu elementler, kerpiç içeriğinde bulunan minerallerin bileşimleri ve organik katkılar ile atık kaynaklı bileşenlerden kaynaklanabilmektedir.

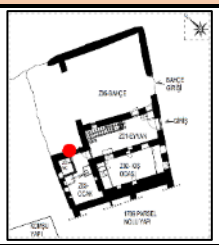
1788P Z-3 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1788P Z-3 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit ile silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenlerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte numune yapısında potasyum (K), titanyum (Ti) ve silisyum (Si) bileşiği olan davanit; potasyum (K), bakır (Cu), kükürt (S) ve klor (Cl) bileşiği olan klorotiyonit mineralleriyle bazı piklerin uyum sağladığı gözlemlenmiştir. Numune içeriğinde alüminyum (Al) ve silisyum (Si) bileşiği olan kiyanit; potasyum (K), magnezyum (Mg), alüminyum (Al) ve silisyum bileşiği olan osumilit; demir (Fe), bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kalkopirit mineralleri ile pik uyumları mevcuttur. Karbon (C) bileşiği olan grafit; silisyum (Si) ve demir (Fe) bileşiği olan klinoferrosilit mineralleri ile uyum gösteren pikler mevcuttur.

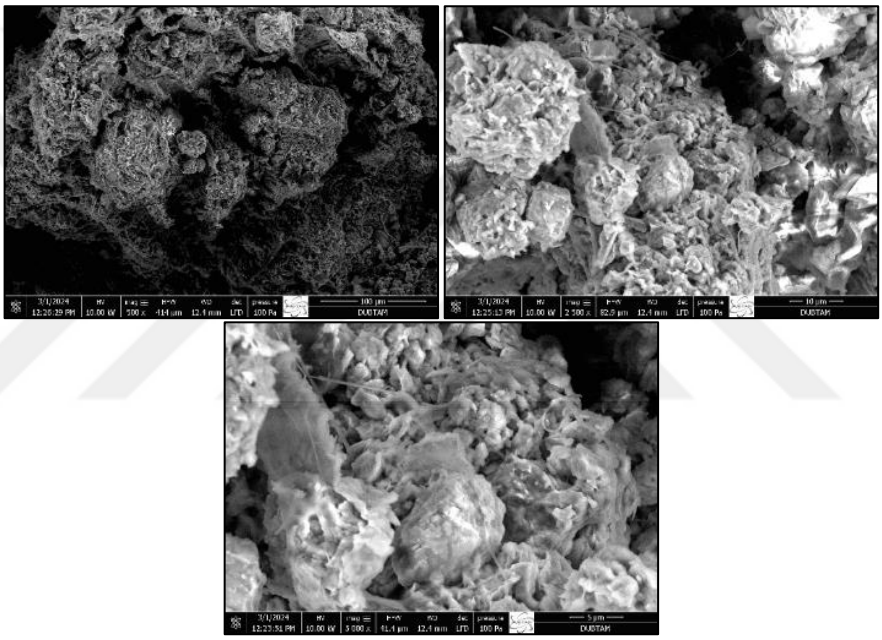


Şekil 4.155 Numuneye Ait XRD Grafiği

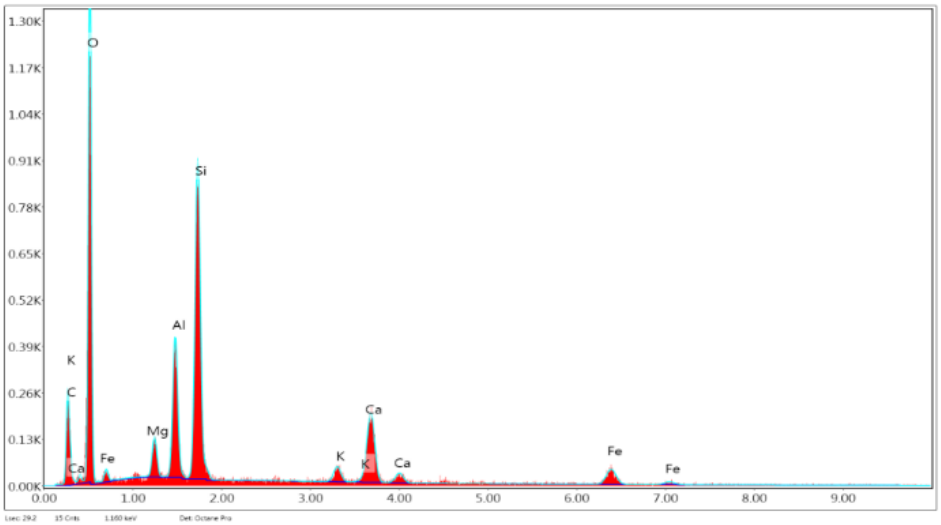
1788P Z-4 numaralı numune (1788 parsel zemin kattan alınan 4. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1788P	1788 Parseldeki Yapı	
Z-4	Z-03 Ocak	
Plandaki Konumu	**Numune Fotoğrafı**	
		

Şekil 4.156 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.157 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.158 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.18 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

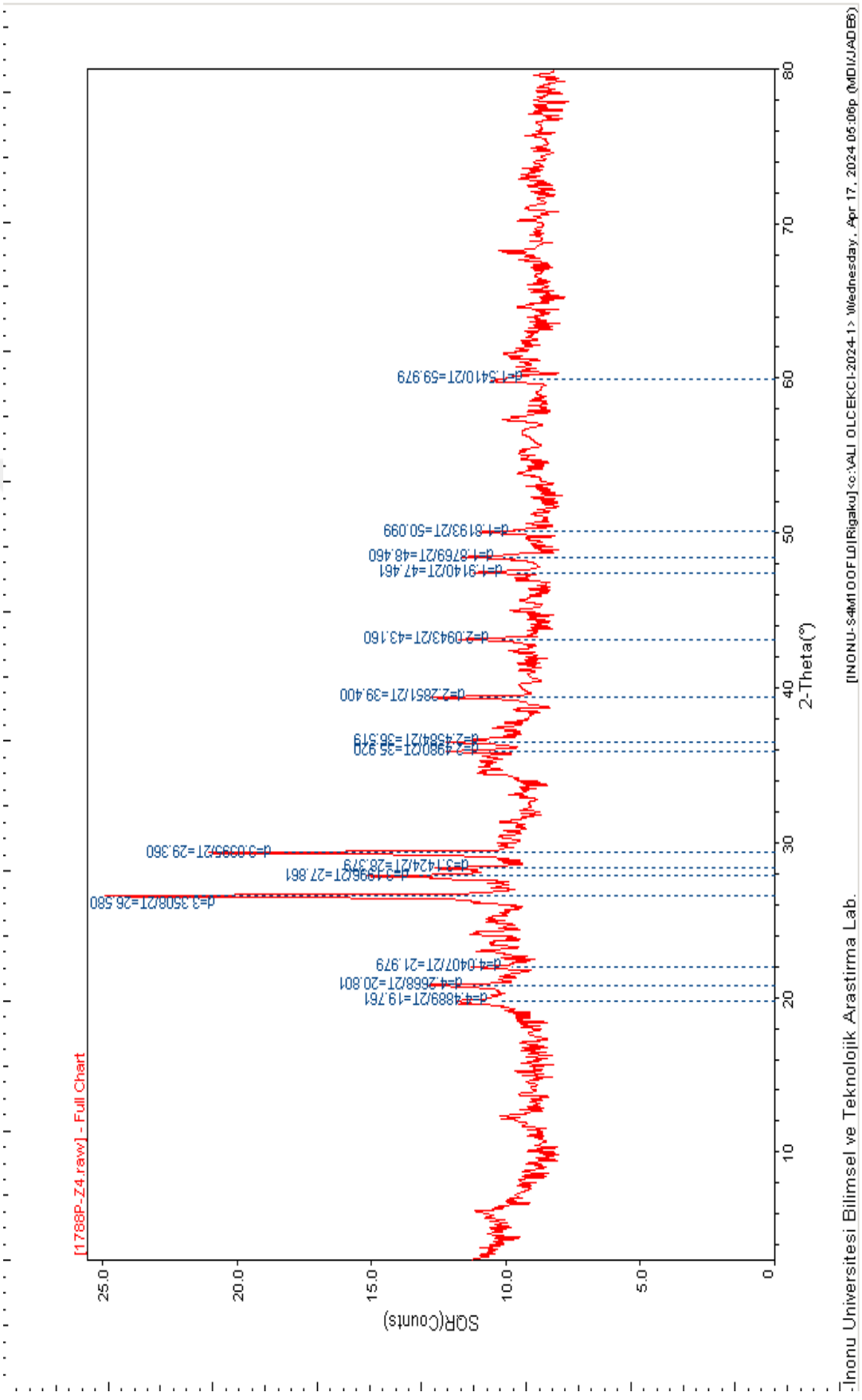
EDX	Element Türleri							
	C K	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	16,69	44,03	1,86	6,08	14,13	1,51	8,83	6,86

1788P Z-4 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1788P Z-4 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, karbon (C), oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Numune içeriğinde % 16,69 oranında karbon (C) elementi bulunmaktadır. Karbon (C) varlığı, kerpiç harcına karıştırılan bitkilere ait kalıntılardan kaynaklanabilmektedir. Tespit edilen %44,03 oranındaki oksijen (O), numunenin SEM analizinde gözlemlenen boşluklu yapısındaki hava ve yüzeysel atmosferik oksijen (O) ile numune içeriğinde tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O)' den ileri gelmektedir. Silisyum (Si) elementi numunenin % 14,13'lük kısmını oluşturmakta ve karbon (C)' dan sonra en yüksek oranda bulunan elementtir. Silisyum (Si)'un toprak malzemenin temel bileşeni olması diğer elementlere göre yüksek oranda bulunmasının esas nedenidir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 1,86; alüminyum (Al) oranı 6,08; potasyum (K) oranı % 1,51; kalsiyum (Ca) oranı % 8,83 ve demir (Fe) oranı % 6,86 olarak tespit edilmiştir. Bu elementler kerpiç yapısını oluşturan minerallerin bileşiminden ve kerpiç harcına karıştırılan çeşitli organik katkılar ve atık türevlerinden kaynaklanabilmektedir.

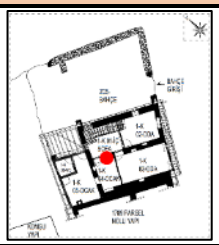
1788P Z-4 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1788P Z-4 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşiği olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenini oluşturmaktadır. Benzer şekilde silisyum (Si) bileşiği olan moganit; potasyum (K), bakır (Cu), kükürt (S) ve klor (Cl) bileşiği olan klorotiyonit; kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit minerallerine ait pik uyumları tespit edilmiştir. Karbon (C) bileşiği olan kaoit ve grafit mineralleri de numune yapısında yer almaktadır. Analiz sonuçlarında potasyum (K), magnezyum (Mg), alüminyum (Al) ve silisyum bileşiği olan osumilit; silisyum (Si) ve demir (Fe) bileşiği olan klinoferrosilit mineralleri ile uyum gösteren pikler mevcuttur.

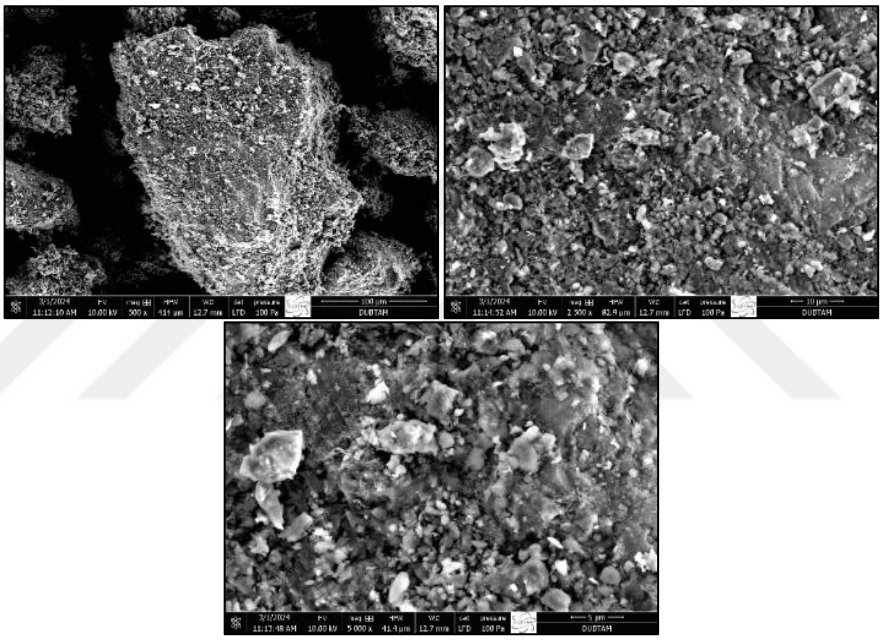


Şekil 4.159 Numuneye Ait XRD Grafiği

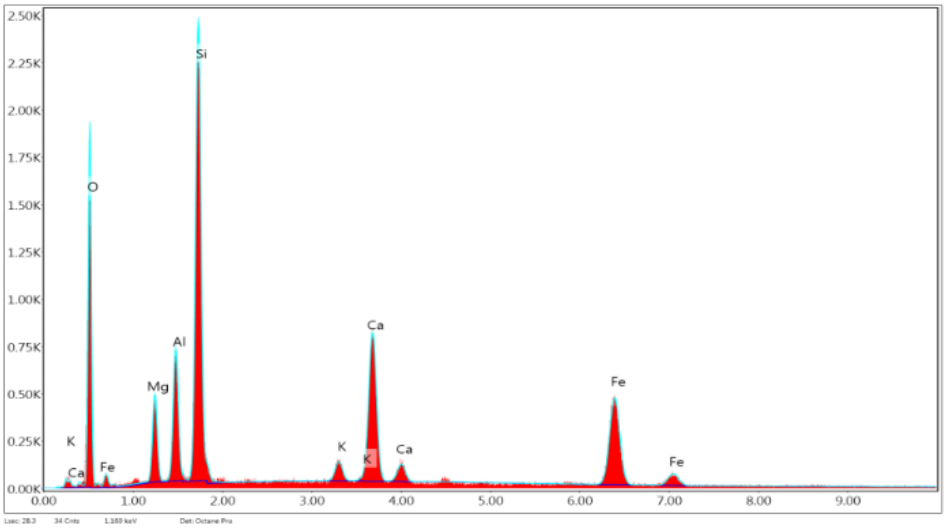
1788P 1K-1 numaralı numune (1788 parsel birinci kattan alınan 1. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1788P	1788 Parseldeki Yapı	
1K-1	1K-01 İç Sofa	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.160 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.161 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.162 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.19 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

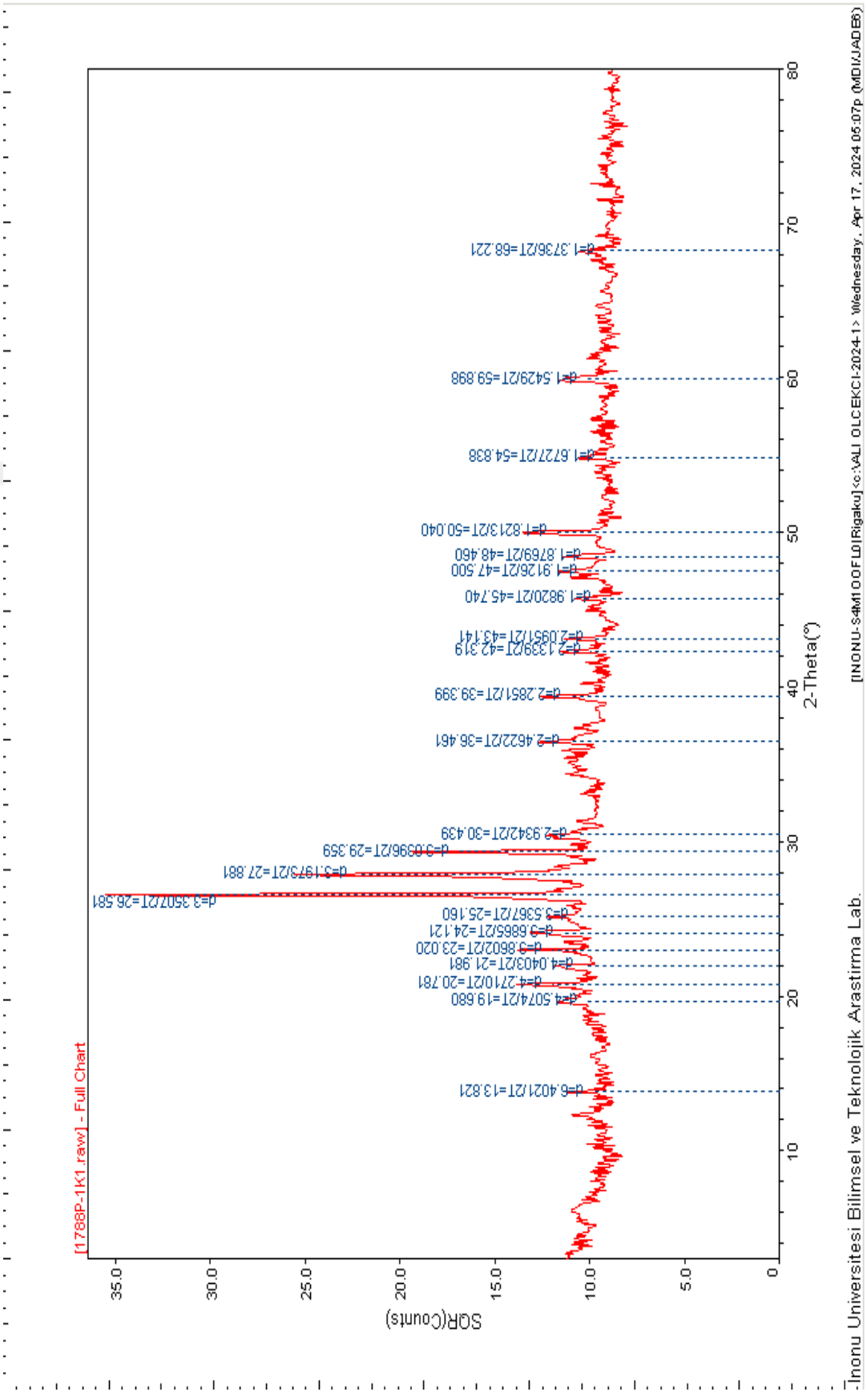
EDX	Element Türleri						
	O K	Mg K	Al K	Si K	K K	Ca K	Fe K
%	49,6	5,5	6,86	20,3	0,9	7,87	8,96

1788P 1K-1 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1788P 1K-1 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, oksijen (O), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), silisyum (Si), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Oksijen (O) oranı numunenin % 49,6' sını oluşturmaktadır. Bu oran, numunenin SEM görüntülerinde gözlemlenen yapısal boşluklarda bulunan hava, numune yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) ve tespit edilen minerallerin yapısındaki oksijen (O) varlığını ortaya çıkarmaktadır. Numune içeriğinde yer alan silisyum (Si) oranı % 20,3 ile diğer elementlere göre yüksektir. Alüminyum (Al) oranı % 6,86 ve demir (Fe) oranı ise % 8,96' dır. Bu iki metalin de diğer numunelere göre miktarlarının daha yüksek olduğu söylenebilir. Kalsiyum (Ca) oranı % 7,87' dir ve silisyum (Si) oranına göre daha düşüktür. Numune içeriğindeki düşük miktardaki kalsiyum (Ca) numune alınan duvarın kireç esaslı sıvasından kerpice nüfuz etmiş olabilmektedir. Numunedeki magnezyum (Mg) oranı % 5,5 olarak tespit edilmiştir. Magnezyum (Mg) oranının bu numunede diğer numunelere göre artış gösterdiği söylenebilir. Numunedeki potasyum (K) oranı % 0,9 olarak tespit edilmiştir.

1788P 1K-1 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1788P 1K-1 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenini oluşturmaktadır. Benzer şekilde silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit ile potasyum (K), titanyum (Ti) ve silisyum (Si) bileşiği olan davanit mineralleri ile pik uyumları gözlenmektedir. Bununla birlikte numune yapısında karbon (C) bileşiği olan kaoit ve grafit mineralleri ile kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit ve aragonit yer almaktadır. Bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kovelit ve bakır (Cu) ve alüminyum (Al) bileşiği olan katrikit mineralleri ile uyumlu piklerin varlığı tespit edilmiştir.

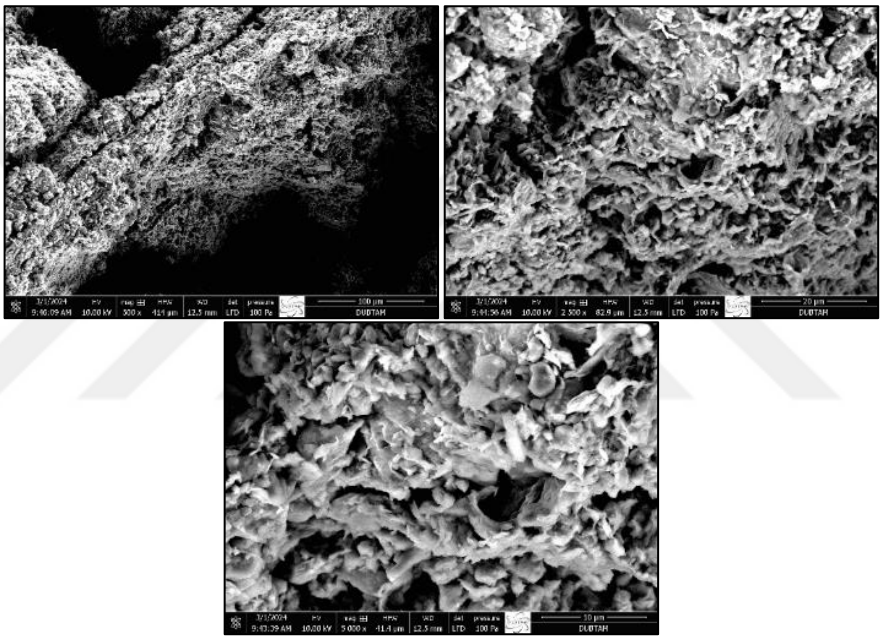


Şekil 4.163 Numuneye Ait XRD Grafiği

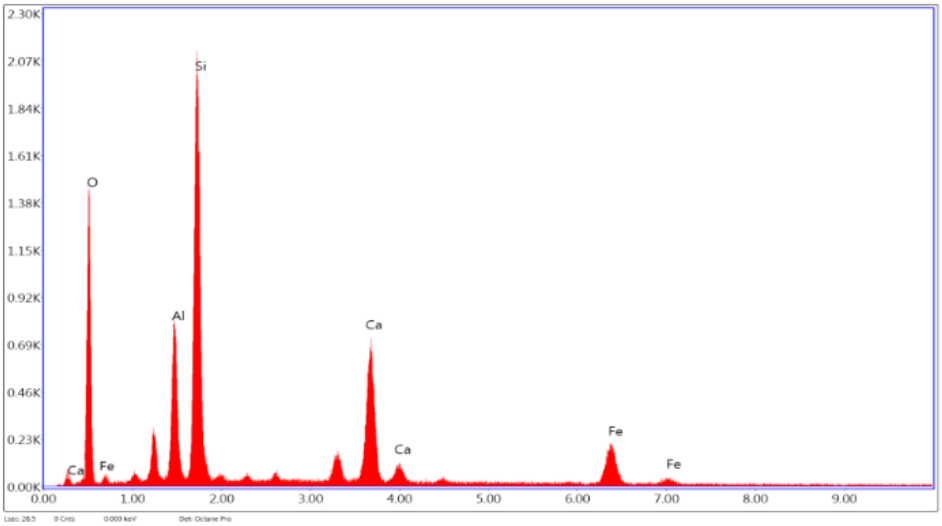
1788P 1K-2 numaralı numune (1788 parsel birinci kattan alınan 2. numune)

Numune No	Numune Alınan Yer	
1788P	1788 Parseldeki Yapı	
1K-2	1K-05 Ocak	
Plandaki Konumu	Numune Fotoğrafı	
		

Şekil 4.164 Numune alınan yerin konumu ve fotoğrafları



Şekil 4.165 Numuneye Ait 500x-2500x-5000x SEM Görüntüleri



Şekil 4.166 Numuneye Ait EDX Grafiği

Tablo 4.20 Numuneye Ait EDX Element Yüzdeleri

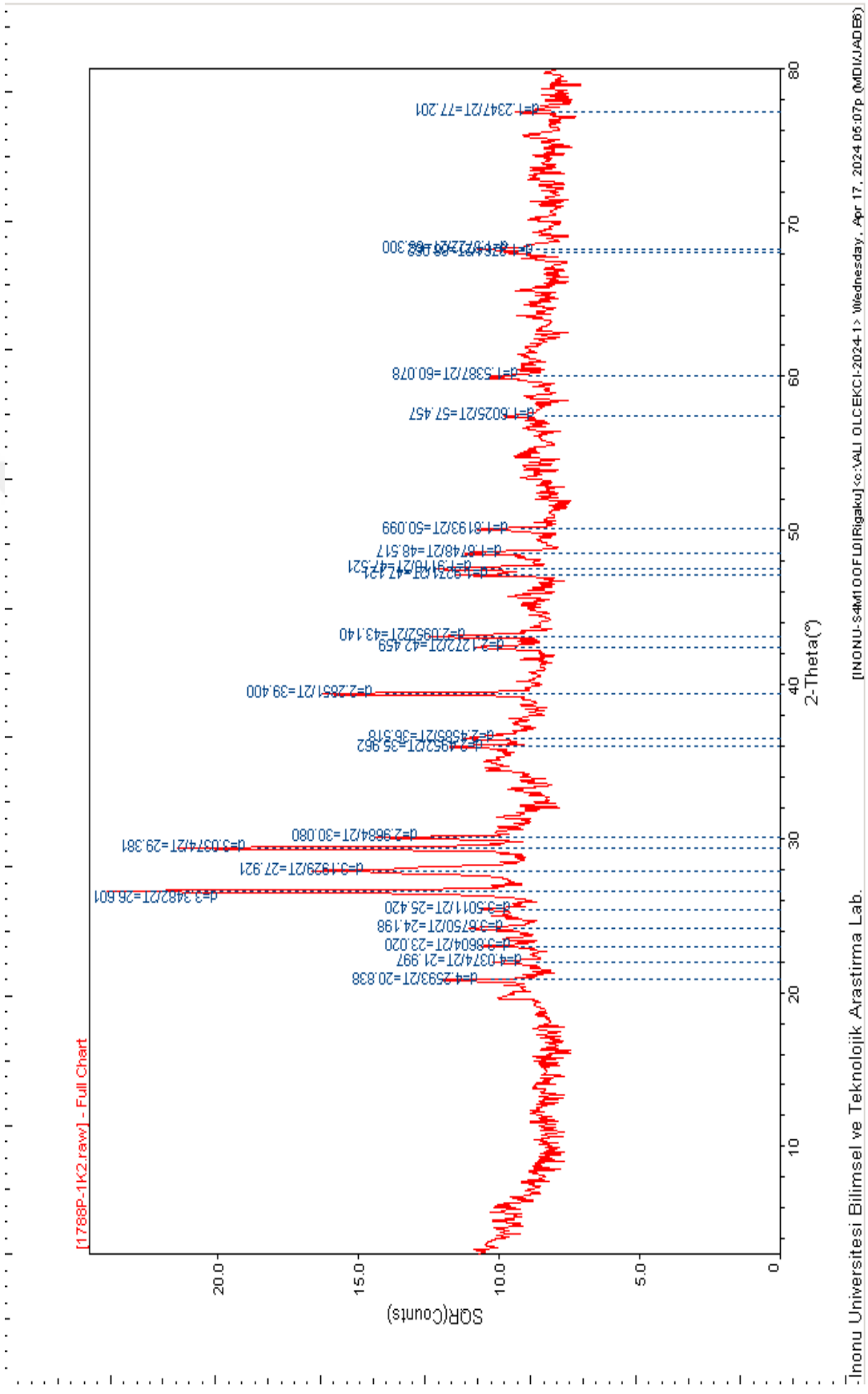
EDX	Element Türleri				
	O K	**Al K**	**Si K**	**Ca K**	**Fe K**
%	**56,79**	**8,56**	**21,44**	**8,58**	**4,64**

1788P 1K-2 numaralı numune SEM-EDX analiz sonuçları

1788P 1K-2 numaralı numuneye ait SEM-EDX analizi sonucunda, oksijen (O), alüminyum (Al), silisyum (Si), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Tespit edilen % 56,79 oranındaki oksijen (O) varlığı numuneye ait SEM görüntüleri birlikte değerlendirildiğinde yapısal boşlukların mevcut olduğu gözlemlenmektedir. Bu boşluklarda yer alan hava, yüzeysel atmosferik oksijen (O) ve numune yapısındaki minerallerin bileşimindeki oksijen (O) numunedeki tespit edilen oksijen (O)' nin sebeplerindendir. Numune içeriğinde yer alan silisyum (Si), kerpiç malzemeyi oluşturan temel bileşen olarak % 21,44 gibi yüksek bir oranda yer almaktadır. Bununla birlikte % 8,58 oranında kalsiyum (Ca)' a rastlanmıştır. Numune içeriğindeki silisyum (Si)' a oranla düşük miktarda yer alan kalsiyum (Ca) numune alınan duvardaki kireç esaslı sıvadan kaynaklı olarak kerpiç yapısına dâhil olduğu düşünülmektedir. Demir (Fe) bileşenleri düşük oranda bulunmaktadır. Alüminyum (Al) oranı % 8,56 ve demir (Fe) oranı ise % 4,64' tür. Diğer numunelere göre alüminyum (Al) oranı daha yüksek, demir (Fe) oranı ise daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. Numunede diğer numunelerden farklı olarak magnezyum (Mg) ve potasyum (K) elementlerine rastlanmamıştır.

1788P 1K-2 numaralı numune XRD analiz sonuçları

1788P 1K-2 numaralı numuneye ait XRD analiz sonuçlarında silisyum (Si) bileşeni olan kuvars minerali ve düşük formu numunenin ana bileşenini oluşturmaktadır. Kalsiyum (Ca) bileşeni olan kalsit; silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit; kalsiyum (Ca), alüminyum (Al), silisyum (Si) bileşiği olan anortit; potasyum (K), titanyum (Ti) ve silisyum (Si) bileşiği olan davanit; karbon (C) bileşiği olan grafit mineralleriyle pik uyumları tespit edilmiştir. Bakır (Cu), kükürt (S) bileşiği olan kovelit minerali ile demir (Fe), bakır (Cu) ve kükürt (S) bileşiği olan kalkopirit; alüminyum (Al) bileşiği olan korundum mineralleri ile uyumlu pikler bulunmaktadır.



Şekil 4.167 Numuneye Ait XRD Grafiği

4.5.2 Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında toplamda 20 adet numunenin SEM-EDX ve XRD analiz yöntemleri kullanılarak karakterizasyon analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları her numune için mikroskop görüntüleri, grafik ve tablolar ile birlikte verilmiştir. Yapılan SEM-EDX yöntemleri ile elde edilen karakterizasyon analizinde:

Numunelere ait 500, 2500 ve 5000 kat büyütülmüş SEM görüntüleri elde edilmiştir. SEM görüntülerinde kerpiç numunelerinin yüzey morfolojisini detaylı olarak incelenmiştir. Numunelerin yüzeyindeki çatlaklar, gözenekler, mineral granülleri ve diğer yapısal özellikleri gözlenmiştir. SEM analizleri sonucunda numunelerin gözenekli yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Elde edilen görüntülerde numune içeriklerini oluşturan mineraller yapılarının boyutları, kristal formları ve dağılımları izlenmektedir. Numunelerdeki mineral dağılımlarının yer yer homojen yapıda olduğu ve bazı numunelerde heterojen bölgelerin varlığı tespit edilmiştir.

EDX yöntemi kullanılarak numunelere ait mineralojik analiz yapılmış ve numunelerin elementel bileşimleri tespit edilmiştir. Analizler sonucunda numunelerin içerisinde, oksijen (O), alüminyum (Al), magnezyum (Mg), silisyum (Si), kalsiyum (Ca) potasyum (K), karbon (C), kükürt (S), sodyum (Na), klor (Cl) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir.

Analizler sonucunda tespit edilen oksijen (O) elementi numunelerin yaklaşık % 50'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Oksijen (O) varlığı numuneleri SEM görüntüleriyle birlikte değerlendirildiğinde numune içerisinde yer alan yapısal boşlukları ortaya koymaktadır. Bu boşluklardaki hava ve numune yüzeyindeki atmosferik oksijen (O) bu elementin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Aynı zamanda oksijen (O) birçok yapısal malzemenin önemli bir bileşenidir ve mineralojik yapıların temel taşlarından biridir. Bu nedenle tespit edilen oksijen (O) miktarında mineralojik yapıların kimyasal formüllerindeki oksijen (O) varlığı da etkili olmuştur.

Analiz verilerinde tespit edilen silisyum (Si) elementi numunelerde % 5,86 ile % 22,95 aralığında var olduğu tespit edilmiştir. Toprak malzemenin temel yapı taşı olan silisyum (Si) elementi silikat minerallerinin ana bileşenidir. Bununla birlikte birçok

mineralin de kimyasal formülünde yer almaktadır. Numunelerde farklı oranlarda bulunması kerpiç içerisine karışmış olan katkı miktarlarının farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Analizler doğrultusunda karbon (C) elementi iki adet numunede % 18,08 ve % 16,69 oranlarında tespit edilmiştir. Karbon (C) birçok doğal ve yapay malzemelerin bileşenlerinden birisidir. Kerpiç içerisinde karbon (C) elementinin varlığı organik ya da inorganik kaynaklı olabilmektedir. Organik karbon (C) varlığı kerpiç harcına karışmış olan bitki malzemeleri, fosiller ve organik materyallerin bozulmasından kaynaklanmaktadır. İnorganik karbon (C) varlığı ise harç bileşimindeki mineral ve sonradan oluşan kirlilik kaynaklı olabilmektedir. Aynı zamanda karbon (C) varlığı numunenin oksidasyona uğradığının da bir göstergesi olabilmektedir.

Analizler sonucunda 3 adet numunede % 0,46; % 2,43 ve %0,77 oranlarında kükürt (S) elementi tespit edilmiştir. Kükürt (S) sülfür minerallerinin ana elementidir. Ayrıca birçok mineralin de kimyasal formülünde bulunmaktadır. Kerpiç içerisinde kükürt (S) elementinin varlığı kerpiç toprağının yakın çevredeki su birikintilerinin tabanlarından elde edilmesinden kaynaklanabilmektedir. Ayrıca kerpiç yapıların çevresel etkilerle kirlenmesi de kükürt (S) varlığını ortaya çıkarmış olabilmektedir.

Analiz verilerinde bazı numunelerde % 1,22 ile % 1,27 oranında klor (Cl) elementi tespit edilirken bazı numunelerde % 0,23 ile % 1,99 oranları aralığında sodyum (Na) elementinin var olduğu tespit edilmiştir. Kerpiç içeriğinde klor (Cl) ve sodyum (Na) elementlerinin varlığı numune yapısında tuz olduğunun bir göstergesidir. Kerpiç harcında tuzlu su birikintisi tabanlarından elde edilen toprak karıştırılmış veya tuzlu suyun kendisi harca dâhil edilmiş olabilmektedir. Bununla birlikte çevresel etkilerle yapı bünyesine tuz karışması olasıdır.

Analizlerde kalsiyum (Ca) elementi % 3,47 ile % 33,22 aralığında değişen oranlarda numune içeriklerinde tespit edilmiştir. Alınan tüm numunelerde bu elementin mevcut olduğu gözlemlenmektedir. Yapının numune alınan duvarlarının birçoğunun kireç esaslı sıva ile sıvandığı gözlemlenmektedir. Kalsiyum (Ca) elementi bu kireç sıvalarından kerpiç içerisine nüfuz etmiş olabilir. Aynı zamanda kerpiç yapısında var

olan düşük miktardaki kalsiyum (Ca) elementi, yağışlar ve dış etkilerle malzeme içerisinde yer alan boşluklara yerleşen suların taşımış olduğu tuzlardan kaynaklı olabilmektedir. Bununla birlikte kalsiyum (Ca) elementinin fazla miktarda tespit edilmesi kerpiç harcının kireçli topraktan elde edildiği olasılığını da ortaya koymaktadır.

Numunelerin tamamına yakınında % 0,58 ile % 2,65 arasında değişen düşük oranlarda potasyum (K) elementi; % 2,7 ile % 14,83 arasında değişen oranlarda alüminyum (Al) elementi; % 1,49 ile % 7,61 arasında değişen oranlarda magnezyum (Mg) elementi ve % 2,08 ile % 9,44 arasında değişen oranlarda demir (Fe) elementinin varlıkları tespit edilmiştir. Bu elementler kerpiç harcında kullanılan toprak içerisindeki çeşitli mineraller ile harç içerisine karışmış olan organik katkılar ve atıklardan kaynaklanabilmektedir. Numuneler üzerinde XRD yöntemi kullanılarak faz analizleri yapılmış ve analizler doğrultusunda numune içeriklerinde:

Silikat bileşiklerinden olan kuvars minerali ve düşük formu tespit edilmiştir. Yine silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit minerallerine ait pik uyumlarının bazı numunelerde bulunduğu gözlenmektedir. Silisyum (Si) elementini içeren mineraller toprağın ana bileşenlerini oluşturmaktadır.

Kalsiyum (Ca) elementinin bileşiklerinden olan kalsit, kalsian ve aragonit minerallerinin bazı numunelerde bulunduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu mineraller toprak yapısındaki kireç taşı veya diğer kireçli katkı maddelerinin varlığını göstermektedir.

Bazı numunelerde karbon (C) bileşiği olan kaoit ve grafit minerallerine rastlanmıştır. Bu mineraller numune içerisindeki organik karbon (C) bileşiklerinin var olduğunu göstermektedir. Grafit, karbonun doğal bir allotropudur ve tipik olarak organik kökenli malzemelerde bulunur. Kerpiç numunelerde karbon (C) bileşiklerinin tespiti, organik maddenin (örneğin, bitki kalıntıları veya organik kökenli katkı maddeleri) yanı sıra karbonatlar gibi diğer minerallerin varlığını da işaret edebilir.

Analizler sonucunda bazı numunelerde silisyum (Si), demir (Fe) ve alüminyum (Al)

bileşiği olan sekaninait; alüminyum (Al) ve silisyum (Si) bileşiği olan kiyanit mineralleriyle uyumlu grafik pikleri gözlenmiştir. Bu elementler mineralojik olarak nadir rastlanılan elementlerdir. SEM-EDX analizlerinde tespit edilen silisyum (Si), demir (Fe) ve alüminyum (Al) elementlerinin bu mineraller ile uyumlu piklerin oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde analiz sonuçlarında tespit edilen numune içeriklerinde; izokubanit, muskovit, amaninit, kuprit, piceonit, kovelit, klorotiyonit, andradit, wollastonit, katrikit, forsterit, kalkosit, kordierit, hidrofilit, putoranit, kalkopirit, mullit, spionkopit, rankinit, kaonit, moissanit, korundum, buryatit, klinoferrosilit, anortit, osumilit, aragonit, davanit mineralleriyle uyum gösteren piklerin mevcut olduğu gözlenmektedir. Bu minerallerin de EDX analizlerinde tespit edilen magnezyum (Mg), potasyum (K), karbon (C) ve kükürt (S) elementlerin oluşturduğu bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

İnsanlık tarihinin kültürel ve mimari miraslarının en değerli ve önemli bir bölümünü geleneksel yapılar oluşturmaktadır. Bu yapılar geçmişin izlerini günümüze taşıyan ve toplumun kültürel kimliğini yansıtan canlı simgelerdir. Kendilerine has yapım tekniği, malzemeler, mimari üslup kullanılarak inşa edilen geleneksel yapılar, bölgenin karakteristik özelliklerini yansıtarak estetik zenginliğe katkı sağlar. Geleneksel yapılarda genellikle doğal kaynaklar ve yerel malzemeler kullanılarak inşa edilmektedir. Birçok farklı malzeme bu yapıların inşasında kullanılmışsa da özellikle kerpiç malzeme, tarihsel süreç içerisinde insanlığın sıklıkla tercih ettiği en önemli yapı inşa malzemesi olmuştur.

Kerpiç yapı malzemesi geçmişten günümüze önemini koruyabilmiş ve kullanımına devam edilen bir malzeme olmuştur. Doğal bir malzeme olması, çevreden kolaylıkla temin edilebilmesi ve sade teknikler kullanılarak inşa edilebilmesi dolayısıyla geniş yayılım gösteren kerpiç, geleneksel yapılarda taş ve ahşap malzemeler ile sıklıkla kullanılmıştır. Anadolu, iklim ve toprak yapısı dolayısıyla kerpiç malzeme ile inşa edilen geleneksel yapılara yaygın şekilde rastlanılan bir bölge olmuştur.

Elâzığ il merkezinde bulunan ve tarihi geçmişiyle alandaki en eski yerleşim yerlerinden birisi olan Hüseynik (Ulukent) Mahallesi, kentin geleneksel mimari üslubu ile inşa edilen birçok tarihi kerpiç yapının bulunduğu bir bölgedir. Bu yapıların çoğunluğunu geleneksel evler oluşturmaktadır. Yaklaşık bir asırlık tarihi geçmişe sahip olan evler kentin kültürel mirasının en değerli örneklerindendir. Günümüzde bu evlerin bir kısmı aktif şekilde kullanılmakta iken bir kısmı çeşitli nedenlerle terk edilmiş ve atıl haldedir.

Elâzığ geleneksel mimari ve kültürünü yansıtan bu yapılar uzun yıllar boyunca çeşitli etkilere maruz kalmış ve hasarlara uğramıştır. Bazı evler, taşıyıcı sistemlerindeki hasarlar neticesinde yıkılarak yok olmuştur. Geçmişten bizlere miras kalan bu evlerin en özgün halleriyle gelecek nesillere aktarımının sağlanabilmesi ve yok olmalarının engellenebilmesi için hasar tespitlerinin yapılması büyük önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel evlerdeki yapısal sorunlarının tespiti için alan çalışması yapılmış ve çalışma sonucunda evlerin:

- Taşıyıcı kerpiç duvarlarında yapısal sorun oluşturacak ve yapı bütünlüğünü bozacak nitelikte yüzeysel-derin strüktürel çatlaklar, ayrışmalar ve malzeme kayıpları tespit edilmiştir.
- İç ve dış duvarlarının bazı kısımlarında sıva dökülmeleri tespit edilmiştir. Evlerin çeşitli bölümlerinde bakımsızlık ve doğal şartlar dolayısıyla çökme ve yıkılmalar meydana gelmiştir.
- Yatay ve düşey taşıyıcı elemanlarda kullanılan ahşap kirişlerde, dikmelerde ve eliböğründelerde biçimsel deformasyonlar, çürümeler, çatlaklar, renk değişimleri ve kopmaların oluştuğu tespit edilmiştir.
- Şahnişin adı verilen cumba bölümlerinin duvarlarında ve pencere kenarlarında malzeme kayıpları gözlenmiş, ahşap duvar iskeletleri ortaya çıkmıştır. Dış etkilere maruz kalan ahşap iskelet elemanlarda çürümeler meydana gelmiştir.
- Şahnişin çıkmalarında malzeme kaybına bağlı ayrışmalar tespit edilmiştir. Bazı yapılarda şahnişin pencere ve duvarları tamamen yıkılarak yalnız ahşap taşıyıcı elemanlar kalmıştır.
- Kullanıcıları tarafından yapılan bilinçli-bilinçsiz müdahaleler yapısal sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bazı evlerde kullanılmayan ve pencere boşlukları niteliksiz malzemeler ile doldurularak kapatılmıştır. Duvar sürekliliğini bozan ve özgüne aykırı bu müdahaleler dolayısıyla çatlaklar meydana gelmiştir.
- Bazılarında dış cephelerin çimento esaslı sıvalar ile kaplandığı ve boyamaların yapıldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla evlerin özgün cephelerinde kısmi bozulmalar meydana gelmiş ve yapısal sorunlar ortaya çıkmıştır.
- Konfor şartlarının iyileştirilmesi ve dış etkilerin evler üzerinde hasar oluşturmaması için kullanıcılar tarafından çeşitli niteliksiz eklentiler yapılmıştır. Yapının özgün yapısına uygun olmayan malzeme kullanımları ve niteliksiz eklentiler ile yapı strüktüründe hasarlar oluşturduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında seçilen iki adet geleneksel evin çeşitli noktalarından 20 adet numune alınmış ve örnekler üzerinde SEM-EDX ve XRD analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler aşağıda özetlenmiştir:

Yüzey Morfolojisinin Belirlenmesi

Numuneler üzerinde yapılan SEM analizleri, kerpiç malzemenin yüzey morfolojisinin detaylı şekilde incelenmesine olanak tanımıştır. Numunelerin mikro yapıları, gözenekleri, yüzeysel çatlaklar ile mineral bileşenlerinin dağılımı gibi önemli bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler ışığında kerpiç numunelerinin gözenekli yapıda oldukları tespit edilmiştir. Numunelerin mineral yapı formları ve dağılımları izlenmiştir. Bazı numunelerin homojen dağılıma sahip mineral yapısı gözlemlenirken bazı numunelerde heterojen mineral dağılımı mevcuttur.

Numunelerdeki Element İçeriklerinin(EDX) Tespiti:

EDX analizleri sonucunda numunelerin genelinde farklı oranlarda silisyum (Si), potasyum (K) alüminyum(Al), magnezyum(Mg) ve demir (Fe) elementlerinin varlığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte bazı numunelerde karbon (C), kükürt (S), klor (Cl), sodyum (Na) ve kalsiyum (Ca) elementlerine rastlanılmıştır. Bu elementlerin varlığı kerpiç harcının elde edildiği alanların farklı toprak yapısı ve harç içerisine katılan organik katkı ve atıklardan kaynaklı oduğu düşünülmektedir. Analizlerde tespit edilen elementlerin kerpiç bünyesine girmesinde dış ortam koşullarındakli yağış ve nemin etkisi olduğu görülmüştür.

Numunelere Ait Mineralojik Bileşenlerin Belirlenmesi:

Yapılan XRD analizleri sonucunda kerpiç numunelerin içeriklerini oluşturan mineral bileşenleri belirlenmiştir. Numunelerde genellikle toprak malzemenin ana bileşiğini oluşturan ve Silikat bileşiklerinden olan Kuvars minerali ile düşük formu tespit edilmiştir.

Numunelerin genelinde silisyum (Si) bileşiği olan sanidin ve moganit minerallerine ait pik uyumları gözlenmiştir. Bazı numunelerde kalsiyum (Ca) elementinin bileşiklerinden olan kalsit, kalsian ve aragonit gibi minerallere rastlanmıştır.

Karbon (C) bileşiği olan kaoit ve grafit minerallerini içeren numunelerin tespiti yapılmıştır. Bununla birlikte analiz sonuçlarında izokubanit, muskovit, amaninit, kuprit, piceonit gibi silisyum (Si), demir (Fe), alüminyum (Al), magnezyum (Mg), potasyum (K), karbon (C) ve kükürt (S) elementlerini içeren mineraller ile uyumlu

pikler tespit edilmiştir. Bu mineraller doğada nadir bulunan mineraller olmakla birlikte bazen rastlanılması mümkündür. Tespit edilen mineral bileşenleri tarihi yapı inşasında kullanılan yerel malzemelerin önemli parçalarındandır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda yapılarda kullanılan kerpiç yapı malzemesinin uzun yıllar boyunca dayanım gösterebilen, özelliklerini koruyan ve sürdürülebilir bir malzeme olduğu belirlenmiştir.

Kerpiç, organik malzemeler ve yerel toprak kullanılarak üretildiği için çevreye zarar vermez ve doğal kaynakları korur. Bu malzemelerin çıkarılması ve işlenmesi kolaydır. Kerpiç bloklarının üretiminde, geleneksel beton ve tuğla gibi malzemelere kıyasla çok daha az enerji harcanır.

Kerpiçler genellikle güneşte kurutulduğu için, üretim sürecinde fosil yakıt tüketimi yok denecek kadar azdır. Kerpiç tamamen doğal bir malzeme olduğu için, kullanım ömrü sonunda doğaya geri dönüştürülebilir ve atık oluşturmaz. Bozulan kerpiç yapılar, yeniden kullanılabilir veya toprağa karışarak çevreye zarar vermeden yok olabilir.

Kerpiç, yerel ve ucuz malzemelerden yapıldığı için inşaat maliyetlerini düşürür. Özellikle kırsal alanlarda yaşayan topluluklar için uygun maliyetli bir çözüm sunar. Doğru inşa edildiğinde kerpiç yapılar uzun ömürlü olabilir ve bakım maliyetleri düşük olur.

Kerpiç, deprem gibi doğal afetlere karşı esnek ve dayanıklıdır. Kerpicin, boşluklu yapısı dolayısıyla nem ve hava akışını doğal olarak dengelediği için sağlıklı iç mekân iklimi sağlar. Bu, hava kalitesini iyileştirir ve solunum yolu hastalıklarının önlenmesine yardımcı olur. Günümüzde de bu gibi avantajları dolayısıyla modern yöntemler ve katkılı içerikler ile kerpiç, kullanılabilir bir yapı malzemesidir.

5.2 Öneriler

Hüseynik (Ulukent) Mahallesi'ndeki geleneksel evler Elâzığ İli ve bölge açısından korunması gereken en önemli yapılardandır. Tarihi ve mimarisiyle benzersiz değere sahip ve belirli sayıda kalan bu evlerin gelecek nesillere aktarımının sağlanması

toplumsal bir sorumluluktur. Yapısal sorunları ve hasarları gün geçtikçe artan evlerde ciddi yıkılma riskleri mevcuttur. Restorasyon ve onarım müdahalelerinin geciktirilmesi halinde mimari ve kültürel mirasın son örneklerinden olan bu evlerin yok olmasının kaçınılmaz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda:

- Geleneksel mimari özelliklerini koruyan Hüseynik (Ulukent) Mahallesindeki evlerin koruma altına alınması için kapsamlı rölöve, restorasyon ve restitüsyon projelerinin hazırlanması sağlanmalıdır.
- Tescili yapılmayan geleneksel evlerin ivedilikle tescillenmesi, hasarlı, bakımsız ve terk edilen yapılara geri dönüşlerin sağlanması için restorasyon çalışmaları başlatılmalıdır.
- Geleneksel evlerde yapılan hatalı müdahaleler ile niteliksiz eklentiler özgün mimarisine uygun şekilde yeniden düzenlenmelidir.
- Cephe duvarlarındaki ahşap, kerpiç malzemelerdeki kayıplar giderilerek, gerekiyorsa duvarlar ve diğer taşıyıcı elemanlarda güçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.
- Taşıyıcı özelliğini yitirmiş duvar, döşemelerin aslına uygun malzemelerle değişimleri öncesi yapı bütünlüğünün sağlanması için askılama işlemleri yapılmalıdır.
- Askıya alınan duvar ve döşemelerin dayanımlarının arttırılmasına yönelik koruma ve konservasyon çalışmaları yapılarak yapı bütünlüğü sağlanmalıdır.
- Ahşap kirişleme ve yapı elemanlarında meydana gelen çürüme, sehim veya kullanıcı kaynaklı hasarlar, taşıyıcı özelliği yüksek malzemelerle değiştirilmelidir.
- Cephe duvarları ile üst örtü ve çevresinde, yapı taşıyıcı sistemini zorlayan niteliksiz eklentiler kaldırılmalı ve bu alanlarda bulunan taşıyıcı sistem elemanları sağlamlaştırılmalıdır.
- Hüseynik (Ulukent) Mahallesindeki geleneksel evlerde, yapılacak restorasyonlar sonrasında yeniden işlev verilerek ya da özgün mimarisine uygun düzenlemeler yapılarak kent ekonomisi ve turizmine kazandırılmalıdır.
- Yapının yıkılan kısımları özgün mimarisi referans alınarak yeniden yapılmalıdır.
- Alanda yer alan geleneksel evlerin çevresindeki yeni yapılaşmalarda özgün mimari dikkate alınmalı, gerekli planlamalar bu doğrultuda yapılmalıdır.
- Çevre yapıların alandaki geleneksel evlerle benzer yükseklikte inşası ile silüetin bozulması engellenmelidir.

- Benzer şekilde çevre yapılarda geleneksel evlerde kullanılan kerpicin, modern teknik ve içerikler ile kullanımı yaygınlaştırılmalı malzeme bütünlüğü sağlanmalıdır.
- Hüseynik (Ulukent) Mahallesi köyiçi yerleşkesi içerisindeki geleneksel yapılar ile sit alanı kapsamına girmeli ve yerel yönetimlerce koruma altına alınmalıdır.

Çalışma sonucunda evlerin kerpiç malzeme karakterizasyonları belirlenmiştir. Belirtilen önerilerin uygulanması ve yapılacak tüm restorasyon, onarım çalışmalarında kullanılacak kerpiç malzemenin özgüne uygun olması gerekmektedir. Analizler sonucunda belirlenen içerikler, yeni malzeme üretimleri, sonraki araştırma ve çalışmalar için bir referans niteliğinde olup, evlerin özgün halleriyle gelecek nesillere aktarılmasında önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Evlerin yeniden işlev kazanması ile geleneksel mimarisiyle günümüzde önemli merkezlerden biri olan Hüseynik (Ulukent) Mahallesinin tanıtımı ve turizmine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Acar, G. (2020). Harran Kümbet Evleri – Şanlıurfa. Erişim: https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/sanliurfa/gezilecekyer/harran-kumbet-evleri.

Acun Özgünler S. ve Gürdal E. (2012). Dünden Bugüne Toprak Yapı Malzemesi: Kerpiç, Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi 9: 29-37.

Afmlab.physics.leidenuniv. (2018). Apreo User Operational Manual Revision A. Erişim:https://afmlab.physics.leidenuniv.nl/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=apreosem_manual.pdf.

Aktürk, E. ve Çobancaoğlu, T. (2015). Birgi geleneksel ahşap konutlarında yapısal sorunlar ve çözüm önerileri. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, 1-2 Ekim, Erzurum, 285-299.

Alemdağ, vd. (2023). Geleneksel Konutların Restorasyon Sürecinde Enerji Etkin İyileştirilmesi: Trabzon Evi Örneği. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 13(1), 202-222.

Aras, Ü.G.H. (2011). *Borlu Aktif Belit Çimentolu Betonların Taramalı Elektro mikroskop (SEM) ve XRD Işınlarıyla Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Arslan, C. (2003). *elazığ'daki türk devri yapıları*. Selçuk Üniversitesi, Doktora Tezi, Konya.

Arslan, K.M. (2014). *Sülfat etkisine maruz kalmış mineral ve nano katkılı harçların durabilitesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Estitüsü, İstanbul.

Arslanbaba, M. A. (2015). *Kütahya kırgıllı tüflerinin karaterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Ataman, G. (2007). *Hımış yapının taşıyıcılık açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Auroville Earth Institute. (n.d.). Erişim: http://www.earth-auroville.com/.

Binan, D. U. (1994). *Güzelyurt örneğinde, kapadokya bölgesi yığma taş konut mimarisinin korunması için bir yöntem araştırması*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayını, İstanbul.

Cerqueira, A. (2018). The sustainability Of Adobe Construction: Past To Future, International Journal Of Architectural Heritagecristiana.

Clifton, J. R. vd. (1978). Methods for characterizing adobe building materials (Vol. 13). US Government Printing Office.

Cullity, B.D. (1978). Elements of X-Ray Diffraction. 2nd. Edition, Addison-Wesley Publishing Company Inc, Phillippines.

Çağlıyan, S. (2022). *Tarihin ışığında hüseynik*. Baskı: Girişim Ajans Matbaa. Ankara.

Çelebi, R. M. (2012). *Anadolu kerpiç mimarlığı*, İstanbul.

Çırak, İ. F. (2011), Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar, Nedenleri ve Öneriler, SDU International Technologic Science, 3 (2), 55-60.

Dekorasyoninsaat. (2017). Kerpiç. Erişim: https://www.dekorasyoninsaat.com/kerpic_464.htm

Dinçer, A., Ş. (2012). *Bazı orta çağ tuğla ve çinilerinin teknolojik özellikleri ve koruma problemleri*, Restorasyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dominguez, T. (2011). *ABCs of Making Adobe Bricks*, Cooperative Extension Service, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences.

Ekici, O. ve Işık, N. (2023). Elâzığ ili hüseynik (ulukent) mahallesinde bulunan geleneksel yapılarda gözleme dayalı tespit edilen yapısal sorunlar. Biçen, A. (eds.), Mimari İncelemeler ve Güncel Yaklaşımlar, Bitlis: 179-194.

Ekici, O. ve Işık, N. (2023). "Hüseynik (Ulukent) Mahallesindeki Geleneksel Evlerde Gözlemsel Olarak Belirlenen Yapısal Hasarların Tek Yapı Ölçeğinde Değerlendirilmesi. 4. International Anatolian Scientific Research Congress, 17-20 Şubat, Kars, 534-545.

Elazığ Belediyesi. (2023). Elazığ Belediyesi Etüt Proje Müdürlüğü. Erişim: https://www.elazig.bel.tr/.

Ergün, A. ve Çavdar, E. (2010). Geleneksel Balıkesir Dursunbey Evleri'nde Yapım Tekno - lojileri ve Malzeme Kullanımları, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi 12: 1-11.

Fitzner, B., (2004). Documentation and Evaluation of Stone Damage on Monuments.- In Kwiatkowski, D. ve Löfvendahl, R. (ed.): Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, 27 June-2 July 2004, Stockholm, Vol. II, 677-690, ICOMOS, Sweden.

Fitzner, B., Heinrichs, K., Kownatzki, R. (1995). "Weathering Forms - Classification and Mapping; Verwitterungsformen- Klassifizierung und Kartierung", Denkmalpflege und Naturwissenschaft, Natursteinkonservierung I, Ernst and Sohn, Berlin, pp.41-88.

Fitzner, B., Heinrichs, K. ve Kownatzki, R. (1997). "Weathering Forms at Natural Stone Monuments- Classification, Mapping and Evaluation", International Journal for Restoration of Buildings and Monuments, 3(2), pp.105-123.

Germen A. (1979). The endurance of earths as building material and the discreet but continuous charm of adobe. METU Journal of the Faculty of Architecture, 5(1), 37–68.

Abanto, G. A. vd. (2017). Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas: Experimental results and numerical simulation of a traditional bio-composite material, Case Studies in Construction Materials.

Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Joy, D.C., Lyman, C.E., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L. and Michael, J.R. (2003). Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis (Third Edition). Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York.

Güleç, A. (1992). *Bazı tarihi anıt harç ve sıvaların incelenmesi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gülmez, S., (2005). *Antik yapılarda kullanılan inşaat malzemeleri ve bu malzemelerin özelliklerinin mineralojik petrografik, kimyasal, fiziksel, mekanik ve tahribatsız deney yöntemleri kullanılarak saptanması*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi S. Demirel Üniversitesi, Isparta.

Güneri, M. (2023). *Ayçiçeği sapı ilavesi ile kerpiç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Harput.web.tr. (n.d.) Harput'un Eski Fotoğrafları. Erişim: https://harput.web.tr/harput-fotograf-galerisi/harput-eski-fotograf-galerisi/.

Hasol, D. (1979). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, İstanbul: YEM Yayın.

Hasol, D..(1998). Ansiklopedik mimarlık sözlüğü (yedinci baskı). Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.

Hayg, V. (2012). Harput - Din. Erişim: https://www.houshamadyan.org/tur/haritalar/mamuretuel-aziz-vilayeti/harput-ovasi/din.html.

Heathcote, K. A. (1995, 1995/6//). Durability of earthwall buildings. Construction and Building Materials, 9(3), 185-189.

Holder, C. F., Schaak, R. E. (2019). Tutorial on powder X-ray diraction for characterizing nanoscale materials. ACS Nano 13, 7359–7365.

İdil, A. Ç., ve Kılıççöte, C. (2022). Acemhöyük Sarıkaya Sarayi Kerpiç Koruma Ve Onarımında Nano Kireç Ve Yumurta Akı Kullanımı. Sanat Ve Tasarım Dergisi(29), 199-217.

İLBANK. İller Bankası Anonim Şirketi Proje Dairesi Başkanlığı.

Jaquin, P. ve Augarde, C. (2012). Earth building: history, science and conservation: Bracknell: IHS BRE Press.

Kafesçioğlu, R. (2017). Çağdaş Yapı Malzemesi Toprak ve Alker.

Karakaş, S. (2008). *Elâzığ geleneksel konut kültürü*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Konya.

Kocaman. M. (2018). *Elâzığ ili hüseynik (ulukent) köyiçi bölgesi yerleşim dokusu ve geleneksel evleri*, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, FBE, Diyarbakır.

Kömürcüoğlu, E. A., (1962). *Yapı malzemesi olarak kerpiç ve kerpiç inşaat sistemleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Kuban. D. (1990). *Mimarlık kavramları*. Yem Yayınevi, İstanbul.

Marcial Blondet, M. (2011). "Earthquake-Resistant Construction of Adobe Buildings: A Tutorial", Peru, http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe_Tutorial.pdf

Mellaikhaf, A. vd. (2021). "Characterization and thermal performance assessment of earthen adobes and walls additive with different date palm fibers. Case Studies in Construction Materials, 15(5):e00693.

Minke, G. (1983). *Bauen mit lehm*, DBZ. Sayı 4, s.511-514.

Morton, T. (2010). *Earth masonry: design and construction guidelines* (Ep 80).

Mustafaraj, E. (2014). "Assessment of Historical Structures, A case study of five Ottoman Mosques in Albania", LAP Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-3-659-21414-1, March 13, 2014.

Naumann, R. (1975). *Eski anadolu mimarlığı*. Türk Tarih Kurumu Basımevi.

Noei S., (2011). *Güvercinkayası Kerpiç Karakterizasyonu*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özdoğan, M. (1996). *Kulübeden Konuta: Mimaride İlkler*, Sey, Y. (ed.), Tarihten Günü - müze Anadolu'da Yerleşme, İstanbul: 19-30.

Öztürk, Ö. B. (2022). *Ayatekla (meryemlik) ören yeri su yapılarının duvar örgü tekniklerinin belgelenmesi ve yapılarda kullanılan harç ve sıvaların karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Panalytical. (2013). X-ray diffractometers. Erişim: https://www.malvernpanalytical.com/en/products/technology/xray-analysis/x-ray-diffraction

Pekmezci, B., Kafesçioglu, R., Agahzadeh, E. (2012). Improved performance of earth structures by lime and gypsum addition, METU Journal of the Faculty of Architecture, 29 (2), 205-221.

Rael, R., (2009). *Earth architecture, princeton architectural press*, New York, NY.

Rudaw. (2020). Erbil'de geleneksel toprak kerpiç yapımı. Erişim: https://www.rudaw.net/turkish/170920204.

Samal, G. (2017). *Adobe bricks as a building material*. Lisans Tezi, Czech Technical University in Prague Faculty of Civil Engineering.

Seeher J. (2007). *Hattuşa kerpiç kent suru bir rekonstrüksiyon çalışması*, Ege Yayınları, İstanbul.

Seeher, J. – Schachner, A. (2014). *Boğazköy/Hattusa – fifty years of restoration and site management*, Bachmann, M. – Maner, Ç. – Tezer, S. – Göçmen, D. (eds.), Miras 2, Heritage in Context: Konservierung und Site Management im natürlichen, urbanen und sozialen Raum, İstanbul: 131-158.

Sequeira, P. F. (2022). *X-ray Diffraction: Principle and Applications*, School of Chemical Sciences Goa University Goa.

Smith, E. W., (1982). Adobe bricks in New Mexico: New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources, Circular 188, 89 pp.

Steen, C. R., (1972). An archaeologist's summary of adobe: Museum of New Mexico Press, Santa Fe, New Mexico, El Palacio, v. 77, no. 4, pp. 29—39.

Stefanov, B. (2015). Photocatalytic TiO2 thin films for air cleaning. Effect of facet orientation,chemical functionalization, and reaction conditions. Digital Comprehensive Summaries ofUppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 1307. 148 pp.

Sunguroğlu, İ. (1968). *Harput yollarında*, Cilt 4, İstanbul.

Sunguroğlu,İ. (1958). *Harput Yollarında*, Cilt 1-2,İstanbul.

Şimşek Tolaci S. ve Hürmüzlü B (2020). *Isparta'da kerpiç ve yaşam*. Isparta: Desen Ofset.

Taşcıyan, V. (2012). Harput - Zanaatlar. Erişim: https://www.houshamadyan.org /tur/haritalar/mamuret-uel-aziz-vilayeti/harput-ovasi/ekonomi/zanaatlar.html.

Tavukçuoğlu, A. ve Caner-Saltık, E., (1999). "Mapping of Visual Decay Forms and Infrared Imaging of Stone Structures for the Maintenance and Monitoring Studies", 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components (May 30-June 3, 1999, Vancouver, Canada), Vol. 1, National Research Council of Canada (NRC) Research Press, Canada, pp.613-623.

Tavukçuoğlu, A., (2000). Taş Yapılarda Malzeme Bozulmalarının Görsel Analizi-Ağzıkarahan.

Tavukçuoğlu, A., Düzgüneş, A., Caner-Saltık, E.N. (2002). Taş Tarihi Binalarda Çatı Akaçlama Düzeneklerinin Yeterlik Yönünden İrdelenmesi: Ağzıkarahan Örneği, 1.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi (9-13 Ekim 2002), C.2, İstanbul, Türkiye, s.655-666.

Tokmanoğlu, T. (1960). çev. *Kerpiç*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 10 :58-70

TSE, (1977). TS 2514- Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları, Yürürlükten kaldırılmış Türk Standardı ICS 91.100.99 Diğer Yapı Malzemeleri; 91.100.01 Yapı Malzemeleri (Genel). Grubu Tİİ, TSE.

Tunalı, S., (2015). Adobe structures as our cultural heritage and their features, European Scientific.

Tuztaşı, U., ve Çobancaoğlu, T. (2006). "Anadolu'da kerpicin kullanım geleneği ve kerpiç konut yapım sistemlerinin karşılaştırılması." Tasarım+ Kuram 3.5: 95-104.

Türkay, C. (1979). Başbakanlık Arşivi Belgelerine Göre Osmanlı İmparatorluğu Oymak, Aşiret ve Cemaatler, Tercüman Kaynak Eserleri Dizisi: 1,1. Basım,

İstanbul.

Türkçü, H.Ç., (2015). Yapım: İlkeler, Malzemeler, Yöntemler, Çözümler. 5. Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Uğurlu Sağın, E. (2012). *Characteristics of roman mortars produced from natural and artificial puzzolans in aigai and nysa*, unpublished PhD Dissertation, İzmir Institute of Technology, İzmir.

Ulusoy Binan, D., Güler, K., Çobancaoğlu, T. (2017). A*nadolu'da geleneksel kerpiç mimari miras ve koruma sorunları*, Aksoy, Y. (ed.), Yaşamın Her Karesinde, İstanbul: 160 – 185.

Uzbaş, B. (2019). *Çimento esaslı silis dumanlı uçucu küllü kompozitlerin sem ve xrd destekli görsel analizlerin yapay sinir ağları ile modellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Ülger, N. (2000). *Kalkınma yolunda bir şehir-elazığ*, Müsiad Elazığ Şubesi, Elazığ.

Üstündağ, C., ve Beceren Öztürk, R. (2022). *Geleneksel Bitlis evleri: yapısal sorunlar ve çözüm önerileri*. Rahva Teknik Ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2(1), 92-102.

Wordpress. (February 22, 2015). How many bricks would a pharaoh make if a pharaoh would make bricks?. Erişim: https://imalqata.wordpress.com/2015/02/22/how-many-bricks-would-a-pharaoh-make-if-a-pharaoh-would-make-bricks/

Yalçın, Ç., Kavut, İ.E., Bingöl, K. (2022). Kerpiç Malzemenin Anadolu'da Geleneksel Yapılarda Kullanımı. 8gen-ART 2 (1), 82-96.

Yurt Ansiklopedisi. (1989). C. 4, İstanbul.

Yünkül. A. (2005). *Elâzığ evleri*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı, Elâzığ.

Yünsel, T. Y., Ersoy, A., Ehsani, A. (2019). X-Işını Difraksiyonu Yöntemi ile Kantitatif Mineral İçeriği Tayini ve Çalışma Şartlarının Etkisi. Artıbilim: Adana Alparslan Türkeş Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), 16-28.

Zwart, R. (2015). Great Mud Mosque, Djenné, Mali. Erişim: https://tr.wikipedia.org/wiki/Cenne_Ulu_Camii.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyad, Ad	EKİCİ, Oktay
Web sayfası (Research Gate, Academia, vs.)	

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans		
Lisans	Fırat Üniversitesi	2019
Lise	Cemil Meriç Fen Lisesi	2015

İş Deneyimi

Dönem (Yıl)	Şirket, Kurum	Görev

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Tarihi Yapıların Yeniden İşlevlendirmesinde Mekânsal Değişimler: Elâzığ-Harput Cimşit Hamamı Örneği-3. Internatıonal Dicle Scıentıfic Research And Innovatıon Congress-2022-Kongre Bildirisi
2. Hüseynik(Ulukent) Mahallesindeki Geleneksel Evlerde Gözlemsel Olarak Belirlenen Yapısal Hasarların Tek Yapı Ölçeğinde Değerlendirilmesi-4. International Anatolian Scientific Research Congress-2023-Kongre Bildirisi
3. Müze Olarak İşlevlendirilen Ergani Hükümet Konağı'nın Mimari Analizi ve Mevcut Durumunun Değerlendirilmesi-Kent Akademisi Dergisi-2023-Araştırma Makalesi
4. Elazığ Hüseynik(Ulukent) Mahallesindeki Kerpiç Evlerin Yapısal Sorunlarının Gözlemsel Tespiti ve Kerpiç Malzemede XRD-SEM Analiz Yöntemlerinin Kullanımı-5. Internatıonal Dicle Scıentıfic Research And Innovatıon Congress-2023-Kongre Bildirisi
5. Elâzığ İli Hüseynik (Ulukent) Mahallesindeki Kerpiç Yapılarda Tespit Edilen Strüktürel Hasarlar 'Faik Bey Konağı' Örneği-10. İnternational Conference Kerpic'23-2023-Kongre Bildirisi
6. Elâzığ İli Hüseynik (Ulukent) Mahallesinde Bulunan Geleneksel Yapılarda Gözleme Dayalı Tespit Edilen Yapısal Sorunlar-Mimari İncelemeler ve Güncel Yaklaşımlar-2023-Kitap Bölümü

Özel İlgiler

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Oktay EKİCİ		
Öğrenci No	21808005		
Ana Bilim Dalı	Mimarlık		
Program Türü	Proje ☐	Yüksek Lisans ■	Doktora ☐
Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	Doç. Dr. Nursen IŞIK		
(Varsa) II. Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)			
Tez Başlığı	Elazığ- Hüseynik (Ulukent) Geleneksel Evlerindeki Yapısal Sorunların Görsel Tespiti İle Evlerde Kullanılan Kerpiç Malzeme Örneklerinde Sem-Xrd Analizi ve Değerlendirilmesi		
RAPOR BİLGİLERİ			
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Sonrası		
Sayfa Sayısı	173		
Raporlama Tarihi	27.06.2024		
Benzerlik Oranı (%)	12		

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 173 sayfalık kısmına ilişkin, 27/06/2024 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 12 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

☐Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç
■Kaynaklar hariç
☐Alıntılar hariç/dâhil
☐Diğer (Açıklayınız)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Tez benzerlik oranı üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir,
gereğini arz ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı: Oktay EKİCİ
Tarih:27.06.2024
İmza:

Danışman Adı, Soyadı: Doç. Dr. Nursen IŞIK Tarih: 27.06.2024	İmza:
Ana Bilim Dalı Başkanı Adı, Soyadı: Prof. Dr. Havva ÖZYILMAZ Tarih:27.06.2024	İmza: